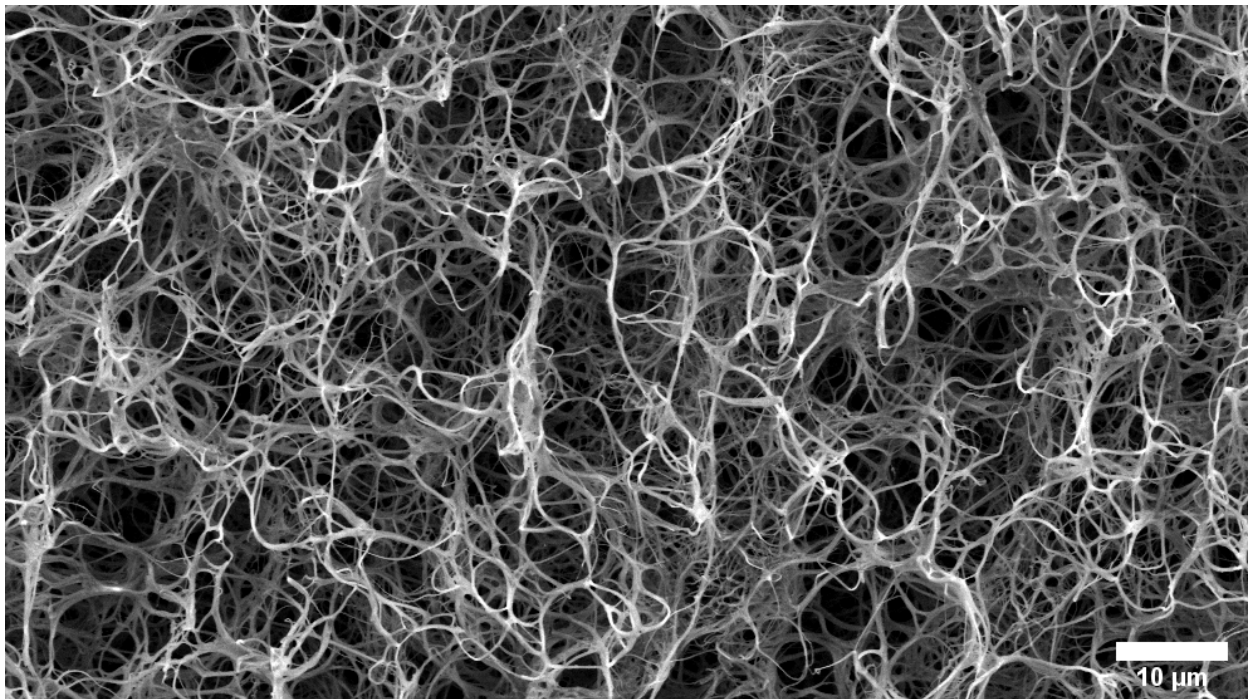


Open  
Labs

En partenariat avec



# La Plateforme Microscopies et Analyses



Suivi de l'activation de monocytes (globules blancs) sur biomatériaux par  
microscopie électronique à balayage.

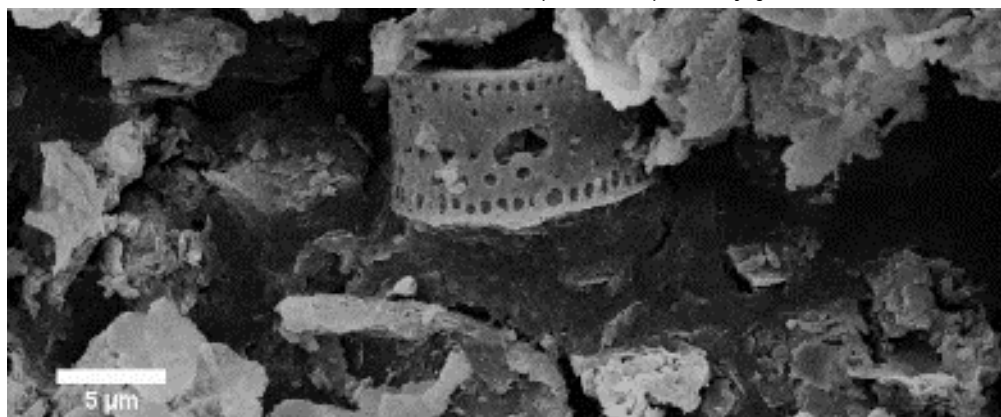


La  
plateforme  
Microscopies et  
Analyses

de l'université de Cergy-Pontoise est une plateforme d'innovation adossée à ses laboratoires de recherche et dédiée à l'étude des matériaux. Elle fait partie des Open Labs proposés par l'établissement.

Les Open Labs sont des outils variés qui permettent de faire le pont entre les savoir-faire de la recherche et les besoins sociétaux : réseaux d'équipements de pointe dédiés à un domaine d'application, ouverture d'équipements et de savoir-faire des laboratoires aux entreprises pour la R&D, de lieux d'expérimentations et d'échanges autour de nouvelles pratiques, etc.

Sédiment naturel, microscope électronique à balayage



### Des équipements et des savoir-faire

Cette plateforme d'innovation inclut équipements de pointe et expertises dans le domaine de l'imagerie dédiée à l'étude des matériaux.

Les domaines d'application sont ceux de l'énergie, la santé, les sciences criminelles, le génie civil, les cosmétiques ou encore le développement durable.

Elle regroupe différents microscopes (optique, électronique, à champ proche) permettant d'analyser des matériaux (inertes ou vivants) à différentes échelles (du nanomètre au millimètre).

Au-delà de ses équipements, l'originalité de cette plateforme réside dans la variété des compétences et des spécialités des laboratoires auxquels elle est associée.

### Les compétences des laboratoires font l'originalité de la plateforme

Les équipements rassemblés dans cette plateforme sont des instruments pour la recherche et développés par la recherche. Avec le retour d'expérience lié à l'utilisation de ces équipements, les chercheurs et ingénieurs ont accumulé de nombreuses compétences techniques.

Celles-ci leur permettent de proposer des prestations à toutes les entreprises qui ont besoin d'innovation. Mais surtout, le travail de recherche permet de créer des protocoles innovants spécifiques à chaque application pour l'utilisation des équipements.

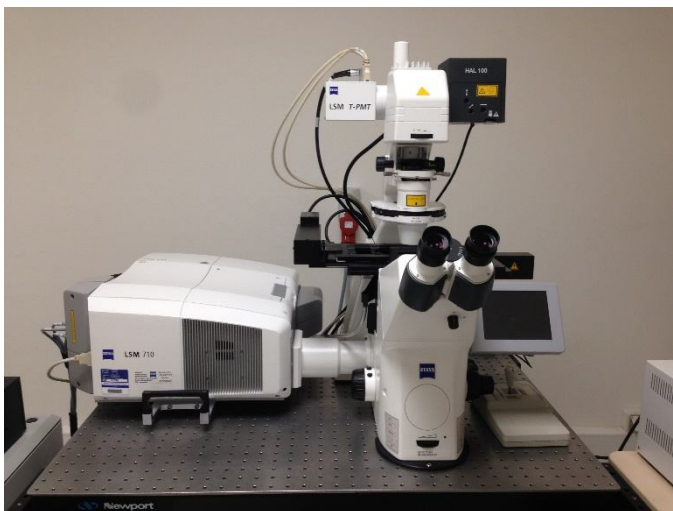
Ainsi l'université peut proposer ce couplage savoir-faire/équipements pour des collaborations de R&D, industrielles par exemple. Plus qu'une simple mise à disposition d'équipements, cette plateforme donne accès à des compétences et au développement d'innovations.

**Ainsi l'accès à la plateforme Microscopies et Analyses est ouvert à un vaste public : instituts publics de recherche, grands groupes, PME et TPE.**

## Les équipements de la plateforme Microscopies et Analyses

La plateforme compte principalement trois microscopes qui permettent de balayer une vaste gamme de dimensions : un microscope à force atomique (AFM), un microscope confocal à balayage laser (CLSM) et un microscope électronique à balayage (MEB) couplé avec un spectromètre Raman.

Le couplage de ces deux derniers appareils est rarissime en France. Seuls trois autres exemplaires sont disponibles sur le territoire français. Très peu sont accessibles aux entreprises et aux chercheurs.



## L'AFM ou la nano-observation

La technique du microscope à force atomique consiste à approcher une pointe nanométrique (de l'ordre du milliardième de mètre) au plus près de la surface du matériau que l'on souhaite étudier. L'interaction des atomes de cette pointe avec ceux du matériau permet de recueillir différentes informations extrêmement précises, à l'échelle du nanomètre : la topographie de surface, l'organisation microscopique du matériau, sa résistance aux forces appliquées, son comportement face à un champ électrique ou magnétique.

A l'heure de l'ultra-miniaturisation, des questionnements autour des nanomatériaux, des comparaisons entre organisation visible d'un matériau et son agencement microscopique, ce type de technique permet d'obtenir des informations incontournables dans les domaines de l'innovation mais également de prévention, sécurité, de développement de nouvelles façons de consommer de l'énergie, etc.



## Le CLSM : de la reconstruction 3D à l'observation non invasive

La technique du microscope confocal à balayage laser consiste à utiliser le laser pour balayer point par point l'objet que l'on observe. L'objet va ensuite refléter le laser, un capteur mesure ce reflet. L'ensemble des données récoltées dans les trois dimensions permettra via un ordinateur de générer des images 3D de grande qualité. Ainsi, la structure microscopique de l'objet étudié (tissus vivants, roches, bétons...) devient accessible à notre œil par la reconstitution 3D. L'objet peut être vu en surface mais également en coupe, comme le ferait un scanner pour nos organes.

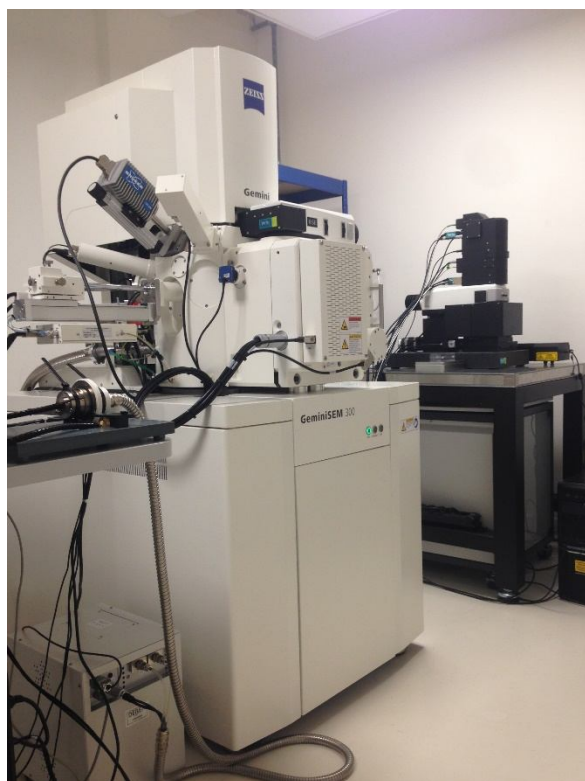
Récemment, une utilisation de ce microscope dans le domaine des sciences criminelles, en collaboration avec l'Institut de Recherche Criminelle de la Gendarmerie Nationale, a permis de visualiser et de comprendre pourquoi une nouvelle technique de prélèvement ADN était plus efficace que celles utilisées actuellement et de la valider.



## Le MEB couplé au Raman : de l'atome à la structure de la matière

La technique du microscope électronique à balayage (MEB) couplé à un spectromètre Raman consiste à recueillir simultanément les informations issues des deux techniques d'observation, et produire ainsi une superposition de l'information sur un même point. On parle de microscopie corrélative.

Avec le MEB, un matériau est bombardé par un faisceau d'électrons qui entre en interaction avec la matière. Les rayonnements ou nouvelles particules produites permettront de fournir une information sur la constitution chimique du matériaux (les atomes présents). Avec le Raman, les informations sur le matériau résultent de l'analyse de rayonnements produits par les interactions laser/matière. Il permet de connaître non plus seulement les éléments chimiques reconnus par le MEB, mais les molécules qu'ils constituent.



Cet appareil permet pour un même échantillon et une même expérimentation d'obtenir simultanément une qualité et une quantité inédites d'informations. Il est possible de connaître la morphologie, la composition chimique d'un matériau et sa composition moléculaire dans la même enceinte du microscope. Cela apporte un gain de temps et d'efficacité inédit.

Cette technique, très peu répandue en France, est un atout majeur pour le développement des applications matériaux de la plateforme. Elle permettra de mettre en place une approche de l'imagerie et de l'analyse par la microscopie corrélative. Les laboratoires vont pouvoir développer de nouvelles applications pour cette technique novatrice dans des domaines aussi variés que la production d'énergie (hydrocarbures, géothermie), la cicatrisation osseuse, la protection du patrimoine, la sécurité alimentaire, l'innocuité des cosmétiques, le développement de nouveaux matériaux de construction, la miniaturisation électronique, etc.



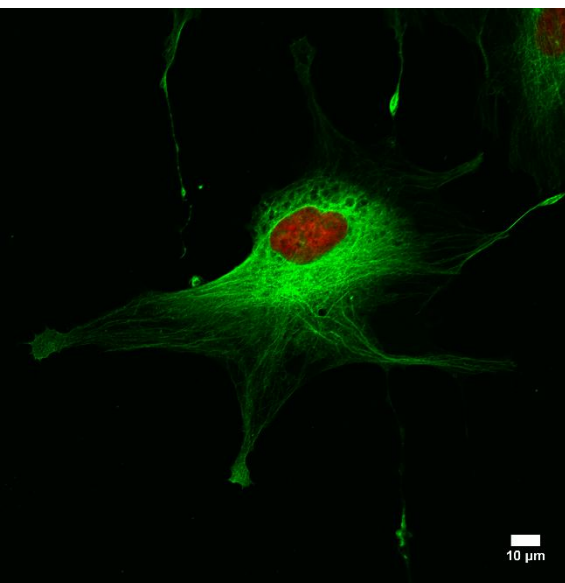
Vous trouverez les fiches détaillées de chaque équipement à la fin de ce document.

## La fédération

### **i-Mat, les laboratoires auxquels la plateforme est adossée**

**i-Mat regroupe les quatre laboratoires de l'université à l'origine de la mutualisation des premiers équipements présents au sein de la plateforme en vue de les dédier à l'observation et l'analyse des matériaux.**

**Les laboratoires fondateurs de la plateforme sont ERRMECe, le GEC, le LPPI et le L2MGC.**



Cellule tumorale ovarienne humaine  
Marquage fluorescent : rouge/noyau, vert/tubuline

## ERRMECe - Relations matrice extracellulaire-cellules

Cette équipe regroupe des biochimistes, des biologistes cellulaires, des physiologistes, des microbiologistes et des physico-chimistes. Elle étudie les relations qui s'établissent entre les cellules vivantes et leurs différents environnements : milieux d'implantation, biofilms, matériaux naturels ou artificiels. Cette question est abordée sous des angles moléculaires, supra-moléculaires et cellulaires. Leur domaine d'étude s'applique à l'étude de pathologies, à l'élaboration de matériaux et biomatériaux innovants, de process industriels ou à la préservation du patrimoine.

## GEC - Géosciences et environnement

Cette équipe utilise ses compétences en géosciences pour comprendre et expliquer la dynamique du globe en relation avec la formation l'exploitation et le stockage des ressources énergétiques naturelles, nouvelles et durables, ainsi que l'évolution de l'environnement naturel ou humain qui leur est associé. Sa spécificité réside dans l'approche multi-échelles de la déformation et de l'altération, au sens large, des roches. Cette approche va du terrain et de l'analyse de structures géologiques à grande échelle jusqu'à l'étude des microstructures de roches en passant par la modélisation et la mesure de leurs propriétés physiques en laboratoire.

## LPPI - Physicochimie des polymères et des interfaces

Cette équipe pluridisciplinaire est spécialiste des réseaux interpénétrés de polymères, des polymères conducteurs électroniques et des nanosciences. Sa particularité est de traiter la fabrication, l'étude physico-chimique de matériaux et leur intégration dans des dispositifs de polymères. Ce travail permet de créer de nouvelles matières avec des propriétés inédites, de proposer des solutions innovantes, voire des ruptures technologiques sur des problématiques transversales nécessitant des matériaux structuraux, fonctionnels ou stimulables.

## L2MGC - Mécanique et matériaux du génie civil

Cette équipe développe ses activités dans le domaine du génie civil sur des problématiques liées à l'optimisation des matériaux et au comportement des structures et des ouvrages. Les approches utilisées conjuguent à la fois des études expérimentales et des travaux de modélisation, allant de l'échelle microstructurale à l'échelle macrostructurale. Elle couvrent aussi bien les aspects physico-chimiques que mécaniques et les problèmes de couplages thermo-hydrromécaniques.

## Les laboratoires de l'université ayant accès à la plateforme

Depuis 2015, la plateforme est ouverte à tous les laboratoires de l'université qui ont des besoins en lien avec l'analyse des matériaux.

Cela permet d'élargir d'autant les compétences offertes par la plateforme.

## ETIS - Traitement de l'Information et Systèmes

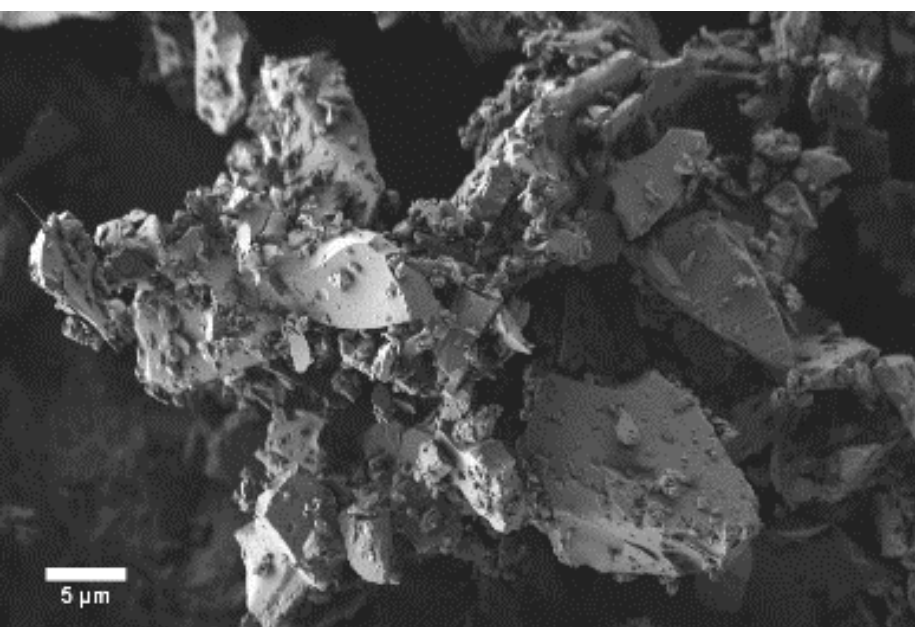
Ce laboratoire mène des recherches théoriques et expérimentales pour concevoir et optimiser des systèmes de plus en plus complexes et des méthodes d'apprentissage pour les systèmes intelligents qui doivent être flexibles et adaptatifs. Ces travaux débouchent également sur des avancées technologiques dans les domaines des télécommunications et de la santé. Il travaille sur l'indexation de données multimédia et l'intégration de données, sur l'imagerie, les communications numériques, la neurocybernétique et les systèmes sur puce reconfigurables.

## LAMBE - Analyse et modélisation pour la biologie et l'environnement

Cette équipe allie des approches expérimentales et théoriques pour aborder des problématiques appliquées aux sciences de la vie et à l'environnement. Ses activités reposent sur des approches pluridisciplinaires à la frontière des champs disciplinaires que sont l'analyse, la physico-chimie en phase gazeuse, la physico-chimie des solutions, la physico-chimie des interfaces soluté-matériau, l'électrochimie et la modélisation.

## LCB - Chimie biologique

Cette équipe regroupe des chercheurs autour des thématiques générales du diagnostic moléculaire, des biomolécules pour la santé et de la chimie pour le développement durable. Elle travaille sur les approches synthétiques innovantes (aminoacides exotiques, composés fluorés, nucléosides, glycopeptides, glycosylation...), le contrôle de la structuration des peptides, le diagnostic par sondes peptidiques, les molécules biologiquement actives, les mécanismes moléculaires de maladies médiées par le système immunitaire, l'étude des impacts environnementaux des procédés chimiques et les matériaux mésoporeux.

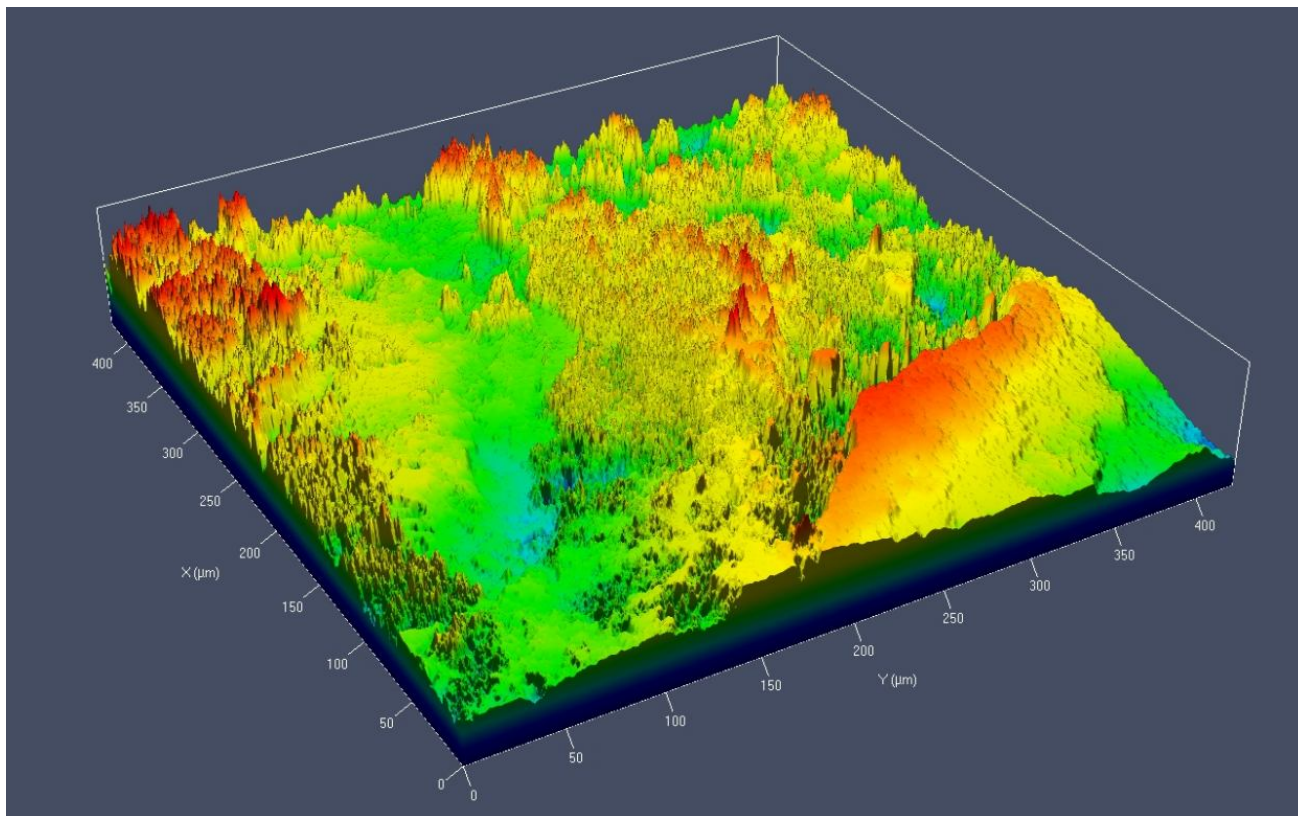


Poudre de verre, microscope électronique à balayage

## LERMA - Etudes du Rayonnement et de la Matière en Astrophysique et Atmosphères

Cette équipe utilise les savoir-faire de physique atomique et moléculaire, et de la physique des surfaces, appliquées aux problématiques de l'astrophysique. L'objectif est de comprendre comment se forment les molécules qui composent notre univers. A cette fin, des expériences reproduisant les conditions extrêmes, notamment froides ( $-263^{\circ}\text{C}$ ), des milieux interstellaires sont réalisées en laboratoire pour comprendre la formation des molécules dans l'espace. Les résultats permettent, par exemple, d'interpréter les images recueillies par les télescopes.

Reconstruction  
de la  
topographie  
d'un échantillon  
de mortier.  
Évaluation de la  
rugosité de  
surface par  
réflexion LASER



## LPMS - Physique des Matériaux et de Surfaces

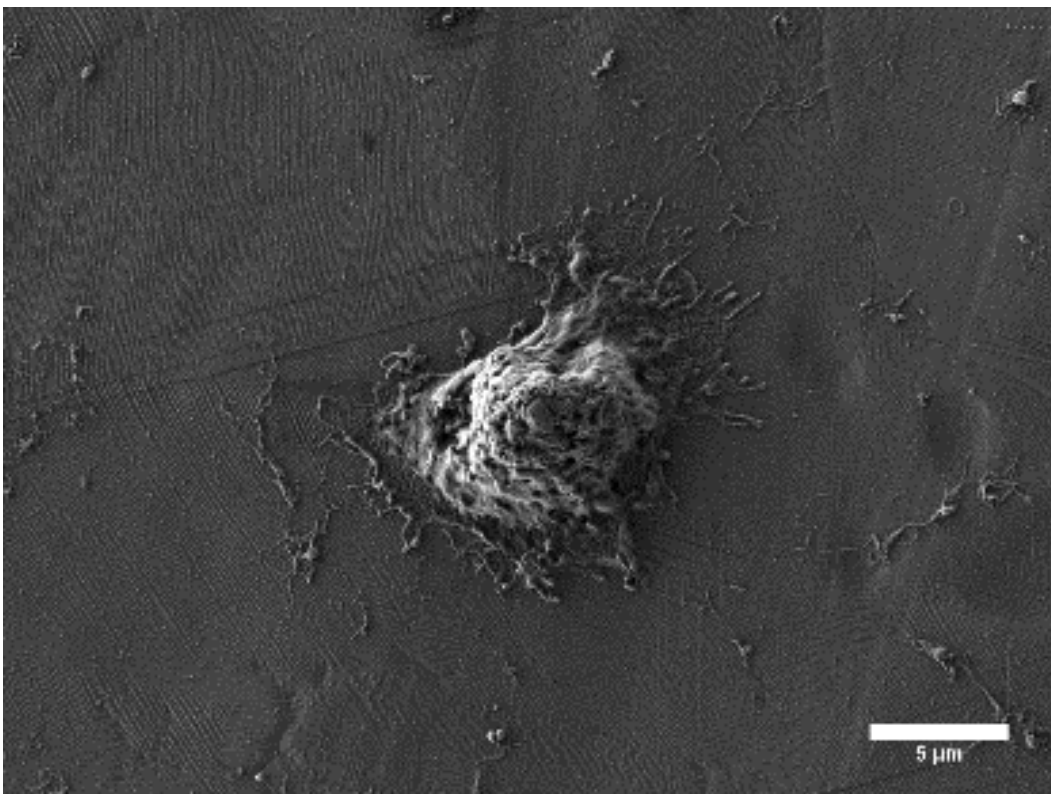
Cette équipe, dont les matériaux innovants en couches minces constituent l'objet d'étude, a une longue expérience en spectroscopies d'électrons, dans le domaine de la structure électronique, du magnétisme, de physique et la chimie de surface. Les expérimentations sont réalisées notamment avec des accélérateurs de particules, comme le synchrotron Soleil. Les nouveaux matériaux conçus peuvent trouver des applications dans les domaines du stockage d'informations, de la conservation du patrimoine ou encore du calcul quantique.



## SATIE - Systèmes et applications des technologies de l'information et de l'énergie

Cette équipe travaille sur deux domaines des sciences physiques appliquées. Le premier concerne la gestion de l'énergie électrique, dont les expérimentations, modélisations et optimisations portent sur les matériaux, les composants et les systèmes qui interviennent dans cette gestion. Le second domaine vise à développer des systèmes d'analyse et de contrôle non destructif de phénomènes physiques, chimiques et biologiques à différentes échelles. L'enjeu est de comprendre les processus complexes mis en jeu dans différents domaines d'applications de notre quotidien, tant pour l'industrie, l'environnement, les communications que pour la santé et le bien-être ou le patrimoine matériel.

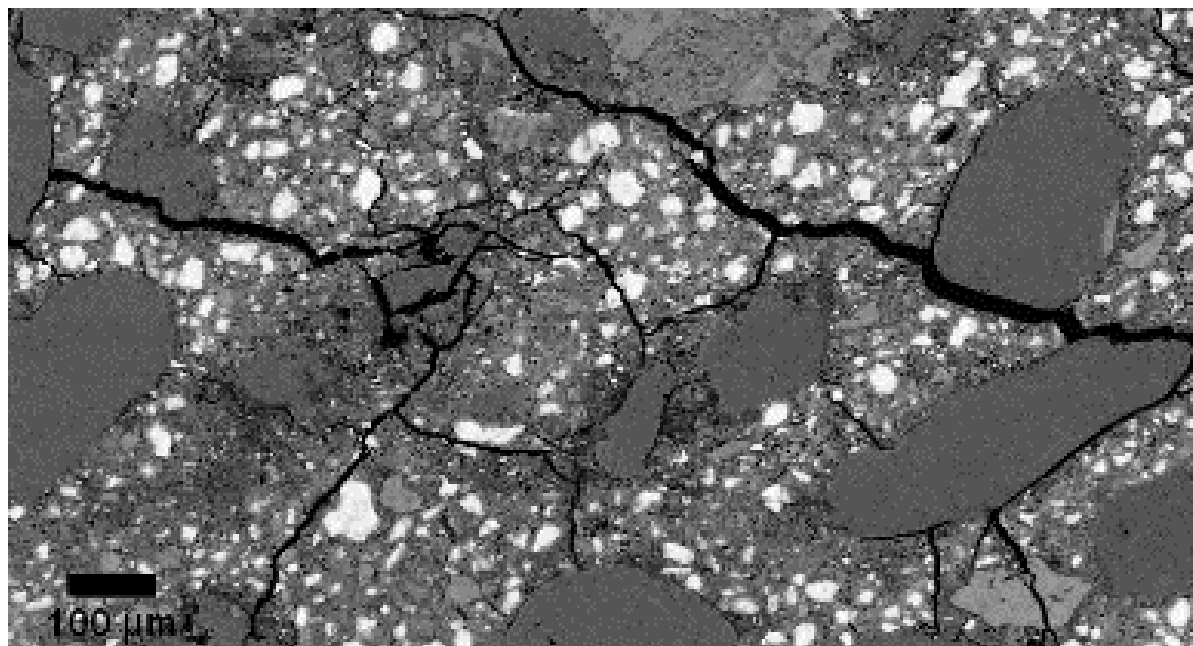
Suivi de l'activation de monocytes (globules blancs) sur biomatériaux par microscopie électronique à balayage.





## Pour quoi faire appel à la plateforme ?

Les savoir-faire et les équipements de la plateforme Microscopies et Analyses s'appliquent à tous les domaines où l'étude de matériaux intervient.



Béton fibré chauffé à 300°C – Microscopie électronique à balayage

## Ils ont fait appel à l'expertise de la plateforme

### LISI Aerospace

Analyse de microstructures sur des alliages de métaux destinés à l'industrie aérospatiale.

### Sisley

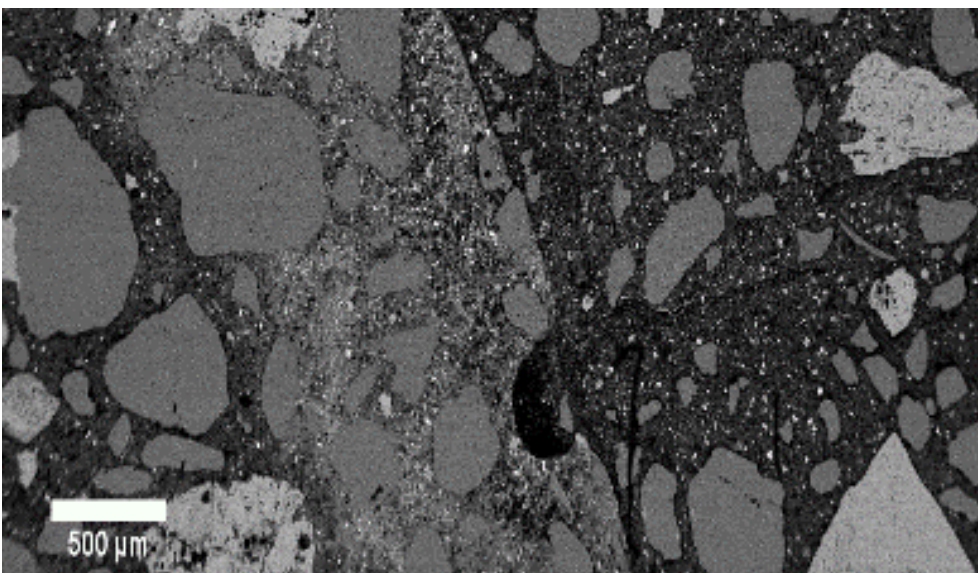
Vérification par l'imagerie de l'adéquation entre la granulométrie d'une poudre cosmétique et les normes en vigueur à propos des nanoparticules.

### Univ. Paris Créteil

Analyse MEB-Raman en vue de l'acquisition d'informations morphologiques, chimiques et structurales sur des fibres naturelles textiles pour comprendre et prévenir l'empoussièrément de textiles historiques à préserver.

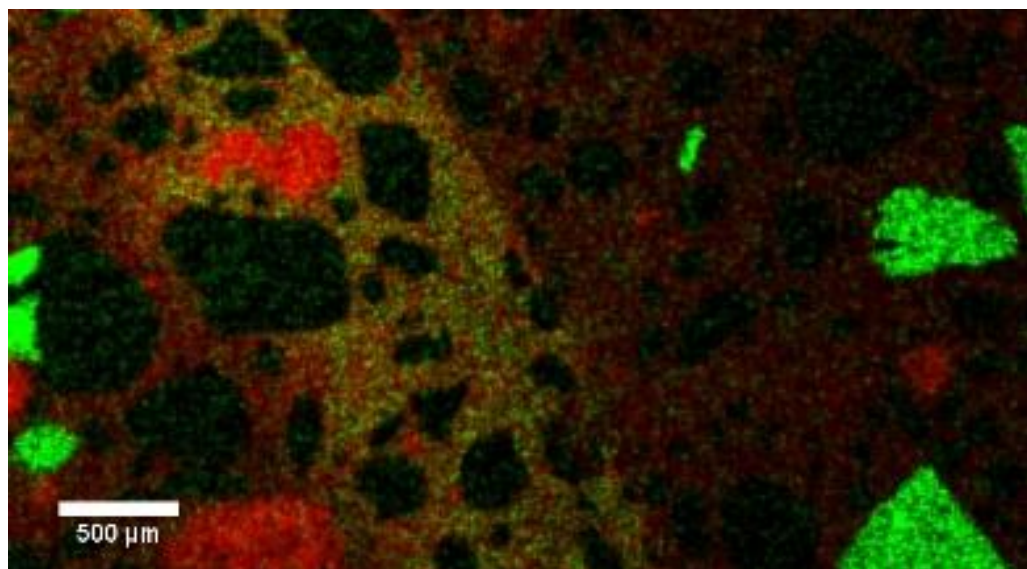
### Omova Solution

Identification par microscopie AFM de polymères complexes.



Béton de granulats recyclés  
Microscopie électronique à balayage

Bétons de granulats recyclés  
Microscopie électronique à balayage couplée EDX  
(EDX : Spectrométrie à dispersion en énergie de rayonnements X)



## Pour en savoir plus sur cette plateforme

### Les contacts

#### Directeur

Philippe ROBION  
philippe.robion@u-cergy.fr

#### Ingénieur

Phuong NGHIEM  
mai-phuong.nghiem-bui@u-cergy.fr

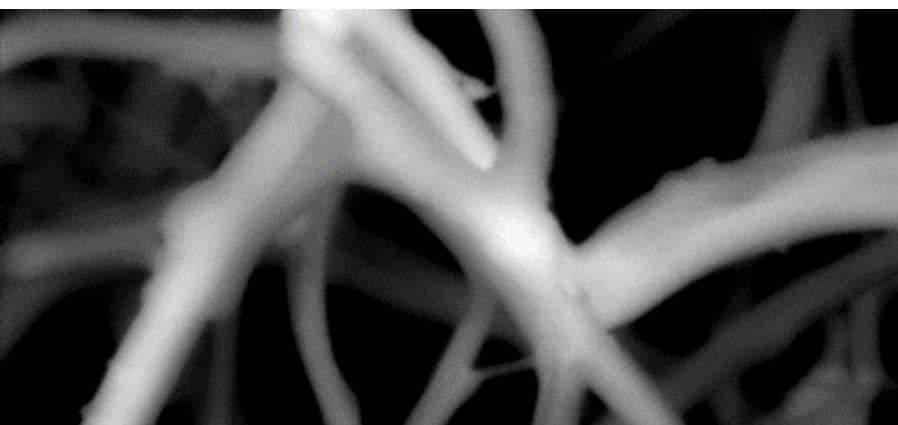
01 34 25 41 21

## La gouvernance

La plateforme Microscopies et Analyses est administrée par un conseil de gestion, présidé par le président de l'université, François Germinet. Ce conseil permet de réunir l'ensemble des personnes de l'université impliquées dans le développement et l'utilisation de la plateforme.

Le conseil invite ponctuellement des personnes pour leur expertise dans un domaine particulier lorsqu'il estime cela nécessaire. Des extérieurs à l'organisation peuvent ainsi être sollicités pour apporter un regard particulier.

Au quotidien, la plateforme est administrée par un directeur qui met en œuvre l'activité en cohérence avec la politique de l'établissement. Pour ce faire, il coordonne et anime divers groupes de travail dédiés aux activités de la plateforme, construit et gère le budget, manage les personnels affectés à la plateforme, gère les relations avec l'extérieur et assure la liaison avec les laboratoires de l'université concernés par les domaines de compétences de la plateforme.



Caractérisation d'un réseau formé dans un hydrogel de fibrine (protéine fibreuse intervenant lors de la coagulation sanguine) par microscopie électronique à balayage.

## Financement des équipements

La plateforme Microscopies et Analyses, à travers la Fédération i-Mat a été soutenue à plusieurs reprises par la région Île-de-France.

En 2012, la région Île-de-France a soutenu l'acquisition du microscope confocal à hauteur de 150 000 € sur un montant total de 437 000 €, la différence étant prise en charge par l'université de Cergy-Pontoise.

Concernant l'acquisition, en 2017, du MEB couplé Raman, l'université de Cergy-Pontoise a reçu un soutien de 350 000 € de la part de la région Île-de-France sur un montant total de 530 000 €. Les quatre laboratoires de la Fédération i-Mat ont aussi contribué à l'effort financier en apportant 20 000 € sur leurs fonds propres issus de leurs contrats de collaboration.

Le microscope AFM a été financé par les crédits recherche de l'université de Cergy-Pontoise (34 000 €), complétés par l'apport de fonds propres des laboratoires (86 000 €) obtenus dans le cadre de collaborations scientifiques pour une dépense totale de 120 000 €.

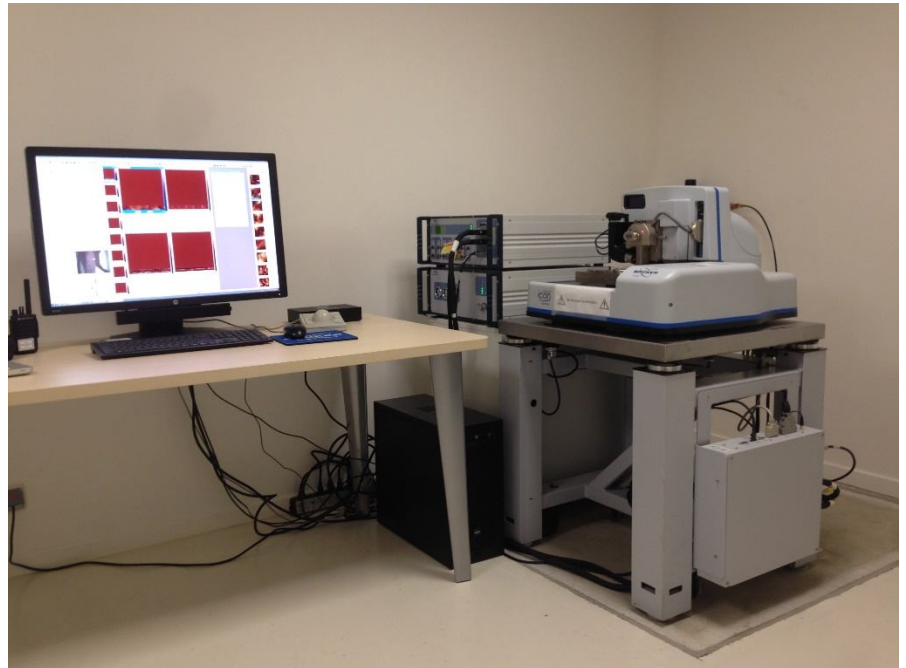


## Le Microscope à Force Atomique (AFM)

L'AFM permet d'obtenir la topographie d'une surface comprise entre  $100 \times 100 \mu\text{m}$  et  $100 \times 100 \text{nm}$ .

Les échantillons peuvent être observés à l'air ambiant mais aussi en présence d'un liquide.

Différents modes permettent également d'obtenir des informations sur les propriétés mécaniques et électriques de ces surfaces.



### Utilisations possibles

- Imagerie à l'échelle micrométrique de tous échantillons (métaux, céramiques, verre, polymères, matériaux biologiques, etc.) dans l'air ou en milieu liquide.
- Cartographie des propriétés mécaniques des matériaux (détermination des modules élastiques de surface, etc.).
- Cartographie des propriétés électriques des matériaux conducteurs (visualisation des phases isolantes et conductrices).

### Le modèle

AFM - Bruker Dimension Icon piloté par un Nanoscope V

### Les modes disponibles

- Topographie : Tapping et Scanasyst
- Propriété mécanique : mode QNM
- Propriétés électrique : conductive



## Le microscope confocal à balayage laser (CLSM)

Le CLSM est une approche de microscopie photonique permettant l'acquisition de coupes optiques d'échantillons divers avec une très haute résolution, de l'ordre de la centaine de nanomètres dans les axes x, y et z.

Les applications vont de l'imagerie par fluorescence pour les sciences du vivant jusqu'à l'analyse topographique de surface dans la caractérisation de matériaux.



### Utilisations possibles

- Imagerie multidimensionnelle (3D, temps, mosaïque) d'échantillons des sciences du vivant jusqu'aux sciences des matériaux, imagerie aux interfaces, imagerie spectrale.
- Traitement et analyse d'images (co-localisation, tracking...).

### Le modèle

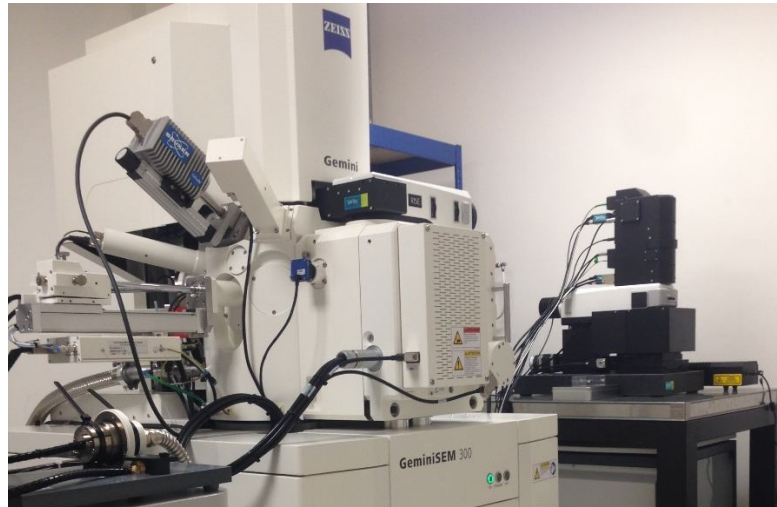
ZEISS LSM-710 avec :

- Détecteurs : Version 2 PMT + barrette 32 canaux ; T-PMT avec beam splitter T80/R20,
- Lasers : Diode 405 nm; Argon 458, 488 et 514 nm ; DPSS 561 nm ; HeNe 633 nm,
- Platine motorisée
- Epifluorescence (DAPI, Rhodamine ou FITC)

## Le microscope électronique à balayage (MEB) couplé à deux spectromètres Raman

Le Microscope Électronique à Balayage (MEB) permet d'observer la morphologie de matériaux conducteur et non conducteur : béton, polymère, métaux, etc.

Il est couplé à un spectromètre permettant des analyses élémentaires et moléculaires.



### Utilisations possibles

- Imagerie MEB d'échantillons conducteurs et isolants sans métallisation (mode vide partiel)
- Imagerie STEM d'échantillons fin (inférieur à 50 nm)
- Analyses élémentaires par EDX : qualitative et quantitative du bore jusqu'à l'uranium, cartographies, etc.
- Analyses moléculaires par spectroscopie Raman : qualitative et quantitative relative, cartographies, etc.

### Le modèle du MEB

ZEISS GeminiSEM 300 : canon électronique FEG  
Les résolutions sont inférieures à 0,8 nm à 15 kV  
Grandissement (format polaroid) : x10 à x 2.000.000.

- Détecteurs dans la chambre d'électrons secondaires (SE) et d'électrons rétrodiffusés (BSE) compatibles avec le vide poussé et vide partiel
- Détecteur en transmission (STEM).
- Détecteurs dans la lentille d'électrons secondaires (SE)
- Détecteur EDX Bruker Quantax 123 eV
- Spectromètre Raman Witec Rise.

Platine froide à effet Peltier (une gamme de température minimum comprise entre 50°C et -20°C) permet, par exemple, d'observer des échantillons hydratés.

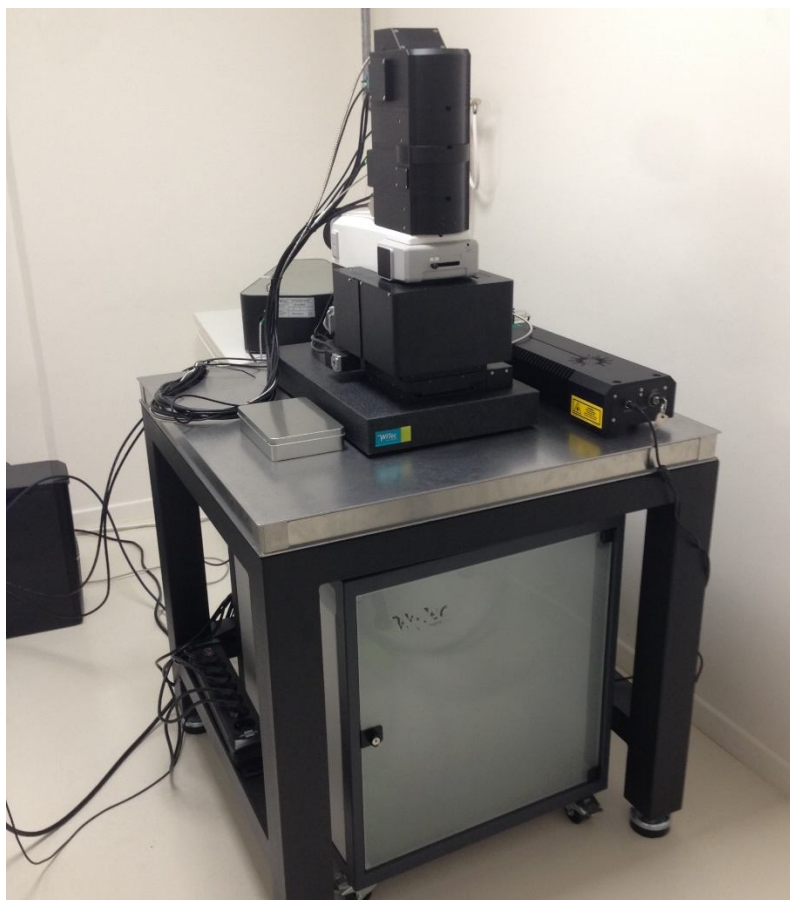
La chambre peut accueillir des échantillons de 250 mm de diamètre et 50 mm de haut. Le travail dans la chambre peut se faire en vide poussé (<math>2.0 \times 10^{-4}</math> Pa) et en vide partiel (0,5 Pa et 133 Pa), des échantillons non conducteurs sans les métallisations peuvent ainsi être analysés.

Le logiciel Esprit permet de réaliser des analyses ponctuelles, des profils et des cartographies. L'analyse quantitative est possible mais réalisée sans étalon par l'intermédiaire d'une méthode de calcul (PhiRoz ou ZAF).

## Le microscope optique couplé à un Raman

En supplément du spectromètre Raman (Witec Rise) inclus dans le MEB, une version « stand-alone » montée sur microscope optique est également disponible.

Le spectromètre est déporté d'un microscope à l'autre selon les utilisations et les applications.



### Utilisations possibles

La spectroscopie Raman permet d'accéder à des informations moléculaires (identification des groupements fonctionnels) et structurales.

### Le modèle

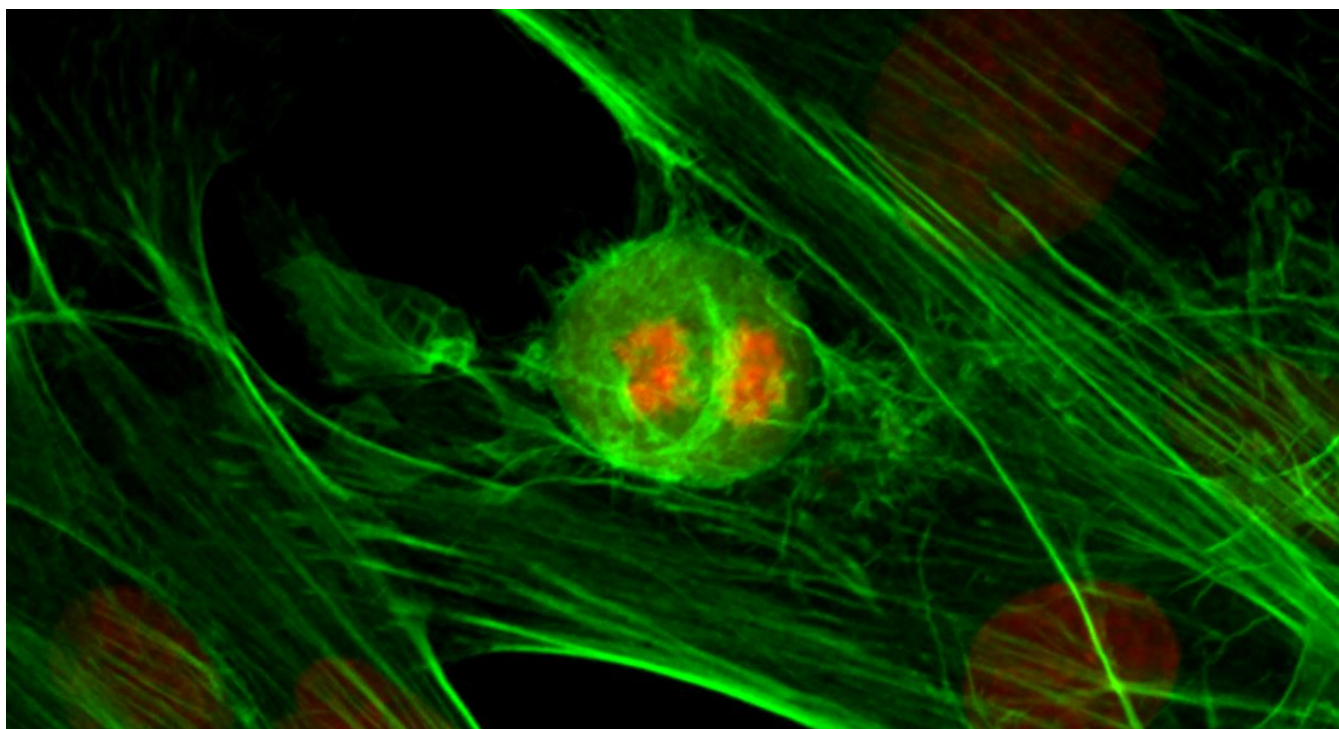
Laser 532 nm 75 mW

La résolution spectrale est inférieure à  $2 \text{ cm}^{-1}$ .

Le logiciel permet de réaliser un spectre ponctuel, un profil et une cartographie avec une résolution latérale de 430 nm.

Une bibliothèque de 5000 spectres permet d'interpréter aisément les résultats.

Cellule  
tumorale  
ovarienne  
humaine en  
anaphase



# Plateforme Microscopies et Analyses

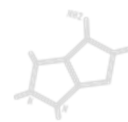
## Contacts

### Directeur

Philippe ROBION  
philippe.robion@u-cergy.fr

### Ingénieur

Phuong NGHIEM  
mai-phuong.nghiem-bui@u-cergy.fr  
01 34 25 41 21



Open Labs