

A photograph of a person in silhouette, holding a large, leafy plant against a bright, overexposed background. The person's head is in profile on the right, and their hands are visible holding the plant. The plant has large, lobed leaves and some small, spiky structures. A semi-transparent purple rectangle is overlaid on the left side of the image, containing the text.

2021 UNE ANNÉE AVEC LE CNRS

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

SOMMAIRE

2021 EN
CHIFFRES

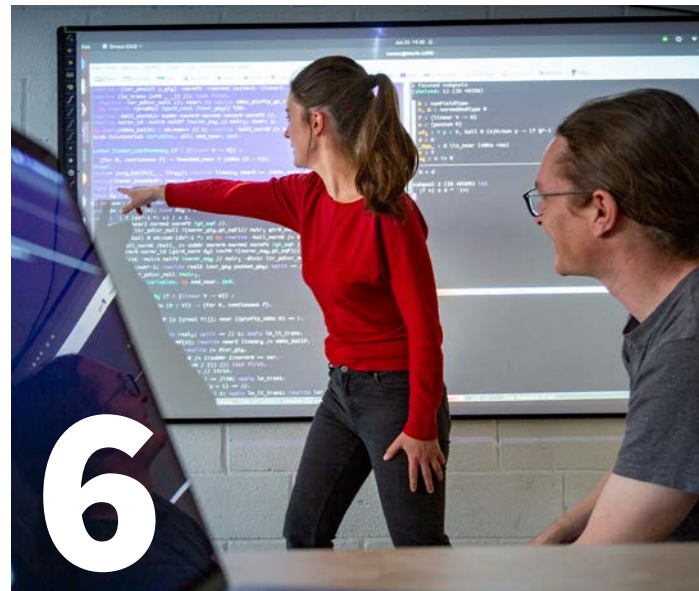
4

ÉDITO



5

INSTITUTIONNEL



6



LA SCIENCE

L'INNOVATION



22

TALENTS &
DISTINCTIONS

2021 EN CHIFFRES

PERSONNELS

Plus de
10 800 personnes dont :

4 700 chercheurs
et enseignants-chercheurs
dont 650 chercheurs CNRS

1 000 ingénieurs et techniciens
dont 480 employés
par le CNRS

5 000 personnels temporaires
dont 3 600 doctorants

INFRASTRUCTURES

41 unités propres ou mixtes
de recherche

2 unités d'appui à la recherche

16 groupements de recherche
(GDR)

INTERNATIONAL

6 International Research
Laboratories (IRL)

2 International Research
Networks (IRN)

9 International Research
Projects (IRP)

96 lauréats du Conseil européen
de la recherche (ERC)
de 2007 à 2022

INNOVATION

13 structures de recherche
communes avec une entreprise

20% des start-up du CNRS
issues de l'INS2I



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

© Cyril Fréillon / 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 d'accompagner la recherche fondamentale au service de la société. La rédaction d'une rétrospective de 2021 dans une crise du Covid qui se prolonge et un contexte international incertain, 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.

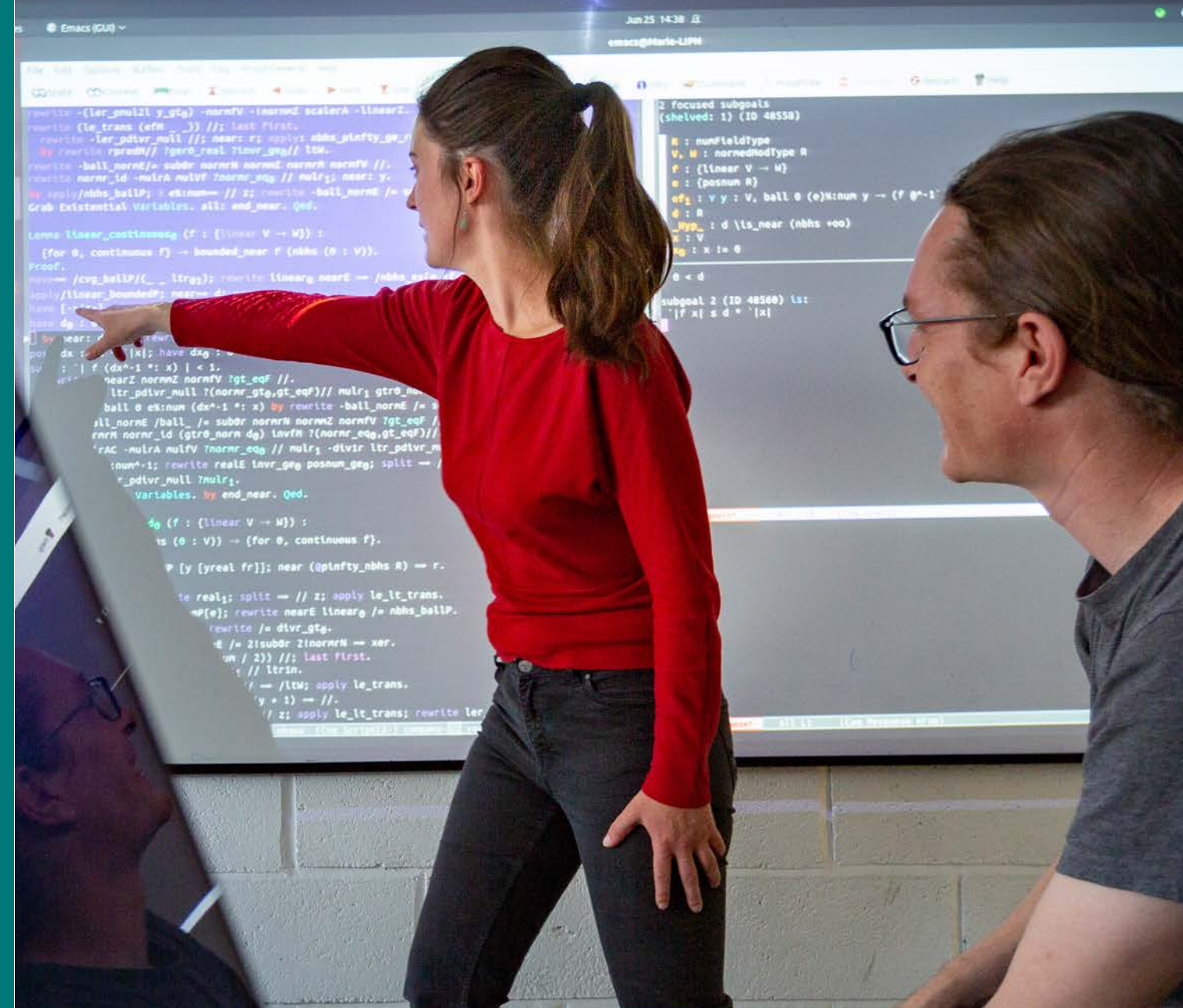
Le CNRS poursuit son engagement vis-à-vis de son contrat d'objectifs et de performance (COP 2019-2023). Le Numérique est l'une des six grandes orientations thématiques de ce COP, et l'INS2I est impliqué dans chacun des six défis sociétaux du COP (Changement climatique ; Inégalités éducatives ; Intelligence 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 recherche 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 2021, 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.

“ Le CNRS a la capacité à mobiliser des équipes de recherche partout en France, de disciplines différentes et sur des sujets qui ont un impact sur le présent et l'avenir de nos sociétés, de nos entreprises et de notre planète. C'est une de ses forces, c'est aussi sa responsabilité : inscrire la recherche dans le temps long et mettre les connaissances produites immédiatement au service de l'innovation, de la société et de ses questionnements. La crise sanitaire a généré une certaine confusion entre croyances et savoirs. Il est essentiel que le CNRS s'applique à faire connaître la science, les scientifiques, la démarche scientifique comme il le fait notamment avec la revue Carnets de science, son journal en ligne ou ses chaînes Youtube. ”

Antoine Petit, Président - Directeur général du CNRS

INSTITUTIONNEL EN 2021



Trois nouvelles équipes inter-instituts du CNRS impliquant l'INS2I

Trois équipes de recherche labellisées PRIME (Projets de recherche interdisciplinaires multi-équipes) impliquent l'INS2I. La première, eXpAln, collaboration entre informatique (laboratoire I3S) et mathématiques (laboratoire LJAD), vise à mieux comprendre le lien entre activité neuronale et comportement. La finalité est de mettre au point une nouvelle intelligence artificielle tenant compte des activités neuronales et cognitives, et donc plus proche de l'intelligence naturelle. Imag'IN rassemble traitement d'images (laboratoire I3S) et histoire (laboratoire CEPAM) afin d'attribuer et saisir la genèse et l'histoire des images exécutées par des artistes mineurs, comme c'est le cas pour beaucoup de peintures murales et de miniatures médiévales.

L'objectif de Metamod, qui implique les laboratoires TIMC et IJCLab, est d'étudier les interactions irradiation-métabolisme dans le traitement des gliomes (tumeurs du cerveau donnant très souvent lieu à des récidives après radiothérapie) et d'en proposer une modélisation mathématique. Ces travaux permettront d'éclaircir de rôle de chaque processus et leurs interactions.

France 2030 : labellisation de quatre PEPR dans les thématiques de l'INS2I

Dans le cadre du plan d'investissement France 2030, le CNRS est investi dans le pilotage de plusieurs Programmes et équipements prioritaires de recherche (PEPR), dont quatre concernent les thématiques de l'INS2I.

Le CNRS est pilote du PEPR exploratoire MolecuArXiv (Stockage de données massives sur ADN et polymères artificiels), doté d'un budget de 20 millions d'euros sur 7 ans. Quatre projets ciblés vont démarrer dès l'été 2022 pour initier des recherches pluridisciplinaires en chimie, microfluidique, théorie du signal, bioinformatique, biologie du séquençage et chimie des polymères nécessaires pour réaliser les ambitions du projet.

Le PEPR d'accélération Cybersécurité, co-piloté par le CNRS, le CEA et Inria, a pour but de plus que tripler le chiffre d'affaires de la filière d'ici 2025 et, surtout, de développer des solutions souveraines. D'un montant d'un milliard d'euros, dont 65 millions consacrés au PEPR, la stratégie nationale d'accélération en cybersécurité définit 20 mesures afin de renforcer la filière, de la recherche aux marchés en passant par la formation.

Le CNRS est co-pilote, avec le CEA et Inria, du PEPR d'accélération Intelligence artificielle (IA), doté de 73 millions d'euros sur 5 ans. Les priorités de ce programme de recherche englobent l'IA embarquée, l'IA décentralisée et l'approfondissement des fondements mathématiques de l'IA.

Enfin, le CNRS co-pilote également, avec le CEA et Inria, le PEPR d'accélération Quantique, dans lequel l'INS2I est fortement impliqué aux côtés de l'INP qui est porteur pour le CNRS. Doté de 150 millions d'euros sur 5 ans, le PEPR s'articule autour de quatre grands axes, autour des qubits à l'état solide et à atomes froids, des algorithmes quantiques, et enfin de la communication quantique incluant la frontière de la calculabilité.



Améliorer la collaboration entre humains et intelligences artificielles

CROSSING est un nouveau laboratoire international créé par le CNRS en Australie, en coopération avec trois grandes universités australiennes (Université d'Adelaïde, Université d'Australie du Sud, Université de Flinders), IMT Atlantique et Naval Group, leader européen du naval de défense. L'objectif principal est de concevoir de nouvelles façons pour les humains de travailler avec les robots et les systèmes autonomes de manière efficace et éthique.

Vers un supercalculateur quantique fédéré en Europe

Avec le nouveau projet "High-Performance Computer and Quantum Simulator hybrid" (HPCQS), l'Europe entre dans l'ère du calcul hybride quantique à haute performance. HPCQS vise à intégrer deux simulateurs quantiques, contrôlant chacun plus de 100 qubits, dans des superordinateurs situés dans deux centres européens de calcul haute performance en France et en Allemagne. L'entreprise commune européenne pour le calcul à haute performance (EuroHPC JU) soutient HPCQS dans le cadre de son action de recherche et d'innovation. HPCQS recevra un budget total de 12 millions d'euros au cours des quatre prochaines années, financé à parts égales par EuroHPC et les États membres participants. Côté CNRS, les laboratoires IRIF, LIP6, LMF et LORIA sont impliqués.

Récupérer la chaleur du supercalculateur Jean Zay

Une convention avec l'Établissement public d'aménagement (EPA) Paris-Saclay vise à récupérer la chaleur fatale produite par le supercalculateur Jean Zay, appartenant à GENCI et hébergé à l'IDRIS, chaleur qui alimentera le réseau d'échange de chaleur et de froid du campus urbain Paris-Saclay. Elle permet de réduire les émissions de CO2. Le potentiel d'énergie récupérée correspond à la consommation en chaleur de plus de 1 000 logements neufs.



Supercalculateur Jean Zay vu du dessus
© Cyril Fréillon / IDRIS / CNRS Photothèque

Trois nouvelles infrastructures Equipex+ pour la robotique, les données scientifiques et les environnements virtuels

Les équipements d'excellence, ou projets Equipex+, permettent la mise en commun de grands équipements scientifiques sur des plateformes dédiées. Sur 42 équipements financés lors du dernier appel à projets, trois concernent directement l'INS2I.

Continuum développe des recherches interdisciplinaires mêlant informatique et sciences humaines et sociales. Les équipements (immenses murs d'écrans, salles immersives et casques de réalité virtuelle ou augmentée) sont répartis entre 30 plateformes.

TIRREX va coordonner au niveau national le développement et l'accès à de nouvelles plateformes emblématiques de robotique. Aux côtés du prototypage et de la conception, ainsi que de la manipulation, un axe transverse se concentrera sur des infrastructures ouvertes, afin de garantir et de normaliser l'accès à des données, des logiciels et des publications libres.

Le projet FITS veut répondre au défi de la volumétrie des données générées en fédérant les services et le savoir-faire des deux grands centres de calcul du CNRS : l'IDRIS et le CC-IN2P3. Il permettra un stockage mutualisé à grande échelle, pérenne, souverain et sécurisé de ces données.

L'INS2I est également impliqué dans l'Equipex+ MuDiS4LS, pour des espaces numériques mutualisés pour des données FAIR en biologie-santé.

Les décodeuses du numérique : portraits BD de femmes scientifiques

Née de la volonté de mettre en avant la diversité des recherches en sciences du numérique et de contribuer à briser les stéréotypes qui dissuadent les femmes de s'engager dans cette voie, la bande dessinée *Les décodeuses du numérique* rassemble douze portraits BD de chercheuses, enseignantes-chercheuses et ingénieures, croqués par Léa Castor. Ces femmes scientifiques ont des points communs : passion, dynamisme, humour pour dépasser les embûches, et volonté de faire bouger les lignes.

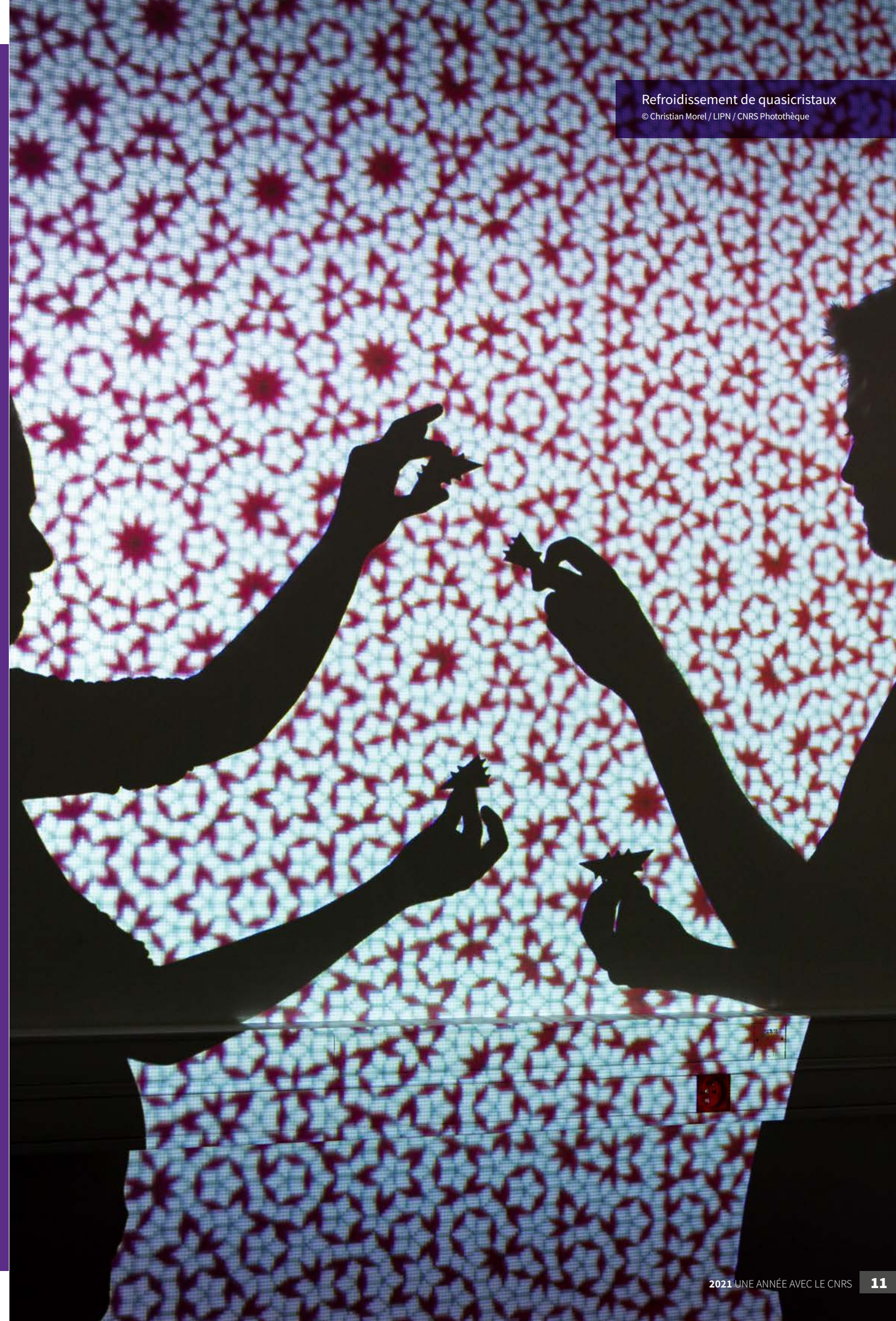
Disponible en accès libre et gratuit en ligne et diffusé à l'ensemble des lycées de France, cet ouvrage est accompagné de posters, de vidéos et de fiches pédagogiques à destination des enseignants de Sciences numériques et technologie (SNT) en classe de seconde. Le contenu des fiches a été élaboré en partenariat avec les associations Femmes et sciences, Femmes et mathématiques et la Société informatique de France (SIF) et couvrent les domaines abordés dans la BD en lien avec le programme de SNT. L'Onisep s'est également emparé de la BD et propose des contenus pédagogiques pour les élèves de troisième et de seconde.



Couverture de la BD *Les décodeuses du numérique*
© Léa Castor / INS2I

LA SCIENCE EN 2021

Refroidissement de quasicristaux
© Christian Morel / LIPN / CNRS Photothèque



Sur la piste des génomes artificiels

Des scientifiques ont créé des génomes artificiels extrêmement réalistes grâce à des réseaux de neurones artificiels, un modèle statistique qui permet d'apprendre et d'approcher des fonctions complexes. En l'entraînant sur un jeu de données, il peut apprendre à réaliser des tâches difficiles. Les chercheurs se sont demandés si ces méthodes de *machine learning* pourraient les aider à imiter des données génétiques. Ils sont parvenus à entraîner un réseau de neurones sur une grande base de génomes, la biobanque estonienne, et une fois entraîné, ils ont pu créer des portions de génomes réalistes. Ils gardent les traits caractéristiques des génomes d'origine, mais en réalité, ils n'appartiennent à aucun individu véritable. De nombreuses banques génétiques, en particulier privées, ne permettent pas l'accès à leurs données aux chercheurs pour des raisons financières, mais parfois aussi de confidentialité. Ces génomes artificiels pourraient alors servir à la recherche biomédicale ou génétique des populations.

LISN (Saclay)



Illustration montrant un chromosome émergeant du bruit.

© Christian Morel / LISN / CNRS Photothèque

Masque

Pendant des mois, les enseignants de tous niveaux ont fait classe avec un masque. Les répercussions sur leur voix, leur manière de s'exprimer, voire d'enseigner sont nombreuses, ainsi que sur l'apprentissage des élèves.

GIPSA-Lab (Grenoble) et LORIA (Nancy)



Credit photo : PeakPX

À quoi sert la 5G ?

Pour répondre aux besoins croissants en bande passante, le réseau 5G sera découpé en tranches de fréquences (*slicing*) qui forment des classes de services adaptées aux besoins des utilisateurs : plus de saturation et augmentation du débit. En recherche, le réseau 5G, plus réactif que les précédents, permettra l'amélioration du fonctionnement des véhicules connectés et autonomes. Il sera aussi possible de réserver des tranches du réseau aux expérimentations en télécommunication en environnement réel sans plus de contrainte de perturber les réseaux ou d'être perturbés. Les travaux actuels des chercheurs visent à faire évoluer la partie logicielle et les services de ce nouveau réseau.

LAAS-CNRS (Toulouse)

Émotions

Grâce aux travaux en traitement automatique des langues, il devient possible de détecter l'humour, les émotions ou les discours haineux de façon systématique grâce à la prise en compte du contexte dans le texte.

IRIT (Toulouse)

Haptique

Pour rendre l'expérience de la réalité virtuelle encore plus crédible, une équipe de chercheurs travaillent à y intégrer le sens du toucher au moyen d'objets physiques, de bracelets ou d'ondes acoustiques.

IRISA (Rennes)

La voiture autonome sur les routes françaises

Une première en France : des scientifiques ont testé une voiture autonome dans des conditions de circulation réelles avec des usagers de la route non informés de la situation. L'objectif était d'analyser les comportements de la voiture face aux autres usagers de la route et tester ses insertions dans les ronds-points – spécificité routière française. L'expérience a montré que la coopération véhicule-infrastructure (ici les capteurs autour du rond-point) permet à la voiture autonome d'anticiper la circulation pour s'y engager.

Heudiasyc (Compiègne)

Porte-épées

Cinq espèces de poissons touchées par la surpêche sont au cœur d'un projet qui vise à mieux connaître leurs zones de reproduction grâce à des instruments embarqués capables de suivre leurs positions.

LIRMM (Montpellier)

Perspective

La vision par ordinateur révèle que le peintre flamand Jan Van Eyck, prétendument ignorant de la perspective, était en avance sur son temps et utilisait une machine à perspective pour approcher la vision humaine.

LORIA (Nancy)



© LuckyStep / StockAdobe.com

La bioinformatique, une alliée de taille contre le Covid-19

Entre l'informatique, les mathématiques, la biologie et la physique, la bioinformatique fournit des modèles de calcul, des algorithmes et autres logiciels pour traiter l'avalanche de données biologiques et y découvrir des informations clés. Elle a joué un rôle majeur dans l'étude de l'origine et du fonctionnement du coronavirus SARS-CoV-2. Après la première détection du virus, les algorithmes de bioinformatique ont permis d'établir la séquence complète du virus en douze jours ! La comparaison de ce génome à ceux des autres coronavirus connus situe l'origine du SARS-CoV-2 chez les chauves-souris et donne un premier aperçu de la biologie du virus. Ainsi la protéine Spike, impliquée dans l'infection des cellules humaines, a été identifiée. La bioinformatique structurale, quant à elle, a permis d'en modéliser la structure tridimensionnelle et de comprendre les interactions avec les autres molécules : une étape clé pour la mise au point d'un vaccin. Grâce à ces outils, les chercheurs gardent aussi un œil sur les possibles mutations et peuvent retracer l'histoire de la propagation de l'épidémie.

GDR BIM



Une nouvelle démonstration expérimentale de l'avantage quantique

Une machine quantique est-elle vraiment plus efficace qu'une machine classique pour réaliser des calculs ? La démonstration expérimentale de cet « avantage » est particulièrement complexe et représente un enjeu majeur de la recherche internationale. Google affirme avoir atteint en premier la suprématie quantique en 2019, ce que son concurrent IBM a aussitôt contesté, puis un groupe de l'Université de science et de technologies de Chine y serait aussi parvenue. Grâce à un article dans *Nature Communications*, une équipe de chercheurs du CNRS, de l'Université d'Édimbourg et de l'entreprise QC Ware est entrée dans ce carré VIP si convoité. Ils viennent en effet de prouver qu'une machine quantique peut effectuer une tâche de vérification donnée en quelques secondes alors que le même exercice prendrait un temps équivalent à l'âge de l'univers pour un ordinateur classique. Pour cette démonstration, ils ont combiné un algorithme interactif complexe, qui permet de résoudre un certain type de problèmes mathématiques avec des informations limitées, et un système expérimental photonique simple, réalisable dans tous les laboratoires photoniques de pointe.

IRIF et LIP6 (Paris)



Crédit photo rawpixel.com / Freepik

Entre transparence et confidentialité, les défis du vote électronique

La pandémie a remis en avant l'idée du vote électronique à distance. Les problématiques se situent au niveau du respect de l'anonymat et de la vie privée. Ainsi, les recherches portent sur le développement de techniques de vérification : il est complexe de concilier fiabilité et anonymat. Le logiciel Belenios a été développé pour permettre certaines élections à distance : l'urne et les bulletins chiffrés y sont publics et l'électeur garde un reçu qui contient une empreinte de son vote crypté, pour vérifier qu'il a été pris en compte.

LORIA (Nancy)

Athénan, une IA joueuse multi-championne

Athénan, un nouveau système d'intelligence artificielle dédiée aux jeux de société, a raflé la mise lors de la 24^e *Computer Olympiad*. Ce type de systèmes consiste en des algorithmes qui permettent de formaliser une façon de réfléchir sur un jeu donné, et dans le cas d'Athénan, d'apprendre lui-même à jouer et s'auto-entraîner. Le développement de tels logiciels a toujours attiré les experts en IA. Et pour cause : mobilisant un large éventail de capacités intellectuelles humaines, les jeux de société (dits aussi « de réflexion ») représentent un terrain d'expérimentation privilégié pour tester l'intelligence des machines.

LAMSADE (Paris)

Covid-19

L'algorithmique a pu démontrer que les stratégies de télétravail en rotation ou en alternance associées à d'autres mesures sanitaires peuvent contrôler efficacement l'épidémie – la stratégie dite de « rotation hebdomadaire » étant la plus efficace.

IRIF (Paris)

L'INNOVATION EN 2021

Exploration de données météorologiques
en réalité augmentée
© Christian Morel / LISN / CNRS Photothèque



Un robot pour assister les chirurgiens de la rétine

Les pathologies de la rétine, telle la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA), affectent des dizaines de millions de personnes dans le monde. Pour rendre la microchirurgie de la rétine plus sûre et plus accessible, la start-up AcuSurgical développe une plateforme robotique destinée aux chirurgiens ophtalmologistes. Celle-ci permet de filtrer les tremblements physiologiques naturels de la main et d'éliminer tous les mouvements brusques, sécurisant le geste du chirurgien. La précision du geste est ainsi augmentée : il peut atteindre 10 microns, contre une centaine de microns pour la main d'un chirurgien expérimenté. La start-up, composée d'une dizaine de personnes, dont des ingénieurs en robotique et en traitement d'images et des chirurgiens ophtalmologistes, fait suite à un projet de maturation financé par la SATT AxLR. AcuSurgical prévoit de commencer les essais cliniques au premier semestre 2022, et vise une plateforme complètement opérationnelle en 2023.

LIRMM (Montpellier)



Crédit photo Pixels / Wendel Moretti

Colorimétrie

Un algorithme permet de compresser, sans perte de qualité visuelle, les CLUTs, ces centaines de fichiers de transformations de couleurs précalculées qui facilitent le travail des retoucheurs d'images.

GREYC (Caen)

Un programme qui vérifie des programmes

Pour inspecter les propriétés d'un programme, l'environnement Why3 combine un langage de programmation dédié à une batterie d'outils de démonstration automatique. Son but est de vérifier certaines propriétés d'un code, exprimées dans un langage mathématique rigoureux, pour s'assurer que celui-ci fonctionne correctement. Cet écosystème remporte un franc succès aussi bien auprès du monde académique, des concours de vérification de logiciel que de partenaires industriels. Why3 a d'ailleurs obtenu le concours 2021 VerifyThis.

LMF (Saclay)

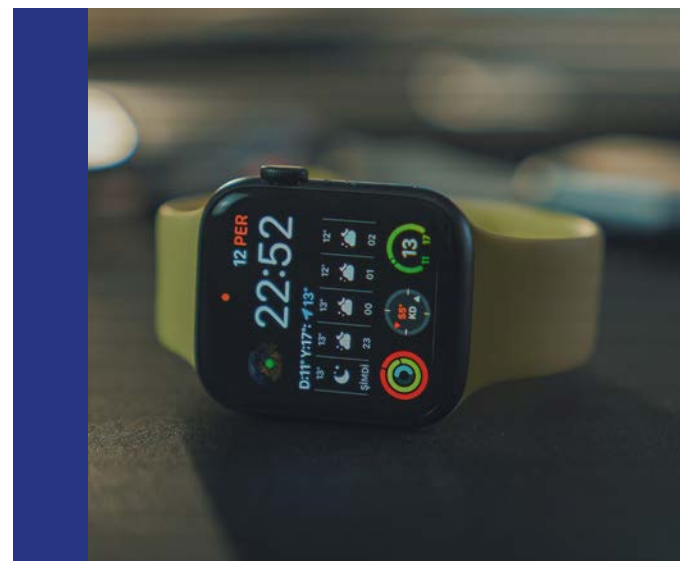
Prévoir la défaillance d'une ligne électrique

Une méthode d'intelligence artificielle innovante a été développée pour prédire les pannes sur les lignes électriques aériennes. Elle s'appuie sur des techniques d'apprentissage : à partir de l'état du câble électrique à un moment donné, l'algorithme prédit sa durée de vie avant la prochaine panne. Cependant, les données disponibles ne prennent en compte qu'une durée de quatre ans, alors que des pannes peuvent survenir au-delà de ce délai. Le problème a été résolu en couplant des techniques statistiques spécifiques avec l'utilisation d'un réseau de neurones profond. L'étude a été réalisée dans le cadre du projet Smart Occitania piloté par Enedis.

IRIT (Toulouse)



Crédit photo Fre Sonneveld / Unsplash



Crédit photo Onur Binay / Unsplash

De nouveaux outils pour développer et fiabiliser l'internet des objets

Des milliards d'objets connectés sont susceptibles de communiquer via internet : voitures, équipements de gestion des bâtiments... L'explosion de l'internet des objets pose des problèmes d'infrastructure de communications, mais aussi de fiabilité de leur fonctionnement : la plupart de ces objets communicants sont en forte interaction avec leur environnement physique, c'est-à-dire avec des biens et des personnes. Pour relever ce défi, dans le cadre du projet européen Enact, deux outils de développement de logiciels pour l'internet des objets ont été mis au point et ont été labellisés *Tech ready* par le dispositif Innovation Radar.

I3S (Nice)

Programme RISE : six start-up accompagnées dans leur émergence

Le programme RISE du CNRS accompagne les chercheurs dans la création d'une start-up exploitant une technologie issue d'un laboratoire du CNRS et de ses partenaires. Au sein de la promotion 2021, 6 start-up issues des laboratoires rattachés à l'INS2I font partie des 28 lauréats. Sequencia et EnDIA développent respectivement des innovations technologiques d'intelligence artificielle pour la reconnaissance de séquences dans des vidéos et la caractérisation automatique de polypes en temps réel lors des diagnostics par endoscopie rectale. Amineo offre des solutions techniques efficaces et fiables pour concevoir des protéines de haute performance pour des applications variées, là où Paircode vise à proposer un processus optimisé pour l'archivage des données numériques dans l'ADN synthétique. Le défi qu'a relevé DERi est de créer des dessins en reliefs interactifs pour les personnes avec déficiences visuelles et leurs proches au moyen d'une tablette multisensorielle. Enfin, WeLinQ fournit des liens quantiques pour interconnecter des processeurs et augmenter leur puissance de calcul.

ETIS (Cergy), I3S (Nice), IRIT et LAAS-CNRS (Toulouse), LIP6 et LKB (Paris)



© Ryan King 999 / Stock-Adobe.com

Face aux virus, malwares et rançongiciels, Cybermallix contre-attaque

Un rançongiciel (*ransomware*) est un logiciel malveillant qui bloque ou crypte une partie d'un système informatique et n'en restitue l'accès qu'après versement d'une rançon. Les *ransomwares* incorporent des obfuscations, des protections pour cacher leur but. Certains *malwares* cachent des données, d'autres introduisent des parties de programme inutiles. Un *malware* peut détecter s'il est en train d'être analysé et va arrêter de fonctionner. Plusieurs approches permettent d'affronter cette problématique : l'analyse statique, des techniques de rétro-ingénierie, ou encore les méthodes d'apprentissage automatique.

La recherche dans le domaine a abouti à la création, en 2021, d'un laboratoire commun (LabCom) nommé Cybermallix entre le LORIA et la société Wallix. Ce LabCom a pour but de concevoir et de développer des solutions de cybersécurité prédictive, basées sur l'intelligence artificielle (*machine learning*), afin de maximiser la détection de logiciels malveillants. Les deux partenaires intégreront leurs technologies dans deux solutions proposées par l'entreprise pour sécuriser des comptes et des postes de travail. L'objectif est également d'explorer les questions de sécurité des objets connectés, en particulier des véhicules autonomes.

LORIA (Nancy)

Salle de cours interactive

Le projet ARK'ED s'est matérialisé en une salle de cours immersive et interactive intégrant six écrans géants tactiles connectés qui permettent de transférer les travaux et de tester des scénarios d'apprentissage collaboratif.

LIRIS (Lyon)



Credit photo Getty Images

Les prouesses de la compression vidéo

Un prestigieux Emmy® Award de la technologie et de l'ingénierie a été remis à Patrick Le Callet, professeur à Nantes Université, par l'Académie nationale américaine des arts et des sciences de la télévision. Son équipe travaille en effet depuis des années sur l'évaluation automatique de la qualité des images et des vidéos, et l'amélioration de cette qualité, notamment en lien avec Netflix. L'équipe s'est forgée une triple compétence, plutôt rare : la mise au point de méthodes de compression, la prédiction automatique de la qualité perçue par l'audience et enfin la conception et la standardisation de protocoles d'évaluation subjective de qualité perçue, qui pourrait s'appliquer à toutes les technologies de compression d'image. Pour chaque image ou fragment d'image, il existe en effet des millions de manières de procéder, qui pèsent sur la qualité de cette image mais aussi sur les suivantes. La méthode d'encodage doit constamment s'adapter, de manière automatique, au fil des images qu'elle traite, tout en prédisant l'impact qu'aura un choix de codage sur la perception des images suivantes.

LS2N (Nantes)

Somnolence

Des chercheurs ont identifié des biomarqueurs vocaux qui estiment le niveau de somnolence diurne excessive (SDE) d'un patient et les ont intégrés dans un assistant médical virtuel pour faciliter le suivi à domicile.

LaBRI (Bordeaux)



Credit photo Pixels / Paul J. Jendorn

Limiter les émissions de particules lors du freinage des trains

Le projet Breaq (*Braking emissions characterisation & mitigation for air quality improvement*), financé par l'Ademe et piloté par Alstom, implique les scientifiques du LAMIH. Le projet a trois objectifs : réduire la production de particules au moment du freinage des trains, capter à la source les particules qui sont malgré tout émises et modéliser la diffusion des particules dans l'air. L'étude des conditions d'écoulement des particules émises lors du freinage en fonction de leur taille et des essais de freinage à échelle réduite avec différents matériaux permettront de créer et valider des modèles de diffusion des particules. Les simulations numériques prédictives issues de ces modèles serviront à concevoir des systèmes de captation de particules. Enfin, les chercheurs se pencheront sur l'optimisation du contrôle-commande de la fonction de freinage.

LAMIH (Valenciennes)

TALENTS & DISTINCTIONS

MÉDAILLES DU CNRS



Gabriel Peyré

© Mael et Camille Peyré-Guichaoua

GABRIEL PEYRÉ : TRANSPORT OPTIMAL ET IA

Gabriel Peyré, directeur de recherche CNRS au DMA, a reçu la médaille d'argent 2021 du CNRS. Il se sert du transport optimal numérique pour quantifier la qualité de l'apprentissage par réseaux de neurones artificiels. Pour cela, il fabrique des images les plus réalistes possibles, qui vont servir de données d'entraînement pour les algorithmes d'apprentissage. Le transport optimal quantifie la crédibilité de ces fausses images, et donc quantifie la qualité de l'apprentissage de l'IA. Gabriel Peyré améliore ainsi l'efficacité des algorithmes d'apprentissage et les aide à passer à plus grande échelle, malgré les écueils causés par la grande dimension. Ces algorithmes pourront être employés dans la création automatique de contenu visuel dans les arts numériques ou les jeux vidéo.

Ses contributions se focalisent aussi, d'un point de vue plus théorique, sur une meilleure compréhension de ce qui influe sur leurs performances. Le but étant de pouvoir leur confier des tâches toujours plus difficiles et générales.

DAVID POINTCHEVAL : LA QUÊTE DE LA PREUVE DE SÉCURITÉ

Alors que de nouvelles technologies apparaissent et que la puissance de calcul augmente, la cryptographie doit continuellement s'adapter. David Pointcheval, directeur de recherche CNRS et directeur du DI-ENS allie des méthodes mathématiques à l'informatique théorique pour prouver que ces défenses offrent un niveau de sécurité acceptable. Il a accompagné les évolutions de la méthodologie de la sécurité prouvée depuis les années 90. David Pointcheval a participé à l'automatisation de la vérification des preuves grâce aux méthodes formelles, ce qui a renforcé la confiance en ces preuves. Il a récemment travaillé sur le respect de la vie privée et les calculs sur des données. Leurs applications principales consistent à garantir l'anonymat au sein d'un groupe ou de pouvoir calculer des statistiques sur des données, sans les révéler. Ces thèmes se poursuivent avec un ERC *Proof of Concept* : CryptAnalytics. Ces nombreuses contributions dans le domaine de la cryptographie ont été récompensées cette année par la médaille d'argent du CNRS.



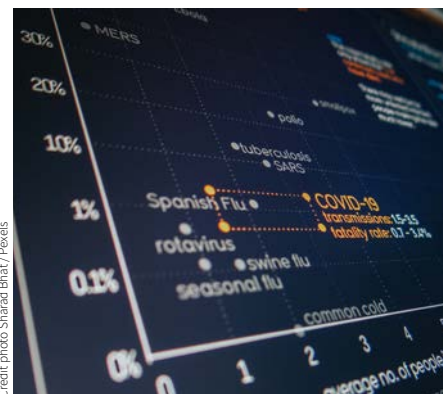
David Pointcheval

© Ulysse Pointcheval

CRISTAL COLLECTIF DU CNRS : LA RECHERCHE FACE AUX DONNÉES DU COVID-19

L'explosion de la quantité de données et d'études sur la Covid-19 a donné du fil à retordre aux chercheurs. Neuf ingénieurs¹, au sein d'une large équipe composée également de chercheurs et d'enseignants-chercheurs, ont ainsi travaillé sur des automatisations du traitement des données du Covid-19 lors du début de la pandémie : ils reçoivent le Cristal collectif 2021 du CNRS. Ils ont notamment permis l'automatisation de la récupération et de l'uniformisation des données manquantes dans les registres nationaux et internationaux. Ces données sont utilisées pour cartographier les traitements contre la pandémie, avec un outil qui fonctionne si bien que l'OMS le met en avant.

Ils ont également pu filtrer toute la masse de données en identifiant et distinguant automatiquement le nom des traitements (nom abrégé, nom de la molécule, nom de la marque), détecter sur les réseaux sociaux si les gens rapportaient qu'ils prenaient préventivement des médicaments non prévus contre le Covid (pharmacovigilance), créer une interface qui rassemble et traite les résumés, les mots-clés et les institutions des publications scientifiques sur le Covid.



1. Caroline Bligny (LJK), Françoise Conil (LIRIS), Alexandre Delanoë (ISC-PIF) ; Bastien Doreau (LIMOS), Cyril Grouin (LISN), Mathieu Leclaire (ISC-PIF et laboratoire Géographie-cités), Ruben Martinez (LIMOS), Mazyar Panahi (ISC-PIF), Patrick Paroubek (LISN)

RÉMI BARDENET ET LES PROCESSUS PONCTUELS RÉPULSIFS

Prisées dans une grande variété d'applications, les statistiques bayésiennes impliquent le calcul de volumes abstraits (des intégrales) en grande dimension (des dizaines, voire des centaines et davantage), très gourmand en ressources. C'est à cette fin que Rémi Bardenet, chargé de recherche CNRS au CRISTAL, construit et étudie des objets aléatoires, les processus ponctuels répulsifs, et de l'intelligence artificielle pour estimer numériquement les volumes de façon efficace. Ses travaux lui valent la médaille de bronze du CNRS.



Rémi Bardenet

© Patrick Bas

MARTHE BONAMY : LA THÉORIE ET L'ALGORITHMIQUE DES GRAPHS

Les graphes correspondent à un ensemble de points, pour certains reliés par des traits. Marthe Bonamy, chargée de recherche CNRS au LaBRI, s'intéresse aux graphes universels, c'est-à-dire une famille de graphes que l'on cherche à compresser. L'objectif est de pouvoir décrire le graphe localement avec peu de bits d'information par sommet. Ses travaux lui valent la médaille de bronze du CNRS.



Marthe Bonamy

© Vincent Delecroix

MIOARA JOLDES : LA RIGUEUR AU SERVICE DE L'AÉROSPATIAL

Les résultats des calculs numériques sur ordinateur ne permettent pas toujours d'obtenir un résultat mathématiquement exact, ce qui n'est pas tolérable dans des applications critiques impliquant la sécurité de personnes ou de biens. Mioara Joldes, chargée de recherche CNRS au LAAS-CNRS, gère ce problème grâce au calcul numérique certifié, qui passe par des outils mathématiques tirés de l'analyse fonctionnelle et numérique, ainsi que du calcul et de la preuve formels. La chercheuse perfectionne ainsi les calculs de contrôle spatial, comme par exemple les probabilités de collision entre satellites et débris spatiaux. Ses travaux lui valent la médaille de bronze du CNRS.



Mioara Joldes

© B. Pasca



Crédit photo Pixabay / Pixels

FRANCIS HULIN-HUBARD : LA GESTION DES INFRASTRUCTURES DE RECHERCHE

En appui de la recherche, des ingénieurs assurent le bon fonctionnement des laboratoires. Francis Hulin-Hubard, ingénieur de recherche CNRS, gère l'équipe en charge des infrastructures informatiques du laboratoire LIP6, où il est entré après un parcours atypique. Ses efforts de rationalisation et de mutualisation dans un esprit collectif sont récompensés par la médaille de cristal du CNRS.



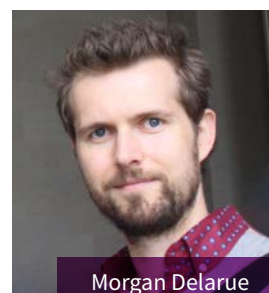
Francis Hulin-Hubard

© Sabrina Nelmar

LAURÉATS ERC

MORGAN DELARUE ET LA LIMITATION DE LA PROLIFÉRATION CELLULAIRE

Morgan Delarue, chargé de recherche CNRS au LAAS-CNRS, est lauréat d'une *ERC Starting Grant*. Le but de son projet UnderPressure est de comprendre l'impact des contraintes compressives sur la prolifération cellulaire, à l'interface entre physique, ingénierie et biologie, dans le but de comprendre comment elles sont intégrées, et comment elles pourraient être prises en compte pour mieux traiter certaines pathologies comme le cancer.



Morgan Delarue
Crédit photo Morgan Delarue

OANA GOGA : LES ENJEUX DE LA PUBLICITÉ POLITIQUE CIBLÉE

Précurseur dans les innovations concernant la publicité en ligne, Facebook procure aux publicitaires des techniques très avancées pour atteindre leurs audiences. Afin de mieux cerner comment Facebook s'y prend pour « profiler » les utilisateurs, Oana Goga, chargée de recherche CNRS au LIG, et son équipe ont développé l'outil de monitoring AdAnalyst, qui leur a donné accès aux publicités reçues par les utilisateurs l'ayant volontairement installé. Les données récoltées par l'outil lors des élections présidentielles de 2018 au Brésil leur ont permis d'établir que 2 % des publicités commerciales reçues par les utilisateurs étaient en fait politiques bien que non déclarées comme telles, un taux très important si on le compare aux 2 à 4 % de publicités déclarées comme politiques et présentes dans la *Political Ad Library*. Ces recherches soulignent deux enjeux majeurs : la nécessité pour la société civile d'avoir accès aux données sur les publicités ciblées mises en ligne, ainsi que l'importance des instruments d'audit extérieur comme AdAnalyst. Oana Goga a reçu un financement *ERC Starting Grant* pour approfondir ses travaux.



Oana Goga
Crédit photo Oana Goga



UMUT ŞİMŞEKLI : FIABILISER L'APPRENTISSAGE PROFOND

Umut Şimşekli, chargé de recherche Inria au DI-ENS, spécialiste IA du *deep learning* (apprentissage profond) est lauréat d'une *ERC Starting Grant*. À ce titre, il sera le pilote du projet *ERC Dynasty* qui vise à construire une approche théorique de l'apprentissage profond afin d'en fiabiliser les performances.



Umut Şimşekli
Crédit photo Umut Şimşekli

BRUNO ROSSION ET LA COMPRÉHENSION DE LA RECONNAISSANCE DES VISAGES

Bruno Rossion, directeur de recherche CNRS au CRAN, a obtenu une *ERC Advanced Grant* afin de tester ses théories sur la manière dont nous reconnaissons les visages. Il prévoit de se concentrer sur la construction d'un nouveau cadre théorique de la reconnaissance faciale, qui considère le cerveau avant tout comme un organe biologique servant à la reconnaissance. Pour lui, le système nerveux central est apparu au cours de l'évolution afin de répondre de façon adaptative à un environnement constitué de signaux très divers, riches et ambigus. Pour comprendre le fonctionnement du cerveau, il faudrait ainsi comprendre sa forme de reconnaissance la plus aboutie selon lui : la reconnaissance de l'identité faciale. Il estime ainsi que la mise en lumière de ces mécanismes complexes ouvrirait la voie à une compréhension plus large du fonctionnement du cerveau humain.



Bruno Rossion
© Marie-Sophie Nourdin

LAURÉAT EIC

DOMINIQUE LAVENIER ET LA GÉNOMIQUE MOBILE ULTRA-RAPIDE

En l'espace de quelques années, les performances des technologies de séquençage se sont grandement améliorées, un seul appareil étant désormais capable de cartographier plusieurs milliers de génomes par an, y compris sur le lieu même d'émergence de nouveaux pathogènes. L'exploitation rapide in situ des données génomiques produites par les séquenceurs reste toutefois délicate en raison de la puissance de calcul que requièrent ce type d'analyses. Afin de pallier ces difficultés, le projet BioPIM mené par Dominique Lavenier, directeur de recherche CNRS à l'IRISA, vise à développer des outils de bioinformatique à la fois plus performants et flexibles. Ce projet européen qui démarrera au printemps 2022 pour une durée de quatre ans bénéficie du soutien financier du Conseil européen de l'innovation (EIC).



Dominique Lavenier
Crédit photo Dominique Lavenier

MEMBRES DE L'IUF



Mathieu Acher
Crédit photo Mathieu Acher

MATHIEU ACHER MET EN ÉCHEC LES FAILLES DE LA VARIABILITÉ LOGICIELLE PROFONDE

Maître de conférences à l'Université de Rennes 1 et membre de l'IRISA, Mathieu Acher a été désigné membre junior de l'Institut universitaire de France au titre de la médiation scientifique. Il entend pousser encore plus loin son exploration de la variabilité qui impacte toutes les couches d'un système logiciel, du système d'exploitation au code source de l'application en passant par les compilateurs et les données. Il se donne comme mission de faire connaître la notion de variabilité profonde auprès de la communauté scientifique et du grand public.

MAURO DALLA MURA, TRAITEMENT D'IMAGES POUR L'AGRICULTURE ET L'ENVIRONNEMENT

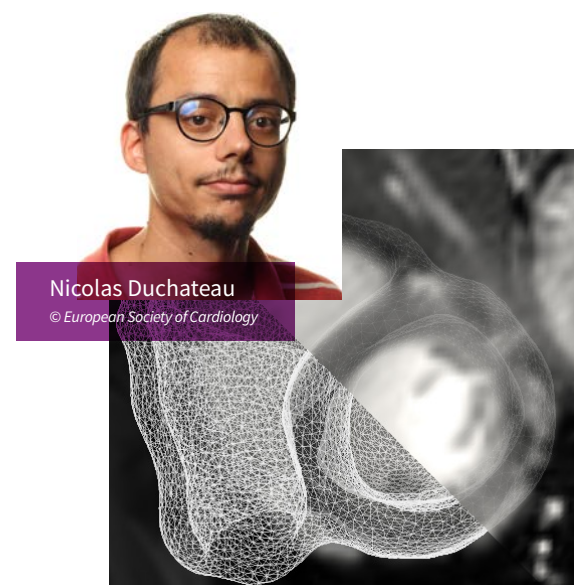
Mauro Dalla Mura, maître de conférences à l'Institut polytechnique de Grenoble et membre du GIPSA-lab, développe des méthodes de traitement d'images en vue d'améliorer les acquisitions issues entre autres de la télédétection satellitaire et d'en extraire un maximum d'informations. Membre junior de l'Institut universitaire de France, il approfondira ses travaux dans le domaine du traitement du signal, des images et de l'intelligence artificielle appliqués à l'observation de la Terre et aux géosciences grâce à des capteurs innovants en imagerie computationnelle.



Mauro Dalla Mura
Crédit photo Mauro Dalla Mura

NICOLAS DUCHATEAU AU CHEVET DES MALADIES CARDIAQUES

Nicolas Duchateau, maître de conférences à l'Université Lyon 1 et membre de CREATIS, s'efforce de caractériser les pathologies cardiaques à partir de cohortes d'images médicales. Membre junior de l'Institut universitaire de France, il compte ainsi poursuivre le développement de nouvelles approches statistiques et computationnelles pour représenter la fonction cardiaque. À terme, ses travaux contribueront à mieux comprendre l'apparition et l'évolution de certaines maladies altérant le fonctionnement du cœur.

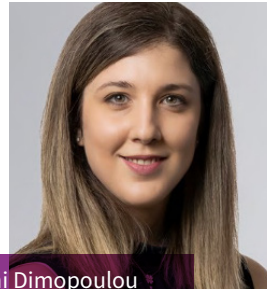


Nicolas Duchateau
© European Society of Cardiology

Référence : Duchateau et al. IEEE Transactions on Medical

Stockage sur ADN

Melpomeni Dimopoulou, post-doctorante à l'I3S, a reçu le prix Jeune talent France L'Oréal-UNESCO pour les femmes et la science pour son algorithme pour coder et décoder efficacement des données sur de l'ADN.



Melpomeni Dimopoulou
© Jean-Charles Caslot - Fondation L'Oréal

JEAN-BERNARD LASSERRE À LA QUÊTE DE L'OPTIMUM



Jean-Bernard Lasserre
© Angélique Le Touze

Jean-Bernard Lasserre, directeur de recherche émérite CNRS au LAAS-CNRS, a reçu le Grand Prix Inria – Académie des sciences 2021 pour ses travaux de recherche, notamment en optimisation mathématique. L'optimisation permet de trouver les solutions qui maximisent ou minimisent une fonction donnée. Elle est au cœur de nombreux enjeux, en particulier dans l'industrie : pour l'ordonnancement des tâches (production, logistique, maintenance), mais aussi pour la gestion de ressources et de réseaux (énergie, distribution, télécommunications, transports). La communauté doit au chercheur la "hiérarchie de Lasserre", outil opérationnel permettant d'élucider des questions très variées dans ces domaines-là. Ses travaux actuels, conduits dans le cadre de la chaire en intelligence artificielle ANITI, consistent à évaluer et analyser a posteriori la robustesse et la fiabilité des prédictions que des réseaux de neurones réalisent.

Quantique

Elham Kashefi a reçu le prix Margaret intrapreneur Europe pour ses contributions en cloud computing quantique et les liens qu'elle réalise entre recherche théorique et applications industrielles.



Elham Kashefi
© Alice Santini



Jérôme Lang
© Sébastien Ruat / CNRS Photothèque

Intelligence artificielle

Informaticien internationalement reconnu pour ses travaux sur la théorie du choix social computationnel, Jérôme Lang a obtenu le prix de recherche Humboldt.

UNE ÉQUIPE FRANÇAISE REMPORTE LA DEUXIÈME ÉDITION DU SKAO DATA CHALLENGE

L'Observatoire SKA (SKAO) offrira aux scientifiques des données dont la qualité, la quantité et la variété surpasseront tout ce que fournissent les radiotélescopes actuels. Afin de préparer la communauté scientifique, SKAO organise des défis autour des données ("Data Challenges" ou "SDC") entre des équipes scientifiques du monde entier. Pour la deuxième édition qui s'est déroulée cette année, une équipe française a remporté la médaille d'or de la compétition en utilisant le supercalculateur Jean Zay, appartenant à GENCI et hébergé à l'IDRIS.

Serveur

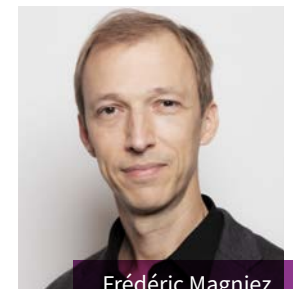
Stella Bitchebe, doctorante à l'I3S, veut optimiser l'exécution de tâches en simultané sur un même serveur, l'idée étant de réduire leur nombre et leur utilisation. Elle a reçu le prix Jeune talent France L'Oréal-UNESCO pour les femmes et la science.



Stella Bitchebe
© Jean-Charles Caslot - Fondation L'Oréal

FRÉDÉRIC MAGNIEZ : LES ALGORITHMES QUANTIQUES AU COLLÈGE DE FRANCE

Frédéric Magniez, directeur de recherche CNRS et directeur de l'IRIF, a occupé la chaire annuelle 2020-2021 Informatique et sciences numériques du Collège de France, dédiée aux algorithmes quantiques. Ses travaux portent sur la conception et l'analyse d'algorithmes probabilistes pour le traitement des grandes masses de données, ainsi que sur le développement de l'informatique quantique – plus particulièrement la cryptographie et ses interactions avec la physique. Il développe ainsi des outils théoriques pour aider la communauté des cryptographes à imaginer et à dimensionner des systèmes de sécurité classiques qui résisteraient aux attaques d'un ordinateur quantique. Un autre volet de ses recherches consiste à passer en revue les concepts algorithmiques existants et essayer de les convertir en quantique afin d'en estimer le gain. C'est-à-dire évaluer de quel ordre de grandeur le calcul pourrait être accéléré, et donc s'il y a un avantage quantique.



Frédéric Magniez
© Patrick Imbert / Collège de France

Cryptographie

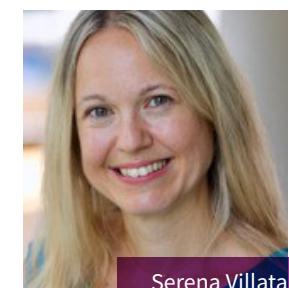
Gabrielle De Micheli, ancienne doctorante au LORIA, a obtenu le prix Jeune talent France L'Oréal-UNESCO pour les femmes et la science grâce à ses travaux en cryptographie, où elle teste et améliore les défenses des protocoles de sécurité informatique.



Gabrielle De Micheli
© Jean-Charles Caslot - Fondation L'Oréal

Débat

Lauréate 2021 du prix Jeune chercheur Inria - Académie des sciences, Serena Villata, chargée de recherche CNRS à l'I3S crée des outils d'IA capables d'analyser la structure logique de textes. Une piste prometteuse pour combattre le harcèlement en ligne et les fake news.



Serena Villata
Droits réservés

LISTE DES LABORATOIRES

Circuits Multi-Projets

CMP - CNRS/Université Grenoble Alpes

Laboratoire CRAN

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/ 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

FrenCh austRalian labOratory for humanS/autono-mouS agents teamING

CROSSING - CNRS/Université d'Adelaide/Université d'Australie-Méridionale/Université Flinders/Naval Group/ IMT Atlantique

Département d'Informatique de l'École normale supérieure

DI ENS - CNRS/ENS - PSL/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/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/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/Université de Strasbourg

Institut du Développement et des Ressources en Informatique Scientifique

IDRIS - CNRS

Image and Pervasive Access Lab

IPAL - I2R A*STAR/Université nationale de Singapour

Institut de recherche en informatique et systèmes aléatoires

IRISA - CNRS/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 3 Paul Sabatier/ INP Toulouse

Institut des systèmes intelligents et de robotique

ISIR - CNRS/Sorbonne Université

Japanese-French Laboratory for Informatics

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

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 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/Université Grenoble Alpes

Laboratoire d'Informatique Gaspard-Monge

LIGM - CNRS/Université Gustave Eiffel

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

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

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

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

Laboratoire Interdisciplinaire des Sciences du Numérique

LISN - CNRS/Université Paris-Saclay

Laboratoire d'Informatique de l'École polytechnique

LIX - CNRS/Institut Polytechnique de Paris

Laboratoire Méthodes Formelles

LMF - CNRS/Université Paris-Saclay/ENS Paris-Saclay

Laboratoire lorrain de recherche en informatique et ses applications

LORIA - CNRS/Université de Lorraine/Inria

Laboratoire des Sciences du Numérique de Nantes

LS2N - CNRS/École Centrale de Nantes/Nantes Université

Maison de la Simulation

MdIS - CNRS/CEA/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

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/Université Grenoble Alpes

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

TIMC-IMAG - CNRS/Université Grenoble Alpes

Verimag

CNRS/Université Grenoble Alpes

2021

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 **2021, une année avec le CNRS**

CNRS Institut des sciences de l'information et de leurs interactions
3 rue Michel-Ange 75794 Paris Cedex 16

www.ins2i.cnrs.fr

 @INS2I_CNRS

Direction de la publication
Direction de la rédaction
Réalisation

Antoine Petit
Ali Charara
Estelle Hutschka, Michaël Nizard, Laure Thiébault



CARTES DES LABORATOIRES DE L'INS2I

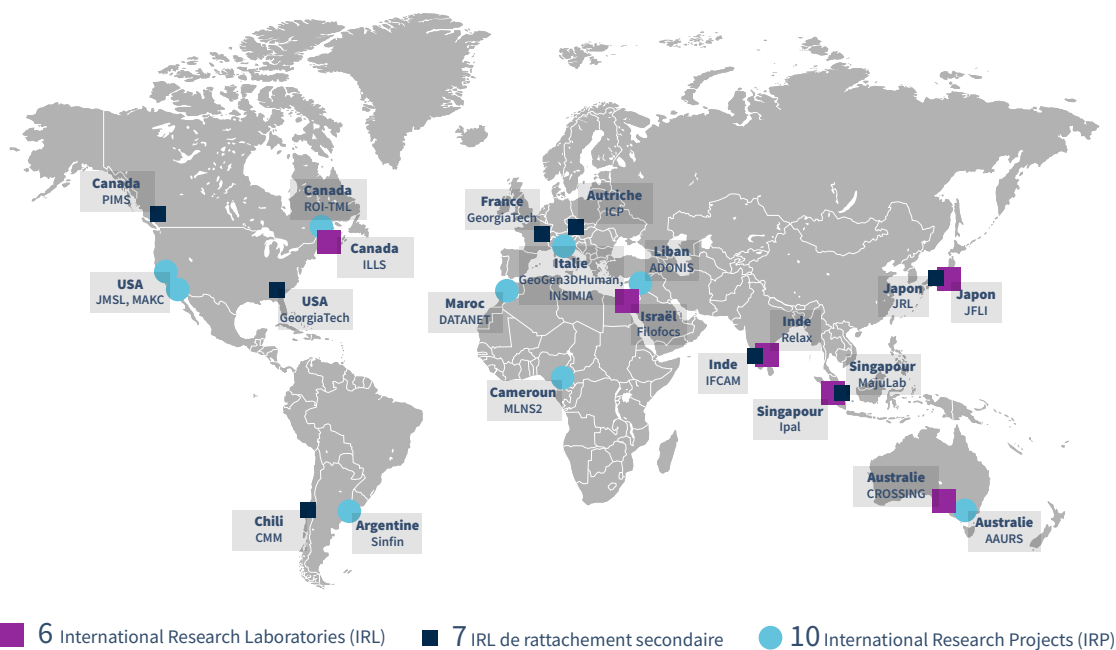
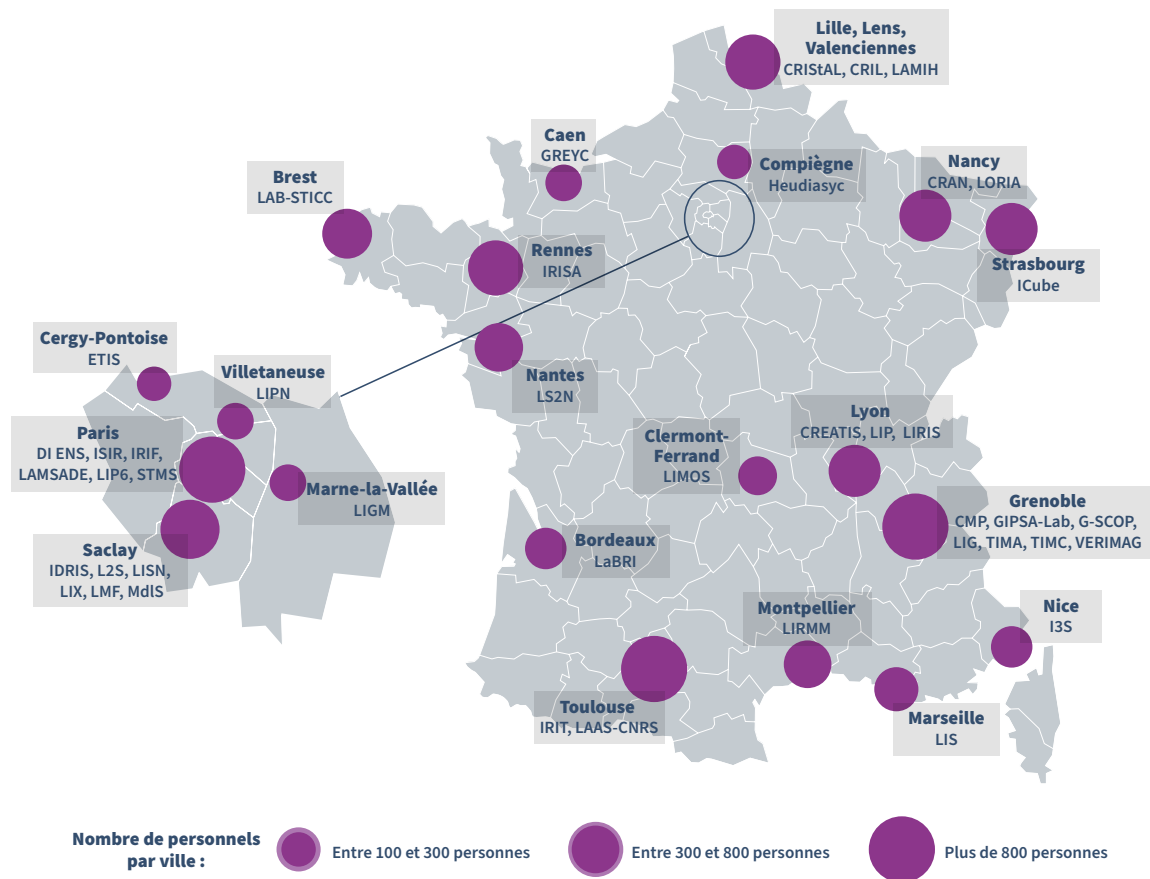


Photo de couverture : Carte Brownienne de genre 2 © Christian Morel / IRIF / CNRS Photothèque

INSTITUT DES SCIENCES DE L'INFORMATION ET DE LEURS INTERACTIONS

3, rue Michel-Ange 75016 Paris

www.ins2i.cnrs.fr

Réalisation et mise en page : INS2I Communication

Impression : CNRS DR1 IFSEM secteur de l'imprimé

Août 2022

