

PÉRIODE D'ACCRÉDITATION : 2022 / 2026

UNIVERSITÉ PAUL SABATIER

SYLLABUS MASTER

Mention Nanosciences et Nanotechnologie

M2 Nanosciences et nanotechnologies

<http://www.fsi.univ-tlse3.fr/>
<https://nanox-toulouse.fr/education/nanox-msc-in-nanoscience-and-nanotechnology/>

2023 / 2024

13 JUILLET 2023

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| PRÉSENTATION | 3 |
| PRÉSENTATION DU PARCOURS | 3 |
| Parcours | 3 |
| PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M2 Nanosciences et nanotechnologies | 3 |
| RUBRIQUE CONTACTS | 4 |
| CONTACTS PARCOURS | 4 |
| CONTACTS MENTION | 4 |
| CONTACTS DÉPARTEMENT : FSI.Physique | 4 |
| CONTACTS DÉPARTEMENT : FSI.Chimie | 4 |
| Tableau Synthétique des UE de la formation | 5 |
| LISTE DES UE | 7 |
| GLOSSAIRE | 22 |
| TERMES GÉNÉRAUX | 22 |
| TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES | 22 |
| TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS | 23 |

PRÉSENTATION

PRÉSENTATION DU PARCOURS

PARCOURS

Nanoscience, nanotechnologies and engineering at the nanoscale are domains of utmost importance for economic development. Fundamentally challenging, research of exceptional quality is essential to enable exploration of terra incognita. A new generation of scientists, leading innovation and creativity, must be trained alongside world-class specialists whilst also being introduced to the importance of an interdisciplinary R&D approach. This is the main goal of the international master of Nanoscale Science & Engineering. Located at the world-renowned research and teaching center in Toulouse, you will be introduced to the various physics, chemistry and material sciences that inter-link to form groundbreaking Nanoscience and engineering technologies

PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M2 NANOSCIENCES ET NANOTECHNOLOGIES

RUBRIQUE CONTACTS

CONTACTS PARCOURS

RESPONSABLE M2 NANOSCIENCES ET NANOTECHNOLOGIES

POTEAU Romuald

Email : romuald.poteau@univ-tlse3.fr

Téléphone : (INSA) 0561559664

CONTACTS MENTION

RESPONSABLE DE MENTION NANOSCIENCES ET NANOTECHNOLOGIE

POTEAU Romuald

Email : romuald.poteau@univ-tlse3.fr

Téléphone : (INSA) 0561559664

CONTACTS DÉPARTEMENT: FSI.PHYSIQUE

DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT

TOUBLANC Dominique

Email : dominique.toublanc@univ-tlse3.fr

Téléphone : 05 61 55 85 75

SECRETARIAT DU DÉPARTEMENT

THOMAS Jean-Christophe

Email : jean-christophe.thomas@univ-tlse3.fr

Téléphone : 05.61.55.69.20

Université Paul Sabatier

1R2

118 route de Narbonne

31062 TOULOUSE cedex 9

CONTACTS DÉPARTEMENT: FSI.CHIMIE

DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT

JOLIBOIS Franck

Email : franck.jolibois@univ-tlse3.fr

Téléphone : 0561559638

SECRETARIAT DU DÉPARTEMENT

TEDESCO Christine

Email : christine.tedesco@univ-tlse3.fr

Téléphone : +33 561557800

TABLEAU SYNTHÉTIQUE DES UE DE LA FORMATION

| page | Code | Intitulé UE | semestre* | ECTS | Obligatoire Facultatif | Cours | Cours-TD | TD | TP | Terrain |
|---|----------|---|-----------|------|---------------------------|-------|----------|----|----|---------|
| Premier semestre | | | | | | | | | | |
| Choisir 12 ECTS parmi les 7 UE suivantes : | | | | | | | | | | |
| 13 | KNNT9ACU | PHYSICS OF SURFACES | I | 3 | O | | 20 | | | |
| 14 | KNNT9ADU | QUANTUM INFORMATION AND COMMUNICATION | I | 3 | O | | 20 | | | |
| 15 | KNNT9AEU | MACHINE LEARNING | I | 3 | O | | | 20 | | |
| 16 | KNNT9AFU | CUTTING-EDGE TECHNIQUES IN EXPERIMENTAL PHYSICS | I | 3 | O | | | | | 18 |
| 18 | KNNT9AGU | CATALYSIS AND ALTERNATIVE ENERGIES | I | 3 | O | 30 | | | | |
| 19 | KNNT9AHU | SURFACE CATALYSIS | I | 3 | O | 20 | | 15 | | |
| 21 | KNNT9AIU | FROM THEORY TO IMPLEMENTATION : TUTORIALS IN THEORETICAL CHEM | I | 6 | O | | 30 | | 15 | |
| 11 | KNNT9AAU | MASTERCLASS PROJECT | I | 3 | O | | | 12 | | |
| 12 | KNNT9ABU | PROFESSIONNALISATION | I | 3 | O | | | 30 | | |

* **AN** :enseignements annuels, **I** : premier semestre, **II** : second semestre

LISTE DES UE

| UE | CORE COURSES (MIN 2 / 4) | 6 ECTS | Annuel |
|----------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| KNNT0AAU | Cours : 60h , TP : 100h | Enseignement en français | Travail personnel 70 h |

[\[Retour liste de UE \]](#)

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SUAUD Nicolas

Email : suaud@irsamc.ups-tlse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

The goal is to provide a pluridisciplinary overview of various concepts and the techniques, from the subnanometric to the post-nanometric nanoscale domain. These courses are separated into four main fields.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Nanocatalysis. This course covers colloidal as well as supported nanoparticles, in batch and continuous flow reactors. The emergent domains of single atom catalysts and magnetically induced catalysis are also be treated. Finally, catalyst characterization by TEM, and X-Ray techniques complete the training.

Quantum technology. The goal is to get a practical understanding of how quantum states of atoms, electrons and photons can be controlled in experiments and the possibilities that they offer for future quantum technology applications.

Characterization of [nano]materials. The aim is to give students knowledge and expertise concerning the methods to elaborate and characterize 2D nanostructured materials.

Computational modeling. This module focuses on state-of-the-art quantum chemical methods with the view to demonstrate their applicability to tackle various chemical questions (Green-function-based methods, reactivity in the ground and excited states, advanced tools for molecular dynamics and machine learning, energy storage, etc..)

SPÉCIFICITÉS

Lecture in English

| UE | CLEAN ROOM SESSIONS | 6 ECTS | Annuel |
|----------|---------------------|--------------------------|----------------------------|
| KNNT0ABU | TP : 80h | Enseignement en français | Travail personnel 110 h |

[\[Retour liste de UE \]](#)

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

These sessions will be done at [AIME](#), which has a strong experience for programs oriented towards high-schoolers and lifelong learning for teachers, researchers, and people from industry. AIME is able to receive simultaneously 18 students in clean room and 20 students on the design platform with permanent developments in the wide field of micro and nano-technology at the interface of chemistry, biology, physics and electronics. The program is divided into four intensive weeks, one thematic per week

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Theme 1. Gas sensors. Device elaboration. Chemical synthesis of NPs. Structural properties (MEB, X-ray diffraction). Integration of NPs by dielectrophoresis. Tests

Theme 2. Nanocrystals inside. All MOS fabrication steps. Low energy Ion Implantation at CEMES - Toulouse. Test and measurements

Theme 3. Microfluidics. Device elaboration. Injection. Regulation. Observation. Multiphysics simulation Comsol

Theme 4. Micro-supercapacitors. Device elaboration. Electrophoresis of C. Electrolyte deposit (NET4BF4). Cyclo voltametry measurements

| UE | RESEARCH PROJECT | 30 ECTS | Annuel |
|----------|------------------|-----------------------------|----------------------------|
| KNNTAAAU | Stage : 6 mois | Enseignement en français | Travail personnel 750 h |

[\[Retour liste de UE \]](#)

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

The research project is the quintessential part of graduate students' course and the basis of their final dissertation. The project also serves to test students' capability to work independently and think critically. The students will first have to choose a research project among those available to graduate students. They will then have to contact professors whose fields of research match their interests. The part-time in-lab research project will start on 2022 october 1, with a final evaluation by the end of June, 2023.

| UE | MASTERCLASS PROJECT | 3 ECTS | 1 ^{er} semestre |
|----------|---------------------|--------------------------|---------------------------|
| KNNT9AAU | TD : 12h | Enseignement en français | Travail personnel 63 h |

[\[Retour liste de UE \]](#)

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

It will consist both in small private face-to-face courses and in a bibliography project on the same topic. The courses as well as the project will be mentored by a Professor and a PhD student or a post-doctoral fellow working together in the same research group. The students will chose a project along several pre-defined topics, in order to fill gaps in their knowledge (such as in light-matter interaction, catalysis, ...)

Students will work as two-person teams.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Thematic delimitation of research, using bibliography tools
- Review of state-of-the art literature and reports
- Establish an annotated bibliography, as a starting point to develop a thesis, research inquiry, or further research
- Structure and writing of a dissertation

| UE | PROFESSIONNALISATION | 3 ECTS | 1 ^{er} semestre |
|----------|----------------------|-----------------------------|---------------------------|
| KNNT9ABU | TD : 30h | Enseignement en français | Travail personnel 45 h |

[\[Retour liste de UE \]](#)

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

All students will benefit from the Toul'box package. These integration packages are designed to resolve housing, insurance and transfer issues etc.

For foreign students, these packages also include courses of everyday-life French lessons. They are designed to boost foreign student's performance and to adapt to new culture. In the meantime, French students will strengthen their skills in English.

It will be done in the context of their future professional project.

| | | | |
|-----------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| UE | PHYSICS OF SURFACES | 3 ECTS | 1^{er} semestre |
| KNNT9ACU | Cours-TD : 20h | Enseignement en français | Travail personnel 55 h |

[\[Retour liste de UE \]](#)

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CORATGER Roland

Email : Roland.Coratger@cemes.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les objectifs de ce module sont multiples. Il s'agira tout d'abord de décrire la structure atomique des surfaces solides (métalliques, semiconductrices et isolantes) et des principaux défauts observés, tels que la relaxation ou les reconstructions. Dans un deuxième temps, les propriétés électroniques de ces systèmes 2D seront étudiées notamment grâce au modèle du jellium. Les principales techniques d'investigation de la structure électronique seront également abordées et illustrées par des résultats significatifs tirés de la littérature. Enfin, la dernière partie sera consacrée aux mouvements d'atomes en surface et à la thermodynamique des systèmes 2D.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Structure cristallographique des surfaces, modèle TLK : reconstruction, relaxation, défauts ponctuels.
- Structure électronique des surfaces : états de Shockley, liaisons pendantes, détection par photoémission et par champ proche. Application aux isolants topologiques.
- Mouvement d'atomes en surface : physisorption, chimisorption, chimisorption dissociative. Aspects cinétiques, thermodynamiques, manipulation d'atomes en champ proche.
- Thermodynamique des surfaces : énergie de surface et construction de Wulff. Formes d'équilibre des cristaux, croissance des films minces.

PRÉ-REQUIS

Physique des solides, physique statistique, physique quantique et cristallographie de niveau Master 1

COMPÉTENCES VISÉES

- Mobiliser des savoirs hautement spécialisés, dont certains sont à l'avant-garde du savoir dans un domaine de travail ou d'études, comme base d'une pensée originale (Expertise)
- Développer une conscience critique des savoirs dans un domaine et/ou à l'interface de plusieurs domaines (Maîtrise)
- Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles procédures et intégrer les savoirs de différents domaines (Maîtrise)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Physics at surfaces, A. Zangwill- Surfaces and interfaces of solid materials, H. Lüth, Springer- Chimie des surfaces et catalyse, G.A. Somorjai, M.P. Delplancke, Edisciences International

MOTS-CLÉS

Réseau de Bravais 2D, reconstruction, relaxation, états de Shockley, liaisons pendantes, photoémission, physi/chimisorption, diffusion, énergie de surface.

| | | | |
|-----------------|--|--------------------------|--------------------------------|
| UE | QUANTUM INFORMATION AND COMMUNICATION | 3 ECTS | 1^{er} semestre |
| KNNT9ADU | Cours-TD : 20h | Enseignement en français | Travail personnel 55 h |

[\[Retour liste de UE \]](#)

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CHALOPIN Benoît

Email : benoit.chalopin@irsamc.ups-tlse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce cours vise à démontrer l'apport de la mécanique quantique dans les domaines de la communication et du traitement de l'information, notamment grâce au calcul quantique. Nous nous intéresserons aux deux protocoles de communication quantique que sont la cryptographie quantique et la téléportation quantique. Nous introduirons les briques élémentaires du traitement quantique de l'information que sont les qubits, les portes quantiques et la mesure quantique. Nous aborderons ensuite les algorithmes quantiques, qui peuvent être plus performants que leurs homologues classiques. Enfin, nous discuterons de l'implémentation pratiques de ces notions en regardant quelques systèmes physiques modèles utilisés actuellement (polarisation de photons uniques, qubits supraconducteurs, ions piégés, etc).

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Communication quantique : partage de clé quantique, téléportation quantique.
- Briques de base de l'information quantique : notions de qubit et de porte quantique.
- Algorithmes quantiques : représentation et exemples.
- Complexité d'un algorithme classique et d'un algorithme quantique
- Sources de photons intriqués ; Intrication, application de la matrice densité
- Principe de fonctionnement des qubits à base de supraconducteurs, d'atomes froids ou de spin d'électrons dans le silicium ; description des technologies associées.

PRÉ-REQUIS

Mécanique Quantique avancée, Algèbre linéaire et analyse hilbertienne en dimension finie

COMPÉTENCES VISÉES

- Mobiliser des savoirs hautement spécialisés, dont certains sont à l'avant-garde du savoir dans un domaine de travail ou d'études, comme base d'une pensée originale (Expertise)
- Développer une conscience critique des savoirs dans un domaine et/ou à l'interface de plusieurs domaines (Maîtrise)
- Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles procédures et intégrer les savoirs de différents domaines (Maîtrise)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Quantum computation and quantum information, M.A. Nielsen and I.L. Chuang, Cambridge University Press

MOTS-CLÉS

Communication quantique, information quantique, calcul quantique, qubits, ordinateur quantique

| UE | MACHINE LEARNING | 3 ECTS | 1 ^{er} semestre |
|----------|------------------|--------------------------|---------------------------|
| KNNT9AEU | TD : 20h | Enseignement en français | Travail personnel 55 h |

[[Retour liste de UE](#)]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

WIECHA Peter

Email : pwiecha@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif du module est de développer des compétences théoriques et pratiques sur la façon d'appliquer l'apprentissage profond à la résolution de problèmes de physique.

Une introduction générale à l'apprentissage automatique et en particulier à l'apprentissage profond sera donnée, couvrant les concepts mathématiques, la formation des réseaux neuronaux et les architectures de réseau les plus importantes, ainsi que quelques concepts clés de l'apprentissage profond moderne. Des applications de l'apprentissage profond en physique seront présentées, avec des interventions externes de chercheurs. Les séances de cours seront accompagnées par des exemples de programmation. La deuxième partie du module sera un TP-projet de programmation, appliquant l'apprentissage profond à un problème de physique.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

L'objectif du module est de développer des compétences théoriques et pratiques sur la façon d'appliquer l'apprentissage profond à la résolution de problèmes de physique.

Une introduction générale à l'apprentissage automatique et en particulier à l'apprentissage profond sera donnée, couvrant les concepts mathématiques, la formation des réseaux neuronaux et les architectures de réseau les plus importantes, ainsi que quelques concepts clés de l'apprentissage profond moderne. Des applications de l'apprentissage profond en physique seront présentées, avec des interventions externes de chercheurs. Les séances de cours seront accompagnées par des exemples de programmation. La deuxième partie du module sera un TP-projet de programmation, appliquant l'apprentissage profond à un problème de physique.

PRÉ-REQUIS

Connaissances de programmation, idéalement en python

COMPÉTENCES VISÉES

- Identifier les usages numériques et les impacts de leur évolution sur le ou les domaines concernés par la mention
- Se servir de façon autonome des outils numériques avancés pour un ou plusieurs métiers ou secteurs de recherche du domaine

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- neural networks livre en ligne par Michael Nielso : <http://neuralnetworksanddeeplearning.com/>
- Le Cun, Y., Bengio, Y. & Hinton, G. Deep learning. Nature 521, 436-444 (2015)

MOTS-CLÉS

Réseaux de neurones artificiels, apprentissage automatique, apprentissage profond en physique, problèmes inverses par apprentissage profond

| UE | CUTTING-EDGE TECHNIQUES IN EXPERIMENTAL PHYSICS | 3 ECTS | 1 ^{er} semestre |
|----------|---|--------------------------|---------------------------|
| KNNT9AFU | Terrain : 18 demi-journées | Enseignement en français | Travail personnel 21 h |

[\[Retour liste de UE \]](#)

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CALMELS Lionel

Email : Lionel.Calmels@cemes.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce module a pour but de former les étudiants aux techniques expérimentales avancées actuellement mises en œuvre dans les laboratoires de recherche, ainsi que dans certaines industries. Le module consiste en une série de travaux pratiques qui se déroulent soit dans les laboratoires de recherche académique de Toulouse et utilisent les équipements hautement performants de ces laboratoires, soit sur la plateforme de technologies quantiques actuellement développée sur le campus toulousain. Les étudiants suivent tout d'abord une série de cours destinés à leur présenter les expériences sur lesquelles ils vont ensuite travailler pendant plusieurs demi-journées en petits groupes, encadrés par des enseignant-chercheurs ou des chercheurs spécialistes des techniques mises en œuvre.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

1. Série de TPs effectués directement dans les laboratoires de recherche de Toulouse :

- synthèse/étude de propriétés physiques de micro/nano-objets : nanomatériaux magnétiques ; transistor à nano-particules
- étude par STM de l'organisation de molécules sur une surface cristalline
- Expériences en champ magnétique intense : transport, effet Hall quantique dans le graphène
- spectroscopie optique : diffusion inélastique de la lumière, spectroscopie femtoseconde
- microscopie électronique en transmission, diffraction de rayons X

2. Série de TPs sur la plateforme expérimentale de technologies quantiques :

- Interférences à 1 photon, à 2 photons, statistique de photons uniques (mesure du coefficient d'autocorrélation en intensité)
- Superposition et intrication quantique
- Quantum sensing et optique quantique avec des centres N-V
- Information quantique et calcul quantique
- vérification expérimentale des inégalités de Bell
- tomographie quantique
- Gaz quantiques

PRÉ-REQUIS

Les enseignements se font sur la base de la pratique expérimentale et des connaissances théoriques acquises en L3 et M1.

SPÉCIFICITÉS

Ces travaux pratiques auront lieu :

- dans les laboratoires de recherche académiques de Toulouse
- sur la plateforme toulousaine de technologies quantiques
- à l'atelier inter-universitaire de micro-électronique (AIME) de Toulouse

COMPÉTENCES VISÉES

- Mobiliser des savoirs hautement spécialisés, dont certains sont à l'avant-garde du savoir dans un domaine de travail ou d'études, comme base d'une pensée originale (Expertise)
- Développer une conscience critique des savoirs dans un domaine et/ou à l'interface de plusieurs domaines (Maîtrise)
- Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles procédures et intégrer les savoirs de différents domaines (Maîtrise)

MOTS-CLÉS

Techniques expérimentales des laboratoires de recherche, plateforme expérimentale de technologies quantiques

| | | | |
|-----------------|---|--------------------------|--------------------------------|
| UE | CATALYSIS AND ALTERNATIVE ENERGIES | 3 ECTS | 1^{er} semestre |
| KNNT9AGU | Cours : 30h | Enseignement en français | Travail personnel 45 h |

[\[Retour liste de UE \]](#)

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

DE CARO Pascale

Email : pascale.decaro@ensiacet.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

A l'issue de la formation, les étudiants seront sensibilisés aux enjeux socio-économiques, techniques et environnementaux liés à la transition énergétique. Ils auront acquis des connaissances relatives aux matières premières renouvelables, à partir desquelles sont mises en œuvre de nouvelles technologies pour l'énergie. Ils seront capables de proposer des sources ou vecteurs d'énergies alternatives aux carburants conventionnels. Les connaissances théoriques apportées par les cours seront complétées par des exemples concrets qui permettront aux étudiants d'identifier en particulier les catalyseurs mis en jeu dans les procédés de production (pile à combustible, valorisation de la biomasse et activation catalytique du CO₂).

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Cette UE illustre le rôle majeur de la chimie et en particulier de la catalyse, à la base de l'efficacité des composants énergétiques. Dans un contexte national et international qui promeut largement les énergies bas carbone, cette UE aborde les domaines des nouvelles technologies de l'énergie pour un avenir énergétique durable. Parmi eux, seront étudiés les processus en jeu pour : la production d'électricité à partir d'énergie solaire ; la production, le stockage et l'utilisation d'H₂ pour des applications comme la mobilité électrique ; la production d'énergies renouvelables avec les piles à combustible et les biopiles ; ou les utilisations énergétiques de la biomasse non alimentaire pour la production de biocarburants et de biométhane, ainsi que les voies de valorisation du CO₂.

Sera discuté l'apport de la chimie pour la biomasse et de la biomasse pour la chimie. Nous illustrerons en quoi la nature est une source d'inspiration pour rendre durable la chimie de synthèse, et comment les sucres représentent des briques moléculaires de choix pour l'accès à des motifs moléculaires complexes.

PRÉ-REQUIS

Bon niveau en chimie organique et notions en chimie des matériaux et en catalyse hétérogène

SPÉCIFICITÉS

Enseignement en anglais.

COMPÉTENCES VISÉES

- Connaître les composants de la biomasse et les principales voies de transformations associées pour la production d'énergies,
- Maîtriser les concepts de base des nouvelles technologies de l'énergie,
- Connaître les apports de la chimie et de la catalyse pour ces nouvelles technologies,
- Etre capable d'analyser une problématique chimique dans le cadre des nouvelles technologies de l'énergie et d'être force de proposition,
- Etre capable d'intégrer le contexte environnemental et sociétal dans un projet ou une étude.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Les énergies renouvelables pour la production d'électricité, seconde édition, Leon Freris, David Infield, Dunod, 2021
- Valoriser le CO₂, Presse de l'école des Mines -Technologies, Chakib Bouallou, Sciences & Techniques, Juin 2021.

MOTS-CLÉS

énergies alternatives, piles à combustible, biopiles, photovoltaïque, hydrogène, CO₂, biomasse, production de biocarburants, méthanisation, catalyse, stockage.

| | | | |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| UE | SURFACE CATALYSIS | 3 ECTS | 1^{er} semestre |
| KNNT9AHU | Cours : 20h , TD : 15h | Enseignement en français | Travail personnel 40 h |

[\[Retour liste de UE \]](#)

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SERP Philippe

Email : philippe.serp@ensiacet.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce cours, en présentant non seulement les concepts de base de la catalyse mais aussi, en intégrant dès le début les aspects chimiques, matériaux et ingénierie de la catalyse dans des exemples tirés directement de l'industrie, devrait permettre de comprendre les liens sous-jacents entre la chimie, les matériaux et l'ingénierie de la catalyse de surface.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

1. Introduction à la catalyse hétérogène

Concepts de base de la catalyse hétérogène - thermodynamique et cinétique. Phénomènes de base de la catalyse hétérogène - phénomènes chimiques et physiques. Mécanismes des réactions catalytiques hétérogènes. Types de catalyseurs et catalyse (thermique, photo- et électro-catalyse).

2. Catalyse hétérogène

Descripteurs de réactivité (théorie du centre de la bande d), préparation et caractérisation des catalyseurs, désactivation des catalyseurs, défis dans le développement de nouveaux matériaux et technologies catalytiques pour les applications énergétiques et de chimie verte.

3. Nanocatalyse

Principales méthodes de préparation des nanoparticules (NPs) ; immobilisation de NPs en phase solide et liquide. Principales propriétés associées à la réactivité. Approches mécanistiques : réactivité moléculaire versus réactivité de surface. Applications des NP métalliques en catalyse.

4. Réacteurs catalytiques et procédés

Régimes de fonctionnement des catalyseurs hétérogènes. Couplage réaction hétérogène et phénomènes de transport interne et externe. Introduction aux technologies de réacteurs hétérogènes et critères de sélection des types de réacteurs.

PRÉ-REQUIS

Avoir une connaissance de base en chimie générale et inorganique, en chimie organique, en chimie physique et en thermodynamique et cinétique chimiques.

SPÉCIFICITÉS

Les cours seront en anglais.

Examen : 1 examen écrit en 2 parties (partie 1. Catalyse hétérogène, qui comportera une question sur les réacteurs ; partie 2. Nanocatalyse)

COMPÉTENCES VISÉES

A la fin du cours, l'étudiant est capable de :

- Décrire les principales méthodes de synthèse des supports et leur mise en forme
- Décrire et sélectionner les différentes méthodes de préparation des catalyseurs hétérogènes et leur activation.
- Concevoir et synthétiser des matériaux catalytiques
- Mettre en œuvre des alternatives catalytiques dans une démarche de chimie durable.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Principles and Practice of Heterogeneous Catalysis, 2nd Edition, John Meurig Thomas, W. John Thomas Eds. Wiley, Weinheim, 2015. ISBN : 978-3-527-31458-4

MOTS-CLÉS

Catalyseurs solides, catalyseurs supportés, nanoparticules colloïdales, réactivité de surface, caractérisation de surface, réacteurs catalytiques.

| UE | FROM THEORY TO IMPLEMENTATION : TUTORIALS IN THEORETICAL CHEM | 6 ECTS | 1 ^{er} semestre |
|----------|---|--------------------------|----------------------------|
| KNNT9AIU | Cours-TD : 30h , TP : 15h | Enseignement en français | Travail personnel 105 h |

[\[Retour liste de UE \]](#)

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SUAUD Nicolas

Email : suaud@irsamc.ups-tlse.fr

TERMES GÉNÉRAUX

SYLLABUS

Dans l'enseignement supérieur, un syllabus est la présentation générale d'un cours ou d'une formation. Il inclut : objectifs, programme de formation, description des UE, prérequis, modalités d'évaluation, informations pratiques, etc.

DÉPARTEMENT

Les départements d'enseignement sont des structures d'animation pédagogique internes aux composantes (ou facultés) qui regroupent les enseignantes et enseignants intervenant dans une ou plusieurs mentions.

UE : UNITÉ D'ENSEIGNEMENT

Un semestre est découpé en unités d'enseignement qui peuvent être obligatoires, à choix ou facultatives. Une UE représente un ensemble cohérent d'enseignements auquel sont associés des ECTS.

UE OBLIGATOIRE / UE FACULTATIVE

L'UE obligatoire fait référence à un enseignement qui doit être validé dans le cadre du contrat pédagogique. L'UE facultative vient en supplément des 60 ECTS de l'année. Elle est valorisée dans le supplément au diplôme. L'accumulation de crédits affectés à des UE facultatives ne contribue pas à la validation de semestres ni à la délivrance d'un diplôme.

ECTS : EUROPEAN CREDITS TRANSFER SYSTEM

Les ECTS constituent l'unité de mesure commune des formations universitaires de licence et de master dans l'espace européen. Chaque UE obtenue est ainsi affectée d'un certain nombre d'ECTS (en général 30 par semestre d'enseignement, 60 par an). Le nombre d'ECTS varie en fonction de la charge globale de travail (CM, TD, TP, etc.) y compris le travail personnel. Le système des ECTS vise à faciliter la mobilité et la reconnaissance des diplômes en Europe.

TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES

Les diplômes sont déclinés en domaines, mentions et parcours.

DOMAINE

Le domaine correspond à un ensemble de formations relevant d'un champ disciplinaire ou professionnel commun. La plupart des formations de l'UT3 relèvent du domaine « Sciences, Technologies, Santé ».

MENTION

La mention correspond à un champ disciplinaire. Il s'agit du niveau principal de référence pour la définition des diplômes nationaux. La mention comprend, en général, plusieurs parcours.

PARCOURS

Le parcours constitue une spécialisation particulière d'un champ disciplinaire choisie par l'étudiant·e au cours de son cursus.

LICENCE CLASSIQUE

La licence classique est structurée en six semestres et permet de valider 180 crédits ECTS. Les UE peuvent être obligatoires, à choix ou facultatives. Le nombre d'ECTS d'une UE est fixé sur la base de 30 ECTS pour l'ensemble des UE obligatoires et à choix d'un semestre.

LICENCE FLEXIBLE

À la rentrée 2022, l'université Toulouse III - Paul Sabatier met en place une licence flexible. Le principe est d'offrir une progression "à la carte" grâce au choix d'unités d'enseignement (UE). Il s'agit donc d'un parcours de formation personnalisable et flexible dans la durée. La progression de l'étudiant.e dépend de son niveau de départ et de son rythme personnel. L'inscription à une UE ne peut être faite qu'à condition d'avoir validé les UE pré-requises. Le choix de l'itinéraire de la licence flexible se fait en concertation étroite avec une direction des études (DE) et dépend de la formation antérieure, des orientations scientifiques et du projet professionnel de l'étudiant.e. L'obtention du diplôme est soumise à la validation de 180 crédits ECTS.

DIRECTION DES ÉTUDES ET ENSEIGNANT.E RÉFÉRENT.E

La direction des études (DE) est constituée d'enseignantes et d'enseignants référents, d'une directrice ou d'un directeur des études et d'un secrétariat pédagogique. Elle organise le projet de formation de l'étudiant.e en proposant une individualisation de son parcours pouvant conduire à des aménagements. Elle est le lien entre l'étudiant.e, l'équipe pédagogique et l'administration.

TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS

CM : COURS MAGISTRAL(AUX)

Cours dispensé en général devant un grand nombre d'étudiantes et d'étudiants (par exemple, une promotion entière), dans de grandes salles ou des amphithéâtres. Ce qui caractérise également le cours magistral est qu'il est le fait d'une enseignante ou d'un enseignant qui en définit les structures et les modalités. Même si ses contenus font l'objet de concertations avec l'équipe pédagogique, chaque cours magistral porte donc la marque de la personne qui le crée et le dispense.

TD : TRAVAUX DIRIGÉS

Ce sont des séances de travail en groupes restreints (de 25 à 40 étudiantes et étudiants selon les composantes), animées par des enseignantes et enseignants. Les TD illustrent les cours magistraux et permettent d'approfondir les éléments apportés par ces derniers.

TP : TRAVAUX PRATIQUES

Méthode d'enseignement permettant de mettre en pratique les connaissances théoriques acquises durant les CM et les TD. Généralement, cette mise en pratique se réalise au travers d'expérimentations et les groupes de TP sont constitués de 16 à 20 étudiantes et étudiants. Certains travaux pratiques peuvent être partiellement encadrés ou peuvent ne pas être encadrés du tout. A contrario, certains TP, du fait de leur dangerosité, sont très encadrés (jusqu'à une enseignante ou un enseignant pour quatre étudiantes et étudiants).

PROJET OU BUREAU D'ÉTUDE

Le projet est une mise en pratique en autonomie ou en semi-autonomie des connaissances acquises. Il permet de vérifier l'acquisition de compétences.

TERRAIN

Le terrain est une mise en pratique encadrée des connaissances acquises en dehors de l'université.

STAGE

Le stage est une mise en pratique encadrée des connaissances acquises dans une entreprise ou un laboratoire de recherche. Il fait l'objet d'une législation très précise impliquant, en particulier, la nécessité d'une convention pour chaque stagiaire entre la structure d'accueil et l'université.

SESSIONS D'ÉVALUATION

Il existe deux sessions d'évaluation : la session initiale et la seconde session (anciennement appelée "session de rattrapage", constituant une seconde chance). La session initiale peut être constituée d'examens partiels et terminaux ou de l'ensemble des épreuves de contrôle continu et d'un examen terminal. Les modalités de la seconde session peuvent être légèrement différentes selon les formations.

SILLON

Un sillon est un bloc de trois créneaux de deux heures d'enseignement. Chaque UE est généralement affectée à un sillon. Sauf cas particuliers, les UE positionnées dans un même sillon ont donc des emplois du temps incompatibles.

