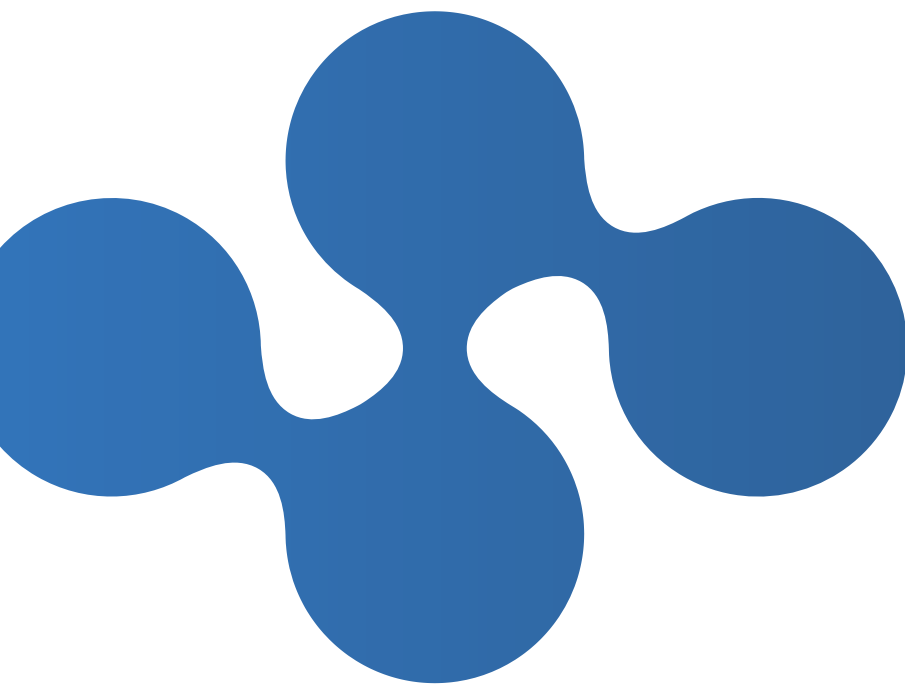




Laboratoire d'Informatique, Signaux et Systèmes de Sophia Antipolis

ÉDITION 2023



UNIVERSITÉ
CÔTE D'AZUR



Inria





ÉDITO

C'est avec plaisir que nous vous proposons cette première édition du livret d'i3S qui met en avant une année 2023 riche en réussites.

Plusieurs membres du laboratoire se sont vu décerner des récompenses à forte visibilité nationale et internationale : Laure Blanc-Féraud a reçu la médaille d'argent du CNRS, Marc Antonini a été récompensé par la médaille de l'innovation du CNRS, et Luca Calatroni a été lauréat d'un projet ERC Starting Grant. Nous tenons à les mettre à l'honneur dans ce premier numéro de notre livret.

À ces beaux succès, il faut ajouter plusieurs prix des meilleurs articles publiés dans différents journaux et congrès nationaux et internationaux ainsi que trois prix de thèses. Nous sommes fiers également des nombreux doctorants qui ont soutenu leur thèse en 2023.

Le laboratoire a souhaité redynamiser l'animation scientifique en encourageant des mobilités entrantes et sortantes au moyen d'un appel à projets interne dédié. Vous trouverez aussi dans ces pages une synthèse des mobilités effectuées dans la période.

L'activité de transfert de technologie de l'unité s'est poursuivie avec la création de deux nouvelles startups : EyeNav et PearCode. Cette dernière, hébergée au laboratoire, a reçu le Grand Prix au concours d'innovation i-Lab 2023.

Nous ne pouvons pas conclure ce numéro sans parler de Terra Numerica, un projet de médiation scientifique où le laboratoire a toujours été fortement impliqué et qui a continué de s'épanouir cette année avec une étape importante pour la construction d'une cité du numérique à Sophia Antipolis.

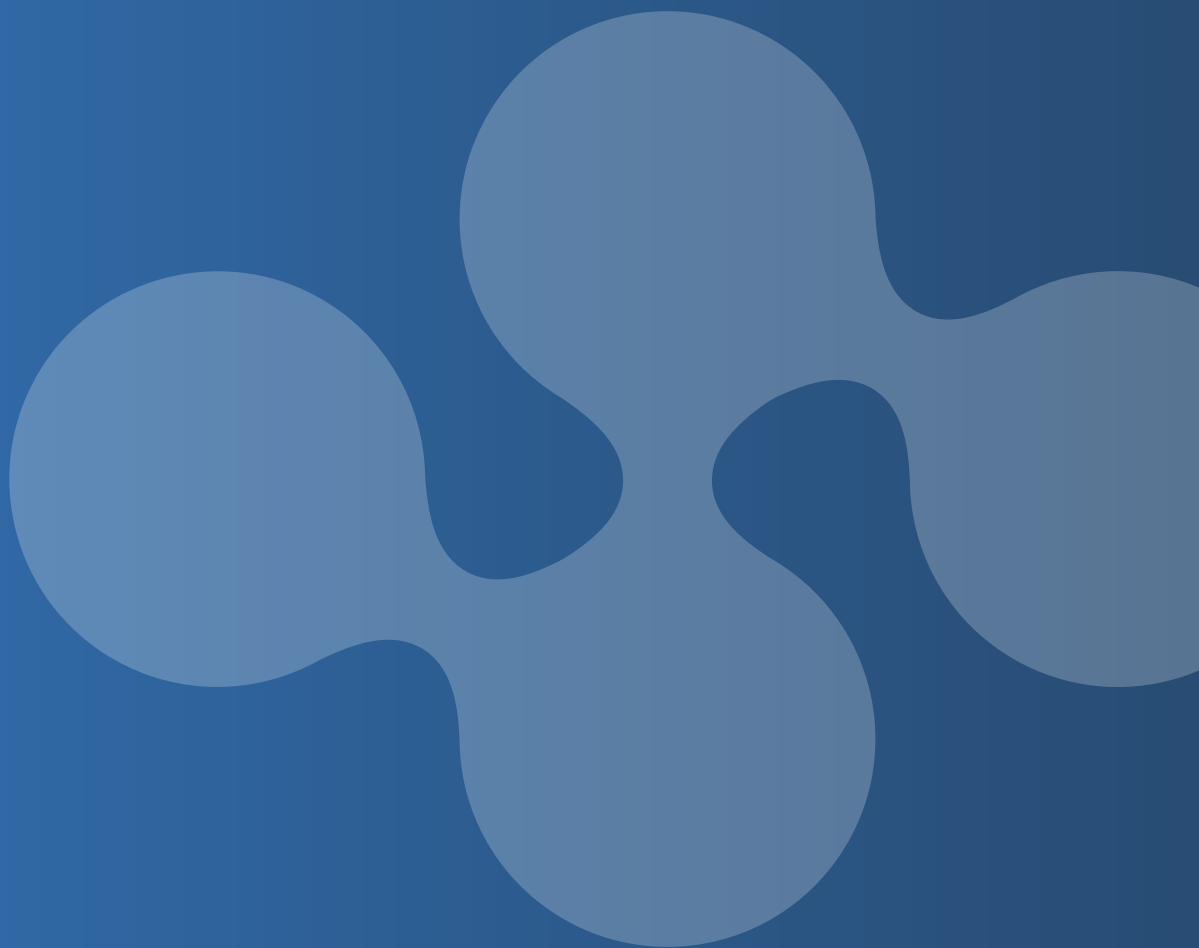
Parmi les nombreux faits marquants qui ont parsemé 2023, l'unité a reçu la visite du comité d'évaluation Hcéres, qui a donné un avis global très positif sur la qualité de nos activités de recherche. Nous tenons à remercier l'ensemble des membres d'i3S pour leur investissement et leur contribution au rayonnement du laboratoire.

Bonne lecture !

La direction

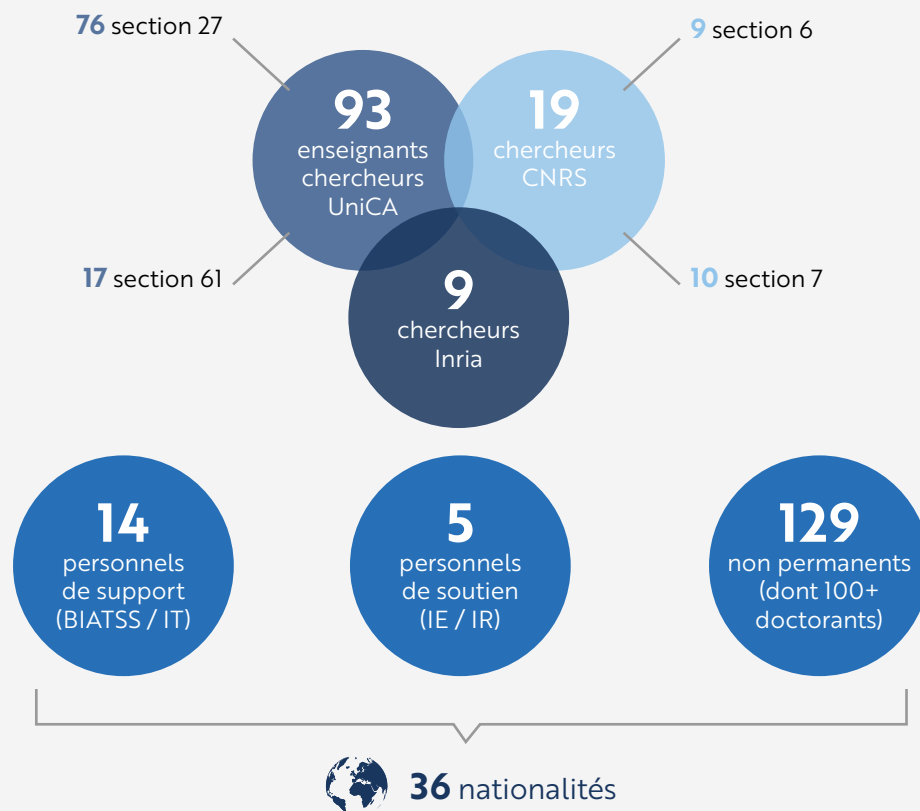


Frédéric Mallet
Directeur d'i3S



i3S en chiffres





20 M€
ressources propres

125
projets gérés

8
H2020

30
ANR
dont
11 portés

232
thèses soutenues

dont
33 thèses CIFRE

15
HDR soutenues

PÉRIODE 2016-2022



2
startups vendues
(Cintoo, Pixmap)

2
nouvelles startups
(Pearcode, EyeNav)

Habilitations à diriger des recherches

Frédéric Payan (SIS)

a soutenu son habilitation à diriger des recherches (HDR), intitulée Contributions au traitement de la géométrie 3D, le 17 novembre 2023.

Ses travaux de recherche ont porté sur le stockage et la visualisation de données 3D massives, et ils ont été menés dans le cadre de différents projets dans trois domaines distincts :

- Amélioration de la chaîne de numérisation 3D.
- Décomposition multi-échelle de maillages volumiques géologiques à des fins de compression et de simulation (HexaShrink).
- Recherche de similarité géométrique 3D entre structures moléculaires (SenSAAS).

Guillaume Ducard (SIS)

a soutenu son HDR, intitulée Contributions to flight control, estimation, and fault diagnosis systems for unmanned aerial vehicles (UAVs), le 8 décembre 2022.

De plus en plus répandus, les véhicules aériens autonomes (UAVs) ne cessent de trouver de nouvelles applications. Cependant, pour qu'ils puissent s'intégrer dans l'espace aérien civil on doit pouvoir garantir leur sûreté. Ceci fait appel à des systèmes de commande de vol tolérants aux défaillances des capteurs et des actionneurs. Les travaux de recherche de Guillaume Ducard se sont penchés sur le développement de méthodes efficaces pour la surveillance active du bon fonctionnement de ces éléments importants des UAVs.



Thèses soutenues

21 thèses doctorales ont été soutenues au laboratoire i3S en 2023 :



Charles-Olivier Artizzu

Modèles d'apprentissage profond adaptés aux images omnidirectionnelles : de la perception à la navigation, thèse dirigée par Guillaume Allibert (SIS) et Cédric Démonceaux (U. Bourgogne).



Stella Bitchebe

Au-delà de l'hyperviseur (OoH) : quand la virtualisation devient pratique, dir. Alain Tchana (COMRED).



Housseem Boulahbal

On depth prediction for autonomous driving using self-supervised learning, dir. Andrew Comport (SIS).



Arthur Da Cunha

Pruning random structures, dir. Emmanuele Natale (COMRED).



Igor Dias da Silva

Optimisation of unmanned aerial vehicles (UAVs) deployment and coordination for exploration and monitoring applications,
dir. David Coudert (COMRED).



Thomas Dissaux

Graph decompositions: treelength and pursuit-evasion games,
dir. Nicolas Nisse (COMRED).



François Doré

Dessins de graphes sur surfaces de genre nul et supérieur,
dir. Enrico Formenti (MDSC).



Cédric Dubois

Un noyau des plus proches voisins pour la classification : application aux images de plancton bidimensionnelles in situ avec correction des estimations de volume total pour les copépodes, dir. Éric Debreuve (SIS).



Dima El-Zein

Représenter, suivre et évaluer les connaissances et besoins des utilisateurs et leur évolution dans le cadre de la recherche d'information,
dir. Célia da Costa Pereira (SPARKS).



Loïc Germerie Guizouarn

Automates communicants et communications quasi-synchrones,
dir. Étienne Lozes (COMRED).



Eva Gil San Antonio

Stockage intelligent sur ADN synthétique pour l'archivage des images numériques, dir. Marc Antonini (SIS).



Amélie Gruel

Réseaux de neurones impulsionnels pour la vision embarquée basée sur les événements, dir. Jean Martinet (SPARKS).



Quentin Guimard

Deep learning pour le streaming adaptatif de vidéos à 360° en réalité virtuelle, dir. Lucile Sassatelli (SIS).



Marie Guyomard

Régression Logistique à Noyau Neural Explicable : Application à la médecine de précision, dir. Lionel Fillatre (SIS) et Nicolas Glaichenhaus (IPMC).



Bastien Laville

Reconstruction sans-grille de courbes : théorie et applications en microscopie de fluorescence, dir. Laure Blanc-Féraud (SIS) et Gilles Aubert (LJAD).



Imane Lboukili

Analyse et caractérisation de la structure tissulaire de l'épiderme à partir d'imagerie confocale, dir. Xavier Descombes (SIS).



Santiago Marro

Qualité de l'argumentation : des principes généraux aux applications dans le domaine de la santé, dir. Serena Villata (SPARKS).



Giulia Rocco

Exploration fonctionnelle multimodale du cervelet, dir. Olivier Meste et Jérôme Lebrun (SIS).



Fabien Siron

Méthodologie de vérification formelle de propriétés temporelles pour les applications temps-réel critiques basées sur le concept de temps logique, dir. Dumitru Potop-Butucaru et Robert de Simone (COMRED).



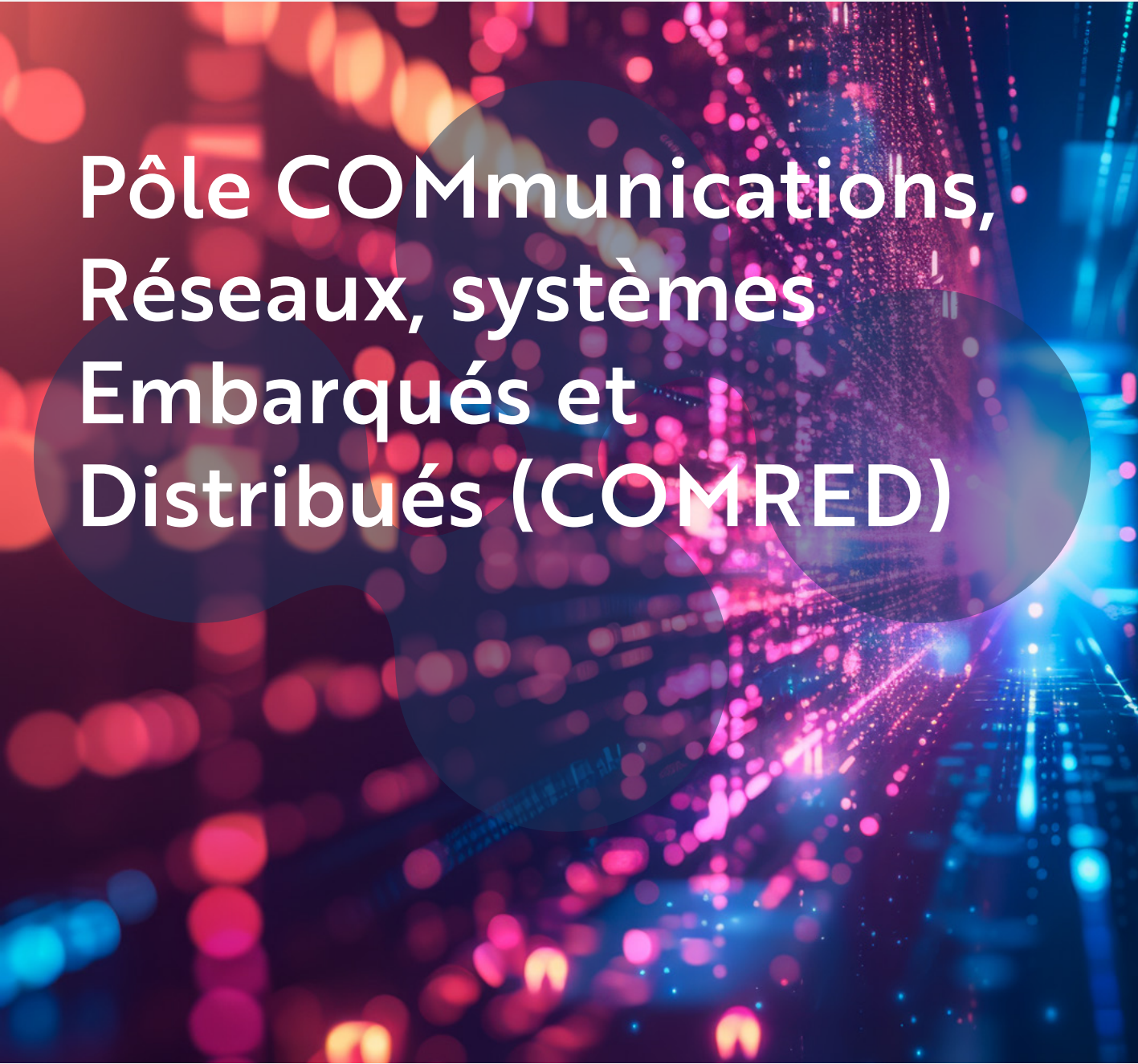
Fabien Squara

Paramètres de complexité des signaux de la fibrillation atriale persistante pour discrimination des zones arythmogènes actives au cours de l'ablation par radiofréquence, dir. Vicente Zarzoso et Olivier Meste (SIS).

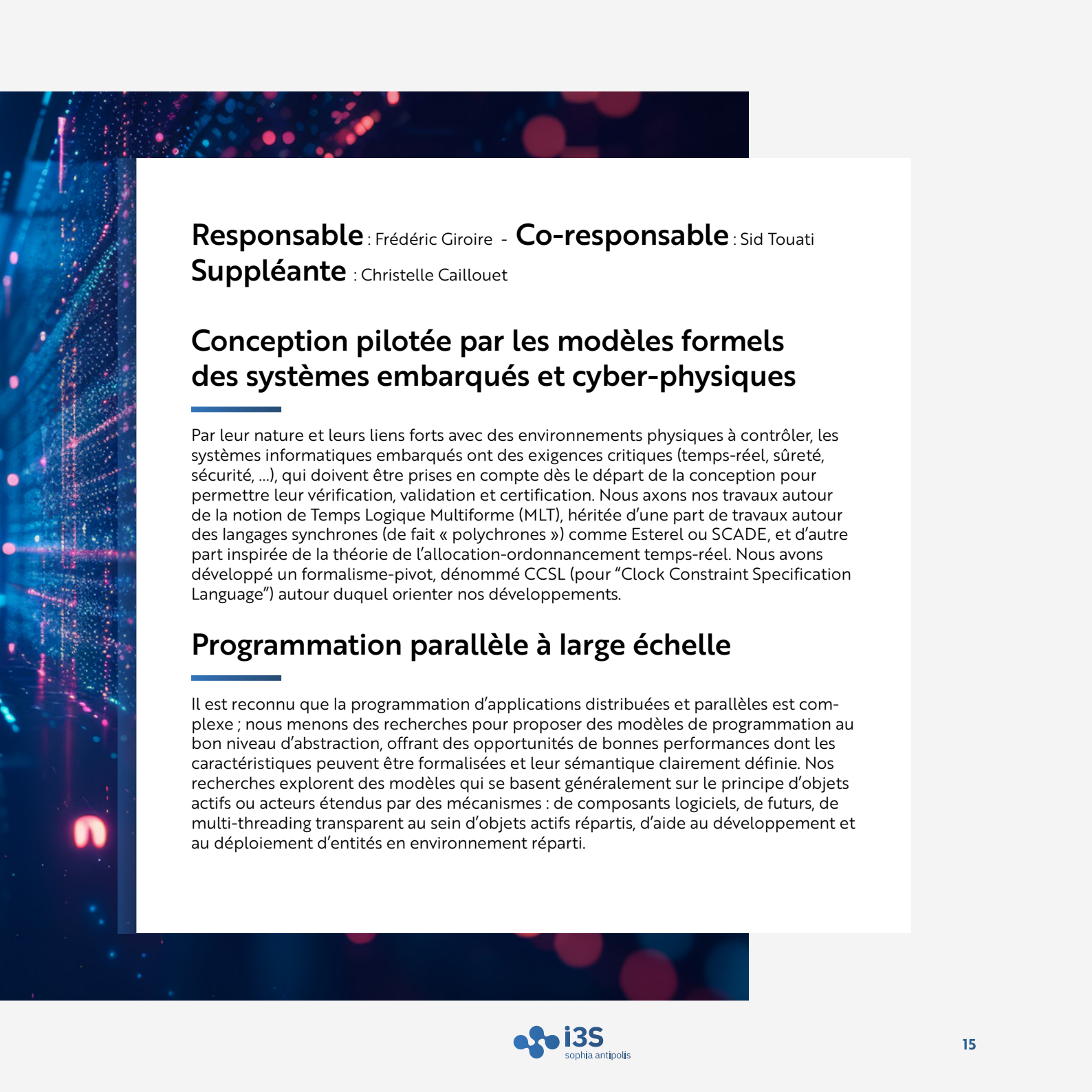


Vasiliki Stergiopoulou

Apprentissage et optimisation pour la super-résolution 3D en microscopie de fluorescence, dir. Laure Blanc-Féraud (SIS).



Pôle COMmunications, Réseaux, systèmes Embarqués et Distribués (COMRED)



Responsable : Frédéric Giroire - **Co-responsable** : Sid Touati
Suppléante : Christelle Caillouet

Conception pilotée par les modèles formels des systèmes embarqués et cyber-physiques

Par leur nature et leurs liens forts avec des environnements physiques à contrôler, les systèmes informatiques embarqués ont des exigences critiques (temps-réel, sûreté, sécurité, ...), qui doivent être prises en compte dès le départ de la conception pour permettre leur vérification, validation et certification. Nous axons nos travaux autour de la notion de Temps Logique Multiforme (MLT), héritée d'une part de travaux autour des langages synchrones (de fait « polychrones ») comme Esterel ou SCADE, et d'autre part inspirée de la théorie de l'allocation-ordonnancement temps-réel. Nous avons développé un formalisme-pivot, dénommé CCSL (pour "Clock Constraint Specification Language") autour duquel orienter nos développements.

Programmation parallèle à large échelle

Il est reconnu que la programmation d'applications distribuées et parallèles est complexe ; nous menons des recherches pour proposer des modèles de programmation au bon niveau d'abstraction, offrant des opportunités de bonnes performances dont les caractéristiques peuvent être formalisées et leur sémantique clairement définie. Nos recherches explorent des modèles qui se basent généralement sur le principe d'objets actifs ou acteurs étendus par des mécanismes : de composants logiciels, de futurs, de multi-threading transparent au sein d'objets actifs répartis, d'aide au développement et au déploiement d'entités en environnement réparti.

Réseaux et communications sans fil

Les recherches menées vont des couches basses jusqu'à la couche applicative de la pile protocolaire avec des ramifications dans les domaines des interfaces humain machine et systèmes. Nos recherches portent sur les axes suivants : diffusion vidéo à large échelle sur Internet ; optimisation de ressources dans les data centers ; design des algorithmes de contrôle pour la diffusion de la vidéo adaptative ; contrôle de réseaux basé sur l'apprentissage automatique ; communications sans fil et approches tensorielles.

Théorie des graphes et réseaux

Les objectifs sont de mener des recherches fondamentales en mathématiques discrètes, théorie des graphes, algorithmique de graphes et recherche opérationnelle, et d'utiliser ces outils pour étudier des problèmes d'optimisation dans les réseaux. Nous nous intéressons principalement aux réseaux de télécommunications, mais étudions également d'autres domaines (transports, bioinformatique, sciences sociales, smart-grids, spéléologie, etc.).

Deux équipes-projets communes (EPC) i3S-Inria font partie du pôle COMRED :

- **Coati** (combinatoire, optimisation et algorithmes pour les télécommunications)
- **Kairos** (conception de systèmes cyber-physiques)



Pôle Modèles Discrets pour les Systèmes Complexes (MDSC)

Responsables : Adrien Richard & Jean-Charles Régin
Co-responsables : Christophe Crespelle & Elisabetta de Maria

Contraintes et applications

Nous abordons plusieurs axes de recherche. L'un d'eux est la **programmation par contraintes (PPC)**, notamment pour la parallélisation de la résolution de problèmes en PPC et de nouveaux filtrages pour les contraintes de table. Nous appliquons la PPC au transport : la résolution du célèbre problème du voyageur de commerce, algorithmes de recherche d'itinéraires dans les transports en commun multimodaux, etc. Nous appliquons la PPC à l'ordonnancement de tâches de différentes familles sur des machines parallèles. Nous travaillons sur les **diagrammes de décision multivalués (MDD)** : un MDD est une généralisation des diagrammes de décision binaires (BDD), en proposant des algorithmes pour effectuer très efficacement les opérations de bases entre MDD (création, réduction, intersection, différence, union...), en utilisant les MDD pour l'apprentissage de contraintes à partir d'exemples, etc. Nous étudions aussi le model-checking probabiliste appliqué à la biomédecine (maladie d'Alzheimer) ou encore la dynamique de réseaux de neurones biologiques.

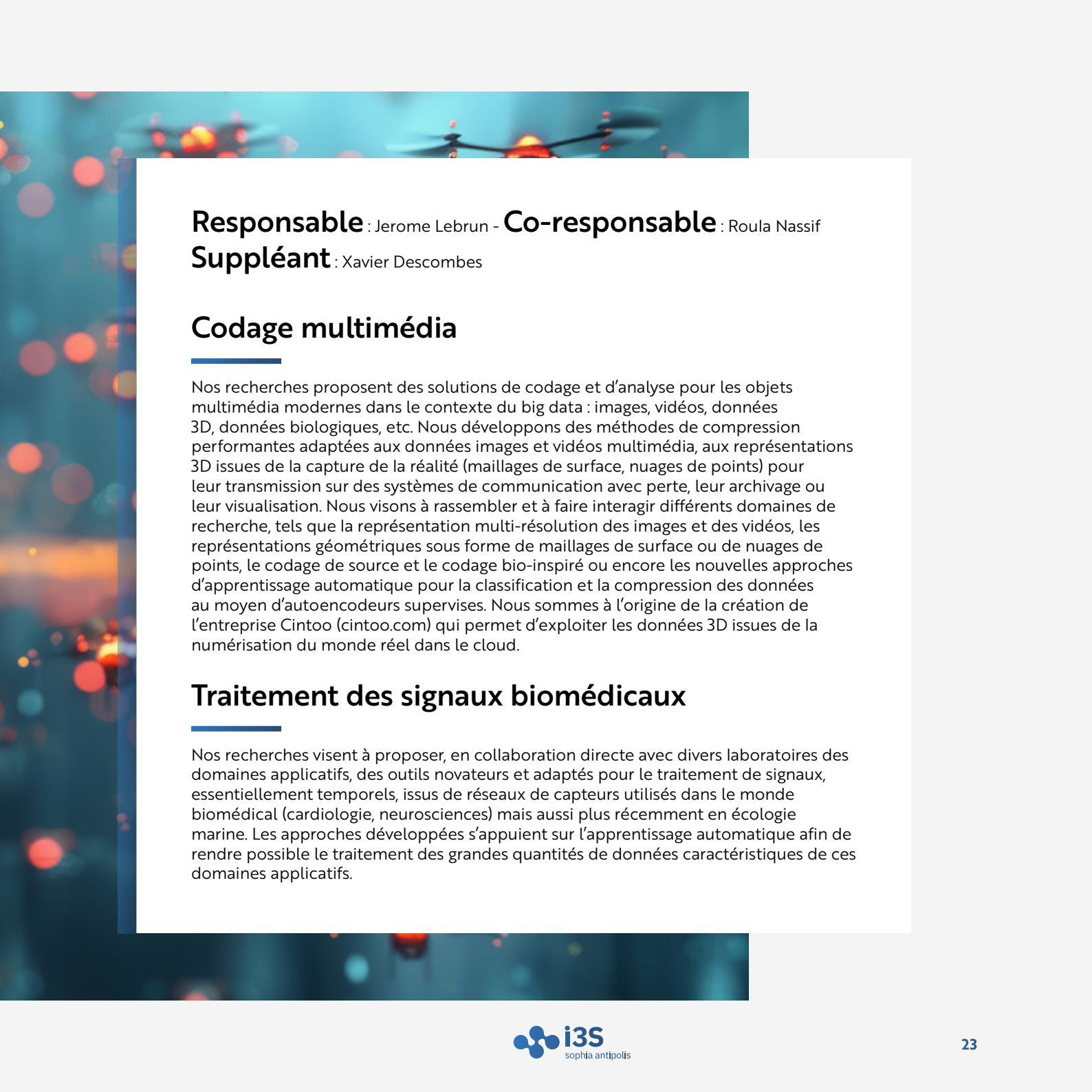
Modèles de calcul, complexité et combinatoire

Nous étudions des **systèmes dynamiques discrets (SDD)** et les **automates cellulaires (AC)** ainsi que les outils formels qui peuvent convenir pour mener à bien ces études. Les compétences acquises et les résultats obtenus permettent des percées en sécurité informatique ou en bioinformatique. Nos travaux visent à comprendre les propriétés des SDD et des AC en se focalisant sur les comportements asymptotiques, les problèmes liés à la décidabilité de ces propriétés asymptotiques et aux aspects calculatoires (c'est-à-dire comment de tels systèmes se comportent quand on les regarde comme des modèles de calcul). Nous étudions également les réseaux d'automates (points fixes, dynamique asynchrone, dynamique synchrone) qui forment une classe fondamentale de systèmes complexes très utilisés pour modéliser des phénomènes non-linéaires en biologie, physique, sociologie, etc.

Nous travaillons également sur le **chiffrement avec pertes** permettant un traitement homomorphe des données, dans une perspective post-quantique de type « apprentissage avec erreurs ». Par exemple, nous avons étudié le chiffrement perceptuel de la voix, en combinant des éléments des domaines du traitement du signal audio/parole, de la cryptographie perceptuelle avec pertes et de la vérification formelle. Face aux erreurs de transmission, ces travaux permettent de déchiffrer approximativement (et sans mécanisme de correction d'erreur) les paramètres vocaux et de reconstruire un signal de parole perçu comme très proche du signal d'origine, grâce à un synthétiseur vocal ad-hoc par réseau de neurones entraîné.



Pôle Signaux, Images, Systèmes (SIS)



Responsable : Jerome Lebrun - **Co-responsable** : Roula Nassif
Suppléant : Xavier Descombes

Codage multimédia

Nos recherches proposent des solutions de codage et d'analyse pour les objets multimédia modernes dans le contexte du big data : images, vidéos, données 3D, données biologiques, etc. Nous développons des méthodes de compression performantes adaptées aux données images et vidéos multimédia, aux représentations 3D issues de la capture de la réalité (maillages de surface, nuages de points) pour leur transmission sur des systèmes de communication avec perte, leur archivage ou leur visualisation. Nous visons à rassembler et à faire interagir différents domaines de recherche, tels que la représentation multi-résolution des images et des vidéos, les représentations géométriques sous forme de maillages de surface ou de nuages de points, le codage de source et le codage bio-inspiré ou encore les nouvelles approches d'apprentissage automatique pour la classification et la compression des données au moyen d'autoencodeurs supervisés. Nous sommes à l'origine de la création de l'entreprise Cintoo (cintoo.com) qui permet d'exploiter les données 3D issues de la numérisation du monde réel dans le cloud.

Traitement des signaux biomédicaux

Nos recherches visent à proposer, en collaboration directe avec divers laboratoires des domaines applicatifs, des outils novateurs et adaptés pour le traitement de signaux, essentiellement temporels, issus de réseaux de capteurs utilisés dans le monde biomédical (cardiologie, neurosciences) mais aussi plus récemment en écologie marine. Les approches développées s'appuient sur l'apprentissage automatique afin de rendre possible le traitement des grandes quantités de données caractéristiques de ces domaines applicatifs.

Traitement des images pour la biologie

En collaboration avec l'Institut de biologie de Valrose (iBV), nos recherches portent sur la résolution de problèmes biologiques à l'aide d'outils computationnels. Nous travaillons sur de l'imagerie de microscopie à des échelles allant de l'intracellulaire au tissu. Les problématiques abordées concernent la qualité de l'image (déconvolution, reconstruction, recalage), l'analyse de l'image (détection d'objets, extraction de caractéristiques), l'apprentissage automatique ou machine learning (classification, identification et comparaison de populations), la modélisation (trajectoires, croissance). Ces quatre thèmes ont fait l'objet de développements méthodologiques importants.

Robotique et systèmes autonomes

Nos thématiques incluent les observateurs robustes et efficaces pour l'estimation d'état de véhicules autonomes ; une approche de commande unifiée pour une grande classe de systèmes robotiques autonomes pour contrôler différents types de véhicules autonomes (drones, avions, navires, sous-marins, etc.) ; l'asservissement visuel consistant à utiliser les mesures visuelles directement dans la formulation de l'algorithme de contrôle sans chercher à estimer la position ni la vitesse d'un véhicule autonome ; la localisation et cartographie simultanée par vision via les méthodes directes pour des robots ; l'intelligence spatiale d'un robot qui porte sur l'interprétation spatiale et de la capacité à visualiser et interpréter des informations géoréférencées ; ou encore le couplage des approches basées données (data-driven) et basées modèle (model-driven) pour des robots intelligents.

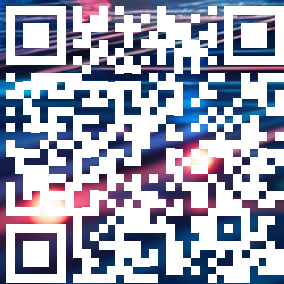
Observation et modélisation

Nos recherches portent sur la planification d'expériences pour la construction de modèles, paramétriques ou non, optimales au sens d'un critère donné. Certains travaux sont axés sur le choix de ce critère (sa justification, ses propriétés, asymptotiques ou à horizon fini) ; d'autres, sur la construction d'une expérience optimale. Ces derniers sont de nature plus algorithmique. Nous nous intéressons principalement à la conception d'expériences de simulation (computer experiments) pour des modèles numériques dont la variation de la sortie sur l'espace de ses paramètres d'entrée est bien représentée par les réalisations d'un processus gaussien. Une part importante de notre activité porte sur la construction incrémentale de plans space filling, c'est-à-dire remplissant un domaine admissible donné de façon adéquate.

Le pôle SIS intègre une EPC avec Inria et l'iBV appelée **Morpheme**, autour du traitement des images pour la biologie.



Pôle Scalable and Pervasive softwARe and Knowledge Systems (SPARKS)



Responsable : Marco Winckler - **Co-responsable** : Jean-Paul Comet
Suppléant : Andrea Tettamanzi

IA hybride

Parmi les enjeux majeurs actuels en intelligence artificielle figurent la réduction des ressources nécessaires, ainsi que l'explicabilité, l'interprétabilité et l'intelligibilité des décisions des modèles. Il s'agit également de rendre ces systèmes compréhensibles et accessibles non seulement aux experts, mais aussi, et surtout, aux non-experts, afin de faciliter leurs interactions avec l'IA. Dans ce contexte, SPARKS développe des méthodes combinant approches en **IA symbolique** et en **IA non-symbolique** dans le but d'identifier au mieux tous les pivots possibles entre ces deux paradigmes fondateurs pour proposer une solution adaptée selon le contexte.

Argumentation et traitement automatique des langues

La thématique du traitement automatique des langues constitue un élément de visibilité pour le pôle SPARKS, notamment en ce qui concerne les études sur l'extraction automatique d'arguments à partir de textes médicaux. Ce thème de recherche, qui s'appuie en partie sur la recherche en IA du pôle, vise à développer un axe d'étude centré sur les technologies de débat, reposant sur **l'extraction d'arguments à partir de données en langage naturel**. Un aspect de la recherche dans ce domaine concerne les usages de l'information et la conception d'outils capables de faciliter l'analyse de grands volumes de données ainsi que la navigation jusqu'aux sources d'informations.

Génie logiciel empirique

SPARKS garde une expertise dans la production de grands systèmes logiciels. L'objectif de cette action est d'étudier et de résoudre des problèmes de génie logiciel dans lesquels les diverses personnes et parties prenantes (architecte logiciel, développeur, product owner, utilisateur final) ont à comprendre et à prendre des décisions sur des pratiques, des processus et du code relatifs à de très grands systèmes variables et émergents. Dans ce thème le pôle propose une action visant à « faciliter la maîtrise humaine de la production de grands systèmes logiciels ».

Graphes de connaissances et apprentissage automatique

SPARKS est reconnu par ses travaux autour des graphes de connaissance et le Web sémantique. Le pôle possède une expertise reconnue dans la représentation des connaissances et le raisonnement basés sur les graphes, ainsi que dans la construction et l'exploitation des graphes de connaissances. Actuellement, ces thèmes de recherche évoluent vers le développement de **traitements intelligents** couvrant l'ensemble du **cycle de vie** d'un graphe de connaissances.

Informatique bio-inspirée et biologie computationnelle

L'informatique est essentielle pour repousser les frontières de la connaissance en biologie en utilisant, par exemple, les ontologies, l'extraction et l'exploitation de données, l'extraction de connaissances, la modélisation et la simulation de systèmes biologiques dynamiques, les preuves formelles du comportement de ces systèmes



et, de manière plus générale, le raisonnement basé sur des modèles assistés par ordinateur. Il existe aussi d'innombrables techniques bio-inspirées qui ont apporté des contributions significatives à la recherche, comme les techniques d'apprentissage inspirées par les neurosciences et par la génétique.

Interaction humain-machine

SPARKS a toujours été sensible aux besoins des utilisateurs et aux **usages de systèmes interactifs**. L'objectif principal de ces recherches est de comprendre comment les **techniques d'interaction et de visualisation** peuvent faciliter la prise de décision à partir de données complexes et multivariées. On vise aussi à qualifier l'ensemble d'expériences (c'est-à-dire l'expérience incarnée) produites chez les utilisateurs. À ce titre, plusieurs techniques d'interaction sont étudiées y compris les technologies de **réalité mixte** (réalité augmentée et virtuelle/immersive).

Systèmes ambiants intelligents

Depuis plusieurs années, le pôle développe un intérêt accru autour des usages des nouvelles technologies dérivées de l'Internet des objets (IoT) capables d'aider les utilisateurs à contrôler les **systèmes ambiants intelligents**. Cette thématique de recherche n'est pas nouvelle, mais elle connaît un essor important ces dernières années avec le développement des jumeaux numériques, proposant des chaînes logicielles complexes intégrant des objets connectés au monde physique.

SPARKS est associé à deux EPC i3S-Inria : **Wimmics** et **Maasai**. De plus, le pôle entretient des liens avec l'Institut Neuromod. Néanmoins, SPARKS se présente comme une seule équipe ayant plusieurs thèmes que nous souhaitons développer dans les années à venir.

Axes transversaux

Le laboratoire affiche des grandes orientations scientifiques transversales aux pôles pour les décloisonner et favoriser leurs interactions :

Sciences des données, de la décision et apprentissage, intelligence artificielle (IA)

Cette thématique est soutenue par le 3IA Côte d'Azur à travers son programme de chaires, dont huit membres du laboratoire sont ou ont été titulaires.

Réseaux, information, société numérique

Cette orientation historique est largement soutenue par l'EUR DS4H et l'Académie RISE de l'Initiative d'Excellence d'Université Côte d'Azur. i3S est pleinement intégré dans ces structures et leurs instances de gouvernance.

Vivant et informatique

Soutenu par l'Académie des Systèmes Complexes et par les actions de l'Institut Neuromod, cet axe vise à proposer des modèles informatiques pour étudier les phénomènes liés aux sciences du vivant et à développer des solutions informatiques inspirées du fonctionnement de systèmes vivants (réseaux de neurones, systèmes bio-inspirés).

Numérique et environnement

Si l'effet rebond est étudié comme un impact négatif des avancées du numérique, l'informatique fait aussi partie de la solution pour mesurer et limiter l'impact des infrastructures numériques sur l'environnement.

Mobilités & animation scientifique

Mobilités entrantes

Pour favoriser de nouvelles collaborations, en approfondir d'autres déjà existantes et développer l'animation scientifique au sein d'i3S, le laboratoire a invité au cours de l'année plusieurs collègues de renommée internationale dans leurs domaines de recherche.

- **Michael Mendler**

- 📍 Université de Bamberg (Allemagne)

- 📅 Mai-juin

- **Malgorzata Sulkowska**

- 📍 Université de Wrocław (Pologne)

- 📅 Août-septembre

- **Robert Harper**

- 📍 Carnegie Mellon University (États-Unis)

- 📅 Octobre

- **Phan Thi Hà Dương**

- 📍 Institut de Mathématique de l'Académie des sciences et technologies (Vietnam)

- 📅 Septembre et novembre

- **Serdar Kadioglu**

- 📍 Brown University (États-Unis)

- 📅 Novembre

- **Tristan Cazenave**

- 📍 Université Paris-Dauphine, laboratoire LAMSADE

- 📅 Novembre

Mobilités sortantes

Plusieurs collègues d'i3S ont bénéficié de mobilités à l'étranger financées par le laboratoire ou par des projets de recherche internationaux.

- **Arnaud Malapert**
 - 📍 Université Laval (Canada)
 - 📅 Juillet
- **Aline Menin**
 - 📍 Università degli Studi di Bari Aldo Moro (Italie)
 - 📅 Novembre
- **Pierre Monnin**
 - 📍 Università degli Studi di Bari Aldo Moro (Italie)
 - 📅 Janvier 2024
- **Tarek Hamel**
 - 📍 Australian National University, Canberra (Australie)
 - 📅 Janvier, novembre et décembre
 - 🔗 Dans le cadre de l'International Research Project (IRP) Advanced Autonomy for Robotic Systems (ARS)

Animation scientifique

L'animation scientifique de l'unité s'est enrichie des interventions de chercheurs et de chercheuses de divers établissements étrangers.

- **Michael Mendler, University of Bamberg (Allemagne)**
"Logical analysis of distributed systems : the importance of being constructive"
- **Toni Karvonen, Aalto University (Finlande)**
"Convergence rates and implications for Gaussian process interpolation"
- **Ravi N. Banavar, IIT Bombay (Inde)**
"A geometric PID control law for stabilization of nonholonomic mechanical systems on Lie groups"
- **Ido Nachum, EPFL (Suisse)**
"A Johnson-Lindenstrauss framework for randomly initialized CNNs"
- **Anthony Genot, LIMMS IRL Tokyo (Japon)**
"Writing data in DNA and computing with DNA"
- **Haziq Azman, University Kuala Lumpur (Malaisie)**
"Wiggly fluttery heart loops: observing and utilizing variability from the ECG for atrial flutter characterization"
- **Fabien Dufoulon, Université de Lancaster (Royaume-Uni)**
"Towards energy-efficient distributed computing"
- **Serdar Kadioglu, Brown University (États-Unis)**
"Multi-level optimization to boost experimentation in digital channels"
- **Phan Thi Hà Dương, Institut de Mathématiques de l'Académie des Sciences et Technologies (Vietnam)**
"Systèmes complexes : sur certains problèmes de modélisation et d'algorithmes"



Portraits



Laure Blanc-Féraud

a reçu la médaille d'argent du CNRS en 2023 pour ses travaux en traitement d'images.

Elle est directrice de recherche CNRS dans l'équipe-projet commune MORPHEME (CNRS-Inria-UniCA) à l'interface entre le traitement des images et les mathématiques appliquées.

Dans le domaine du traitement numérique des images, les principales contributions de Laure Blanc-Féraud portent sur une large gamme de problèmes inverses en imagerie satellitaire et biologique.

L'originalité de ses travaux repose sur l'utilisation de méthodes variationnelles pour reconstruire avec précision des images. Elle a par exemple mis au point des algorithmes de défloutage d'images satellitaires ou déconvolution aveugle pour le CNES. Elle a aussi participé à la réalisation d'un prototype de microscope optique de super-résolution qui permet de dépasser la limite de diffraction. Grâce à un algorithme original de reconstruction, des résolutions jamais obtenues auparavant ont pu être atteintes.

Pour aller encore plus loin, ses derniers travaux font maintenant appel à l'intelligence artificielle afin d'exploiter aussi les informations contenues dans les données.



Marc Antonini

s'est vu décerner la médaille de l'innovation du CNRS en 2023 pour l'ensemble de ses activités de valorisation et de transfert de technologie. Il est l'un des quatre lauréats de la médaille de l'innovation 2023 du CNRS.

Marc Antonini est directeur de recherche CNRS. Il dirige l'équipe MediaCoding. Il est spécialisé dans la compression de données : images, vidéos et modèles 3D.

Ses travaux de doctorat ont fondé les bases de la norme JPEG 2000, et les algorithmes issus de ses premières recherches au CNRS, en collaboration avec le CNES, ont été embarqués dans les satellites Pléiades (couple de deux satellites optiques d'observation de la Terre).

Auteur de treize brevets, Marc Antonini a régulièrement collaboré avec différents industriels et cofondé la start-up Cintoo, consacrée à la capture et à la visualisation de nuages de points 3D. Son activité s'est depuis orientée vers le stockage sur ADN synthétique.

Marc Antonini est ainsi à la tête du programme de recherche (PEPR) MolecuArXiv, doté de vingt millions d'euros sur sept ans pour développer cette technologie d'avenir, et il a participé au programme européen OligoArchive.

Sur ce même thème, Marc Antonini a cofondé la start-up PearCode et préside la conception de JPEG DNA, une norme de compression d'images adaptée à l'ADN.



Luca Calatroni

recruté à i3S en tant que chargé de recherche en 2019, a été lauréat d'un projet ERC Starting Grant en 2023.

Il travaille au sein de l'équipe Morpheme sur des problèmes à l'interface entre les mathématiques, le traitement du signal et d'autres disciplines comme la biologie, l'archéologie ou l'histoire de l'art.

Sa recherche porte sur la modélisation mathématique et la résolution numérique des problèmes inverses d'imagerie dans plusieurs applications comme, par exemple, la biologie, l'imagerie du patrimoine et les neurosciences computationnelles.

L'objectif du projet ERC Starting Grant MALIN (Model-aware learning for inverse problems in fluorescence microscopy) est l'étude théorique et l'application des modèles d'apprentissage inspirés par la physique à plusieurs problèmes inverses dans le domaine de la microscopie à fluorescence.

Un grand enjeu dans ce domaine est la super-résolution d'images, nécessaire afin de mieux comprendre les processus biologiques à l'échelle du nanomètre.

Les méthodologies développées dans le projet seront utilisées pour répondre à plusieurs questions d'intérêt en biologie, comme l'étude des mécanismes de reproduction de certaines algues, en collaboration avec S. Schaub (CNRS) du laboratoire de biologie du développement de Villefranche-sur-Mer (LBDV).

Faits marquants



Alexandre Muzy, chargé de recherche, a réussi à simuler un réseau de neurones de taille équivalente au cerveau d'un petit singe sur un simple ordinateur de bureau. Ces travaux, publiés dans la revue Neural Computation de MIT Press, offrent de nouvelles perspectives au développement d'algorithmes d'apprentissage automatique plus économes en énergie. À ce sujet, Alexandre Muzy a été interviewé dans le journal des sciences sur France Culture.



Gérard Favier a reçu le prix "The IET Signal Processing Premium Award 2022" pour l'article "Tensor methods for multisensor signal processing", paru en décembre 2020. Cet article est le fruit d'un travail coopératif de chercheurs et enseignants-chercheurs issus de 4 laboratoires (CRAN, CRISTAL, GIPSA-Lab, i3S) de CNRS Sciences informatiques.



Rémi Felin, Catherine Faron et Andrea Tettamanzi ont été lauréats du Best Research Paper Award à la conférence ESWC 2023 (rang A).



Florent Robert, Lucile Sassatelli et Marco Wincker se sont vu décerner le Best Paper Award à la conférence ACM IMX 2023.



Sara Riva, 1er prix de la spécialité informatique de l'ED STIC pour sa thèse "Factorisation de systèmes dynamiques discrets", dirigée par Enrico Formenti.



Trung Hieu Le et Xavier Pic ont reçu le prix des meilleurs présentations/papiers " étudiant " à la conférence CORESA 2023 pour la présentation intitulée " Multiple description video coding for real-time applications using HEVC ".



Un reportage dans le JT de 20h de France 2 du vendredi 23 juin 2023 intitulé " Défi d'avenir : stocker nos données avec de l'ADN " comprend une **l'intervention de Marc Antonini directeur de programme du PEPR MolecuArXiv.**



Ankica Barisic et Marco Winckler ont reçu le Best Paper Award George Samaras HAAPIE 2023 pour son travail intitulé " Driver model for take-over-request in autonomous vehicles "



Melpomeni Dimopoulou, ancienne doctorante d'i3S, a été récompensée lors de la cérémonie 2022-2023 des concours d'innovation de l'État qui s'est déroulée le 4 juillet. Elle **a reçu le Grand Prix i-Lab 2023 pour la start-up PEARCODE**, issue et incubée à i3S, liée au PEPR MolecuArXiv autour du stockage massif de données numériques sur ADN synthétique.



Dima El Zein, prix de la parité de l'ED STIC pour sa thèse "Représenter, suivre et évaluer les connaissances et besoins des utilisateurs et leur évolution dans le cadre de la recherche d'information", dirigée par Célia da Costa Pereira.



Rémi Felin, Catherine Faron et Andrea Tettamanzi ont obtenu le prix du meilleur article déjà publié à la conférence Ingénierie des Connaissances (événement affilié à PFIA 2023) pour leur travail intitulé "A framework to include and exploit probabilistic information in SHACL validation reports".



Xavier Pic, Trung Hieu Le et Marc Antonini ont obtenu le Best Student Paper Award à la conférence IEEE 25th International Workshop on Multimedia Signal Processing (MMSP 23) à Poitiers pour leur papier "INR-MDSQC: Implicit neural representation multiple description scalar quantization for robust image coding".



Erol Gelenbe, membre associé enseignant-chercheur, s'est vu décerner le Best Paper Award au colloque MASCOTS-2023 pour son article "Modelling the energy performance of off-grid sustainable green cellular base stations". Il **a aussi reçu le Best Paper Award** à la conférence IEEE Trustcom2023 pour l'article "Protecting IoT servers against flood attacks with the quasi deterministic transmission policy".



Eva Gil San Antonio, prix spécial pour l'interdisciplinarité de l'ED STIC pour sa thèse "Stockage intelligent sur ADN synthétique pour l'archivage des images numériques" sous la direction de Marc Antonini.

Valorisation

Start-ups

Après le succès de plusieurs créations issues des travaux de recherche du laboratoire (Cintoo, Pixmap, Inspeere, ActiveOn), de nouvelles start-ups ont vu le jour en 2023 :

- **PEARCODE** propose une rupture technologique en développant une mémoire de stockage massif pour l'archivage des données numériques qui utilise un nouveau support bio-inspiré : l'ADN synthétique. Sa fondatrice, Melpomeni Dimopoulou a obtenu le Grand Prix du concours d'innovation i-Lab 2023 pour cette start-up issue des activités de recherche du laboratoire. Ces travaux sont liés au PEPR MoleculArXiv porté par Marc Antonini.
- **EYENAV ROBOTICS** développe des solutions de commande robuste de drones par homographie, avec des applications notamment en robotique sous-marine.

Ces nouvelles start-ups sont accompagnées par nos partenaires : l'incubateur PACA-Est et la SATT Sud-Est.

Ingénieurs transfert et projets européens

Pour soutenir nos projets de valorisation industrielle et de partenariat international, le laboratoire i3S accueillera dans une équipe deux nouveaux éléments en 2024 :

- Une ingénieure transfert dans le cadre du programme IT du CNRS.
- Un ingénieur de projets européens financé par le bureau du CNRS à Bruxelles.

Cette dynamique vise à diversifier l'activité du laboratoire, notamment en relation avec le tissu économique de la technopole de Sophia Antipolis, mais également avec les acteurs de l'enseignement supérieur et de la recherche en Europe.

Nouveaux projets collaboratifs

```
WtIntUnicodeStrng(&DestinationStrng, L"\\SystemRoot\\System32\\hal.dll");  
v4 = 0;  
sub_105E4(&DestinationStrng, [nt]v4, [nt]v2);  
v5 = v4 + 0;  
v5 = v4 + 0;  
v2 = 0;  
ZwClose(Handle);  
return v5;
```

```
void __stdcall DvcrKernalizationRoutine(PDRIVER_OBJECT DvcrObject, nt a2, unsigned nt a3)  
{  
    KdPrint((L"KdPrint: DvcrKernalizationRoutine\n"));  
    sub_10542();  
    sub_10300();  
}
```


Programmes et équipements prioritaires de recherche (PEPR)

- **MoleculArXiv** : PEPR exploratoire dirigé par Marc Antonini pour le CNRS
Stockage de données massives sur ADN et polymères artificiels
- **Cloud** : participation du pôle COMRED dans le projet CARECloud
Comprendre, améliorer, réduire les impacts environnementaux du cloud computing

Projets européens

- **DYNABIC** (Jean-Yves Tigli)
Dynamic business continuity of critical infrastructures on top of adaptive multi-level cybersecurity
- **ORBIS** (Elena Cabrio)
Augmenting participation, co-creation, trust and transparency in deliberative democracy at all scale

Projets soutenus par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR)

- **ASCAR** (Tarek Hamel)
Contrôle sensoriel avancé des systèmes robotiques autonomes
- **BIODEEP** (Lionel Fillatre)
Réseau profond génératif médicalement explicable pour l'analyse de données cliniques
- **CIGAIA** (Serena Villata)
Controverses et influence dans la guerre en Ukraine - étude de l'argumentation et de la contre-argumentation par l'utilisation d'un algorithme d'intelligence artificielle
- **DEVIN** (Guillaume Allibert)
Drones with omni-event vision for drone neutralization
- **NAMED** (Jean Martinet)
Modèles attentionnels neuromorphiques pour les données événementielles

Projets soutenus par la Banque Publique d'Investissement (BPI)

- **DEEP-C** (Tarek Hamel)
Appel à projets «Grands fonds marins».



Groupes de travail

Les groupes de travail (GT) sont des structures créées à l'initiative de plusieurs agents. Ils font écho à des structures nationales organisées par nos tutelles. Ces groupes ont vocation à faire des propositions à la direction et aux structures de gouvernance (comité de direction et conseil de laboratoire) pour faire évoluer nos pratiques. Il y a actuellement deux GT dans i3S : groupe CO2 et groupe Égalité.

Le GT CO2

Le laboratoire a mis en place le GT CO2 en 2020 pour réfléchir à l'impact environnemental de nos activités de recherche et à comment les faire évoluer à l'horizon 2030, afin d'aller dans le sens des accords de Paris.

Début 2024, un tirage au sort sera organisé pour composer la Convention Citoyenne (CC) du laboratoire, qui sera constituée de onze chercheurs et enseignants-chercheurs, deux personnels ITA, et quatre doctorants et postdoctorants. L'objectif de la CC est de proposer des scénarios de réduction des gaz à effet de serre (GES) du laboratoire à l'échéance 2030. Un scénario est constitué d'un ensemble d'actions précises à mettre en place au niveau du laboratoire. Chaque scénario sera chiffré en termes de réduction de GES. La convention devra aussi proposer une méthode de suivi et de réévaluation possible des politiques mises en œuvre.

Un vote du laboratoire en Assemblée générale fin 2024 ou début 2025 sera organisé pour choisir le scénario retenu parmi ceux proposés.

Le GT Égalité

Le GT Égalité a un rôle d'observation, de réflexion et de proposition pour promouvoir la parité et agir pour l'égalité au sein du laboratoire. Le GT Égalité i3S est soucieux de tous les types de discrimination, souvent subtils, toujours nuisibles.

C'est avec la science qu'on arrive à avancer sur des questions idéologiquement saturées comme le sont les questions autour du genre.

Le GT Égalité i3S s'attache donc à surveiller les résultats scientifiques obtenus dans les champs de la cognition sociale et de la psychologie expérimentale notamment, et à adosser ses propositions d'actions à des résultats scientifiques montrant l'efficacité de certains types d'interventions.

Les attributions du GT Égalité sont de :

- sensibiliser les membres du laboratoire sur le lien entre stéréotypes de genre et biais implicites propres à l'informatique dans l'université et au laboratoire ;
- observer les biais dans le laboratoire ;
- proposer des actions correctives adossées aux résultats de la littérature scientifique ;
- être à l'écoute des membres du laboratoire et de leurs besoins sur les problématiques d'égalité, et les relayer ;
- effectuer une veille des mesures et recommandations mises en place au niveau local, national et international.



GDR Génie de la programmation et du logiciel





Le Groupement de recherche (GDR) Génie de la programmation et du logiciel (GPL) est un outil national d'animation de la recherche créé en 2008 par le CNRS. Le GDR rassemble aujourd'hui plus de 1630 participants (dont environ 300 permanents), issus du CNRS, des institutions académiques partenaires (écoles et universités) et du monde industriel (15%), répartis sur tout le territoire. Depuis janvier 2021, le GDR GPL est co-dirigé par **Mireille Blay-Fornarino**, professeure au laboratoire i3S, et Catherine Dubois, professeure au laboratoire SAMOVAR, ENSIIE.

Pour maîtriser et automatiser les développements logiciels fiables, les chercheurs en sciences du logiciel proposent et étudient les concepts, les langages, les méthodes et les outils de conception, vérification et validation de logiciels essentiels. Le GDR anime la communauté au travers d'activités scientifiques, dont des ateliers interdisciplinaires, des rencontres entre académiques et industriels, des écoles pour jeunes chercheuses et chercheurs, et des journées nationales. Le GDR délivre chaque année un prix à la meilleure thèse en sciences du logiciel. Des actions de mobilité visent également à favoriser les échanges entre nos équipes.

Avec l'aide de son comité scientifique et des responsables de groupes, le GDR est également un outil d'échanges et de construction pour répondre aux nouveaux enjeux des sciences du logiciel et notamment un interlocuteur pour répondre et susciter de grands projets nationaux et disséminer nos recherches pour alerter sur l'extrême urgence d'une conscience éco-responsable et éthique des logiciels. Les 13 groupes de travail du GDR GPL ont été créés sur la base d'un ensemble de défis de recherche identifiés par la communauté. Ces groupes interagissent régulièrement, en particulier lors des journées du GDR qui regroupent chaque année près de 100 personnes.

*Explorer les sciences du logiciel au sein de ce GDR,
c'est partager nos recherches avec une communauté dynamique
et reconnue au sein de CNRS Sciences informatiques.*

Plateformes

Pour mener à bien les travaux en robotique du laboratoire, i3S dispose d'un atelier et d'une salle équipée d'un système de positionnement " motion capture " de marque OptiTrack. L'atelier est composé de nombreux équipements : imprimante 3D, établi pour les réalisations électroniques, fer à souder double, oscilloscope, alimentation de laboratoire, etc. Avec l'aide de programmes nationaux (Robotex de l'ANR Equipex, ANR, CNRS, FUI, DGA), et européens (MEMEX), nous disposons d'un ensemble de quadrotors, avions et convertibles, de deux sous-marins (un entièrement actionné et un sous-actionné, tous deux construits au laboratoire) et des principaux capteurs nécessaires à la navigation autonome (télémétrie laser, systèmes de vision, IMU, Pixhawk, DVL, etc.).

Le système de positionnement OptiTrack, comportant 8 caméras, permet de connaître en temps réel la position et l'orientation des plateformes évoluant dans la salle à une fréquence élevée (jusqu'à 250Hz) avec une précision millimétrique. Ce système nous permet entre autres de faire voler des drones en intérieur.

Le laboratoire dispose également d'un terrain (150m x 50m) sur lequel est installée une piscine hors-sol (5m x 5m x 1.6m). Cette dernière offre un environnement adéquat pour tester les performances des véhicules sous-marins autonomes expérimentaux utilisés pour développer nos algorithmes de perception et de contrôle.

Les équipements robotiques du laboratoire sont sous l'administration d'**André Anglade**, ingénieur de recherche CNRS, recruté à i3S en 2017. Il est également pilote d'aéromodélisme pleinement qualifié, ce qui est crucial pour la réussite des travaux expérimentaux au sein des activités de recherche dirigées par **Tarek Hamel** et **Andrew Comport**.

Enseignement



Les membres du laboratoire sont impliqués dans différentes filières d'enseignement d'**Université Côte d'Azur** (UniCA) dans de nombreuses disciplines, dont l'informatique et l'électronique. Ces filières offrent une grande diversité de formations de différents niveaux : BUT, licence, ingénieur, master et doctorat. Les composantes d'UniCA qui proposent ces formations sont :

- l'**Institut universitaire de technologie** (IUT), qui délivre un BUT dans différentes spécialités du secteur secondaire (informatique, R&T, QLIO, GEII, TC, GEA) ;
- l'**École universitaire de recherche Systèmes numériques pour l'humain** (EUR DS4H), qui délivre des licences, masters et doctorats dans les domaines du numérique ;
- les Départements Électronique, Informatique, Mathématiques appliquées et modélisation, et Génie biologique de **Polytech Nice Sophia**, qui proposent des formations d'ingénieurs en 3 ans ;
- l'**École doctorale sciences et technologies de l'information et de la communication** (ED STIC), qui propose une formation doctorale.

Les membres du laboratoire interviennent aussi dans des formations dispensées en anglais (dont Ubinet) qui font l'objet de partenariats de double diplôme avec plusieurs universités à l'international, ainsi qu'au sein du Master Data Science & Artificial Intelligence associé à l'**Institut 3IA Côte d'Azur**.

Enfin, dans un contexte de formation à la recherche et par la recherche auquel le laboratoire est attaché, il accueille de nombreux étudiants de tous niveaux dans le cadre de stages, de projets de fin d'études et de tutorats.

Culture scientifique : implication dans Terra numerica



Terra Numerica est un projet fédérateur du CNRS, d'Inria et d'Université Côte d'Azur pour la diffusion de la culture scientifique.

La mission de Terra Numerica : susciter des vocations scientifiques chez les filles comme chez les garçons et permettre aux citoyens de demain de devenir des acteurs éclairés du numérique.

Ouvert aux groupes scolaires toute l'année et au grand public les premiers samedis du mois, cet espace de découverte et d'expérimentation propose des ateliers d'informatique branchée et débranchée pour vivre le numérique autrement et de préférence en s'amusant ! 10 000 jeunes sont initiés aux sciences du numérique chaque année grâce à Terra Numerica.

Si vous ne pouvez pas venir à Terra Numerica, c'est Terra Numerica qui vient jusqu'à vous. Terra Numerica travaille en étroite collaboration avec le ministère de l'Éducation Nationale pour former les enseignants, recevoir les groupes scolaires et intervenir dans les établissements du littoral et du haut-pays tout au long de l'année. Conçus par les grands acteurs du numérique sur le territoire – chercheurs, enseignants, pédagogues et médiateurs – les ateliers Terra Numerica invitent à explorer le numérique sous toutes ses coutures, de ses fondements à ses enjeux en passant par ses impacts au quotidien. Grâce à son vaste réseau d'espaces partenaires, ses ateliers sont également accessibles dans les médiathèques, centres aérés et sur les salons consacrés à la science et à l'éducation.

i3S est fortement impliqué dans l'équipe de coordination : **Frédéric Havet**, **Joanna Moulhierac** et **Marie Pelleau**. Frédéric Havet est également co-responsable de Terra Numerica. De nombreux membres du laboratoire participent aux actions de Terra Numerica, notamment **Frédéric Giroire**, **Arnaud Malapert** et **Nicolas Nisse**.

i3S vu par l'Hcéres

Du 10 au 12 janvier 2023, i3S a accueilli la visite du comité de l'Hcéres (Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur) qui a évalué les activités du laboratoire dans la période 2016-2021. Dans son rapport d'évaluation, le comité a donné un avis global très positif.

L'I3S est une grande unité de recherche tant en taille qu'en renommée. Son activité est reconnue aux niveaux national et international pour ses travaux scientifiques dans les thématiques "cœur de métier" des sciences du numérique en informatique, signaux-images et systèmes. Elle joue aussi un rôle moteur dans la dynamique universitaire niçoise par le biais de nombreux partenariats de site (Idex Jedi, EUR DS4H, Institut 3IA, NeuroMod, Quantazur, etc.).

_____ Rapport d'évaluation Hcéres, p. 6.







Comité éditorial

Commission web-communication d'i3S -
Pierre Alfarroba, Patrick Balestra, Nathalie Butel, Luc Hogie, Philippe Renevier,
Gaëtan Rey et Vicente Zarzoso

Design

Direction Communication et Marque, pôle infographie d'Université Côte d'Azur -
Shani Aubert et Émilie Deplantay

Impression

Centre de Production Numérique Universitaire (CPNU)

Crédits photos

Adobe Stock • André Anglade (i3S) *pp.2-3* • CNRS Sciences Informatiques *p.3* •
John Pusceddu (CNRS DR20) *p.37* • Frédérique Plas (CNRS Images) *p.38*



<https://www.i3s.univ-cotedazur.fr/>

contact@i3s.univ-cotedazur.fr

+33 4 89 15 43 00