

FLUIDES & MATIÈRE MOLLE



École composante de l'Université PSL, l'ESPCI Paris – PSL est à la fois une Grande École d'ingénieurs originale, un centre de recherche de renommée internationale et un puissant générateur d'innovation pour l'industrie. Elle recrute sur un concours sélectif une centaine d'étudiants pour les former à devenir les ingénieurs et les scientifiques de demain. Sa formation est résolument interdisciplinaire, au croisement de la Physique, de la Chimie et de la Biologie, et vise à donner à ses élèves-ingénieurs un socle unique et solide de connaissances et de compétences scientifiques dans une approche

holistique et originale. L'ADN de la formation à l'école réside dans la mise en situation et les travaux pratiques en mode projet.

Dans le prolongement de cette mission, la formation continue de l'ESPCI Paris – PSL s'appuie sur une expertise scientifique et une approche interdisciplinaire, pratique et innovante. Elle propose aux professionnels des modules de perfectionnement et des parcours sur mesure, couvrant un large éventail de domaines en pleine évolution.

FLUIDES ET MATIÈRE MOLLE : AU CŒUR DES PROCÉDÉS INDUSTRIELS

LES FLUIDES

1



Les **fluides simples** jouent un rôle central dans les procédés industriels. L'eau est largement utilisée comme fluide caloporteur pour le chauffage ou le refroidissement dans de nombreux secteurs, des centrales électriques aux usines agroalimentaires. L'air intervient dans les systèmes de ventilation, de combustion ou de transport pneumatique. Les hydrocarbures liquides, comme l'essence ou le kérosène, sont essentiels au transport et à la production d'énergie. Le gaz naturel sert quant à lui de combustible et de matière première en chimie. Les solvants simples comme l'éthanol ou l'acétone sont utilisés pour extraire, dissoudre ou nettoyer. Pour tous ces fluides, la compréhension fine des écoulements — qu'il s'agisse de vitesse, de pression ou de régimes d'écoulement — est nécessaire pour concevoir et optimiser les procédés, améliorer leur rendement et réduire leur consommation d'énergie.

2



LA MATIÈRE MOLLE

D'autres fluides complexes ou solides mous sont également présents dans l'industrie. Ils sont souvent regroupés sous le nom de **matière molle**. Ce sont une vaste catégorie de matériaux facilement déformables, tels que les polymères, les gels, les hydrogels, les élastomères, les mousses, les colloïdes, les émulsions ou les cristaux liquides. Ces systèmes, souvent complexes et multi-composants, sont au cœur de nombreuses formulations industrielles — dans les secteurs de la cosmétique, des peintures, des détergents, de l'agroalimentaire ou de la pharmacie. Leur comportement physique dépend fortement des interactions entre leurs constituants à l'échelle nano- ou microscopique, ce qui leur confère des propriétés mécaniques, rhéologiques ou fonctionnelles spécifiques. Comprendre et maîtriser la matière molle est donc essentiel pour concevoir des produits innovants, optimisés en performance, en texture et en durabilité, tout en répondant aux nouvelles exigences réglementaires et environnementales.

DES AVANCÉES SCIENTIFIQUES AUX FORMULATIONS DE DEMAIN

Le domaine est en pleine expansion, porté par les avancées récentes en chimie, notamment dans le contrôle de la taille et de la morphologie des nanoparticules, ainsi que par le développement de méthodologies efficaces telles que la click-chemistry. Ces progrès permettent aujourd'hui la conception d'architectures complexes associant plusieurs types d'objets afin de combiner leurs propriétés fonctionnelles — mécaniques, optiques, magnétiques, etc.

Par ailleurs, l'intégration croissante de produits biosourcés impose une refonte en profondeur des formulations traditionnelles, notamment dans les domaines de la cosmétique, des peintures et des revêtements.

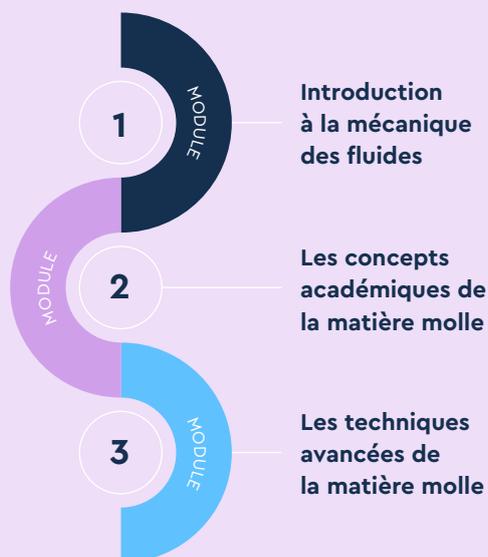
UNE FORMATION CONTINUE POUR RELEVER LES DÉFIS DE L'INDUSTRIE

La formation continue Fluides et Matière Molle de l'ESPCI vise à former des ingénieurs et techniciens, en poste ou en reconversion, capables de comprendre les écoulements industriels et d'établir des liens pertinents entre la structure des ingrédients et le comportement global de formulations complexes, afin de suivre les évolutions du domaine.

Pour relever ces défis, il est nécessaire à la fois de (re)transmettre aux équipes les fondements académiques du domaine, d'introduire des technologies expérimentales avancées et d'apprendre à gérer les données mesurées.

UNE FORMATION EN 3 MODULES

La formation propose trois modules, pouvant être suivis séparément, d'une durée de 25 heures chacun. Elle intègre ainsi une remise à niveau en mécanique des fluides, permettant une meilleure compréhension des écoulements industriels. À l'issue de cette formation, les participants seront en mesure de proposer des solutions innovantes, tout en accélérant le développement de formulations plus durables et performantes.



ADMISSION

- Le module « **Introduction à la mécanique des fluides** » s'adresse aux techniciens expérimentés, ingénieurs et cadres, en leur offrant les outils nécessaires pour analyser et optimiser les écoulements industriels. Il requiert des connaissances de base en mécanique du point, mathématiques niveau L1 et L2.
- Le module « **Concepts académiques de la matière molle** » s'adresse aux techniciens expérimentés, ingénieurs et cadres, en leur offrant les outils nécessaires pour analyser les systèmes de la matière molle. Il permet d'obtenir une connaissance niveau expert des systèmes. Il requiert des connaissances de base en physique et en chimie niveau L1, L2.
- Le module « **Techniques avancées de la matière molle** » s'adresse aux techniciens expérimentés, ingénieurs et cadres, en leur offrant les outils nécessaires pour analyser et optimiser les formulations de la matière molle avec les outils du 21^e siècle. Il requiert des connaissances de base en formulation niveau L1, L2 et une appétence pour l'expérimentation.

✉ emma.livolsi@espci.psl.eu

COÛT

Notre programme de formation continue est structuré en 3 modules, conçus pour offrir une montée en compétences progressive, approfondie et directement applicable dans votre environnement professionnel.

- Module 1 « Introduction à la mécanique des fluides » : 5 000 €
- Module 2 « Concepts académique de la matière molle » : 5 000 €
- Module 3 « Techniques avancées de la matière molle » : 5 000 €

Chaque module peut être suivi indépendamment selon les besoins. Afin de compléter au mieux leur formation, les participants peuvent donc choisir de suivre l'ensemble des modules pour un total de 15 000 €, plusieurs modules de leur choix (montant variable en fonction du nombre de module), ou un seul module pour un total de 5 000 €.



CALENDRIER

- Module 1 « Introduction à la mécanique des fluides » :
du 24 au 28 novembre 2025
- Module 2 « Concepts académique de la matière molle » :
du 1^{er} au 5 décembre 2025
- Module 3 « Techniques avancées de la matière molle » :
du 8 au 12 décembre 2025

- Langue : Anglais

MODULE 1**Introduction à la mécanique des fluides**

▪ 25h

Écoulements industriels ;
Haut et Bas nombre
de Reynolds ;
Capillarité ;
Expériences ;
Simulations numériques

MODULE 2**Les concepts académiques de la matière molle**

▪ 25h

Chimie des polymères et
mécanismes de polymérisation ;
Physique et dynamique des
polymères ;
Solides mous : élasticité et
fracture ;
Systèmes auto-assemblés ;
Interactions surfactant-polymère
et émulsions
Analyse des interfaces liquides ;
Mouillage et stabilité des films
et mousses

MODULE 3**Les techniques avancées de la matière molle**

▪ 24h

Microfluidique ;
Structure des fluides complexes ;
Méthodes expérimentales
en rhéologie (rhéomètres
conventionnels, protoréologie) ;
Intelligence Artificielle et plans
d'expériences ;

INTRODUCTION À LA MÉCANIQUE DES FLUIDES

🕒 25H

Ce module propose de revisiter les bases de la mécanique des fluides. Les participants acquerront à la fois des bases théoriques et des bases pratiques. Ces notions permettront de comprendre les écoulements industriels et de mettre en avant les phénomènes clés qui les gouvernent. Elles permettront aussi de mieux appréhender la problématique des fluides complexes qui sera traitée dans les modules suivants. Elle ne constitue toutefois pas un préalable nécessaire pour suivre ces derniers.

✎ DÉTAILS DES COURS

- Introduction générale à la mécanique des milieux continus pour un milieu fluide
- Écoulements à faible nombre de Reynolds
- Interfaces et capillarité
- Couches limites
- Écoulements à haut nombre de Reynolds
- Mécanique des fluides pour l'environnement
- Mécanique des fluides à faible nombre de Reynolds expérimentale
- Mécanique des fluides à haut nombre de Reynolds expérimentale

À L'ISSUE DE CE MODULE

Les participants développeront des compétences clés :

- **Maîtrise des fondements théoriques de la mécanique des fluides** et des équations de Navier-Stokes.
- **Analyse des écoulements à faibles et fort nombres de Reynolds**, incluant les phénomènes visqueux et les couches limites.
- **Compréhension des phénomènes d'interfaces et de capillarité en microfluidique.**
- **Capacité à modéliser et à comprendre des simulations numériques simples** des écoulements dans des contextes industriels et environnementaux.
- **Compétences expérimentales avancées**, incluant la conception d'expériences et l'utilisation d'instruments tels que la soufflerie et la vélocimétrie par images de particules (PIV) et les simulations numériques.
- **Analyse critique des données expérimentales** pour validation des modèles.

LES CONCEPTS ACADÉMIQUES DE LA MATIÈRE MOLLE

🕒 25H

Ce module propose une immersion interdisciplinaire au cœur de la science des matériaux mous et des milieux complexes. À la croisée de la chimie, de la physique et de la mécanique, il permet d'acquérir une compréhension approfondie des systèmes moléculaires et colloïdaux, ainsi que des outils pour concevoir des matériaux aux propriétés innovantes.

✍ DÉTAILS DES COURS

- Chimie Organique
- Ingénierie des milieux dispersés
- Physique des polymères
- Mécanique des matériaux solides et fluides
- Science et ingénierie des systèmes auto-assemblés
- Interfaces liquides, films et mousses

À L'ISSUE DE CE MODULE

Les participants développeront des compétences clés :

- **Connaissance des bases de la chimie organique** : liaisons, réactivité, mécanismes de polymérisation.
- **Maîtrise de la formulation et de la stabilisation des dispersions particulaires**, avec analyse de leurs propriétés rhéologiques.
- **Compréhension des propriétés physiques et de la dynamique des polymères.**
- **Études des systèmes** auto-assemblés, interactions surfactant-polymère et émulsions.
- **Analyse** des interfaces liquides, tension superficielle, mouillage et stabilité des films et mousses.

LES TECHNIQUES AVANCÉES DE LA MATIÈRE MOLLE

🕒 24H

Ce module met en avant les techniques de caractérisation de la matière molle. Elle permet d'acquérir une compréhension des méthodes de mesure et des outils pour manipuler des matériaux aux propriétés innovantes.

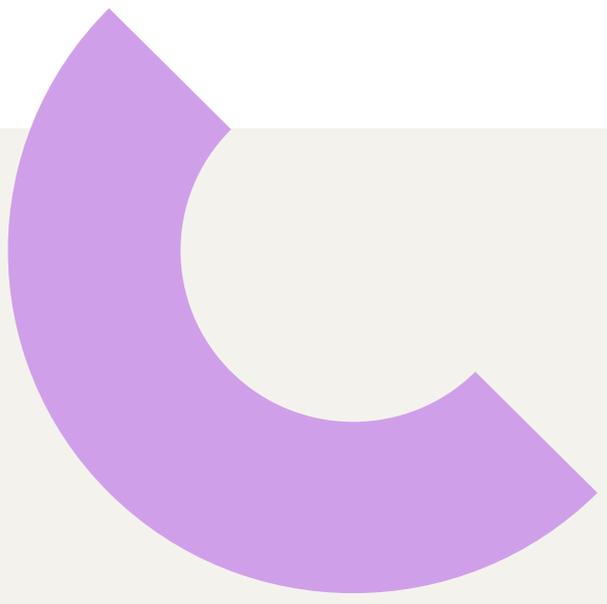
✎ DÉTAILS DES COURS

- Microfluidique, sprays et émulsions
- Structure des fluides complexes
- Rhéologie : analyse des fluides complexes sous écoulement

À L'ISSUE DE CE MODULE

Les participants développeront des compétences clés :

- **Maîtrise des techniques de microfabrication et d'écoulements en microfluidique** (jets, sprays, émulsions, capsules).
- **Compréhension des propriétés, stabilité et applications** biologiques des émulsions et gouttes microfluidiques.
- **Capacités à caractériser la structure des fluides complexes** par microscopie et diffusion (lumière, rayons X)
- **Analyse des propriétés rhéologiques des fluides complexes**, incluant visco-élasticité et écoulements non homogènes.
- **Maîtrise des méthodes expérimentales en rhéologie** (rhéomètres capillaires, rotatifs, protorhéologie).
- **Application des connaissances à la formulation de produits industriels** (cosmétiques, sprays, encres 3D, alimentaires).
- **Utilisation de l'IA** pour optimiser les plans d'expérience et analyser/modéliser les données rhéologiques et microfluidiques.



ESPCI  PARIS | PSL 

 10 rue Vauquelin, 75 005 Paris

 emma.livolsi@espci.psl.eu

www.espci.psl.eu/fr/formations/formation-continue/



PSL 
UNIVERSITÉ PARIS