

A high-angle photograph of several researchers in a modern office or lab setting. They are gathered around a large, floor-standing Samsung monitor that displays a complex network graph with numerous red nodes and blue edges. One person is pointing at the screen, while others are looking at their laptops. The floor is dark grey with a grid pattern. The image is partially overlaid with green semi-transparent bars containing white text.

## DOSSIERS THÉMATIQUES DU CNRS

## LES SCIENCES DU LOGICIEL AU CNRS



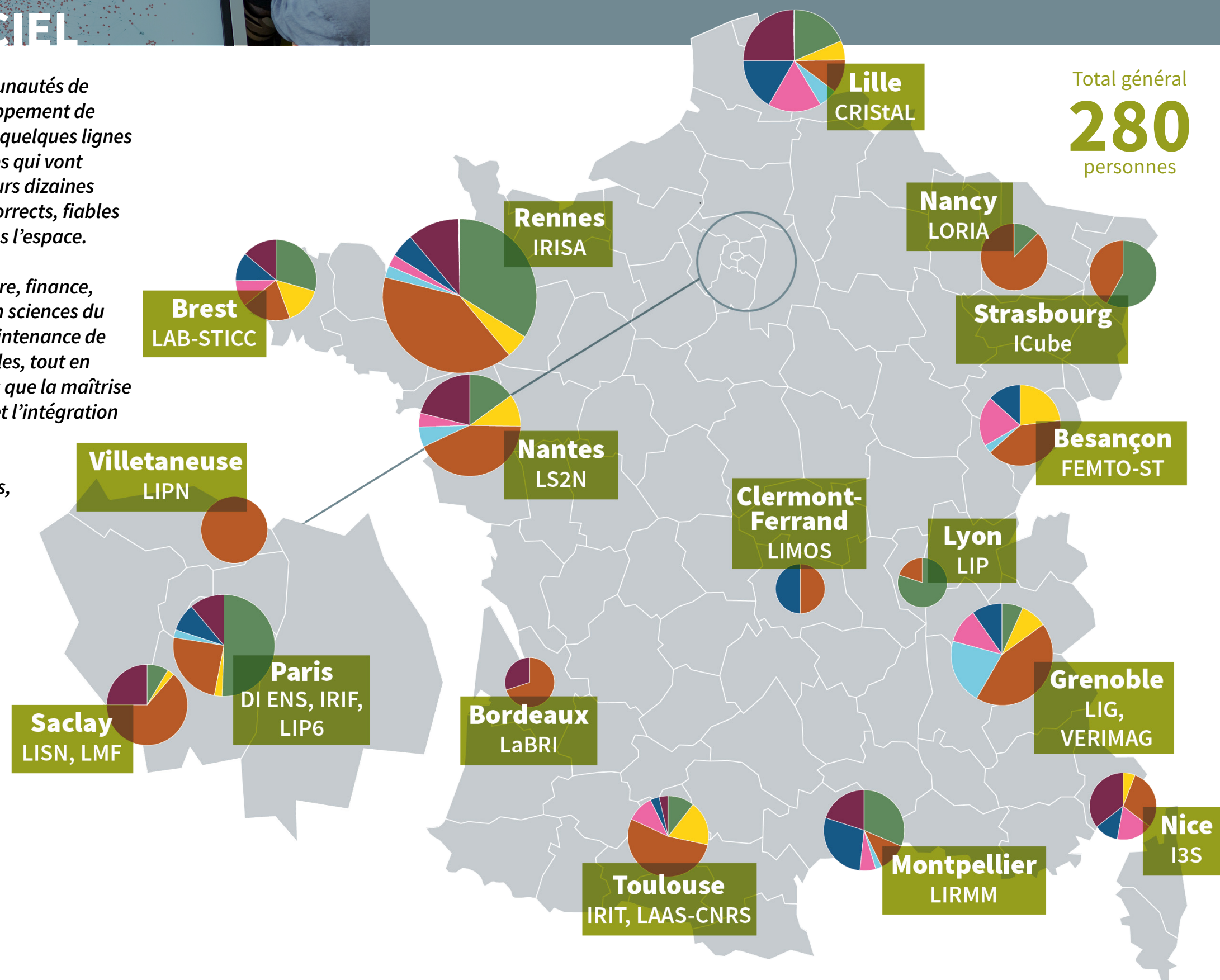
# LES LABORATOIRES EN SCIENCES DU LOGICIEL

Les sciences du logiciel recouvrent plusieurs communautés de recherche qui s'intéressent au processus de développement de logiciels et aux outils associés, logiciels qui vont de quelques lignes de code utilisés une seule fois à des milliers de lignes qui vont évoluer, être réutilisées et perdurer pendant plusieurs dizaines d'années. L'objectif est de construire des logiciels corrects, fiables et performants qui évolueront dans le temps et dans l'espace. Le logiciel touche toutes les facettes de la société : télécommunications, aérospatial, transport terrestre, finance, santé, administration, éducation. Les recherches en sciences du logiciel visent à faciliter le développement et la maintenance de logiciels informatiques complexes, fiables et durables, tout en prenant en compte les enjeux sociétaux actuels tels que la maîtrise de l'énergie, la globalisation des développements et l'intégration de l'intelligence artificielle. Elles s'étendent des méthodes formelles aux études empiriques en intégrant la construction d'outils, la fouille de codes, la vérification et la validation de logiciels.

## Thématiques abordées :

- Efficacité, sûreté et confiance
- Expression et traçabilité des exigences
- Validation et vérification
- Logiciel écoresponsable
- Adaptation dynamique des systèmes complexes de confiance
- Génie logiciel et intelligence artificielle
- Vitesse logicielle

Nombre de chercheuses, chercheurs, enseignantes-chercheuses et enseignants-chercheurs en sciences du logiciel :



Cartographie des laboratoires en sciences du logiciel au CNRS



# CITATIONS DE RECHERCHE : CHERCHEUSES ET CHERCHEURS EN SCIENCES DU LOGICIEL

Les laboratoires associés au CNRS abritent plusieurs chercheuses et chercheurs très visibles sur les thèmes liés aux sciences du logiciel.

« Caractériser des tendances d'évolution des applications sur internet, domaine où l'on ne compte plus le temps en jours ou en minutes mais en nombre de versions. »

**Xavier Blanc**  
Professeur à l'Université de Bordeaux,  
directeur du LaBRI, IUF 2015

« Offrir une vision claire de quelle sémantique choisir pour quel usage des diagrammes de séquence UML - très utiles pour représenter des scénarios d'interaction entre les entités d'un système. »

**Hélène Waeselynyck**  
Directrice de recherche CNRS au LAAS-CNRS, récipiendaire du prix de l'article le plus influent sur dix ans de la revue SoSyM

« Étendre le concept de contrat et de design-by-contract au domaine des composants logiciels. »

**Jean-Marc Jezequel**  
Professeur à l'Université de Rennes 1, membre de l'IRISA, Médaille d'argent du CNRS 2016

« Co-développer CompCert, premier compilateur (programme chargé de traduire le code des développeurs en des instructions directement compréhensibles par les machines) offrant une garantie mathématique de son exactitude »

**Sandrine Blazy**  
Professeure à l'Université de Rennes 1,  
membre de l'IRISA, récipiendaire du prix ACM

« Mesurer la consommation des logiciels s'exécutant sur une machine ou sur un cloud et définir des recommandations précises sur les programmes informatiques et les configurations les plus adaptées pour diminuer leur consommation énergétique grâce au projet ANR Distiller4. »

**Romain Rouvoy**  
Professeur à l'Université de Lille,  
membre du CRISTAL, IUF 2016

« Co-développer le logiciel Astrée, spécialisé dans les risques d'écriture au mauvais endroit, de division par zéro, de problèmes liés aux opérations en virgule flottante et autres sources potentielles de plantage, qui a été implémenté par Airbus jusque dans les derniers A380. »

**David Monniaux**  
Directeur de recherche CNRS et directeur du laboratoire VERIMAG, ERC Starting Grant 2012

## POLITIQUE SCIENTIFIQUE

*L'Institut des sciences de l'information et de leurs interactions (INS2I) du CNRS mène une action volontariste sur le thème des sciences du logiciel. Essentielles à l'innovation et à un développement raisonné et contrôlé du monde numérique, les recherches dans ce domaine couvrent un large spectre au cœur duquel validation et vérification sont omniprésentes, de la conception à la maintenance des systèmes cyberphysiques critiques aux très grands systèmes intégrant de l'intelligence artificielle (IA) dans des environnements ouverts.*

Ces recherches intègrent la prise en compte des nouveaux enjeux tels que les logiciels éco-responsables, la sécurité intrinsèque du logiciel, l'auto-adaptation logicielle, ou encore le contrôle en production et en maintenance des systèmes intégrant de l'IA. Les recherches en sciences du logiciel se placent donc comme fondamentales à nombres d'autres domaines de recherche qui reposent sur le développement logiciel, abordant ainsi les questions de reproductibilité, d'accès aux sources, de logiciel libre et de pérennité.

### RECRUTEMENT DE JEUNES CHERCHEUSES ET CHERCHEURS

Face aux immenses défis d'un monde numérique omniprésent, les recherches en sciences du logiciel sont essentielles pour comprendre, maîtriser et étendre le socle logiciel sur lequel ce monde se construit, y compris au service d'autres sciences. Les forces vives du domaine des sciences du logiciel sont principalement les enseignantes-chercheuses et enseignants-chercheurs répartis sur l'ensemble du territoire et recrutés pour accompagner les futurs masters et former les ingénieurs et ingénieures en développement logiciel dont les entreprises ont tant besoin. Cependant le CNRS s'est emparé du domaine et renforce les équipes existantes par des recrutements de jeunes chercheuses et chercheurs, cinq depuis 2016 et un senior cette année ont rejoint les laboratoires rattachés à l'INS2I (LMF, IRISA, LaBRI, CRISTAL). Par ailleurs, le CNRS recrute régulièrement des ingénieures et ingénieurs de recherche pour soutenir les équipes.

### ANIMATION SCIENTIFIQUE

En complément de la structuration des forces de recherche au sein des laboratoires, le CNRS dispose d'outils d'animation scientifique destinés à mobiliser une communauté à l'échelle nationale. Le Groupement de recherche (GDR) Génie de la programmation et du logiciel (GPL) a été créé en 2008 par le CNRS. Il permet la structuration et l'animation de la communauté (voir Focus page suivante), une réflexion sur les perspectives de la thématique et la réalisation de cartographie nationale de la recherche en sciences du logiciel et la diffusion des résultats vers le monde industriel. Chaque année le GDR organise un ensemble d'actions telles que des journées nationales, un prix de thèse, ou encore des mobilités.

### INTERACTION ENTRE LES LABORATOIRES ET LE MONDE SOCIO-ÉCONOMIQUE

Pour de nombreuses chercheuses et chercheurs de la thématique, il est par essence naturel de s'intéresser aux problématiques des entreprises et à leur pratique en termes d'écosystème logiciel. Ces entreprises peuvent fournir des cadres applicatifs et des données à analyser (dont bien évidemment des codes et des éléments de conception de code) pour comprendre et faire évoluer les objets de recherche du domaine. La thématique forme également un grand nombre de doctorants bénéficiant du dispositif CIFRE (Conventions Industrielles de Formation par la Recherche) en partenariat aussi bien avec des grands acteurs économiques des domaines des transports, de l'énergie ou des télécommunications (Thales, Airbus, Michelin, Orange, OVH, Communication & Système (C-S), Airbus, CEA, SOPRA-Sterea, SAFRAN, Samares Engineering, etc.) qu'avec les entreprises du service du numérique (Worldline, Davidson, Berger-Levrault, etc.). Les chercheuses et chercheurs de la thématique peuvent également être impliqués dans le montage de start-up telles que la start-up Promyze au LaBRI, ou Smartesting à FEMTO-ST (voir Innovation page suivante).

## Le Groupement de recherche Génie de la programmation et du logiciel

Le Groupement de recherche (GDR) Génie de la programmation et du logiciel (GPL) est un outil national d'animation de la recherche créé en 2008 par le CNRS. Le GDR rassemble aujourd'hui plus de 1630 participants issus du CNRS, des institutions académiques partenaires (écoles et universités) et du monde industriel (15%), répartis sur tout le territoire.



Directrice du GDR  
**Mireille Blay-Fornarino**  
Professeure à l'Université Côte d'Azur, membre d'I3S



Pour maîtriser et automatiser les développements logiciels fiables, les chercheuses et chercheurs en sciences du logiciel proposent et étudient les concepts, les langages, les méthodes et les outils de conception, vérification et validation de logiciels essentiels.

Le GDR anime la communauté au travers d'activités scientifiques, dont des ateliers interdisciplinaires, des rencontres entre académiques et industriels, des écoles pour jeunes chercheuses et chercheurs, et des journées nationales. Le GDR délivre chaque année un prix à la meilleure thèse en sciences du logiciel. Des actions de mobilité visent également à favoriser les échanges entre les équipes.

Avec l'aide de son comité scientifique, le GDR est également un outil d'échanges et de construction pour répondre aux nouveaux enjeux des sciences du logiciel. La mise en place de nouveaux modèles de collaborations avec les entreprises et leurs équipes de développement, la dissémination des recherches pour alerter sur l'extrême urgence d'une conscience éco-responsable et éthique des logiciels qui passent par de nouveaux processus de développement ou encore le développement de collaborations scientifiques entre recherche et entreprises, notamment via des thèses, sont quelques exemples. Les 13 groupes de travail du GDR ont été créés sur la base d'un ensemble de défis de recherche identifiés par la communauté. Ces groupes interagissent régulièrement, en particulier lors des journées du GDR qui regroupent chaque année près de 100 personnes.

Pour en savoir +  
<https://gdr-gpl.cnrs.fr>

### LES ACTIVITÉS DU GDR S'ORGANISENT SELON 13 GROUPES DE TRAVAIL :

- AFSEC : Approches Formelles des Systèmes Embarqués Communicants
- CLAP : Compilation, Langages, Analyses, Parallélisme
- Debugging
- GLIA : Génie Logiciel et Intelligence Artificielle
- GL\_Sec : La sécurité dans le développement logiciel
- HiFi : Méthodes Formelles et Programmation Haute Fidélité pour Systèmes Critiques Émergents
- IDM : Ingénierie Dirigée par les Modèles
- IE : Ingénierie des Exigences
- LVP : Langages et vérification de programmes
- Logiciel Éco-Responsable
- MTV2 : Méthodes de test pour la validation et la vérification
- VL : Vélocité Logicielle
- YODA : *Trustworthy and Optimal Dynamic Adaptation*

L'augmentation du transfert de connaissances vers les entreprises et plus généralement vers l'ensemble de la société ainsi que l'accroissement de l'impact économique de ce transfert sont des priorités au CNRS. Les sciences du logiciel offrent de nombreuses opportunités d'interaction entre les laboratoires et le monde économique.

## Start-up

Sur plus de 1400 start-up issues d'unités mixtes de recherche CNRS, 38% relèvent du secteur des technologies de l'information et de la communication, les sciences du logiciel constituant un terrain fertile en la matière.

### PROMYZE

ProMyze propose aux entreprises du numérique un nouvel outil capable, grâce à des mécanismes de ludification, d'optimiser les pratiques de développement logiciel, réduire le poids de la dette technique, et améliorer la qualité du produit. Créée en 2016, la start-up est issue des travaux de Xavier Blanc, professeur à l'Université de Bordeaux et directeur du LaBRI (CNRS/Bordeaux INP/Université de Bordeaux), dans le domaine de la qualité logicielle.

### SMARTESTING

Co-fondée en 2015 par Bruno Legeard, professeur à l'Université de Franche-Comté, membre de FEMTO-ST (CNRS/Université Bourgogne Franche-Comté), Smartesting conçoit des solutions de tests logiciel : ces tests permettent de vérifier que le programme fait bien ce qu'il est censé faire. L'innovation réside dans la mise en œuvre d'algorithmes intelligents pour générer automatiquement des tests à partir de représentations graphiques de l'application à valider.

## Logiciel libre

Une attention particulière est accordée à la valorisation via le logiciel libre, qui permet de rendre utilisable les résultats de la recherche par la société. Une partie de ces logiciels libres a été mise à l'honneur à l'occasion de la première édition des prix Science ouverte du logiciel libre de la recherche, organisée par le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation. Sept des dix logiciels primés sont issus des laboratoires rattachés au CNRS, dont quatre de l'INS2I.

### DANIEL LE BERRE : MÉDAILLE DE L'INNOVATION DU CNRS 2018

Avec la médaille de l'innovation, créée en 2011, le CNRS honore des recherches scientifiques à l'origine d'une innovation marquante. En 2018, Daniel Le Berre, professeur à l'Université d'Artois, membre du CRIL (CNRS/ Université d'Artois) a été distingué par la médaille de l'innovation pour le développement du logiciel libre de satisfaisabilité de formules logiques Sat4j, qui propose un ensemble d'outils de raisonnement en variables booléennes pour le langage Java.

## TUTELLES DES LABORATOIRES

Bordeaux INP  
Centrale Lille  
École Centrale de Nantes  
École des Mines de Saint-Étienne  
ENIB  
ENS - PSL  
ENS de Lyon  
ENS Paris-Saclay  
ENSTA Bretagne  
IMT Atlantique  
INP Toulouse  
Inria  
Nantes Université  
Sorbonne Université  
Université Bourgogne Franche-Comté  
Université Bretagne Occidentale

Université Bretagne-Sud  
Université Claude Bernard Lyon 1  
Université Clermont Auvergne  
Université Côte d'Azur  
Université de Bordeaux  
Université de Lille  
Université de Lorraine  
Université de Montpellier  
Université de Rennes 1  
Université de Strasbourg  
Université Grenoble Alpes  
Université Paris Cité  
Université Paris-Saclay  
Université Sorbonne Paris Nord  
Université Toulouse 3 Paul Sabatier

Photo de couverture : Maîtriser la complexité du logiciel

© Christian MOREL / IRISA / CNRS Photothèque

### CNRS

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

3, rue Michel-Ange 75016 Paris

[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 2022**

Contact :

[olivier.serre@cnrs.fr](mailto:olivier.serre@cnrs.fr)

