DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

Assemblée annuelle ARCEA
12 Mars 2020

RETROSPECTIVE 2019, C’EST PARTI !

La vie de sites de recherche et leur environnement

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives - www.cea.fr

CEA PARIS-SACLAY

Depuis le 1er février 2020 le centre CEA Paris-Saclay est rattaché directement à la DG.

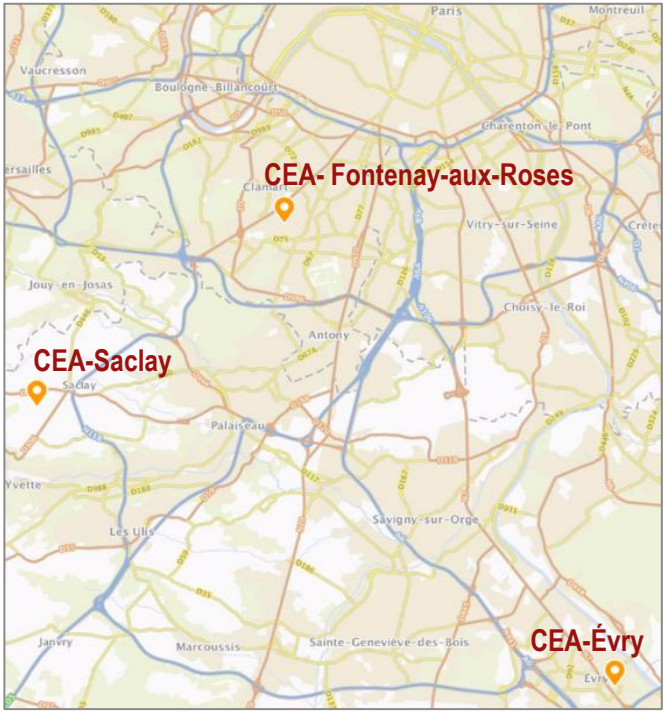
Principaux sites :
Saclay, Fontenay-aux-Roses, Évry, Caen.

Chiffres clés :

- 7 500 salariés
- 600 doctorants
- 200 post-doctorants
- 125 salariés au Ganil à Caen
- 50 salariés dans les bureaux du Ponant à Paris (15ème)

- 130 installations, dont 10 INB (5 en démantèlement), mais aussi :
  - des laboratoires de biologie et animaleries de niveaux 1, 2 et 3
  - 28 lots ICPE dont 15 soumis à autorisation
  - 50 installations détentrices de sources, irradiateurs, générateurs X

- Plus de 3 000 publications scientifiques/an
- Plus de 1 500 brevets actifs



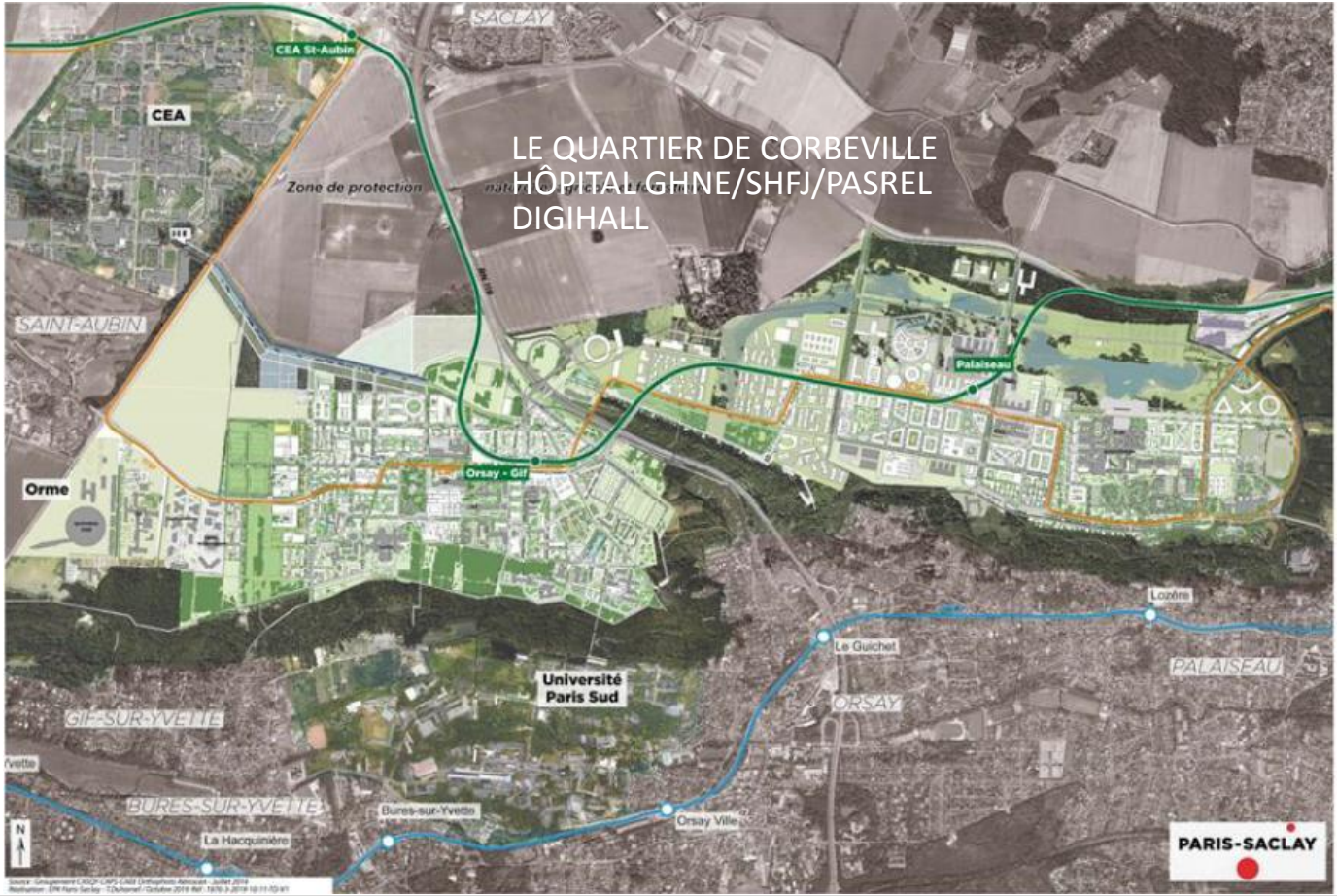
LE CEA PARIS-SACLAY CONTRIBUE À LA DYNAMIQUE TERRITORIALE

Le CEA Paris-Saclay est membre fondateur de l'Université Paris-Saclay, créée le 01/01/2020.

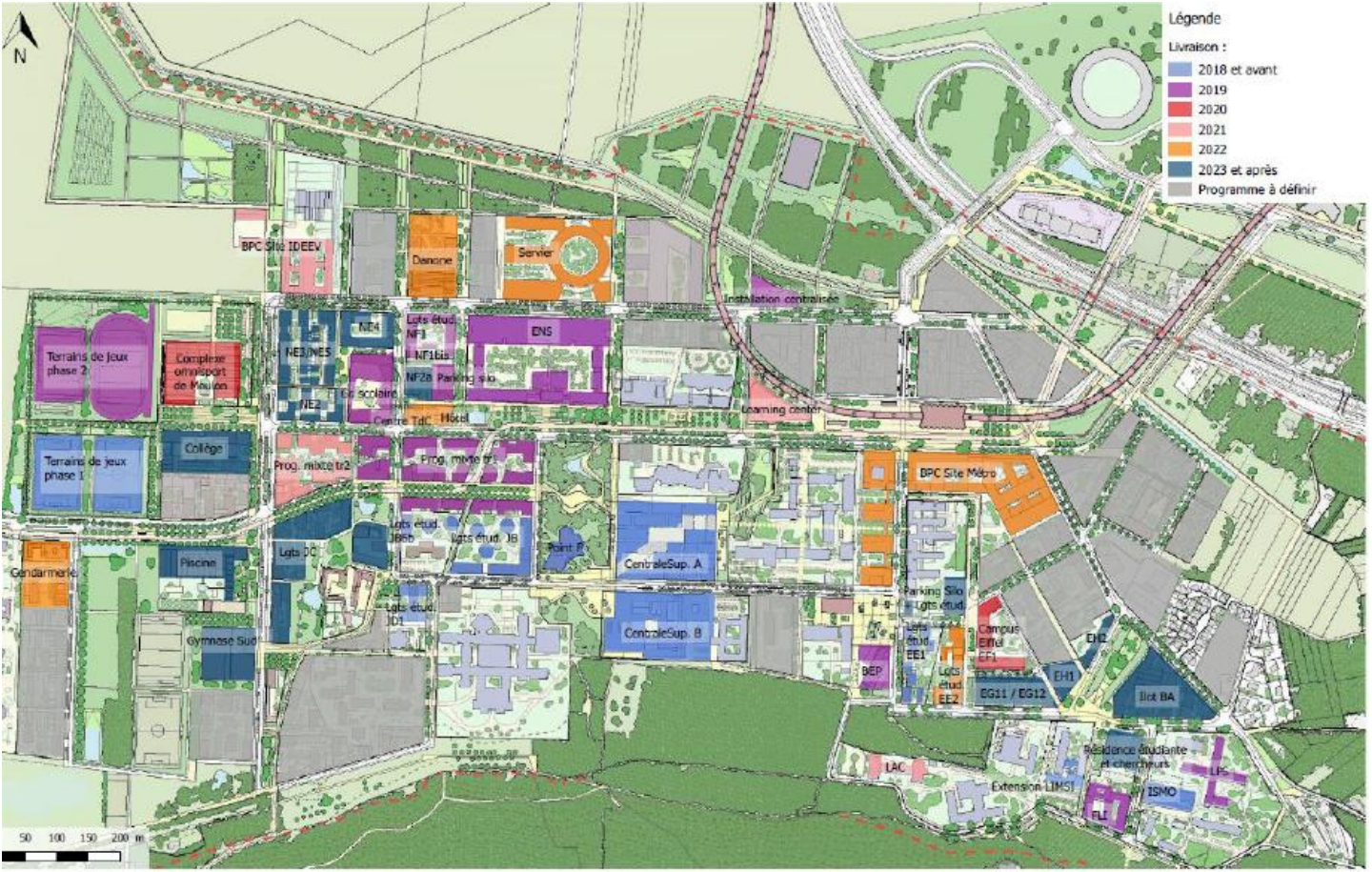
Territoire Vallée Sud Grand Paris
Aménagement secteur Panorama
Projet de Bio Cluster -Fahrenheit

Implication dans projet d'implantation de la gare Saclay .
Mise à disposition de la SGP des terrains de la mare au Cuvier.

CAMPUS PARIS SACLAY



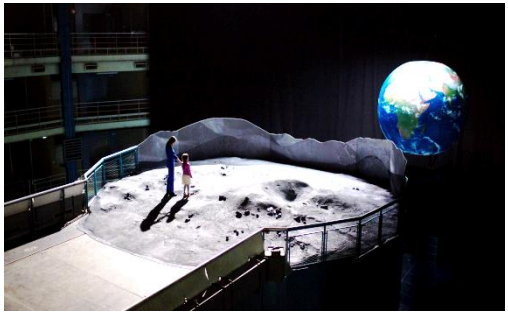
LE QUARTIER DU MOULON



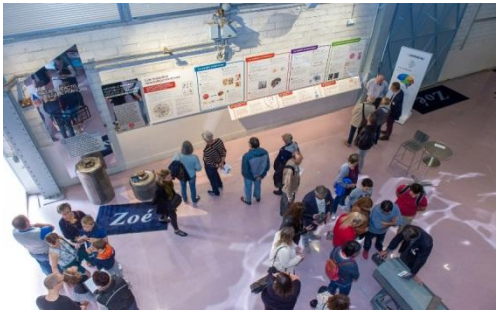
LE CEA PARIS-SACLAY OUVRE SES PORTES AU PUBLIC

Le CEA Saclay a ouvert ses portes à l'occasion des journées du patrimoine afin de faire découvrir au public l'œuvre architectural d'Auguste Perret.

Publication du livre de l'architecte
Ana Bella de Araujo « La cité de l'atome



Proxima,
Sortie en salle le
27/11/19

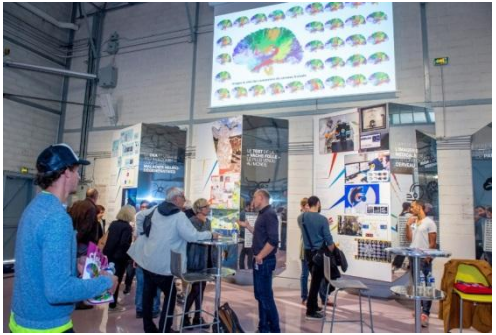


A l'occasion des Fêtes de la Science, le public a pu découvrir la pile ZOE au CEA FAR

Nicky Larson et le
parfum de Cupidon
Sortie en salle le
06/02/19

Le monde du cinéma découvre
le patrimoine architecturale du CEA Saclay

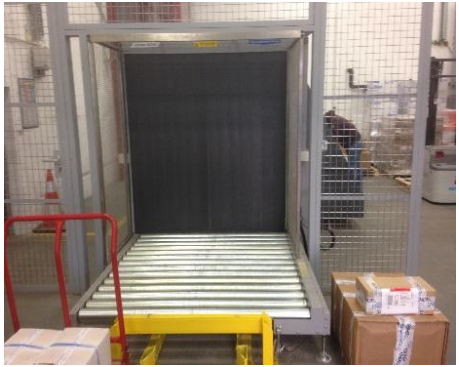
TRANSMISSION DE LA CULTURE SCIENTIFIQUE AU TERRITOIRE ET AU CAMPUS PARIS-SACLAY



Animation de la fête de la science à Gif-sur-Yvette
Actions pédagogiques pour les lycées des environ
Conférences Cyclope grand public à l'INSTN
Exposition sur les maladies neurodégénératives à FAR
Découverte des laboratoires FAR et EVRY pour les fêtes de la Science, etc…

SURETÉ SÉCURITÉ : ENGAGEMENTS TENUS !

Mise en service de la gare routière en janvier 2019



Installation de rupture de charge à FAR

Rénovation clôture Saclay, juillet 2020

Rénovation clôtures FAR terminée

Des infrastructures scientifiques qui évoluent

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives - www.cea.fr

ARRET DU REACTEUR ORPHÉE **APRES 39 ANS AU SERVICE DE LA SCIENCE** ET POURSUITE DES ACTIVITES DU LABORATOIRE LÉON BRILLOUIN

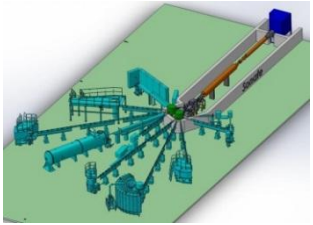
Orphée, réacteur expérimental source de neutrons, un des symboles du CEA Saclay, s'arrête,

Mais les activités du Laboratoire Léon Brillouin (CEA-CNRS) se poursuivent :

- Les équipements des lignes de neutrons du LLB sont transférées sur les sources européennes existantes (ILL à Grenoble, PSI (suisse) …)

- Les recherches sur de nouvelles sources de neutrons compacts progressent, basées sur la technologie des accélérateurs de particules

Sonate
NEUTRONS FOR MATERIALS SCIENCE



- Le CEA participe à la construction de 6 lignes et à des instruments de la source de neutrons à spallation européenne ESS (Suède)

DÉMANTÈLEMENT DE L'INB 18 : RESPECT DE L'ÉCHÉANCE RÉGLEMENTAIRE PLATE FORME EVOC

ULYSSE : réacteur nucléaire de recherche en fonctionnement de 1961 à 2007, de faible puissance (100 kW), utilisé pour l'enseignement, la formation continue et pour des expérimentations sous flux neutronique.

18/08/2014 : parution du décret d'autorisation de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement
→ opérations de démantèlement à réaliser avant le 18 août 2019.
08/08/2019 : achèvement complet du démantèlement du réacteur Ulysse
→ respect de l'échéance du décret.

Avant - après

Evoc : premiers travaux pratiques de la plateforme multimodale d'enseignement en réalité virtuelle pour la physique des réacteurs nucléaires

>> Restitution des locaux à l'INSTN après déclassement administratif.

19 NOVEMBRE 2019 : INAUGURATION DU BÂTIMENT ICE, NOUVELLE INFRASTRUCTURE POUR LES SCIENCES DU CLIMAT ET L'ENVIRONNEMENT

NEUROSPIN : L'AIMANT IRM ATTEINT 11,72 TESLAS, **UN RECORD MONDIAL !**

Plateforme d'imagerie médicale NeuroSpin, 18 juillet 2019 : l'aimant géant Iseult de la future IRM corps entier atteint son champ magnétique « nominal » de 11,72 teslas.

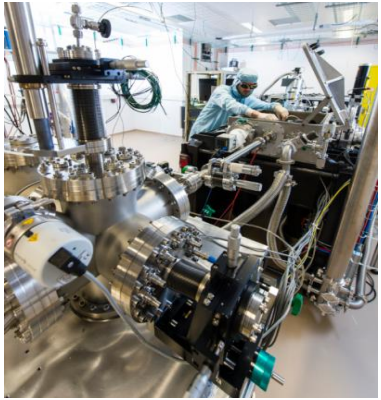
Un record mondial qui vient couronner 10 années de recherche et développement, à la pointe de l'innovation dans le domaine des aimants supraconducteurs !

Dans un proche avenir, ISEULT permettra de sonder le cerveau humain à des précisions jamais atteintes !

PROJETS D'INFRASTRUCTURES EN COURS …

NeuroPSI, Institut de neurosciences Paris-Saclay

NeurATRIS, Infrastructure de recherche pour les thérapies innovantes en neurosciences



Plateforme Attolab :
émission 1ères impulsions laser femto (10^{-15}) à atto (10^{-18}) seconde

Base arrière Apollon :
Galerie entre bât 708 et 704
Création labo dans 704

AMÉNAGEMENTS - RÉNOVATIONS

Rénovation chassis-toitures (ici G1 Evry)

Rénovation voiries-parkings (ici pkg ZOE)

Nouveaux personnels à venir : travaux d'agrandissement du restaurant d'entreprise
et mise en place de constructions modulaires pour un restaurant provisoire

Des résultats scientifiques majeurs

ACCEPTATION PAR LA BANQUE PUBLIQUE D'INVESTISSEMENT DU PROJET « RÉACTEUR NUMÉRIQUE » **STRUCTURANT POUR LA COMPÉTITIVITÉ**

- Une dizaine de partenaires industriels et académiques de la filière nucléaire française

- Début 2020 pour 4 ans. Le budget total du projet est de 34,7 M€ dont 9,2M€ pour le CEA (60% DEN et 40% DRT).

Ce projet vise à concevoir, intégrer et valider **un « jumeau numérique » du réacteur nucléaire, couvrant les phases de conception, d'exploitation et de déconstruction.**

Ce projet intégrera des outils de calcul simplifiés de type simulateur et d'autres codes complexes, représentant le plus fidèlement possible la physique du réacteur.

SIMULATION DU DURCISSEMENT SOUS IRRADIATION D'UN ACIER DE CUVE DE RÉACTEUR À EAU PRESSURISÉE

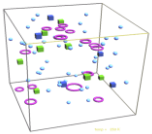
Lors du fonctionnement d'un réacteur nucléaire, la cuve contenant les barres de combustibles est **soumise à de fortes radiations induisant un durcissement de l'acier.**

Une nouvelle plateforme de simulation chaîne les 3 codes CRESCENDO, NUMODIS et AMITEX_FFTP
Afin d'évaluer les effets des radiations sur l'acier aux 3 échelles nano, micro, milli et macroscopiques

Données d'entrée:
Température, Temps, Irradiation

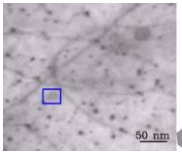
échelle nm

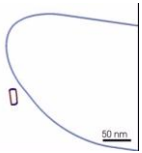
CRESCENDO
Analyse de la distribution des défauts d'irradiation



échelle µm

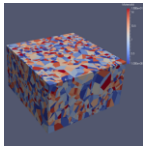
NUMODIS
Évolution des microstructures détermination coefficients de durcissement



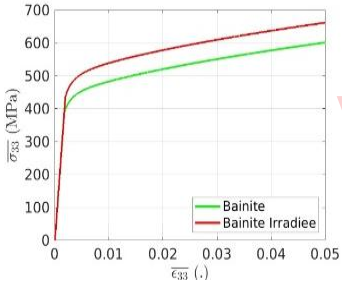


échelle mm

AMITEX_FFTP
Définition des propriétés d'un volume d'acier



Simulation de la réponse mécanique macroscopique de l'acier de cuve irradié



Courbes de traction d'un acier de cuve avant et après irradiation

La simulation prévoit une augmentation sensible de la limite d'élasticité du matériau (60 MPa), tout à fait en cohérence avec l'expérience (75 MPa)

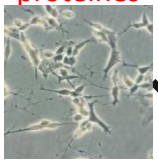
DÉVELOPPEMENT D'UN MICROSYSTÈME DÉDIÉ À LA CAPTURE DES MOLÉCULES CIBLES DES ACTINIDES : **PROJET DECREASE**

Des méthodes non miniaturisées existent mais les échantillons sont difficiles à obtenir

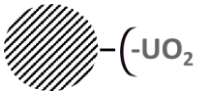
Miniaturisation

Les actinides greffés sur un support capturent spécifiquement les protéines injectées dans le support miniature

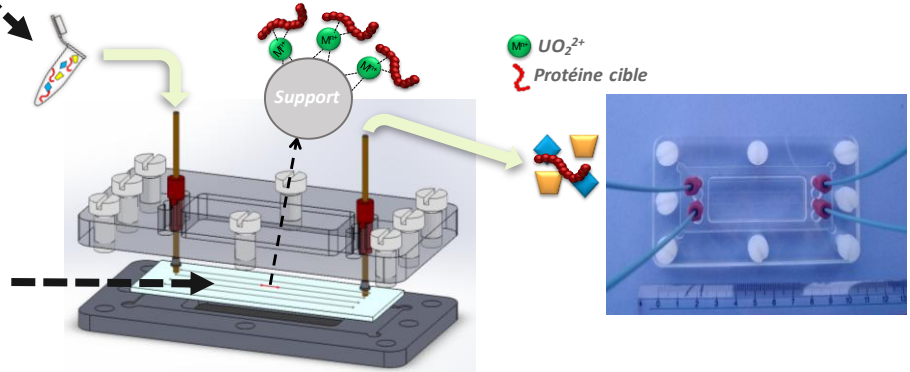
Molécules cibles protéines



Protéines en mélange dans lysat cellulaire



Actinide (uranium) greffé à un support miniaturisé



- **Etude des interactions des radioéléments avec les molécules du vivant**
- **Découverte de molécules capables d'extraire des matériaux stratégiques ou les actinides**

À LA FRONTIÈRE DES PHYSIQUE DES PARTICULES ET PHYSIQUE QUANTIQUE : COUPER LA CHARGE DES ÉLECTRONS EN 3.. ET MÊME EN 5 !

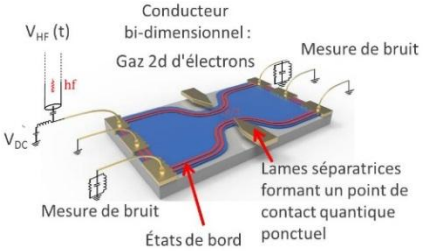
Un circuit électrique bi-dimensionnel ayant une constriction est soumis à champ magnétique intense

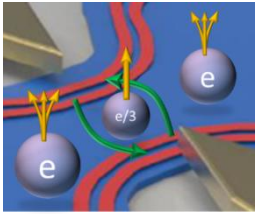
Les électrons, en orbite autour du champ magnétique, s'agitent et rebondissent sur les bords de la constriction

Analyse du « bruit électrique» issus de l'agitation des électrons

L'analyse du « bruit électrique » montre qu'il est possible de faire passer des fractions d'électrons (1/3 ou 1/5) entre les 2 électrodes de la constriction …

et de les manipuler avec des photons microondes!

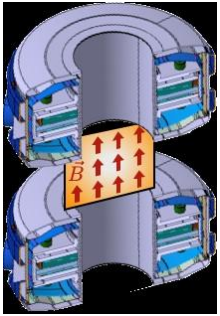




Ni boson, ni fermion les charges fractionnaires sont des "**any**-ions" = anyons qui doivent obéir à une nouvelle statistique quantique fractionnaire…

statistique que nous pourrons dorénavant explorer en manipulant ces anyons!

MATIÈRE NOIRE, NEUTRINOS ET SIMULATION UNIFIÉE DE LA VOIE LACTÉE
3 RECHERCHES RECONNUES EXCELLENCE SCIENTIFIQUE !



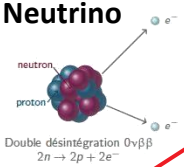
G-LEAD - Détecter la matière noire en laboratoire

Construire un dispositif expérimental pour convertir la particule invisible (de matière noire) en signaux détectables à l'aide de champ magnétique intense

Trouver la nouvelle physique au-delà du modèle standard de la physique des particules

bolomètre scintillant

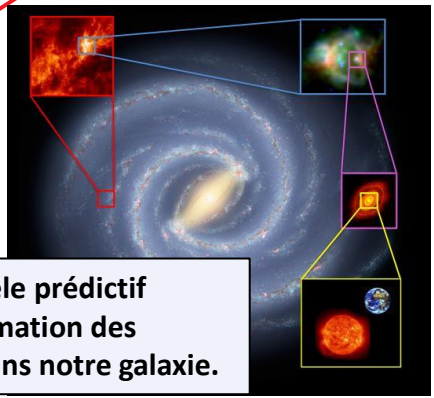
BINGO - R&D de pointe pour déterminer la nature des Neutrino



∞ petit

∞ grand

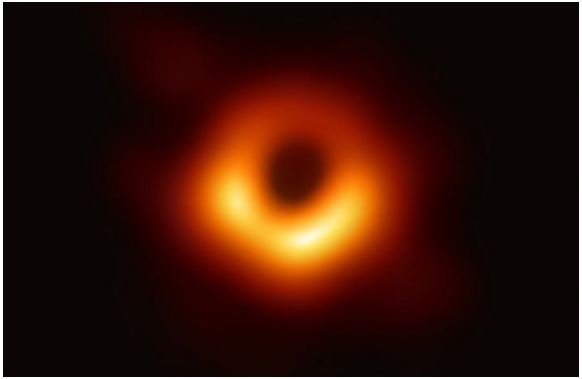
ECOGAL



Construire un modèle prédictif unique pour la formation des étoiles et des planètes dans notre galaxie.

- simulations numériques multi-échelles à haute résolution
- observations astronomiques de pointe
- méthodes novatrices d'analyse des données.

MATIÈRE NOIRE, QUELLE EST SA NATURE ?
LES TROUS NOIRS DISQUALIFIÉS



© Image du trou noir supermassif de la galaxie M87 par la collaboration EHT le 10 avril 2019

La matière noire est 5 fois plus abondante que la matière ordinaire. Elle joue un rôle clé dans la formation de l'Univers.
Une hypothèse était que la matière noire était constituée de trous noirs.

La cartographie par nos chercheurs des trous noirs formés à partir d'étoiles massives et des trous noirs primordiaux a révélé que
ces entités ne peuvent représenter que 40 % de la matière noire.

De ce fait, quelle est la nature de la matière noire?

- Des trous noirs exotiques?
- Des particules élémentaires totalement inconnues?

L'investigation continue….!

LA PHYSIQUE STATISTIQUE AU SECOURS DES MÉGALOPOLES

L'urbanisation intense du monde s'accompagne de dégradations environnementales et d'inégalités socio-spatiales croissantes

Les modèles d'étude statistique d'urbanisation standards présentent des limites de validation terrain.

Le CEA a mis au point une approche statistique inédite au plus proche de la réalité urbaine en utilisant **les données issues de la téléphonie mobile et des capteurs urbains** :

- Temps passés dans les embouteillages
- Quantité CO_2 émis dans les transports, etc…

Ces analyses permettront à terme une évolution plus harmonieuse de l'urbanisation

RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE:
LES ÉCOSYSTÈMES TERRESTRES, UN RESSOURCE FONDAMENTALE

Des chercheurs du CEA ont participé à un rapport du GIEC consacré aux relations entre terres émergées et climat.

Quelques chiffres:

- Les écosystèmes terrestres absorbent environ 29% des émissions de CO2 produit par l'homme
- L'usage des terres par l'homme participe à hauteur de 23% des gaz à effet de serre
- 3/4 des terres émergées sont exploitées ou occupées par l'homme

De multiples pressions sont exercés sur les écosystèmes terrestres:

- Usage des sols : urbanisation, déforestation, agriculture massive etc…
- Changements climatiques : épisodes climatiques extrêmes, montée des eaux etc..

La préservation des écosystèmes terrestres est l'un des éléments fondamentaux pour maintenir le réchauffement climatique sous la barre de 2°C.

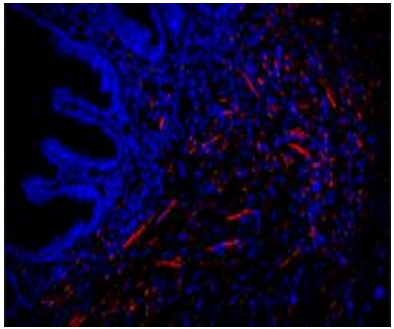
- **Maladies neurodégénératives : identification de la cible des protéines contribuant à la maladie d'Alzheimer**

La propagation des agrégats de la protéine Tau dans le cerveau contribue à la progression de la maladie d'Alzheimer. La cible de ces agrégats de protéines a été identifiée.

L'identification de cet élément clé dans la propagation de la maladie ouvre la voie à de nouvelles thérapies pour empêcher la mort des neurones !

- **Cancérologie: des neurones créés au sein des tumeurs cancéreuses, une découverte prometteuse!**

Ces cellules nerveuses dérivent de progéniteurs issus du cerveau et sont acheminés via la circulation sanguine vers le microenvironnement tumoral, contribuant ainsi au développement du cancer.



Cette découverte surprenante ouvre la voie à de nouvelles pistes thérapeutiques contre le cancer !

- **Fludarabine marquée au fluor 18, un espoir pour l'imagerie TEP des lymphomes**

  - Ce radiotraceur devrait permettre, **de manière non-invasive et spécifique, de visualiser les cellules lymphoïdes tumorales**, là où d'autres techniques de diagnostic présentent des limites de spécificité et de sensibilité.

  - Signature en mai 2019 d'un accord de licence avec Zionexa pour la commercialisation de ce radiotraceur innovant mis au point au SHFJ

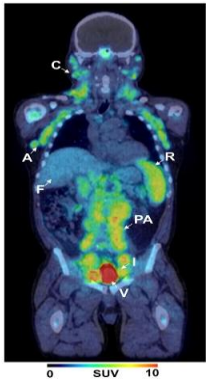


Image TEP de la [18F] Fludarabine chez un patient représentatif atteint d'une leucémie lymphoïde chronique.

- **Maîtriser la dose reçue par les patients en cardiologie interventionnelle**

Lancement d'un projet européen pour la mise au point de faisceaux de particules parfaitement calibrés permettant:

  - l'étalonnage d'instruments de mesure et appareils d'imagerie X utilisés en clinique
  - **l'évaluation précise de la dose délivrée aux patients**

- **Simulation en temps réel pour la thérapie par ultrasons**

Développements de :

  - Modèle de comportement des ondes ultrasonores dans les tissus biologiques
  - Modèle de simulation en temps réel de **l'échauffement local des tissus pour le traitement du cancer de la prostate**

  - Par la suite, **le logiciel sera optimisé pour permettre une interaction temps réel avec le praticien.**

Intégration au dispositif médical Focal One® réalisée

Merci de votre attention

Couverture du calendrier 2020 de l'université Paris-Saclay
Fête de la musique et du sport 2019-CEA Saclay