

## PLANNING MODULES SF 2023-24

### Cycle de conférences en Chimie (A. DEQUIDT)

**Inscriptions ouvertes – merci de consulter régulièrement le site internet pour connaître la prochaine conférence.**

Module validé après avoir suivi 10 conférences (tout au long de votre doctorat)

### Environnement (P. BESSE-HOGGAN)

Le module s'organise autour de 8 conférences animées par des intervenants extérieurs et de l'UCA sur des thématiques variées liées à l'environnement (ex : traitements pour la dépollution, problématique des plastiques, écosystèmes atmosphériques, recyclage des déchets, nucléaire, devenir environnemental des contaminants, point de vue des SHS aux problèmes environnementaux, etc.). Un temps pour des échanges (questions, commentaires, discussion) entre doctorants et chercheurs est prévu après chaque conférence.

6 juin 9h- 12h puis 14h – 17h30

7 juin 9h- 12h puis 14h – 17h30

### Faire une planète habitable (D. ANDRAULT)

L'enseignement comportera trois parties:

#### **"LA PLANETE JEUNE"**

Les stades tardifs de l'accrétion terrestre ont été dominés par des impacts de grande taille, en particulier celui qui a donné naissance à la Lune. L'énergie libérée lors de ces impacts peut induire la fusion complète des corps planétaires. Nous montrerons comment l'expérimentation à hautes pressions et températures et la modélisation géodynamique permettent de simuler les processus de refroidissement et de cristallisation de l'océan magmatique, ainsi que la différenciation planétaire. Le premier stade de refroidissement a été rapide (quelques 10<sup>3</sup> à 10<sup>4</sup> années), avec la cristallisation presque complète de l'océan magmatique. Il n'en reste pas moins qu'une quantité d'énergie énorme est restée stockée à l'intérieur de la Terre. Ceci a largement contribué à maintenir instable la surface de la planète pendant l'Hadéen et une partie de l'Archéen. Les magmas de type Komatiites produits à l'Archéen suggèrent un manteau ~300 °C plus chaud que le manteau actuel. La chaleur accumulée très tôt dans la planète contribue encore aujourd'hui à sa dynamique interne.

#### **"GEODYNAMIQUE ET FORMATION DES CONTINENTS"**

L'activité géologique de notre planète est actuellement gouvernée par le mouvement horizontal de plaques rigides. Depuis au moins 2.5 10<sup>9</sup> années (Ga), la tectonique des plaques façonne la surface de la Terre à travers la présence de chaînes de montagnes, d'une activité sismique et volcanique. Aussi, la Terre recycle constamment de la croûte au niveau des zones de subduction. Mais de grandes questions se posent sur la dynamique de la Terre pendant l'Archéen, entre 4 et 2.5 Ga avant aujourd'hui. Les magmas ont changé de composition

chimique, d'un régime chaud à l'Archéen produisant une croûte continentale à base de Tonalite-Trondhémite-Granodiorite (TTG) vers une terre plus froide produisant principalement des magmas calco-alcalin. Cet effet a été interprété comme un changement majeur de la géodynamique terrestre correspondant aux débuts de la tectonique des plaques. Cependant, de nombreuses incertitudes subsistent sur les conditions physiques de la terre primitive (composition de la croûte, régime géodynamique) car les indices géologiques à cette période sont extrêmement rares. Nous aborderons l'évolution dynamique de la Terre via l'analyse d'échantillons terrestres et décrirons les différents débats actuels sur les débuts de la tectonique des plaques. Nous verrons également les différences crustale et dynamique entre la Terre, la Lune, Mars et Vénus.

### " ENVIRONNEMENTS ARCHEENS ET TRACES DE VIE PRIMITIVE "

Ce n'est que 100 à 150 Ma après l'accrétion de la Terre que les premiers continents ont commencé à se former à partir des premiers magmas différenciés. Il est probable que l'eau liquide se trouvait déjà à la surface de la planète. Par l'analyse d'échantillons exceptionnels dans des vieilles roches sédimentaires connues à la surface de notre planète, nous verrons avec quelles méthodes et comment ces roches, datées entre 3,5 à 2,5 Ga, permettent de reconstituer ces paléo-environnements et d'obtenir des indices sur les traces de vie primitive. Aussi, nous décrirons comment la Vie archéenne a pu influencer la nature et la composition des enveloppes externes de notre planète, par exemple la grande oxygénation de l'atmosphère il y a ~2.5 Ga.

Modules sur 3 jours – Dates à déterminer

|             |                           |
|-------------|---------------------------|
| 9h30 – 12h  | Intervenant : D. ANDRAULT |
| 14h – 16h30 | Intervenant : M.A BOUHIFD |
| 9h30 – 12h  | Intervenante : N. BOLFAN  |
| 14h – 16h30 | Intervenante : E. BRUAND  |
| 9h – 12h    | Intervenante : M. GARCON  |
| 14h – 16h30 | Intervenant : N. OLIVIER  |

### L'incertitude climatique : les nuages (C. PLANCHE)

Ce module sera composé de plusieurs conférences sur les différents aspects suivants :

- Rappel des éléments essentiels pour le climat : les flux d'énergie, le cycle de l'eau, la circulation planétaire atmosphérique et océanique, le cycle du carbone
- La compréhension de la variabilité des climats passés
- La formation et l'évolution des nuages
- Le rôle des nuages sur la chimie atmosphérique
- Le rôle des nuages dans le système climatique
- L'apport de l'observation pour l'étude du rôle des nuages
- Les scénarios du comportement sociétal futur et le climat futur résultant, stratégies de mitigation

|         |           |                              |
|---------|-----------|------------------------------|
| 03 juin | 9h – 12h  | Intervenante : C. PLANCHE    |
| 03 juin | 14h – 17h | Intervenant : F. SZCZAP      |
| 04 juin | 9h – 12h  | Intervenant : L. DEGUILLAUME |
| 04 juin | 14h – 17h | Intervenant : J-L. BARAY     |
| 05 juin | 9h – 12h  | Intervenant : L. DEGUILLAUME |



### Advanced Quantum Mechanics (Z. AJALTOUNI)

#### **I) Causality and Chance in QM**

- Theory of Measurement in QM (Copenhaguen Interpretation)
- Incomplete aspect of QM : EPR Paradox
- D.Bohm's point of vue. Causality in QM.
- Bell's Inequalities.
- Experimental tests of Bell hypothesis (Aspect experiment).
- Decoherence in QM (Zurek approach).
- Open questions in Modern QM.

#### **II) Feynman Path Integral**

- Origin and Interpretation of Feynman Integral in QM.
- Feynman Integral in Quantum Electrodynamics.
- Feynman Integral in Statistical Physics.
- Modern Applications of Feynman Integral.

#### **III) Advanced Topics in QM**

- Quantum Geometry Tensor.
- Berry Phase. Its role in QM.

The subjects exposed above are very flexible. Other questions, especially in part III, could be approached and studied according to the interest of the audience.

Dates à déterminer

14h00- 17h00 intervenant : Z. AJALTOUNI

14h00- 17h00 intervenant : Z. AJALTOUNI

8H30-11H30 intervenant : M. Vincent MORENAS

13H30-16H30 intervenant : D. SOLNYSHKOV

8h30- 11h30 intervenant : M. Vincent MORENAS

13h30-16h30 intervenant : D. SOLNYSHKOV



## Batteries, supercapacitors, fuel cells: from design to testing (K. GUERIN ARAUJO DA SILVA)

|          |               |  |
|----------|---------------|--|
| 08 avril | 14h – 16h30   | Intervenante : K. GUERIN ARAUJO DA SILVA |
| 08 avril | 16h30 – 17h30 | Intervenante : K. GUERIN ARAUJO DA SILVA |
| 09 avril | 14h – 17h30   | Intervenant : N. BATISSE                 |
| 10 avril | 14h – 16h30   | Intervenant : F. LEROUX                  |
| 11 avril | 14h – 16h30   | Intervenant : M. DUBOIS                  |
| 12 avril | 14h – 17H     | Intervenant : M. DUBOIS                  |



## Design of new materials from nano to macro through the example of nanostructured carbon material assembly for neutron reflector (M. DUBOIS)

**Introduction** : Slow neutron reflectors, applications and drawbacks; strategy to develop the first slow neutron reflector by replacing the atoms/nuclei by nanoparticles

### **Part I –**

I.1 The carbon nanomaterials, their potentialities and their chemical treatments towards applications

I.2 Controlled and reversible chemical modification of carbon nanomaterials: possible approaches

including fluorination, interests and properties

I.3 Assembly of nanomaterials: focus on densification and high pressure synthesis, from basic concepts

to applied processes

**Part II –** Characterization of nanomaterials using neutrons, investigation of slow neutron reflectivity

Cours en collaboration avec l'Université de Lorraine et l'Université Claude Bernard Lyon 1

### **Module en distanciel.**

|         |             |                               |
|---------|-------------|-------------------------------|
| 10 juin | 14h – 15h30 | Intervenant : V. NESVIZHEVSKY |
| 11 juin | 10h – 12h   | Intervenant : S. CAHEN        |
| 11 juin | 14h – 15h30 | Intervenant : M. DUBOIS       |
| 12 juin | 10h – 11h30 | Intervenante : S. LE FLOCH    |
| 12 juin | 14h – 15h30 | Intervenant : V. PISCHEDDA    |
| 12 juin | 16h- 17h30  | Intervenant : A. BOSAK        |
| 13 juin | 10h- 11h30  | Intervenant : V. NESVIZHEVSKY |



## Nanocarbons : a multidisciplinary approach (K. GUERIN ARAUJO DA SILVA)

**1st course** will begin by a first lecture on the different allotropic forms and dimensionality of nanocarbons. Then, the talk will focus on carbon nanotubes: their synthesis through electrochemical, Chemical Vapor and Physical Vapor processes. Their peculiar physicochemical characteristics will be detailed owing mainly to high resolution microscopies and spectroscopies such as Raman and IR. It will end with their use as electrode material in secondary lithium battery and it will be shown more generally how nanostructured materials can deeply enhance the electrochemical performances of such energy system. Then 30 min will be dedicated to the starting of the tutorial parts. It will be asked to the learners to work in multidisciplinary teams on recent publications dealing with dedicated topics on carbon nanotubes.

**2nd course** will be on the latest connexions of molecular chemistry with the field of nanocarbons in general and nanotubes in particular. At first, noncovalent interactions of small molecules with nanocarbon objects will be addressed. Then, the main part of the lecture will focus on the latest advances of efficient application of chemical reactions (including metal-catalyzed and metal-free 'click chemistry'-inspired approaches) for the covalent grafting of diverse chemical species (small organic molecules, metal complexes, macromolecules) on nanomaterials. Finally, selected applications of functionalized hybrid nanoobjects will be preliminary addressed, as an introduction to the third lecture.

**3rd course** will be on physical properties of nanocarbons and especially about carbon nanotubes. In a first part, electrical, thermal, mechanical and optical properties will be detailed and discussed in relation with their structures and then, potential applications will be presented. In a second part, the influence of covalent and non-covalent functionalization on the physical properties will be addressed. Finally, properties and applications of polymer/nanocarbon composites will be presented and discussed.

**4th course** and last lecture will be on biotoxicology of carbon nanotubes. It will include some basic information about the measurement of nanoparticles (number of particles) in air. The potential impact of carbon nanotubes on both human health and the environmental will be described. Biomedical applications of carbon nanotubes will finally be presented.

**5th course** and **6th course** will be tutorials on the project of the learners with a restitution of their work in an oral presentation for the benefit of the whole group.

|         |             |  |
|---------|-------------|--|
| 03 juin | 9h – 11h30  | Intervenante : K. GUERIN ARAUJO DA SILVA |
| 03 juin | 11h30 – 12h | Intervenant : M. DUBOIS                  |
| 03 juin | 14h – 16h30 | Intervenant : M. DUBOIS                  |
| 04 juin | 9h -11h30   | Intervenant : P. BONNET                  |
| 04 juin | 14h – 16h30 | Intervenant : E. FLAHAUT                 |
| 05 juin | 9h – 10h30  | Intervenant M. DUBOIS                    |
| 06 juin | 9h – 12h    | Intervenant : M. DUBOIS                  |



## Plasma Physics (from spark to early Universe) (P. ANDRE)

### **Part I – Electromagnetic Plasma**

1. Basics of thermal plasmas
2. Experiments with Electric arc.
3. Applications to lightning

### **Part II – Quark-Gluon Plasma**

1. Basics of particle physics
2. Confinement of quarks and asymptotic freedom
3. Phase diagram of strong interaction
4. Experimental method: heavy ion collisions

|        |               |                          |
|--------|---------------|--------------------------|
| 13 mai | 9h - 12h      | intervenant : R. LEFEVRE |
| 14 mai | 13h30 - 16h30 | intervenant : N. BASTID  |
| 15 mai | 9h - 12h      | intervenant : N. BASTID  |
| 15 mai | 13h30 - 16h30 | intervenant : A. PASCAL  |
| 16 mai | 9h - 12h      | intervenant : A. PASCAL  |



## Les Scientifiques Made In France (S. DUCKI)

Le module s'organise autour de conférences animées par des intervenants de l'UCA dans leur domaine d'expertise (Chimie, Physique, Mathématiques, Mécanique, Volcanologie).

L'objectif de ce module est de présenter la biographie et les découvertes/inventions des scientifiques MADE IN FRANCE, de manière vulgarisée. Les intervenants montreront ainsi comment ces travaux/découvertes ont contribué ou impacté la Science / le monde d'aujourd'hui. Ils concluront leur intervention par une présentation de leur laboratoire et de leur thématique de recherche.

Un temps d'échange (questions, commentaires, discussion) entre les doctorants et les intervenants est prévu à l'issue de chaque conférence.

Les conférences pourront être délivrées en anglais.

A la fin du module, une visite thématique (1/2 journée) sera organisée : Musée Lecoq

|        |               |  |
|--------|---------------|--|
| 15 mai | 8h00 – 10h00  | Intervenant : S. DUCKI : Marie Curie       |
| 15 mai | 10h00 – 12h00 | Intervenant : H. CHANAL : Léonard de Vinci |
| 15 mai | 13h30 – 15h30 | Intervenant : M. DUBOIS : Henri Moissan    |
| 15 mai | 15h30 - 17h30 | Intervenant : Th. LAMBRE : Blaise Pascal   |
| 16 mai | 8h00 – 10h00  | Intervenant : V. SAUTOU : Louis Pasteur    |
| 16 mai | 10h00 – 12h00 | Intervenant : J. EYCHENNE : Volcanologue   |

## Réseaux de neurones et l'IA (A. STOS)

1. Les origines et les méthodes classiques de l'IA ; l'intelligence dans les jeux
2. Apprentissage statistique et réseaux de neurones : de la théorie aux réalisations pratiques
3. Applications de RN : réalisations récentes de l'intelligence artificielle.

|        |               |                       |
|--------|---------------|-----------------------|
| 27 mai | 9h30 – 12h45  | Intervenant : A. STOS |
| 27 mai | 14h00 – 17h15 | Intervenant : A. STOS |
| 29 mai | 9h30 – 12h45  | Intervenant : A. STOS |
| 29 mai | 14h00 – 17h15 | Intervenant : A. STOS |
| 31 mai | 9h30 – 12h45  | Intervenant : A. STOS |

### Prérequis :

- **Mathématiques Générales 1ère année Licence Scientifique (calcul matriciel, dérivées partielles, gradient)**
- **Notions de base en probabilités et statistiques**
- **Bases de programmation et de structures de données (listes, tableaux...)**
- **Le langage Python sera nécessaire pour réaliser des expériences pratiques : un niveau débutant devrait être suffisant. Pour les étudiants souhaitant se remettre à niveau, ou de s'initier à Python ayant de l'expérience dans un autre langage, on pourra proposer des supports en auto-formation (mais une formation propre en Python ne fait pas partie de ce cours).**



## Bose-Einstein Condensate – A new State of Matter (D. SOLNYSHKOV)

1. Bose-Einstein statistics and Bose-Einstein Condensation
2. Long-Range Order, Single-Particle Density Matrix, Order Parameter
3. Non-uniform Bose Condensate, the Gross-Pitaevskii equation
4. Bose-Einstein condensation of Exciton-Polaritons. Polariton lasers.
5. Superfluidity. Two-fluid hydrodynamics. Second sound.
6. Superconductivity
7. Topological defects: solitons and vortices.
8. Analog physics: acoustic Black holes and Hawking radiation, emergent magnetic monopoles, simulation of early Universe (Kibble-Zurek mechanism)

We are going to consider the properties of a new peculiar state of matter – the Bose-Einstein Condensate. The main difference of a BEC from the ordinary states of matter comes from the fact that it exhibits quantum properties on a macroscopic scale. Many quantum effects become therefore amplified and experimentally observable. Among these, the most well-known are the superconductivity, superfluidity, and the Josephson tunneling. We are going to deal with fundamental aspects of Bose Condensation and with its practical applications. We will also discuss the analogue physics: simulation of inaccessible systems in laboratory experiments.

|        |           |                                 |
|--------|-----------|---------------------------------|
| 21 mai | 13h-17h   | Intervenant : Dmitry SOLNYSHKOV |
| 22 mai | 13h – 17h | Intervenant : Dmitry SOLNYSHKOV |
| 23 mai | 13h-17h   | Intervenant : Dmitry SOLNYSHKOV |
| 24 mai | 13h – 16h | Intervenant : Dmitry SOLNYSHKOV |