

PEA²t

LA PLATEFORME TECHNOLOGIQUE D'ÉTUDE DES ENVIRONNEMENTS ANCIENS ET ACTUELS



**Offrez-vous
des prestations
sur mesure**



> SITE WEB



CATALOGUE



Edité par le laboratoire Chrono-environnement

Mise en page : Service communication

Rédaction : Comité technique et responsables d'Unités Techniques (UTs) de PEA²t

Mise à jour : juin 2025

PEA²t - Laboratoire Chrono-environnement UMR CNRS 6249

UFR Sciences et Techniques

Université Marie et Louis Pasteur

16, Route de Gray – 25030 BESANCON Cedex



PEA²t

Ce catalogue regroupe l'ensemble de l'offre de services proposée par la Plateforme technologique d'études des Environnements Anciens et Actuels (PEA²t) portée par le laboratoire Chrono-environnement.

Il est organisé en six domaines d'expertises :

- Monitoring *in situ* et expérimentation en conditions contrôlées
- Analyses paléo-environnementales et archéométriques
- Caractérisations chimiques de matrices environnementales complexes
- Caractérisations physiques de géo-matériaux
- Isolation et caractérisation de l'ADN environnemental
- Chimie quantique, simulation numérique et rayonnements

Commande

Afin de garantir une qualité optimale lors de la prise en charge des échantillons, il est indispensable de fournir une liste complète des références et préciser clairement les codes analytiques à appliquer à chacun.

Les tarifs des prestations réalisées sont communiqués sur demande et transmis par l'établissement de devis.

Echantillons

Disposer d'une quantité suffisante d'échantillon pour maintenir sa représentativité lors des différentes étapes d'analytiques implique la fourniture d'une quantité minimale.

Contact

Pour toute demande qui ne figure pas au catalogue contacter la direction de la plateforme pour étudier la faisabilité.

Pour tout renseignement complémentaire (nature du flaconnage pour le conditionnement, prétraitement, limites de détection et/ou quantification, méthode ou instrument utilisés...) contacter la direction de la plateforme :

pea2t.direction@univ-fcomte.fr



Table des matières

Présentation	3
Table des matières	5
Monitoring <i>in situ</i> et expérimentation en conditions contrôlées.....	6
Partie 1 : Monitoring et captures in situ.....	7
Partie 2 : Expérimentation en conditions contrôlées.....	7
Analyses Paléo-environnementales et archéométriques.....	8
Partie 1 : Analyses de séquences sédimentaires.....	9
Partie 2 : Analyses sur sites archéologiques.....	9
Caractérisations chimiques de matrices environnementales complexes.....	11
Partie 1: Matrices liquides.....	12
Partie 2: Matrices solides.....	13
Caractérisations physiques des géo-matériaux.....	14
Partie 1 : Lithopréparation des roches et sédiments.....	15
Partie 2: Caractérisation physique des sols, sédiments, roches.....	15
Partie 3 : Caractérisation pétrophysique des géomatériaux naturels ou artificiels.....	15
Isolation et caractérisation de l'ADN environnemental.....	16
Partie 1: Extraction d'ADN/ARN environnemental.....	17
Partie 2: Amplification de l'ADN PCR classique.....	17
Partie 3: Préparation librairie pour séquençage NGS.....	17
Partie 4: Analyses bioinformatique et biostatistique	17
Chimie quantique, simulation numérique et rayonnements.....	18
Partie 1 : Chimie quantique.....	19
Partie 2 : Rayonnements ionisants	19

Monitoring *in situ* et expérimentation en conditions contrôlées



Descriptif :

Instrumentation et biosurveillance *in situ* pour le suivi long terme des milieux naturels dans le cadre des SNO et zones ateliers ; dispositifs de culture et d'élevage en enceinte climatique.

Descriptif détaillé :

Des études écotoxicologiques d'évaluation de la qualité des milieux aquatiques ou terrestres sont menées selon deux approches : (1) au laboratoire grâce à un ensemble de salles climatisées de surface variable à hygrométrie, intensité lumineuse par éclairage LED (rampes ou projecteurs) et température réglables, dans lesquelles les effets de différents composés (plastiques, ETM...), dans différentes matrices (eau, sols, sédiments...) sur différents modèles (animal [chironome, gammare, limnée, escargot...] ou végétal [ortie, bouleau, lupin...]) sont évalués ; (2) *in situ* par caging pour les modèles animaux. Des observations précises menées dans la durée par le biais d'une instrumentation sur site (paramètres physico-chimiques mesurés par le biais de sondes automatiques (pH, conductivité, salinité...), météorologie, biodiversité, gaz à effet de serre... des milieux naturels (hydrosystème karstique, lac, tourbière, prairie, forêt...) permettent la compréhension de leur état et de leur évolution au regard de pollutions ou sous la menace du dérèglement climatique par exemple.

Mots clés :

Observatoires, Milieux humides, Milieux souterrains, Sismologie, Exposition aux contaminants, Microcosmes, Bioindicateurs, Microbiologie



Partie 1 : Monitoring et captures *in situ*

✂ **Mise en place de stations de suivi**

- Sondes et préleveurs automatiques pour mesures physico-chimiques de l'eau
- Matériel pour les mesures hydrodynamiques
- Capteurs sismologiques
- Stations météorologiques

✂ **Captures d'animaux terrestres**

- Pièges type INRA avec dortoirs PVC pour micromammifères
- Filets maillés pour oiseaux
- Pots Barber pour invertébrés au sol
- Piège filet pour insectes volants, piège à scolytes

✂ **Suivi de végétation / microorganisme**

- Carré de végétation pour comptage de la diversité (revoir le terme)
- Mesure physiologiques non destructrice (respiration, fluorescence chlorophylle)
- Détermination de l'indice de végétation par drone (mesure spectrale de la chlorophylle)
- Prélèvements de sol et végétation pour caractérisation chimique / biologique.

Partie 2 : Expérimentation en conditions contrôlées

✂ **Salle de cultures et d'élevage en conditions contrôlées pour bio-essais écotoxicité et bio-monitoring actif**

- Mobilité, survie, croissance, bioaccumulation, cycle de vie sur organismes terrestres et aquatiques
- paramètres physiologiques des végétaux : croissance, photosynthèse, échanges gazeux foliaires
- Prélèvements de sol et végétation pour caractérisation chimique / biologique.

Domaine d'expertise

Analyses paléoenvironnementales et archéométriques



Descriptif :

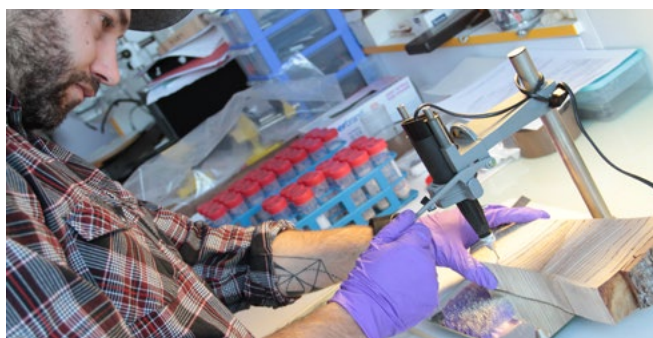
Reconstitutions paléoenvironnementales et paléoécologiques à partir des archives naturelles et anthropiques

Descriptif détaillé :

Les archives naturelles (sédiments, sols, bois, etc.) et anthropiques (site archéologique) sont des fenêtres sur les environnements et/ou écosystèmes passés. La collecte de ce type d'échantillons nécessite des moyens de prélèvements dédiés (carotteurs, barge, matériels de fouille, etc.). Les contenus de ces archives sont ensuite déterminés à différentes échelles de temps et par différents proxys (pollen, micro et macro-reste, etc.). L'assemblage de ces proxys au cours du temps permet de reconstruire les trajectoires spatio-temporelles des écosystèmes et de mesurer l'impact des activités anthropiques.

Mots clés :

Sédimentologie, Analyses de micro- et macrorestes biologiques, Paléolimnologie, Bio/géoarchéologie, Dendrochronologie, Anthracologie, Carpologie, Palynologie, Paléoparasitologie, Datation radioéléments (plomb et césium).



Partie 1 : Analyses de séquences sédimentaires

- ✂ **Carottage pour l'étude d'hydrosystèmes**
 - Terrestre (carottier hydraulique APAGEO)
 - Tourbière (carottier WARDENAAR, carottiers manuels Russes de type GYK)
 - Lacustre (plateforme UWITEC, plateforme et système LIVING STONE, carottier d'interface)
- ✂ **Ouverture de carottes sédimentaires**
 - Banc de découpe des gaines plastiques (carottes de diamètre 90 ou 63 cm)
- ✂ **Analyses géophysiques non-destructives**
 - Banc de mesure MSCL (Multi Sensor Core Logger)
- ✂ **Datation Césium Plomb**
 - Spectrométrie gamma basse activité
- ✂ **Extraction et analyses de micro et macrorestes végétaux issus d'échantillons sédimentaires**
 - Pollen, spores et autres microfossiles non-polliniques, micro/macro charbons, macros-restes végétaux (dont graines)

Partie 2 : Analyses sur sites archéologiques

- ✂ **Etude de mobilier archéologique**
 - Scories
- ✂ **Etude du matériel bio-archéologique**
 - Bois et charbons, carporestes
- ✂ **Extraction et analyses de marqueurs parasitaires en contexte archéologique et bioarchéologique**
 - Œufs de parasites digestifs
- ✂ **Carottage dendrochronologique**
 - Charpentes





Caractérisations chimiques de matrices environnementales complexes



Descriptif :

Identification qualitative et quantitative des composés organiques et inorganiques dans de multiples matrices environnementales

Descriptif détaillé :

La caractérisation, par la recherche de substances dangereuses en faible concentration et en présence d'une forte charge saline et organique dans les bains, effluents et rejets industriels (industries textiles, papetières et de traitements de surface) permet d'établir un diagnostic du fonctionnement des stations de traitement. Des solutions de réduction ou d'élimination de ces substances, pour devancer la réglementation à venir, sont proposées après un suivi qualitatif et quantitatif sur plusieurs mois.

Une caractérisation spatiale et quantitative de pollution, mobilité/transfert (mesure de la concentration dans les sols-plantes-invertébrés-rongeurs, sédiments-plantes aquatiques-poissons) et impacts environnementaux de sites et sols pollués permet de proposer des solutions de restructuration des sites d'étude (phytomanagement versus excavation par exemple) en leur donnant de nouveaux usages (espaces publics d'agrément, production d'énergie, etc.).

Mots clés :

Contaminants organiques (HAP, PCB, fongicides triazolés) et inorganiques, ETM (éléments traces métalliques), Terres rares, Eléments dits majeurs, Biomarqueurs, Ingénierie de l'eau, Ingénierie du sol, Matrices environnementales complexes



Partie 1: Matrices liquides

Eaux douces, eaux résiduaires, effluents

MESURE DES PARAMETRES PHYSICOCHIMIQUES
Conductivité
pH / potentiel redox / Oxygène dissous
Turbidité
MESURES ISOTOPIQUES
$\delta^{18}\text{O}$
$\delta^2\text{H}$
ANALYSE ELEMENTAIRE (ANIONS ET CATIONS)
Al, As, B, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, Zn par ICP AES
Al, Ti, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sr, Mo, Cd, Sn, Sb, Hg, Tl, Pb, B, V, Ba, Rb, Sc, Y, Cs, U par ICP MS
La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu (terres rares) par ICP MS
Carbonate, chlorure, fluorure, nitrite, nitrate, bromure, phosphate, sulfate par chromatographie ionique
Bicarbonate par titration
Ammonium par colorimétrie
Prétraitement : minéralisation par bloc chauffant ou micro-onde
POLLUANTS CARBONES ET PHOSPHORES
DBO
DCO
Carbone organique total (COT) par oxydation thermique
Carbone organique dissous (COD) par oxydation thermique
Phosphore et phosphore total par colorimétrie
MICROPOLLUANTS ORGANIQUES
HAP (16 composés : Naphtalène, Acénaphthylène, Acénaphène, Fluorène, Phénanthrène, Anthracène, Fluoranthène, Pyrène, Benzo(a)anthracène, Chrysène, Benzo(b)fluoranthène, Benzo(k)fluoranthène, Benzo(a)pyrène, Indeno(1,2,3-cd)pyrène, Dibenzo(ah)anthracène, Benzo(ghi)pérylène) par GC-MS/MS
PCB (10 congénères : 28, 52, 77, 101, 118, 126, 138, 153, 169, 180) par GC-MS/MS
Fongicides triazolés (5 composés ; tebuconazole, propiconazole, epoxiconazole, bromuconazole, difenocnazole) par GC-MS/MS
Prétraitement : Extraction liquide/liquide

Partie 2 : Matrices solides

Sols, sédiments, boues, tissus biologiques animaux ou végétaux

ANALYSE ELEMENTAIRE (CATIONS, CARBONE, AZOTE, SOUFRE)
Par ICP AES : Al, As, B, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, Zn
Par ICP MS : Al, Ti, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sr, Mo, Cd, Sn, Sb, Hg, Tl, Pb, B, V, Ba, Rb, Sc, Y, Cs, U
Par ICP MS : La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu (terres rares)
CNS total par oxydation thermique
Carbone organique total (COT) par oxydation thermique
Prétraitement : séchage par lyophilisation
Prétraitement : minéralisation par bloc chauffant ou micro-onde
Prétraitement : mise en solution de roches
Prétraitement : extraction des fractions disponibles des ETM par tampon spécifique
Préparation d'échantillons pour la mesure de rapports isotopiques ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (externalisée) ; $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ (externalisée), $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$)
Mesure des isotopes du Pb (^{206}Pb , ^{207}Pb et ^{208}Pb) par ICP MS
MICROPOLLUANTS ORGANIQUES
HAP (16 composés) : Naphtalène, Acénaphthylène, Acénaphtène, Fluorène, Phénanthrène, Anthracène, Fluoranthène, Pyrène, Benzo(a)anthracène, Chrysène, Benzo(b)fluoranthène, Benzo(k)fluoranthène, Benzo(a)pyrène, Indeno(1,2,3-cd)pyrène, Dibenzo(ah)anthracène, Benzo(ghi)pérylène par GC-MS/MS
PCB (10 congénères : 28, 52, 77, 101, 118, 126, 138, 153, 169, 180) par GC-MS/MS
Fongicides triazolés (5 composés ; tebuconazole, propiconazole, epoxiconazole, bromuconazole, difenconazole) par GC-MS/MS
Produits d'oxydation de la lignine (11 composés : p-hydroxybenzaldéhyde, p-hydroxyacetophenone, p-hydroxybenzoic acid, vanillin, acetovanillon, vanillic acid, syringaldehyde, acetosyringone, syringic acid, p-coumaric acid, ferulic acid) par GC-MS/MS
Prétraitement : Extraction solide liquide accélérée par solvant (ASE)
Prétraitement : Extraction QuEChERS
Prétraitement : séchage par lyophilisation
INGÉNIERIE DES EAUX USEES INDUSTRIELLES
Cassage chimique & Décomplexation
Insolubilisation chimique (précipitation sélective)
Coagulation/Floculation par Jar-test
Adsorption en batch et en colonne
Biodégradabilité
CONSTITUANTS BIOCHIMIQUES (SUR ECHANTILLONS VEGETAUX)
Teneur en polyphénols extractibles (eau, éthanol)
Teneur totale en protéines selon Bradford
Evaluation des activités enzymatiques de dégradation des molécules, dans les plantes (induites par un stress) ou en lien avec les champignons micorhiziens (phénoloxydases / peroxydase, phosphatase, cellulase, glucosidase, protéase, avec ou sans purification préalable par dialyse)
Suivi des cinétiques enzymatiques pour déterminer l'activité réelle
Extraction de pigments photosynthétiques (chlorophylles, caroténoïdes), des biomarqueurs de stress oxydatif (malondialdéhyde) et de défense

Domaine d'expertise

Caractérisations physiques des géo-matériaux



Descriptif :

Mesures pétrophysiques et géophysiques de la croûte profonde à la zone critique.

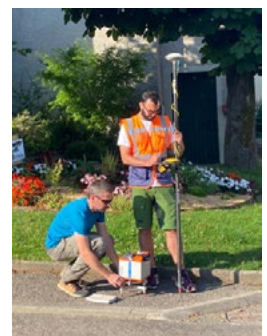
Descriptif détaillé :

Ce domaine d'expertise vise à la caractérisation des propriétés physiques des sols et des roches. La cartographie horizontale et verticale de la subsurface à travers différents équipements de mesure (susceptibilimètre magnétomètre, GPR, etc.) est appliquée à des domaines en hydrogéologie, géologie ou archéologie.

En parallèle, des analyses en laboratoire permettent de déterminer la composition minéralogique et granulométrique des roches, de caractériser leur milieu poreux et de quantifier leurs propriétés de transfert des fluides. Ces analyses permettent de mieux comprendre les interactions fluide-roche au sein de la croûte profonde.

Mots clés :

Déformation, Sismologie, Géotechnique, Mécanique des roches et des sols, Pétrophysique, Milieux poreux, Subsurface terrestre et lacustre, Lames minces, Modélisation thermo-mécanique



Partie 1: Lithopréparation des roches et sédiments

- Tronçonnage, polissage, rodage, collage, sciage

Partie 2: Caractérisation physique des sols, sédiments, roches

- Etude de la distribution volumique des dimensions de particules en poudre ou en suspension dans l'eau par granulométrie laser, en appliquant la théorie de Mie comme modèle optique
- Estimation de la teneur en matière organique par perte au feu ($\pm 5\%$), méthode indicative et non spécifique
- Estimation de la teneur en carbonates par perte au feu ($\pm 5\%$), méthode indicative et non spécifique
- Préparation d'échantillons pour l'analyses des phases minérales argileuses par DRX
 - Broyage des échantillons à l'aide d'un broyeur Mac Crone
 - Traitement chimiques ciblés (dissolution préférentielle des carbonates)
 - Séparation des fractions fines ($<16\ \mu\text{m}$ et $<2\ \mu\text{m}$) par sédimentation à très fines ($<0,2\ \mu\text{m}$) par centrifugation
 - Confection de lames orientées
 - Passage des lames en DRX à température ambiante, après chauffage à 550°C et après traitement l'éthylène glycol
 - Traitement et interprétation des données DRX (poudre de roche totale et fractions argileuses orientées) (logiciel EVA)

Partie 3 : Caractérisation pétrophysique des géomatériaux naturels ou artificiels

- Caractérisation du milieu poreux : porosité (totale, au mercure...), densité apparente et minérale
- Quantification des propriétés de transfert de fluides : cinétique d'imbibition, cinétique d'évaporation, vitesse des ondes sonique P

Isolation et caractérisation de l'ADN environnemental



Descriptif :

Mise en œuvre de techniques de biologie moléculaire telles que la PCR quantitative, ou la métagénomique pour l'analyse de l'ADN issu d'échantillons environnementaux.

Descriptif détaillé :

L'ADN environnementale (eDNA) est l'ADN extrait de matrices complexes tels que le sols, l'eau... Bien que dégradé, il est un proxy permettant d'évaluer les communautés présentes dans ces milieux et est complémentaire des autres approches d'inventaires. La caractérisation de l'eDNA passe par différentes étapes de préparation, d'extraction et d'amplification qui nécessitent une démarche de marche en avant afin de s'affranchir des contaminations. Dans ce contexte, une salle blanche dédiée à l'ADN ancien est en cours d'installation.

Des analyses ciblées par PCR ou qPCR sont réalisées afin de caractériser différents traits (taxonomie, sexe...) et l'abondance de certaines espèces. En parallèle, des approches de métagénomiques sont utilisées pour réaliser l'inventaire (espèces, et/ou fonction) d'un échantillon environnemental. Le séquençage haut-débit est sous-traité, mais les compétences sont présentes pour la préparation des banques et l'analyse bio-informatique de ces données.

Mots clés :

Microbiologie, Ecologie moléculaire, Santé animale, Santé humaine, Salle blanche, Bio-informatique





Partie 1 : Extraction d'ADN/ARN environnemental

- Matrice moderne : eau, sols, poussière logement, fèces, prélèvement d'air
- Matrice ancienne : sédiments, prélèvement archéologique, collection de musée

Partie 2 : Amplification de l'ADN

- PCR classique
- PCR quantitative ou PCR digitale
- RT-qPCR
- Analyse des fragments sur gel ou par électrophorèse capillaire
- Génotypage par microsatellites

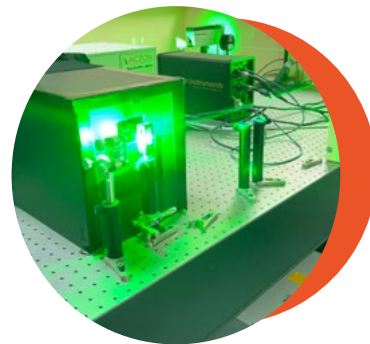
Partie 3 : Préparation librairie pour séquençage NGS

- Préparation des amplicons
- Ajout des barcodes pour multiplexage (Nextera, home-made)
- Purification sur billes magnétiques

Partie 4 : Analyses bioinformatique et biostatistique

- Analyse des données de qPCR
- Metabarcoding (Dada2...)
- Métagénomique shotgun (MetaHit...)
- Transcriptomique (Voom-limma...)

Domaine d'expertise



Chimie quantique, simulation numérique et rayonnements



Descriptif :

Moyens d'outils de calcul liés à la chimie quantique et à la simulation numérique dans des domaines aussi variés que les mécanismes d'oxydo-réduction en milieu biologique, la radiothérapie, ou encore l'interaction rayonnement/matière jusqu'à la mesure des radioéléments.

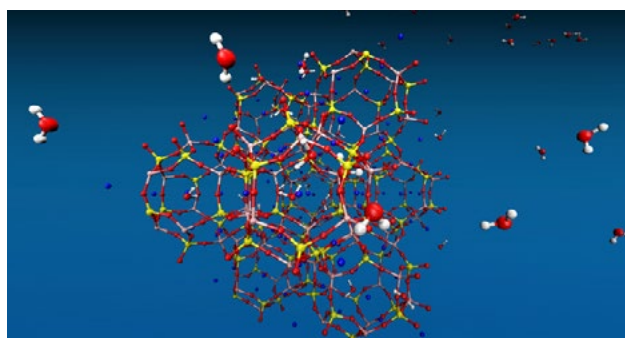
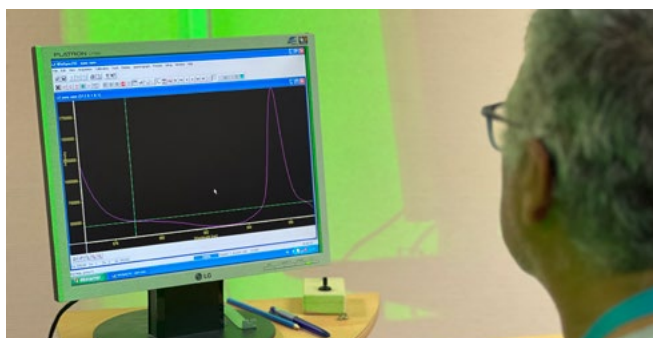
Descriptif détaillé :

Ce domaine d'expertise appuie diverses thématiques de recherche sous un aspect essentiellement théorique : l'étude par modélisation moléculaire de la réactivité chimique en milieux biologiques comme l'interaction médicament/cellule, la catalyse ou l'enzymologie et celle de dépôts de films molécules minces sur surfaces sont étudiés.

S'agissant des rayonnements ionisants : (1) parallèlement au développement de nouveaux algorithmes de calculs dosimétriques pour les techniques de radiothérapie, la fabrication et lecture de capteurs 3D sensibles permettent l'optimisation des traitements médicaux; (2) la mesure de radioéléments dans l'environnement par spectrométrie gamma permet la datation d'archives sédimentaires ou de carottes d'excréments de chauve-souris ; (3) la mesure des dommages causés par l'irradiation d'ADN grâce à un générateur de rayons X mous est évaluée par microscopie AFM.

Mots clés :

Chimie quantique, Modélisation moléculaire, Simulation numérique, Spectrométrie gamma, Dosimétrie, Raman, Datation, Méthode de Monte-Carlo, Réseaux de neurones artificiels





Partie 1 : Chimie quantique



Moyens informatiques

- Six stations de calculs multi-cœurs
- Heures de calcul au mésocentre



Moyens de calcul

- Logiciels Gaussian, Gromacs, NAMD, Pteros...



Matériels de mesure

- Spectromètre Raman
- Spectromètre UV/Vis

Partie 2 : Rayonnements ionisants



Moyens informatiques

- Quatre stations de calculs multi-cœurs et stations de pilotage



Moyens de calcul

- Logiciels MCNPX, Fluka, Penelope, Comsol, Génie 2000, interwinner, BEAMnrc, TOPAS



Matériels

- Deux systèmes de lecture optique de gels dosimétriques (par transmission et par lumière diffusée)
- Systèmes de lecture de films gafchromiques et TLD
- Quatre Spectromètres Gamma dont deux ultra bas bruit de fond
- Spectromètre alpha
- AFM, DSC, Spectromètre IR, lecteur de plaques d'électrophorèse



UNE PLATEFORME D'OBSERVATION
DE L'ENVIRONNEMENT, SPÉCIALISÉE
DANS LES PRESTATIONS D'ANALYSES
ET DE CARACTÉRISATIONS,
DE FORMATIONS, D'EXPERTISES,
LIÉES À DES ACTIONS DE
RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT



Une demande particulière,
une réponse personnalisée

CATALOGUE

