



# **2019** UNE ANNÉE AVEC LE CNRS

à l'Institut des sciences  
de l'information et de  
leurs interactions



# 2019

## UNE ANNÉE AVEC LE CNRS

à l'Institut des sciences  
de l'information et de  
leurs interactions (INS2I)

est un complément au rapport d'activité **2019, une année avec le CNRS**

**CNRS** Institut des sciences de l'information et de leurs interactions  
3, rue Michel-Ange  
75016 Paris

**www.ins2i.cnrs.fr**  
**@INS2I\_CNRS**

Direction de la publication  
Direction de la rédaction  
Réalisation

**Antoine Petit**  
Ali Charara  
Laure Thiébault et Célia Esnault

# SOMMAIRE

## 4

2019 **EN CHIFFRES**

## 5

**ÉDITO** DU DIRECTEUR D'INSTITUT

## 6-11

**LA SCIENCE** À L'INS2I

---

## 12-15

**L'INNOVATION** À L'INS2I

---

## 16-21

**LES DISTINCTIONS** À L'INS2I

---

## 22-23

LISTE DES **LABOS**

# 2019 EN CHIFFRES

## PERSONNELS



**4 500** chercheurs et enseignants-chercheurs dont 600 CNRS

**950** ingénieurs et techniciens dont 440 CNRS

**4 700** non-permanents dont 3 500 doctorants

## INFRASTRUCTURES



**44** unités propres ou mixtes de recherche

**2** unités mixtes de service

**14** groupements de recherche (GdR)

## INTERNATIONAL



**6** International Research Laboratory (IRL)

**8** International Research Project (IRP)

**4** International Research Network (IRN)

**86** lauréats du Conseil européen de la recherche (ERC) (de 2007 à 2020)



**Ali Charara,**  
Directeur de l'Institut  
des sciences de  
l'information et de leurs  
interactions (INS2I)

© Cyril FRESILLON/CNRS Photothèque

## ÉDITO

Le CNRS, acteur majeur de la recherche au niveau national et international, place la science au cœur de sa stratégie en s'appuyant sur ses unités de recherche, majoritairement communes avec des partenaires académiques, où œuvrent scientifiques et personnels d'appui à la recherche (techniques et administratifs), afin de relever les grands défis sociétaux et de « bâtir de nouveaux mondes ». La rédaction d'une rétrospective de 2019 en pleine crise du Covid-19 en 2020, donne encore plus d'échos à la place qu'occupe la science, et particulièrement au CNRS, dans l'engagement pour un meilleur éclairage public sur les grands enjeux scientifiques, techniques et industriels de notre époque. L'Institut des sciences de l'information et de leurs interactions du CNRS (INS2I) participe activement à cette mission donnée à la recherche publique française.

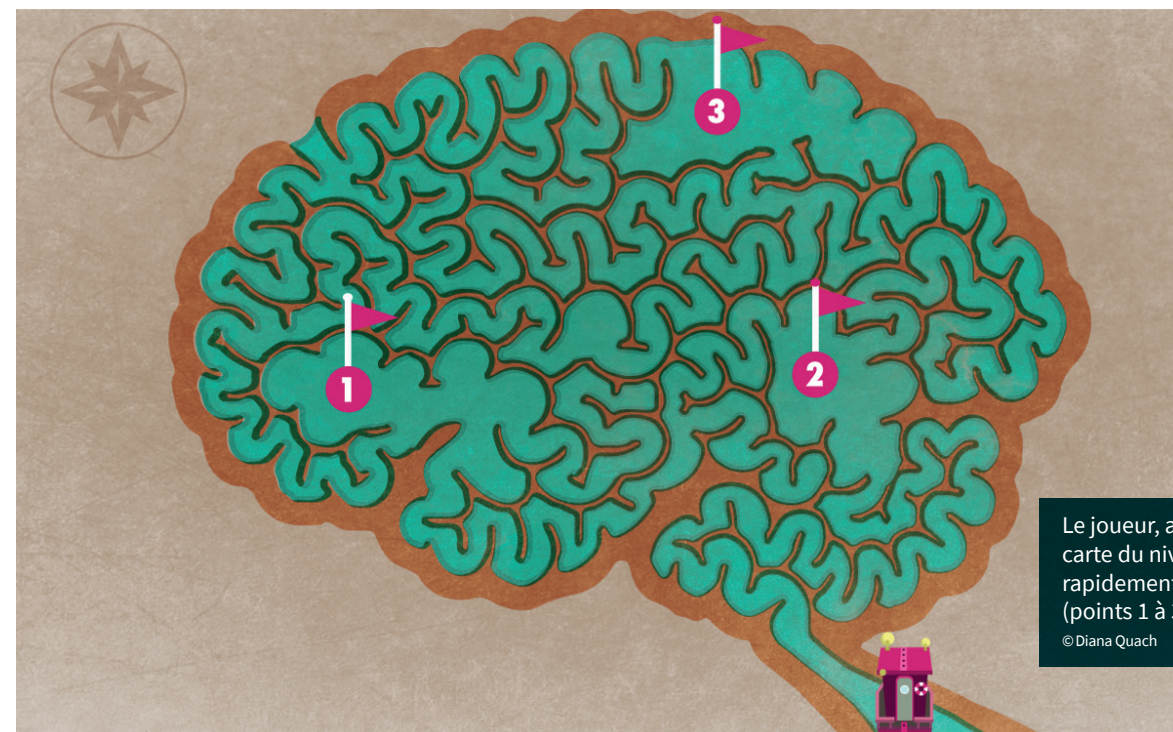
2019 fut marquée par les 80 ans du CNRS et les 10 ans de l'INS2I. 2019 a été également rythmée par la préparation du contrat d'objectifs et de performance (COP 2019-2023) du CNRS, signé avec l'Etat en janvier 2020. Le Numérique est l'une des six grandes orientations thématiques de ce COP, et l'INS2I sera impliqué dans chacun des six défis sociétaux du COP (Changement climatique; Inégalités éducatives; Intelligence artificielle; Santé et environnement; Territoires du futur; Transition énergétique).

L'essor des sciences de l'information, dans une société en pleine mutation numérique, nous montre à quel point les travaux de recherches issus des laboratoires rattachés à l'INS2I sont essentiels pour mieux appréhender le monde de demain. C'est pourquoi le CNRS, à travers l'INS2I, s'attache à valoriser, d'une part, les recherches qui ont marqué 2019, menées conjointement avec ses partenaires, qu'ils soient académiques (organismes, universités et écoles) ou industriels, et d'autre part, à valoriser les distinctions individuelles des femmes et des hommes qui contribuent au rayonnement du collectif.

“ **DANS UNE SOCIÉTÉ EN PLEINE MUTATION NUMÉRIQUE, NOS TRAVAUX DE RECHERCHE SONT ESSENTIELS POUR MIEUX APPRÉHENDER LE MONDE DE DEMAIN.** ”



# LA SCIENCE À L'INS2I



Le joueur, après avoir mémorisé la carte du niveau, doit naviguer le plus rapidement possible vers les bouées (points 1 à 3).

© Diana Quach

## UN JEU VIDÉO POUR DÉTECTER ALZHEIMER

Sea Hero Quest est un jeu vidéo créé par des neuroscientifiques, qui, dans sa version classique ou en réalité virtuelle, offre plusieurs défis de navigation et d'orientation à un capitaine de navire. Mais dans cet univers fictif, les performances du joueur ne servent pas qu'à progresser à travers les niveaux, elles sont soigneusement enregistrées et envoyées, avec son accord, à une équipe de chercheurs en neurosciences spécialisés dans le dépistage de la maladie d'Alzheimer. Plus de 4 millions de personnes ont participé, une première pour une étude de ce type. Les scientifiques ont ainsi pu comparer les résultats à Sea Hero Quest aux symptômes précoces de la maladie d'Alzheimer. Leur conclusion : les personnes aux mauvais résultats, par rapport à la moyenne des individus de même âge, sexe et origine, présentent davantage de prédispositions à la maladie d'Alzheimer, même quand les tests classiques ne décèlent rien. Si le jeu n'a pas vocation à servir d'outil de dépistage, sa base de données pourra en revanche offrir un référentiel aux médecins lors de leurs diagnostics.

LS2N (Nantes)

## International

**Création de l'unité mixte FILOFOCS, première unité en Israël, qui se consacre aux fondements de l'informatique afin d'en comprendre la puissance et les limites.**

FILOFOCS (Israël)



Dans le film « Ready player one », le héros se réfugie dans l'Oasis, un univers virtuel où se retrouvent la plupart de ses contemporains.

\* Warner Bros / Village Roadshow Films North America / RatPac Dune Entertainment / Collection Christophe L.

## S'incarner dans un corps virtuel

Il est désormais (presque) possible de s'incarner de manière réaliste dans un corps virtuel. Mais si l'incarnation virtuelle devait s'avérer efficace pour modifier les comportements durablement, elle devra être encadrée de façon éthique, avant qu'un très grand nombre de personnes y aient accès en dehors de tout cadre. L'incarnation virtuelle soulève également des problématiques techniques, notamment en matière de rendu graphique en temps réel des déformations du corps, des expressions du visage ou encore de la modélisation du comportement humain.

IRISA (Rennes) et LaBRI (Bordeaux)

## Des chercheurs à l'assaut du vote utile

Michel Balinski, auquel le CNRS a rendu hommage les 3 et 4 décembre 2019, s'est illustré pour ses travaux sur les systèmes de vote alternatifs, notamment la proposition du « jugement majoritaire » où les électeurs peuvent évaluer chaque candidat, en lui attribuant une mention comme au baccalauréat. Le jugement majoritaire évite le dilemme du vote utile : un électeur peut donner une mention positive à plusieurs candidats. Ce système permet de remédier à l'abstention en donnant un sens au vote blanc et ce même avec deux candidats comme au second tour de l'élection présidentielle.

LAMSADE (Paris)

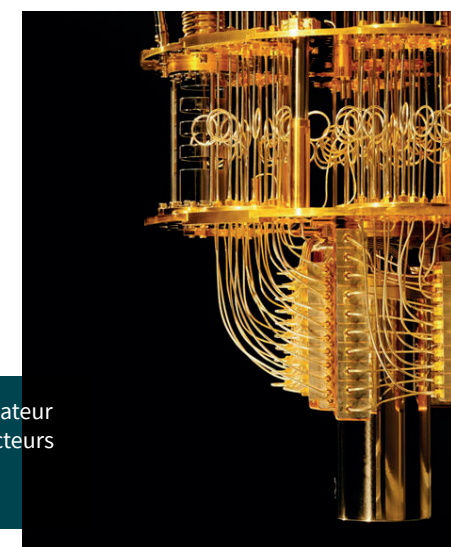
Réfrigérateur à dilution de l'ordinateur quantique à circuits supraconducteurs construit par IBM.

© G. Carlow / IBM Research

## Harcèlement en ligne

**Pour combattre ce fléau qui touche principalement les mineurs, des outils d'intelligence artificielle se révèlent des alliés efficaces.**

I3S (Nice)



## ORDINATEUR : LES PROMESSES DE L'AUBE QUANTIQUE

D'ici à quelques années, des machines d'un nouveau genre, offrant des capacités de calcul phénoménales, feront leur apparition : les ordinateurs quantiques. Grâce à deux phénomènes, la superposition et l'intrication, un ordinateur quantique peut en théorie avoir accès à la totalité des résultats possibles d'un calcul en une seule étape, là où un ordinateur classique doit traiter l'information de façon séquentielle. C'est ce parallélisme massif qui est au cœur de la puissance de l'ordinateur quantique. Mais pour qu'un ordinateur quantique fonctionne, il faudra résoudre deux problématiques majeures : que ses qubits conservent leurs propriétés quantiques le temps du calcul et que les erreurs de calcul liées à la décohérence puissent être corrigées. La tendance actuelle à court terme est d'identifier quels problèmes, avec quels algorithmes, pourraient être résolus par des machines intermédiaires, contenant moins de qubits et privées de système de correction des erreurs.

IRIF (Paris), LIP6 (Paris) et Loria (Nancy)



Ces microtravailleurs de l'ombre

La toute première étude sur le microtravail en France dévoile que 260 000 « travailleurs du clic » effectueraient ces petites tâches rémunérées de quelques centimes à quelques euros. Les chercheurs alertent sur le fait que derrière l'intelligence artificielle, il y a certes des ingénieurs et des informaticiens, mais également une armée de microtravailleurs qui n'est pas près de disparaître. Dans ce contexte, la société doit se demander quelle place sociale elle veut réserver au microtravail et comment mieux l'encadrer.

LRI (Saclay)

Comment le cerveau évolue-t-il au cours de la maladie d'Alzheimer ?

Quelles sont les modifications cérébrales associées à la maladie d'Alzheimer ? En quoi diffèrent-elles de celles observées au cours du vieillissement ? Pour répondre à ces questions, des chercheurs ont analysé plus de 4 000 IRM de sujets sains et malades grâce à la plateforme « volBrain ». Leurs modélisations montrent une atrophie précoce, vers 40 ans, de l'amygdale et de l'hippocampe en cas d'Alzheimer.

LaBRI (Bordeaux)

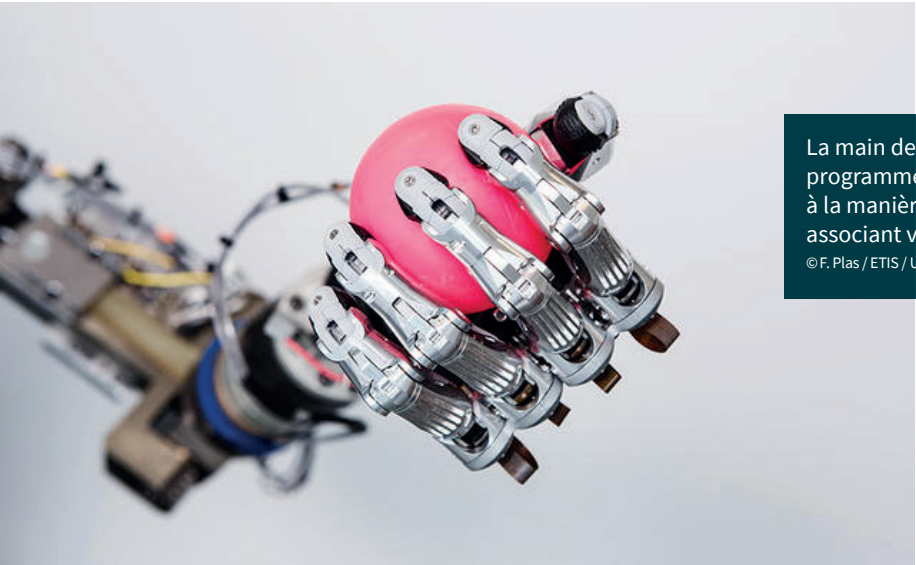


Le supercalculateur Jean Zay, nommé ainsi en l'honneur du ministre de l'Éducation nationale qui fut l'artisan, avec Jean Perrin, de la création du CNRS  
© C. Fréssillon / IDRIS / CNRS Photothèque

SUPERCALCULATEURS : LES ENJEUX D'UNE COURSE PLANÉTAIRE

La recherche française vient de se doter d'un nouveau supercalculateur baptisé Jean Zay, un des plus puissants d'Europe, avec une puissance fin 2019 de 17 pétaflops, c'est-à-dire 17 millions de milliards d'opérations par seconde. Au-delà du calcul haute performance (HPC), c'est-à-dire des simulations pour les sciences du climat, les problèmes d'ingénierie au sens large, etc., cette machine dite « convergée » inclut également une partie dédiée à l'intelligence artificielle. Elle répond ainsi à un besoin de la communauté d'avoir un superordinateur pour concevoir de nouveaux algorithmes. L'IA, le HPC et l'ordinateur quantique sont stratégiques pour les États qui investissent massivement dans les supercalculateurs qui deviennent convergés, avec une concurrence très forte notamment avec la Chine et les États-Unis. Avec ce supercalculateur, la France se positionne dans une « guerre stratégique » pour continuer à faire progresser la recherche en médecine de précision, en sciences humaines et sociales, en cybersécurité, en sciences de l'Univers ou encore en sciences du climat.

IDRIS (Saclay)



La main de Tino, qui est programmée pour apprendre à la manière d'un enfant, en associant vision et mouvement.  
© F. Plas / ETIS / UCP / ENSEA / CNRS Photothèque

Robots, ces machines incomprises

Qu'est-ce qu'un robot ? De quoi est-il capable aujourd'hui ? Et demain saura-t-il prendre des décisions en totale autonomie ? La nouvelle exposition permanente « Robots » à la Cité des sciences et de l'industrie, dont le CNRS est partenaire, a pour objectif de mieux armer nos contemporains face aux transformations de la société induites par ces nouvelles technologies.

LAAS-CNRS (Toulouse)

Une nouvelle méthode pour déterminer la périodicité des logs

De nombreux systèmes informatiques (téléphones portables, voitures autonomes...) produisent des /logs/ ou /journaux/, c'est-à-dire des fichiers associant un événement à un instant précis. Être capable de déterminer quand une propriété d'intérêt est vérifiée ou violée peut se révéler être un défi. Une collaboration franco-japonaise a permis de mettre en place une nouvelle méthode qui détecte automatiquement s'il y a des éléments de périodicité dans les logs, sans avoir à en donner les spécificités recherchées.

JFLI (Japon) et LIPN (Villetaneuse)

Dans les années 1970, l'algorithme des mathématiciens allemands Strassen (à gauche) et Schönhage (à droite) a réduit le temps de multiplication de deux nombres d'un milliard de chiffres chacun à une trentaine de secondes contre plus de 30 ans auparavant !  
© Author Konrad Jacobs / Source Archives of the Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach



LA MULTIPLICATION RÉINVENTÉE

Deux chercheurs sont parvenus à développer une méthode permettant de multiplier plus rapidement les nombres entiers. Classiquement, pour un nombre à n chiffres, cela nécessite n x n, ou n² multiplications. Ainsi, plus les nombres multipliés sont grands, plus le nombre d'opérations nécessaires est important. Pour deux nombres d'un milliard de chiffres chacun, il faut un milliard fois un milliard de multiplications, soit un milliard de milliards (ou 10¹⁸) d'étapes. Donc si on suppose qu'il faut une seconde pour faire un milliard d'opérations, comme c'est le cas pour un ordinateur moyen actuel, cela requiert au final un milliard de secondes, soit... près de 32 années ! Schönhage et Strassen avaient déjà réduit le temps de calcul et prédit l'existence d'un algorithme plus rapide, qui permettrait de multiplier les nombres à n chiffres en seulement n x (log(n)) opérations. L'article des deux chercheurs donne le premier exemple connu d'algorithme permettant cela. Problème : pour l'instant la nouvelle méthode n'est valable que pour de très grands nombres, avec plus de 20 milliards de milliards de milliards de chiffres.

LIX (Saclay)

Médicaments

Un algorithme d'IA permet, à partir de données médicales, de prédire le besoin de prescrire une dose réduite de médicament chez un patient plutôt qu'une dose standard.

Loria (Nancy)



# Lidar

Des chercheurs ont conçu un nouvel algorithme qui obtient un nuage de points en 20 millisecondes avec un lidar simple photon, permettant ainsi un usage en temps réel, par exemple pour les voitures autonomes.

IRIT (Toulouse)

# Moscou

Moins d'un mois avant que Moscou ne s'essaie au vote en ligne lors de l'élection du nouveau parlement de la ville, un cryptographe français a mis en évidence une faille de sécurité dans le protocole, permettant ainsi sa correction.

Loria (Nancy)

# Contrôle

La conférence IEEE Conference on Decision and Control, dont les origines remontent aux années soixante, a eu lieu pour la première fois de son histoire en France, du 11 au 13 décembre 2019 à Nice.

GdR MACS

## Pourquoi les assistants virtuels ont besoin d'un corps

La voix ne suffira plus pour les assistants virtuels du futur. Des scientifiques travaillent à la création d'êtres virtuels possédant un corps et un visage pour mieux faire passer leur message, capables de décrypter notre humeur et de nouer des relations pour mieux répondre à nos besoins. Pour cela, des équipes cherchent à comprendre le comportement humain dans la communication et dérivent de ces travaux les algorithmes qui seront ensuite implantés dans des êtres virtuels. Le sujet soulève évidemment des questions éthiques sur l'attachement et le stockage des données personnelles.

ISIR (Paris)

## UN FORUM MONDIAL POUR UNE IA RESPONSABLE

Clarifier les enjeux scientifiques et sociaux associés au rapide développement de l'intelligence artificielle, tel était le but du Global Forum on AI for Humanity (GFAIH) qui s'est tenu à Paris du 28 au 30 octobre 2019. La volonté d'organiser cette conférence avait été annoncée par le président de la République, Emmanuel Macron, un an auparavant, en particulier dans le but d'éclairer les travaux d'une future organisation de coopération internationale sur l'IA. La tenue de ce forum à Paris traduit un positionnement de la France sur ces technologies, aussi bien en termes de recherche scientifique et de développement économique qu'en matière d'engagement pour une IA responsable. Le GFAIH a réuni près de 450 participants issus de 24 pays. Tout au long des trois jours du forum, près de 150 orateurs ont apporté leur éclairage sur les défis scientifiques de l'IA en lien avec les grands enjeux humains et sociaux, dans le but de dégager un consensus autour d'un développement responsable de l'IA.

LAAS-CNRS (Toulouse)

## Comment calculer le prix du calcul

Le marché des supercalculateurs est très particulier. Par exemple, un calculateur ne peut pas être essayé avant achat : les développements technologiques sont si rapides que le client recherche la machine la plus performante possible... qui souvent n'existe pas encore au moment où il la commande. Autre poste de dépense important, un supercalculateur est un gouffre en terme de consommation énergétique. Heureusement une économie substantielle proviendra d'une climatisation différente sur la machine Jean Zay, permettant de refroidir ses circuits à « l'eau chaude » à 32 °C au lieu de 12 °C.

IDRIS (Saclay)



La parole serait apparue beaucoup plus tôt qu'imaginée

© BrAt82 / Stock.Adobe.com

## DEPUIS QUAND PARLONS-NOUS ?

Très en vogue depuis cinquante ans, la théorie de la descente du larynx posait la condition de l'émergence de la parole chez l'homme moderne, datée à près de 200 000 ans : pour être capable d'articuler les voyelles « a » « i » et « ou », prédominantes dans toutes les langues du monde, il faudrait posséder un larynx en position basse, contrairement à nos lointains cousins singes qui possèdent un larynx haut. Une équipe pluridisciplinaire de chercheurs repousse de 200 000 à plus de 20 millions d'années la possibilité d'émergence de la parole en démontrant que ce qui importe est non pas la position du larynx, mais la façon dont nous le modifions grâce aux mouvements des lèvres, de la mâchoire ou de la langue. Ils ont ainsi montré que les bébés ont la capacité anatomique de produire des voyelles bien avant 9 mois, et qu'ils ne le font pas plus tôt pour une question de maturation du cerveau, et non à cause d'une impossibilité mécanique. Les scientifiques ont également constaté que des babouins pouvaient produire jusqu'à 6-7 sons différenciés, sortes de proto-voyelles.

GIPSA-Lab (Grenoble)

# 3IA

Le CNRS est partenaire des quatre projets labellisés Instituts interdisciplinaires d'intelligence artificielle, rendus publics le 24 avril 2019 par les ministres Frédérique Vidal et Cédric O : ANITI (Toulouse), MIAI Grenoble Alpes (Grenoble), PRAIRIE (Paris) et 3IA Côte d'Azur (Nice).

IRIT (Toulouse), LIG (Grenoble), DI ENS (Paris) et I3S (Nice)

# L'INNOVATION À L'INS2I

## Cancer

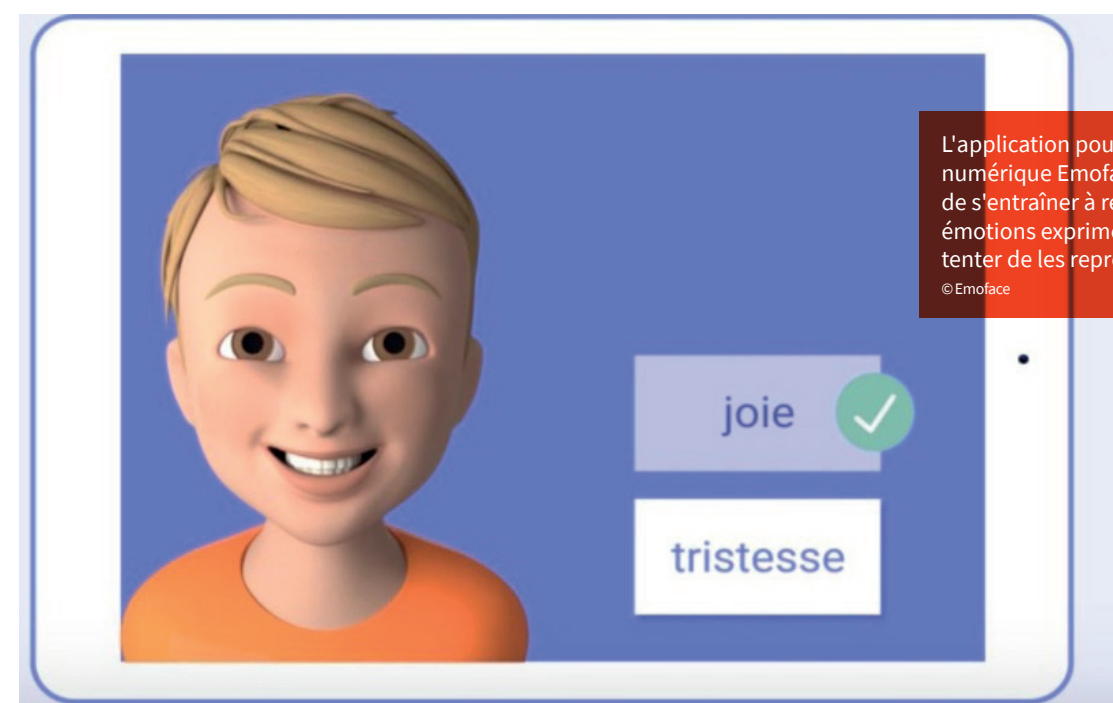
**Un logiciel de traitement d'images identifie les cellules cancéreuses en 30 secondes, au lieu de plusieurs minutes pour un traitement manuel. Le logiciel, valorisé par la start-up Datexim, est en expérimentation à l'hôpital de Cherbourg.**

GREYC (Caen)

### **Kayros, des solutions innovantes pour le suivi des ressources énergétiques**

La start-up Kayros est lauréate de l'EIC (European Innovation Council) Accelerator qui soutient la création d'entreprises. Kayros travaille avec des données brutes en imagerie spatiale, sur leur interprétabilité et le traitement des données. Leur premier produit permet de mesurer en temps réel les stocks de pétrole dans le monde, à partir d'images radar. L'idée est d'étendre le projet en direction d'autres industries pour le suivi de la pollution, des forêts, la surveillance des infrastructures publiques, etc.

DI ENS (Paris)



L'application pour tablette numérique Emoface permet de s'entraîner à reconnaître les émotions exprimées, avant de tenter de les reproduire.  
© Emoface

### **Apprendre à décoder et exprimer des émotions complexes**

Des enfants autistes pourront apprendre à décoder et exprimer un grand nombre d'émotions complexes (tendresse, ironie, gêne, séduction, etc.) grâce à l'application Emoface développée au GIPSA-Lab. Emoface est un logiciel ludique qui exploite des animations émotionnelles produites par un avatar numérique (ton de la voix, regard, expressions du visage...). Son utilisateur peut ainsi apprendre à reconnaître et à reproduire l'une des 412 émotions complexes recensées en contrôlant l'avatar.

GIPSA-Lab (Grenoble)

### **Introduire les drones dans les parcs de loisirs**

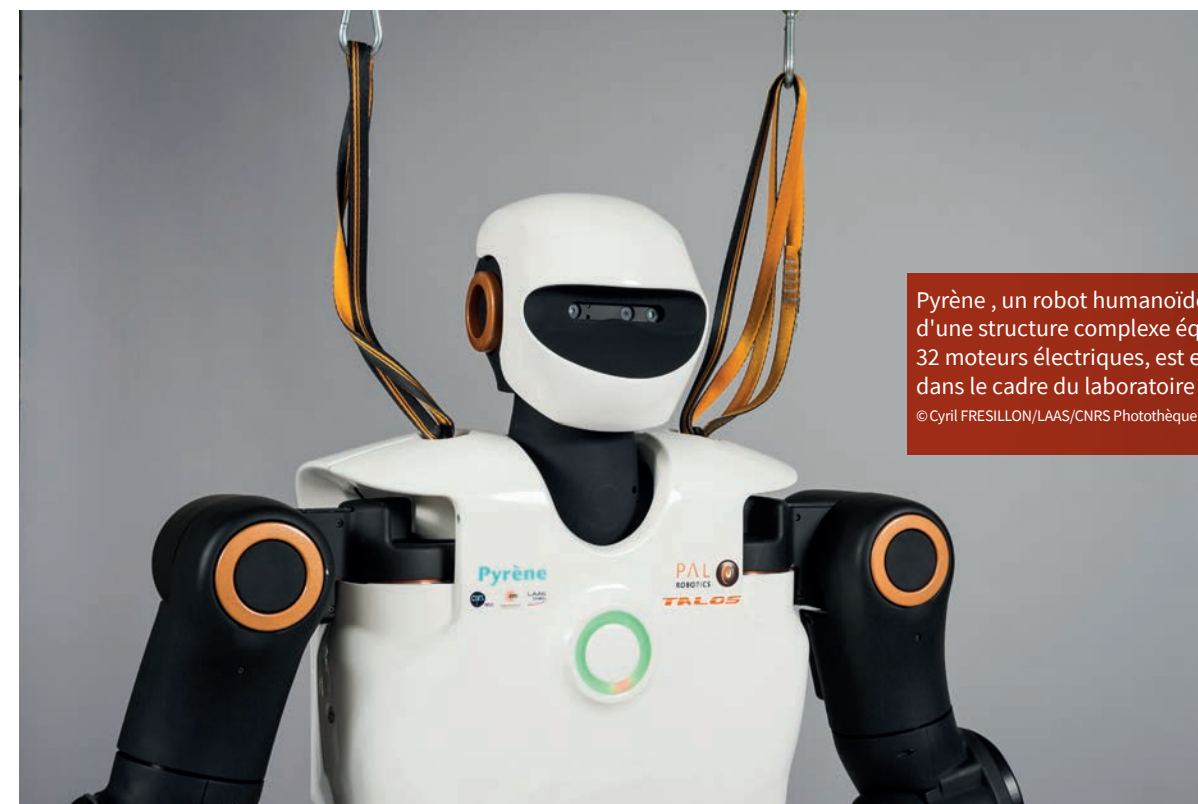
La start-up Drone Interactive crée un nouveau type d'attraction interactive multijoueurs mêlant pilotage de drones et univers de jeux vidéo dans une réalité mixte. Elle a installé sa première attraction, accessible à tous les non-spécialistes (y compris les enfants à partir de six ans) dans un parc de loisirs à Lyon. Les scientifiques ont apporté au projet leurs technologies d'assistance au pilotage, notamment des algorithmes anti-collision ou permettant des interactions entre les drones.

GIPSA-Lab (Grenoble)

## Chirurgie

Des chercheurs développent avec la société SpineGuard un système de guidage automatisé de robot chirurgical pour le placement d'implants osseux. Breveté, il a été mis en œuvre dans des premières expérimentations précliniques.

ISIR (Paris)



Pyrène, un robot humanoïde doté d'une structure complexe équipée de 32 moteurs électriques, est employé dans le cadre du laboratoire commun.  
© Cyril FRESILLON/LAAS/CNRS Photothèque

## ROB4FAM POUR DES ROBOTS ADAPTÉS À LA PRODUCTION AÉRONAUTIQUE

Le LAAS-CNRS crée avec Airbus un laboratoire commun pour faciliter l'introduction de robots dans les ateliers de production des avions. Le laboratoire commun Rob4Fam (Robots for the future of aircraft manufacturing) va donc développer des technologies innovantes qui permettront de mettre en œuvre des robots de manière efficace et sécurisée. Doter les robots d'une capacité de réactivité est l'un des défis scientifiques posés au laboratoire commun afin qu'ils soient capables de détecter un changement dans leur environnement de travail et de prendre une décision en temps réel pour s'y adapter. Un robot « réactif » devra par exemple s'arrêter dès qu'il perçoit l'intervention d'un opérateur humain, puis reprendre sa tâche en tenant compte des modifications apportées. Un autre sujet de recherche pour Rob4Fam est d'élaborer des technologies à la fois modulaires et versatiles, qui pourront s'adapter à différentes générations de robots et seront réutilisables d'un programme d'avions à l'autre.

LAAS-CNRS (Toulouse)

## Réalité virtuelle

La start-up Arskan offre aux professionnels de visualiser et exploiter des environnements 3D complexes. Elle se focalise sur les domaines de la maintenance, du contrôle, de la sécurité et de la formation dans le secteur industriel.

LIRIS (Lyon)



## MUMPS TECHNOLOGIES, AU SERVICE DU CALCUL NUMÉRIQUE

Le logiciel Mumps (Multifrontal massively parallel sparse direct solver), développé depuis plus de 20 ans, est un solveur de systèmes d'équations linéaires, disponible en logiciel libre, exploité par de nombreux laboratoires et industriels à travers le monde pour effectuer des simulations numériques. Cet outil général s'adapte, grâce à son approche du parallélisme, à tout type d'architecture de calculateurs, et donc à de nombreux domaines (mécanique des structures, mécanique des fluides, électromagnétisme...). Mais avec des milliers d'utilisateurs à travers le monde, il est rapidement devenu difficile d'assurer le développement et le service « après-vente » du logiciel. La start-up Mumps Technologies a pour objectif de maintenir le logiciel à la pointe de la recherche, ainsi que d'assurer conseil et support à ses utilisateurs. La start-up a ainsi démarré son activité en ayant déjà pour clients des groupes industriels français et internationaux comme EDF, Michelin, Airbus, Total, ESI Group Safran, Altair, Siemens, Shell ou qui soutiennent le projet.

IRIT (Toulouse), LaBRI (Bordeaux) et LIP (Lyon)

## i-Lab

**Parmi les 35 projets liés à des laboratoires soutenus par le CNRS, trois sont issus de l'INS2I: Amiral Technologies, COSMIAN et ETISENSE.**

GIPSA-Lab (Grenoble), DI ENS (Paris) et TIMC-IMAG (Grenoble)



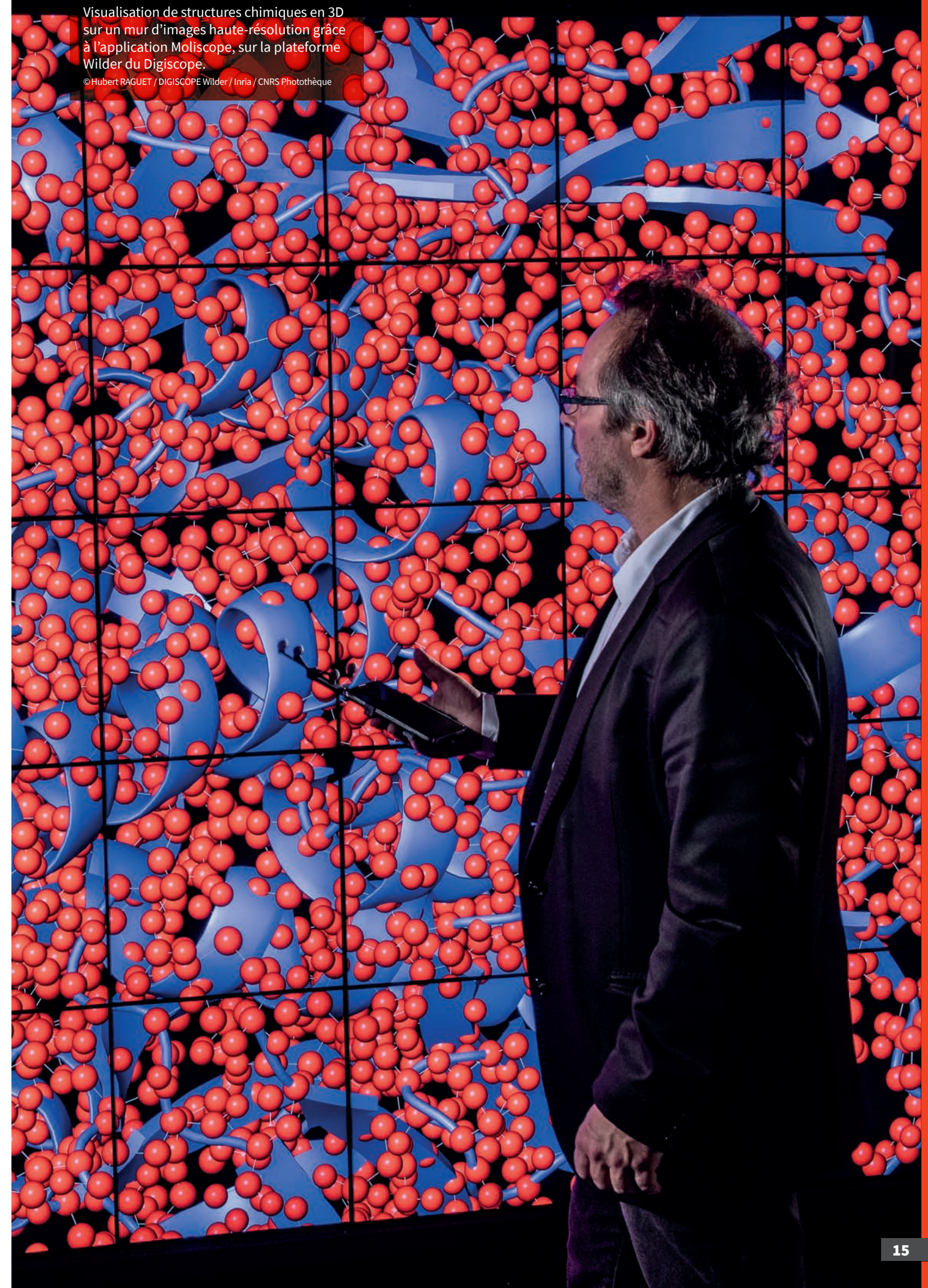
Les déambulateurs classiques ne sécurisent pas le lever et l'assise, qui sont les moments où se produisent le plus de chutes chez les personnes âgées.

Crédit photo : Rawpixel

## UN DÉAMBULATEUR ROBOTISÉ D'UTILISATION INTUITIVE

Le robot déambulateur Walk-E que commercialise la start-up Gema, fruit de dix ans de recherche à l'ISIR, aide la personne âgée à se relever et s'adapte automatiquement à ses mouvements pour faciliter et stabiliser sa marche. La principale innovation est sa commande intuitive, inspirée des principes de la robotique collaborative, qui travaille au contact de l'humain et doit anticiper ses mouvements et s'y adapter. En effet, Walk-E doit s'ajuster, non pas à des gestes experts, mais à des mouvements pathologiques, qui se dégradent au cours du temps. Walk-E est par conséquent un déambulateur motorisé, équipé de nombreux capteurs. Il est doté d'une forme d'« intelligence » grâce à des lois de commande fondées sur des modèles biomécaniques, eux-mêmes nourris des expérimentations cliniques menées avec les médecins, et qui rendent l'utilisation du déambulateur intuitive. En février 2019, Walk-E était en phase d'industrialisation après que la start-up ait finalisé une levée de fonds.

ISIR (Paris)



Visualisation de structures chimiques en 3D sur un mur d'images haute-résolution grâce à l'application Moliscope, sur la plateforme Wilder du Digiscope.

© Hubert RAGUET / DIGISCOPE Wilder / Inria / CNRS Photothèque



# LES DISTINCTIONS À L'INS2I

## Élisa Fromont : mieux comprendre les systèmes de décision des algorithmes

Élisa Fromont est professeure à l'Université de Rennes 1. Ses travaux de recherche à l'IRISA sur l'interprétabilité des résultats dans l'apprentissage automatique et la fouille de données lui ont valu d'être nommée membre junior de l'Institut universitaire de France en octobre 2019. Dans ses travaux réside un enjeu pour le développement de nouveaux algorithmes afin d'obtenir des modèles qui soient à la fois précis (en termes d'efficacité et de performance), « transparents », mais aussi capables de s'adapter à tous types et quantités de données.



Élisa Fromont  
© Frédéric Obé

## DÉBRUITER LE QUANTIQUE, L'ERC STARTING GRANT D'OMAR FAWZI

On entend de plus en plus parler d'informatique quantique, ces ordinateurs qui n'échangent plus nécessairement des bits qui portent des 0 et des 1, mais parfois les deux à la fois. Or, les systèmes quantiques sont extrêmement sensibles aux perturbations, appelées bruit. Alors que l'on attend l'ordinateur quantique pour accélérer les capacités de calcul, le voilà qui pourrait nous répondre qu' $1+1=3$ , dans un petit pourcentage de cas, quand le bruit est trop présent et entraîne des erreurs de calcul. Pour pallier ce problème, Omar Fawzi, maître de conférences à l'ENS Lyon et membre du LIP, a obtenu une ERC Starting Grant pour la poursuite de ses travaux sur les codes correcteurs d'erreurs. Ce domaine très étudié dans les ordinateurs classiques, pour compenser le bruit présent sur les canaux de communication, ne fonctionne pas actuellement pour les ordinateurs quantiques. Ainsi, l'enseignant-chercheur souhaite développer une approche algorithmique afin d'élargir cette méthode de débruitage au quantique. Enfin, après avoir œuvré à implémenter les bons codes correcteurs d'erreurs dans les systèmes quantiques, il s'intéressera également à les décoder !



Omar Fawzi  
© CNRS DR7 / Hélène Curvat

## Systèmes distribués et consensus : Bernadette Charron-Bost primée par l'Académie des sciences

Alors que les technologies se dématérialisent et s'organisent de plus en plus en réseaux, des solutions adaptées doivent être trouvées pour tolérer les pannes. Spécialisée dans les systèmes distribués et la question du consensus, Bernadette Charron-Bost, directrice de recherche CNRS au LIX, a reçu le prix Huy Duong Bui de l'Académie des sciences pour ses travaux sur les systèmes distribués et l'algorithmique du consensus. Ses recherches s'appliquent dans de nombreux domaines, comme la sûreté du contrôle aérien, les systèmes bancaires ou la technologie blockchain.



Bernadette Charron-Bost



Françoise Lamnabhi-Lagarrigue  
© Marie Guerre

## FRANÇOISE LAMNABHI-LAGARRIGUE REÇOIT LE PRIX IRÈNE JOLIOT-CURIE

L'automatique est la science des systèmes dynamiques et de leur contrôle. Cette discipline qui s'intéresse, de façon générale, à tous les systèmes en mouvement qui possèdent des entrées et des sorties, est la spécialité de Françoise Lamnabhi-Lagarrigue, directrice de recherche émérite CNRS au L2S. L'automatique fait appel à la fois aux mathématiques, au traitement du signal, à l'informatique et aux connaissances des divers domaines d'application. Sur le volet applicatif justement, Françoise Lamnabhi-Lagarrigue s'intéresse plus particulièrement à l'insertion, dans le réseau électrique général à courant alternatif, des énergies renouvelables, mais aussi au contrôle des neurones dans des maladies comme Parkinson. En 2019, la chercheuse s'est vu décerner le prix Irène Joliot-Curie de la femme scientifique de l'année par le ministère de l'Enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation. Aujourd'hui, et grâce à ce prix, un des objectifs de Françoise Lamnabhi-Lagarrigue est de rapprocher la recherche en automatique de la pratique des industriels.



Les énergies renouvelables, un des domaines d'application de l'automatique  
© Johan Bros par Pexels

## Lucile Sassatelli : développer la réalité virtuelle comme outil de sensibilisation et d'éducation

Lucile Sassatelli, maîtresse de conférences à l'Université Nice Sophia Antipolis, travaille sur les questions de streaming pour la réalité virtuelle au sein du laboratoire I3S. Elle vient d'être nommée pour cinq ans à l'Institut universitaire de France en tant que membre junior. La chercheuse se questionne sur comment diminuer le débit nécessaire pour le visionnage en streaming tout en conservant une qualité maximale de l'image pour l'utilisateur.



Lucile Sassatelli



Raphaëlle Crubillé

## Prix Gilles Kahn

Raphaëlle Crubillé obtient le prix de la Société informatique de France (SIF) pour ses travaux de thèse, soutenue en 2019 à l'IRIF.



## Bruno Escoffier : l'impact de données dynamiques dans la performance des algorithmes

Bruno Escoffier est professeur au sein de Sorbonne Université, membre du LIP6, il vient d'être nommé à l'Institut Universitaire de France comme membre junior. Il étudie plus spécialement les algorithmes, ces codes à l'interface entre l'informatique et les mathématiques qui décrivent, résolvent et facilitent de nombreuses tâches dans notre quotidien. Il s'intéresse à la prise en compte d'aspects liés à l'évolution temporelle des données dans la résolution de problèmes d'optimisation. Cette approche théorique a pour objectif de répondre à des applications variées (production d'énergie, musique, etc.).



Bruno Escoffier

## LA RÉPULSION COMME OUTIL DES DÉTECTIVES DE LA DONNÉE, L'ERC STARTING GRANT DE RÉMI BARDENET



Rémi Bardenet  
© Patrick Bas

Les statistiques sont présentes dans un grand nombre de domaines scientifiques, avec bien souvent la nécessité de calculer des intégrales. Mais si conceptuellement c'est aussi simple que calculer un volume, le calcul pratique s'avère beaucoup plus compliqué, avec potentiellement des millions d'hypothèses à tester les unes après les autres... Pour répondre à ces problématiques dans des délais raisonnables, Rémi Bardenet, chargé de recherche CNRS au CRISTAL, souhaite intégrer un nouvel outil, les processus stochastiques répulsifs. Issus de la physique statistique et des probabilités, ces outils font depuis peu leur entrée en intelligence artificielle. Ces processus permettent de mieux mailler les zones dont il faut déterminer le volume, et ainsi d'économiser un grand nombre d'heures de calcul. Concrètement, le chercheur est par exemple impliqué aux côtés de biologistes dans l'étude de cellules cardiaques pour la compréhension des réactions aux traitements de l'arythmie, qui nécessite de tester un grand nombre d'hypothèses.

## 80|Prime

Treize projets sélectionnés en 2019 sont co-portés par des chercheuses et chercheurs issus du champ disciplinaire de l'INS2I.

## 80|Prime

### Constantin Enea : coordonner les masses de données en ligne

Les données s'échangent sur d'immenses réseaux comme Internet. Pour coordonner ces informations en ligne, des logiciels prennent en charge des accès parallèles : ce sont les structures de données distribuées (DDSs). Le but de Constantin Enea, maître de conférences à l'Université Paris-Diderot et membre de l'IRIF, est de donner un socle théorique solide pour le développement et l'implémentation de ces DDSs, afin d'être certain que les informations soient cohérentes les unes par rapport aux autres. Il est nommé membre junior de l'Institut universitaire de France en 2019.



Constantin Enea

## Paolo Robuffo Giordano lauréat du Prix Michel Monpetit - Inria de l'Académie des sciences

L'Académie des sciences a remis le prix Michel Monpetit à Paolo Robuffo Giordano, directeur de recherche CNRS à l'IRISA, prix qui vient saluer l'ensemble de sa carrière. Il a créé la première équipe de recherche sur l'interaction homme-robot du laboratoire. En remettant ce prix, l'Académie des sciences souligne ainsi l'importance de ses travaux sur les systèmes complexes, en particulier de la commande passive, qui ont permis d'effectuer des avancées significatives dans des domaines variés de la robotique (robots mobiles, robots manipulateurs, robots aériens, téléopération).



Paolo Robuffo Giordano  
© Simon Cassanas / Académie des sciences

## Académie des sciences

En 2019, cinq scientifiques issus du champ disciplinaire de l'INS2I ont été élus à l'Académie des sciences : Mireille Bousquet-Mélou (LaBRI), Marie-Paule Cani (LIX), Olivier Gascuel (C3BI), Vincent Hayward (ISIR) et Claire Mathieu (IRIF).



Ninon Burgos

## Alzheimer

Ninon Burgos, chargée de recherche CNRS à l'ICM, a obtenu le prix Cor Baayen Award 2019 pour ses recherches appliquées à l'imagerie médicale.

## Alain Finkel : de l'informatique théorique aux sciences cognitives

Alain Finkel, professeur à l'ENS Paris-Saclay et membre du LSV, vient d'être nommé à l'Institut universitaire de France en tant que membre senior. Cette nomination lui permettra de poursuivre ses travaux sur la théorie des systèmes bien structurés (c'est-à-dire des systèmes à ensembles infinis d'états ayant deux conditions) afin de l'étendre au plus grand nombre de modèles possibles, mais aussi prendre du temps pour la rédaction d'ouvrages en analyse cognitive.



Alain Finkel

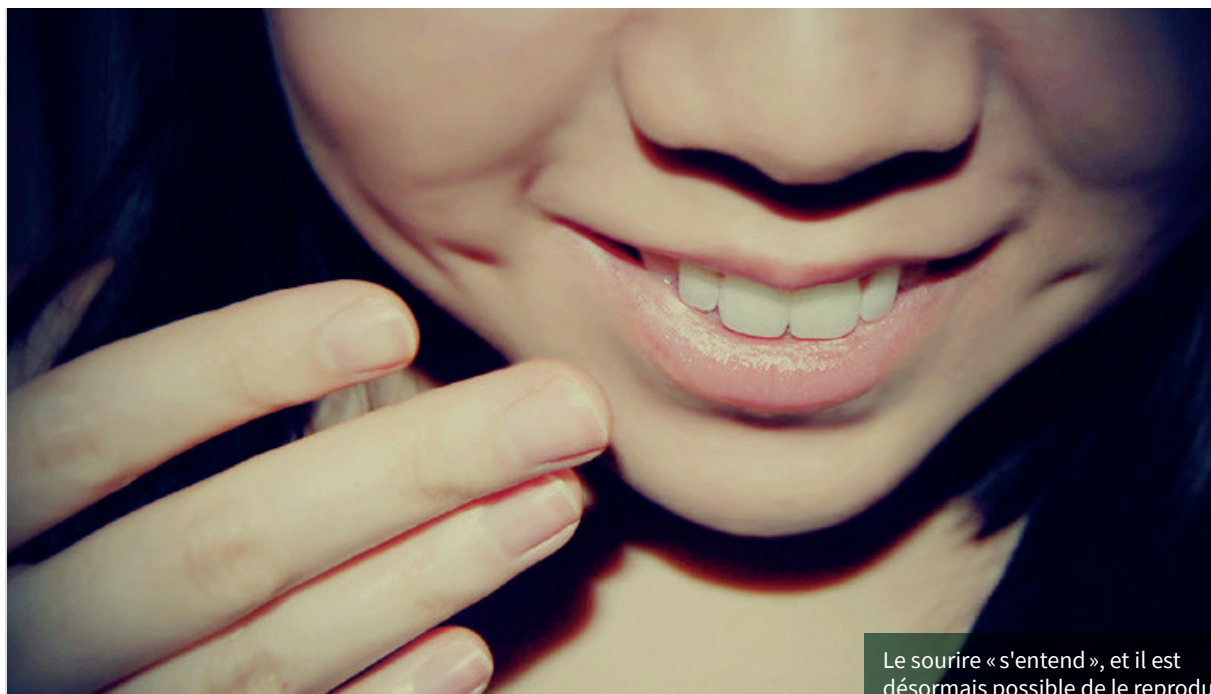


Francis Bach  
© Inria / G. Scagnelli

## Francis Bach lauréat du prix d'optimisation Jean-Jacques Moreau de l'Académie des sciences

Avec l'effervescence actuelle de la recherche en intelligence artificielle, les algorithmes ont besoin d'être toujours plus rapides et efficaces. Francis Bach, directeur de recherche Inria au DI ENS, travaille ainsi à leur optimisation pour et grâce au machine learning. L'obtention d'un prix en optimisation valide le fait que, si le machine learning a d'abord été un utilisateur d'algorithmes d'optimisation, il est aussi capable d'en fournir désormais. Avec ses contraintes spécifiques, il mérite des méthodes dédiées.



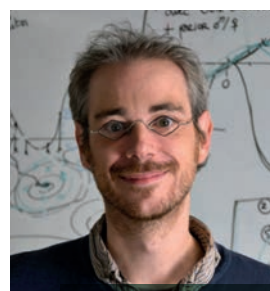


## UN ERC PROOF OF CONCEPT POUR JEAN-JULIEN AUCOUTURIER: L'ALGORITHME DU SOURIRE

Après une première bourse ERC Starting Grant, Jean-Julien Aucouturier, chargé de recherche CNRS au laboratoire STMS, obtient une seconde bourse européenne pour la poursuite de ses travaux. Ainsi, le chercheur continue d'explorer les rapports entre émotion, musique et parole, liant informatique et neurosciences. Inspirés par le traitement du signal, les algorithmes du chercheur modulent les émotions transmises par la voix humaine. Jean-Julien Aucouturier a, dans un premier temps, étudié le son du sourire: comment cette mimique modifie le timbre et les intonations de la voix, et quels effets ont ces changements sur un auditeur. Afin de mieux comprendre ce phénomène inné, il a créé les premiers outils informatiques capables de modifier les intonations de la voix. Ses algorithmes s'inspirent des transformations physiques et acoustiques provoquées par les expressions du visage. L'ERC Proof of Concept vise à porter cette technologie au plus près du marché via la start-up Alta Voce, en cours de création avec l'aide du programme RISE de CNRS Innovation.

Le sourire « s'entend », et il est désormais possible de le reproduire pour modifier une voix sans que cela soit perceptible.

Crédit photo: Pexels



Jean-Julien Aucouturier  
© Deborah Lopatin

## Grande-Bretagne

**Aida Todri-Sanial du LIRMM a été sélectionnée en 2018 pour faire partie du programme Young Leaders du Conseil Franco-Britannique.**



Aida Todri-Sanial  
© Arnaud Sanial

## Thierry Denoeux: résoudre des problèmes d'incertitude au cœur de modèles informatiques

Professeur à l'Université de technologie de Compiègne, Thierry Denoeux mène ses recherches au laboratoire Heudiasyc. En 2019, il est nommé membre senior à l'Institut universitaire de France afin de poursuivre ses travaux sur la modélisation et la quantification des incertitudes dans les systèmes informatiques. Parallèlement à son activité de recherche en informatique, il est rédacteur en chef de deux revues scientifiques chez Elsevier.



Thierry Denoeux

## Vivien Quéma: chercheur de pannes pour des systèmes informatiques sans failles

Vivien Quéma est professeur à Grenoble INP, membre du LIG. Il devient, en octobre 2019, membre junior de l'Institut universitaire de France. Il travaille sur comment résoudre des pannes de système dans un monde où l'informatique est de plus en plus présente et ses failles complexes... Les pannes devenant de plus en plus difficiles à identifier, par exemple: comment identifier l'erreur dans la blockchain sachant qu'il y a plusieurs contributeurs?



Vivien Quéma

## UN ERC FACE AU CHALLENGE DU BIG DATA

Comme la hausse continue de la puissance des ordinateurs ne suffit pas à maîtriser le phénomène du *big data*, Julien Tierny, chargé de recherche CNRS au LIP6, conçoit des programmes spécifiquement pour gérer ce flot. Avec l'attribution d'une bourse ERC Consolidator, le chercheur poursuit ses travaux sur la topologie des données, ou comment retrouver de la structure au sein de grands jeux de données, pour faciliter leur visualisation, leur analyse et leur interprétation. Cet objectif trouve des applications dès lors que l'on manipule de grandes quantités de données. Il vise à offrir des méthodes informatiques pour produire des statistiques sur la structure d'ensembles de bases de données, parfois complètement indépendantes. Ces différents outils seront également adaptés au contexte haute performance, c'est-à-dire qu'ils seront optimisés pour fonctionner sur des supercalculateurs. Ses travaux, accessibles en *open access*, s'appliquent à des domaines comme la chimie, pour mieux comprendre les interactions entre molécules ou encore en astrophysique, où les chercheurs scrutent les connexions entre clusters de galaxies au sein de la toile cosmique.



Julien Tierny

## Laurence Nigay: décrypter et combiner les modalités des interactions entre l'humain et la machine

Laurence Nigay, professeure à l'Université de Grenoble Alpes et membre du LIG, entame sa seconde nomination à l'Institut universitaire de France, en tant que membre senior. Son quotidien de chercheuse vise à mieux appréhender les interactions entre humains et machines. Elle a pour projets le développement logiciel de techniques d'interaction et la mise en place de protocoles expérimentaux, ainsi que de créer des collaborations nouvelles, avec la physique par exemple.



Laurence Nigay

## L'Oréal-UNESCO

**35 jeunes chercheuses françaises ont reçu en 2019 une bourse Jeunes Talents France for Women in Science, dont quatre sont dans des laboratoires de l'INS2I: Anastasia Bolotnikova (LIRMM), Marie Kerjean (LS2N), Alice Pellet-Mary (LIP) et Mélissa Rossi (DI-ENS).**





# LISTE DES LABOS

## Circuits Multi-Projets

CMP - CNRS/Grenoble INP/Université Grenoble Alpes

## Centre de Recherche en Automatique de Nancy

CRAN - CNRS/Université de Lorraine

## Centre de Recherche en Acquisition et Traitement d'Images pour la Santé

CREATIS - CNRS/Inserm/Université Claude Bernard Lyon 1/Université Jean Monnet/INSA Lyon

## Centre de Recherche en Informatique de Lens

CRIL -CNRS/Université de l'Artois

## Centre de Recherche en Informatique, Signal et Automatique de Lille

CRISTAL - CNRS/Université de Lille/École Centrale de Lille

## Département d'Informatique de l'École normale supérieure

DI ENS - CNRS/ENS/Inria

## Équipes Traitement de l'Information et Systèmes

ETIS - CNRS/ENSEA/Cergy Paris Université

## French-Israeli Laboratory on Foundations of Computer Science

FILOFOCS - CNRS/Institut Weizmann des sciences/ Université hébraïque de Jérusalem/Université de Paris/ Université de Tel Aviv

## Grenoble Image, Parole, Signal, Automatique

GIPSA-Lab - CNRS/Grenoble INP/Université Grenoble Alpes

## Groupe de REcherche en Informatique, Image, Automatique et Instrumentation de Caen

GREYC - CNRS/ENSICAEN/Université Caen Basse-Normandie

## Science pour la conception, l'optimisation et la production

G-SCOP - CNRS/Grenoble INP/Université Grenoble Alpes

## Heuristique et diagnostic des systèmes complexes

Heudiasyc - CNRS/Université de technologie de Compiègne

## Informatique, Signaux et Systèmes de Sophia-Antipolis

I3S - CNRS/Université Côte d'Azur

## Laboratoire des sciences de l'Ingénieur, de l'Informatique et de l'Imagerie

ICube - CNRS/ENGEE/INSA de Strasbourg/Université de Strasbourg

## Institut du Développement et des Ressources en Informatique Scientifique

IDRIS - CNRS

## Image and Pervasive Access Lab

IPAL - Institut Mines-Telecom/I2R A\*STAR/Université Grenoble-Alpes/Université nationale de Singapour

## Institut de recherche en informatique et systèmes aléatoires

IRISA - CNRS/ENS Rennes/Inria/INSA Rennes/IMT Atlantique/Université de Bretagne-Sud/Université de Rennes 1

## Institut de Recherche en Informatique Fondamentale

IRIF - CNRS/Université de Paris

## Institut de Recherche en Informatique de Toulouse

IRIT - CNRS/Université Toulouse 1 Capitole/Université Toulouse 2 Jean Jaurès/Université Toulouse 3 Paul Sabatier/INP Toulouse

## Institut des systèmes intelligents et de robotique

ISIR - CNRS/Sorbonne Université

## Japanese-French Laboratory for Informatics

JFLI - CNRS/Inria/Institut national d'informatique/ Sorbonne Université/Université de Keio/Université national d'informatique

## Laboratoire des Signaux et Systèmes

L2S - CNRS/CentraleSupélec/Université Paris-Saclay

## Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes

LAAS-CNRS

## Laboratoire Bordelais de Recherche en Informatique

LaBRI - CNRS/Université de Bordeaux/Bordeaux INP

## Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Information, de la Communication et de la Connaissance

Lab-STICC - CNRS/ENIB/ENSTA Bretagne/IMT Atlantique/Université Bretagne Occidentale/Université Bretagne-Sud

## Laboratoire Franco-Mexicain d'Informatique et d'Automatique

LAFMIA - CNRS/CONACYT/CINVESTAV/Universidad de las Americas Puebla/Université Grenoble Alpes/Université de technologie de Compiègne

## Laboratoire d'Automatique, de Mécanique et d'Informatique Industrielles et Humaines

LAMIH - CNRS/Université Polytechnique Hauts-de-France

## Laboratoire d'analyse et modélisation de systèmes pour l'aide à la décision

LAMSADE - CNRS/Université Paris-Dauphine PSL

## Laboratoire d'Informatique de Grenoble

LIG, CNRS/Inria/Grenoble INP/Université Grenoble Alpes

## Laboratoire d'Informatique Gaspard-Monge

LIGM - CNRS/Université Gustave Eiffel/École des Ponts ParisTech

## Laboratoire d'Informatique, de Modélisation et d'optimisation des Systèmes

LIMOS - CNRS/École des Mines de Saint-Étienne/ Université Clermont Auvergne

## Laboratoire d'Informatique pour la Mécanique et les Sciences de l'Ingénieur

LIMSI - CNRS

## Laboratoire de l'informatique du parallélisme

LIP - CNRS/ENS de Lyon/Inria/Université Claude Bernard Lyon 1

## Laboratoire de recherche en informatique de Sorbonne Université

LIP6 - CNRS/Sorbonne Université

## Laboratoire d'Informatique de Paris-Nord

LIPN - CNRS/Université Sorbonne Paris Nord

## Laboratoire d'Informatique en Images et Systèmes d'Information

LIRIS - CNRS/INSA de Lyon/Université Claude Bernard Lyon 1/Université Jean Monnet/Université Lumière Lyon 2/École Centrale de Lyon

## Laboratoire d'Informatique, de Robotique et de Microélectronique de Montpellier

LIRMM - CNRS/Université de Montpellier

## Laboratoire d'Informatique et Systèmes

LIS - CNRS/Aix-Marseille Université/Université de Toulon

## Laboratoire d'Informatique de l'École polytechnique

LIX - CNRS/Institut Polytechnique de Paris

## Laboratoire lorrain de recherche en informatique et ses applications

Loria - CNRS/Université de Lorraine/Inria

## Laboratoire de Recherche en Informatique

LRI - CNRS/Université Paris-Saclay/Inria

## Laboratoire des Sciences du Numérique de Nantes

LS2N - CNRS/École Centrale de Nantes/Université de Nantes/IMT Atlantique

## Laboratoire Spécification et Vérification

LSV - CNRS/ENS Paris-Saclay

## Maison de la Simulation

MdIS - CNRS/CEA/Inria/Université Paris-Saclay/ Université de Versailles Saint-Quentin

## Research Lab in Computer Science

ReLaX - CNRS/Chennai Mathematical Institute/ENS Paris Saclay/Institute of Mathematical Sciences/Université de Bordeaux

## Recherche Opérationnelle, Ordonnancement, Transport

ROOT - CNRS/Université François Rabelais

## Sciences et Technologies de la Musique et du Son

STMS - CNRS/Ircam/Ministère de la culture et de la communication/Sorbonne Université

## Techniques de l'Informatique et de la Microélectronique pour l'Architecture de systèmes intégrés

TIMA -CNRS/Grenoble INP/Université Grenoble Alpes

## Techniques de l'Ingénierie Médicale et de la Complexité - Informatique, Mathématiques et Applications de Grenoble

TIMC-IMAG - CNRS/Grenoble INP/Université Grenoble Alpes

## Verimag

CNRS/Université Grenoble Alpes

## Vision pour la Robotique

VIBOT - CNRS/Université de Bourgogne



# CARTES DES LABORATOIRES DE L'INS2I

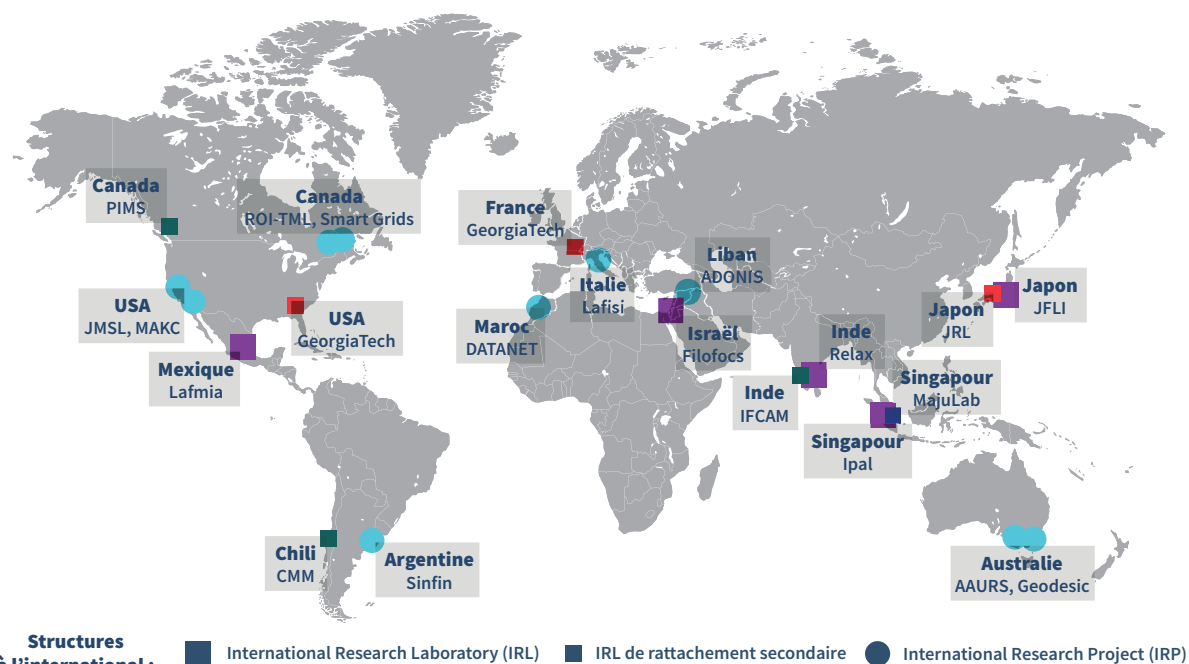
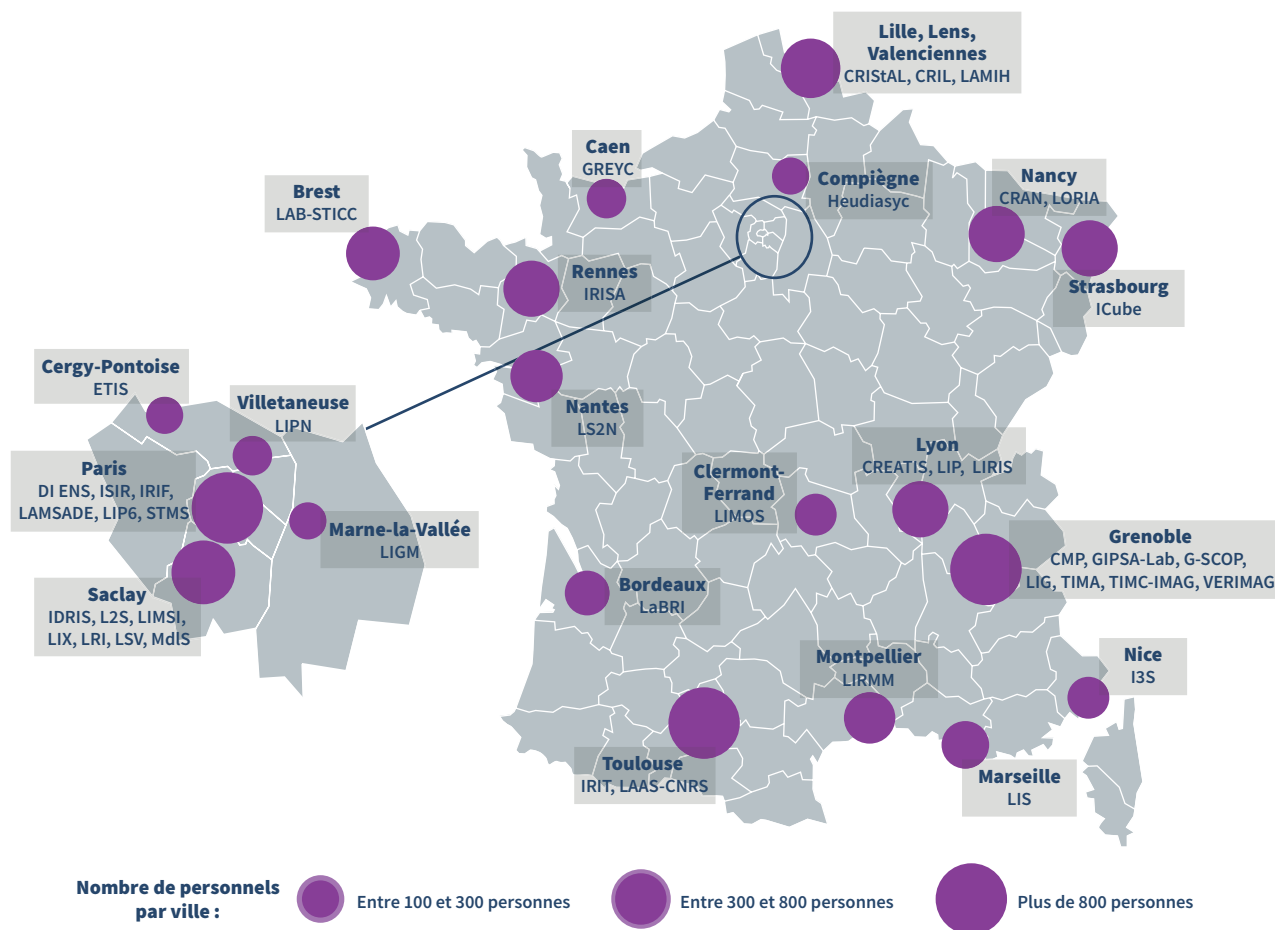


Photo de couverture : Test de manipulation d'un système robotisé d'assistance à la chirurgie du cholestéatome, une tumeur de l'oreille moyenne, sur un fantôme anatomique.

© Cyril FRÉSILLON / ISIR / CNRS Photothèque

## CNRS

Institut des sciences de l'information et de leurs interactions (INS2I)

3, rue Michel-Ange 75016

[www.ins2i.cnrs.fr](http://www.ins2i.cnrs.fr)

Contact : [ins2i.secretariat@cnrs.fr](mailto:ins2i.secretariat@cnrs.fr)



Réalisation et mise en page : INS2I Communication

Impression : CNRS DR1 IFSEM Secteur de l'imprimé

Septembre 2020