

LE CENTRE DE PHYSIQUE THÉORIQUE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE (CPHT)

Le CPHT est une unité mixte de recherche (UMR 7644) du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) et de l'École polytechnique. Au niveau du CNRS, il est rattaché à l'Institut de physique. Il est dirigé par Patrick Mora, Directeur de Recherche au CNRS.

Le CPHT est implanté sur le site de l'École Polytechnique à Palaiseau.

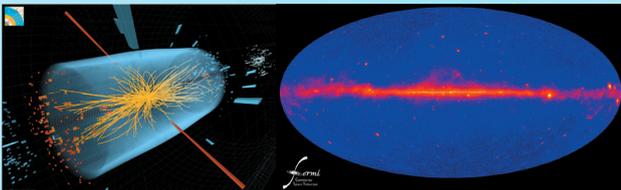
Les thèmes scientifiques couverts au CPHT vont des aspects très fondamentaux de la physique des interactions fondamentales et de la physique mathématique à des aspects relevant presque de la physique appliquée.

Ils sont organisés en 6 groupes :

- Physique des Particules
- Théorie des cordes
- Physique Mathématique
- Matière Condensée
- Interaction Laser Plasma
- Plasmas Magnétisés

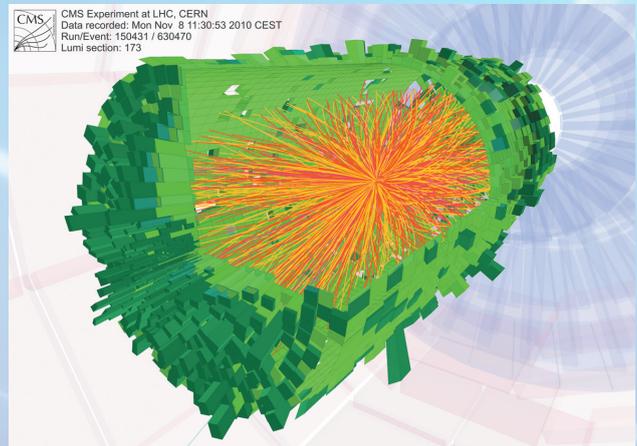
LABORATOIRE LEPRINCE-RINGUET (LLR)

Le laboratoire Leprince-Ringuet s'investit dans deux domaines de recherche qui s'épaulent tant du point de vue conceptuel que technique : l'astronomie gamma de très haute énergie et la physique des particules.



L'astronomie gamma étudie les phénomènes violents de l'univers par l'observation du ciel via des photons d'énergie voisine du TeV, mille milliards de fois plus énergiques que ceux du visible. La problématique est double : quels mécanismes produisent de tels photons, quelles sont les sources. Nous disposons d'un observatoire à la construction duquel nous avons participé, HESS, situé en Namibie, qui observe ces photons via leur interaction avec l'atmosphère. Le laboratoire participe également au programme d'observations mené par le télescope spatial FERMI, dont nous avons construit la structure du calorimètre. Du côté de la physique des particules, nous recherchons la pièce manquante à notre compréhension du monde corpusculaire, le boson de Higgs, dans les collisions de proton de 7 TeV, un record mondial. Cela se passe sur l'accélérateur LHC du CERN et l'expérience CMS. Sur cette même expérience, nous étudions aussi la formation d'un gaz ionisé de

quark-gluon, avec des collisions de noyaux de plomb à 2.76 TeV. L'étude détaillée du boson de Higgs, nécessitera l'étude d'interactions électron-positron, pour laquelle le laboratoire travaille sur de nouvelles techniques de calorimétrie ultra-granulaire. Un autre élément important de la physique des particules concerne les oscillations entre les trois familles de neutrinos, observées depuis quelques années, et qui commencent à être étudiées dans l'expérience T2K au Japon. Ces activités se développent dans un cadre international et les installations sont dispersées dans les diverses régions du monde. A la frontière des technologies, cette science engendre ses propres techniques en s'appuyant sur des moyens importants qui peuvent s'appliquer à bien d'autres domaines. Ainsi nous développons des codes de calcul simulant l'interaction particules-matière ou construisons des profileurs de faisceau pour le traitement des cancers par des accélérateurs d'ions. Nous préparons également le futur avec l'étude de nouvelles méthodes d'accélération par interactions laser-plasma.



INSTITUT DE PHYSIQUE NUCLÉAIRE

L'Institut de Physique Nucléaire est l'un des plus gros laboratoires de recherche en physique nucléaire, centré sur la connaissance de la matière et de ses composants ultimes.

Unité appartenant au Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) et à l'Université Paris-Sud, l'Institut de Physique Nucléaire est un acteur important au niveau national et international en physique nucléaire, en physique des astroparticules, mais aussi dans les domaines de la radiochimie et des champs pluridisciplinaires. Il joue un rôle de



premier plan au sein d'expériences menées dans des collaborations d'envergure auprès de très grands instruments internationaux en Europe, aux USA et au Japon notamment.

Structuré en quatre divisions, l'Institut de Physique Nucléaire qui exploite en outre deux accélérateurs, ALTO et le TANDEM, et prochainement l'équipex ANDROMEDE, est fort de plus de 350 collaborateurs, chercheurs, ingénieurs et techniciens. Ces ressources lui permettent de mener des recherches avec un potentiel de haute technicité réparti sur deux divisions techniques : une division «Accélérateurs» et une division «Instrumentation et Informatique» qui étudient et développent des dispositifs expérimentaux, dans une approche originale. Les compétences de l'Institut de Physique Nucléaire en conception et réalisation d'accélérateurs linéaires supraconducteurs représentent un atout majeur au niveau national et international. Enfin, l'Institut de Physique Nucléaire répond à la double mission de formation et d'enseignement : il reçoit chaque année de nombreux visiteurs étrangers et pilote auprès de l'Université deux écoles doctorales hébergées au sein du laboratoire.

CSNSM

LE CENTRE DE SPECTROMÉTRIE NUCLÉAIRE ET DE SPECTROMÉTRIE DE MASSE (CSNSM)



Le CSNSM comprend 50 chercheurs et 42 ingénieurs, techniciens et administratifs. Situé au cœur du Campus d'Orsay, il se

caractérise par son interdisciplinarité. Fortement impliqué dans les collaborations scientifiques françaises et internationales, il interagit aussi avec le milieu industriel sur des thématiques aussi bien fondamentales qu'appliquées grâce à sa plateforme d'irradiation à plusieurs faisceaux JANNuS-Orsay (réseau national EMIR), à ses microscopes électroniques, et à son installation FIB (Focused Ion Beam), intégrée dans la centrale de nanotechnologie Minerve. Il contribue aussi à l'enseignement et participe à la direction de Masters 2 de Physique & environnement et de Physique appliquée & mécanique.

Ses thématiques de recherche sont très liées aux objectifs de P2IO. En particulier :



- les composantes sombres de l'Univers : détecteurs bolométriques pour la recherche de matière noire (EDELWEISS, EURECA).
- la matière nucléaire fortement couplée : étude des noyaux exotiques, et des transuraniens ; spectrométrie gamma (multi détecteur AGATA) ; mesures de masses atomiques (pièges ioniques).
- la formation des étoiles et les conditions de l'apparition de la vie : étude de réactions nucléaires pour la nucléosynthèse primordiale et stellaire ; détecteur spatial de rayonnement gamma INTEGRAL ; collecte et analyse de météorites et de micro-météorites.
- les capteurs de nouvelle génération : matrices de bolomètres pour l'astrophysique ; nanostructuration de matériaux par irradiation.
- énergie nucléaire du futur : étude des propriétés des matériaux du nucléaire sous irradiation ionique (JANNuS).

INSTITUT DE PHYSIQUE THÉORIQUE

L'équipe de l'IPhT (Institut de physique théorique) est située sur le campus de l'Orme des Merisiers, près de Saclay. Ses recherches sont exclusivement théoriques, et embrassent un large éventail de problèmes fondamentaux de physique des particules et de cosmologie :

- Théorie des cordes, avec en particulier la description théorique des trous noirs, et la limite de basse énergie de la théorie des cordes, qui fait le lien avec le monde observable.
- Calculs de précision dans les théories de jauge : le but est d'avoir des prédictions précises pour les expériences du collisionneur LHC. Les calculs de précision sont également utilisés pour tester la dualité postulée (dite «correspondance AdS/CFT») entre théorie des cordes et théorie de jauge.
- Cosmologie primordiale : c'est l'étude des premiers instants de l'Univers, par le biais de

différentes observations : rayonnement fossile, structure à grande échelle de l'univers, lentilles gravitationnelles, champs magnétiques primordiaux et ondes gravitationnelles.

- Physique des particules au-delà du modèle standard. Ce groupe étudie en particulier la nature de la matière noire, la physique des neutrinos, et les signatures des transitions de phases en cosmologie.
- Interactions fortes à haute énergie. Ce groupe étudie la structure du proton à haute énergie, telle qu'il apparaît dans une collision au LHC, la phénoménologie des collisions proton-proton et noyau-noyau à haute énergie.

L'équipe comprend 19 chercheurs permanents (CEA et CNRS), 11 doctorants et 17 postdoctorants. Elle compte six lauréats du prestigieux «European Research Council» (ERC). Trois autres chercheurs de l'équipe ont été récompensés par des chaires d'excellence junior de l'ANR (Agence nationale de la recherche).



LABORATOIRE DE L'ACCÉLÉRATEUR LINÉAIRE



Le Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire (LAL) est un laboratoire de recherche fondamentale centré sur la physique « des deux infinis » : d'un côté l'étude des composants ultimes de

la matière, les particules élémentaires ; de l'autre la cosmologie avec l'histoire, la composition et l'évolution de l'Univers. Comme son nom l'indique, le LAL est depuis sa fondation en 1956 étroitement lié aux accélérateurs de particules, tant sur le plan de la physique qu'au niveau des développements technologiques associés.

Le LAL est une unité mixte du Centre National de la Recherche Scientifique (Institut National de Physique Nucléaire et de Physique des Particules) et de l'Université Paris-Sud. Le laboratoire est très impliqué dans les activités d'enseignement à tous les niveaux et une dizaine d'étudiants y débute une thèse chaque année. En plus de la recherche, le LAL s'investit beaucoup dans les activités de vulgarisation dirigées vers le monde éducatif et le grand public.

Le LAL compte environ 120 chercheurs répartis en une douzaine de groupes. Les contributions de ses équipes vont des développements techniques aux analyses de physique les plus en pointe. Ses succès reposent en premier lieu sur des services techniques (électronique, mécanique, informatique et département accélérateur) et administratifs (personnel, financier, missions, infrastructure et logistique) de grande qualité, regroupant au total 200 ingénieurs et techniciens.

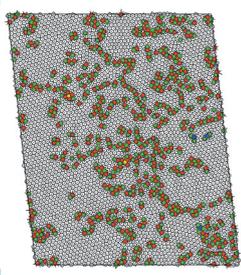
Parmi les projets dans lesquels le LAL est actuellement impliqué on peut citer : les expériences ATLAS et LHCb du CERN ; le satellite Planck d'observation du fond diffus cosmologique ; l'observatoire Pierre Auger qui étudie les rayons cosmiques de très hautes énergies ; la fabrication et le conditionnement des coupleurs du laser à électrons libres XFEL. Au niveau local, le LAL achève la mise au point d'un accélérateur d'électrons de 10 MeV, PHIL. Le laboratoire prépare également l'avenir avec le projet de source compacte de rayons X ThomX, récemment labellisé IDEX, et des développements dans plusieurs directions : améliorations du

LHC, collisionneurs du futur, projets en astrophysique et en cosmologie (ondes gravitationnelles, matière et énergie noires), etc.





LABORATOIRE DE PHYSIQUE THÉORIQUE D'ORSAY



Le Laboratoire de Physique Théorique d'Orsay est une unité mixte de recherche du CNRS et de l'Université Paris-Sud (UMR 8627). Ses thèmes de recherche sont la physique des particules, la cosmologie, la physique mathématique et la mécanique statistique.

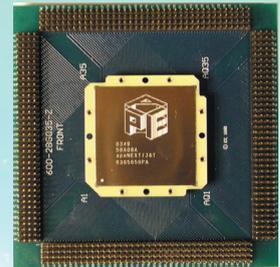
- Les travaux du groupe de physique des particules portent sur les interactions fondamentales des constituants élémentaires de la matière, décrites par le Modèle Standard, ainsi que sur la physique au-delà du Modèle Standard, en relation avec les programmes expérimentaux actuels et à venir.
- Le groupe de cosmologie travaille en particulier sur la gravitation en présence de dimensions supplémentaires, ainsi que sur les conditions initiales dans l'univers primordial et leur effet sur les structures galactiques.

- Le groupe de physique mathématique étudie d'une part des méthodes algébriques et géométriques dans des domaines variés allant de la géométrie non commutative à la théorie quantique des champs, d'autre part l'analyse classique et l'analyse fonctionnelle en mécanique quantique et en théorie des champs.

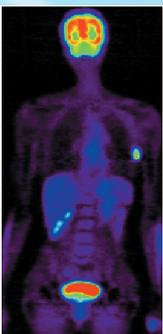
- Le groupe de physique statistique étudie les systèmes physiques complexes : aussi bien leurs propriétés à l'équilibre que leurs phénomènes de transport, y compris des applications au-delà des frontières traditionnelles de la physique telles que le trafic routier.

Plusieurs sujets de recherche sont situés à la frontière entre ces thématiques.

Les équipes du LPT collaborent avec d'autres laboratoires du labex P2IO (LAL, IPN, IAS, CPHT, IPhT,...) et ont également des collaborations interlabex sur le Campus, en particulier avec PALM.



LABORATOIRE IMAGERIE & MODÉLISATION EN NEUROBIOLOGIE ET CANCÉROLOGIE



Créé en 2006, le laboratoire IMNC UMR 8165 incarne une ambition scientifique interdisciplinaire qui mobilise physiciens, biologistes et médecins et qui est guidée par un esprit et une méthode : développer les talents scientifiques mono-disciplinaires et dans un même élan conjuguer ceux-ci pour répondre à des questions fondamentales de neurobiologie ou des enjeux

thérapeutiques en cancérologie. Le projet scientifique d'IMNC est structuré autour de deux axes de recherche :

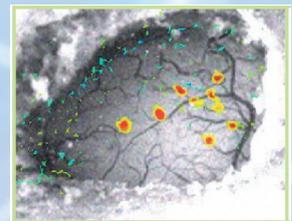
- imagerie en neurobiologie finalisé par l'exploration des bases cellulaires du métabolisme énergétique cérébral et l'imagerie neurofonctionnelle multi-modale in vivo (radio-isotopique et optique) sur le petit animal.



- imagerie en cancérologie finalisé par le développement amont d'imageurs compacts multimodalités (radio-isotopique et optique) et aval de méthodologies/traitements (reconstruction et estimation des paramètres physiologiques en SPECT et TEP) pour le diagnostic et la thérapie des tumeurs.

- modélisation en neurobiologie et cancérologie qui vise l'étude par modélisation et la description de certains processus caractérisant la migration des tumeurs cérébrales

S'appuyant sur un large réseau de collaborations, le développement de ces projets repose sur une compétence forte en neurobiologie, une expertise en méthodologies à l'interface physique-biologie-médecine, deux pôles de compétences transversaux (« instrumentation et modélisation en imagerie » et « théorie des systèmes dynamiques ») et un couplage étroit avec le potentiel scientifique et technique du pôle P2IO



INSTITUT DE RECHERCHE SUR LES LOIS FONDAMENTALES DE L'UNIVERS



L'irfu est un institut de recherche fondamentale du CEA situé sur le centre du CEA de Saclay. Il rassemble près de 800 personnes : 320 physiciens (dont 150 doctorants et postdoctorants) faisant des recherches sur les lois fondamentales de l'Univers avec 243 ingénieurs et 210 techniciens faisant progresser les technologies nécessaires à la maîtrise d'œuvre des instruments. L'Irfu regroupe les trois disciplines, l'astrophysique, la physique nucléaire et la physique des particules et aborde de façon complémentaire les grandes questions sur les lois fondamentales de l'Univers.

• **Quels sont les constituants élémentaires de l'Univers ?**

L'irfu est moteur dans les expériences ATLAS et CMS du LHC afin de tester le modèle standard de la physique des particules, de peut-être découvrir le boson de Higgs et d'explorer ses extensions. Avec T2K au Japon et Double Chooz en Europe, l'Irfu est dans la course aux propriétés des neutrinos.

• **Quel est le contenu énergétique de l'Univers ?**

L'irfu est engagé dans des expériences traquant la matière noire de façon directe (EDELWEISS) et indirecte (HESS et CTA) ainsi que sur les expériences testant l'énergie noire en utilisant différentes sondes comme les fluctuations du fond cosmologique, les effets de lentilles gravitationnelles, les oscillations

acoustiques baryoniques et les supernovæ. Il est à l'origine du projet EUCLID, mission majeure pour la recherche d'énergie noire qui vient d'être sélectionnée par l'ESA comme mission M2.

• **Comment l'Univers est-il structuré ?**

L'étude de la formation des planètes, étoiles et des galaxies occupe une large partie de la composante d'astrophysique de l'Irfu avec un rôle important entre autres dans l'exploitation des observations du satellite HERSCHEL et la construction de la caméra dans l'infrarouge moyen pour la prochaine mission du JWST.

• **Quelles sont les origines et structure des particules et noyaux ?**

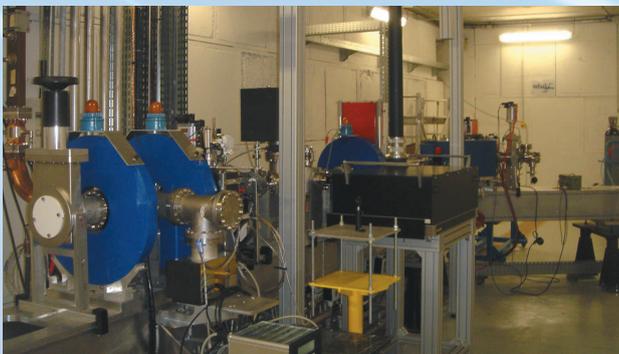
La matière dans les conditions extrêmes de température et de densité telles qu'elles ont prévalu dans les premiers instants de l'Univers est étudiée grâce à l'expérience ALICE au LHC ; la structure interne du proton est explorée à JLAB et au CERN. Pour l'étude des noyaux superlourds, exotiques et déformés, les physiciens sont engagés dans plusieurs expériences auprès de divers accélérateurs avec en premier lieu GANIL et bientôt Spiral2 puis FAIR. L'institut développe les machines permettant d'explorer l'infiniment petit comme des accélérateurs de particules, et des systèmes de détection de tout type de rayonnement et dans toutes sortes de conditions (sous la terre, sous la mer, auprès des collisionneurs de particules et dans l'espace).

L'institut est aussi leader dans le domaine des simulations à grande échelle. Il applique aussi ses savoir-faire dans le domaine de la fusion, de l'imagerie à la thérapie et de façon générale dans la construction des grands instruments dont il maîtrise la haute technologie.

IRSD

INGÉNIERIE RADIOPROTECTION, SÛRETÉ ET DÉMANTÈLEMENT

Pendant l'exploitation des installations du LURE, (Laboratoire pour l'Utilisation du Rayonnement Electromagnétique) de la phase de mise en service au milieu des années 60 jusqu'au démantèlement, le personnel de l'IRSD a acquis une très grande



compétence dans les domaines de la sûreté et de la radioprotection.

Le CNRS a créé récemment l'unité de service IRSD pour maintenir et développer ces compétences au service de ses laboratoires et grands projets :

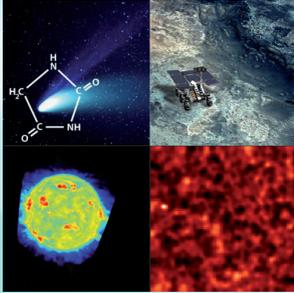
- Préparation, suivi des opérations, instruction des dossiers auprès des autorités de sûreté (Autorité de Sûreté Nucléaire, Agence Nationale des Déchets Radioactifs)

- Calcul des blindages pour les accélérateurs, les cibles et les systèmes d'irradiation. L'IRSD utilise des simulations détaillées pour modéliser et concevoir les systèmes de blindages pour les accélérateurs d'électrons, de protons et d'ions, les sources de spallation et plusieurs autres facilités comme les sources de lumière synchrotron, lasers à électrons libres, lasers de très forte puissance.

L'IRSD assure également la charge opérationnelle de la sûreté et de la radioprotection de CLIO (laser à électrons libres) et PHIL (accélérateur d'électrons) situés sur le Campus d'Orsay.



INSTITUT D'ASTROPHYSIQUE SPATIALE



L'Institut d'Astrophysique Spatiale (IAS) est une unité mixte de recherche du CNRS et de l'Université Paris Sud (UMR 8617) et un Observatoire des Sciences de l'Univers (école interne de Paris Sud associée à l'Institut National des Sciences de

l'Univers). Le laboratoire regroupe 170 personnes : 46 chercheurs, enseignants-chercheurs et astronomes, 89 ingénieurs, techniciens et administratifs dont 28 sous contrat, 25 doctorants et 10 post-doctorants. Les activités de recherche sont structurées au sein de quatre équipes : astrochimie et origines, matière interstellaire et cosmologie, physique solaire et stellaire, système solaire et systèmes planétaires

L'IAS a pour objectif principal la réalisation et l'exploitation scientifique d'expériences embarquées sur les missions spatiales, en particulier celles de l'Agence Spatiale Européenne (SoHO, Cassini/Huygens, Mars Express, Rosetta, Herschel, Planck, BepiColombo, ExoMars). Il est fortement impliqué

dans les missions Solar Orbiter (physique solaire) et Euclid (étude des composantes sombres de l'Univers) qui viennent d'être décidées par l'Agence Spatiale Européenne pour un lancement à l'horizon 2017-2020. D'autres contributions instrumentales ont été réalisées pour les missions du CNES (CoRoT) ou de la NASA (STEREO, MSL) et des collaborations sont envisagées avec d'autres agences spatiales (Japon, Russie, Inde, Chine). Le laboratoire conduit également des travaux de laboratoire en astrochimie expérimentale et sur la matière noire.

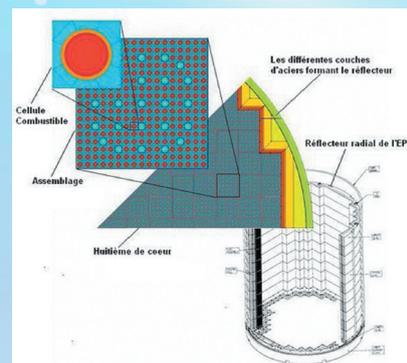
Parmi les principaux résultats scientifiques récents, on peut citer la découverte de minéraux hydratés sur Mars (OMEGA/Mars Express), preuve directe de la présence d'eau liquide dans les premières étapes de l'histoire de cette planète, la caractérisation de la structure interne des étoiles et la découverte d'exoplanètes (CoRoT), la caractérisation des galaxies lointaines, du gaz dans le milieu interstellaire et des zones de chocs (Spitzer/Herschel), la cartographie complète du fond cosmologique (Planck/HFI) qui permet d'accéder aux premières étapes de l'évolution de l'Univers, et la découverte de modes de formation de molécules organiques prébiotiques par irradiation dans les environnements astrophysiques.

Site web de l'IAS : <http://www.ias.u-psud.fr//>

SERMA

SERVICE D'ETUDES DES RÉACTEURS ET DE MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES

Le SERMA a la responsabilité, au sein du Département de l'Energie Nucléaire du CEA, de l'étude des méthodes, de la modélisation et du développement de codes concernant les réacteurs nucléaires et le cycle du combustible. Le SERMA est également spécialisé dans des analyses et des calculs de benchmarking et l'étude de solutions nouvelles. Il utilise des approches déterministes et stochastiques, ce qui lui a permis de développer plusieurs codes de transport comme Apollo-3 et Tripoli-4. Ces codes permettent le suivi des neutrons, photons et électrons, et ils sont validés dans les domaines de la physique du cœur d'un réacteur, de la protection contre les radiations, du démantèlement et de la criticité. Plusieurs défis scientifiques et technologiques proviennent des très grandes dimensions des facilités concernées (PWR, BWR, ITER,..).



Le SERMA a noué de nombreuses collaborations internationales en Europe, aux USA et au Japon. Le transfert technologique des résultats du SERMA vers des partenaires industriels comme AREVA ou EDF se déroule avec succès depuis longtemps. Le SERMA a également des collaborations fructueuses avec le monde académique : l'IPN d'Orsay, l'INRIA, le CNRS et les Universités de Paris Sud, Paris 6, Versailles-ST Quentin Lille.