LE PETIT ILLUSTRÉ DES 80 ANS **DU CNRS** ans **CNRS Occitanie Ouest** Regards croisés de chercheur es COLLECTION **n°41** 4,90 €

r age r	Editorial: Decouvil te orange et ectebrer nos vateurs
Pages 2-9	Le CNRS à Toulouse, histoires croisées, histoire commune
Pages 10-13	Un Nobel fait décoller la chimie toulousaine
Pages 14-19	Ingénierie à Toulouse, genèse des sciences
Pages 20-23	Le CEMES, carrefour d'histoires et de physique
Pages 24-25	1989 : La physique fondamentale évolue
Pages 26-29	Écologie : Entre Garonne et Pyrénées
Pages 30-33	Les sciences de l'univers en Occitanie
Pages 34-37	La biologie et le CNRS à Toulouse
Pages 38-41	Sciences humaines et sociales et le CNRS à Toulouse
Pages 42-43	Les sciences mathématiques et le CNRS à Toulouse
Pages 44-45	Les sciences informatiques et le CNRS à Toulouse
Pages 46-47	Former des esprits universels : Jaurès dans La Dépêche

Ce Petit Illustré 80 ans du CNRS Occitanie Ouest contient un encart de huit pages, entre les pages 24 et 25, consacré à la culture scientifique et aux manifestations organisées à l'occasion des 80 ans du CNRS.

DÉCOUVRIR LE CNRS ET CÉLÉBRER NOS VALEURS



Gros plan sur la section transversale d'un tronc de chêne âgé de 62 ans, avant et après carbonisation. © Cyril Fresillon/AASPE/CNRS Phothothèque

Le 19 octobre 2019, le CNRS fêtera ses 80 ans d'existence. Pas encore un siècle, mais un âge vénérable qui nous donnera tout au long de cette année l'occasion de célébrer, dans l'Hexagone et à l'étranger, les valeurs qui fondent de notre institution : la liberté de la recherche, l'avancée des connaissances, le travail en équipe, l'excellence scientifique, l'innovation et le transfert, le progrès social, la diffusion de la culture scientifique comme antidote aux contre-vérités et à l'obscurantisme.

Notre collaboration de neuf années avec *La Dépêche du Midi*, à travers le *Petit Illustré*, nous donne une belle opportunité de porter un regard historique sur le site de Toulouse, du point de vue des disciplines et des personnalités scientifiques, de la création des laboratoires et aussi du rôle du CNRS dans cet écosystème. Grâce à Denis Guthleben, attaché scientifique au Comité pour l'histoire du CNRS, auteur de plusieurs ouvrages sur notre institution, nous vous proposons de découvrir comment Toulouse est ville de vieille tradition universitaire. Elle occupait en 1870 la deuxième place en France pour le nombre de ses chaires et de ses étudiant es après Paris et

bénéficiait déjà d'une grande notoriété dans le champ de l'astronomie, grâce à l'observatoire réputé de Jolimont.

Dans les grands champs disciplinaires couverts par le CNRS, nous aborderons, au fil des pages, l'histoire de quelques laboratoires connus et moins connus, l'émergence de sciences nouvelles et découvrirons comment notre institution a permis de structurer et souvent d'impulser la recherche à Toulouse. En complément d'un riche passé, nous proposons un florilège de recherches actuelles menées dans nos laboratoires en montrant que d'autres aspects sont désormais bien présents dans le monde de la recherche, comme l'interdisciplinarité ou la mixité. Enfin, nous verrons pourquoi et comment la culture scientifique occupe, depuis longtemps, une place particulière dans la ville rose en proposant un agenda des rendez-vous pour fêter, ensemble, avec nos partenaires, les 80 ans de notre institution.

Bonne lecture!

Christophe Giraud Délégué régional du CNRS Occitanie Ouest

LE CNRS À TOULOUSE, HISTOIRES CROISÉES, HISTOIRE COMMUNE...



Le physicien
Gaston Dupouy,
doyen de la faculté
des sciences
de Toulouse,
devient,en 1950,
le directeur
du CNRS.
© Jean Dieuzaide
Mairie de Toulouse,
Archives municipales
(cote 84Fi_ncR26732)



CONTRIBUTEUR Denis Guthleben, attaché scientifique au Comité pour l'histoire du CNRS, rédacteur en chef de Histoire de la recherche

19 OCTOBRE 1939.

Le CNRS voit le jour à la faveur d'un décret du président de la République Albert Lebrun, avec pour mission principale de « provoquer, coordonner et encourager les recherches de science pure ou appliquée » à travers le pays. Dans l'immédiat, alors que le monde vient de sombrer dans la guerre peu après l'invasion de la Pologne par l'Allemagne nazie, il doit surtout veiller à la mobilisation scientifique. Le nouvel organisme n'est toutefois pas une création ex nihilo: il vient couronner plusieurs décennies de réflexions sur l'organisation de la recherche en France, et s'implante au cœur d'un paysage qui n'est pas vierge. En effet, en parallèle de l'élan national qui a mené à sa naissance, des initiatives locales ont favorisé l'essor de pôles scientifiques dynamiques. Parmi eux, Toulouse dispose d'atouts inestimables, sur lesquels le CNRS va vite s'appuyer...

LE CNRS : BRÈVE HISTOIRE D'UNE CRÉATION

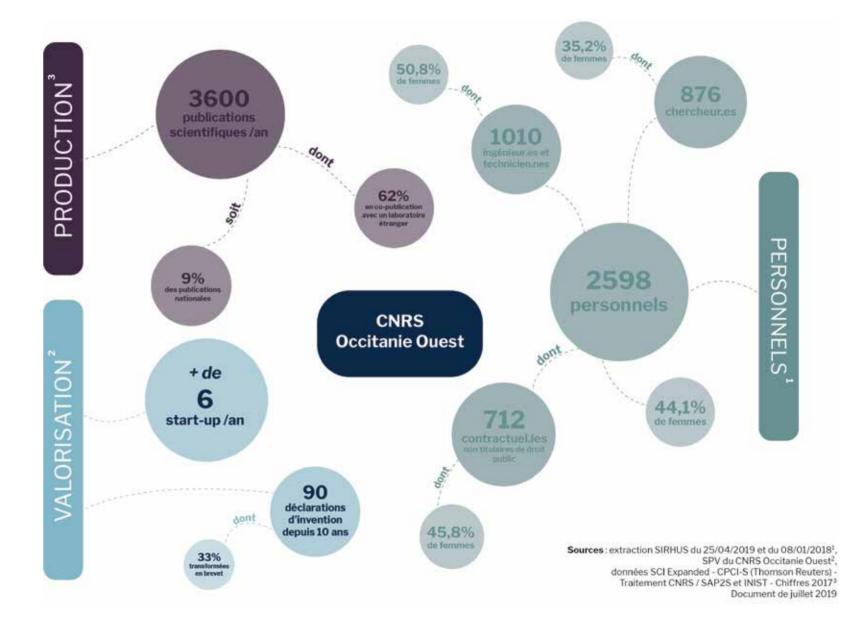
La lointaine genèse du CNRS débute avec la débâcle de Sedan. Dans l'odeur de la poudre, les savants s'entendent sur un constat, exprimé avec vigueur par Louis Pasteur dès 1871 : « Les malheurs de la patrie seraient liés d'une manière douloureuse à la faiblesse de notre organisation scientifique »! La jeune Troisième République s'emploie, sous leurs exhortations, à

réformer l'enseignement supérieur, à accroître les budgets d'établissements comme le Collège de France, et à encourager les initiatives qui fleurissent dans les facultés, à Paris et en province. En quelques années, le nouveau régime a fait plus dans ce domaine que tous ceux qui l'ont précédé. Mais, à l'aube du XX^e siècle, chacun s'accorde à dire qu'il n'en a pas encore fait assez : en 1914, face à une Allemagne qui a puissamment investi dans ses laboratoires et vient de créer avec la Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft une institution impériale « pour le progrès des sciences », la France fait toujours pâle figure, et ne s'en sort guère mieux au lendemain de la Grande Guerre. « La misère de nos laboratoires est quelque chose de prodigieux », s'alarme parmi d'autres Maurice Barrès, dans un plaidoyer Pour la haute intelligence française paru en 1925. L'année suivante, Jean Perrin obtient le prix Nobel de physique. Dans la foulée, avec le soutien du baron Edmond de Rothschild, il fonde à Paris l'Institut de biologie physico-chimique, un laboratoire de pointe où des « chercheurs » de diverses disciplines recoivent pour mission de percer « les secrets de la Nature ». Cette expérience, un grand succès, conduit ses initiateurs à s'interroger : pourquoi ne pas l'élargir à l'échelle du pays? De cette question, Jean Perrin fera sa croisade pendant les années 1930, obtenant tout d'abord la création d'un Conseil supérieur et d'une Caisse nationale de la recherche scientifique - la CNRS. 1936 marque un tournant : >

LE CNRS, UNE PRODUCTION DE CONNAISSANCES DEPUIS 80 ANS

Le Centre national de la recherche scientifique est le principal organisme public de recherche en France et en Europe. Avec près de 32 000 personnes, un budaet de 3.4 milliards d'euros et une implantation sur l'ensemble du territoire national, le CNRS exerce son activité dans tous les champs de la connaissance, en s'appuyant sur plus de 1 100 laboratoires. Le CNRS mène des recherches dans l'ensemble des domaines scientifiques, technologiques et sociétaux : mathématiques, physique, sciences et technologies de l'information et de la communication, physique nucléaire et des hautes énergies, sciences de la planète et de l'Univers, chimie, sciences du vivant, sciences humaines et sociales, environnement et ingénierie.

Représenté en régions par 18 délégations, le CNRS est présent en Occitanie Ouest qui constitue le deuxième site de l'organisme en potentiel de recherche. En effet, dans ses 62 structures de recherche, il rassemble près de 2 600 personnes avec une implantation principalement à Toulouse mais aussi à Moulis, dans l'Ariège, ou encore à Albi. Le CNRS est membre fondateur de l'Université de Toulouse.



Jean Perrin, prix Nobel de Physique en 1926, sera le arand initiateur du développement de la recherche à l'échelle du pays. Dans les années 30. il obtient la création d'un Conseil supérieur et d'une Caisse nationale de la recherche scientifique - la CNRS. © Palais de la Découverte



> après la victoire du Front populaire, Léon Blum désigne à l'Éducation nationale le jeune député radical Jean Zay. À ses côtés, un sous-secrétariat d'État à la recherche est inauguré : une première dans notre histoire! Irène Joliot-Curie accepte d'y être nommée, à condition de pouvoir céder rapidement sa place à Jean Perrin. « Ce soussecrétaire d'État septuagénaire et glorieux déploya aussitôt la fougue d'un jeune homme », note Jean Zay dans ses mémoires. À leur initiative commune, les réalisations se succèdent, et la création d'un organisme national est prévue. La chute du gouvernement Blum et les tensions internationales croissantes retardent sa création: le CNRS, enfant - posthume - du Front populaire, naît en octobre 1939.

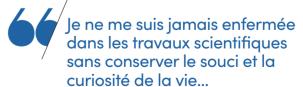
PENDANT CE TEMPS. À TOULOUSE...

Au fil des décennies, Toulouse n'est pas restée à l'écart de ce mouvement. Ville de très vieille tradition universitaire, elle occupait en 1870 la deuxième place en France pour le nombre de ses chaires et de ses étudiants, derrière Paris. Siège de l'observatoire réputé de Jolimont, elle bénéficiait aussi d'une grande notoriété dans le champ de l'astronomie - dès la fin du siècle précédent, Jérôme de Lalande indiquait déjà qu'elle était « de toutes les villes de province celle où l'astronomie est la plus cultivée ». Cette position favorable ne l'a pas mise à l'abri des épreuves : dans leur volonté de concentrer les forces scientifiques du pays autour de quelques grands pôles de recherche - débat qui demeure ô combien d'actualité! -, le député et futur ministre de l'Instruction publique Paul Bert, dès les années 1870, puis le directeur de l'enseignement supérieur Louis Liard à partir de 1880, ont envisagé de supprimer ses facultés au profit de celles de Bordeaux! Il n'en fallait pas plus pour mobiliser ses édiles et ses habitant·es: tandis que des personnalités scientifiques - le recteur Perroud, le doyen Baillaud, le professeur Sabatier... - et politiques - à commencer par Jean Jaurès (lire p.46), au fil d'articles enflammés dans La Dépêche - défendent

leurs facultés bec et ongles, Toulouse porte le projet de rénovation universitaire le plus ambitieux et le mieux doté du pays. Il aboutit en particulier à la construction d'une nouvelle faculté des sciences, inaugurée en grande pompe par le président Sadi Carnot en 1891. Un combat victorieux, en somme, qui permet à Toulouse de conforter sa position de première ville universitaire de province à la fin du XIX^e siècle. Paul Sabatier, devenu à son tour doyen de la faculté des sciences, transforme ensuite l'essai, en favorisant la création de plusieurs instituts, de chimie en 1906, d'électrotechnique en 1907, agricole en 1909, et en obtenant trois ans plus tard un prix Nobel de chimie dont le prestige rejaillit sur la ville : pour accueillir en son sein ce glorieux savant qui refuse de quitter son Sud-Ouest natal, l'Académie des sciences décide de revoir ses statuts et de concevoir un titre de « membre non résident » dans la capitale. Et bien d'autres initiatives encore pourraient être signalées au fil de ces années, à l'image de la fondation par Charles Camichel du laboratoire d'hydraulique au sein de l'institut d'électrotechnique, à la veille de la Première Guerre mondiale, et dont les multiples développements aboutissent à la création d'un Institut de mécanique des fluides qui continue d'œuvrer aujourd'hui encore sur l'île du Ramier. Au final, certains signes ne trompent pas : si, en 1894 encore, Toulouse n'attirait que 4% des étudiants étrangers qui séjournaient alors en



Irène Joliot-Curie, reçoit le prix Nobel de Chimie en 1935 ; elle est, en 1936, l'une des trois premières femmes à entrer dans un gouvernement, en qualité de sous-secrétaire d'État à la Recherche scientifique.© D.R.



Irène Joliot-Curie, 1935



Paul Sabatier, entre 1923 et 1931, portrait en buste du chimiste en habit de membre de l'Académie des sciences portant la croix de commandeur de la Légion d'honneur. © Paul Caubère – Mairie de Toulouse, Archives municipales, (cote 2Fi5408)

France – contre près de 80% à ce momentlà pour Paris –, elle en reçoit près de 22% en 1929, presque à égalité avec la capitale (26%) et très loin devant Grenoble qui occupe alors, avec 13%, la troisième place... Rien d'étonnant, dans ces conditions, de voir le tout jeune CNRS prendre rapidement ses quartiers dans le périmètre toulousain!

LE CNRS À TOULOUSE

Cette installation ne peut cependant pas intervenir dans l'immédiat : sept mois seulement après sa création, le CNRS est confronté, comme l'ensemble du pays, à la débâcle, à l'exode, puis à l'Occupation. Dans une France coupée en deux, son administration centrale installée à Paris n'est pas en mesure de soutenir les initiatives loin de la capitale, même en zone libre. De plus, les laboratoires sont confrontés aux pénuries, et maintenus isolés de la recherche internationale : le plus souvent, ils ne peuvent que répondre aux besoins les plus urgents du moment, en travaillant avec acharnement à la découverte des « ersatz » qui permettent d'amoindrir les difficultés que rencontrent les Français. Mais, après la Libération, il ne faut pas attendre bien longtemps pour voir l'inauguration d'un premier laboratoire du CNRS à Toulouse : en 1947, le service de la carte de la végétation y ouvre ses portes, sous la direction du botaniste et géographe Henri Gaussen, professeur à la faculté

des sciences. Projet visionnaire, ce service apparaît comme le lointain pionnier des laboratoires qui œuvrent aujourd'hui dans le domaine de l'écologie, et figure en particulier dans l'arbre généalogique du Laboratoire écologie fonctionnelle et environnement (Ecolab).

Au fil des décennies, de nouvelles initiatives viennent compléter ce laboratoire originel. Certaines se sont bâties autour de personnalités fortes, à l'exemple du physicien Gaston Dupouy : appelé lui-même à la direction du CNRS entre 1950 et 1957, il a fondé à son retour à Toulouse, avec le soutien de l'organisme, un laboratoire d'optique électronique qui, avec sa célèbre « Boule » abritant un microscope de très grande puissance, a profondément marqué le paysage toulousain! Les ambitions que nourrissent de telles personnalités rencontrent d'ailleurs souvent les grands desseins nationaux : Michel Laudet fonde le centre d'informatique de Toulouse peu avant le lancement du « Plan Calcul » et la création de l'Institut de recherche en informatique et automatique (IRIA, ex-INRIA) par le gouvernement, tandis que Jean Lagasse édifie en 1968 le LAAS, alors « laboratoire d'automatique et de ses applications spatiales », au moment de la décentralisation des activités aéronautiques et spatiales de la région parisienne vers Toulouse. Et, comme pour l'écologie vingt ans plus tôt ou la microscopie électronique au cours de la décennie précédente,

ces initiatives d'avant-garde viennent éclairer les compétences, le savoir-faire et l'excellence que la région continue d'afficher aujourd'hui encore dans les champs de l'informatique et des sciences de l'ingénierie.

Ce constat est de rigueur dans bien d'autres domaines, comme les pages qui suivent en témoignent abondamment : pour la chimie – bien sûr ! –, les mathématiques, les sciences du vivant, les sciences de la Terre et de l'Univers, aussi bien que les sciences humaines et sociales... Toulouse et le CNRS, le CNRS et Toulouse, ce n'est pas la petite histoire locale qui se développe à l'ombre de la grande histoire nationale, mais deux trajectoires croisées, se nourrissant l'une de l'autre, et faisant avancer la région et le pays dans un même élan !

Toulouse et le CNRS, le CNRS et Toulouse, sont deux trajectoires croisées qui se nourrissent l'une de l'autre, dans un même élan!

CONTRIBUTEUR

Laboratoire des Interactions moléculaires et réactivité chimique et photochimique

UN NOBEI

FAIT DÉCOLLER LA CHIMIE TOULOUSAINE



d'écoulement des fluides dans l'atelier de la rue Sainte-Catherine, à Toulouse. © UT3 - Paul Sabatier

de la discipline se traduisit vite par la multiplication associés au CNRS, et purent ainsi se développer. Avec le laboratoire propre au CNRS de chimie de coordination, créé en 1974, et, dans le domaine des matériaux, le laboratoire de chimie des matériaux

uand la chimie est devenue une science, inorganiques et énergétiques, associé au CNRS, la dans la première partie du XIX^e siécle, chimie toulousaine a présenté dés lors un ensemble les chimistes toulousains disposaient de de qualité avec une production scientifique à la moyens de travail extrêmement modestes. La pre- mesure de son dynamisme tant en chimie fonmiére chaire « visible » de la discipline a été occu- damentale que dans le secteur des applications. pée par Edouard Filhol dont les recherches étaient Toutes ces entités, dynamiques, ont rapidement orientées vers un soutien aux ressources régio- cherché à valoriser le potentiel humain et matériel nales: thermalisme, valorisation des substances dont elles disposaient, ce qui s'est traduit par des issues des plantes, etc. Ce n'est qu'aprés la nomi-regroupements en structures fédératives ouvertes nation de son successeur, Paul Sabatier, en 1884, à tous. C'est ainsi qu'en 1975, le CNRS attribue que des laboratoires opérationnels ont pu être l'un des premiers appareils CAMECA de RMN à ouverts, avec suffisamment de moyens pour tra- haut champ aux équipes associées, tout en souhaivailler, lui permettant d'être récompensé en 1912 tant une utilisation très large de cet appareil. Les par le prix Nobel de chimie. À cette époque, il n'v chimistes de l'Université Paul Sabatier ont alors avait qu'une seule chaire de chimie à la Faculté des rédigé les premiers statuts d'un Groupe régional Sciences, mais la spécialisation à l'intérieur même de mesures physiques, statuts qui ont été adoptés ensuite par plusieurs centres de recherche français. des chaires et donc des laboratoires de recherche. Le CNRS a accompagné les chimistes tout au long Vers le milieu des années 1960, on put constater des réflexions pour aboutir à la création de l'Instiune forte orientation des travaux en faveur de la tut de chimie de Toulouse, pour la chimie molécuchimie moléculaire. C'est dans ce domaine que, laire, et du Centre inter-universitaire de recherche quelques années plus tard, trois laboratoires furent et d'ingénierie des matériaux, pour la chimie des

[...] Jusqu'à ce que je découvre un mécanisme réactionnel du fluor par transfert monoélectronique, alors inconnu et très prometteur. Dès lors, j'ai compris que recherche fondamentale et recherche appliquée seraient pour moi indissociables.

Isabelle Rico-Lattes, médaille d'argent du CNRS en 2006

INSTITUT DE CHIMIE DE **TOULOUSE, POUR LA FÉDÉRATION DE LA COMMUNAUTÉ**

La chimie moléculaire toulousaine, forte d'un potentiel humain de plus de 500 personnes dont 350 permanent⋅es, est fédérée dans l'Institut de chimie de Toulouse (ICT), qui regroupe six laboratoires de chimie ainsi que des équipes de chimie de deux laboratoires de physique d'études structurales (CEMES) et le Laboratoire de physique et chimie des nano-objets (LPCNO). Les activités scientifiques des équipes de recherche couvrent tous les domaines, de la chimie moléculaire allant d'études très fondamentales jusqu'aux aspects les plus appliqués et les actions aux interfaces avec les autres disciplines comme la physique et la biologie. L'ICT a été pionnier dans la mutualisation des équipe-

ments mi-lourds qui sont mis à disposition de toute la communauté scientifique. Ainsi, une équipe forte d'une vingtaine d'ingénieur∙es et de technicien·nes ainsi que des équipements ana lytiques performants constituent la plateforme scientifique et technique permettant d'appor : le Centre d'élaboration de matériaux et ter un soutien efficace aux chercheur-es. Historiquement, l'Institut de chimie de Toulouse est issu de la Fédération de chimie créée par le professeur Armand Lattes en 1994. La visibilité et le rayonnement des chimistes du site toulousain sont attestés depuis plusieurs années par de nombreux prix nationaux et internationaux et par quatre élections à l'Académie des Sciences française.



CONTRIBUTEUR Antoine Baceiredo. Institut de chimie de Toulouse (CNRS, Toulouse INP, UT3, IRD).

LE LABORATOIRE DE CHIMIE DE COORDINATION

En 1974, sous l'impulsion de Fernand Gallais, membre de l'Académie des Sciences, le CNRS fusionne plusieurs équipes universitaires toulousaines afin d'explorer une discipline alors en plein essor, la chimie de coordination : c'est la création du LCC. Unité propre de recherche du CNRS, le laboratoire a, depuis, su attirer plusieurs équipes de renommée internationale et ainsi faire évoluer ses thématiques de recherche comme la catalyse homogène à la fin des années 80, la chimie des nanoparticules dans les années 90, ou encore dans les années 2010 un axe santé qui n'a cessé de se développer. Les études actuelles correspondent ainsi à trois grandes thématiques aux interfaces avec d'autres disciplines : chimie fine, chimie de coordination et catalyse tournées vers le développement durable ; les matériaux moléculaires à l'interface avec la physique, les nanosciences, les nanotechnologies et la chimie bio-inorganique et le rôle des métaux en biologie à l'interface avec les sciences du

Le LCC fête cette année ses 45 ans.





CONTRIBUTEUR
Gilbert Balavoine,
Laboratoire de chimie
de coordination
du CNRS

Échantillons préparés à partir de prélèvements effectués au cours de réactions de catalyse. Ces échantillons seront analysés par chromatographie en phase gazeuse, technique analytique permettant de séparer, identifier et quantifier les produits issus de la réaction. La catalyse est un des domaines de recherche développé au sein du laboratoire de chimie de coordination de Toulouse.

© Frédéric MALIGNE / LCC / CNRS photothèque.

LE LHFA, DE LA CHIMIE DU GERMANIUM À L'HÉTÉROCHIMIE

Dans un contexte où la recherche apparaît comme une grande œuvre collective, on omet parfois le rôle déterminant des initiatives individuelles. L'histoire du laboratoire d'hétérochimie fondamentale et appliquée débute ainsi avec un pionnier : Michel Lesbre (1908-1999). Diplômé de l'École de chimie industrielle de Lyon, où il a été l'élève du prix Nobel Victor Grignard, le jeune chercheur rejoint Georges Urbain à la Sorbonne dans les années 1930. Nommé à la faculté des sciences de Toulouse en 1949, il fonde au milieu de la décennie suivante. rue Sainte-Catherine, un laboratoire dédié à la chimie du germanium. Peut-être cette appellation de « laboratoire » est-elle encore abusive : le maître n'a réuni que quelques collaborateurs, dont Jacques Satgé et Pierre Mazerolles. Mais, alors que la chimie organométallique est en plein essor, leurs résultats sont vite reconnus à l'international. Le CNRS ne s'y trompe pas, qui fait du groupe de

Michel Lesbre l'une de ses premières équipes de recherche associées en 1967. Devenu laboratoire de chimie des composés organiques du germanium en 1979, avant de prendre son nom actuel en 1994, le LHFA poursuit une belle aventure inaugurée il y a près de 70 ans...



Les études actuelles correspondent à trois grandes thématiques : chimie fine, chimie de coordination et catalyse, tournées vers le développement durable



CONTRIBUTEUR Denis Guthleben, historien du CNRS

Composé organométallique purifié par sublimation sous vide partiel généré par une pompe turbo-molé-culaire. Cette technique de purification permet d'abaisser la température de passage de l'état solide à l'état gazeux d'un composé thermiquement fragile en utilisant un vide poussé et sa récupération à son état initial sous forme d'un solide pur sur la zone centrale réfrigérée.

© Frédéric MALIGNE /LHFA/CNRS-Photo-



L'Université Toulouse III - Paul Sabatier trouve ses origines au XIII° siècle et naît officiellement en 1969 de la fusion des facultés de médecine, de pharmacie et des sciences. La diversité de ses laboratoires et de ses formations en sciences, santé, sport, technologie et ingénierie contribue depuis 50 ans à la formation de plus de 30 000 étudiant-es par an. Les unités mixtes communes avec le CNRS sont au nombre de quarante-six.

cnrs

INGÉNIERIE À TOULOUSE

CONTRIBUTEUR

GENÈSE DES SCIENCES



culture. Le développement de l'hydroélectricité scientifique et souci des enjeux de société pyrénéenne, poussé par l'électrification des chemins de fer, incite Camichel à créer un laboratoire d'hydraulique. En 1930, la notoriété de ce labora-

√'est à la IIIe République, soucieuse d'ins-toire détermine le ministère de l'Air à fonder à Toutruction publique et de formation des louse un Institut de mécanique des fluides. On y dites, que l'on doit le développement des étudie notamment les flotteurs des hydravions facultés des sciences, et, en leur sein, d'instituts Latécoère, et, dans la soufflerie aérodynamique,

dominée par le droit et la médecine, participe au Après la guerre et plus encore dans la France gaulmouvement sous l'impulsion décisive de deux uni-lienne, se développent de nouveaux champs d'inversitaires: le chimiste Paul Sabatier (prix Nobel vestigation: informatique, automatique, science - non sans frictions -, une nouvelle relation de les soutient vigoureusement : « Être patriote c'est mutuel enrichissement, dont témoigne la créadévelopper la Nation par la production, par l'in-tion par le CNRS, en 1975, d'un département des dustrie, par la culture, par la raison! » affirme le Sciences physiques pour l'ingénieur. Son premier directeur est le toulousain Jean Lagasse.

Avec le concours de la Ville sont alors fondés un Comme l'illustrent les pages qui suivent, la région institut de chimie (1906), un institut électrotech- est aujourd'hui un pôle majeur des sciences pour nique (1907) et un institut agricole (1909). Le suc-l'ingénierie. Celles-ci y poursuivent un dialogue cès est immédiat : en 1913, sur les 857 étudiants pluridisciplinaire, en particulier avec les sciences de la faculté des sciences, 422 sont inscrits à l'ins- de la vie et les sciences de l'univers, conjuguant, titut électrotechnique, 77 en chimie et 26 en agri-fidèles à l'esprit des fondateurs, libre curiosité

Soufflerie historique de l'Institut de mécanique des fluides de Toulouse 🛭 Jean Dieuzaide, Mairie de Toulouse, Archives municipales (cote 84Fi1_680

l'aime comprendre les choses. La science physique pour l'ingénieur est à la frontière de plusieurs domaines. Souvent il est difficile de voir la cohérence d'un résultat, il faut reconstruire le puzzle. C'est ce qui me plait, ce qui me donne de l'énergie.

Françoise Massines, médaille d'argent du CNRS en 2014

Aile A320 avec son volet hypersustentateur. Amincissement de la zone tourbillonnaire entourant la partie arrière de l'aile (bord de fuite) et modification de la turbulence par le morphina illustré par simulation numérique aux échelles réelles, © IMFT/LAPLACE

DES AILES DU FUTUR BIO-INSPIRÉES

Les travaux de recherche sur le morphing œuvrent à l'optimisation de la forme et du comportement vibratoire d'aéronefs en

utilisant des matériaux électroactifs intelligents et des concepts d'aérodynamisme avancés.

Suite à ces recherches, la résistance au vent peut être diminuée d'un ordre de 3-5% et les sources du bruit aérodynamique produit par le bord de fuite d'un ordre de 8%. On obtient par ailleurs simultanément le renforcement de plus petits tourbillons capables d'augmenter la portance d'un ordre de 5%. Ces concepts du morphing hybride sont inspirés en partie par le mouvement des ailes de

grands oiseaux prédateurs qui sont capables de les cambrer et les déformer considérablement tout en faisant vibrer leurs plumes et plumettes afin de détruire les turbulences nocives et de renforcer les tourbillons bénéfiques. Un prototype d'une aile d'avion Airbus est à l'étude dans la soufflerie de l'Institut de mécanique des fluides de Toulouse en collaboration entre les deux Instituts de recherche. Ces nouveaux designs conduisent à une économie de carburant de l'ordre de 2% et font l'objet du projet européen www.smartwing.org/SMS/EU

CONTRIBUTRICE CONTRIBUTEUR

Marianna Braza. Institut de mécanique des fluides de Toulouse (IMFT -CNRS. Toulouse INP. UT3) Jean-François Rouchon Laboratoire plasma et conversion d'énergie (LAPLACE

- CNRS, Toulouse INP, UT3)

CNIS 14 Le Petit 80 ANS DU CNRS

Le LAAS-CNRS

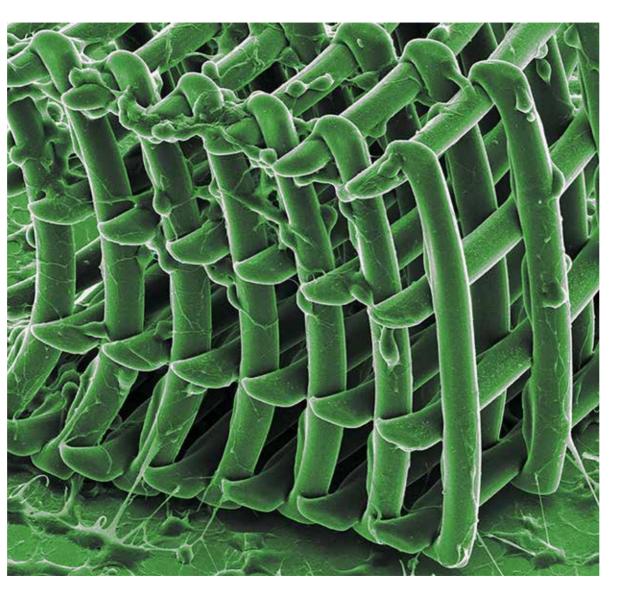
La création du LAAS-CNRS, en 1968, s'inscrit dans la longue histoire de l'ingénierie à Toulouse, et dans celle de leur reconnaissance nationale par le CNRS. Depuis l'aube du XIXe siècle et la création de son institut électrotechnique, la cité avait investi ce domaine et formé des étudiants talentueux. Parmi eux, Jean Lagasse (1924-2003) est à l'origine en 1955 d'un laboratoire de génie électrique qui connaît un essor fulgurant. Au fil de la décennie suivante, lors de la décentralisation des activités aéronautiques et spatiales à Toulouse, le CNRS le soutient pour créer, en 1968, un nouveau laboratoire d'automatique et de ses applications spatiales, le premier LAAS... pourquoi « premier »? Parce que le LAAS a connu ensuite une évolution pour le moins dynamique : laboratoire d'automatique et d'analyse des systèmes en 1973, il forme la rampe de lancement du département des sciences de l'ingénieur fondé au CNRS deux ans plus tard; laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes depuis les années 2000, il demeure l'un des fleurons de l'organisme en informatique, robotique, automatique, micro- et nano-systèmes. C'est l'un des très nombreux signes du génie du LAAS-CNRS, il est parvenu à irriguer la science en marche depuis 50 ans, tout en conservant son acronyme historique.



CONTRIBUTEUR Denis Guthleben, historien du CNRS.



L'INSA Toulouse, créée en 1963, propose une palette de spécialités, de l'informatique au génie civil, en passant par le génie physique ou le génie biologique. Son enseignement, en lien avec les avancées scientifiques les plus récentes, s'appuie fortement sur l'activité de laboratoires de recherche de premier plan, soutenus par de grands groupes industriels, dans le domaine des nouveaux matériaux pour l'aéronautique par exemple, des technologies de préservation de l'environnement ou des nano-objets. Les laboratoires communs, au CNRS et à l'INSA Toulouse, sont au nombre de



Un treillis constitué d'un matériau biocompatible peut influencer l'organisation de cellules nerveuses. L'ensemble du treillis est grand comme l'épaisseur d'un cheveu ! © LAAS-CNRS

MINIATURISER POUR SOIGNER

Aujourd'hui les nanotechnologies permettent de concevoir, de fabriquer et de tester des systèmes pouvant être envoyés à l'intérieur du corps humain pour observer, détecter des maladies ou réparer des lésions. Au laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes, les scientifiques fabriquent des objets miniaturisés, invisibles à l'œil nu, capables d'interagir avec les cellules vivantes ou avec les molécules qui circulent dans les fluides corporels. L'enjeu est de diagnostiquer des maladies cancéreuses ou encore de réparer des organes abimés.

On peut évoquer, par exemple, la mise au point d'une micro-épuisette 3D permettant la collecte, dans le sang d'un·e patient·e, de cellules très précieuses afin de mieux diagnostiquer les cancers ou vérifier l'efficacité d'un traitement clinique. Il s'agit encore d'un dispositif intégré, sorte de « *puce électronique* », permettant la manipulation des molécules d'ADN, leur tri et leur collecte avec une efficacité environ mille fois supérieure aux technologies actuellement utilisées en génétique.

Des « *échafaudages* » sont également conçus et fabriqués grâce à des imprimantes 3D « *nano* » en vue de régénérer ou réparer des tissus.



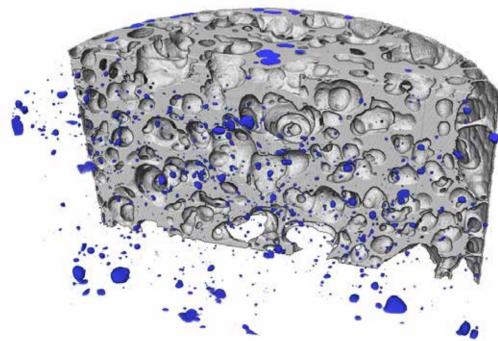
L'Institut national polytechnique de Toulouse fédère six écoles d'ingénieur es dont les formations sont fortement adossées aux laboratoires de recherche de l'établissement; quatorze sont des unités communes avec le CNRS. Il offre un cadre propice à l'innovation et très ouvert à l'international et propose aux étudiant-es un grand choix de parcours adaptés aux besoins des entreprises et une insertion professionnelle rapide car il est implanté dans un bassin où monde de l'industrie et celui de la recherche sont étroitement liés.

000

CONTRIBUTEUR Christophe Vieu, Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes (LAAS-CNRS)

cnrs

La Fédération FERMaT intéresse une large communauté de l'ingéniérie toulousaine : de la science des matériaux au traitement d'image en passant par le calcul scientifique et la mécanique des fluides.



lmage par tomographie X d'une mousse de polymère bio-compatible utilisée comme support poreux de culture cellulaire tri-dimensionnelle. La matrice poreuse est représentée en gris, et les quelques pores non-accessibles aux cellules sont représentés en bleu © Fermat, IMFT, LAAS-CNRS

TOMOGRAPHIE TOULOUSAINE

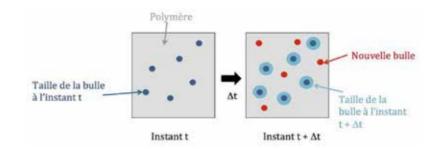
Comme les scanners médicaux, la tomographie à rayons X permet d'étudier la structure interne et la composition d'une grande variété d'échantillons, des matériaux poreux ou composites industriels à des échantillons biologiques (os, colonies bactériennes, voire même fossiles). Mais les tomographes de laboratoire permettent aussi d'accéder à des détails microscopiques, sous diverses conditions expérimentales (écoulements de fluides, déformations mécaniques, réactions chimiques...). Les images peuvent ensuite être utilisées pour réaliser des simulations numériques de ces phénomènes complexes.

La fédération FERMaT a acquis deux appareils en 2010 et 2018, introduisant la tomographie X dans le paysage universitaire toulousain. De par la diversité des échantillons pouvant être imagés et l'exploitation qui peut être faite des images 3D obtenues, elle intéresse en effet une large communauté de l'ingénierie toulousaine : de la science des matériaux au traitement d'images, en passant par le calcul scientifique et la mécanique des fluides!



CONTRIBUTEUR/CONTRIBUTRICE:

Paul Duru et Svlvie Lorthois. Institut de mécanique des fluides de Toulouse (IMFT-CNRS, Toulouse INP, UT3)



MOUSSES, PROTECTIONS ET RECYCLAGE

Les mousses plastiques présentent de nombreuses propriétés intéressantes : légèreté, absorption des chocs, isolation thermique, etc. Elles sont ainsi utilisées dans bien des objets de la vie courante, depuis les semelles des chaussures de sport jusqu'aux tableaux de bord de voitures.

Au Centre de recherche d'Albi en génie des procédés des solides divisés, de l'énergie et de l'environnement, les scientifiques s'intéressent à un procédé original de fabrication de ces mousses à partir de plastiques d'origine renouvelable appelés biopolymères.

L'objectif est de développer un procédé à la fois « intensifié » et « durable ». Derrière ces deux adjectifs se cache un souci d'économie, de temps, de matière, d'énergie et d'espace, qui induit le choix d'un procédé continu original: l'extrusion assistée par CO2 supercritique c'est-à-dire sous pression. Cette

molécule naturelle et non toxique, associée à la mise en forme de biopolymères, est ainsi valorisée dans ce procédé d'ingénierie verte. Mais l'originalité de ces travaux, au-delà de la compréhension fine des mécanismes et de leur modélisation, réside aussi dans les applications visées qui sont orientées aujourd'hui vers deux secteurs industriels de première importance : l'industrie pharmaceutique et la valorisation des déchets. En effet, les chercheurs et les chercheuses ont montré, d'une part, que ces mousses pourraient constituer de nouvelles formes galéniques innovantes et, d'autre part, que le moussage pourrait s'avérer être un prétraitement idéal à des procédés de recyclage des déchets plastiques.

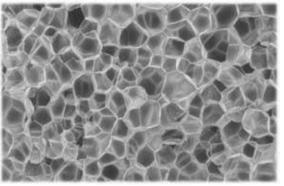


Schéma de la nucléation et de la croissance simultanées des bulles (a. en haut à aauche) conduisant à la formation de la structure alvéolaire (b. ci-dessus). © RAPSODEE



CONTRIBUTEURS Fabien Baillon, Jacques Fages et Martial Sauceau, Centre de recherche d'Albi en génie des procédés, des solides divisés, de l'énergie et de l'environnement (RAPSODEE - CNRS,

Mines Albi-Carmaux)

École du ministère en charge de l'industrie, l'École nationale supérieure des Mines d'Albi-Carmaux, créée en 1993, fait partie de l'Institut Mines-Télécom, qui est aujourd'hui le premier groupe d'écoles d'ingénieur es et de management de France. IMT Mines Albi est aussi partenaire de très nombreuses institutions et universités prestigieuses en France et à l'international, deux laboratoires sont communs avec le CNRS Occitanie Ouest

CONTRIBUTEUR

LE CEMES, CARREFOUR D'HISTOIRES ET DE PHYSIQUE



En février 1959, le général de Gaulle, pré-

rater : la « Boule », symbole du Centre d'élaboration de matériaux et d'études structurales, est une célébrité toulousaine connue à parisienne auprès d'Aimé Cotton, le physicien Gaston Dupouy se passionne pour les publiélectronique. Devenu professeur à la faculté tique électronique, qu'il entend équiper d'un « Nanocar Race ». microscope électronique en transmission d'une tension supérieure à un million de volts. Pour accueillir ce « MET », un édifice impressionnant est érigé, de forme sphérique...

ue l'on arrive à pied, à cheval, en voi- La « Boule » est née, et fait d'emblée une entrée ture ou en avion, impossible de la remarquée dans l'histoire. En février 1959, le général de Gaulle vient l'inaugurer, en choisissant Toulouse pour annoncer les grandes ambitions qu'il nourrit en faveur de la science travers le monde! Elle se place aussi au carre- française : « L'État a le devoir d'entretenir dans four d'histoires concourantes, scientifiques et la nation un climat favorable à la recherche et politiques, régionales, nationales et internatio- à l'enseignement »! L'année suivante, le labonales... En 1934, alors qu'il travaille en région ratoire d'optique électronique publie les premières images de son microscope, dont la fiabilité et la solidité sont saluées par la commucations d'Ernst Ruska, père de la microscopie nauté scientifique. Au gré d'un élargissement de son champ à l'élaboration et l'étude des matédes sciences de Toulouse en 1937, il entreprend riaux, le laboratoire est rebaptisé CEMES en d'y construire un premier appareil, doté de len- 1989. Aujourd'hui encore, sous l'impressiontilles électromagnétiques. Au lendemain de la nant générateur d'origine enfermé à l'intérieur guerre, Gaston Dupouv est associé de près à la de la « Boule », de nouvelles générations d'insreconstruction scientifique du pays, et se voit truments sont à l'œuvre : un microscope à effet nommé, de 1950 à 1957, à la direction géné- tunnel permet d'étudier le fonctionnement de rale du CNRS. Il n'en oublie pas pour autant mécanismes construits molécule par molécule. ses chères études : à son retour à Toulouse, il En avril 2017, il a permis de réaliser la première s'attèle à la construction d'un laboratoire d'op-course internationale de molécule-voitures, la



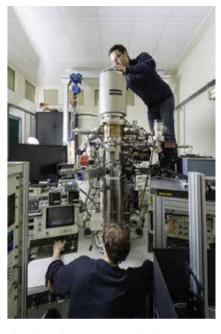
Je me suis vite aperçue que la clef du mystère de l'Univers en fait résidait dans l'équation de Navier-Stockes. Si j'arrive à la résoudre, je pourrais vous expliquer l'Univers puisque tout l'Univers est fait de fluides et tous les fluides sont gouvernés par l'équation de Navier-Stockes.

Bérengère Dubrulle, médaille d'argent du CNRS en 2017

SCRUTER À DE TOUTES PETITES ÉCHELLES DE TEMPS ET D'ESPACE

Au Centre d'élaboration de matériaux et d'études ingénieur-es français-es et japonais-es développent un nouveau microscope électronique à transmission (MET) pour scruter les propriétés de la matière à de très petites échelles de temps et d'espace. Si la MET permet d'étudier des phénomènes physiques à l'échelle atomique à un instant donné, elle ne permet pas de suivre leur évolution dans le temps. Pour dépasser cette limite, les chercheur-es ont développé une source cohérente d'électrons ultra-rapide, unique au monde. En collaboration avec la société Hitachi High Technologies Corporation (HHT) ils vont intégrer cette technologie à un nouveau microscope ultra-moderne. Ce canon à électrons génère

des impulsions électroniques ultra-courtes grâce structurales (CEMES), des chercheur es et au couplage entre une nanopointe métallique et un laser ultra-rapide. Associé aux équipements du nouveau microscope, elle permettra d'étudier des phénomènes physiques tels que la dynamique des champs électriques, magnétiques ou des contraintes au sein de nanomatériaux sur des durées très courtes de l'ordre de la femtoseconde (10-15 s!), tout en les observant à l'échelle sub-nanométrique. La collaboration du CEMES avec la société japonaise HHT, qui dure depuis 2009, se poursuit dans le cadre du laboratoire commun international HC-IUMi (Hitachi-CNRS Infrastructure of Ultrafast Microscopy).



Chercheurs du CEMES manipulant le prototype de MET ultra-rapide cohérent. © CEMES



CONTRIBUTEUR Florent Houdellier. Centre d'élaboration de matériaux et d'études structurales du CNRS (CEMES)



Échantillons utilisés pour des tests d'oxydations cycliques sous environnement gazeux contrôlés. Ces tests visent à reproduire les sollicitations thermomécaniques et chimiques subies par des pièces en alliage métallique utilisées pour des applications en aéronautique et en production d'énergie. © Frédéric Maligne/CRIAT/ CNRS Photothèque.

CIRIMAT: RECHERCHE ACADÉMIQUE ET PARTENARIALE

C'est à partir de trois laboratoires de matériaux du site toulousain et à la demande de la direction du CNRS qu'intervient en 1999 la création du Centre interuniversitaire de recherche et d'ingénierie des matériaux (CIRIMAT). Il s'agit alors de constituer une entité de taille critique dans le domaine de la science et de l'ingénierie des matériaux, à forte visibilité et attractivité nationale et internationale. Le CIRIMAT a depuis intégré des pharmaciens galénistes, des spécialistes de chimie moléculaire et des praticien nes hospitalier-es et compte désormais plus de 230 personnes. Avec une stratégie scientifique basée sur le continuum et l'équilibre entre une recherche académique de niveau international et une recherche partenariale forte tournée vers l'innovation, le laboratoire est labellisé Institut Carnot* dès 2006. Il mène des recherches pluridisciplinaires sur les grandes familles de matériaux (métaux, alliages, céramiques,

polymères, composites, multimatériaux) sous forme de poudres, films minces, revêtements, pièces massives, depuis leur conception jusqu'à leur comportement en service. Fondamentales et appliquées, ces recherches couvrent des problématiques à fort impact industriel et sociétal : aéronautique, spatial, énergie, électronique, santé, envi-

*Le label Carnot décerné par le ministère de la Recherche vise à développer la recherche



CONTRIBUTEUR

Armand Lattes. Laboratoire des Interactions moléculaires et réactivité chimique et photochimique (IMRCP - CNRS, UT3)



Bobinage de l'aimant intérieur d'une bobine gigogne, permettant de faire des impulsions de champ maanétique au-dela de 80 teslas. © William KNAFO/ CNRS Photothèque

CHAMPS MAGNÉTIQUES

La production et l'utilisation de champs magnétiques intenses pour la recherche scientifique ont débuté en 1924 avec la construction du grand électro-aimant à Meudon par Aimé Cotton et les travaux de Piotr Kapitza à Cambridge dans des aimants pulsés. Leurs intérêts furent vite reconnus et d'autres installations construites ailleurs. Louis Néel a concu des projets de champs magnétiques statiques à Grenoble à partir de 1960 et c'est en 1965 à Toulouse, qu'une installation de champs pulsés est mise en œuvre. Les deux installations françaises fusionnent en 2009 pour devenir le Laboratoire national des champs magnétiques intenses. Les missions du LNCMI sont de développer les champs magnétiques intenses et l'instrumentation associée, de mener des travaux de recherche en utilisant ces champs et aussi d'accueillir des scientifiques de laboratoires français et européens venant y réaliser leurs expériences. Actuellement, grâce à ses compétences spécifiques et à son expertise technique, le LNCMI peut produire à Toulouse un champ magnétique pulsé d'une intensité de 99 Tesla durant quelques millisecondes et à Grenoble un champ continu de 37 Tesla.



CONTRIBUTEUR

Étienne Snoeck, Centre d'élaboration de matériaux et d'études structurales du CNRS (CEMES)

METSA: FÉDÉRATION D'ÉCHANGES

Le Centre d'élaboration de matériaux et d'études structurales est l'une des huit plateformes de la fédération de recherche METSA*.

Le réseau, METSA créé en 2009 par le CNRS et le CEA, offre aux chercheur·es académiques et industriels de la communauté nationale et internationale l'accès à des moyens uniques en microscopie électronique en transmission (MET) et sonde atomique (SA) ainsi qu'à des compétences scientifiques permettant de répondre à des problèmes de physique, de science de la matière condensée, de sciences de la terre et de l'univers, d'environnement ou encore de biophysique. Ce réseau, devenu fédération de recherche, favorise les échanges scientifigues et les développements instrumentaux afin de rendre les outils plus performants et accessibles à de larges communautés de l'environnement international. Le CEMES, fondateur du réseau, est l'une des huit plateformes en France et offre l'accès plus particulièrement à des équipements spécifiques en MET in-situ et holographie.

* http://metsa.prod.lamp.cnrs.fr/



CONTRIBUTEUR

Geert Rikken. Laboratoire national des champs magnétiques intenses du CNRS (LNCMI)

22 Le Petit 80 ANS DU CNRS illustré

1989: LA PHYSIQUE FONDAMENTALE ÉVOLUE



usqu'à la fin des années 80, la communauté de la recherche toulousaine en physique fondamentale est formée de cinq laboratoires: physique des solides, collisions atomiques, physique et chimie quantiques à l'interface de ces deux disciplines, du CEMES, spécialiste de structure des matériaux et d'un petit laboratoire sur l'étude des champs magnétiques intenses, devenu le LNCMI. Nous ne parlerons pas ici de l'astromentale. physique et de la géophysique, étudiées à l'Observatoire Midi-Pyrénées, ni de ses applications de la physique étudiées par les laboratoires d'ingénierie.

En 1989, le ministère de l'Éducation nationale lance une opération de développement de la physique à Toulouse, opération soutenue par le CNRS dans l'objectif de se « délocaliser en province ». La communauté toulousaine l'IRSAMC, le LNCMI et le CEMES. développe alors un groupe de théoricien·nes de la physique des solides et des équipes d'ex-

périmentation à l'interface de la physique et de la chimie. Cette opération conduit à la création de l'Institut de recherche sur les systèmes atomiques et moléculaires complexes (IRSAMC) et permet par la venue de scientifiques confirmé∙es et par de nombreux recrutements de jeunes chercheur·es, un développement sans précédent de nouvelles activités de physique théorique et expéri-

Cette fédération regroupe aujourd'hui quatre laboratoires avec un effectif de plus de 100 chercheur es et enseignant eschercheur·es, d'une trentaine de personnels techniques et administratifs, de nombreux-ses doctorant·es et post-doctorant·es. En 2011, elle s'enrichit d'une structure d'excellence, le LABEX NEXT regroupant les laboratoires de

Banc de barracudas à chevrons en Malaisie. @ Creative Commons

CONTRIBUTEURS

lean-Paul Malrieu. Laboratoire de chimie et physique quantique (LCPQ - CNRS, UT3) lacques Vigué, Laboratoire collisions agrégats réactivité (LCAR - CNRS, UT3)

UNE ONDE DE MATIÈRE

Bien que présente dans notre quotidien via les compo-

sants électroniques, lasers ou IRM, la physique quantique

est connue pour être surprenante. Son comportement

non-intuitif diffère fortement de la manière dont nous

décrivons classiquement le monde qui nous entoure

Les composants élémentaires qui forment la matière ne

sont pas uniquement des particules ponctuelles, telles

que des billes ayant chacune leur trajectoire. La phy-

sique quantique leur associe également une onde. De

même la lumière n'est pas seulement une onde, mais

doit aussi être considérée comme un ensemble de par-

ratoire collisions, agrégats, réactivité (LCAR) à l'aide de

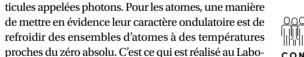
faisceaux lasers et de champs magnétiques. Les atomes

utilisés se comportant tous de la même manière, ils for-

ment une onde de matière géante.



Dispositif expérimenta permettant de refroidir des ensembles d'atomes à des températures de l'odre de quelque milliardièmes de degrés au-dessus du zéro © Juliette Billy/LCAR



CONTRIBUTRICE

Juliette Billy, Laboratoire collisions agrégats réactivité (LCAR - CNRS, UT3)



Toute collectivité civilisée a le devoir impérieux de veiller sur le domaine de la science pure où s'élaborent les idées et les découvertes. d'en protéger et encourager les ouvriers et de leur apporter les concours nécessaires.

Marie Curie, prix Nobel de physique et prix Nobel de chimie en 1911

LES SYSTÈMES COMPLEXES DÉCOMPLEXÉS

AU LABORATOIRE DE PHYSIQUE THÉORIQUE

Depuis une quarantaine d'années, les physicien nes s'intéressent à de nombreux problèmes allant bien au-delà de la physique traditionnelle, dans le cadre de collaborations interdisciplinaires. En particulier, des études sont menées sur les systèmes biologiques à l'échelle moléculaire, cellulaire, et jusqu'à celle de l'individu et même de groupes d'individus. À cette dernière échelle, la « physique de la société » s'intéresse aux comportements collectifs de groupes animaux (insectes sociaux, poissons, moutons...) et humains.

En particulier, les scientifiques du laboratoire étudient les nombreux réseaux complexes émergeant de l'activité humaine (Web, commerce, coups joués dans une partie de go...) les comportements collectifs de foules humaines, la façon dont un groupe humain arrive à un consensus ou encore la nage collective de bancs de poissons.

La biophysique et notamment cette nouvelle physique de la société constituent un paradis pour l'étude des systèmes complexes : des systèmes dans lesquels des riches phénomènes collectifs vont émerger de l'interaction entre les constituants du système (molécules, cellules, animaux...) et qui n'auraient pas pu être anticipés par l'étude approfondie de l'un de ces constituants.



CONTRIBUTEUR

Clément Sire. Laboratoire de physique théorique (LPT – CNRS, UT3)

laboratoire Écologie fonctionnelle et environnement ÉCOLOGIE (ECOLAB/OMP - CNRS, UT3, Toulouse INP) ENTRE GARONNE ET PYRÉNÉES

CARTE DE LA VEGETATION **DE LA FRANCE** Oeuvre collective du CNRS http://carteveget.obs-mip.fr

Plus de 45 années de cartographie végétale de la France rassemblées en une carte numérique unique.

a spécificité de l'écologie toulousaine CNRS à Moulis. Son successeur à l'Université D'abord, la ville de Toulouse est située non des années 1960 au laboratoire d'hydrobiolopar l'exceptionnelle diversité de sa flore, de dans les Pyrénées centrales. sa faune et de ses paysages. Ensuite, le fleuve Pour ces pionniers des écologies toulousaines, aussi joué de son influence. Cette dynamique source d'inspiration incomparables. a donné naissance à une juxtaposition d'éco- Au début des années 2000, l'inauguration d'un systèmes naturellement instables, répartis dans bâtiment dédié à l'écologie route de Narbonne une plaine inondable et constamment renou- signe la volonté d'un rassemblement des forces

les laboratoires de botanique de l'Université, le OMP). del, quant à lui, a développé une « écologie animale » fondée sur les laboratoires de zoologie de l'Université et du laboratoire souterrain du

repose sur deux particularités géogra- de Toulouse, Eugène Angelier, y a développé phiques qui ont façonné son histoire. une « écologie des eaux continentales » à partir loin de la chaine des Pyrénées, caractérisée gie et à la station biologique du lac d'Orédon

CONTRIBUTEUR Henri Décamps,

Garonne, dont la dynamique fluviale et celle les Pyrénées ont représenté un champ d'obserde ses affluents est extrêmement marquée a vation et d'expérimentation tout comme une

de l'écologie toulousaine. Ce lieu regroupe les Historiquement, l'écologie toulousaine s'est trois laboratoires Écologie fonctionnelle et envidéveloppée autour des personnalités d'Henri ronnement (Ecolab/OMP), Évolution et diver-Gaussen et d'Albert Vandel. Henri Gaussen est sité biologique (EDB) et une partie du Centre à l'origine d'une « écologie végétale » fondée sur d'études spatiales de la biosphère (CESBIO/

laboratoire forestier de Jouéou et le Service de Le regroupement géographique de ces trois la carte de la végétation du CNRS. Ce service composantes marque une nouvelle étape et de se développera sous la direction de Paul Rev grandes possibilités d'ouverture ; cela contribue entre 1960 et 1980, puis évoluera en laboratoire à donner toujours plus d'efficacité au potende recherche en écologie sous celle d'Henri tiel unique de l'écologie toulousaine et à assu-Décamps à partir des années 1980. Albert Van-rer son rayonnement à l'échelle internationale.

SOUS L'ŒIL D'OZCAR

OZCAR est une infrastructure de recherche nationale dédiée à l'observation et à l'étude de la « Zone Critique ». Cette fine pellicule externe où nous puisons notamment nos ressources en eau et en sols est le siège d'importantes perturbations et interactions entre cycle de l'eau (superficielle ou profonde), écosystèmes, sols, basses atmosphères. Suivre, décrire et simuler

l'adaptation de la Zone Critique à une planète changeante requiert donc une approche pluridisciplinaire qui intègre les différents éléments de la Zone Critique.

Réchauffement climatique et pratiques agricoles font partie des principaux changements. Ainsi deux catégories de sites font l'objet d'observations en Occitanie (ex Midi-Pyrénées):

des sites en plaine (Auradé, Auzeville) où l'activité agricole impacte la qualité des sols et des eaux; des sites en moyenne montagne (Karst du Baget, tourbière de Bernadouze) où déprise pastorale et changements climatiques plus marqués ont un impact sur les flux d'eau et de car-



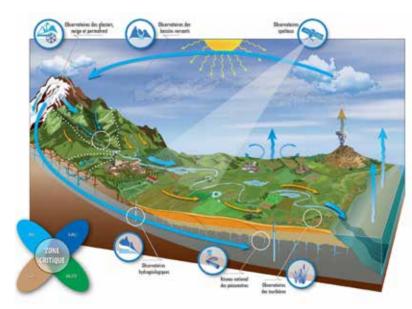
CONTRIBUTRICE

Anne Probst, laboratoire Écologie fonctionnelle et environnement (ECOLAB/ OMP - CNRS, UT3, Toulouse INP)



Nous ne décrivons plus seulement une Terre statique mais une Terre dynamique, en évolution permanente sous l'effet de phénomènes naturels et de la pression anthropique.

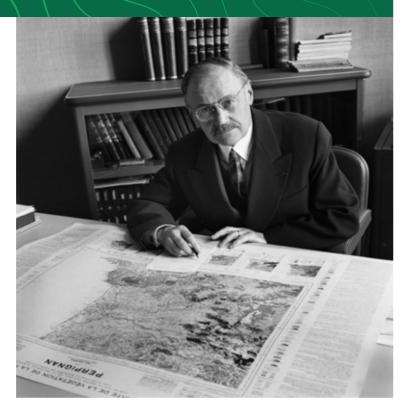
Anny Cazenave, Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales, membre de l'Académie des sciences et du GIEC entre 2004 et 2013



Dispositif d'observations et d'analyses des différents compartiments de la zone critique dans différents contextes climatiques, géologiques, anthropiques et à différentes échelles. © Joël Dyon, Jérome Gaillardet et Fatim Hankard

LA CARTE DE LA VÉGÉTATION: L'ARBRE QUI CACHE LA FORÊT...

Grâce au proiet de numérisation piloté par le Laboratoire écologie fonctionnelle et environnement (EcoLab), de superbes documents peuvent être consultés en ligne : la carte de la végétation française est accessible en quelques clics! Mais, pour en arriver là, il aura fallu plusieurs décennies d'un travail méticuleux. Tout commence en 1947. Le CNRS crée à Toulouse le service de la carte de la végétation, sous la direction du botaniste et géographe Henri Gaussen (1891-1981). Sa mission : établir une carte au 1/200 000, l'échelle idéale pour couvrir tout le territoire national et répondre aux besoins des scientifiques aussi bien que des pouvoirs publics - qui, dans la France libérée, entendent recenser les ressources forestières pour une exploitation raisonnée. À tout seigneur tout honneur, la première carte, signée par Henri Gaussen et son assistant Paul Rev, porte sur Toulouse et sa région, de Montréjeau au sud-ouest à Lavaur au nord-est. Puis, grâce à près de 150 collaborateurs au fil des ans, les autres parties du territoire sont passées à la loupe : la dernière carte, pour Vesoul-Belfort, est éditée en... 1991! Certes, le tapis végétal s'est transformé en plus de 40 ans. Mais la valeur de cette carte reste intacte : en plus de délivrer des informations géographiques selon un standard reconnu, elle permet de mesurer les évolutions survenues au regard des enjeux environnementaux actuels. Plus qu'un patrimoine, elle demeure un outil scientifique de premier ordre. (Lire p.26).



Henri Gaussen © Jean Dieuzaide/Mairie de Toulouse, Archives municipales, (cote 84Fi32_275)



CONTRIBUTEUR Denis Guthleben historien du CNRS

Avec plus de 1 000 chercheur es, ingénieur es et technicien-nes INRA, le centre Occitanie-Toulouse, créé en 1951, représente environ 10% des publications et près de 12% des brevets de l'INRA. Les activités de recherche du centre sont notamment menées sur trois infrastructures expérimentales: grandes cultures, cuniculture et ovins et faune sauvage. Les équipes du centre INRA Occitanie-Toulouse privilégient des activités de recherche et d'innovation en réponse à ces trois grands enjeux, dont les six laboratoires communs au CNRS.

LE LABEX TULIP, VERS UN PÔLE RÉGIONAL D'ÉCOLOGIE ET DE BIOLOGIE **VÉGÉTALE**

Tulip est un laboratoire d'excellence (LabEx) qui privilégie une approche interdisciplinaire, alliant biologie et écologie, centrée sur les interactions entre organismes ou communautés, dans des milieux naturels ou modifiés par l'humain. L'objectif d'un tel projet est de renforcer la recherche d'excellence et l'attractivité de ses laboratoires. de structurer la recherche locale autour de projets communs et de faire émerger de nouveaux concepts et théories. Il permet également de définir de nouvelles applications pour une amélioration des cultures et une gestion durable des milieux naturels. Regroupant sept unités reconnues dans les domaines des agrobiosciences et des sciences de l'environnement à Toulouse, Perpignan et Moulis, le labex Tulip représente un potentiel de recherche d'environ 600 personnes.



CONTRIBUTEUR CONTRIBUTRICE

Etienne Danchin, Laboratoire Évolution et diversité biologique (EDB - CNRS, UT3, ENSFA, IRD)

Dominique Roby, Laboratoire des interactions plantes - microorganismes (LIPM - CNRS, Inra, Toulouse INP, UT3, Insa Toulouse)

MOULIS DANS LE VENTRE DES PYRÉNÉES

Connue aujourd'hui comme la station d'écologie théorique et expérimentale, cette unité est entrée dans l'histoire sous un autre nom : le laboratoire souterrain de Moulis. Son origine remonte à 1948, alors que le CNRS projette d'encourager « l'étude des phénomènes souterrains ». Sur les conseils de René Jeannel, éminent directeur du Muséum national d'histoire naturelle, le choix se porte sur le site de Moulis, réputé pour la richesse de ses cavités. Si tous les champs de recherche y ont d'emblée droit de cité, c'est avant tout la biologie qui marque le parcours de ce laboratoire. Inauguré en 1954 sous la direction d'Albert Vandel, il ne tarde pas à s'illustrer par l'élevage et l'étude du protée, un amphibien surprenant dont l'espérance de vie égale celle de l'être humain! Depuis, de nouveaux dispositifs sont venus enrichir les équipements d'observation de la Station d'écologie théorique expérimentale de Moulis comme le metatron, les serres et les volières et tout récemment le metatron aquatique et un nouveau laboratoire d'hydroécologie.



historien du CNRS



Entrée du laboratoire à Moulis. en Arièae. © Université de Toulouse



La recherche scientifique du BRGM a pour objectif la connaissance géologique et la compréhension des phénomènes liés au sol et au sous-sol. Avec un enjeu : répondre aux défis des changements globaux, un laboratoire dépend tout à la fois du CNRS et du BRGM à Toulouse.

CONTRIBUTEUR

Mike Toplis, Observatoire Midi-Pyrénées (OMP - CNRS, CNES, IRD, Météo France UT3)

LES SCIENCES DE L'UNIVERS OCCITAN



du Pic du Midi © Sébastien Chastanet/OMP

des observatoires des sciences de l'Univers. étroites construites avec le CNES et le tissu industriel Toulouse abrite l'un des plus importants et des plus local, l'OMP a porté des projets spatiaux et d'instruanciens, l'Observatoire Midi-Pyrénées, fondé en 1987. mentation d'envergure internationale faisant avancer Cette structure de recherche est le fruit d'une histoire des connaissances en astrophysique, en planétologie et d'un patrimoine local très riche. En effet, de tout et observation de la Terre. Les bâtiments devenus trop temps l'Occitanie a abrité des observateurs, des amou- étroits sont agrandis à plusieurs reprises pour regroureux de l'univers. Dès le XIX^e siècle, juchés sur la col-per les équipes, développer les collaborations, la pluriline de Jolimont, les astronomes scrutaient les cieux. disciplinarité et l'installation d'équipements de pointe. Plus haut encore, au sommet du Pic du Midi à plus Pendant ce temps la plateforme scientifique du Pic du de 2 800 m d'altitude, ils bravaient les éléments pour Midi de Bigorre s'est elle aussi développée. Menacée recueillir les données météorologiques et observer la de fermeture en 2000 elle opère une mutation, s'ouvre voie lactée. Rattrapés par les lumières toulousaines, au public et à la pluridisciplinarité. Elle est aujourd'hui au début des années 80, les observateurs quittent Jolinon seulement un observatoire astronomique de niveau mont et trouvent refuge sur le campus universitaire de mondial, mais également un site d'observation atmos-Rangueil près du Centre d'études spatiale des rayon- phérique et une plateforme expérimentale d'altitude nements (CESR) et du CNES. L'Observatoire du Pic dans le domaine de l'environnement avec un très bel du Midi et de Toulouse était né. Durant cette décenavenir devant lui. L'Observatoire des sciences de l'Uninie il ne cessera de renforcer ses équipes en accueil- vers occitan, l'OMP, regroupe plus de 1 200 personnes lant des scientifiques venus d'instituts parisiens et avec, aujourd'hui, six laboratoires, il couvre un vaste nicois. Puis, en 1987, l'Observatoire acquiert son sta-champ scientifique allant de l'étude du Big Bang et de tut d'Observatoire des sciences de l'Univers, change l'Univers lointain au fonctionnement actuel des difféde nom et devient Observatoire Midi-Pyrénées. C'est rentes enveloppes de notre planète et leurs interactions, le début de l'ouverture vers d'autres disciplines. Les en passant par l'étude des planètes du système solaire premiers à rejoindre les astronomes seront les océa- et de la Terre interne. nographes de l'unité MOUETTE aujourd'hui LEGOS (Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales). À partir des années 90, les spécialistes

a recherche en sciences de l'Univers du CNRS de l'atmosphère, la biosphère, de l'environnement et les est structurée sur le territoire français autour géologues adhèrent à la structure. Grâce aux relations

OBSERVATION DES EAUX DE SURFACE

La future mission spatiale de topographie des eaux de surface et des océans SWOT (en anglais - Surface Water Ocean Topography) du CNES et de la NASA constituera la première étude mondiale spatiale sur les eaux de surface de la Terre. L'équipe scientifique SWOT regroupe des chercheur·es du monde entier possédant une expertise en océanographie et en hydrologie. Ce groupe multidisciplinaire s'attaque à des problèmes urgents tels que la disponibilité des ressources en eau douce de la Terre, le suivi des changements régionaux du niveau de la mer, la surveillance des processus côtiers et des fronts et courants océaniques, important pour le mouvement et stockage de chaleur, du carbone et des nutritifs dans l'océan.

Aujourd'hui, les observations mondiales de ces petits lacs et rivières et des courants océaniques fines sont manquantes. Un défi est de développer un

nouveau système de mesures capable d'observer ces fines échelles. En utilisant la technologie « d'interférométrie radar » de pointe pour mesurer l'élévation de l'eau en 2D. SWOT observera les principaux lacs, rivières et zones humides tout en détectant les caractéristiques de l'océan avec une résolution sans précédent. SWOT sera lancé en 2021. Les laboratoires CNRS contribuent largement à cette mission, les deux scientifiques responsables pour l'hydrologie et l'océanographie travaillent au Laboratoire des études en géophysique et océanographie spatiale (LEGOS/OMP) à Toulouse. La contribution du CNRS sera essentielle pour atteindre les objectifs scientifiques, techniques et sociétaux de cette mission, et ouvriront la voie à la prochaine génération d'observations altimétriques satellitales.



En lisant dans ses archives, on comprend ce qui s'est passé sur Mars et ce qu'il faut éviter sur la Terre.

Violaine Sautter, médaille d'argent du CNRS en 2016



CONTRIBUTRICE

Rosemary Morrow Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales (LEGOS/OMP - CNRS. UT3, IRD, CNES)

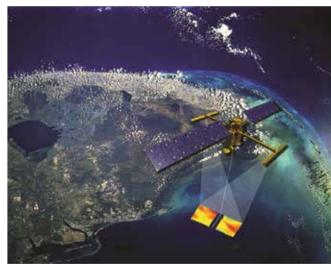


Illustration de la future mission spatiale SWOT, avec ces images en 2D sur les océans et eaux terrestres. © CNES

COMPRENDRE LA FORMATION DE L'UNIVERS

L'astrophysique en rayons X est une discipline relativement jeune, par le fait qu'elle nécessite l'accès à l'espace, l'atmosphère terrestre étant opaque aux rayons X. C'est seulement en juin 1962, que la première source de rayons X cosmiques fut découverte par Riccardo Giacconi (Nobel en 2002). Plus de 50 ans plus tard, fort de progrès technologiques majeurs, dans les domaines de la focalisation et détection des rayons X, nous vivons l'âge d'or de l'astrophysique des hautes énergies, avec une pléiade d'observatoires spatiaux, dont le satellite européen XMM-Newton (rayons X). Nous nous préparons cependant à un avenir encore plus radieux avec le déploiement à l'horizon 2030 de l'observatoire spatial Athena (Advanced Telescope for High-Energy Astrophysics) par l'agence spatiale européenne. Aux grands projets, les grandes questions! Ainsi Athena devra répondre à deux questions scientifiques majeures de l'astrophysique moderne: comment l'Univers s'est formé et a évolué ? Quel est le rôle des trous noirs dans l'évolution de l'Univers ? En permettant de répondre

à ces questions, Athena contribuera aussi à l'étude des phénomènes les plus énergétiques et violents observés dans l'Universw, comme par exemple l'accrétion de matière sur les trous noirs, les explosions d'étoiles, ou encore la fusion d'objets compacts, comme les étoiles à neutrons... Athena embarquera un spectromètre X de haute précision : le X-IFU (X-ray Integral Field Unit). C'est l'instrument phare d'Athena: ses performances inégalée permettront d'observer l'Univers avec un niveau de précision sans précédent. X-IFU est développé sous responsabilité scientifique de l'Institut de recherche en astrophysique et planétologie de Toulouse, sous maîtrise d'œuvre par le Centre national d'études spatiales (CNES). Treize pays, ainsi que l'agence spatiale européenne contribuent à son développement, avec le même objectif de fournir à la communauté astronomique un instrument révolutionnaire pour mieux comprendre l'Univers.



lite Athena montrant son miroir d'environ 3 mètres de diamètre les instruments sont situés à l'autre extrémité. La taille du satellite est d'environ quinza mètres et son poids de

les instruments sont situés à l'autre extrémité. La taille du satellite est d'environ quinze mètres et son poids de l'ordre de sept tonnes. Athena sera lancé par la fusée Ariane 6 au début des années 2030. © IRAP/CNES

Athena devra répondre à deux questions majeures de l'astrophysique moderne

PARTENAIRE CNES

Au carrefour des mondes de la recherche et de l'industrie, le CNES soutient l'industrie spatiale dans la conquête des marchés à l'exportation. Une quarantaine de projets sont en permanence à l'étude ou en cours de réalisation, qu'il s'agisse de satellites, de lanceurs, de systèmes complets ou de sous-systèmes, en lien avec les laboratoires du CNRS, six sont communs aux deux institutions.



Météo-France, service météorologique et climatologique national a pour mission d'améliorer la connaissance de l'atmosphère et de ses interfaces et en produire les modèles. À Toulouse trois laboratoires sont communs avec le CNRS.

000

CONTRIBUTEUR
Didier Barret,
Institut de recherche
en astrophysique et
planétologie (IRAP/OMP
– CNRS, UT3, CNES)

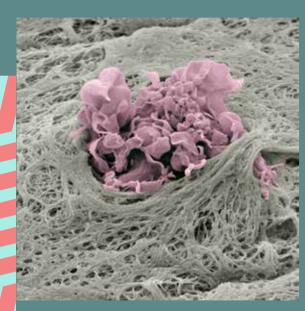
cnrs

LA BIOLOGIE

CONTRIBUTEUR CONTRIBUTRICE

lean Cros et Martine Defais structurale (IPBS – CNRS, UT3)

ET LE CNRS À TOULOUSE



été déposés au sommet d'une matrice extracellulaire

à l'origine de la création de plusieurs labora-Paul Sabatier spécialisé.es en biologie génécomplexité et de la diversité du vivant. Elles ont été fondatrices des laboratoires actuels. reconnus internationalement en génétique microbienne et eucaryote, régulation génique, fondamentale et biologie végétale. De laboont évolué en unités mixtes avec l'université, reconnaissant ainsi l'implication des deux organismes dans la recherche et la formaserm sur le site de Purpan, ont été créés en nie. Aujourd'hui, la biologie à Toulouse repréneurosciences, en immunologie et cancérologie à l'Oncopole.

La pluridisciplinarité, chère à Claude Paoletti, alors directeur des sciences de la vie du CNRS, l'a conduit à restructurer plu-

partir des années 70, l'évolution sieurs laboratoires et à faire de Toulouse, scientifique et le développement des dans le cadre du programme IMABIO, un sciences du vivant à Toulouse ont été des sept pôles français de biologie structurale. Le remarquable essor des technologies toires du CNRS. Ces structures créées souvent a permis aux différents acteurs en biologie à l'initiative d'enseignant, es de l'Université de créer un groupement d'intérêt scientifique, le réseau GENOTOUL, qui gère actuelrale et en biochimie, ont abordé l'étude de la lement douze plateformes de recherche en sciences du vivant, disponibles pour la communauté toulousaine et ouvertes aux industriels. À la pointe de la technologie, il assure la formation des personnels et des étudiant. biologie du développement, pharmacologie es, pour, entre autres, des études de génomique, transcriptomique, protéomique, de ratoires propres de recherche du CNRS, elles l'imagerie variée avec les soutiens biostatistique et bioinformatique nécessaires. Elles sont hébergées et animées par des laboratoires mixtes du CNRS, de l'Université Paul tion de nombreux étudiant.es. Plus tard, des Sabatier ou d'autres organismes et hôpitaux laboratoires, certains en partenariat avec l'In- avec un soutien régulier de la Région Occitasente environ 25% des forces du CNRS avec une quinzaine de structures de recherche.

LE CERVEAU N'EST **PAS UN ALGORYTHME**

Comprendre comment le cerveau traite l'information sensorielle de manière adaptative reste une question fondamentale pour les neurosciences du XXIe siècle. L'émergence récente des réseaux neuronaux de type « apprentissage profond » (deep learning) a permis de surpasser les méthodes d'intelligence artificielle existantes, mais au prix d'un apprentissage basé sur des dizaines de milliers de répétitions. Des chercheur·es du Centre de recherche cerveau et cognition (CerCo) ont pourtant montré que nous sommes capables d'apprendre de façon ultra rapide avec un très petit nombre de répétitions: le cerveau ne marche donc pas comme les algorithmes de *deep learning*. Ces chercheur·es ont alors privilégié une approche bio-inspirée et mis au point un réseau d'apprentissage non supervisé ne nécessitant que quelques répétitions pour parvenir à égaler les performances humaines. Ce modèle est de plus implémentable sur un support technologique car il est suffisamment simple pour permettre la simulation de millions de neurones en temps réel.



CONTRIBUTEURS Simon Thorpe et Timothée Masauelier. Centre de recherche cerveau et cognition (CerCo-CNRS,UT3)



Encore une fois, pour que chacun ressente le besoin et le désir de s'approprier une culture scientifique et d'entrer dans ce mouvement, il faut qu'il soit en mesure de comprendre le sens des principales découvertes, la nature de l'activité qui les a rendues possibles et les formes d'engagement propres au chercheur. Nicole Le Douarin, médaille d'or du CNRS en 1986

COMPRENDRE LES PROCESSUS BIOLOGIQUES

Le Centre de biologie intégrative de Toulouse (CBI Toulouse), pôle fort en biologie fondamentale, regroupe cinq unités de recherche avec un total de 400 chercheur·es. Il rassemble des équipes de renommée internationale, développant des recherches de haut niveau sur la compréhension de processus biologiques fondamentaux : dynamique et expression du génome, dynamique cellulaire et biomécanique, cellules souches et développement embryonnaire, cognition et comportement à toutes les échelles du vivant, de la molécule unique à l'organisme entier jusqu'aux animaux en société.



CONTRIBUTRICE

Fabienne Pituello. Centre de biologie du développement (CBD/ CBI - CNRS, UT3)

Le Petit 80 ANS DU CNRS illustré 35 CNIS

COGNITION ANIMALE

Le Centre de recherches sur la cognition animale (CRCA) est sans doute la seule unité de recherche en France menant des études multidisciplinaires et comparatives portant sur la cognition animale. Cette approche intégrative s'étend de la recherche fondamentale en sciences cognitives à l'étude de pathologies neurodégénératives, de la robotique bioinspirée à la biologie des organelles neuronaux, du domaine de la neurobiologie à celui de l'éthologie, et permet l'étude des comportements individuels et collectifs. Les modèles utilisés sont naturels ou artificiels, allant des insectes aux humains.

Au niveau individuel, les processus de perception, de l'apprentissage et la mémoire sont étudiés. Pour comprendre ces phénomènes une combinaison des outils issus de l'étude du comportement animal, de la psychologie expérimentale, de la neuroéthologie, de la neurobiologie, de la biologie moléculaire et de la modélisation est employée.

Au niveau collectif, ce sont les règles de comportement permettant la coordination d'activités au sein d'un groupe et l'émergence de comportements collectifs complexes qui sont recherchées. La cognition distribuée basée sur les interactions et la transmission d'informations entre individus dans des contextes tels que la récolte alimentaire (photo) chez les insectes sociaux, à l'aide d'approches issues de l'étude du comportement animal, de la modélisation, de la physique et de la robotique constituent le champs d'étude du CRCA.



CONTRIBUTRICE Claire Rampon, Centre de recherches sur la cognition animale (CRCA/CBI - CNRS, UT3)



obiectif : améliorer la santé de toutes et tous par le progrès des connaissances sur le vivant et sur les maladies. l'innovation dans les traitements et la recherche en santé publique. Cet engagement est commun dans les auatre laboratoires à la fois CNRS et

PARTENAIR l n s e r m

L'Inserm est l'organisme public de recherche français entièrement

dédié à la santé humaine. Son

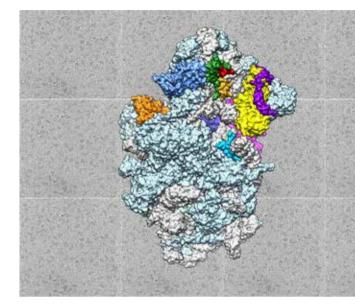
Inserm de notre région.

Récolte alimentaire chez les fourmis. © lean-Paul Lachaud (CRCA/CNRS)



LA CRYO-MICROSCOPIE ÉLECTRONIQUE: **UNE TECHNIQUE QUI RÉVOLUTIONNE LA COMPRÉHENSION DU VIVANT**

La cryo-microscopie électronique permet de déterminer la structure des molécules à l'échelle atomique en les figeant dans de la glace « vitreuse ». Les échantillons sont congelés en quelques millisecondes (-10.000°C /seconde) pour éviter la formation de cristaux de glace qui empêchent la formation d'images. Les molécules sont ainsi parfaitement immobiles, tout en étant maintenues dans un état hydraté, donc proche de l'état natif. L'échantillon pris dans une fine couche de glace est alors photographié sous différents angles (environ 500 000 clichés). Les images sont ensuite classées et combinées afin de reconstruire la structure tridimensionnelle des molécules grâce à des modèles mathématiques. Récemment, la cryomicroscopie a connu une révolution grâce au développement d'une nouvelle génération de microscopes électroniques à détecteur direct d'électrons, ainsi que l'amélioration des algorithmes d'analyse d'images et des capacités de calcul des ordinateurs. Cette nouvelle technologie présente, à Toulouse, au Centre de biologie intégrative (CBI), trouve ses applications dans des domaines variés tel que l'ingénierie, la chimie, les nanotechnologies et la santé avec par exemple la conception de médicament et de matériau intelligent.



Structure 3D d'une sous-unité ribosomique en formation obtenue à partir de particules photographiées dans la glace (fond de l'image). La cryo-microscopie électronique permet d'étudier l'assemblage de ces complexes multi-moléculaires qui est dérégulé dans des cancers et des maladies rares. © Célia Plisson-Chastana, CBI



CONTRIBUTEUR Pierre-Emmanuel Gleize Laboratoire de biologie moléculaire des eucarvotes (LBME/CBI - CNRS, UT3)

Les processus biologiques fondamentaux sont étudiés à toutes les échelles au CBI

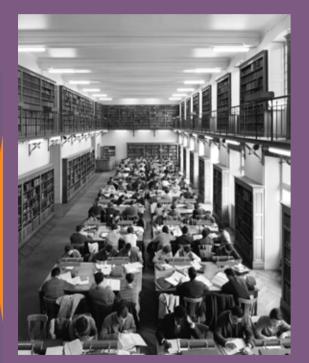
LES SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES

ET LE CNRS À TOULOUSE

CONTRIBUTEUR

Michel Grossetti, Laboratoire interdisciplinaire solidarités.

sociétés, territoires (LISST – CNRS, UT2], EHESS, ENSFEA)



La bibliothèque de l'ancienne université de lettres, 56. rue du Taur à Toulouse. © lean Dieuzaide/Mairie de Toulouse. Archives municipales. (cote 84Fi nc)

n 2019, le CNRS compte à Toulouse huit laboratoires dont les membres se répartissent en histoire, sociologie, anthropoéconomie. Plus de 650 personnes y travaillent, ce qui représente 5% des effectifs des unités de recherche de l'Institut des sciences humaines et sociales du CNRS. C'est beaucoup pour un Institut dont les effectifs sont de loin les plus concentrés dans la région parisienne de tout l'organisme.

C'est à l'université qu'ont émergé progressivement au cours du XX^e siècle ce que nous appelons à présent les sciences humaines et sociales, l'économie et la gestion du côté du droit, la sociologie, l'anthropologie et la géographie humaine du côté des Lettres. Enseignées au départ dans des cursus plus généraux, ces disciplines se sont organisées à partir des années 1940 avec des licences et des départements universitaires et de petites équipes dont certaines ont obtenu dans les décennies suivantes le soutien du CNRS.

Les recherches conduites à Toulouse ont

épousé les tendances nationales et internationales sur le plan des théories et des méthodes. mais elles ont aussi été marquées par le logie, géographie, management, archéologie ou contexte local. Par exemple, en histoire, les travaux ont été influencés par la proximité de la péninsule ibérique et par les spécificités de la région. S'ils peuvent fouiller des sites à l'autre bout de monde, les archéologues ont aussi exploré l'espace local, les préhistoriens bénéficiant d'un environnement extrêmement riche. Les géographes de l'urbain ont souvent utilisé Toulouse comme une sorte de laboratoire de l'évolution des grandes villes, et ceux du rural ont étudié finement les espaces moins denses facilement accessibles depuis leurs laboratoires. Toulouse est aussi une ville aux industries plutôt techniques et aux très importantes formations d'ingénieur es, ce qui a probablement encouragé les sociologues à s'intéresser aux changements technologiques, mais aussi à interagir avec les mathématicien·nes ou les spécialistes d'ingénierie pour expérimenter des méthodes nouvelles.



Plateau PETRA, de la plateforme technologique Cognition, comportements et usages (CCU). Configuration d'objets posés sur le Perceptrion, une table permettant une tâche de tri libre, utilisée pour étudier la perception des sons (parole, musique, sons de l'environnement). © Frédéric Maligne, MSH Toulouse/CNRS Photothèque



Écrire sur le langage doit avoir le même effet que peindre, (...) Se surprendre soi-même et changer son regard sur les choses. Littéralement, se rincer l'œil.

Barbara Cassin, médaille d'or du CNRS 2018

LA MAISON DES SCIENCES DE L'HOMME ET DE LA SOCIÉTÉ

Depuis vingt ans, la Maison des sciences de l'Homme et de la société de Toulouse structure et encourage, dans le périmètre des trois universités toulousaines, les initiatives scientifigues interdisciplinaires entre les nombreux domaines des sciences humaine et sociales avec une ouverture sur les autres disciplines. Unité mixte de recherche du CNRS et de l'université de Toulouse, la MSHT permet à la fois d'augmenter les collaborations entre les scientifiques des différents établissements grâce

à ses appels à projets annuels et d'implanter les sciences humaines et sociales dans le tissu socio-économique régional grâce à ses actions concertées avec la Région Occitanie. En développant la mutualisation des moyens techniques et humains pour l'ensemble de la communauté scientifique, elle soutient les projets scientifiques ambitieux et valorise la recherche en sciences humaines et sociales tant au niveau national qu'européen.



CONTRIBUTEUR

Pascal Gaillard, Maison des sciences de l'Homme et de la société de Toulouse (MSHS-T - CNRS, UT1, UT2, UT3, Science Po Toulouse Université de Toulouse)

L'HISTOIRE À VENIR

Créé en 2017, à l'initiative d'un collectif d'universitaires, d'acteurs et d'actrices de la vie culturelle toulousaine, ce festival a l'ambition de montrer à un large public que l'histoire peut et doit nous aider à comprendre les débats contemporains. Loin d'être un récit figé et nostalgique, l'histoire est une discipline vivante qui met en perspective les enjeux d'hier et les possibles de demain. L'histoire à venir se déploie en de nombreux lieux et en divers formats interactifs : tables rondes, débats, ateliers, conférences, jeux ou performances.

Qu'avons-nous « *En commun* » ? Telle est la question



Corinne Bonnet. Patrimoine. littérature, histoire (PLH – UT2J)



que posait la troisième édition 2019. Que possédonsnous collectivement, qui nous unit et rende possible le vivre ensemble ? Quels sont les récits qui nous rassemblent ? Comment assurer la jouissance partagée de l'art? Qu'est-ce qui, au fond, définit notre humanité commune?

Deux thématiques pérennes, « Histoire et démocratie » et « *Écrire l'histoire* », ainsi que des rencontres en lien avec l'actualité éditoriale complètent un programme qui permet à l'histoire de réinvestir la cité pour que l'intelligence collective conduise à agir sur le monde qui nous entoure.

PARTENAIRE UT2

L'Université Toulouse - lean laurès, université d'arts, lettres et langues et sciences humaines et sociales fondée en 1969. héritière de l'ancienne université de Toulouse, elle-même fondée en 1229. L'Université, de tradition humaniste, s'installe définitivement en 1971 dans le nouveau quartier du Mirail. Outre les arts, lettres et langues et les sciences humaines et sociales, y sont également enseignées les mathématiques informatique mais également les sciences économiques et de aestion : neuf unités mixtes de recherche sont liées au CNRS.

Pendant quatre jours, chercheuses et chercheurs en histoire, sciences humaines et sociales, philosophie, mais aussi femmes et hommes de lettres, artistes, partagent leurs idées, leurs questionnements et leurs recherches à travers conférences, ateliers, échanges et mises en récit originales et inventives. © Histoire à venir

ARCHÉOLOGIE

L'archéologie, sous presque toutes ses formes, est le cœur de métier du Laboratoire travaux et recherches archéologiques sur les cultures, les espaces et les sociétés (TRACES). Le fonctionnement du laboratoire est donc caractérisé par une très grande activité de terrain, en France comme à l'étranger, avec des opérations qui s'étalent en chronologie depuis la Préhistoire la plus ancienne jusqu'à l'époque moderne. Le développement récent de la plateforme ArchéoSciences hébergée dans les locaux de l'Université Toulouse Jean Jaurès, organisée en différents plateaux techniques, a permis de positionner le laboratoire comme l'un des plus importants centres français de recherche et de formation en archéologie clairement redimensionné l'unité, qui se positionne désormais, avec plus de 130 permanent·es, une soixantaine de doctorant·es et un des équipements de pointe, comme l'un des plus importants centres français de recherche et de formation en archéologie. L'étude et la caractérisation des différents vestiges matériels - lithiques au sens le plus général du terme, osseux, céramiques, métal, verre, végétaux...

q<<<- découverts lors des opérations de fouilles, y occupent une place essentielle. À côté de ce champ d'expertise classique, des savoir-faire plus originaux sont mis en œuvre au sein du laboratoire, parmi lesquels l'archéologie du bâti, la géomatique, l'imagerie 3D, l'acquisition par drones de données multispectrales ou encore l'étude de l'art et de la couleur ou celles des archives des archéologues, occupent une place singulière.



CONTRIBUTEUR

Nicolas Valdeyron, Laboratoire travaux et recherches archéologiques sur les cultures, les espaces et les sociétés (TRACES - CNRS, UT2], EHESS, INRAP)



Le Cuzoul de Gramat (Lot). Fouilles en cours d'occupations préhistoriques datant de la fin du mésolithique (6000/5000 avant note ère). © Guilhem Constans

000

CONTRIBUTEUR

Arnaud Chéritat, Institut de mathématiques de Toulouse (IMT - CNRS, UT1, UT2, UT3, Insa Toulouse)

LES SCIENCES MATHÉMATIQUES

ET LE CNRS À TOULOUSE

'Institut de Mathématiques de Toulouse l'analyse complexe. Des personnels CNRS com-au 1er janvier 2007. recherche en mathématiques à Toulouse existe depuis des décennies, le CNRS a fortement contribué à sa croissance récente.

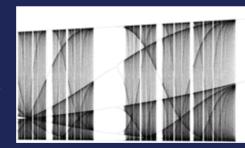
Quand à la fin des années 1960, l'Université Paul à Toulouse. Une commission de prospective, qui Sabatier est créée, l'essentiel de la recherche mathématique se fait en statistique et probabilités, et le CNRS n'y contribue que par la présence d'une technicienne. D'autres laboratoires à la croissance récente et pour prévoir le futur. Ce apparaissent alors, étudiant l'analyse complexe - relative aux nombres complexes -, la géométrie, et l'optimisation. Ce n'est qu'au milieu des années 1970 que le laboratoire de probabilités et statistique se lie au CNRS sous le statut d'unité associée. Plus tard, l'état français met en place En 1994, apparaît le laboratoire MIP : Mathémaun plan visant à peupler les universités de province, via des promotions. C'est ainsi qu'à la fin tut d'Unité mixte de recherche (UMR). Les trois des années 1980, les géomètres forment le labo- laboratoires de mathématique se fédèrent à la fin ratoire Géométrie et topologie des variétés, com- des années 1990, le bâtiment est achevé en 2001.

(IMT) a récemment fêté ses dix ans, mencent alors à être affectés à Toulouse, mais Tout au long de cette construction, le CNRS a soit huit fois moins que le CNRS. Si la leur effectif reste faible dans les laboratoires de contribué en moyens, en personnel de recherche,

> quand naît l'idée de fédérer les mathématiques meilleurs services qui soit. a duré cinq mois, propose la création d'un Institut et la construction d'un bâtiment supplémentaire pour soulager les problèmes de locaux dus projet veut, dès le départ, lier le tissu local industriel réputé de la région avec la recherche académique. Il recoit un fort soutien moral et financier de la Région, ainsi que du CNRS, de l'Université et du ministère

plété quelques années plus tard par le champ de L'Institut de mathématiques de Toulouse est créé

et fortement en personnel d'appui à la recherche, Les choses s'accélèrent dans les années 1990, ce qui a permis à l'IMT de bénéficier d'un des



Représentation d'une expérience numériaue en mathématiques. Étude d'un « système dynamique » une quantité Y qui varie en fonction du temps. On voit des zones plus denses aux endroits où Y passe plus de temps, et des courbes liées aux points périodiques du systême dynamique. © Arnaud Chéritat, IMT

INTELLIGENCE **ARTIFICIELLE**

Plus qu'un domaine, l'Intelligence artificielle (IA) est un champ de recherche reposant sur deux piliers l'informatique et les mathématiques et s'inspirant pour certains aspects des neurosciences. On peut considérer que les techniques d'IA, de l'apprentissage automatique aux statistiques bayésiennes

(statistiques prenant compte d'une connaissance a priori), sont généralement la combinaison de trois éléments : les données, lien tangible avec le réel, le modèle et l'algorithme d'apprentissage quant à eux objets quasiexclusivement mathématiques. Malgré de grandes réussites au cours de la dernière décennie (comme l'apprentissage profond), ces succès restent mal compris. Les mathématiques sont la clef de cette compréhension, voie indispensable pour une IA fiable, robuste et expliquée contribuant ainsi à son acceptabilité.

Ce sont des mathématiciens qui, dès l'Antiquité, ont calculé le rayon de la Terre! Les développements de la physique ne seraient pas possibles sans les mathématiques. C'est grâce aux mathématiques que l'on étudie la structure de l'Univers!

Claire Voisin, médaille d'or du CNRS en 2016



CONTRIBUTRICE

Aude Rondepierre, Institut de mathématiques de Toulouse (IMT -CNRS, UT1, UT2I, UT3, INSA Toulouse)

APPRENTISSAGE STATISTIQUE

Lorsque l'on utilise un jeu de données immense, ou big data, tel que les interactions entre internautes sur Facebook, par exemple, on essaie de les représenter à l'aide d'outils mathématiques appropriés afin d'en comprendre les grandes tendances. L'apprentissage statistique est l'une des pierres angulaires de la plupart des intelligences artificielles. Ces approches permettent aussi d'intervenir sur des problèmes de minimisation. C'est ainsi qu'une méthode d'optimisation de plans de vols en fonction d'incertitudes liées à la météo a été développée avec l'industrie. Une méthode de codification de la rémission d'un type de leucémie afin d'en améliorer ses traitements a été proposée en collaboration avec l'Oncolpole de Toulouse.



CONTRIBUTEUR Sébastien Gadat.

Toulouse School of Economics -Research (TSE-R - CNRS, UT1, INRA, EHESS)



Créée en 1970, l'Université Toulouse 1 Capitole trouve ses origines dans la Faculté de Droit Canonique créée en 1229 par le roi Saint Louis. Elle est aujourd'hui une université de droit. économie et gestion qui privilégie les réseaux internationaux pour favoriser la collaboration scientifique, les échanges d'étudiant-es et d'enseianant-es-chercheur-es. Forte de trois campus en France, à Toulouse, Montauban et Rodez, elle possède cina laboratoires communs avec le CNRS Occitanie Ouest.

LES SCIENCES INFORMATIQUES



CONTRIBUTEUR

Luis Fariñas del Cerro, Institut de recherche en informatique de Toulouse (IRIT - CNRS, Toulouse INP, UT1, UT21, UT3)



ET LE CNRS À TOULOUSE

science, l'informatique. Dans les année 50, il fonde l'Institut de calcul numérique et fait installer à la Faculté des Sciences de Toulouse toulousain. le premier calculateur IBM650. Les besoins En 1990 la création de l'Institut de recherche de calcul étaient très importants dans plu-

À la fin des années 60, le laboratoire d'autions du CNRS y contribuent aussi. l'ENSEEIHT de Toulouse, enseignement centre régional. qui profite aussi des compétences d'in-

mile Durand, physicien et spécia- génieurs de l'industrie informatique. liste du calcul numérique, a été le pre- Au-delà de la création de deux nouveaux mier enseignant-chercheur à prendre laboratoires sur les langages et systèmes conscience de l'importance d'une nouvelle et la cybernétique des entreprises, on voit apparaître le premier ordinateur appelé CAT. La robotique se développe aussi sur le site

en informatique de Toulouse, dirigé par Jean sieurs domaines de la physique, comme, par Vignolle et couvrant un large spectre des exemple, en optique électronique, ce qui a domaines de l'informatique, permet de favorisé l'évolution de l'informatique à Tou-structurer la recherche sur un grand nombre d'établissements toulousains. Les fédéra-

tomatique et des applications spatiales Dès 1992, la nécessité de développer le calcul (LAAS-CNRS) et le centre d'informa- intensif dans les établissements universitique de Toulouse sont créés et les pre- taires favorise la création du centre Calcul miers cours d'informatique donnés à de Midi Pyrénées, CALMIP, devenu méso-

Faculté des sciences © Jean Dieuzaide/Archives municipales de Toulouse (cote 84Fi)

CHERCHONS POUR VOIR

Aujourd'hui encore, la grande majorité des personnes déficientes visuel n'ont pas ou peu accès aux cartes géographiques et aux diagrammes, ce qui peut porter atteinte à leur capacité à conceptualiser et à apprendre. Dans le cadre du projet AccessiMap, les scientifiques de l'institut de recherche en informatique de Toulouse, la PME Makina Corpus et l'Institut des jeunes aveugles (IJA) ont développé plusieurs dispositifs, notamment une table interactive multisensorielle pour les personnes org déficientes visuel qui repose sur l'utilisation de modalités sensorielles et

sur les principes de l'interaction humain-machine multimodale et tangible. Cette table est utilisée par les enseignant·es de l'IJA avec certains de leurs élèves. Les premiers résultats montrent que les apprenant. es gagnent en autonomie et que les apprentissages sont facilités. Pour permettre le déploiement de ces nouveaux outils pédagogiques, des ateliers interactifs sont proposés aux autres centres spécialisés français.

En savoir plus : www.cherchonspourvoir.



Storyboard de la table interactive @Christophe Jouffrais/IRIT



CONTRIBUTED

Bernard Oriola et Antonio Serp recherche en infor Toulouse (IRIT - C UT1, UT2J, UT3)

je trouve cette page trop chargée il v a t-il moven de supprimer du texte?

À l'Institut de recherche en

informatique de Toulouse, les

scientifiques travaillent sur la

compréhension automatique du

langage humain écrit pour facili-

ter l'accès aux grandes quantités

d'informations disponibles dans

les textes, techniques ou grand

public, ou bien aider à la commu-

nication humain-machine par la

création d'assistants par exemple.

En utilisant des techniques d'in-

telligence artificielle, notamment

celles de l'apprentissage auto-

matique, on peut construire des

représentations qui permettent de

modéliser une partie du sens de

phrases ou de textes, pour dire si

deux textes sont similaires, parlent

des mêmes thèmes, ou caracté-

riser certains de leurs aspects,

comme les opinions, le sentiment

ou le style. L'équipe travaille aussi

hine analytique s motifs ques tout que le aguard tisse des des feuilles.

ce, pionnière ce informatiaue

ISER

à représenter automatiquement l'organisation d'un texte ou d'une conversation, par exemple pour

aider à en faire un résumé. Enfin, l'analyse de documents (notamment techniques) est utilisée pour construire des bases de connaissances structurées dans le cadre d'applications industrielles.



CONTRIBUTRICE, CONTRIBUTEUR

Nathalie Aussenac-Gilles et Philippe Muller. Institut de recherche en informatique (IRIT - CNRS, UT1, UT2I, UT3, Toulouse INP)

FORMER DES ESPRITS

Du 21 ianvier 1887 à 1914. La Dépêche a publié 1 312 articles signés par Jean Jaurès. La culture scientifique faisait partie des thèmes récurrents.



Une de La Dépêche du 17 février 1892

hez Jaurès, la réflexion sur l'art ou la science est toujours imprégnée par la question sociale. Dans un article de 1889, intitulé *Le Capitalisme et* la classe movenne (10/03/1889).

il dénonce les méfaits de la spéculation qui touche et lèsent les classes moyennes et cet appât du gain n'épargne pas « l'élite scientifique des classes moyennes (...) » Et, il ajoute : « Comme leur rôle social est éloigné de ce qu'il doit être! Ils pouvaient être la science mise au service du travail et des travailleurs : ils pouvaient être non seulement des valeurs techniques, mais des valeurs humaines...» Pour lui, la science ne peut être séparée de l'enseignement, de la vulgarisation. S'adressant aux instituteurs et institutrices (15/01/1888), il rappelle que faire œuvre d'éducateur, c'est susciter la curiosité chez les élèves, c'est former des citoyen-nes. Cette notion de citovenneté est fondamentale dans ses écrits. Il constate que les différents mouvements réactionnaires, de Napoléon à Louis-Philippe, ont toujours renoncé « à créer dans notre pays des foyers d'universelle science. » Le savoir ferait-il peur au pouvoir politique et économique? La réponse ne fait aucun doute. Si la Troisième République aura bien tenté « d'organiser, sur certains points du territoire des Universités complètes qui soient

des grands foyers de lumière dans nos départements... C'est avant tout une question qui concerne la démocratie... Il semble qu'il s'agit simplement de l'Enseignement supérieur, il s'agit, en réalité, de la démocratie elle-même, du peuple lui-même. » Jean Jaurès n'aura de cesse de plaider pour la création d'universités régionales et il sera un militant infatigable de la création d'une université à Toulouse. En 1891, dans un texte intitulé Les Préiugés (13/08/1891), il s'interroge sur l'Université : « Demain, j'espère du moins, il y aura des Universités régionales, il y aura notamment une Université toulousaine. Et que seront ces universités avec leur patrimoine collectif, sinon des associations de production intellectuelle fonctionnant sous le contrôle de l'État? » Et d'éclairer son point de vue : « Nous trouvons bon, que dans l'ordre de l'enseignement, l'État intervienne pour que l'âme des enfants ne soit nas abandonnée à tous les hasards d'une concurrence avilissante et pour que le fonctionnement même de l'enseignement ne soit pas livré à l'exploitation du capitalisme sous la forme ignoble du marchand de soupe. » La cible est, notamment, le cléricalisme.

Quelques mois plus tard, il consacre une nouvelle série d'articles aux universités (17/02/1892) et souligne que deux conceptions se sont opposées, celle qui souhaitait créer des écoles spécia-

UNIVERSELS

lisées « préparant à des professions déterminées, » et l'autre, aspirant « à de vastes écoles encyclopédiques dans lesquelles sera enseignée toute l'étendue du savoir humain et qui formeront des esprits *universels et par là même libres.* » Équilibrer entre Paris et la province, créer de grands centres intellectuels, est, pour Jaurès, « une garantie très forte nour la liberté. »

Et Toulouse revient toujours : « Toulouse serat-elle un centre d'université (...). Un des plus grands centres d'études supérieures de la province.

» (12/06/1890). Dans le cas contraire, Jaurès pointe les conséquences économiques régionales : « L'université de Toulouse ne sera pas la chose de Toulouse, elle sera la chose de la région tout entière...» Un combat victorieux : l'Université sera inaugurée le 9 avril 1891.



La jeunesse mettra-t-elle son ambition et sa vie à conquérir et à développer la science ? Noble ambition ; mais qu'est-ce que la science? Une puissance et une joie et si elle ne s'anime pas de l'esprit de justice, si elle ne se mêle pas partout à la vie des hommes et à la vie des plus humbles pour l'alléger et l'ennoblir, elle est un privilège de plus et comme tous les privilèges, elle ne tarde point à tarir les sources profondes de la joie et de la vie.

La Dépêche, 1889

CNRS ET DÉPÊCHE À L'UNISSON POUR FAIRE CONNAÎTRE LA SCIENCE

Depuis neuf ans, le CNRS Occitanie Ouest et La Dépêche du Midi ont entamé une collaboration destinée à porter à la connaissance du grand public les travaux des chercheur·e·s des laboratoires du CNRS et à mettre en évidence la richesse et la variété de la recherche toulousaine. Neuf Petits Illustrés ont ainsi déjà été publiés dans le cadre de cette association éditoriale, Chimie, Énergie, Ariège, Cristallographie, Lumière, Microscopie Systèmes complexes, Transports du futur et aujourd'hui Les 80 ans du CNRS. composent cette collection. Ces brochures offrent des regards croisés

de scientifiques sur des sujets d'actualité comme les années internationales ou sur les spécificités du territoire.

Ces titres sont consultables sur le site du CNRS



46 Le Petit 80 ANS DU CNRS illustré

Direction: José Biosca

Coordination: Pascal Lemoine Création graphique: Sandrine Lucas Secrétariat de rédaction: Jean-Paul Bobin Coordination de l'édition: Valeria Medina

Comité de rédaction : Catherine Dematteis, Valeria Medina Coordination scientifique : Denis Guthleben, attaché scientifique au Comité pour l'histoire du CNRS, rédacteur en chef d'Histoire

de la recherche contemporaine

Couverture: Platonium - Éric Michel et Akari-Lisa Ishii - Hôtel de Ville - Fête des Lumières 2016 © Muriel Chaulet - Ville de Lyon

Bien que la société Le Cèdre ait fait tout son possible pour citer correctement et contacter la source et/ou le/s) détenteur-rice-s du copyright de chaque photo, nous nous excusons par avance de toute erreur ou omission involontaire qui serait immédiatement corriqée dans une prochaine édition.





Journal de la Démocratie Groupe La Dépêche du Midi Société Anonyme au capital de 3 577 010 euros Siège : Avenue Jean Baylet, 31095 Toulouse CEDEX Tél : 05 62 11 33 00 - Fax 05 61 44 74 74

e-mail: contact@ladepeche.com

Président Directeur Général, responsable de la Rédaction:

Jean-Michel BAYLET
Directeur de la publication
Jean-Nicolas BAYLET

Commission paritaire n : 0320 C 87785 – ISSN 0181- 7981 Impression : Techni Print, avenue de Suède, 82 000 Montauban



Machine à écrire. © Jean Dieuzaide/Archives municipales de Toulouse (cote 84FI)

Remerciements:

Cet ouvrage a pu être embelli gracieusement de plusieurs photographies issues du fond Dieuzaide, grâce à l'aimable autorisation de la Mairie et des Archives municipales de Toulouse.



Bibliographie, les essentiels

François Charru, L'Institut de mécanique des fluides de Toulouse (CNRS Éditions, 2019) Denis Guthleben, Sciences. Bâtir de Nouveaux Mondes (CNRS Éditions, 2019)

Denis Guthleben, La Fabuleuse Histoire des inventions (Dunod, 2018)

Denis Guthleben, Rêves de savants (Armand Colin, Paris, 2011)

Denis Guthleben, André Kaspi, Histoire du CNRS de 1939 à nos jours (Paris, 2009)

Armand Lattes, Paul Sabatier (Nouveau Monde, 2019)

Laurence Lestel, Itinéraires de chimistes 150 ans de chimie en France (EDP Sciences, 2012) La Culture scientifique: une aventure toulousaine, Direction de la culture scientifique, technique et industrielle, Toulouse-Métropole (2019)



CHAMPION OLYMPIOUE DE BIATHLON

MARTIN FOURCADE
CHAMPION DU MONDE &
CHAMPION D sociale, n°441 921 913, MGEN Centres de santé, n°477 901 714, mutuelles soumises aux dispositions du livre III du code de la Mutualité.



