



Imagine ton métier... avec le CEA

PHYSIQUE

CHIMIE

MATÉRIAUX

BIOLOGIE

ÉLECTRONIQUE, INFORMATIQUE & MATHÉMATIQUES

EXPLOITATION





SOMMAIRE

4 > La physique

- 6\ PHYSICIEN DES PLASMAS
- 7\ OPTICIEN LASÉRISTE
- 8\ CHERCHEUR EN NANOSCIENCES
- 9\ NEUTRONICIEN
- 10\ MÉCANICIEN DES FLUIDES
- 11\ THERMODYNAMICIEN

12 > La chimie

- 14\ CHIMIE POUR LES ÉNERGIES
- 15\ PHYSICO-CHIMISTE
- 16\ CHIMISTE ANALYTIQUE
- 17\ CHIMIE VERTE
- 18\ RADIOCHIMISTE
- 19\ RADIOPHARMACIEN

20 > Les matériaux

- 22\ PHYSICIEN DE LA MATIÈRE CONDENSÉE
- 23\ MÉCANICIEN DES MATÉRIAUX
- 24\ MÉTIERS DE LA VITRIFICATION
- 25\ EXPÉRIMENTATEUR EN RÉACTEUR
- 26\ INGÉNIEUR EN SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE
- 27\ SPÉCIALISTES DES BATTERIES & PILES À COMBUSTIBLE

POUR S'Y RETROUVER

- > DUT/BTS : BAC +2
- > LICENCE : BAC +3
- > MASTER : BAC +5
- > INGÉNIEUR : BAC +5
- > DOCTORAT : BAC +8

28 > La biologie

- 30\ MÉTIERS DE L'IMAGERIE MÉDICALE
- 32\ BIOPHYSICIEN
- 33\ BIOCHIMISTE
- 34\ GÉNÉTICIEN
- 35\ BIO-INFORMATICIEN

36 > L'électronique, l'informatique et les mathématiques

- 38\ TECHNICIEN SALLE BLANCHE
- 39\ INGÉNIEUR ÉLECTRONICIEN
- 40\ CONCEPTEUR DE CAPTEURS
- 41\ SPÉCIALISTE DU TRAITEMENT DU SIGNAL
- 42\ INFORMATICIEN RÉSEAUX
- 43\ MÉCATRONICIEN
- 44\ MODÉLISATEUR
- 45\ INGÉNIEUR EN SIMULATION NUMÉRIQUE

46 > L'exploitation

- 48\ CHARGÉ DE L'EXPLOITATION D'UN RÉACTEUR
- 49\ RADIOPROTECTIONNISTE
- 50\ CHEF DE PROJET ASSAINISSEMENT-DÉMANTÈLEMENT
- 51\ INSTN



LE CEA, organisme public de recherche technologique

Acteur clef de la recherche et de l'innovation, le **Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives** conduit des programmes de recherche en vue d'accroître la connaissance scientifique et de stimuler l'innovation et les transferts de technologies dans un certain nombre de domaines spécifiques représentant des enjeux stratégiques et sociétaux majeurs.

Le **CEA** déploie son activité sur les énergies bas carbone, la défense et la sécurité globale, les technologies pour l'information et les technologies pour la santé en s'appuyant sur une recherche fondamentale d'excellence ; ainsi que la conception et l'exploitation des très grandes infrastructures de recherche.

Le **CEA** entretient un lien étroit à la fois avec la recherche académique et avec le monde industriel, lien qui se traduit par la conduite de programmes de recherche fondamentale identifiés, et parfois menés avec d'autres organismes

de recherche et des universités, en France et à l'étranger. Le rôle de soutien aux industriels constitue une mission historique du **CEA**.

> **10** centres répartis dans toute la France

> **136** start-up créées, depuis 1984, dans le secteur des technologies innovantes

> **613** dépôts de brevets prioritaires

> **15 982** techniciens, ingénieurs, chercheurs et collaborateurs

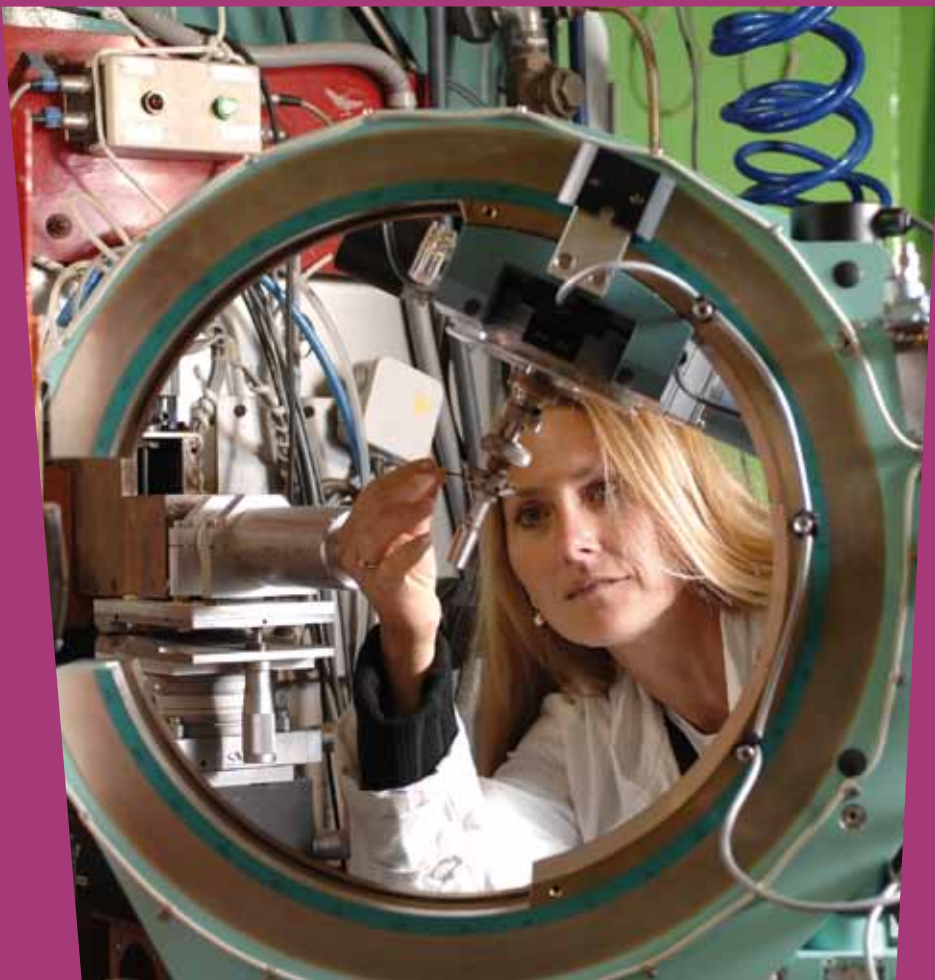
> **4 257** publications en 2009 dans des revues à comité de lecture

> **55** accords cadres avec les universités et les écoles

> **1 488** thésards, **287** post-doctorants

LA PHYSIQUE

La physique est la science qui décrit le comportement de la matière sous toutes ses formes. La physique classique comprend l'ensemble des théories physiques basées sur celles de Newton datant du début du XVIII^e siècle et validées, telles que la mécanique, la théorie du champ électromagnétique, la thermodynamique. La dénomination « physique classique » a été introduite par opposition à la « physique quantique ». Apparue au XX^e siècle, c'est la physique à l'échelle des atomes et des particules. A cette échelle, les atomes peuvent avoir plusieurs états, chacun associé à un niveau d'énergie différent, et le passage d'un état à l'autre se fait par palier, à condition que l'atome reçoive une quantité d'énergie précise. La physique quantique prédit des comportements jusqu'ici inhabituels.



Il existe plusieurs grands domaines de la physique :

La physique des particules étudie les constituants les plus petits de la matière, les rayonnements et leurs interactions. C'est la physique des grands accélérateurs qui requièrent d'importantes collaborations internationales, comme par exemple le LHC où 1 800 scientifiques de 64 pays recherchent l'origine de la matière.

La physique nucléaire correspond à l'étude expérimentale des noyaux atomiques stables ou radioactifs. Elle étudie leur structure et leur comportement, et est à l'origine de l'industrie nucléaire.

La physique atomique se concentre sur la structure des atomes et essentiellement sur l'organisation des électrons autour du noyau et sur la façon dont celui-ci est modifié. Les termes « atomique » et « nucléaire » étant utilisés de

la même façon dans le langage courant, physique atomique et physique nucléaire sont souvent confondues.

La physique de la matière étudie les propriétés des solides, liquides, verres, polymères... que nous sommes susceptibles de rencontrer à la surface de la Terre. Sont aussi concernés le magnétisme, la supraconductivité, les solides désordonnés, etc.

La géophysique est l'étude de la Terre par des méthodes quantitatives physiques (géothermie, magnétisme, sismologie, radioactivité, etc). Cette discipline repose fortement sur d'autres domaines de la science comme les mathématiques et l'informatique.

La physique des plasmas s'intéresse à cet état de la matière où un gaz est porté à une température telle que la structure des atomes se désorganise. L'énergie est suffisante pour arracher

les électrons aux noyaux et former un gaz ionisé, constitué d'ions et d'électrons. C'est dans cet état, considéré sur Terre comme le quatrième de la matière, que se présente 90 % de la masse visible de l'Univers : Soleil, étoiles, gaz des amas de galaxies... On y cherche entre autres un moyen de réaliser la fusion nucléaire.

La biophysique explore le vivant avec des méthodes physiques. En d'autres termes, elle étudie le fonctionnement des organismes vivants, en axant ses recherches sur la compréhension des différents phénomènes physiques en relation avec les processus biologiques et les mécanismes vitaux.

L'astrophysique vise à comprendre l'histoire de l'Univers et son devenir en étudiant la formation et l'évolution de ses composants (étoiles, planètes, galaxies, amas de galaxies) à travers l'observation des rayonnements qu'ils émettent.



PHYSICIEN DES PLASMAS

Le plasma, après le solide, le liquide ou le gaz, est le 4^e état de la matière. Il n'est visible sur Terre qu'à très haute température, quand l'énergie est telle qu'elle réussit à arracher des électrons aux atomes. On observe alors une sorte de « soupe » d'électrons extrêmement actifs dans laquelle « baignent » des noyaux d'atomes.

Le CEA offre au physicien des plasmas un vaste champ de recherches : astrophysique, physique de la haute atmosphère, production d'énergie par fusion thermonucléaire, physique des armes nucléaires.

Si vous devenez physicien des plasmas, vous pourrez travailler dans le cadre du programme Simulation de la Direction des applications militaires : modélisation des états extrêmes de la matière grâce à des moyens de calcul très puissants, études théoriques et expérimentales de plasmas créés par confinement inertiel sur le laser Mégajoule. Vous pourrez également prendre part aux recherches menées sur la fusion thermonucléaire par confinement magnétique, dans des tokamaks comme Tore Supra, mais également dans ITER.

Ce métier pourra aussi vous permettre d'accéder à des disciplines d'astrophysique comme la physique stellaire, l'étude de l'évolution des galaxies, la formation des étoiles...

FORMATION

• **Bac S** • **Ecole d'ingénieur et/ou master de physique des plasmas ou astrophysique** • **Doctorat.**



ITER

Le projet international ITER sera réalisé en France près du site du CEA Cadarache. Ce projet, qui représente un des plus grands chantiers scientifiques de ce siècle, permettra de démontrer la faisabilité scientifique et technologique de la fusion nucléaire contrôlée par confinement magnétique. Le but ? Produire de l'énergie en fusionnant des atomes d'hydrogène à 150 millions de degrés, avec des ressources quasiment illimitées, sans impact pour l'environnement. En effet, un seul gramme de deutérium équivaut, en énergie, à 2 tonnes de pétrole. Ce projet occupe un site de 180 hectares et représente 1000 emplois en phase d'exploitation (chercheurs, ingénieurs, techniciens, personnel administratif).

OPTICIEN LASÉRISTE

Au carrefour de la physique fondamentale et de la technologie, des ingénieurs et des techniciens, spécialistes de l'optique, conçoivent et mettent en œuvre des lasers au service d'une recherche de pointe.

Entrez dans le monde de l'optique et les propriétés de la lumière, dans des domaines aussi variés que la connaissance de la matière, la fusion thermonucléaire, la médecine, la technologie des matériaux...

La physique des lasers repose à la fois sur des principes d'optique connus depuis des siècles et sur des concepts récents comme la physique quantique et la relativité. L'opticien lasériste doit non seulement bien maîtriser les lois de l'optique mais aussi tous les outils technologiques qui permettent de générer, guider et analyser les faisceaux lasers.

« De nombreux codes de calcul existent pour les lasers classiques, mais ils ne conviennent pas aux longueurs d'ondes auxquelles nous travaillons. D'où la nécessité de développer des codes spécifiques. » François.



LMJ

Le laser Mégajoule (LMJ) est un élément essentiel du programme Simulation, destiné à assurer la pérennité de la dissuasion après l'arrêt définitif des essais nucléaires. Il est l'aboutissement de la longue expérience du CEA dans le domaine des lasers de puissance. Sa construction au CEA Cesta, près de Bordeaux, fait intervenir les plus grands industriels du domaine. Son exploitation entraînera le développement dans son environnement proche, d'un tissu technologique spécialisé générant des recherches et développements dans le domaine de l'optique, des lasers et des plasmas. Enfin, le LMJ sera ouvert à la communauté scientifique nationale et internationale, constituant ainsi un lieu privilégié de collaborations et d'échanges, dans les recherches menées sur la fusion par confinement inertiel.



• **Bac S** • **DUT ou BTS optique, optronique ou optoélectronique pour les techniciens** • **Ecole d'ingénieur et/ou master électricité ou optique** • **Doctorat en optique.**

FORMATION

Vous chercherez à concevoir des détecteurs et des lasers adaptés à des cahiers des charges bien définis. Cela demande beaucoup de rigueur, de méthode, d'expérience et de patience.



CHERCHEUR EN NANOSCIENCES



Les nanosciences relèvent à la fois de la **physique atomique** et de la **physique de la matière**.

« **C'est une science créative dans laquelle on invente de nouveaux objets pour en étudier les propriétés et, parfois, démontrer de nouveaux concepts de fonctionnement de composants.** » Pascale.

En devenant chercheur en nanosciences, vous ferez de la recherche fondamentale en utilisant des systèmes électroniques modernes dont les composants sont si petits qu'ils ont la taille d'une molécule. Ensuite, si les recherches effectuées sont porteuses, vous pourrez déposer des brevets et chercher des partenaires pour poursuivre dans des domaines plus appliqués.

« Je touche à tout : science, technique, mais aussi encadrement, embauche, administration... J'aime découvrir de

nouvelles choses. En recherche, plus on avance, plus on se rend compte que l'on ne sait rien et que le monde est complexe. » Pascale.

Les nanosciences sont un secteur stratégique de la recherche. De nombreux domaines comme l'informatique, les télécommunications, la médecine, la biologie, les matériaux, la chimie, l'énergie et l'environnement sont concernés.

Si les défis ne vous font pas peur, si vous êtes tenace, motivé, créatif et que travailler dans un secteur prometteur vous intéresse, le métier de chercheur en nanosciences est fait pour vous.

FORMATION

• **Bac S** • **Licence en physique chimie** • **Master recherche physique fondamentale ou Sciences pour l'ingénieur** • **Spécialité : nanosciences, nanotechnologies.**

NEUTRONICIEN

En **physique nucléaire**, la connaissance des phénomènes physiques présents dans un cœur de réacteur nucléaire est la clé de voûte de la mission des neutroniciens. Elle repose sur le calcul numérique, la modélisation et la mise en œuvre d'expériences.

« Notre travail consiste à réaliser des études de neutronique, soit pour l'évaluation de réacteurs existants, soit pour la conception de nouveaux systèmes, par exemple un nouveau cœur, comme au sein du forum Génération IV. » Christine.



et concevoir les systèmes nucléaires du futur. Vous devrez aussi définir les conditions d'entreposage et de stockage des matières nucléaires en fonction des paramètres de sûreté à respecter.

Pour cela, vous devrez être armé d'un très bon esprit d'analyse et de réflexion.

FORMATION

• **Bac S** • **BTS ou DUT scientifique** • **Doctorat en science ou diplôme d'une école d'ingénieur généraliste.**



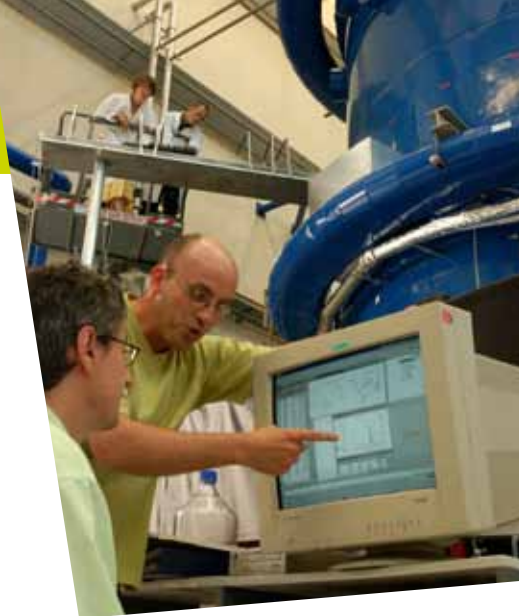
MÉCANICIEN DES FLUIDES

La mécanique des fluides est le domaine de physique qui étudie les écoulements liquides et gazeux, compressibles et incompressibles, multi-constituants, réactifs, et les échanges thermiques. Dans le cadre de l'énergie, notamment nucléaire ou alternative, les principales applications portent sur la thermohydraulique des réacteurs et le risque hydrogène. Ces études servent aussi dans le domaine de la Défense.

Ingénieur en physique théorique, vous devrez développer des méthodes numériques sur ces sujets très pointus et proposer les expérimentations associées.

Ainsi, vous participerez à la conception de logiciels de simulation et de contrôle pour les exploitants nucléaires (EDF...), notamment la partie « fluides » du logiciel CAST3M sur lequel de nombreuses équipes du CEA travaillent. « Nous mesurons dans l'assemblage combustible la vitesse du fluide en plusieurs milliers de points, par vélocimétrie laser. Cela a permis de modéliser les phénomènes mis en jeu. » Bruno.

Des données expérimentales servent à la validation de ces codes. Vous devrez donc concevoir les expérimentations, qui s'appuieront sur des mesures thermiques, de concentrations gazeuses par prélèvement et spectrographie de masse, de vitesse par anémométrie...



Vous pourrez aussi travailler sur des installations spécifiques, dédiées aux études du risque hydrogène ; de MISTRA, une enceinte de 100 m³ comprenant des circuits vapeur et gaz (hélium, azote), des condenseurs et une instrumentation complète, à GARAGE, copie d'un garage de véhicule particulier à échelle 1, instrumenté pour l'étude des fuites d'un véhicule à pile à combustible (dans tous les cas, pour limiter les risques d'accident, l'hydrogène est simulé par de l'hélium).

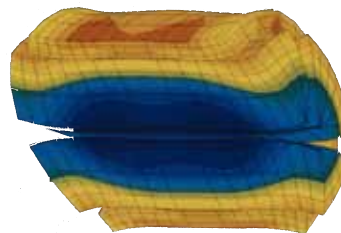


FORMATION
• Bac S • BTS ou DUT scientifique
• Doctorat en science ou diplôme d'une école d'ingénieur généraliste.

THERMODYNAMICIEN

La thermodynamique est la discipline qui étudie la transformation de la chaleur en travail. Pour le nucléaire, elle sert à étudier les matériaux d'intérêt, dans le but de constituer des bases de données thermodynamiques à l'équilibre et cinétiques et d'élaborer des diagrammes de phases par des codes de modélisation. Les recherches les plus importantes concernent les nouveaux combustibles, l'étude des gaines et les accidents graves (corium).

Ingénieur physicien, vous devrez donc être capable de mener des recherches de physique théorique d'un très haut niveau. Vous disposerez de moyens de calcul performants pour étudier la simulation atomistique dans des situations de plus en plus complexes et manipulant de plus en plus d'atomes. Vous pourrez développer les codes, ou utiliser les meilleurs outils de simulation pour les appliquer à vos problématiques.



La détermination des propriétés thermodynamiques et des diagrammes de phase repose de manière complémentaire sur des calculs et des mesures expérimentales. Vous piloterez des expériences menées sur différents dispositifs (analyseur thermique différentiel couplé à une thermobalance, four Joule, four à bombardement électronique, spectromètre de masse haute température) couvrant des domaines de température jusqu'à plus de 3 000° C.



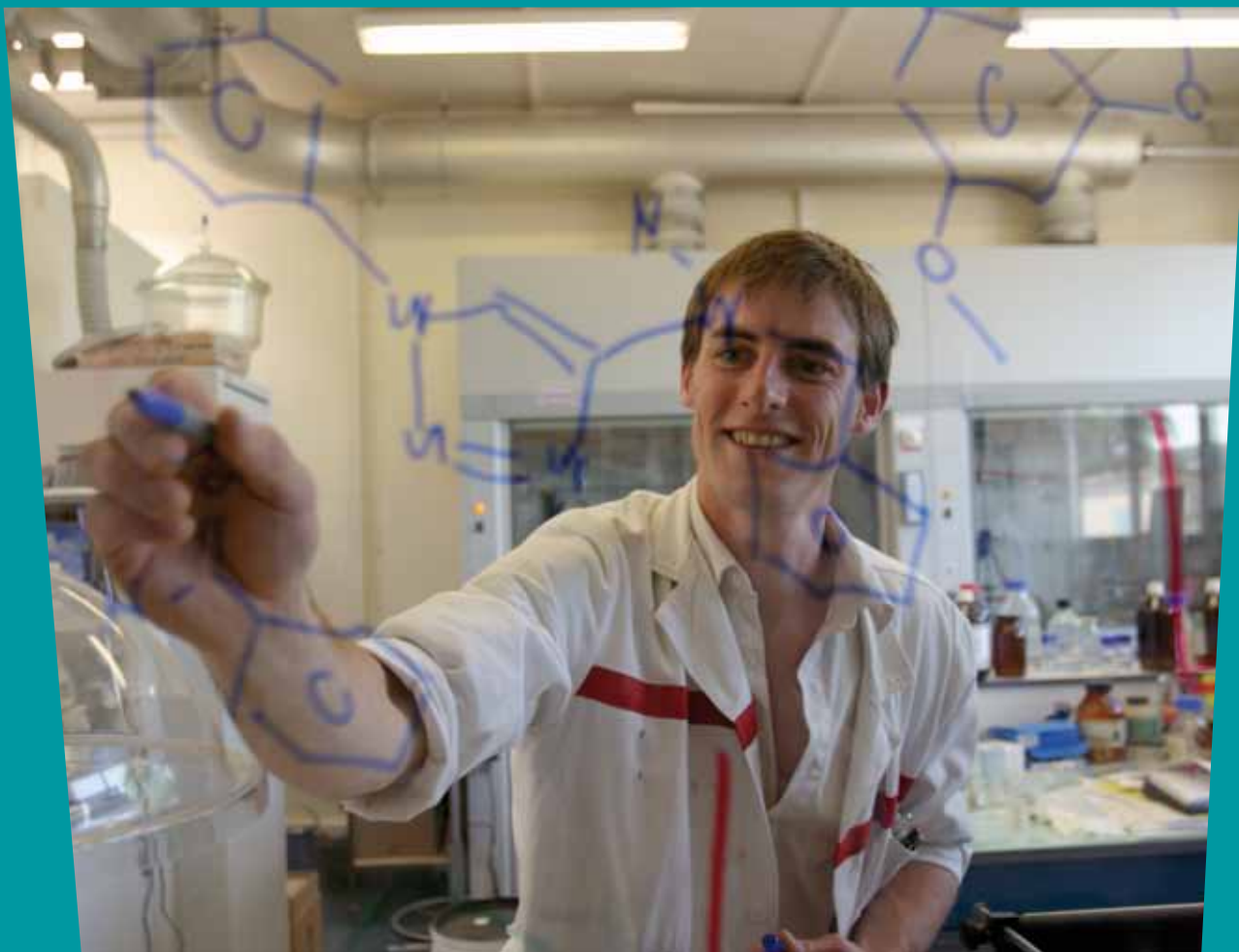
FORMATION

• Bac S ou STI • DUT physique ou mesures physiques pour les techniciens
• Ecole d'ingénieur en physique ou mécanique - Spécialisation génie atomique à l'INSTN pour les ingénieurs-chercheurs.



LA CHIMIE

La chimie est la science qui étudie la composition, les réactions et les propriétés de la matière. Cette science, omniprésente dans tous les stades de la vie, est primordiale dans le fonctionnement de notre monde.



Les principales disciplines de la chimie sont :

La chimie physique (ou chimie générale), dont l'objet est l'étude des lois physiques des systèmes et procédés chimiques. Ses principaux domaines sont : la thermochimie, la cinétique chimique (ou mécanique chimique), l'électrochimie, la radiochimie.

La chimie analytique est l'étude des méthodes d'analyses qualitatives et/ou quantitatives qui permettent de connaître la composition d'un échantillon donné. Elle s'appuie principalement sur la chromatographie et la spectroscopie.

La chimie organique concerne la description et l'étude du carbone et des composés organiques.

La chimie inorganique concerne la description et l'étude des éléments chimiques et des composés inorganiques (sans squelette carboné).

La chimie combinatoire associe les molécules pour synthétiser des matériaux aux propriétés nouvelles. Ceux-ci seront testés puis proposés à l'industrie, la pharmacie...

La chimie industrielle traite les techniques de réaction de grandes quantités de produit.





CHIMIE POUR LES ÉNERGIES

Ce domaine est porteur de véritables défis pour les chimistes !

La chimie entre en jeu dans de nombreux aspects de l'industrie nucléaire. Au cœur des réacteurs, ce sont principalement les phénomènes de corrosion des matériaux et de radiolyse qui sont à étudier. Tout au long du cycle du combustible nucléaire, il faut penser à une meilleure utilisation des ressources naturelles en uranium et à minimiser l'impact des diverses opérations, sous-produits et déchets. Vous rechercherez des procédés d'extraction, de concentration, de purification, d'élaboration et de transformation toujours plus performants et toujours plus « propres ». Pour cela, vous mettrez au point des opérations de recyclage systématiques et récurrentes pour l'uranium et le plutonium, et d'autres, d'extraction et de transmutation des éléments radioactifs à vie longue, pour rendre les déchets ultimes moins dangereux. Enfin, il vous faudra concevoir des matériaux très peu altérables, qui immobiliseront pour des millénaires les éléments radioactifs.

La chimie se trouve également au cœur du développement des énergies alternatives (solaire, biocarburant) ou dans celui de nouveaux vecteurs énergétiques, comme les batteries pour véhicules électriques. Le champ des recherches est très vaste et donne lieu à un formidable foisonnement. Si vous aimez innover, profitez-en ! (cf. pages 26-27)

Vous pourrez aussi travailler à tirer parti de la très grande réactivité chimique de nanoparticules – leur surface développée est incomparablement élevée. Par exemple dans le cadre des piles à combustible pour les véhicules électriques, réduire drastiquement les quantités de catalyseur platine, ou en accroître les performances... la « nanochimie » est à l'œuvre !



PHYSICO-CHIMISTE

Les physico-chimistes cherchent à caractériser les phénomènes qui se produisent au cœur des réactions chimiques ainsi que le comportement des éléments mis en jeu.

Vous mènerez vos recherches au carrefour de la **physique** et de la **chimie**. Côté physique, vous pourrez par exemple consacrer vos travaux aux systèmes moléculaires dont les multiples propriétés intéressent aussi bien les spécialistes des matériaux que les biologistes, les physiciens ou les spécialistes du génie chimique. Côté chimie, vous pourrez être amené à déterminer, par des expériences ou des simulations, les propriétés physiques ou thermodynamiques (densité, viscosité...) de l'uranium, à l'état de gaz ou de plasma.

Au CEA, les physico-chimistes contribuent aussi aux recherches menées sur le traitement recyclage des combustibles usés, à la sélection et l'extraction de certains éléments radioactifs à longue durée de vie, au stockage des déchets nucléaires.

D'autres études visent à fabriquer des médicaments toujours plus performants, en réalisant des molécules-cages susceptibles de les transporter jusqu'à une cible précise dans un organisme vivant. Dans ce cas, la structure et les propriétés des molécules sont étudiées de façon à optimiser leur réactivité et leur

sélectivité ; puis des architectures spécifiques à chaque besoin sont élaborées.

Autant dire que cette pluridisciplinarité demande rigueur et précision ainsi qu'une grande capacité d'adaptation aux différents travaux.

FORMATION

- Bac S ◦ BTS ou DUT chimie ou physico-chimie pour les techniciens
- Diplôme d'une grande école de chimie pour les ingénieurs-chercheurs.





CHIMISTE ANALYTIQUE

La chimie analytique concerne l'analyse des produits, c'est-à-dire leur reconnaissance et leur caractérisation. Dans un échantillon, on cherche à connaître l'identité des constituants ou à en déterminer les teneurs. Les analyses peuvent être qualitatives ou quantitatives. Ces recherches se retrouvent donc dans de nombreux domaines au CEA : énergie, surveillance de l'environnement, biologie, études des risques nucléaires, radiologiques, biologiques et chimiques

(programme NRBC). Dans l'industrie nucléaire, le spécialiste de chimie analytique contribue aux recherches menées dans le domaine de l'élaboration des matières nucléaires et de la transformation des combustibles usés.

Si vous décidez de pratiquer la chimie analytique, vous développerez des méthodes d'analyse permettant d'optimiser les performances des procédés d'enrichissement de l'uranium et de traitement recyclage des combustibles usés. Vous évalueriez les méthodes actuelles de retraitement et de conditionnement des effluents et des déchets, et vous validerez celles qui sont à l'étude pour réduire leur volume et leur activité. Vous serez aussi en charge de la mise au point des instruments nécessaires, en concevant les moyens de les adapter au milieu nucléaire.

Enfin, vous effectuerez des analyses chimiques pour en apprendre davantage sur le comportement des radioéléments. Vous devrez être doté de qualités de raisonnement et de rigueur qui vous seront indispensables pour le travail très minutieux effectué en laboratoire.

FORMATION

- Bac S ◦ BTS ou DUT chimie ou physico-chimie pour les techniciens
- Diplôme d'une grande école de chimie pour les ingénieurs-chercheurs.



L'INSTITUT DE CHIMIE SÉPARATIVE

La séparation chimique est une étape-clé et un facteur d'efficacité de très nombreux procédés industriels. Elle permet, par exemple, un « tri » extrêmement poussé, à l'échelle des atomes et des molécules, pour recycler les éléments jugés valorisables et isoler les déchets.

L'Institut de chimie séparative de Marcoule (ICSM) a pour objectif l'étude, à l'échelle nanométrique, et la compréhension des phénomènes de séparation dans les fluides complexes et les solides hétérogènes, dans une logique de développement durable.

Inauguré en 2008, il sera un moyen de recherche pour l'ensemble des pôles opérationnels du CEA et travaillera aussi bien dans le domaine des matériaux avancés qu'en soutien aux nouvelles technologies pour l'énergie, pour l'information ou la santé. Il a ainsi pour ambition de devenir une référence, d'abord à l'échelle européenne, puis à l'échelle mondiale. L'ICSM accueillera des chercheurs doctorants de plusieurs nationalités.



CHIMIE VERTE

Née aux Etats-Unis dans les années 90, la chimie verte a pour but de concevoir des produits et procédés chimiques permettant de réduire, voire d'éliminer l'utilisation et la synthèse de substances dangereuses.

Vous développerez des procédés chimiques qui suivent les concepts de la chimie verte : utiliser au maximum les matières premières, employer des solvants non-toxiques, rentabiliser au mieux l'énergie, produire des quantités minimales de déchets et dans des formes adaptées (solide, liquide ou gazeuse). Et ce dans de nombreux domaines de recherche ou industriels, de l'agro-alimentaire au médical...

« Le chimiste de demain ? Il sera encore plus proche des préoccupations environnementales, il réfléchira à des procédés de plus en plus compacts, et saura maîtriser toute la chaîne, de l'expérimentation à la modélisation, de façon simultanée. » Stéphane.

Passionné de chimie, de nombreuses possibilités vous attendent !



Exemple du CO₂ supercritique, et de quelques unes de ses applications. L'extraction solide-supercritique est utilisée en agro-alimentaire pour la décaféination (environ 50 000 tonnes de café) et la production de principes amersants pour la bière (quelques 30 000 tonnes de houblon traités par an). Le procédé d'extraction par CO₂ supercritique a aussi permis d'éradiquer le « goût de bouchon » dû à la présence de composés organiques connus, les chloroanisoles. Autre exemple, l'élaboration de particules médicamenteuses, car le procédé améliore la solubilité dans l'eau de principes actifs pharmaceutiques.

FORMATION

- Bac S ◦ BTS ou DUT chimie pour les techniciens
- Ecole d'ingénieur en chimie ou doctorat pour les ingénieurs-chercheurs.



RADIOCHIMISTE

ATALANTE

L'installation Atalante, à Marcoule, est dédiée à la recherche-développement des procédés de traitement du combustible usé et aux études sur la gestion des déchets de haute activité et à vie longue. Ses objectifs : concevoir et expérimenter des molécules extractantes, trouver les meilleurs procédés pour recycler uranium et plutonium, concevoir et fabriquer des cibles d'irradiation pour la transmutation, réduire la radiotoxicité et étudier le comportement à long terme des déchets de haute activité et à vie longue, les confiner de manière sûre et durable. Le CEA y développe également les procédés propres à traiter et recycler les combustibles des systèmes à neutrons rapides de production d'énergie « de 4e génération ».

Vous passerez la moitié de votre temps au laboratoire où vous réaliserez et analyserez les expériences. « **J'aime le travail de recherche appliquée car on reste dans la réalité. J'aime aussi le suspense lié aux expériences. En effet, on ne sait jamais totalement ce qui va se passer. Il y a toujours une part de mystère. Mes journées ne sont pas de longs fleuves tranquilles, elles sont toutes différentes. C'est appréciable !** » Anne-Charlotte.

De retour au bureau, vous rédigez les comptes-rendus et établissez les protocoles expérimentaux. Vous participerez également à des congrès scientifiques.

Ingénieur chercheur en radiochimie, vous pourrez aussi travailler pour l'imagerie médicale. En cellule blindée, à l'aide d'automates et de robots, vous incorporerez les isotopes dans les molécules dont vont avoir besoin les médecins. Pour offrir de nouveaux outils de diagnostic, vous synthétiserez des radiotraceurs originaux. « **Ce qui est intéressant, c'est qu'en quelques mois, nous connaissons leur potentiel pour la tomographie. Notre métier évolue vite !** » Bertrand.

Manipuler des éléments radioactifs n'est pas une mince affaire, cela obéit à des règles et procédures strictes. Pour exercer ce métier, vous devrez donc être particulièrement rigoureux et précis.



RADIOPHARMACIEN

Au sein d'un service hospitalier, vous serez responsable de la gestion et du contrôle qualité des médicaments radiopharmaceutiques utilisés en médecine nucléaire. Ces solutions injectables servent de marqueurs en se fixant sur les organes ou les zones du corps à étudier ; elles permettent au médecin de réaliser des diagnostics, par scintigraphie ou tomographie par émission de positons. Grâce à des techniques de métrologie, le plus souvent en boîte-à-gants, vous contrôlerez la solution : sa composition et son activité, nécessaires à un marquage optimal.

« **D'où l'importance d'une mesure juste ! A radioactivité et injection, j'associe le mot rigueur. L'objectif est d'administrer au patient le bon médicament à la bonne dose.** » Catherine.



FORMATION

◦ **Bac S** ◦ **Préparation puis Faculté de pharmacie (6 ans).**

Ce secteur de R&D applique des méthodes de **chimie analytique**. Afin de réduire la toxicité des déchets nucléaires et améliorer le stockage géologique, votre but est d'étudier les procédés de fabrication de solides contenant des éléments très radioactifs. Pour cela, vous élaborerez une solution contenant les éléments radioactifs étudiés (uranium, plutonium...) puis la testerez avant la phase solide. Vous travaillerez en équipe composée d'ingénieurs-chercheurs, de techniciens supérieurs et de doctorants.

FORMATION

◦ **Bac S** ◦ **BTS ou DUT chimie ou physico-chimie pour les techniciens**
◦ **Diplôme d'une grande école de chimie pour les ingénieurs-chercheurs.**

PRODUCTION DES RADIOÉLÉMENTS

CYCLOTRON

La tomographie par émission de positons est une méthode complexe à mettre en œuvre. Elle nécessite chaque jour la production d'isotopes radioactifs dans un cyclotron, installé le plus souvent au sein même de l'hôpital. C'est un accélérateur de particules qui permet d'obtenir les radioéléments utilisés en radiochimie, principalement l'oxygène 15, l'azote 13, le carbone 11 et le fluor 18. Entre la production et l'injection, tout doit aller très vite, car la période radioactive des isotopes est très courte!

LE RÉACTEUR DE RECHERCHE OSIRIS

Sa fonction principale est de réaliser des irradiations expérimentales sur des combustibles et matériaux de réacteurs nucléaires. Mais il a une autre mission très importante :

la production de radio-isotopes artificiels utilisés en curiethérapie et en imagerie médicale. Il assure notamment la fourniture de 7 % de la production mondiale de Technétium 99m, utilisé lors des scintigraphies de diagnostic des pathologies osseuses et cardiaques. Elles représentent 80 % des diagnostics nucléaires effectués dans le monde, soit 8 millions d'exams par an en Europe et 1,5 million en France. Facile à utiliser pour les médecins, peu irradiant pour les malades, il permet d'obtenir des images dynamiques, c'est-à-dire fonctionnelles, de presque tous les organes du corps humain. Les domaines visés sont la cancérologie, les maladies infectieuses, la cardiologie, les fractures osseuses...

LES MATÉRIAUX

Un matériau est une matière d'origine naturelle ou artificielle que l'homme façonne pour en faire des objets. La nature chimique, la forme physique (phases en présence, granulométrie et forme des particules par exemple), l'état de surface, des différentes matières premières qui sont à la base des matériaux confèrent à ceux-ci des propriétés particulières, mises en œuvre et adaptées en vue d'un usage spécifique.



Ils sont au cœur du processus d'innovation. La plupart des programmes du CEA : nucléaire, nouvelles technologies pour l'énergie, technologies pour l'information et la santé, exigent une maîtrise préalable des matériaux innovants. Que ce soit au niveau de leur synthèse, de la prévision et du contrôle de leurs propriétés ou de la prédictibilité de leur comportement sous contraintes et dans la durée.

Le développement des nanotechnologies laisse entrevoir de nombreuses avancées permettant d'élargir considérablement la palette des propriétés des matériaux, mais surtout d'économiser des matières premières. Cette recherche prend en compte, dès le départ,

l'ensemble du cycle de vie des nanoparticules (calixarènes, nanofils, nanotubes...) et la maîtrise des risques associés.

Conscient des enjeux et des challenges à relever, le CEA a mis en place en 2006 le programme transversal « Matériaux avancés » et des partenariats forts sous forme de laboratoires communs, plates-formes technologiques, alliances ; au niveau national, européen et international.



PHYSICIEN DE LA MATIÈRE CONDENSÉE

Au carrefour de la physique, de la chimie et de la biologie, les physiciens de la matière condensée étudient aussi bien la supraconductivité que les matériaux semi-conducteurs, la physique des surfaces, les polymères ou le magnétisme.

Les physiciens de la matière condensée sont des ingénieurs ou universitaires titulaires d'un doctorat en science et qui ont, pour nombre d'entre eux, un post doctorat. Votre objectif est de mieux comprendre les propriétés et les structures des systèmes d'atomes que sont les solides, les liquides, les solutions et les suspensions.

Vous élaborerez des dispositifs expérimentaux variés pour fabriquer des « objets artificiels », les caractériser, analyser leurs composants, ou encore étudier leur comportement dans différentes conditions. Vous devrez ensuite dépouiller, analyser et modéliser les résultats obtenus.

Quelle que soit leur origine, les théoriciens partagent des qualités essentielles comme le goût du travail en équipe, l'esprit d'initiative, l'imagination, l'intuition physique et la maîtrise des outils mathématiques.

Expérimentateurs et instrumentalistes doivent faire preuve d'habileté manuelle, d'inventivité et d'astuce.

FORMATION

- Bac S
- Ecole d'ingénieur ou Master physique de la matière condensée
- Doctorat

MÉCANICIEN DES MATÉRIAUX

Tout matériau naît, vit et meurt. Cette vie, les mécaniciens des matériaux du CEA l'étudient, en priorité pour l'électronucléaire et les applications militaires.

GENERATION IV

Les réacteurs nucléaires de 4^e génération, ou systèmes du futur, succéderont aux réacteurs de type EPR de 3^e génération. Ils font l'objet d'innovations et de développements importants, tant du point de vue du réacteur que du cycle du combustible. Les objectifs et les choix des technologies clés pour les atteindre sont au cœur de discussions internationales, notamment au sein du Forum international Génération IV. Ce forum a été lancé en 2001 pour sélectionner et développer des systèmes de production nucléaire. Six technologies ont été retenues sur des critères de développement énergétique durable, compétitivité économique, sûreté et fiabilité, optimisation des ressources, minimisation des déchets, résistance à la prolifération et aux agressions externes. Il rassemble aujourd'hui dix pays (Afrique du Sud, Argentine, Brésil, Canada, Corée du Sud, États-Unis, France, Japon, Royaume-Uni, Suisse) ainsi que l'Union européenne. En France, le CEA travaille sur deux filières : le réacteur à neutrons rapides et caloporteur sodium et le réacteur à neutrons rapides et caloporteur gaz. La technologie des réacteurs nucléaires à neutrons rapides permettra d'utiliser les réserves d'uranium (estimées à 250 ans actuellement) pendant plusieurs milliers d'années.



- Bac S ou STI génie des matériaux
- BTS ou DUT Science et génie des matériaux pour les techniciens
- Diplôme de grandes écoles à dominante matériaux
- Doctorat en science physique, physique du solide ou science des matériaux pour les ingénieurs-chercheurs.

FORMATION

Vous vous intéresserez au comportement de la matière sous diverses sollicitations : irradiation, contraintes mécaniques, thermiques et chimiques. Vous apporterez ainsi votre contribution pour améliorer la sûreté et les performances des réacteurs (éléments des circuits primaires et secondaires) ou des armes nucléaires. Vous participerez également à la conception des réacteurs de 4^e génération en testant des matériaux avancés tels que les composites et alliages spéciaux envisagés pour les structures et le gainage. Vos résultats pourront aussi servir au contrôle non destructif, pour éclaircir certains aspects des phénomènes physiques, les valider globalement et alimenter les modèles. Vous mènerez également des recherches sur les matériaux semi-conducteurs utilisés pour « durcir » des composants électroniques et microélectroniques, pour optimiser leurs propriétés et leur fonctionnement, et dans un souci de miniaturisation, de vitesse, d'endurance à la chaleur et aux rayonnements ionisants et de faible consommation. Vous devrez faire preuve d'un bon esprit critique et d'analyse, de curiosité, d'autonomie et apprécier le travail en équipe.



MÉTIER DE LA VITRIFICATION

Chercheurs, ingénieurs et techniciens formulent des verres, les caractérisent, les optimisent, et mettent au point les technologies pour fusionner verre et déchets issus des combustibles usés des réacteurs.

« Notre objectif est d'obtenir un verre homogène, stable sur le long terme et réalisable à l'échelle industrielle. » Sophie. De formation chimiste, vous développerez de nouvelles formules, élaborerez le verre en mélangeant différents composés sous forme de poudres, le chaufferez dans un four puis, une fois refroidi, analyserez sa structure. Le comportement des colis de déchets nucléaires doit être prévu sur le long terme, des centaines de milliers d'années. Pour cela, vous étudierez les phénomènes de lixiviation en laboratoire, ou travaillerez dans une chaîne de cellules blindées sur des verres vieillissants artificiellement. Ainsi, aux côtés des chimistes, travaillent aussi des physicochimistes des matériaux, des géologues, des géochimistes, des modélisateurs, des mathématiciens et des informaticiens...

En fonction des besoins scientifiques et industriels, vous pourrez aussi travailler à la mise au point de nouvelles technologies, comme celle du creuset froid développé pour Areva, qui permet d'incorporer

une plus grande palette de déchets radioactifs dans le même colis. « Avec nos équipements, nous pouvons assurer le transfert à l'industriel, puisque nous sommes capables de réaliser des essais en conditions réelles. » Eric. Vous pourrez aussi étudier un procédé novateur par torche à plasma. Ce dernier, qui peut traiter plusieurs types de déchets : plastiques, liquides, solides, métaux, intéresse dès maintenant les industriels.



FORMATION

- **Bac S** ◦ **BTS** ou **DUT** chimie ou physico-chimie pour les techniciens
- **Diplôme d'une grande école de chimie** pour les ingénieurs-chercheurs.

EXPÉRIMENTATEUR EN RÉACTEUR

Pour vérifier la validité des modèles numériques décrivant les phénomènes au cœur des réacteurs, les expériences sont incontournables. Celles-ci sont menées dans des « maquettes » ou réacteurs d'essais.

En commun avec les équipes de modélisation, vous proposerez des expériences qui pourraient intéresser vos partenaires industriels. Chargé de programme, vous devrez concevoir ces expériences, les faire réaliser et en restituer les résultats. Expérimentateur, vous préparerez et réaliserez les mesures elles-mêmes, en pilotant le réacteur puis en cartographiant les échantillons. Ensemble, vous pourrez par exemple essayer plusieurs configurations de crayons combustibles dans un cœur pour analyser les paramètres neutroniques, ou tester les nouveaux combustibles étudiés pour les systèmes du futur. Côté matériaux, vous devrez mener des campagnes d'irradiation pour étudier leurs propriétés mécaniques dans le temps, mesurer les interactions neutrons-matière...



- **Bac S** ou **STI** génie des matériaux
- **BTS** ou **DUT** Science et génie des matériaux pour les techniciens
- **Diplôme de grandes écoles à dominante matériaux**
- **Doctorat** en science physique, physique du solide ou, science des matériaux pour les ingénieurs-chercheurs.

FORMATION

Certains réacteurs de recherche sont utilisés pour reproduire, de façon maîtrisée, des accidents nucléaires. Vous participerez à la (longue) préparation de tels essais, leur mise en œuvre (quelques heures), le dépouillement des données (quelques années) ainsi qu'au suivi des phases de décontamination et de démantèlement des circuits expérimentaux.

Le Réacteur Jules Horowitz (RJH)

Dès 2016, le CEA mettra en service le nouveau réacteur de recherche : le RJH. Il assurera la relève de l'actuel réacteur de recherche Osiris, tout en étant plus performant et plus souple d'utilisation. Capable de produire un flux très élevé de neutrons avec une forte composante de neutrons rapides, le RJH est un outil clé pour étudier les matériaux et les combustibles pour les centrales nucléaires actuelles (REP, EPR) et futures (4^e génération). Il permettra de réaliser simultanément une vingtaine d'expériences.

Il assurera aussi 25 % de la production européenne de technétium, contre 7 % pour Osiris.

Cette installation, à vocation internationale, est d'autant plus stratégique que les réacteurs de recherche européens actuellement en service devraient progressivement être arrêtés au cours de la prochaine décennie.





INGÉNIEUR EN SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

A l'Institut national de l'énergie solaire (INES), chercheurs et entrepreneurs travaillent côte-à-côte sur des innovations industrielles. La majorité des travaux est consacrée à l'énergie solaire photovoltaïque, qui produit de l'électricité à partir de la lumière du Soleil.



FORMATION

- **Bac S** ◦ **BTS** ou **DUT** chimie ou physico-chimie pour les techniciens
- **Diplôme d'une grande école de chimie** pour les ingénieurs-chercheurs.

« Notre vocation est d'améliorer tous les éléments d'une installation solaire. Tout d'abord le silicium, constituant de base des cellules. Ensuite les cellules, rassemblées en modules, eux-mêmes organisés dans un système électrique. » Jean-Pierre.

Des spécialistes œuvrent à chaque étape : physiciens, électriciens, chimistes, électrochimistes, métallurgistes ou encore mécaniciens...

La demande augmentant, vous pourrez travailler à élaborer une filière de fabrication de silicium spécifique au solaire, en utilisant un matériau moins pur (et donc moins cher) que celui destiné à la microélectronique. Vous pourrez aussi chercher à améliorer les rendements des cellules photovoltaïques. Côté architecture électrique, vous devrez optimiser l'assemblage des modules et leurs connections, les raccorder à des batteries ou au réseau national. Il vous faudra aussi développer l'interconnexion des systèmes entre bâtiments, bureaux, garages et

véhicules pour arriver à une vraie « mobilité solaire ». Le tout de manière automatisée et en perdant le moins de courant possible.

L'énergie solaire est intermittente et a donc besoin de batteries pour lisser production et consommation. Il vous faudra tester et choisir celles qui conviennent le mieux à chaque utilisation, prolonger leur vie, baisser leur coût. Ces recherches intéressent aussi la filière automobile pour les véhicules électriques ou hybrides, et vous devrez donc travailler pour ces deux domaines.



SPÉCIALISTES DES BATTERIES & PILES À COMBUSTIBLE

« En moins de vingt ans, le CEA a noué des partenariats de recherche technologique avec la plupart des industriels et des équipementiers automobiles, en France et à l'étranger. » Xavier.



FORMATION

- **Bac S, STI** ou **STL** ◦ **DUT** mesures physiques pour les techniciens
- **Ecole d'ingénieur** ou **master science des matériaux** pour les ingénieurs-chercheurs.

Responsable programme, vous participerez aux réflexions stratégiques : quelles activités initier, pour un maximum d'applications ? Comment valoriser les résultats obtenus auprès des industriels ? Quel créneau présente le meilleur potentiel, et avec quel partenaire ? Il vous faudra ensuite rédiger la proposition technique, la valider en interne et construire le budget.

« Les batteries lithium-ion sont maintenant presque à maturité. Elles peuvent être adaptées à toutes sortes de véhicules électriques ou hybrides. » Florence.

Pour cette filière, les recherches doivent permettre d'améliorer leurs performances et de réduire l'apport de matières premières en les utilisant sous forme nanométrique. Technicien de formulation, vous devrez concevoir les « encres » déposées sur les collecteurs. Il vous faudra ensuite fabriquer et tester les prototypes de batteries, qui doivent être les plus efficaces possibles, et pour cela, réajuster vos formules...

« C'est l'un des attraits de ce travail : on essaye, on tâtonne, on apporte nos idées, on échange avec des spécialistes d'autres domaines. » Florence.

Les piles à combustible fournissent de l'électricité en combinant l'hydrogène et l'oxygène. Elles sont une voie d'avenir pour l'automobile, mais pourront aussi équiper des immeubles ou des habitations, ainsi que, dans leur version micro, alimenter ordinateurs et téléphones portables. Vous pourrez participer aux études qui concernent tous leurs composants (membrane, plaque bipolaire, électrolyte) mais aussi les liners d'hydrogène (réservoirs) pour s'adapter à ces applications, en toute sécurité !



LA BIOLOGIE

La biologie est la science du vivant qui étudie la vie sous toutes ses formes et à des échelles différentes. Elle couvre un très large spectre, qui va du niveau moléculaire, en passant par celui de la cellule, puis de l'organisme, jusqu'au niveau de la population et de l'écosystème.



Les grands domaines de la biologie sont :

La biologie moléculaire, discipline scientifique au croisement de la génétique, de la biochimie et de la physique, dont l'objet est la compréhension des mécanismes de fonctionnement de la cellule au niveau moléculaire.

La biologie cellulaire correspond à l'étude des cellules et de leurs organites, des processus vitaux qui s'y déroulent ainsi que des mécanismes permettant leur survie.

La biochimie a pour objectif d'étudier les réactions chimiques qui ont lieu au sein des cellules.

La biologie végétale est consacrée à l'étude des végétaux.

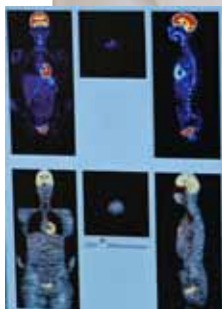
La biologie du développement traite le processus de la croissance et de la différenciation d'un organisme.

La zoologie est la science qui étudie les animaux et décrit l'aspect externe, interne, le fonctionnement des divers appareils (digestif, reproducteur...), leurs comportements, etc.

MÉTIERS DE L'IMAGERIE MÉDICALE

Grâce à la tomographie par émission de positon (TEP) et à l'imagerie par résonance magnétique (IRM), les recherches avancent sur l'épilepsie, le cancer et de nombreuses maladies du cerveau. Ces techniques permettent aussi la mise au point de diagnostics précoces, l'évaluation de médicaments et le suivi des patients.

« Nous avons espoir que nos travaux permettront de diagnostiquer très tôt ces maladies, de les traiter et d'en soulager les générations à venir. »
Maria-Joao.



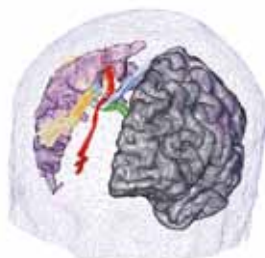
PLATES-FORMES D'IMAGERIE

En région Ile-de-France, l'institut d'imagerie biomédicale du CEA dispose de trois plates-formes dotées d'installations de haute technologie, complémentaires et cohérentes dans leurs objectifs scientifiques, ouvertes à la communauté scientifique, aux universitaires ainsi qu'aux industriels.

Le Service hospitalier Frédéric Joliot est une unité de diagnostic et de recherche implantée au cœur de l'hôpital d'Orsay. Sur ce site sont développées des méthodes d'exploration fonctionnelle atraumatique qui permettent d'étudier le fonctionnement et le métabolisme de divers organes, dans des conditions normales et pathologiques ou sous l'effet de médicament.

NeuroSpin est un centre de recherche en neuro-imagerie cérébrale par résonance magnétique nucléaire en champ intense. Ses appareils d'IRM permettent d'observer le cerveau, son fonctionnement et ses pathologies avec une précision encore plus fine, à une échelle plus représentative des phénomènes qui l'animent.

La plate-forme préclinique d'imagerie MIRCen, créée avec l'Inserm, conçoit, met en œuvre et valide des thérapeutiques innovantes pour le traitement de maladies neurodégénératives, cardiaques et hépatiques. MIRCen tend à devenir un centre de formation, en relation notamment avec les universités de Paris XI, Paris VI et Paris VII, pour la mise en place d'un programme pédagogique et d'un projet d'enseignement universitaire, interuniversitaire et européen de sciences neurologiques et chirurgicales.



Physicien ou technicien médical, vous serez responsable de la qualité et de la maintenance de l'appareil d'imagerie, en soutien de l'équipe médicale. Vous devrez veiller à ce que les patients ne reçoivent pas de dose d'irradiation trop forte et inutile pendant l'examen. Puis vous travaillerez sur les algorithmes de reconstruction des images acquises pour en améliorer la qualité selon la demande des médecins. Vous devrez vous adapter aux technologies évolutives et à des situations de travail différentes, car vous travaillerez avec des cyclotronistes, des radiochimistes, des physiciens médicaux, des infirmiers, des médecins et des informaticiens.

Vous pourrez aussi collaborer avec des biologistes, pour des recherches menées sur des petits animaux. « J'ai pu constater comment certaines molécules évaluées chez l'animal sont en train d'aboutir chez l'homme. » Yoann.

- **Cyclotroniste** : bac+2
Responsable de la production d'isotopes radioactifs nécessaires aux examens.
- **Ingénieur radiochimiste** : bac+5
Prépare les molécules radioactives et les incorpore dans les solutions à injecter.
- **Infirmier** : bac+4
Accueille, prend en charge et assure le suivi des patients tout au long des examens (injections et prélèvements).
- **Manipulateur en électroradiologie** : bac+3
Effectue les examens d'imagerie médicale, qui participent aux diagnostics et aux traitements comme la radiothérapie.
- **Médecin nucléaire** : bac+10
Explique le protocole au patient. Interprète les images et établit un diagnostic pour le médecin traitant.
- **Psychologue** : bac+5
Elabore des tests (notamment de langage pour les enfants).
- **Physicien** : bac+5 à bac+8
Est responsable de la qualité des caméras et donc des images, qu'il cale entre elles de façon structurée.
- **Technicien médical** : bac+2
Contrôle et fait fonctionner les appareils d'IRM, de TEP et d'électro-encéphalographie.

FORMATION

En recherche préclinique, les ingénieurs comportementalistes et les vétérinaires travaillent avec des modèles animaux de maladies humaines. « A chaque fois qu'un nouveau protocole d'études est élaboré par un chercheur, il est soumis au comité d'éthique. » Christophe.

Certains projets, très avancés et prometteurs, qui portent sur la maladie de Huntington et celle de Parkinson, ont déjà fait l'objet d'un essai clinique sur l'homme. L'enjeu est énorme : à partir de 50 ans, 1 français sur 50 est touché par une maladie neurodégénérative. A partir de 80 ans, 1 sur 3.

BIOPHYSICIEN

« Faire de la biophysique, c'est faire de la physique avec des objets biologiques pour mieux comprendre leurs fonctions » Martin.

Explorer le vivant avec des méthodes physiques. Au CEA comme ailleurs, les biophysiciens incarnent la volonté de faire dialoguer deux disciplines : la biologie et la physique. Avec un seul objectif : mieux comprendre les phénomènes qui régissent cette matière particulièrement complexe.

Biophysicien, vous étudierez le fonctionnement des organismes vivants, ferez des recherches pour comprendre les différents phénomènes physiques en relation avec les processus biologiques et les mécanismes vitaux. Vous mènerez des projets de recherche fondamentale à partir de méthodes expérimentales issues de la physique. Vous serez un passionné qui travaille en collaboration avec d'autres chercheurs : « Aujourd'hui, la recherche s'internationalise, c'est un travail collectif. C'est très enrichissant, chacun contribue aux recherches des autres. » Martin.

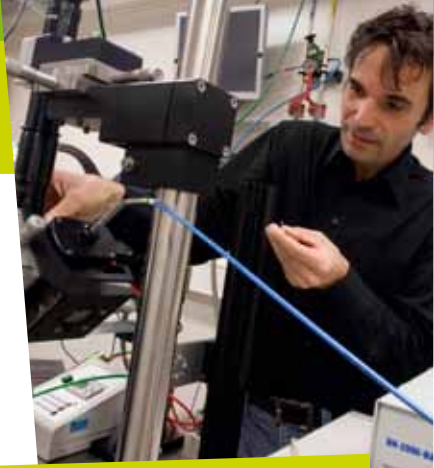
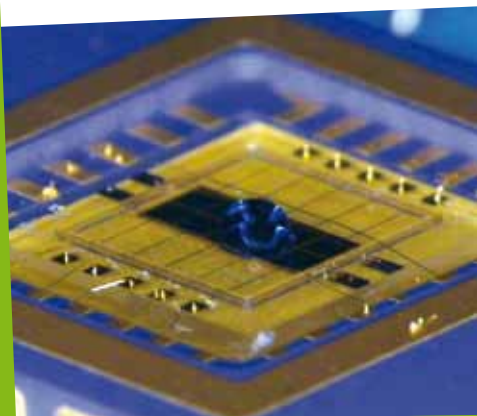


◦ **Bac S** ou **STL** ◦ **BTS** biophysicien de laboratoire pour les techniciens
◦ **École d'ingénieurs** biologie ou physique pour les ingénieurs-chercheurs ◦ **Doctorat.**

FORMATION

En général, les biophysiciens ont soit une formation de biologiste, soit une formation de physicien, et ils acquièrent les compétences qui leur manquent sur le terrain.

Les applications sont prometteuses en biotechnologies (pour les biopuces), dans l'industrie pharmaceutique ou le domaine médical. Si la recherche vous intéresse vraiment, il faut que vous preniez contact le plus tôt possible avec un laboratoire. Maîtriser l'anglais sera également indispensable !



BIOCHIMISTE

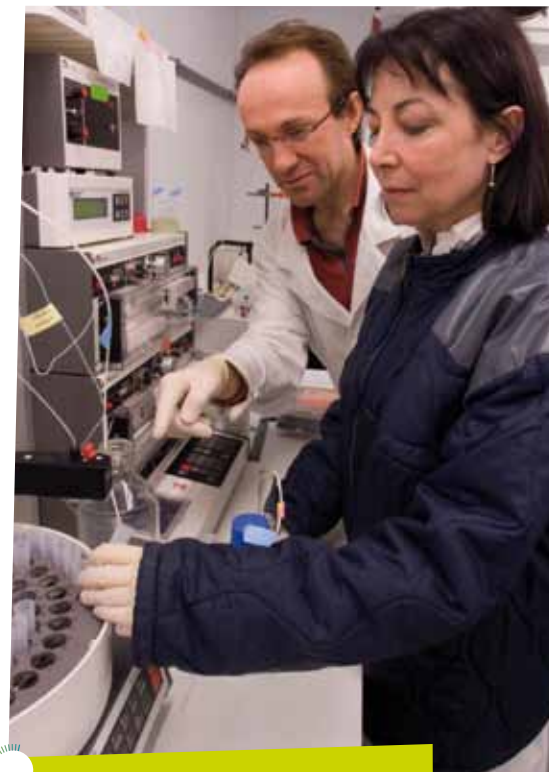
Ce sont des spécialistes qui mêlent la chimie et la biologie pour étudier, dans la cellule, les molécules qui forment la matière vivante. Leurs recherches ont permis par exemple la découverte de la structure de l'ADN en 1953.

Biochimiste, vous serez spécialiste des sciences du vivant et ferez des recherches en laboratoire pour étudier, au sein de la cellule, les molécules qui forment la matière vivante, comme les protéines, les glucides ou les lipides.

Après avoir isolé la molécule qui vous intéresse, vous observerez son comportement et analyserez ses interactions avec d'autres molécules et son effet sur divers organismes ; en vue de mettre au point de nouveaux médicaments ou des vaccins et de trouver des applications pratiques aux recherches, dans divers domaines comme la médecine, l'agriculture, l'écologie...

Pour mener à bien vos études, vous devrez connaître des techniques et approches autres que la biologie et travailler main dans la main avec des biologistes moléculaires, des biophysiciens... « Nos disciplines s'entremêlent, nous avons tous besoin des uns des autres pour que les recherches avancent. » Muriel.

Pour cela, vous devrez faire preuve d'ouverture d'esprit, d'une grande curiosité scientifique, de rigueur et de ténacité.



◦ **Bac S** ◦ **BTS** ou **DUT** biochimie pour les techniciens ◦ **Doctorat** ou **diplôme** d'une grande école de chimie pour les ingénieurs-chercheurs.

FORMATION

GÉNÉTICIEN

Sur des équipements exceptionnels, techniciens et bio-informaticiens décryptent les génomes d'organismes vivants. Ils séquentent des génomes encore inconnus de microbes, de plantes ou d'animaux pour la recherche fondamentale ou comparent ceux de personnes saines et malades, afin d'identifier les zones spécifiques à des pathologies.

Au Centre national de séquençage, vous travaillerez sur des projets en partenariat ; comme par exemple Tara Océans qui étudie les micro-organismes marins récoltés autour du monde, mais aussi la truffe noire, les clémentines, les bananes, le café, le colza, la truite... ou le virus H1N1.

Technicien au Centre national de génotypage, vous n'étudierez que le génome humain, à la recherche de mutations qui jouent un rôle dans une maladie. Dans chaque génome, 600 000 à 1 million de variations sont analysées ! « Cela permet d'en comprendre les causes, de développer des outils diagnostiques et des approches thérapeutiques. » Jorg. Ainsi vous pourrez travailler sur l'asthme, l'hypertension, le diabète ou encore le cancer.

Quoi qu'il en soit, vous bénéficierez d'outils de séquençage à haut débit uniques en France et sans cesse remis à niveau, ce qui vous demandera dynamisme et implication. « Pour ceux qui aiment apprendre et remettre en question leurs acquis, c'est passionnant ! » Doris.



◦ **Bac S, STL spécialité chimie de laboratoire et des procédés industriels, ou STL biochimie et génie biologique**
◦ **BTS biophysicien de laboratoire pour les techniciens** ◦ **Thèse en faculté pour les chercheurs.**

FORMATION



INSTITUT DE GÉNOMIQUE

L'institut de génomique, à Evry, est entièrement consacré à la recherche en génétique, génomique, post-génomique et sciences connexes, et au développement d'entreprises de biotechnologies. Il regroupe le CNS et le CNG.

Son originalité consiste à réunir et à fédérer sur un même site recherche publique et privée, formations universitaires et entreprises de biotechnologies dont les enjeux scientifiques et économiques sont considérables.



BIO-INFORMATICIEN

Comme son nom l'indique, le bio-informaticien possède une double compétence en biologie et en informatique. La bio-informatique est une discipline récente en plein essor. Elle consiste à appliquer l'outil informatique aux différents domaines de la biologie, notamment la génomique et de la biogénétique. « Nous avons besoin de nouveaux outils et des spécialistes de ces outils, capables de comprendre les problématiques des biologistes et d'y répondre ! » Xavier.



Grâce à vos connaissances en science du vivant, vous travaillerez dans un laboratoire de recherches biologiques où vous utiliserez vos compétences en informatique pour exploiter les résultats de recherches.

Vous pourrez choisir votre spécialité : Spécialiste des bases de données informatiques, vous donnerez les moyens de manipuler, trier, organiser les données, connecter et comparer des bases entre elles et avec celles du système public.

Spécialiste de l'analyse des images de fluorescence issues des biopuces, vous filtrerez les données aberrantes et alignerez les séquences (des téraoctets de données chaque mois !), comparerez les génomes et dégagerez des résultats.



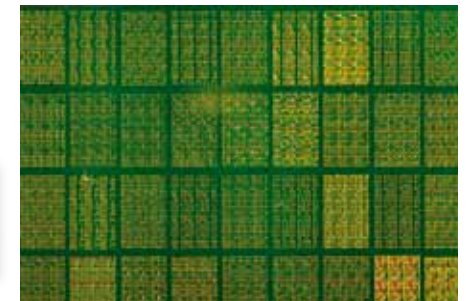
◦ **Bac S** ◦ **Master professionnel en bio-informatique.**

FORMATION

Algorithmiciens, vous serez capables d'élaborer des outils informatiques pour analyser et classer ces résultats afin d'émettre des hypothèses.

« L'appellation bio-informaticien regroupe plusieurs profils de formations différentes. Chacun de nous apporte sa pierre dans l'étude des données et l'accès aux résultats. »

Pour exercer ce métier, vous devrez posséder une excellente capacité d'analyse et d'adaptation ainsi qu'un goût pour le travail en équipe.



L'ÉLECTRONIQUE, L'INFORMATIQUE ET LES MATHÉMATIQUES

L'électronique est une science technique, ou science de l'ingénieur, qui étudie et conçoit les structures effectuant des traitements de signaux électriques porteurs d'information ou d'énergie. Cette discipline est au carrefour de toutes les nouvelles technologies : informatique, robotique, vidéo... Ses spécialités sont donc extrêmement nombreuses.

L'électronique se développe dans de nombreuses industries comme l'automobile, la pharmaceutique, l'automatisme, la domotique, la médecine, la sécurité publique et privée, la défense, la navigation aérienne. Les métiers liés à l'électronique offrent des débouchés valorisants dans lesquels techniciens et ingénieurs d'aujourd'hui s'épanouissent pleinement. De plus, les besoins en spécialistes de haut niveau comme des ingénieurs et des universitaires sont importants. Tous doivent savoir s'adapter aux innovations technologiques et parfaire sans cesse leur formation et leurs connaissances.



Le terme informatique vient d'« information automatique » et désigne l'automatisation du traitement de l'information par un système. Il s'agit d'une science à part entière qui fait maintenant partie intégrante des entreprises et est présente dans la quasi-totalité des secteurs, à un tel point que le métier d'informaticien s'est diversifié en une multitude de fonctions spécialisées.

Les principaux domaines de l'informatique sont :

L'informatique industrielle utilise l'outil informatique pour fabriquer des produits industriels, du bureau d'études à leur production.

L'informatique technologique concerne les équipements n'ayant pas une vocation purement informatique, comme les téléphones portables, les appareils hi-fi, les GPS, etc.

L'informatique scientifique est utilisée dans les laboratoires de recherche fondamentale, les services de recherche et développement des entreprises, mais aussi dans les bureaux d'étude et les entreprises d'ingénierie industrielle pour la simulation numérique.

L'informatique de gestion est utilisée pour la gestion administrative des entreprises. Plus des trois quarts des calculateurs électroniques installés dans les pays développés sont employés à résoudre ce type de problèmes.

Les télécommunications et réseaux concernent la diffusion de l'information. Cette discipline représente un vaste secteur couvrant notamment les réseaux informatiques, la téléphonie mobile ou fixe ou la télévision numérique. La convergence de l'ensemble de ces secteurs grâce à Internet en fait un marché riche et dynamique.

Les mathématiques constituent un domaine de connaissances abstraites construites à l'aide de raisonnements logiques sur des concepts tels que les nombres, les figures, les structures et les transformations. Elles sont de nature purement intellectuelles et, bien que les résultats soient des vérités formelles, trouvent cependant des applications dans les autres sciences et différents domaines de la technique.

L'analyse de données (interprétation graphique, statistiques...) fait appel à des compétences mathématiques variées. Des outils avancés de mathématiques interviennent dans les modélisations. L'étude des modèles permet une meilleure compréhension des phénomènes étudiés, éventuellement une prédiction qualitative ou quantitative quant à leur évolution future.



TECHNICIEN SALLE BLANCHE

Vêtus de la tête aux pieds d'une combinaison, ils élaborent les composants électroniques miniaturisés du futur dans des ateliers ultra-propres. « Il n'y a rien de plus excitant que de tenir dans sa main un composant nouveau, c'est gratifiant de savoir qu'il fonctionne et qu'il peut déboucher sur une cascade de brevets. » Marc.

Vous travaillerez à la fabrication de composants électroniques, dans un laboratoire ultra-propre appelé salle blanche. Vous devrez être ganté, botté, masqué et vêtu d'une combinaison, afin de ne pas devenir vous-même un vecteur de contamination. Cette ambiance de propreté omniprésente est indispensable pour préserver les performances des composants miniaturisés que vous élaborerez.



FORMATION

- Bac professionnel ou technologique en électronique ou électrotechnique
- BTS ou DUT électronique, mesure physique ou chimie.

Certains de ces composants ont été développés dans le laboratoire, pour répondre à de nouveaux problèmes physiques induits par la miniaturisation des puces. Des spécialistes dessinent les plans des circuits intégrés, qui permettront d'élaborer les masques de lithographie qui serviront à la fabrication. Ces recherches nécessitent des allers-retours permanents entre la simulation et l'expérimentation. « Lorsque l'on travaille sur les circuits intégrés, il faut toujours avoir un coup d'avance. Dans un projet avec un industriel, il faut développer rapidement pour rester dans l'innovation. » Stéphanie.

Si vous choisissez cette voie, vous devrez être passionné par les nouvelles technologies, car vous travaillerez sur des équipements de production de pointe grâce auxquels vous effectuerez des travaux d'assemblage ou d'intégration très minutieux, en suivant des procédures strictes.

MINATEC

Minatec est un pôle d'excellence européen en micro et nanotechnologies. Autour de l'Institut Leti (Laboratoire d'électronique et des technologies de l'information) du CEA est organisé un campus regroupant enseignement et entreprises privées. Inauguré en 2006, Minatec met à leur disposition des salles blanches et une plate-forme de nanocaractérisation unique en Europe.



INGÉNIEUR ÉLECTRONICIEN

« Je réalise des circuits électroniques complexes à partir de sous-ensembles remplissant des fonctions élémentaires. Si ces fonctions ne sont pas disponibles, je les conçois moi-même sous forme de circuits intégrés spécifiques que nous faisons fabriquer par un fondeur. » Yves.

De la recherche à la commercialisation, vous contribuerez aux projets les plus divers : radio-transmission civile et militaire, écran haute définition pour radar de contrôle aérien, simulateur de vol, scanner, stimulateur cardiaque, détecteur acoustique sous-marin... Vous pourrez être en charge de différentes recherches et études qui préparent l'électronique de demain. « Aujourd'hui, aucun secteur industriel n'est compétitif sans l'emploi de composants micro et nanoélectroniques avancés. » Laurent.

Vous trouverez des solutions techniques pour répondre aux besoins des physiciens et serez chargé de mener à bien une partie ou l'intégralité d'un projet complexe. Pour cela, vous devrez utiliser la conception assistée par ordinateur pour tracer les différents schémas, rechercher les composants nécessaires et tester



FORMATION

- Bac S
- Ecole d'ingénieur ou master électronique ou électricité
- Doctorat.



plusieurs hypothèses. Ensuite, vous vérifierez par simulation que toutes les fonctions sont bien remplies et passerez alors à l'élaboration du prototype.

« Ce qui m'intéresse, c'est de perfectionner toujours plus les magnétomètres. Miniaturisation et amélioration des performances en vue d'applications concrètes, tels sont nos challenges ! » Jean-Michel.

Il vous faudra faire preuve d'une grande capacité d'analyse, de méthode, d'une grande créativité et aussi posséder de solides compétences en informatique (développement de logiciels, technologie multimédia, programmation de microprocesseurs).



CONCEPTEUR DE CAPTEURS

Un capteur est un dispositif transformant l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur utilisable. Par exemple : une tension et une intensité électriques déterminent un courant, une hauteur de mercure indique une pression, la déviation d'une aiguille quantifie un phénomène...

Les capteurs sont les éléments de base des systèmes d'acquisition de données. Leur mise en œuvre est du domaine de l'instrumentation.

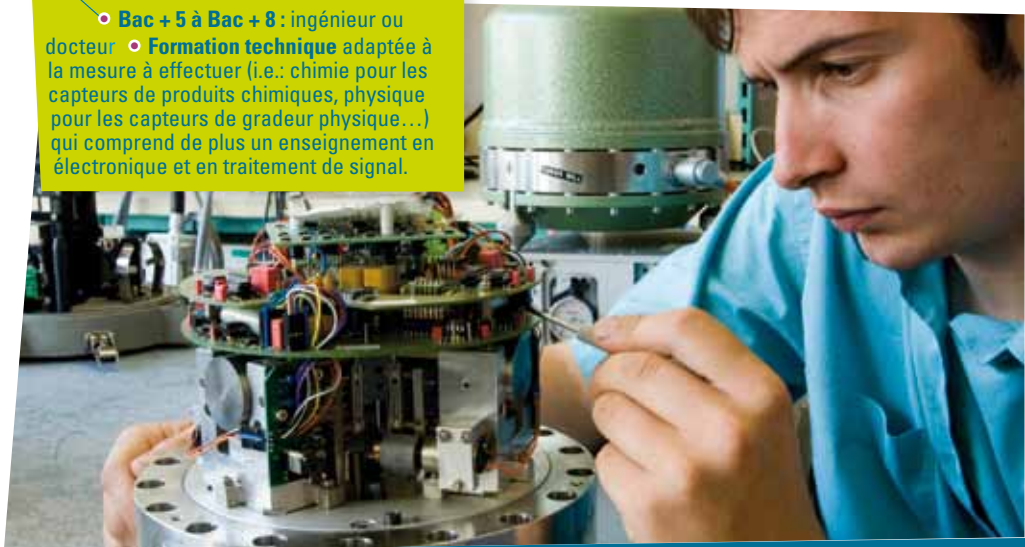
Si vous décidez de devenir concepteur de capteurs, vous étudierez et réaliserez des instruments de mesure répondant à des besoins bien spécifiques soumis par vos clients et devant fonctionner avec des performances bien précises ; comme par exemple des accéléromètres, des magnétomètres, des gyroscopes. Pour répondre au mieux à ces commandes, vous serez chargé de définir un cahier des

charges et d'étudier les moyens de le satisfaire. Vous devrez ensuite réaliser et caractériser le prototype du capteur désiré et enfin réaliser et caractériser le produit final. Il faut en moyenne trois ans pour enchaîner ces tâches et mener à terme une étude.

« Notre objectif est de perpétuer le savoir-faire du laboratoire et de concevoir de nouveaux capteurs pour répondre au mieux aux besoins de nos clients. » Damien.

FORMATION

• **Bac + 5 à Bac + 8** : ingénieur ou docteur • **Formation technique** adaptée à la mesure à effectuer (i.e.: chimie pour les capteurs de produits chimiques, physique pour les capteurs de grandeur physique...) qui comprend de plus un enseignement en électronique et en traitement de signal.



SPÉCIALISTE DU TRAITEMENT DU SIGNAL

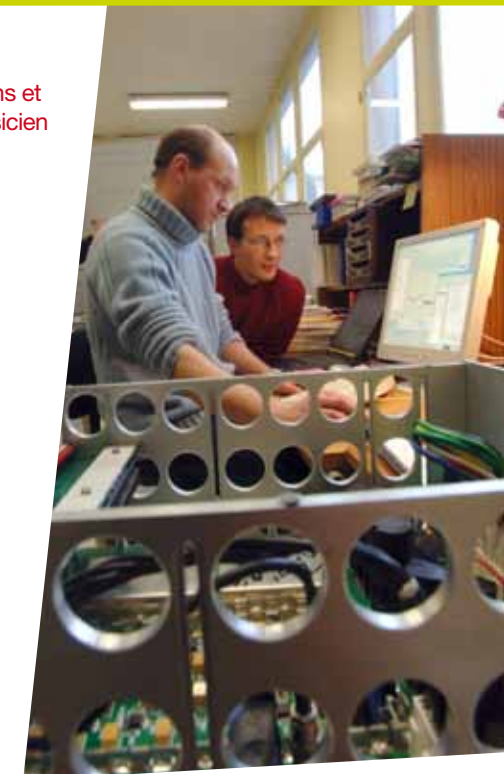
« Le traitement du signal est au service de la physique et de l'instrumentation : elle est le fait d'électroniciens, de numériciens, d'informaticiens et de statisticiens qui contribuent à fournir au physicien l'information qu'il attend. » Jean-Christophe.

Dans cette optique, vous devrez développer de nouveaux instruments d'acquisition et de traitement du signal, en partant de la compréhension des phénomènes physiques étudiés. Plutôt probabiliste ou statisticien, il vous faudra les traduire en termes mathématiques, puis écrire les algorithmes qui décrivent finement le modèle physique tout en étant résolu en un temps raisonnable. Ces algorithmes sont introduits au sein de systèmes de traitement du signal. Ce sera votre travail, si vous êtes tenté par la physique des détecteurs et l'électronique. Il vous faudra mettre en œuvre la partie électronique : réceptionner les signaux, les numériser, les regrouper et les transporter de manière fiable et rapide vers les ordinateurs où sera réalisé le traitement proprement dit.

« Savoir comment utiliser au mieux l'information présente dans le signal en tout point de la chaîne nécessite la mise en commun des compétences de tous. C'est un travail d'équipe. » Eric.

FORMATION

• **Bac S** • **Ecole d'ingénieur ou master électronique ou électricité** • **Doctorat.**



Les appareils de mesure dotés de capteurs sont présents dans tous les domaines de recherche.

Les applications sont donc multiples : radars militaires, physique des hautes énergies, physique des particules, astrophysique, métrologie des rayonnements ionisants...

INFORMATICIEN RÉSEAUX

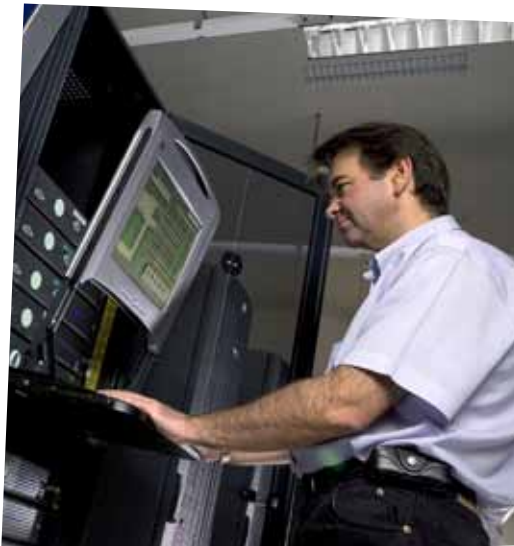
Le réseau informatique d'une entreprise véhicule des millions de messages, filtre des milliards de connexions, neutralise les virus en circulation. Informaticien systèmes et réseaux, à vous de veiller au grain, mais aussi d'améliorer les services rendus aux utilisateurs et de moderniser leurs machines. Comme il s'agit de moins en moins de technique, mais plutôt de travail de pilotage et de conduite de projet, il demande un niveau d'ingénieur. « **Le système d'information d'une entreprise est stratégique. En cas de défaillance, c'est le système entier qui tombe en panne.** » Philippe.

Avec les utilisateurs, vous aurez pour rôle de définir les nouveaux besoins et d'établir le cahier des charges comprenant prestations et niveau de sécurité. La réalisation sera ensuite sous-traitée, sous votre pilotage. Ce peuvent être des applications nationales, comme l'uniformisation des systèmes de messageries, ou de plus modestes ou spécifiques.

La sécurité est un facteur important qu'il vous faudra prendre en compte. Que ce soit celle du réseau ouvert sur Internet, objet de centaines de milliers d'attaques journalières parmi lesquelles certaines se rapportent à de l'espionnage, qu'il vous faudra détecter et signaler pour enquête. Ou celle de

chaque poste utilisateur (plus de 20 000 au CEA !) auxquels s'ajoutent les postes nomades sans fil, qu'il faut protéger et mettre à jour en permanence.

« **La diversité des situations, des demandes, des problèmes rend notre activité très technique et très intéressante.** » Marie-Christine.



FORMATION

• Bac S • Ecole d'ingénieur ou master informatique.

MÉCATRONICIEN

Pour intervenir en milieu hostile, des systèmes de téléopération de plus en plus perfectionnés ont été développés, regroupant les domaines de la robotique, la réalité virtuelle, les interfaces sensorielles et l'ingénierie de la connaissance. Ces systèmes sont maintenant utilisés dans l'industrie, pour optimiser les process automobiles par exemple, ou le médical, grâce à la création d'environnements virtuels.

Mécatronicien (spécialiste de la mécanique et de l'électronique), vous devrez concevoir et développer des robots capables de travailler en milieu hostile, au cœur des réacteurs nucléaires ou de tokamaks. D'autres robots, téléopérés et assistés par ordinateur, remplaceront les traditionnels télémanipulateurs mécaniques utilisés pour travailler combustibles, matériaux irradiés ou déchets nucléaires en cellules « chaudes ».

« **Avant, tout était mécanique ; maintenant, tout est automatisé, c'est une vraie révolution. De plus, l'opérateur conserve la sensation du toucher grâce au retour d'effort.** » Philippe.

L'expertise acquise dans l'assistance robotisée trouve de nombreuses applications médicales, destinées à rendre les personnes handicapées plus autonomes. Bras articulés manipulateurs qui saisissent les objets à la demande, systèmes d'assistance pour aider les paraplégiques à récupérer des fonctions motrices, interfaces tactiles destinées aux malvoyants... les sujets d'études sont nombreux et sauront vous passionner ! Ils servent aussi à la préparation d'opérations délicates et lors de la formation des futurs chirurgiens.



FORMATIONS

Ingénieur-chercheur en conception mécanique : bac+5 à bac+8. Conçoit le robot, sa forme et ses dimensions, en fonction des contraintes et des problèmes des utilisateurs.

Technicien bureau d'études mécanique : bac+2/3. Dessine le robot sur ordinateur.

Technicien d'atelier : bac+2. Fabrique et assemble les pièces.

Ingénieur-chercheur en électronique : bac+5 à bac+8. Conçoit les capteurs et met au point le logiciel de traitement des signaux.

Technicien en électronique : bac+2/3. Met en œuvre les recommandations des chercheurs.

Ingénieur-chercheur automatique : bac+5 à bac+8. Met au point les logiciels d'interface et de commande qui rendent le robot « intelligent ».



MODÉLISATEUR

En informatique scientifique, vous prévoyez le comportement des éléments avant leur réalisation à l'aide de calculs, participez à la modélisation et la simulation des procédés et montez des analyses statistiques.

- Bac S
- Ecole d'ingénieur ou master
- Doctorat.

FORMATION

Vous êtes avant tout un mathématicien, de formation ingénieur, qui apprécie de travailler en équipe. Vous concevrez des modèles qui permettront d'analyser des phénomènes réels, spécifiques au nucléaire comme les calculs neutroniques dans un réacteur, ou plus éloignés. Vous pourrez par exemple étudier les séismes ou travailler dans l'environnement pour reconstituer l'histoire de la planète d'après les informations recueillies sur le million d'années qui vient de s'écouler. Les lois de la physique théorique peuvent s'appliquer à bien des domaines de recherche fondamentale.

Ainsi, vous serez amenés à travailler en binôme avec un astrophysicien pour tenter d'établir les lois qui régissent l'Univers ou un biologiste travaillant sur la molécule prion... « A partir de l'expression d'un besoin, nous devons modéliser un problème parfois complexe. Cela nous amène parfois à reformuler la demande. » Christine.

Vous serez aussi capable de prévoir les résultats d'une expérience avant que celle-ci ne soit effectuée en laboratoire et que des objets réels ne soient construits ; validant ainsi le processus de fabrication. Pour l'industrie, vous pourrez étudier des prototypes d'avions ou des calculs de crash dans l'automobile.

INGÉNIEUR EN SIMULATION NUMÉRIQUE

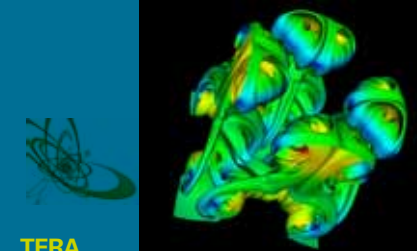
« Tout ce que l'on apprend au collège et au lycée, effectuer des calculs de dérivées ou d'intégrales, résoudre des équations, c'est mon quotidien. Car, lorsque l'on veut étudier un phénomène physique, on doit d'abord le décrire sous forme d'équations puis appliquer des méthodes numériques pour les résoudre. » Mireille.

En permettant d'atteindre des niveaux inégalés de simulation et de modélisation des phénomènes les plus complexes, les supercalculateurs s'imposent comme des outils essentiels de recherche et d'innovation. Votre mission sera de développer des logiciels de simulation numérique qui, mis à disposition d'autres physiciens chercheurs, leur permettront de résoudre les problèmes scientifiques auxquels ils sont confrontés. Le but est de comprendre ces problèmes et de les décliner en équations mathématiques. Parfois, s'ils ne peuvent être traités globalement, vous devrez les découper en plusieurs parties, en espace-temps. Vous aurez ensuite en charge l'élaboration et le test des codes de calcul.

La demande se développe dans de nombreux domaines : physique, chimie, biologie, environnement, sûreté, défense, climat, nanosciences, etc...

FORMATION

- Bac S
- Ecole d'ingénieur ou master physique et mathématiques appliquées
- Doctorat.



TERA

Le supercalculateur Tera est l'élément clé du programme Simulation, lancé par le CEA en 1996 lorsque la France a décidé d'arrêter tout essai nucléaire. Il permet de reproduire par le calcul le fonctionnement des armes nucléaires et ainsi de garantir leur fiabilité et leur sûreté en l'absence de nouveaux essais.

Tera 100 est le premier supercalculateur pétaflopique conçu et développé en Europe. Il est capable de réaliser un million de milliards d'opérations par seconde, soit plus que ce que la population mondiale ferait en 48 heures, à raison d'une opération par seconde par personne. Tera 100 place la France dans le peloton de tête en matière de calcul intensif et de simulation numérique haute performance.

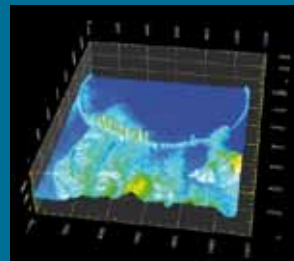
La voie de la simulation numérique exige de solides compétences en physique, en mathématiques appliquées et en informatique. « C'est vrai, en informatique, ça va très vite. Pour exercer ce métier, il faut sans cesse apprendre, toujours savoir ce qui se fait de nouveau. C'est une exigence pour être au top. » Mireille.



CCRT et TGCC

Le CEA a souhaité ouvrir à la communauté scientifique et au monde industriel ses puissants moyens de calcul. En 2003, il a mis à leur disposition son Centre de calcul recherche et technologie (CCRT) sur le site de Bruyères-le-Châtel. Puis il a initié la création d'une technopole baptisée Ter@tec, structure d'échange et de collaboration entre les différents acteurs de la simulation numérique haute performance : chercheurs, entreprises de l'informatique et industriels.

Le Très grand centre de calcul (TGCC) héberge un supercalculateur européen de puissance pétaflopique, dans le cadre du partenariat européen Prace (Partenariat for Advanced Computing in Europe). Ce supercalculateur sera capable d'exécuter plus d'un million de milliards d'opérations par seconde. Le laboratoire de recherche Exascale Computing Research (ECR) a pour objectif de préparer la génération suivante de supercalculateurs, qui devra être en mesure de travailler à l'échelle « exascale », soit d'effectuer un milliard de milliard d'opérations par seconde.



L'EXPLOITATION

L'exploitation d'une installation nucléaire est assurée par une équipe de spécialistes de niveaux de formation très variés et dont les compétences se complètent. Certains ont en charge la conduite de l'installation, d'autres sont responsables de son contrôle et de sa maintenance, d'autres encore se chargent de la sécurité ou de la logistique.



L'exploitation d'une installation a recours à de multiples compétences complémentaires :

les chefs d'exploitation

animent une équipe constituée d'ingénieurs, de techniciens, de mécaniciens... Ils organisent et coordonnent les équipes de quart qui se succèdent.

Ils interviennent aussi lorsque surviennent des anomalies ; ou supervisent des opérations de jouvence sur des dispositifs vieillissants.

Une autre partie du travail consiste à thésauriser les savoir-faire : mettre en fiche des procédures aussi bien pour éviter que les dysfonctionnements ne se produisent que pour faciliter une future intervention ; élaborer de nouvelles consignes et procédures d'exploitation, affiner les règles de sûreté, en collaboration avec les spécialistes compétents, et garantir l'assurance de la qualité.

l'agent d'exploitation

Selon sa spécialité de base, il veille au bon fonctionnement de l'installation en contrôlant ses paramètres nominaux, en effectuant des rondes et en organisant des mesures physiques ponctuelles.

les radioprotectionnistes

interviennent à tout moment pour veiller à la sécurité des personnes et de l'environnement.



CHARGÉ DE L'EXPLOITATION D'UN RÉACTEUR

Il est présent dans tous les réacteurs nucléaires, qui nécessitent une surveillance continue. Il dirige une équipe composée d'un conducteur de pile, d'un expérimentateur, de conducteurs de machines (les générateurs de vapeur et la turbine électrogénératrice), de conducteurs de tableaux et de rondiers.

« Nous sommes des généralistes. En cas d'incident ou de dysfonctionnement, nous devons rapidement mettre l'installation en sécurité et être capable de cerner le problème pour solliciter l'intervention d'un spécialiste (électricien, électronicien, etc). » Francis.

Les équipiers de quart travaillent à des horaires normaux, sauf sur les grandes installations où ils sont organisés en trois services de huit heures par jour.



Chef de quart, vous superviserez la conduite du réacteur avec pour mission principale la manœuvre des barres de contrôle, en fonction des besoins de l'expérience. Vous serez responsable de votre équipe, déciderez et commanderez toutes les opérations nécessaires en fonction des recommandations de l'ingénieur d'exploitation, dans le respect des règles de sécurité et de sûreté. Vous organiserez également le planning des tâches et le programme de formation de chacun de ses membres. Enfin, lors du passage de témoin entre deux équipes, vous transmettez à votre successeur les consignes et informations sur l'état de l'installation, en présence des membres de son équipe.



FORMATION

- Bac S ou STI • DUT ou BTS électricité, électronique, électrotechnique ou mesures physiques pour les techniciens
- Ecole d'ingénieurs physique • Spécialité Génie atomique à l'ISTN pour les ingénieurs.

RADIOPROTECTIONNISTE

Le métier de radioprotectionniste répond à un objectif prioritaire du CEA : réduire au niveau le plus bas possible toute exposition de l'homme aux rayonnements ionisants. Il s'inscrit dans un cadre légal très précis : l'obligation pour tout exploitant nucléaire d'assurer la protection de son personnel et de l'environnement.

Auprès d'une installation comme un accélérateur de particules ou un réacteur de recherche, vous surveillerez et contrôlerez en permanence la radioactivité des personnels et des locaux, analyserez les risques et leur éventuelle gravité, les préviendrez et les limiterez. Vous interviendrez en cas d'incident ou d'accident et serez aussi chargé de former et d'informer exploitants et expérimentateurs. Enfin, vous participerez aux recherches et au développement d'instruments capables d'effectuer des mesures radiologiques toujours plus précises, ainsi qu'au développement de mesures de protection toujours plus adaptées. Pour cela, il sera important de connaître les installations, les métiers, les postes de travail...

Les rejets des installations sont contrôlés régulièrement. Dans le cadre de votre mission de surveillance de l'environnement, vous serez chargés de faire des prélèvements dans l'eau, l'air, les végétaux, les sols et les constituants de la chaîne alimentaire ; puis de les analyser.



- Bac S ou STL • DUT ou BTS chimie, mesures physiques ou instrumentation
- Spécialisation INSTN.

FORMATION

Cela vous permettra de vous assurer que les dispositions mises en place au niveau des installations sont efficaces. Vous devrez aussi fournir ces données au Réseau national de mesures de la radioactivité, mis en place en 2008 par l'Autorité de sûreté nucléaire.

Autant dire que rigueur, sens de l'organisation et maîtrise de soi sont trois atouts majeurs pour effectuer ce métier.

CHEF DE PROJET ASSAINISSEMENT-DÉMANTÈLEMENT

À la tête de chantiers de grande ampleur, les chefs de projet assainissement et démantèlement du CEA sont confrontés à des situations complexes, qu'ils gèrent avec un grand nombre d'interlocuteurs.

« Au contact des autres qui ont des expériences variées, j'apprends tous les jours et c'est là aussi un des intérêts de ce travail. » Valérie.



L'Institut national des sciences et techniques nucléaires

L'assainissement d'une installation nucléaire est l'ensemble des opérations visant à supprimer la majorité des risques liés à la radioactivité subsistant après son arrêt définitif. Le démantèlement vise au retour à une exploitation autre, ou à la déconstruction de l'installation nucléaire. C'est ici qu'en tant que chef de projet assainissement-démantèlement, vous intervenez. Véritable pilote opérationnel du projet, vous organiserez, coordonnerez et ferez exécuter les différentes phases, dans le respect des contraintes de sûreté et de sécurité, des coûts et des délais impartis.

Vous serez chargé du démontage et de la démolition du bâtiment, du conditionnement des déchets d'exploitation, de l'entreposage du combustible usé, de l'évacuation des déchets de déconstruction (y compris ceux non radioactifs), du bilan radiologique du site, et de son déclassé. « Je mets en œuvre des actions qui s'étalent de quelques mois à quelques années et qui nécessitent une planification en termes de budget, de délai et d'analyse de risque. »

Pour votre mission, vous devrez avoir un excellent sens de l'équipe, savoir

écouter, être exigeant vis-à-vis de vos différents collaborateurs ainsi que de vous-même.

FORMATION



• **Bac S** • **Licence professionnelle « Métiers du démantèlement, des déchets, de la dépollution et de la maîtrise des risques » à l'INSTN** • **Formation au management de projet de démantèlement à l'INSTN.**



CEDRA

CEDRA est une installation de Cadarache dédiée au conditionnement et à l'entreposage de colis de déchets faiblement et moyennement radioactifs. Elle permet au CEA d'assurer l'entreposage temporaire de ses colis de déchets solides de moyenne activité à vie longue issus des réacteurs d'essais, dans une installation moderne, équipée de dispositifs de manutention et de surveillance les plus performants.



L'Institut national des sciences et techniques nucléaires (INSTN) est un établissement public d'enseignement supérieur, rattaché au CEA et placé sous la tutelle conjointe des ministères en charge de l'Enseignement supérieur et de l'Industrie.

Initialement créée pour former les ingénieurs et chercheurs du nucléaire dans des disciplines scientifiques et techniques de pointe, l'offre de l'INSTN reste centrée sur l'énergie et le médical. Elle s'est toutefois largement diversifiée et continue de s'enrichir à mesure des découvertes fondamentales et des avancées technologiques du CEA.

L'INSTN assure, seul ou en liaison avec des universités ou des écoles d'ingénieurs, diverses formations diplômantes : spécialisation d'ingénieur en génie atomique, masters (30 spécialités), BT et BTS en radioprotection. Il forme également les professionnels de la santé (physiciens médicaux, médecins nucléaires, radiopharmaciens) qui utilisent les rayonnements ionisants à des fins de diagnostic ou de thérapie.

À côté des enseignants permanents de l'institut, de nombreux chercheurs, en particulier du CEA, des ingénieurs, universitaires, praticiens hospitaliers, français ou étrangers, contribuent aux formations. Au total, ce sont plus de 1 400 enseignants et experts qui apportent leur concours à cet acte essentiel qu'est la transmission des connaissances. Ancré au centre CEA de Saclay, l'INSTN est également implanté sur les centres CEA de Cadarache, de Grenoble et de Marcoule, ainsi que sur le site universitaire de Cherbourg-Octeville.

L'INSTN prend une part active à la construction de l'espace européen de l'enseignement supérieur. Il participe à des projets européens dans ce domaine (génie nucléaire, fusion, imagerie moléculaire, radioprotection) et organise des actions à l'international dans divers cadres : associations européennes, collaborations bilatérales, programmes de coopération technique de l'AIEA.

<http://www-instn.cea.fr/>



IZEN

L'Institut international de l'énergie nucléaire (IZEN) a été créé afin de renforcer l'offre de formations proposée aux étudiants français et étrangers sur les métiers du nucléaire ; en s'appuyant notamment sur le Master Énergie nucléaire, créé en 2009 sous l'égide de grands acteurs académiques (six écoles de ParisTech, l'université Paris Sud, l'École Centrale Paris, Supélec, l'INSTN) et en partenariat avec les principaux industriels du secteur (EDF, Areva, GDF Suez).

Infos pratiques

CEA Bâtiment Siège

91191 Gif-sur-Yvette cedex
01 64 50 20 96

Centre de Cadarache

13108 SAINT-PAUL-LEZ-DURANCE
04 42 25 28 43

Centre du Cesta

BP 2
33114 LE BARP
05 57 04 50 28

Centre DAM-Ile-de-France

BP 12
Bruyères-le-Chatel
91297 ARPAJON cedex
01 69 26 58 96

Centre de Fontenay-aux-Roses

18, route du Panorama
92265 FONTENAY-AUX-ROSES cedex
01 46 54 93 81

Centre de Gramat

BP 80200
46500 GRAMAT
05 65 10 53 14

Centre de Grenoble

17, rue des Martyrs
38054 GRENOBLE cedex 9
04 38 78 37 27

Centre de Marcoule

BP 71171
30207 BAGNOLS-SUR-CEZE cedex
04 66 79 77 68

Centre du Ripault

BP 16
37260 MONTS
02 47 34 40 03

Centre de Saclay

91191 GIF-SUR-YVETTE cedex
01 69 08 52 10

Centre de Valduc

BP 14
21120 IS-SUR-TILLE
03 80 23 44 77



energie atomique • énergies alternatives

Retrouvez d'autres portraits et témoignages de professionnels et d'équipes en vidéo sur www.cea.fr.

Rejoindre le CEA, c'est contribuer aux grandes priorités de la recherche ; c'est aussi pouvoir développer un parcours professionnel motivant dans une communauté scientifique pluridisciplinaire et ouverte à l'international et à l'industrie.

www.cea.fr/ressources_humaines