

## DELIBERATION CFVU-038-2023

Vu le code de l'éducation, notamment ses articles L.123-1 à L.123-9, L.712-6-1 et L.719-7 ;  
Vu le décret 71-871 du 25 octobre 1971 portant création de l'Université d'Angers ;  
Vu les statuts et règlements de l'Université d'Angers, tels que modifiés le 15 décembre 2022 ;  
Vu la délibération n° CA003-2020 en date du 17 février 2020 relatif à l'élection du Président de l'Université d'Angers ;

**Vu les convocations envoyées aux membres de la Commission de la Formation et de la Vie Universitaire le 29 mars 2023**

**Objet de la délibération : Convention Faculté des Sciences – Université Nationale Taras Chevtchenko de Kyiv**

**La commission de la formation et de la vie universitaire réunie le 03 avril 2023 en formation plénière, le quorum étant atteint, arrête :**  
La convention est approuvée.

Cette décision est adoptée à l'unanimité avec 28 voix pour.

Christian ROBLÉDO  
Président de l'Université d'Angers  
Signé le 12 avril 2023

La présente décision est exécutoire immédiatement ou après transmission au Rectorat si elle revêt un caractère réglementaire. Elle pourra faire l'objet d'un recours administratif préalable auprès du Président de l'Université dans un délai de deux mois à compter de sa publication ou de sa transmission au Rectorat suivant qu'il s'agisse ou non d'une décision à caractère réglementaire. Conformément aux articles R421-1 et R421-2 du code de justice administrative, en cas de refus ou du rejet implicite consécutif au silence de ce dernier durant deux mois, ladite décision pourra faire l'objet d'un recours auprès du tribunal administratif de Nantes dans le délai de deux mois. Passé ce délai, elle sera reconnue définitive. La juridiction administrative peut être saisie par voie postale (Tribunal administratif de Nantes, 6 allée de l'Île-Gloriette, 44041 Nantes Cedex) mais également par l'application « Télérecours Citoyen » accessible à partir du site Internet [www.telerecours.fr](http://www.telerecours.fr)

**Affiché et mis en ligne le : 12/04/2023**



## **CONVENTION RELATIVE A LA DELIVRANCE DE DIPLOMES EN PARTENARIAT INTERNATIONAL**

Entre

**L'Université Nationale Taras Chevtchenko de Kyiv  
Faculté de Chimie  
à Kyiv (Ukraine)  
Représentée par son Recteur, Volodymyr Bugrov  
et**

**L'Université d'Angers  
Faculté des Sciences  
à Angers (France)  
Représentée par son Président, Christian Roblédo**

Vu l'article 1 de l'Accord de coopération en date du 27 février 2020, et notamment le souhait des parties de développer des projets communs d'enseignement et de recherche,

Les parties conviennent de ce qui suit :

## **Article 1 – Diplôme(s) visé(s)**

Les parties souhaitent collaborer en matière d'enseignement, par la délivrance de deux diplômes :

- l'un délivré par l'Université d'Angers, le diplôme de « Master, mention chimie, parcours Lumière Molécules Matière LUMOMAT »,
- l'autre délivré par l'Université Nationale Taras Chevtchenko de Kyiv, le diplôme Master « Master. Chimiste. Professeur ».

Les étudiants participant à ces formations obtiennent à la fois le diplôme de Master de l'Université d'Angers ainsi que le diplôme de Master de l'Université Nationale Taras Chevtchenko de Kyiv cités ci-dessus.

## **Article 2 – Sélection**

Les étudiants sont admis en deuxième année de Master sous réserve de validation de leur première année de Master par l'Université d'accueil. La sélection pour l'entrée en double diplôme de Master s'effectue par l'Université d'origine qui transmet la liste des étudiants à l'Université d'accueil pour approbation.

Les cours de Master 2 se déroulent à l'Université d'Angers en langue anglaise. Aussi, les étudiants en provenance de l'Université Nationale Taras Chevtchenko de Kyiv doivent avoir un niveau de langue anglaise leur permettant de suivre un enseignement universitaire en anglais et équivalent à un niveau B2 du Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues. Idéalement, ils doivent posséder un niveau élémentaire en français permettant leur intégration. A cet égard, à l'Université d'Angers ils continueront à approfondir leurs connaissances en français jusqu'au niveau Avancé – indépendant ou le niveau C1 – autonome.

Les étudiants en provenance de l'Université d'Angers doivent avoir le niveau de la langue anglaise leur permettant d'effectuer leurs études universitaires à Kyiv en anglais. En outre, ils pourront éventuellement suivre les cours de langue ukrainienne destinés aux étudiants étrangers, proposés par l'Université Nationale Taras Chevtchenko de Kyiv.

## **Article 3 – Déroulement des études**

*Article 3.1 – Déroulement des études à la Faculté de Chimie de l'Université Nationale Taras Chevtchenko de Kyiv.*

Les étudiants arrivent pour une année académique complète (année de Master 2). Un projet de recherche sous la forme d'un stage en laboratoire, est proposé pour l'année entière et le projet est construit conjointement entre les chercheurs des deux sites pour chacun des stagiaires. Les études proposées par la Faculté de Chimie de l'Université Nationale Taras Chevtchenko de Kyiv se déroulent à temps plein.

Dans le cadre du double-diplôme, les étudiants français de l'Université d'Angers peuvent étudier à la Faculté de Chimie de l'Université Nationale Taras Chevtchenko de Kyiv (équivalent Master 2 Chimie). Leurs voyages et leur hébergement peuvent alors faire l'objet d'une demande de subvention (bourse française ou européenne) ciblée sur cette coopération.

*Article 3.2 – Déroulement des études à l'U.F.R. Sciences à l'Université d'Angers.*

Les étudiants arrivent pour une année complète (année de Master 2). Un projet de recherche, sous la forme d'un stage en laboratoire, est proposé pour l'année entière et le projet est construit conjointement entre les chercheurs des deux sites pour chacun des stagiaires. Le stage se déroule

en alternance avec des phases d'enseignement de 5 semaines sur les 6 premiers mois, puis à temps plein sur le reste de l'année universitaire. Les étudiants doivent être présents à Angers pour le début de l'année universitaire. Les études proposées par le département de Chimie de l'Université d'Angers se déroulent à temps plein.

#### Article 4 – Inscriptions

"En Master 2, les étudiants bénéficient d'une double inscription, une dans leur université d'origine et une dans l'université partenaire. Ils payent les frais d'inscription dans leur établissement d'origine et sont exonérés de payer ces frais dans l'établissement partenaire.

#### Article 5 – Coordonnateurs du programme

- Le(la) coordonnateur(trice), pour l'Université d'Angers, est le(la) responsable au département de chimie de la collaboration avec l'Université ukrainienne.
- Le(la) coordonnateur(rice), pour l'Université Taras Chevtchenko, est le(la) responsable au département de chimie de la collaboration avec l'Université française.

#### Article 6 – Délivrance des diplômes

Les étudiants ayant suivi le cursus et ayant satisfait aux exigences de la formation se voient délivrer deux diplômes :

- Le diplôme du Master pour lequel ils sont inscrits à l'Université d'Angers.
- Le diplôme du Master pour lequel ils sont inscrits à l'Université Nationale Taras Chevtchenko de Kyiv.

Les deux Universités s'engagent à valider les résultats obtenus par les étudiants dans l'Université partenaire. L'évaluation se fait conformément au tableau de conversion suivant :

Le système de notation français est basé principalement sur une échelle de 20 points avec les mentions suivantes :

Le système de notation ukrainien sur une échelle de 100 points, selon la correspondance suivante:

<ul style="list-style-type: none"> <li>- 16 – 20 : very good (très bien : TB)</li> <li>- 14 – 15.9: good (bien : B)</li> <li>- 12 – 13,9 : satisfactory (assez-bien : AB)</li> <li>- 10 – 11.9 : correct (passable)</li> <li>- 0 – 9.9 : fail (insuffisant)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- відмінно (90 – 100)</li> <li>- дуже добре (85 – 89)</li> <li>- досить добре (76 – 84)</li> <li>- задовільно (60 – 75)</li> <li>- незадовільно (0 – 59)</li> </ul>
<p>*) en Ukraine, les niveaux de notation sont « bien » et « assez-bien » combinés dans la catégorie des « bien » (12-14).</p>	<p>*) в Україні рівні оцінок «дуже добре» і « досить добре » об'єднують в категорію «добре» (76-89).</p>

## **Article 7 – Dispositions diverses**

Les étudiants sélectionnés doivent prendre à leur charge une couverture sociale spécifique, couvrant notamment les frais de rapatriement. Les étudiants de l'Université Nationale Taras Chevtchenko de Kyiv doivent s'inscrire à la Sécurité Sociale française.

Ils bénéficient dans l'Université d'accueil, de l'accès aux centres de documentation, bibliothèques, médiathèques etc., dans les mêmes conditions que les autres étudiants.

L'Université d'accueil facilitera l'accès au logement des étudiants en formation. Toutefois, les frais de logement sont à la charge des étudiants, comme les frais de déplacement et tous frais annexes.

## **Article 8 – Durée**

Le présent accord prend effet à compter de la rentrée universitaire 2022/2023 et pour la durée de l'accréditation des formations concernées, soit au plus tard l'année universitaire 2027/2028.

Le renouvellement aura lieu sous réserve de l'achèvement d'une nouvelle accréditation des programmes pour lesquels une coopération est prévue.

## **Article 9 – Litiges, résiliations, amendements**

Cet accord peut être modifié par voie d'avenant signé par chacune des parties.

Il peut être résilié avec un préavis de six mois avant le début de l'année universitaire, à l'initiative de chacune des parties, sans préjudice aux actions en cours d'exécution.

Les litiges seront résolus par conciliation ou par médiation. Dans le cas où cette voie serait épuisée, les tribunaux compétents seraient saisis.

## **Article 10 – Langues utilisées**

Le présent accord est rédigé dans les langues française et ukrainienne, en deux exemplaires originaux, les deux versions faisant foi.

**A Kyiv, le**

**A Angers, le**

**Pour l'Université Nationale de Taras  
Chevtchenko de Kyiv**

**Pour l'Université d'Angers**

**M. Volodymyr Bugrov, Rector**

**M. Christian Roblédo, Président**



**УГОДА ПРО ПОДВІЙНЕ ДИПЛОМУВАННЯ  
в рамках  
МІЖНАРОДНОГО ПАРТНЕРСТВА**

між

**Київським національним університетом імені Тараса Шевченка  
(Хімічний факультет),  
у Києві (Україна),  
в особі ректора Володимира БУГРОВА**

та

**Університетом міста Анже  
(Факультет природничих наук)  
в Анже (Франція)  
в особі президента Кристіана РОБЛЕДО**

Беручи до уваги статтю 1 *Угоди про співпрацю* від 27 лютого 2020 року,  
зокрема, бажання сторін розвивати спільні навчальні та дослідницькі проекти,

Сторони домовилися про наступне :

## **Стаття 1 – Цільовий (і) диплом (и)**

Сторони підтверджують бажання співпрацювати в галузі освіти, шляхом видачі двох дипломів:

- один, що присуджений Університетом Анже, диплом Магістра, за спеціальністю Хімія, в тому числі з напрямку – Молекулярні матеріали для перетворення світла « LUMOMAT »,
- інший, що присуджений Київським національним університетом імені Тараса Шевченка, магістерський диплом.

Студенти, які беруть участь у програмі подвійного дипломування, отримають як ступінь магістра Університету міста Анже, так і ступінь магістра Київського національного університету імені Тараса Шевченка, як вказано вище.

## **Стаття 2 - Відбір**

Студенти допускаються до другого курсу магістерської програми за умови підтвердження приймаючим університетом успішного закінчення першого року магістратури. Відбір для участі в цій магістерській програмі (з подальшим отриманням ступеня магістра) здійснюється рідним університетом, який передає список студентів у приймаючий університет-партнер для затвердження.

Навчання на « Master-2 » (на другому році магістратури) проходить в університеті м. Анже англійською мовою. Тому студенти Київського національного університету імені Тараса Шевченка володіють таким рівнем англійської мови, що дозволяє їм відвідувати університетські курси, та є еквівалентним рівню B2, згідно до загально європейської системи оцінювання знання мов. В ідеалі, студенти мають базовий рівень французької мови, щоб забезпечити їх легку інтеграцію. У цьому відношенні студентам в університеті Анже буде надано можливість продовження вивчення французької мови до рівня C1.

Студенти з Університету Анже, які вчитимуться в Києві, аналогічно, мають рівень володіння англійською мовою, що є еквівалентним рівню B2. Крім того, вони можуть відвідувати курси української мови для іноземних студентів за програмою, що запропонована Київським національним університетом імені Тараса Шевченка.

## **Стаття 3 - Навчання**

*Стаття 3.1 – Проведення навчання на хімічному факультеті Київського національного університету імені Тараса Шевченка*

В рамках подвійного диплому студенти з Університету Анже можуть навчатися на хімічному факультеті Київського національного університету імені Тараса Шевченка (« Master-2 » - другий рік магістратури) цілий рік (два семестри). Протягом усього року пропонується дослідницький проект у формі стажування в лабораторії. Темі наукових проектів студентів вибирається спільно, згідно тематикою з двох кафедр (лабораторій) та відповідно до домовленості наукових керівників (від двох університетів) цих студентів. На хімічному факультеті дослідження проводяться повний робочий день. Графік відвідування занять та індивідуальний план навчання узгоджується для кожного студента по прибуттю.

Навчання на хімічному факультеті Київського національного університету імені Тараса є денною формою.

Витрати студентів на проїзд та проживання можуть бути предметом заявки на отримання гранту (французького або європейського), спрямованого на цю співпрацю, та сплачуються самим студентом.

*Стаття 3.2 – Проведення навчання на факультеті природничих наук в Університеті міста Анже.*

Студенти приїжджають в Університет м. Анже на цілий рік («Master-2» - другий рік магістратури). Протягом усього року пропонується дослідницький проект у формі стажування в лабораторії. Тема наукового проекту пропонується спільно, згідно з тематик досліджень двох кафедр чи лабораторій, відповідно до домовленості наукових керівників кожного студента.

Наукове стажування відбувається по черзі з 5-тижневими фазами навчання протягом перших 6 місяців, а потім з повний робочий день на решту навчального року. Студенти повинні бути присутніми в Анже на початку навчального року.

Навчання на хімічному факультеті Анжуйського університету є денною формою.

#### **Стаття 4 - Зарахування**

«Master-2» студенти мають подвійне зарахування, одне в рідному університеті, друге в університеті партнері. Студенти сплачують за реєстрацію та навчання, у випадку контрактної форми освіти, лише у рідному навчальному закладі та звільняються від цих зборів в партнерському закладі.

#### **Стаття 5 - Координатори програми**

- Координатором від Університету Анже, хімічного факультету є відповідальний (-а) за співпрацю з Київським національним університетом імені Тараса Шевченка .

- Координатором від Київського національного університету імені Тараса Шевченка хімічного факультету є відповідальний (-а) за співпрацю з Університетом Анже.

#### **Стаття 6 - Вручення дипломів**

Студенти, які завершили програму і виконали вимоги курсу, мають два дипломи:

- Магістерський ступінь, на який вони зареєстровані в Університеті Анже.

- Магістерський ступінь, на який вони зареєстровані в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка.

Обидва університети зобов'язуються підтверджувати результати, отримані студентами в університеті-партнері. Перезарахування оцінок здійснюватиметься відповідно до наведеної нижче таблиці перерахунку.

Українська система оцінювання базується на 100-бальній шкалі, за наступною відповідністю:

<ul style="list-style-type: none"><li>- 16 – 20 : very good (très bien : TB)</li><li>- 14 – 15.9: good (bien : B)</li><li>- 12 – 13,9 : satisfactory (assez-bien : AB)</li><li>- 10 – 11.9 : correct (passable)</li><li>- 0 – 9.9 : fail (insuffisant)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- відмінно (90 – 100)</li><li>- дуже добре (85 – 89)</li><li>- досить добре (76 – 84)</li><li>- задовільно (60 – 75)</li><li>- незадовільно (0 – 59)</li></ul>
<p>*) en Ukraine, les niveaux de notation sont « bien » et « assez-bien » combinés dans la catégorie des « bien » (12-14).</p>	<p>*) в Україні рівні оцінок «дуже добре» і «досить добре» об'єднують в категорію «добре» (76-89).</p>



## **Стаття 7 – Додаткові положення**

Відібрані студенти повинні подбати про спеціальне соціальне страхування, що покриває, зокрема, витрати на репатріацію. Студенти Київського національного університету імені Тараса Шевченка повинні реєструватись у Французькому фонді соціального страхування.

Студенти, що пройшли конкурс на цю програму подвійного дипломування, мають доступ до центрів документації, бібліотек, медіатек тощо в приймаючому університеті на тих самих умовах, що й інші студенти.

Приймаючий університет сприятиме пошуку житла для студентів, які навчаються. Однак, витрати на проживання покривається студентами, так само як і витрати на проїзд та всі супутні витрати.

## **Стаття 8 - Тривалість**

Ця угода набуває чинності з 2022/2023 навчального року та на період акредитації відповідних курсів, тобто до 2027/2028 навчального року.

Поновлення відбуватиметься за умови проходження нової акредитації програм, за якими запланована співпраця.

## **Стаття 9 - Спори, розторгнення договору, зміни та доповнення**

Ця угода може бути змінена за допомогою додатків, підписаних кожною зі сторін.

Вона може бути розторгнена за шість місяців до початку навчального року за ініціативою однієї зі сторін без шкоди для поточної діяльності.

Спори вирішуватимуться шляхом примирення або через посередництво. Якщо цей метод буде вичерпано, слід звернутися до компетентних судів.

## **Стаття 10 - Мови, що використовуються**

Ця угода складена французькою та українською мовами у двох оригінальних примірниках, при цьому обидва тексти є автентичними.

У Києві, ___ __ 2023	В Анже, ___ __ 2023
Від Київського національного університету імені Тараса Шевченка	від Університету міста Анже
Володимир Бугров, Ректор	Крістіан Робледо, Президент

**Présentation de la**  
**formation Master 2 LUMOMAT**

—

**Presentation of the**  
**program Master 2 LUMOMAT**



## **OBJECTIFS DU MASTER - OBJECTIVES OF THE MASTER'S DEGREE**

Le Master LUMOMAT propose une solide formation en CHIMIE en forte interaction avec la Recherche scientifique et l'Innovation technologique. Il s'intègre dans la filière émergente et à très fort potentiel de l'électronique organique. Dans ce contexte, il propose une formation moderne, unique en France, visant à faire face à la demande croissante de cette filière industrielle et académique et à offrir aux étudiants une formation de haut niveau qui leur ouvre toutes les portes des secteurs des hautes technologies d'avenir telles que le photovoltaïque 3ème génération, les comburants solaires, OLED, les capteurs et sondes moléculaires pour la santé et l'environnement, les nano systèmes structurés pour le transport et le stockage de l'information.

*The LUMOMAT Master's degree offers strong training in CHEMISTRY in close interaction with scientific research and technological innovation. It is part of the emerging and very high potential sector of organic electronics. In this context, it provides students with an innovative and high-level curriculum which is unique in France, aiming to meet the growing demands of this industrial and academic fields and to give students access to high-tech sectors, such as third generation photovoltaics, solar oxidants, OLEDs, molecular sensors and probes for health and the environment, structured nanosystems for the transport and storage of information.*

## **COMPÉTENCES VISÉES – EXPECTED SKILLS**

Le Master 2 LUMOMAT a pour ambition de former des futurs professionnels dans le domaine des matériaux moléculaires pour la photonique et l'électronique organiques. Le Master LUMOMAT forme des chimistes de compétences pluridisciplinaires capables de concevoir, d'élaborer puis de caractériser physico-chimiquement des matériaux moléculaires, voire d'assurer leur intégration dans des dispositifs photoniques et/ou électroniques. A l'issue de la formation, les étudiants connaîtront l'industrie chimique et le milieu de l'entreprise, l'entrepreneuriat, la communication et le management de projets. Ils seront capables de :

- Utiliser les techniques de l'ingénierie moléculaire et supramoléculaire pour réaliser la synthèse de matériaux fonctionnels.
- Choisir les techniques de caractérisations adéquates et les modèles théoriques appropriés pour optimiser les propriétés des matériaux fonctionnels.
- Restituer des connaissances sur des matériaux organiques (photonique et électronique) et de leurs débouchés (actuels et à venir) et applications.
- Superviser et conduire des projets R&D dans les domaines des matériaux organiques (photonique moléculaire et électronique).

*The 2<sup>nd</sup>-year LUMOMAT Master's degree aims to train future professionals in the field of molecular materials for organic photonics and electronics. The LUMOMAT Master's degree trains chemists with multidisciplinary skills to de-*



*sign, develop and then physico-chemically characterize molecular materials, or ensure their incorporation into photonic and/or electronic devices. At the end of the course, students will have developed knowledge in the chemical industry and the business environment, as well as in entrepreneurship, communication and project management.*

*They will be able to:*

- *Use molecular and supramolecular engineering techniques to synthesize functional materials.*
- *Choose appropriate characterization techniques and theoretical models to optimize the properties of functional materials.*
- *Communicate their knowledge on organic materials (photonics and electronics), on their current and future outlets and on their applications.*
- *Supervise and lead R&D projects in the fields of organic materials (molecular photonics and electronics).*

## **INSERTION PROFESSIONNELLE –CAREER OPPORTUNITIES**

Le diplômé du Master LUMOMAT peut prétendre à des emplois aussi bien en recherche qu'en industrie. Les types d'emplois : Cadre supérieur en production ou recherche et développement / Thèse de doctorat / Ingénieur d'étude dans les grands organismes de recherche (CNRS, INRA, INSERM,...).

*LUMOMAT Master's degree graduates will qualify for jobs in both research and industry, e.g.: senior managers in production or research and development / PhD students / research engineers in large research organizations (CNRS, INRA, INSERM, etc.).*

## **PUBLIC VISÉ – ENTRY QUALIFICATIONS**

Le Master M2 est ouvert aux étudiants provenant du M1 LUMOMAT et d'autres masters 1 à dominante marquée en chimie ou en physique/chimie. L'inscription est de droit pour les étudiants du M1 LUMOMAT. Pour les étudiants provenant d'autres masters de chimie ou physique/chimie, l'admission est agréée après étude du dossier du candidat. Pour les étudiants provenant des autres parcours, l'admission est agréée par une commission de validation d'acquis.

*The 2<sup>nd</sup>-year LUMOMAT Master's degree is open to students who have completed the first year of the LUMOMAT Master's degree or other Master's programs with a strong focus on chemistry or physics & chemistry. Registration is automatically possible to students who have completed the first year of the LUMOMAT Master's degree. For chemistry or physics & chemistry students, admission is subject to approval based on the candidates' files. For students from other courses, admission is subject to approval by a recognition of prior learning committee.*



## **MODALITÉS PRATIQUES EN ALTERNANCE**

### **PRACTICAL ARRANGEMENTS FOR THE WORK/STUDY PROGRAM**

Le Master LUMOMAT est co-habilité entre les universités d'Angers, de Nantes et de Rennes. Le Master 1 est localisé à Nantes et à Rennes et le Master 2 est localisé à Angers. Seul le Master 2 est aujourd'hui ouvert en alternance (Contrat de professionnalisation).

Sélection : sur dossier, d'avril à juin

Rythme d'alternance : voir calendrier

Période de formation : M2 de septembre à septembre (année suivante)

Durée de formation : voir calendrier de la formation

*The LUMOMAT Master's program is co-accredited by the universities of Angers, Nantes and Rennes. The first year of the Master's degree takes place in Nantes and Rennes and the second year is held in Angers. Only the second year of the Master is currently available on a work/study basis (professional training contract).*

*Selection: based on application file, from April to June*

*Work/study periods: see calendar*

*Training period: 2<sup>nd</sup>-year Master's degree from September to September (following year)*

*Duration of training: see academic calendar*

## **STAGE – INTERNSHIP**

Le stage de M2 dure de 4 à 6 mois. Il donne lieu à un rapport de stage qui est évalué ainsi qu'à une soutenance qui donne également lieu à un échange avec le jury. Le semestre 4 est totalement dédié au stage (30 ECTS) et apporte autonomie et esprit d'initiative. Les étudiants peuvent bénéficier du réseau LUMOMAT : <http://www.lumomat.fr/> pour les aider dans leur recherche de stage en France et à l'étranger. La durée obligatoire du stage est de 4 mois 1/2 (Mi-février-Fin Juin) extensible à 6 mois jusqu'à fin Août. Le stage peut se dérouler en laboratoire de recherche ou en entreprise.

*The internship for the 2<sup>nd</sup>-year Master's degree lasts 4 to 6 months. Students have to write an internship report which will be assessed as well as make an oral presentation before an examination board. Semester 4 is dedicated to the internship (30 ECTS), allowing students to act more independently and show initiative. Students can benefit from the LUMOMAT network: <http://www.lumomat.fr/> to help them in their search for internships in France and abroad. The minimum compulsory duration of the internship is 4 months and a half (Mid-February till end of June) extendable to 6 months until the end of August. The internship may be completed in a research laboratory or in a company.*



## **FONCTIONNEMENT – COURSE STRUCTURE**

La plus grande part des enseignements du M2 est assurée sur le site d'Angers conjointement par des équipes pédagogiques mixtes des deux Universités. Quelques cours et TP spécifiques (environ 1 semaine) sont dispensés à la faculté des Sciences de Nantes.

Au sein d'un semestre :

— Un élément constitutif (EC) est acquis dès lors que sa moyenne est supérieure ou égale à 10 (hors séminaire non noté).

— Une unité d'enseignement est acquise dès lors que sa moyenne est supérieure ou égale à 10. Un EC non acquis dans cette UE est obtenu par compensation et ne peut donner lieu à seconde session.

Pour obtenir la seconde année de master son diplôme, l'étudiant doit atteindre une note terminale avant stage d'au moins 10/20 (moyenne du S1) et une note de stage d'au moins 10/20. Sont validés, les étudiants qui ont validé chaque Unité d'Enseignement (UE) ou qui compensent entre UE (moyenne  $\geq 10$ ).

Sont diplômés du master LUMOMAT, les étudiants ayant validé 120 ECTS dans le master (M1+M2) ou admis sur dossier en M2 et ayant validé les 60 ECTS correspondants.

Les étudiants n'ayant pas validé leur année peuvent redoubler et conserver les UE validées et lorsqu'une UE est constituée d'éléments constitutifs (EC) validant des ECTS, conserver les EC dans lesquels ils ont obtenu la moyenne.

*Most of the 2<sup>nd</sup>-year Master's degree program*

*is taught in Angers by professors from the universities of Angers and Nantes. Some specific courses and practical work (around 1 week) take place at the Nantes Faculty of Sciences.*

*Within a semester:*

— *To pass a course component ("élément constitutif" or "EC"), students are required to achieve an average grade greater than or equal to 10 out of 20 (excluding seminars which are not marked).*

— *To pass a course unit ("unité d'enseignement" or "UE"), they should achieve an average grade greater than or equal to 10 out of 20. A failed "EC" in this "EU" is passed by compensation and cannot lead to a second exam session. To successfully complete the second year of the Master's degree, students must achieve a final grade (not including the internship grade) of at least 10 out of 20 (average of Semester 1) and an internship grade of at least 10/20. Students must pass each course unit (UE) or compensate some of their UEs (average mark  $\geq 10$ ).*

*Graduates of the LUMOMAT Master must have achieved 120 ECTS as part of the Master's degree (1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> year) or must have been admitted to the 2<sup>nd</sup> year of the Master's based on their application file and have achieved 60 ECTS during the 2<sup>nd</sup> year of the Master's degree.*



*Students who have not successfully completed their academic year can repeat it and keep the passed UEs. If a UE is made up of course components (EC) awarding ECTS, students can keep the ECs in which they achieved a pass grade.*








## SEMESTRE 3

30 ECTS

UE	Matières	Volumes horaires				ECTS	Coeff.	Contrôle des connaissances			
		CM	TD	TP	Tot.			1 <sup>re</sup> session		2 <sup>e</sup> session	
								Examen	Durée	Examen	Durée
1	Anglais	0	0	10	10	1	1	Oral	30mn	Oral	30mn
	Formation professionnelle	0	0	15	15	0	0	P	-	-	-
	Projet Expérimental Étudiant	0	0	30	30	3	3	TP-0.5 Oral-0.5		TP-0.5* Oral-0.5	
2	Introduction à la planification d'expériences	11	0	4	15	1	1	CC-0.8 TP-0.2	1h30	CT-0.8 TP-0.2*	1h30
	Modélisation Moléculaire	15	0	10	25	2	2	CC-0.5 TP-0.5	2h	CT-0.5 TP-0.5*	2h
	Formulation	25	0	10	35	2	2	CC-0.5 TP-0.5	2h	CT-0.5 TP-0.5*	2h
3	Ingénierie moléculaire des systèmes pi-conjugués	24	16	0	40	3	3	CC	3h	CT	3h
	Chimie supramoléculaire	25	0	10	35	3	3	CC-0.8 TP-0.2	3h	CT-0.8 TP-0.2*	3h
4	Photophysique et photochimie	17	5	8	30	2	2	CC-0.8 TP-0.2	3h	CT-0.8 TP-0.2*	3h
	Techniques de spectroscopies et Microscopies	12	0	0	12	1	1	CC	1h30	CT	1h30
	Interaction lumière-matière pour la biologie	13	0	0	13	1	1	CC	1h30	CT	1h30
	Électrochimie des surfaces modifiées	16	11	8	35	3	3	CC-0.8 TP-0.2	3h	CT-0.8 TP-0.2*	3h
5	Matériaux moléculaires et hybrides, nanomatériaux	30	4	16	50	4	4	CC-0.8 TP-0.2	3h	CT-0.8 TP-0.2*	3h
	Électronique organique	35	5	20	60	4	4	CC-0.8 TP-0.2	3h	CT-0.8 TP-0.2*	3h

\* En session 2, report note TP si note >ou= 10/20 

Pas de DA



Conditions de validation du semestre 3 :

Admis-e si moyenne > ou = à 10/20

et si Formation professionnelle validée

CT = Contrôle Terminal

P = Validation en Présentiel

CC = Contrôle Continu

DA = Dispensé d'Assiduité

## SEMESTRE 4

## 30 ECTS

UE	Matières	Volumes horaires				ECTS	Coeff.	Contrôle des connaissances			
		CM	TD	TP	Tot.			1 <sup>ère</sup> session		2 <sup>e</sup> session	
								Examen	Durée	Examen	Durée
1	Stage	0	0	0	0	30	1	Oral	-	Oral	-
	Alternance										



Pas de DA



*Conditions de validation du semestre 4 :*  
Admis-e si moyenne > ou = à 10/20



Conditions de validation de l'année :  $((S3 + S4) / 2) > \text{ou} = 10/20$   
pas de compensation entre S3 et S4

CT = Contrôle Terminal

P = Validation en Présentiel

CC = Contrôle Continu

DA = Dispensé d'Assiduité



SEMESTER 3												30 ECTS		
Course Unit	Subjects	ECTS	Weight	Contact hours				Course assessments						
				Total	Lectures	Tutorials	Practical work	1 <sup>st</sup> session		2 <sup>nd</sup> session	Exam duration			
								Mandatory attendance	Attendance exemption					
1		4	4	55			55							
Cross-disciplinary Training	English	1	1	10	/	/	10	Oral	/	Oral		30 min	20 min	
	Professional Training	0	0	15	/	/	15	on-site	/	on-site				
	Student Experimental Project	3	3	30	/	/	30	Practical (0.5) Oral (0.5)	/	Practical (0.5) Oral (0.5)		Report and oral presentation		
2		5	5	70	44	4	22							
Design	Introduction to design of experiments	1	1	15	11	/	4	CA* (0.8) PW*** (0.2)	/	FA** (0.8) PW*** (0.2)		1 hour 30 min		
	Molecular Modelisation	2	2	25	15	/	10	CA* (0.5) Practical (0.5)	/	FA** (0.5) Practical (0.5)		2 hours		
	Formulation	2	2	30	18	4	8	CA* (0.8) Practical (0.2)	/	FA** (0.8) Practical (0.2)		2 hours		
3		6	6	75	49	16	10		/					
Synthesis	Molecular Engineering of Pi-conjugated Systems	3	3	40	24	16	/	CA* (1)	/	FA** (1)		3 hours		
	Supramolecular Chemistry	3	3	35	25	/	10	CA* (0.8) Practical (0.2)	/	FA** (0.8) Practical (0.2)		3 hours		
4		7	7	90	58	16	16		/					
Characterizations and Organic Photonics	Photophysics and Photochemistry	2	2	30	17	5	8	CA* (0.8) Practical (0.2)	/	FA** (0.8) Practical (0.2)		3 hours		
	Techniques of Spectroscopies and Microscopies	1	1	12	12	/	/	CA* (1)	/	FA** (1)		1 hour 30 min		
	Light-Matter Interaction for Biology	1	1	13	13	/	/	CA* (1)	/	FA** (1)		1 hour 30 min		
	Electrochemistry of Modified Surfaces	3	3	35	16	11	8	CA* (0.8) Practical (0.2)	/	FA** (0.8) Practical (0.2)		3 hours		
5		8	8	110	65	9	36							
Materials and Electronics	Molecular Materials, Hybrids and Nanomaterials	4	4	50	30	4	16	CA* (0.8) Practical (0.2)	/	FA** (0.8) Practical (0.2)		3 hours		
	Organic Electronics	4	4	60	35	5	20	CA* (0.8) Practical (0.2)	/	FA** (0.8) Practical (0.2)		3 hours		

>Successful completion of semester 3: minimum average grade of 10/20.

>Successful completion of semester 4: minimum average grade of 10/20

>No compensation between semesters 3 and 4.

The grade and ECTS assigned for the internship (semester 4) do not compensate for the average mark achieved in semester 3.

SEMESTER 4				30 ECTS							
U.E.	Subject	ECTS	Weight	Contact hours				Course assessments			
				Total	Lectures	Tutorials	Practical work	1 <sup>st</sup> session		2 <sup>nd</sup> session	Exam duration
								Mandatory attendance	Attendance exemption		
<b>1</b>	<b>Internship or Work/Study Programme</b>	<b>30</b>	<b>1</b>								
<b>1a</b>	Internship	<b>30</b>	<b>1</b>	/	/	/	/	Oral (1)		Oral (1)	
<b>1b</b>	Work/Study	<b>30</b>	<b>1</b>	/	/	/	/	Oral (1)		Oral (1)	

\*CA: Continuous Assessment

\*\*FA: Final Assessment

\*\*\*PW: Practical Work

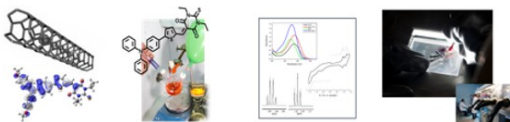


## CURRICULUM OF THE LUMOMAT 2<sup>nd</sup>-YEAR MASTER

Semester	Main course units	Detailed course units (hours)	European credits
S3	Cross-disciplinary Training (55 h)	English (10 h)	1
		Professional Training (15 h)	0
		Student Experimental Project (30 h)	3
S3	Design (70 h)	Introduction to Design of Experiments (15 h)	1
		Molecular Modelisation (25 h)	2
		Formulation (30 h)	2
S3	Synthesis (75 h)	Molecular Engineering of Pi-conjugated Systems (40 h)	3
		Supramolecular Chemistry (35 h)	3
S3	Characterizations and Organic Photonics (90 h)	Photophysics and Photochemistry (30 h)	2
		Techniques of Microscopies and Spectroscopies (12 h)	1
		Light-matter Interaction for Biology (13 h)	1
		Electrochemistry of Modified Surfaces (35 h)	3
S3	Materials and Electronics (110 h)	Molecular Materials, Hybrids and Nanomaterials (50 h)	4
		Organic Electronics (60 h)	4
S3	Total (400 h)		30
S4	Internship	Internship (from 4 to 6 months)	30







**Design** → **Synthesis** → **Characterizations** → **Materials/Devices**

UE 1 Transverse Training	UE 2 Design	UE 3 Synthesis	UE 4 Characterizations and organic Photonics	UE 5 Materials and organic Electronics
English 10h 1 ECTS  Professional Training 15 h 0 ECTS  Student experimental project 30h 3 ECTS  55h, 4 ECTS	Introduction to design of experiments 15h 1 ECTS  Molecular modelisation 25h 2 ECTS  Formulation 30h 2 ECTS  70h, 5 ECTS	Molecular engineering of pi- conjugated systems 40h 3 ECTS  Supramolecular chemistry 35h 3 ECTS  75h, 6 ECTS	Photophysics and photochemistry 30h 2 ECTS  Techniques of spectroscopies and microscopies 12h 1 ECTS  Light-Matter interaction for Biology 13h 1 ECTS  Electrochemistry of modified surfaces 35h 3 ECTS  90h, 7 ECTS	Molecular Materials, Hybrids and Nanomaterials 50h 4 ECTS  Organic Electronics 60h, 4 ECTS  110h, 8 ECTS

**400 h students**

> **BLOCK A** : Total : 115h, 8 ECTS

- Organic electronics : 60 h, 4 ECTS
- Molecular engineering of pi-conjugated systems : 40 h, 3 ECTS
- Introduction to planification of experiments : 15h, 1 ECTS

> **BLOCK B** : Total : 110h, 9 ECTS

- Molecular materials, hybrids and nanomaterials: 50h, 4 ECTS
- Electrochemistry of modified surfaces : 35h, 3 ECTS
- Molecular Modelisation : 25h, 2 ECTS
- Techniques of microscopies and spectroscopies : 12h, 1 ECTS

> **BLOCK C** : - Total : 120h, 9 ECTS

- Supramolecular chemistry: 35h, 3 ECTS
- Photophysics and photochemistry : 30h, 2 ECTS
- Light-matter interaction for biology : 13h, 1 ECTS
- Formulation : 30h, 2 ECTS

— Student SEMESTER 3

## UE OBLIGATOIRES – EDUCATION UNITS OBLIGATORY

### Ue 1 Transverse training

#### English

Responsible : Sabrina Sebti

#### Objectives

The audiences of Master 2, fully taught in English, are diverse. Some students will have obtained the certification at the end of Master 1 and will continue to deepen the 4 language skills (written and oral comprehension, written and oral expression). The first objective is therefore the consolidation and deepening by the practice of these four





linguistic skills in order to reach (or consolidate) a level of certification (type B2 level) defined by the European Framework of Languages.

### **Content**

After a diagnosis carried out to establish the level of oral English, the student will receive work leads. The evaluation will be carried out during the defense in English of the student experimental project.

Students will have the opportunity during the year to prepare and sit for the English certification implemented at the University.

### **Knowledge and expected skills**

Level B2 of the European framework.

### **Professional training**

Responsible : David Canevet

### **Objectives**

The objectives of this module are to know the fundamental tools for a future professional integration either in research or in industry, to know and understand the main principles of a quality management approach and to know the main normative definitions (REACH) of quality, applied in industry.

### **Content**

The teaching will focus on scientific communication with training on writing an internship report, a scientific article, the acquisition of educational communication tools (designing a poster, etc.) and research training, bibliography and popular science. Students will participate in workshops dedicated to the concepts of meeting management, management, project management, and preparation for a recruitment interview.

Students will have the opportunity to attend the conferences offered within the Laboratory by internationally renowned researchers and teacher-researchers or industrials in the field of organic electronics. In particular, an intervention by AFELIM (French Association of Printed Electronics) will be offered to enable students to open up to the various trades in printed electronics. In this context, company visits to this area of application will also be organized.

The main normative definitions of Quality, the main regulatory requirements applicable to chemicals and their applications will be described so that students are aware of the



different normative standards applied in industry (REACH regulations, ISO 9001 standards, ISO 14001, OHSAS 18001, ISO 26000).

1) Les réglementations «mères» sur les produits : REACH & CLP (2h), principales réglementations sur les produits pour avoir une vision globale des différentes obligations et de l'impact sur les entreprises.

2) La Fiche de Données de Sécurité et les mesures de gestion des risques chimiques (1h) Sensibilisation à la FDS et aux EPI, EPC, évaluation du risque chimique. L'impact sur les sites industriels: SEVESO III, IED et nomenclature ICPE.

3) Les réglementations sectorielles existantes (1h). Tour d'horizon des différentes réglementations existantes selon les types de produit et les marchés.

L'idée est que les étudiants sachent que des réglementations spécifiques vont s'appliquer selon les secteurs, ajoutant des obligations supplémentaires à REACH et CLP. Biocides, Phytosanitaires, Dispositifs médicaux, Fertilisants, Jouets, Alimentaire, Cosmétiques, Carburants, Aérosols, Détergents, Médicaments, Peintures et vernis, Explosifs et précurseurs.

4) Les réglementations transverses (1h). Montrer aux étudiants que les réglementations transverses sont nombreuses et qu'il est indispensable de les prendre en compte avant de développer un nouveau projet/une nouvelle substance. PIC, RoHS / DEEE / Piles, Conflict minerals, Précurseurs de Stupéfiants, POP, CIAC, R Nano Biens à double usage

5) Les référentiels normatifs appliqués en industrie (1h) Description d'un système de management, principe de l'amélioration continue et champ d'application des normes. ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001/ISO 45001, ISO 26000, ISO 50001 SMI et Responsable care.

### **Knowledge and expected skills**

- Know how to write a CV and cover letter in French and English.
- Being able to conduct an interview for recruitment in French and English.
- Know the basics of popular science to simplify a research topic.
- Understand the different fields of printed electronics thanks to the opening offered with the conference cycle.
- Be aware of quality in business through knowledge of the standards and regulations applied on an industrial scale.

### **Student experimental project**

Responsible : David Canevet

### **Objectives**

During the student experimental project, students will be immersed alone (or in pairs) in the host research laboratory under the responsibility of a supervisor. Over a period of 4 weeks, after a bibliographic research work, the students will set up the realization of the corresponding manipulations / calculations / analyzes. This project should take place as independently as possible.

At the end of the project, each student will submit an individual report written in English describing their investigations, analyzes and conclusions. The assessment will also be supplemented by an oral defense in English which will provide the mark for English evaluation.

The student experimental project or tutored project must be the subject of an internship agreement.



## Knowledge and expected skills

- Conduct an innovative approach that takes into account the complexity of a situation by using information that may be incomplete or contradictory.
- Lead a project (design, piloting, implementation and management, evaluation, dissemination) that can mobilize multidisciplinary skills in a collaborative framework and assume responsibility.
- Work as a team as much as in autonomy and responsibility in the service of a project.
- Communicate orally and in writing, in a clear and unambiguous manner, and in a register adapted to the target audience.
- Use digital tools to acquire, process, produce and disseminate information as well as to collaborate internally and externally.
- Operate software for data acquisition and analysis with a critical mind.
- Use the methods of data collection and qualitative and quantitative data processing.
- Analyze and synthesize data with a view to their exploitation.
- Adapt to new or multidisciplinary situations to provide solutions.
- Report on their work orally and in writing.
- Speak in public to defend a project.

Uc  
2

## Design

### Introduction to design of experiments

Responsible : Dominique Wolbert

Teachers : Dominique Wolbert (ENSCR Rennes), Olivier Alevéque (TP, Univ. Angers)

### Objectives

The goal of the design of experiments is to conceive, execute and analyze a set of experiments resulting if the best possible compromise between quality of the requested information (precision, independence, ...) and the experimental effort deployed, considering the formulated hypotheses on the studied system's behavior. Frequently used by the industrial sector for R&D and quality control, the method appears also more and more for research purposes.

### Content

The following courses will be dedicated to the presentation and use of several types of designs, developed to answer different types of problems.

> *Introduction*

– Objectives, technical and economical interest, investigation methodology.

> *Constitutive elements*

– The factors : discrete, continuous, ... ; main factors, noise factors,...

– Treatments, experimental units, ...

– Observations, special case : quality (reduction of the signal to noise ratio).

– The expected model, additivity hypotheses of the contributions, state vector, free or constrained effects.

> *Searching for an optimal design of experiments*

– The sampling variance/co-variance matrix of the effects.

– The a priori analysis of an experimentation, optimality criteria.

– Execution of a designed experimental set (randomisation, error estimation, ...).

– Reminder on the significance of statistical tests, risks, comparison of variance estimations (Fisher-Snedecor test), of mean estimations (Student test, Tuckey test) ...

> *Presentation/use of some types of designs*

– Discrete factor designs : complete blocking, incomplete, latin squares, ...



- Full factorial designs, 2p designs with interactions.
- Fractional designs, Taguchi designs, Box designs ..., notion of aliases, resolution ...
- Response surface designs, quadratic designs : Doehlert, composite, Box-Behnken.
- Mixture designs.
- Simplex design for optimum search.

### **Knowledge and expected skills**

- Isolate / detect the influencing factors of a system or process;
  - Build an optimized experience plan;
  - Conduct an experience plan during the experiments;
  - Use the results of an experiment plan;
  - Interpret the results of an experiment plan;
  - Optimize a system or process from an experience plan.
- Other concepts discussed and not deepened (not required): Evaluate the validity and the precision of the experiment plan used; Use Taguchi plans to optimize a system or process.

### **Molecular modelisation**

Responsible : Thomas Cauchy

Teachers : Thomas Cauchy (Univ. Angers), Denis Jacquemin (Univ. Nantes)

### **Objectives**

The theoretical calculation of the absorption and emission properties of UV-visible light, as well as the modelling of organic reactivity, are now widely available with ab initio methods. The objective of this course is to train informed users capable of choosing, independently and with a critical eye, a calculation method to model the ground state and excited states of complex molecules. The first part of this teaching covers and deepens the problems related to the calculation methodology while the second part is dedicated to the practice of modelling optical spectra (absorption, emission) and is mainly carried out in the form of project work.

### **Content**

- > *Choice of the theoretical model to answer a molecular problem – 7.5h CM*
- Available theoretical methods and their limitations.
- The problem of electronic correlation.
- Choosing calculations parameters.
- The potential energy surface of the excited states and the spectral modeling.
- The importance of vibronic coupling.
- Simple and advanced approaches to model reactivity.
- > *Setting up a strategy adapted to a problem – 7.5h CM and 10h TP*
- Study of an experimental problem (article).
- Choice of a calculation strategy and its limits.
- Choice of a problem to study and practice.
- Simulation of the absorption and emission properties of complex molecules.

### **Knowledge and expected skills**

- Choosing the right theoretical model to answer a problem related to the reactivity or the UV-visible spectroscopy properties of a complex molecule.
- Exploit judiciously and rigorously the results of molecular calculations.
- Analyze and summarize data for exploitation.
- Conduct an innovative approach that takes into account the complexity of a situation by using information that may be incomplete or contradictory.
- Give an oral account of his/her work.



## Formulation

Responsible : Mohammed Boujtita

Teachers : Anne Blayo (INP Pagora, Grenoble), Pascal Thobie (CETIM Nantes), Mohammed Boujtita (TP, Univ. Nantes)

## Objectives

Formulation is a multidisciplinary science which consists in associating active materials or active principles and formulation auxiliaries (excipients, additives...) leading to a mixture answering a precise specification. After studying the physico-chemistry of dispersed media (colloidal suspensions, solutions, emulsions, etc.) and related analytical methods (spectroscopy, rheology, etc.), a focus will be devoted to mixtures for organic electronics.

The objective is to understand how to make a functional material printable (conductive, semiconductor or dielectric material, for example). This involves understanding the general principles of the formulation of a liquid, knowing the physico-chemical and rheological properties of liquids, in order to meet the specifications of the implementation processes on the one hand, and the requirements of the intended application, on the other hand.

## Content

1. The main principles of the formulation:

- Generalities
  - The classic components of mixtures (binders, solvents and diluents, pigments, fillers, additives, etc.)
  - Formulation processes (solubilization, grinding, dispersion, ...)
  - Physico-chemical parameters of the formulation (solubility, interfaces, wettability, CPV / CPVC, compatibility of mixtures, stabilization, particle size, etc.)
- Case study: paint formulation - physicochemical formulation techniques and parameters; Methods of transfer from laboratory to industry. P. Thobie (CETIM Nantes)

2. Rheology: L. Benyahia (IMMM Le Mans)

- Introduction to rheology.
- Fundamental principle and determining factors (stress, deformation, ...).
- Viscosity definition and energetical considerations.
- Effect of pressure and temperature on the viscosity.
- Time and shear dependence of the viscosity.
- Suspension rheology.
- Rheology of polymer solutions.

3. Printing and coating processes (used in printed electronics): A. Blayo (INP Pagora, Grenoble)

- Printing techniques (screen printing, inkjet, rotogravure, flexography, other processes).
  - Main features.
  - Properties of associated functional inks.
  - Advantages and limits for electronic applications, examples.
  - Coating techniques (spin coating, slot-die, blade coating).
- Drying / Annealing techniques (thermal / photonic).

4. Functional inks (inks for printed electronics, in particular): A. Blayo (INP Pagora, Grenoble)

- Specific constraints (graphic inks vs. functional inks).



- Functional materials used for inks:
  - Conductive materials (metallic and carbon particles and nanoparticles, conductive polymers, etc.).
  - Dielectric materials.
  - Semiconductor materials (for PV and OLED applications, for example).
  - X-chrome materials.
- Specific measurements of the properties of the printed film (conductivity, for example).

Practical work: Screen printing techniques (H. Boujtita, Nantes)

Visits of companies will allow students to have concrete applications of the content of this course: ARMOR La Chevrolière, world specialist in ink chemistry and printing processes, and SERIBASE Château-Gontier, a company specializing in screen printing techniques

### Knowledge and expected skills

- Know the main principles of formulation and formatting.
- Know the main operating principles of characterization techniques.
- Use the methods of data collection and qualitative and quantitative data processing.
- Analyze and synthesize data with a view to their exploitation.
- Define the methods, the means of study and their implementation (adequacy of the characterization technique to the parameter studied).

Uc  
3

## Synthesis

### Molecular engineering of pi-conjugated systems

Responsible : David Canevet

Teachers : David Canevet (Univ. Angers), Philippe Leriche (Univ. Angers), François-Xavier Felpin (Univ. Nantes), Christophe Darcel (Univ. Rennes)

### Objectives

This teaching block is dedicated to the main families of pi-conjugated systems used in organic electronics and photonics. The synthesis and functionalization of photo- and electroactive organic architectures will be discussed. A particular attention will be paid to the impact of functionalization over physico-chemical properties. In a pluridisciplinary manner, this unit will also raise awareness to the basic concepts of green chemistry and the interest of non-noble metals in synthesis.

### Content

- Classic organometallic coupling reactions (Pd, Ni or Cu catalysts): Stille, Heck, Kumada, Sonogashira, Suzuki, Negishi.
- Direct arylations (directed or not), applications to aromatic heterocycles.
- Click chemistry (Cu, Ru) and C-H activation.
- Metathesis reactions, principles, (diastereo)selectivities.
- Amination and sulfuration reactions to design new syntheses of pi-conjugated systems.
- Interest of non noble metals in synthesis.
- Main electro- and photoactive organic derivatives.
  - Nanocarbons: fullerenes, nanotubes and graphene.
  - Perylene, naphthalene, porphyrin, phthalocyanin, tetrathiafulvalene.
  - Pigments (diketopyrrolopyrrole, isoindigo, Bodipy etc ...).



- Thiophene, furane, pyrrole, dithienopyrrole, fluorene, carbazole, phenylenevinylene, phenyleneethynylene ...
- Organometallic complexes displaying optoelectronic properties.
- Design, synthesis, reactivity and functionalisation of these monomers.
- Design and synthesis of extended pi-conjugated systems (oligomers and polymers displaying a weak band gap).
- Analysis of structure/properties relationships and importance of these derivatives.
- Green chemistry applied to pi-conjugated molecules (12 principles of green chemistry, atom economy, calculations of E factor).

### Knowledge and expected skills

- Understand the reactivity of organometallic catalysts and their interest in molecular and macromolecular synthesis (C-C, C-heteroatom bond formation, direct arylations, metathesis).
- Handle the main synthetic methods to prepare pi-conjugated systems (heterocyclic chemistry, organometallic coupling reactions, polymerization strategies, cycloadditions).
- Design the retrosynthesis of a given pi-conjugated system by taking into account the concepts of green chemistry.
- Understand the main principles of molecular engineering (polarity vs polarizability, extension and functionalisation of conjugated systems, dyes, pigments,...).
- Comprehend the methods developed to fine-tune the levels of frontier orbitals and the band gap of molecular materials for organic electronics and photonics.
- Use spectroscopic or electrochemical measurements to study a conjugated system and evaluate its potential in organic electronics.
- Know the main classes of molecular and macromolecular systems reported in the literature and their respective synthesis
- Different nanocarbons and proposing well-suited functionalization strategies

### Supramolecular chemistry

Responsible : David Canevet

Teachers : David Canevet (Univ. Angers), Abdel El-Ghayoury (Univ. Angers), Sébastien Goeb (Univ. Angers), Stéphane Rigaut (Univ. Rennes)

### Objectives

This teaching unit provides the conceptual bases of supramolecular chemistry, a modern axis of chemistry centered on non-covalent interactions that is playing a key role in materials science and in particular in designing organized structures for complex functions, including at the macroscopic scale (molecular receptors, sensors, molecular machines, ...). The aim is to show students how this transverse new field of chemistry, often inspired by biological processes, can allow through a well-balanced use of various tools of chemistry (organic synthesis, coordination chemistry, spectroscopies, physical chemistry, analytical chemistry), to control the structuring and the properties of different classes of materials, on scales ranging from nano- to micrometric sizes. In particular, mastering these tools allow to design sophisticated supramolecular objects whose complexity could not be reached through traditional covalent synthesis.

The first part of this teaching unit is related to the foundations on which is built this transverse field of chemistry (nature and characterization of non-covalent interactions, self-assembly and molecular recognition processes towards discrete structures, designing molecular receptors). The module continues with an extension of these concepts to the case of supramolecular polymerization (gels), and then to the rational use of the C-metal coordination bond for the construction of various supramolecular architectures



and beyond, till the design of dynamic structures (molecular machines). The complexity of the resulting systems is illustrated with the help of various recent examples from the literature. Also, practical work sessions (10h) allow to tackle several of these aspects. Finally, this course aims at stimulating the creativity of students in order to integrate the corresponding concepts into the different application areas which are considered in the other modules of the Master LUMOMAT.

## **Content**

Supramolecular Chemistry: basics (9h)

- From molecular to supramolecular chemistry.
- Supramolecular interactions.
- Characterization of supramolecular structures.
- Host molecules for the recognition of cations, anions and neutral molecules.
- Chemosensors.
- Molecular flasks.
- Supramolecular catalysis.

Supramolecular polymerization (4h)

- Physical and chemical gels.
- Application fields (conducting materials, mesophases, self-healing systems,...).
- Description of supramolecular polymerization processes (isodesmic, cooperative, chain-growth).
- Chirality and supramolecular polymers (“sergeant and soldiers” and “majority rules” experiments).
- H and J aggregates.

Supramolecular Chemistry based on metal (12h)

- Basics and tools.
- Self-assembling: helicates.
- Self-assembling: grids, ladders and racks.
- Self-assembling: molecular polygons and polyhedra.
- Catenanes, rotaxanes and molecular knots.
- Molecular machines.
- Supramolecular polymers.

## **Knowledge and expected skills**

- Know and identify non-covalent interactions.
- Know main families of natural and synthetic receptors (including their synthetic access).
- Apply various analytical methods for addressing the thermodynamics of host-guest complexes.
- Know new concepts associated to the reactivity in confined spaces.
- Understand the supramolecular polymerization mechanisms (isodesmic, cooperative, ...).
- Know the metal-directed strategies towards discrete and polymeric supramolecular structures based on metals.
- Know interlocked, stimuli-responsive and dynamic systems.





## Characterisations and organic photonics

### Photophysics and photochemistry

Responsible : Matthieu Loumagne

Teachers : Matthieu Loumagne (Univ. Angers), Frédéric Paul (Univ. Rennes), Fabrice Odobel (Univ. Nantes)

### Objectives

This course aims at developing further the concepts seen in M1 on the fundamentals and application of photophysics. The main objective is to give to chemist students a training base for tackling theoretical models from scientific literature and understanding the link between the chemical and electronic structure of a molecule and its optical and photophysical properties. The main notions of photochemistry, photophysics (including basics of nonlinear optics, of electron and energy transfer) and their application to biological photosynthesis, and artificial photosynthesis will be taught.

### Content

- Basic characteristics of light sources (intensity, spectrum, polarization, coherence, ...) and basic physics principle of light emission (black body, spectral lamp, LED, laser, ...).
- Basic understanding of the physics principles of light-matter interaction (light scattering and absorption).
- Reminders on the concepts seen in M1 of Jablonski diagram, quantum efficiency and fluorescence lifetime.
- Measure and analysis of fluorescence decays (TCSPC method).
- Dynamic and static quenching of fluorescence (Stern-Volmer model).
- Introduction to solvatochromic effects and fluorescence anisotropy.
- Nonlinear polarisation of light: effects and applications.
- Engineering of Molecules for Second-Order Nonlinear Optics.
- Light-absorption and Electron-transfer: Marcus theory and «optical» electron-transfer vs. photoinduced-electron transfer (PET).
- Introduction to mixed-valence complexes and molecular wires.
- Other applications of PET.
- Photoinduced energy transfer, theories of Förster and Dexter. Molecular examples with systems applied to amplify light harvesting.
- Artificial photosynthesis, basic concepts, molecular and hybrid systems for the conversion of sunlight into chemical potential.

### Knowledge and expected skills

This course, mainly intended to synthetic chemists, aims to teach the principles of the formation of excited states under UV-visible radiation. It should enable them to assess the reactivity of excited states and their monomolecular (photophysical) evolution as well as their transformations by bimolecular interactions. The students should be able, in fine, to use the basic principles pertaining to interactions between light and molecules, taught in this course, to usefully design molecular systems adapted to a given task. This means:

- Mastering the representation and properties of photo-excited states, relaxation processes and physico-chemical properties of excited states.
- Use of fluorescence and Stern-Volmer processing as well as notions of quantum fluorescence yield to help decipher the mechanisms of electron or energy transfer. The latter are related to the conservation theory of orbital symmetry.
- Mastering basic notions to design NLO-active (hyperpolarisable) molecules.
- Mastering the photoinduced electron-transfer and energy transfer phenomena, including Förster / Dexter type energy-transfers and some basics of Marcus theory related

to electron-transfer with a special emphasis to donor-acceptor systems.

– Knowledge on the different approaches to realize artificial photosynthesis and associated processes.

> Experimental lab – 8h

– Basic optical experiments in order to illustrate the notion of polarization of light. Application to polarized microscopy.

– Basic optical experiments on diffraction in order to illustrate the working principle of spectrophotometer and monochromator.

– Measurement of the spectra of several light sources.

– Halide (Cl<sup>-</sup>) quenching of quinine sulfate fluorescence.

– Fluorescence lifetime measurement and analysis.

– Brève introduction à la microfluidique pour la manipulation des fluides in situ avant leur caractérisation.

## **Techniques of spectroscopies and microscopies**

Responsible : Régis Barillé

Teachers : Régis Barillé (Univ. Angers), Bernard Humbert (Univ. Nantes)

### **Objectives**

The objective of this module is first to complete the knowledge of the student on the microscopy techniques already approached in M1. Advanced microscopy techniques such as X microscopy (STXM, tomography), and near field microscopy (AFM, STM, SNOM) in the aim to acquire informations (dimensions, shape, composition, structuring) at the nanometric scale will be discussed without going deeply into the physics of these techniques, but simply as characterization tools for a student chemist. The goal is to answer the question: What is the useful technique to get important informations to know? With the same objective, Raman spectroscopy will be described as a tool for characterizations and applications.

### **Content**

> *X and electron microscopy sciences*

– Spectroscopies with electron microscopes : EELS et EDX

– Spectroscopy of X absorption in synchrotron : XANES et EXAFS

– Electron spectroscopy for surface characterization: XPS

> *Near-field Microscopies*

– AFM : contact mode (c-AFM), non-contact (nc-AFM), intermittent contact (t-AFM), lateral forces (lf-AFM), specific interactions, force spectroscopy.

– SNOM: Optical near-field, operating principle, type of set-up, experimental set-up

– STM: topographic mode (I-V constant or constant tip-sample distance) and tunnel-effect spectroscopy (STS).

> *Raman Spectroscopy*

– Relation of molecular-structures - macroscopic phenomena (physical origin of the refractive index, absorption, diffusion).

– Application of Raman spectroscopy in microscopy.

– Main sources of light (white source, LED, Laser diode) : materials and temporal and spectral characteristics.

– Principles of Raman and Resonance Raman spectroscopy.

– Extension on non-linear spectroscopy (second harmonic generation, emission with biphotonic absorption).



## Knowledge and expected skills

- Be able to explain the fundamental differences between spectroscopic methods presented for the characterization of materials (XPS, XANES, EDX, EELS).
- Know how to choose the best characterization technique based on the sample concerned.
- Know how to choose which microscopies for the best characterization of materials and surfaces.
- Be able to use and interpret imaging results obtained with near-field microscopies.
- Be able to understand the relevance of scientific articles based on spectroscopic studies and near-field characterization of materials.

## Light-matter interaction for biology

Responsible : Elena Ishow

Teachers : Elena Ishow (Univ. Nantes), Olivier Mongin (Univ. Rennes)

## Objectives

Light has become a key tool in biology to image and study living matter, probe specific locations in tissues and cells, and very recently trigger biological events. In a broader sense, biophotonics, coupling light and life, can be regarded as a strongly interdisciplinary topic at the interface of chemistry, biology and physics. Chemistry therefore plays a major role to provide specifically designed chemicals as a function of the biological issues to be addressed and the resorted detection optical setups, especially optical microscopes. In this course, two main aspects will be interrogated. The first part will be devoted to the stakes of optical bioimaging with respect to the current diagnostic technologies and tackle the in vitro-in vivo continuum through the presentation of appropriate luminescent molecules and nanomaterials. The challenge for deep light penetration and high sensitivity in tissues will be addressed through the introduction of more established (two-photon microscopy) or emerging (photoacoustics) techniques and the targeted labels or probes thereof. The second part will rely on the photoactivation of photophysical and chemical processes in a controlled and remote manner to either induce damaged cell apoptosis (photodynamic therapy), or photoswitch the activity of drugs, enzymes, cell attachment or ion transporters (photopharmacology).

## Content

### I. Optical bioimaging

1. Stakes
2. Design of luminescent labels and probes
  - molecular agents,
  - photoactive nanoparticles,
  - probing the biological surroundings.
3. Two-photon microscopy for improved sensitivity
  - fundamentals,
  - optical setup,
  - nonlinear optical labels.
4. Photoacoustic microscopy for improved depth detection
  - principles,
  - main endogenous and exogenous tracers.

### II. Photobiology

1. Photodynamic therapy
  - principles,
  - structural evolution of photosensitizers,
  - in the clinics.



2. Photopharmacology
- structural requirements,
  - drug photo-uncaging,
  - photoswitches for structural and functional photoregulation.

### **Knowledge and expected skills**

- The students can master the bases of optical bioimaging with regard to the main detection technologies in terms of sensitivity, spatial resolution, and detection rate.
- The students can delineate the complexity and constraints of biological media and propose the design of biocompatible emissive labels.
- The students can identify the main functional components of a photoactive label and anticipate the most adequate bioimaging technique and responses.
- The students can propose photochemical or photophysical explanations to support the observed phototriggered biological.

### **Previous Knowledge**

Thorough knowledge of the fundamental concepts of organic chemistry (main functions and reactivities,  $\pi$ -conjugated structures, inductive and mesomeric effects), physical chemistry (intermolecular forces, acido-basicity, photophysics) at the bachelor and master 1 chemistry level.

### **Electrochemistry of modified surfaces**

Responsible : Tony Breton

Teachers : Tony Breton (Univ. Angers), Christelle Gautier (Univ. Angers), Charles Cougnon (Univ. Angers), Olivier Alev que (Univ. Angers), Christine Lagrost (Univ. Rennes)

### **Objectives**

The objective of this module is to train students in surface functionalization at the nanometric scale and bring skills in the electrochemical characterization of surface and divided nanomaterials.

### **Content**

The different conductive surface modification methods will be presented and their study will be detailed through practical work. The characterization of these nanomaterials will be studied via electrochemical and coupled techniques (electrochemical microbalance, spectro-electrochemistry, electrochemical microscopy). Finally, applications in catalysis, luminescence and energy storage will be the subject of case studies.

### **Knowledge and expected skills**

- Know the different surface functionalization processes for massive and divided materials (nanoparticles, carbon nanotubes, graphene).
- Identify the variables allowing to play on the surface coverage, the interfacial activity and the electroactivity of the materials.
- Know how to reason about the different parameters of a cyclic voltammogram (Epic, Ipic ...) and distinguish the electrochemical rules usable for electroactive materials
- Calculate surface coverages via the study of voltammetric and gravimetric results.
- Know which characterization technique to use to obtain structural information by exploiting simple spectra of advanced techniques.
- Understand the processes that govern electrocatalysis, luminescence or energy storage on nanoscale materials.



## Materials and electronics

### Molecular materials, hybrids, nanomaterials

Responsible : Narcis Avarvari

Teachers : Narcis Avarvari (Univ. Angers), Rémi Dessapt (Univ. Nantes), Lenaïc Lartigue (Univ. Nantes), Dominique Lorcy (Univ. Rennes), Jeanne Crassous (Univ. Rennes), Fabrice Pointillart (Univ. Rennes), Nicolas Zigon (TP, Univ. Angers), Flavia Pop (TP, Univ. Angers), Hélène Brault (Univ. Nantes)

### Objectives

This module aims at presenting the main families of functional hybrid organic-inorganic materials and nanomaterials, commonly encountered in applications of condensed matter physics (conducting and magnetic molecular materials), photonics (optical protection, surface plasmon resonance sensing) or in health, especially in nanomedicine (diagnosis, therapy). A particular focus will be dedicated to the fabrication of hybrid systems present in many areas thanks to the complementarity provided by the constituting organic and inorganic bricks. The main coupling methods of the complementary entities will be developed together with the experimental techniques to characterize the composition and structure of the hybrid architectures thus obtained.

### Content

– 1. Conducting molecular materials:

Synthesis of molecular materials precursors: electroactive  $\pi$ -conjugated organic and organometallic molecules (several examples of donor and acceptors: TTF; bis(dithiolene) complexes of Ni, Pd, Pt, Au; TCNQ. Functionalization/introduction of non-covalent interactions: hydrogen, halogen, chalcogen. Intermolecular interactions in the solid – Open shell molecules: - neutral radicals, stabilization, delocalization – two-stage redox systems (Würster, Weitz) – overlap interactions in the solid – mixed valence dimers – 1D materials – band structures – Peierls transition.

– 2. Magnetic molecular materials:

Introduction to fundamentals of magnetism of the transition metals. Magnetism of the essential lanthanide ions for our society. Single-Molecule Magnets as potential materials for high-density data storage applications.

– 3. Hybrid materials:

The concept hybrid, definitions and synthetic strategies (sol-gel, grafting, self-assembly, intercalation, coordination)

Classification of hybrid organic-inorganic materials (classes 1 and 2). The main families of amorphous and crystalline hybrid materials (organo-mineral polymers, functionalized silica, coordination polymers (CPs or MOFs), hybrid polyoxometallates, halometallates, phosphonates). Crystalline structure-properties relationship (luminescence, photo- and electrochromism, ferroelectricity, multiferroics, semi-conductors).

– 4. Nanomaterials:

Definition, history, classification.

Mechanism of formation and stabilization of nanoparticles (thermodynamic and kinetic aspects).

Synthesis of organic and inorganic nanoparticles. Properties (photophysics and plasmonics).

Functionalization and bio-conjugation.

Nanomedicine (delivery of the active principle and outcome in the body).

### Knowledge and expected skills

– Know the characteristics and properties of PCPs (or MOFs).

– Apprehend the chemistry and optical and redox properties of polyoxometallates.



- Recognize the different interactions (weak or strong) in a hybrid organic-inorganic material.
- Synthesis of the main electroactive precursors.
- Analyze the band structures of molecular solids.
- Comprehend the basis of molecular magnetism of lanthanide complexes.
- Know how to define a synthetic strategy to prepare a nanoparticle system with specific properties

## Organic electronics

Responsible : Philippe Blanchard

Teachers : Philippe Blanchard (Univ. Angers), Clément Cabanetos (Univ. Angers), Muriel Hissler (Univ. Rennes), Fabrice Odobel (Univ. Nantes), Emmanuel Jacques (Univ. Rennes), Laurent Fontaine (Univ. Le Mans), Sylvie Dabos (TP, Univ. Angers), Yann Pellegrin (TP, Univ. Nantes), Factory visit : ARMOR

## Objectives

Organic conducting and semiconducting materials based on  $\pi$ -conjugated systems or organic/inorganic hybrid materials have become essential components in the field of low-cost flexible electronics. They are used in three key technological areas with very high industrial development potential: organic light-emitting diodes for lighting and displays, organic field-effect transistors and photovoltaic cells. The main objectives of this course are to: i) present these classes of organic and organic/inorganic hybrid materials, their properties and their characterization methods, ii) establish structure / property relationships and iii) describe the operating principle of electronic components incorporating such materials as well as the laws that govern their efficiencies. The physical methods used for the characterization of the performance of these devices will also be introduced in order to give a global vision of their design, manufacturing and evaluation. Although this course does not intend to dwell on synthesis of  $\pi$ -conjugated systems, a specific attention will be paid to the chemical and electrochemical synthesis of polymers for electronic organics as well as their application in the fields of electro- chemical and optical sensors, transparent conducting or electrochromic materials.

## Content

> *Introduction to  $\pi$ -conjugated systems for Organic Electronics*

- Introduction on Organic Electronics.
- Electronic structures and properties of  $\pi$ -conjugated systems : From the doped state (conducting) to the neutral state (semiconducting).
- Introduction or reminders to various electrochemical and spectroscopic techniques.
- Determination of HOMO (IP) and LUMO (EA) energy levels of organic materials and construction of energy diagrams of electronic organic devices.
- Characterization of the molecular structure of thin-films.

> *Conducting polymers*

- Synthesis by electropolymerization and their characterization.
- Structure / property relationship analysis.
- Application to electrochemical and optical sensors, transparent conducting or electrochromic materials.

> *Organic light-emitting diodes (OLEDs)*

- Operating principle.
- Active materials and optimization (from fully organic materials to Perovskites and quantum dots).
- Fabrication methods and characterization of OLEDs.
- Applications.



> *Organic field-effect transistors (OFETs)*

- Operating principle.
- Active materials and optimization.
- Fabrication methods and characterization of OFETs.
- Applications.

> *Organic solar cells (OSCs)*

- Introduction to the different photovoltaic technologies.
- Operating principle of OSCs.
- Active materials and optimization
- Fabrication methods and characterization of OSCs (theory and practical courses).
- Transfer on an industrial scale: visit of ARMOR®, world specialist in the chemistry of inks and printing processes (near Nantes).

> *Dye-sensitized solar cells (DSSCs)*

- Operating principle
- The components of the DSSC and their optimization.
- Fabrication methods and characterization of DSSCs (theory and practical courses).
- Applications for Building Integrated Photovoltaics (BIPV), Dye-Sensitized Photoelectro-synthetic Cells (DSPECs) and dye sensitized photocatalytic systems.

> *Perovskite solar cells (PSCs)*

- Operating principle
- Active materials and optimization
- Fabrication methods and characterization of PSCs
- Applications

> *Polymers for Organic Electronics :*

- Reminders on polymers and polymer chemistry: main synthetic approaches
- Methods of controlled/living polymerization leading to tailor-made polymers, random, block and graft copolymers, functionalized polymers, etc., with predetermined structure and architecture
- Applications: polymers for organic electronics

**Knowledge and expected skills**

- Establish relationships between molecular structures and properties in solution, in the solid state and in the devices
- Characterize organic compounds endowed with electronic properties
- Work in a multidisciplinary team to produce and characterize electronic devices
- Integrate organic materials into lab scale electronic devices
- Guide technological choices
- Develop or improve tests and trials, manufacturing processes
- Perform measurements and analyzes, collect data, analyze and transmit them
- Know the principles of polymerization, the main families of polymers used for organic electronics and their properties.



## SEMESTER 4

Ue  
1

### STAGE

Responsible : David Canevet

The internships of Master 1 then of **professional integration** of Master 2 did not have the same expectations. The first is intended as an internship to discover the professional environment while the second corresponds to a specialization and to a pre-professionalization (towards research or industry). They are all validated not only from an internship thesis accompanied by an oral defense in front of a jury but also by the evaluation of the supervisor.

**In Master 2, a professional integration internship of at least 20 weeks**, a real springboard to employment or a thesis, is to be completed during semester 4. This internship is carried out either in a research laboratory or in a company. In the first case, it preferably takes place in one of the specialty's reception laboratories. It can also be carried out abroad, for example in an academic laboratory partner of a host laboratory, after mutual agreement. In the case of internships in companies, the place and subject of the internship, which is sought by the student, are previously validated by the persons responsible for the Master. These internships are assessed on the basis of a written report, the oral defense of the work and a note from the internship director. The evaluation jury is made up of a university tutor, a university rapporteur and the person responsible for the day-to-day follow-up of the intern in the host structure (company or university).







Володимир БУГРОВ

Ministère de l'Education et des Sciences de l'Ukraine  
**Université Nationale Taras Shevchenko de Kiev**

CURRICULUM  
pour la formation des candidats à l'enseignement supérieur

**Master Chimie**

# 1. Modules Obligatoires

Code	Matière	contrôle semestriel et final								Credits (ECTs)	Heures									
		Semestre examen	épreuve	Contrôle intermédiaire	projet	pratiques pédagogiques, industrielles	certifications finales	Total	Heures d'enseignement									pratiques pédagogiques, industrielles	certifications finales	
									Heures/ semestre		Contrôle semestriel et final						pratiques pédagogiques, industrielles			certifications finales
											Cours	TP1	TD	Cours individuels individuels	consultations	TP2				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
OK.01	Méthodologie et organisation de la recherche scientifique	1		1						3.0	90	30	14	0	14	0	2	0	60	0
OK.02	Méthodes d'enseignement de la chimie dans les établissements d'enseignement supérieur	1	1							3.0	90	30	14	0	0	0	2	14	60	0
OK.03	Pédagogie de l'enseignement supérieur et compétences pédagogiques des enseignants	1	1							3.0	90	30	14	0	14	0	2	0	60	0
OK.04	Éthique professionnelle et d'entreprise	1		1						3.0	90	30	14	0	14	0	2	0	60	0
OK.05	Méthodes statistiques et combinatoires en chimie	1		1						4.0	120	40	15	0	0	0	0	25	80	0
OK.06	Chimie supramoléculaire	1	1							5.0	150	50	20	0	0	0	0	30	100	0
OK.07	Fondements chimiques de la vie	1		1						4.0	120	40	30	0	0	0	0	10	80	0
OK.09	Psychologie de l'enseignement supérieur	2		1						3.0	90	30	28	0	0	0	2	0	60	0
OK.11	Nanochimie et nanotechnologie	3	1							3.0	90	30	20	0	0	0	0	10	60	0
OK.12	Nanomatériaux fonctionnels	3	1							3.0	90	30	20	0	0	0	0	10	60	0
OK.13	Présentation des résultats de la recherche	4		1						4.0	120	40	0	0	0	0	0	40	80	0
OK.14	Pratique pédagogique	3					1			7.0	210	0	0	0	0	0	0	0	0	210
OK.15	Formation à l'emploi dans le domaine de la recherche et du développement	2					1			5.0	150	0	0	0	0	0	0	0	0	150
OK.16	Pratique avant l'obtention du diplôme	4					1			7.0	210	0	0	0	0	0	0	0	0	210
OK.17	Mémoire de Master	4						1		18.0	540	0	0	0	0	0	0	0	0	540
OK.10	Aspects chimiques de la création de nouveaux matériaux (1 <sup>er</sup> semestre)	1	0	2	0	0	0	0		6.0	180	60	40	0	0	0	0	20	120	0
	Aspects chimiques de la création de nouveaux matériaux (2 <sup>ème</sup> semestre)	2		1						3.0	90	30	20	0	0	0	0	10	60	0
	Aspects chimiques de la création de nouveaux matériaux (3 <sup>ème</sup> semestre)	3		1						3.0	90	30	20	0	0	0	0	10	60	0
OK.18	Examen de qualification globale en chimie	4						1		0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OK.08	Méthodes de détermination de la structure des composés chimiques et des matériaux		1	1	0	0	0	0		9.0	270	90	30	0	0	0	0	60	180	0
	Méthodes de détermination de la structure des composés chimiques et des matériaux (1 <sup>er</sup> semestre).	1		1						3.0	90	30	10	0	0	0	0	20	60	0
	Méthodes de détermination de la structure des composés chimiques et des matériaux (2 <sup>ème</sup> semestre).	2	1							6.0	180	60	20	0	0	0	0	40	120	0
	<b>Total</b>		6	9	0	0	3	2		<b>90.0</b>	2700	530	259	0	42	0	10	219	1060	1110

## 2. Modules Optionnels

### 2.1 Choix des Blocs

#### Blocs des disciplines "Chimie analytique"

Code	Matière	Semestre	contrôle semestriel et final							Credits (ECTs)	Heures									
			examen	épreuve	Contrôle intermédiaire	projet	pratiques pédagogiques, industrielles	certifications finales	Total		Heures d'enseignement									
											Contrôle semestriel et final						Heures/semestre	pratiques pédagogiques, industrielles	certifications finales	
											Cours	TP	TD	Cours individuels	consultations	TP2				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
BB.1.01	Chimie analytique de l'environnement	2							4.0	120	40	30	10	0	0	0	0	80	0	
BB.1.02	Étude de la complexation par des méthodes modernes	2							5.0	150	50	30	20	0	0	0	0	100	0	
BB.1.03	Systèmes microanalytiques et capteurs	2							3.0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0	
BB.1.04	Méthodes modernes de préparation des échantillons	2	1						3.0	90	30	20	0	0	0	0	10	60	0	
BB.1.05	Chimie bioanalytique	3							4.0	120	40	30	10	0	0	0	0	80	0	
BB.1.06	Méthodes d'analyses cinétique et enzymatique	3	1						3.0	90	30	20	10	0	0	0	0	60	0	
BB.1.07	Méthodes d'analyses chromatographiques modernes	3							5.0	150	50	30	20	0	0	0	0	100	0	
BB.1.08	Analyse pharmaceutique	3	1						3.0	90	30	15	0	15	0	0	0	60	0	
	<b>Total</b>			3	0	0	0	0	<b>30.0</b>	900	300	205	70	15	0	0	10	600	0	

#### Bloc de disciplines "Chimie de l'environnement"

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
BB.2.01	Sécurité environnementale des objets naturels	2	1						3.0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
BB.2.02	Migration des produits chimiques dans les conditions de la technogénèse	2	1						3.0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
BB.2.03	Bases inorganiques de la chimie verte	2		1					3.0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
BB.2.04	Chimie des sols	2	1						6.0	180	60	30	0	0	0	0	30	120	0
BB.2.05	Gestion et audit environnementaux	3	1						6.0	180	60	30	0	0	0	0	30	120	0
BB.2.06	Écotoxicologie des éléments chimiques	3		1					3.0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
BB.2.07	Méthodes modernes de recherche sur les objets naturels	3	1						3.0	90	30	15	0	0	0	0	15	60	0
BB.2.08	Aspects chimiques du traitement des déchets	3	1						3.0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
	<b>Total</b>			6	2	0	0	0	<b>30.0</b>	900	300	225	0	0	0	0	75	600	0

#### Bloc de disciplines "Chimie inorganique"

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
BB.3.01	Sections sélectionnées de la chimie inorganique	2		1					3.0	90	30	24	0	0	0	0	6	60	0
BB.3.02	Problèmes modernes de la chimie inorganique	2	1						3.0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
BB.3.03	Chimie des matériaux fonctionnels	2	1						3.0	90	30	15	15	0	0	0	0	60	0
BB.3.04	RMN en chimie inorganique	2	1						6.0	180	60	30	0	0	0	0	30	120	0
BB.3.05	Spectroscopie de luminescence et magnétochimie	3	1						6.0	180	60	30	0	0	0	0	30	120	0
BB.3.06	Complexes métalliques dans les technologies modernes	3	1						3.0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
BB.3.07	Principes fondamentaux de la chimie physique et inorganique	3		1					3.0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
BB.3.08	Caractéristiques de la synthèse des composés inorganiques de coordination des oxydes complexes	3	1						3.0	90	30	20	0	0	0	0	10	60	0
	<b>Total</b>			6	2	0	0	0	<b>30.0</b>	900	300	209	15	0	0	0	76	600	0

### Bloc de disciplines "Chimie organique"

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ББ.4.01	Méthodologie de la synthèse organique	2	1						6.0	180	60	30	0	30	0	0	0	120	0
ББ.4.02	Synthèse de systèmes cycliques enrichis	2	1						3.0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
ББ.4.03	Synthèse et identification de composés hétérocycliques	2	1						3.0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
ББ.4.04	Chimie médicinale moderne	2		1					3.0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
ББ.4.05	Approches sélectionnées pour la synthèse de composés organiques	3	1						6.0	180	60	15	45	0	0	0	0	120	0
ББ.4.06	Chimie des hétéroatomes	3	1						3.0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
ББ.4.07	Neurochimie	3	1						3.0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
ББ.4.08	Processus synchrones	3		1					3.0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
	<b>Total</b>		6	2	0	0	0	0	<b>30.0</b>	900	300	225	45	30	0	0	0	600	0

### Bloc de disciplines "Chimie physique"

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ББ.5.01	Adsorption et forces de surface	2	1						4.0	120	40	20	20	0	0	0	0	80	0
ББ.5.02	Magnétochimie	2		1					3.0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
ББ.5.03	Physico-chimie des sorbants de carbone	2	1						4.0	120	40	20	20	0	0	0	0	80	0
ББ.5.04	Chimie physique des phénomènes interfaciaux	2	1						4.0	120	40	36	4	0	0	0	0	80	0
ББ.5.05	Chimie biophysique	3	1						5.0	150	50	24	26	0	0	0	0	100	0
ББ.5.06	Certaines sections de la chimie théorique	3		1					4.0	120	40	40	0	0	0	0	0	80	0
ББ.5.07	Recherche et analyse de la structure cristalline	3	1						3.0	90	30	20	10	0	0	0	0	60	0
ББ.5.08	Nanosystèmes pour la détection, l'adsorption et la catalyse	3	1						3.0	90	30	24	6	0	0	0	0	60	0
	<b>Total</b>		6	2	0	0	0	0	<b>30.0</b>	900	300	214	86	0	0	0	0	600	0

### Bloc de disciplines "Analyse chimique et gestion d'un laboratoire d'analyse"

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ББ.6.01	Chromatographie liquide haute performance	2	1						5.0	150	50	20	30	0	0	0	0	100	0
ББ.6.02	Contrôle de la qualité des médicaments	2	1						3.0	90	30	15	0	15	0	0	0	60	0
ББ.6.03	Contrôle de la qualité des aliments	2		1					4.0	120	40	40	0	0	0	0	0	80	0
ББ.6.04	Gestion de la qualité des analyses	2	1						3.0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
ББ.6.05	Analyse des substances narcotiques	3	1						3.0	90	30	20	0	0	0	0	10	60	0
ББ.6.06	Chimie analytique des écotoxiques et des	3	1						6.0	180	60	30	30	0	0	0	0	120	0
ББ.6.07	Chromatographie en phase gazeuse et électrophorèse capillaire	3		1					3.0	90	30	20	10	0	0	0	0	60	0
ББ.6.08	Développement et validation de méthodes analytiques	3		1					3.0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
	<b>Total</b>		5	3	0	0	0	0	<b>30.0</b>	900	300	205	70	15	0	0	10	600	0

### Bloc de disciplines "Chimie macromoléculaire »

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
B5.7.01	Recherche en chimie quantique dans le domaine de la chimie des polymères	2		1					3.0	90	30	20	0	0	0	0	10	60	0
B5.7.02	Matériaux polymères à usage médical	2	1						4.0	120	40	30	0	0	0	0	10	80	0
B5.7.03	Phénomènes de relaxation dans les polymères	2		1					4.0	120	40	30	0	0	0	0	10	80	0
B5.7.04	Transformations chimiques dans les polymères	2	1						4.0	120	40	30	0	0	0	0	10	80	0
B5.7.05	Analyse de la structure de phase des polymères	3	1						4.0	120	40	30	0	0	0	0	10	80	0
B5.7.06	Gels de polymères et caractéristiques des solutions de polymères	3	1						4.0	120	40	30	0	0	0	0	10	80	0
B5.7.07	Composites polymères à usage spécifique	3		1					4.0	120	40	30	0	0	0	0	10	80	0
B5.7.08	Physique des polymères	3	1						3.0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
	<b>Total</b>		5	3	0	0	0	0	<b>30.0</b>	900	300	230	0	0	0	0	70	600	0

### Bloc de disciplines "Chimie des composés naturels"

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
B5.8.01	Aspects thématiques de la chimie médicinale	2		1					3.0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
B5.8.02	Biohétérocycles naturels et synthétiques	2	1						3.0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
B5.8.03	Chimie moderne des composés naturels	2	1						6.0	180	60	30	0	0	0	0	30	120	0
B5.8.04	Chimie des lipides et des processus membranaires	2	1						3.0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
B5.8.05	Chimie bioorganique	3	1						6.0	180	60	30	15	0	0	0	15	120	0
B5.8.06	Acides nucléiques. Génomique	3		1					3.0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
B5.8.07	Composés organométalliques naturels	3	1						3.0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
B5.8.08	Chimie des médicaments	3	1						3.0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
	<b>Total</b>		6	2	0	0	0	0	<b>30.0</b>	900	300	240	15	0	0	0	45	600	0

### Bilan

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Total pour le programme d'études		11	12	0	0	3	2	<b>120.0</b>	3600	830	464	70	57	0	10	229	1660	1110

Comprenant :

	Disciplines obligatoires		6	9	0	0	3	2	90.0	2700	530	259	0	42	0	10	219	1060	1110
	Bloc optionnel au libre choix de l'étudiant		5	3	0	0	0	0	30.0	900	300	205	70	15	0	0	10	600	0

### 3. Formation pratique

Codes pratiques	Nom de la pratique (indiquer - éducative/industrielle, avec ou sans interruption de la formation théorique)	Semestre	Durée	
			Semaines	jours (pour la formation en cours d'emploi)
OK.14	Pratique pédagogique	3	0	30
OK.15	Formation pour l'emploi dans le domaine de la recherche et du développement	2	0	19
OK.16	Pratique pré-graduation	4	0	10
<b>Total</b>			0	59.0

Code	Forme et intitulé de l'évaluation finale	Semestre
OK.17	Mémoire de Maîtrise	4
OK.18	Examen de qualification globale en chimie	4

### Tableau récapitulatif

Répartition par semestre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Nombre de semaines de cours théoriques	15	19	15	10									59
Nombre d'heures de cours théoriques	280	270	240	40									830
Nombre moyen d'heures de cours par semaine	18	14	16	4									52
Nombre de crédits ECTS	28	32	31	29									120
Nombre d'examens	3	4	4	0									11
Nombre de tests	5	3	3	1									12
Nombre de travaux de fin d'études	0	0	0	0									0
Pratiques pédagogiques et industrielles	0	1	1	1									3
Certification finale	0	0	0	2									2

Conditions d'obtention d'une qualification professionnelle :

Sous réserve de la sélection d'un bloc de disciplines spécialisées dans le programme d'études, de l'obtention d'une note d'au moins 75 points lors de la certification finale (examen de qualification globale) et de la soutenance d'un mémoire de master avec une note d'au moins 75 points, une décision distincte de la commission d'examen attribue le titre professionnel de chimiste.

Sous réserve de la sélection d'un bloc de disciplines spécialisées dans le programme d'études et de l'obtention du diplôme, le programme d'études se compose des éléments suivants :

conformément aux : Norme de l'enseignement supérieur de l'Ukraine dans la spécialité 102 Chimie du deuxième niveau (master) de l'enseignement supérieur

conformément aux : exigences de la norme de la faculté de chimie

Approuvé lors de la réunion du Conseil académique Procès-verbal

Doyen de la Faculté (Directeur de l'Institut)

Zatверджено на засіданні Вченої ради	хімічного факультету
Протокол № 7 від 16.10.2022 року	
Декан факультету (Директор інституту)	<i>Юліан ВОЛОВЕНКО</i> (підп.)

"Accepté"

CNG pour l'organisation du processus éducatif





### III. План навчального процесу

Шифр навчальних дисциплін і практик	НАЗВА ДИСЦИПЛІНИ	Семестр	Семестровий та підсумковий контроль						Кредити	Години									
			Екзамен	Залки	Проміжний контроль	Курсові проекти / роботи	Навчальні та виробничі практики	Підсумкові атестації		всього	Навчальні заняття						Самостійна робота	Навчальні та виробничі практики	
											з них:								
											лекції	лабораторні	семінарські	індивідуальні заняття	консультації	практичні			
ОК.01	Методологія та організація наукових досліджень з основами інтелекту	1		1					3,0	90	30	14	0	14	0	2	0	60	0
ОК.02	Методика викладання хімії у закладах вищої освіти	1	1						3,0	90	30	14	0	0	0	2	14	60	0
ОК.03	Педагогіка вищої школи та педагогічна майстерність викладача	1	1						3,0	90	30	14	0	14	0	2	0	60	0
ОК.04	Професійна та корпоративна етика	1		1					3,0	90	30	14	0	14	0	2	0	60	0
ОК.05	Статистичні та комбінаторні методи в хімії	1		1					4,0	120	40	15	0	0	0	0	25	80	0
ОК.06	Супрамолекулярна хімія	1	1						5,0	150	50	20	0	0	0	0	30	100	0
ОК.07	Хімічні основи життя	1		1					4,0	120	40	30	0	0	0	0	10	80	0
ОК.09	Психологія вищої школи	2		1					3,0	90	30	28	0	0	0	2	0	60	0
ОК.11	Нанохімія і нанотехнологія	3	1						3,0	90	30	20	0	0	0	0	10	60	0
ОК.12	Функціональні наноматеріали	3	1						3,0	90	30	20	0	0	0	0	10	60	0
ОК.13	Презентація результатів наукових досліджень	4		1					4,0	120	40	0	0	0	0	0	40	80	0
ОК.14	Асистентська практика	3					1		7,0	210	0	0	0	0	0	0	0	0	210
ОК.15	Науково-дослідна практика без відриву від теоретичного навчання	2					1		5,0	150	0	0	0	0	0	0	0	0	150
ОК.16	Переддипломна практика	4					1		7,0	210	0	0	0	0	0	0	0	0	210
ОК.17	Кваліфікаційна робота магістра	4					1		18,0	540	0	0	0	0	0	0	0	0	540
ОК.10	Хімічні аспекти створення новітніх матеріалів (всього)		0	2	0	0	0	0	6,0	180	60	40	0	0	0	0	20	120	0
	Хімічні аспекти створення новітніх матеріалів (2-й семестр)	2		1					3,0	90	30	20	0	0	0	0	10	60	0
	Хімічні аспекти створення новітніх матеріалів (3-й семестр)	3		1					3,0	90	30	20	0	0	0	0	10	60	0
ОК.18	Комплексний кваліфікаційний іспит за спеціальністю "Хімія"	4					1		0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ОК.08	Методи встановлення структури хімічних сполук та матеріалів (всього)		1	1	0	0	0	0	9,0	270	90	30	0	0	0	0	60	180	0
	Методи встановлення структури хімічних сполук та матеріалів (1-й сем)	1		1					3,0	90	30	10	0	0	0	0	20	60	0
	Методи встановлення структури хімічних сполук та матеріалів (2-й сем)	2	1						6,0	180	60	20	0	0	0	0	40	120	0
	Всього		6	9	0	0	3	2	90,0	2700	530	259	0	42	0	10	219	1060	1110

#### 1. Обов'язкові навчальні дисципліни



### 3. Дисципліни вільного вибору студента

#### 3.1 Вибір блоками

##### Блок дисциплін "Аналітична хімія"

ВБ.1.01	Аналітична хімія навколишнього середовища	2	1						4,0	120	40	30	10	0	0	0	0	80	0
ВБ.1.02	Дослідження комплексоутворення сучасними методами	2	1						5,0	150	50	30	20	0	0	0	0	100	0
ВБ.1.03	Мікроаналітичні системи і сенсори	2	1						3,0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
ВБ.1.04	Сучасні методи пробопідготовки	2		1					3,0	90	30	20	0	0	0	0	10	60	0
ВБ.1.05	Біоаналітична хімія	3	1						4,0	120	40	30	10	0	0	0	0	80	0
ВБ.1.06	Кінетичні і ферментативні методи аналізу	3		1					3,0	90	30	20	10	0	0	0	0	60	0
ВБ.1.07	Сучасні хроматографічні методи аналізу	3	1						5,0	150	50	30	20	0	0	0	0	100	0
ВБ.1.08	Фармацевтичний аналіз	3		1					3,0	90	30	15	0	15	0	0	0	60	0
	Всього		5	3	0	0	0	0	30,0	900	300	205	70	15	0	0	10	600	0

##### Блок дисциплін "Екологічна хімія"

ВБ.2.01	Екологічна безпека природних об'єктів	2	1						3,0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
ВБ.2.02	Міграція хімічних речовин в умовах техногенезу	2	1						3,0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
ВБ.2.03	Неорганічні основи зеленої хімії	2		1					3,0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
ВБ.2.04	Хімія ґрунтів	2	1						6,0	180	60	30	0	0	0	0	30	120	0
ВБ.2.05	Екологічний менеджмент та аудит	3	1						6,0	180	60	30	0	0	0	0	30	120	0
ВБ.2.06	Екотоксикологія хімічних елементів	3		1					3,0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
ВБ.2.07	Сучасні методи дослідження природних об'єктів	3	1						3,0	90	30	15	0	0	0	0	15	60	0
ВБ.2.08	Хімічні аспекти переробки відходів	3	1						3,0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
	Всього		6	2	0	0	0	0	30,0	900	300	225	0	0	0	0	75	600	0

##### Блок дисциплін "Неорганічна хімія"

ВБ.3.01	Вибрані розділи неорганічної хімії	2		1					3,0	90	30	24	0	0	0	0	6	60	0
ВБ.3.02	Сучасні проблеми неорганічної хімії	2	1						3,0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
ВБ.3.03	Хімія функціональних матеріалів	2	1						3,0	90	30	15	15	0	0	0	0	60	0
ВБ.3.04	ЯМР в неорганічній хімії	2	1						6,0	180	60	30	0	0	0	0	30	120	0
ВБ.3.05	Люмінесцентна спектроскопія та магнетохімія	3	1						6,0	180	60	30	0	0	0	0	30	120	0
ВБ.3.06	Металокомплекси в сучасних технологіях	3	1						3,0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
ВБ.3.07	Основи фізико-неорганічної хімії	3		1					3,0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
ВБ.3.08	Особливості синтезу неорганічних сполук	3	1						3,0	90	30	20	0	0	0	0	10	60	0
	Всього		6	2	0	0	0	0	30,0	900	300	209	15	0	0	0	76	600	0

## Блок дисциплін "Органічна хімія"

ВБ.4.01	Методологія органічного синтезу	2	1					6,0	180	60	30	0	30	0	0	0	120	0
ВБ.4.02	Синтез sp <sup>3</sup> -збагачених циклічних систем	2	1					3,0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
ВБ.4.03	Синтез та ідентифікація гетероциклічних сполук	2	1					3,0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
ВБ.4.04	Сучасна медична хімія	2		1				3,0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
ВБ.4.05	Вибрані підходи до синтезу органічних сполук	3	1					6,0	180	60	15	45	0	0	0	0	120	0
ВБ.4.06	Гетероатомна хімія	3	1					3,0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
ВБ.4.07	Нейрохімія	3	1					3,0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
ВБ.4.08	Синхронні процеси	3		1				3,0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
	Всього		6	2	0	0	0	30,0	900	300	225	45	30	0	0	0	600	0

## Блок дисциплін "Фізична хімія"

ВБ.5.01	Адсорбція і поверхневі сили	2	1					4,0	120	40	20	20	0	0	0	0	80	0
ВБ.5.02	Магнетохімія	2		1				3,0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
ВБ.5.03	Фізична хімія вуглецевих сорбентів	2	1					4,0	120	40	20	20	0	0	0	0	80	0
ВБ.5.04	Фізична хімія міжфазних явищ	2	1					4,0	120	40	36	4	0	0	0	0	80	0
ВБ.5.05	Біофізична хімія	3	1					5,0	150	50	24	26	0	0	0	0	100	0
ВБ.5.06	Вибрані розділи теоретичної хімії	3		1				4,0	120	40	40	0	0	0	0	0	80	0
ВБ.5.07	Дослідження та аналіз кристалічної будови	3	1					3,0	90	30	20	10	0	0	0	0	60	0
ВБ.5.08	Наносистеми в сенсориці, адсорбції та каталізі	3	1					3,0	90	30	24	6	0	0	0	0	60	0
	Всього		6	2	0	0	0	30,0	900	300	214	86	0	0	0	0	600	0

## Блок дисциплін "Хімічний аналіз і менеджмент аналітичної лабораторії"

ВБ.6.01	Високоєфективна рідинна хроматографія	2	1					5,0	150	50	20	30	0	0	0	0	100	0
ВБ.6.02	Контроль якості лікарських засобів	2	1					3,0	90	30	15	0	15	0	0	0	60	0
ВБ.6.03	Контроль якості харчових продуктів	2		1				4,0	120	40	40	0	0	0	0	0	80	0
ВБ.6.04	Управління якістю аналізу	2	1					3,0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
ВБ.6.05	Аналіз наркотичних речовин	3	1					3,0	90	30	20	0	0	0	0	10	60	0
ВБ.6.06	Аналітична хімія еко- та біотоксикантів	3	1					6,0	180	60	30	30	0	0	0	0	120	0
ВБ.6.07	Капілярна газова хроматографія та капілярний електрофорез	3		1				3,0	90	30	20	10	0	0	0	0	60	0
ВБ.6.08	Розробка і валідація методик аналізу	3		1				3,0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
	Всього		5	3	0	0	0	30,0	900	300	205	70	15	0	0	10	600	0

Блок дисциплін "Хімія високомолекулярних сполук"

ВБ.7.01	Квантово-хімічні дослідження в полімерній хімії	2		1					3,0	90	30	20	0	0	0	0	10	60	0
ВБ.7.02	Полімерні матеріали медичного призначення	2	1						4,0	120	40	30	0	0	0	0	10	80	0
ВБ.7.03	Релаксаційні явища в полімерах	2		1					4,0	120	40	30	0	0	0	0	10	80	0
ВБ.7.04	Хімічні перетворення в полімерах	2	1						4,0	120	40	30	0	0	0	0	10	80	0
ВБ.7.05	Аналіз фазової структури полімерів	3	1						4,0	120	40	30	0	0	0	0	10	80	0
ВБ.7.06	Полімерні гелі та особливості розчинів полімерів	3	1						4,0	120	40	30	0	0	0	0	10	80	0
ВБ.7.07	Полімерні композити спеціального призначення	3		1					4,0	120	40	30	0	0	0	0	10	80	0
ВБ.7.08	Фізика полімерів	3	1						3,0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
	Всього		5	3	0	0	0	0	30,0	900	300	230	0	0	0	0	70	600	0

Блок дисциплін "Хімія природних сполук"

ВБ.8.01	Актуальні аспекти медичної хімії	2		1					3,0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
ВБ.8.02	Природні та синтетичні біогетероцикли	2	1						3,0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
ВБ.8.03	Сучасна хімія природних сполук	2	1						6,0	180	60	30	0	0	0	0	30	120	0
ВБ.8.04	Хімія ліпідів і мембранних процесів	2	1						3,0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
ВБ.8.05	Біоорганічна хімія	3	1						6,0	180	60	30	15	0	0	0	15	120	0
ВБ.8.06	Нуклеїнові кислоти. Геноміка	3		1					3,0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
ВБ.8.07	Природні елементарноорганічні сполуки	3	1						3,0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
ВБ.8.08	Хімія лікарських засобів	3	1						3,0	90	30	30	0	0	0	0	0	60	0
	Всього		6	2	0	0	0	0	30,0	900	300	240	15	0	0	0	45	600	0

	Всього за навчальним планом		11	12	0	0	3	2	####	3600	830	464	70	57	0	10	229	1660	1110
	у тому числі																		
	обов'язкові дисципліни		6	9	0	0	3	2	90,0	2700	530	259	0	42	0	10	219	1060	1110
	вибір факультетів / інститутів																		
	вільний вибір студента		5	3	0	0	0	0	30,0	900	300	205	70	15	0	0	10	600	0

