

|                           |  |                 |                                  |                |                 |              |
|---------------------------|--|-----------------|----------------------------------|----------------|-----------------|--------------|
| Niveau :                  | <b>MASTER</b>  |                 |                                  |                |                 | année        |
| Domaine :                 | Sciences, Techniques, Santé  |                 |                                  |                |                 | <b>M1</b>    |
| Mention :                 | Physique   |                 |                                  |                |                 |              |
| Parcours :                | Procédés, Contrôles, Matériaux Métalliques : Industrie du Nucléaire (PC2M) |                 |                                  |                |                 |              |
| Volume horaire étudiant : | 202 h  | 120 h           | 158 h                            | 0 h            | 3 à 4 mois      | <b>480 h</b> |
|                           | cours magistraux   | travaux dirigés | travaux pratiques                | cours intégrés | stage ou projet | total        |
| Formation dispensée en :  | <input checked="" type="checkbox"/> français                               |                 | <input type="checkbox"/> anglais |                |                 |              |

### Contacts :

|  |  |
|--|--|
| Responsable de formation   | Scolarité – secrétariat pédagogique  |
| Jean-Philippe Chateau-Cornu<br>Professeur<br>☎ 03.80.39.61.46<br><a href="mailto:jean-philippe.chateau-cornu@u-bourgogne.fr">jean-philippe.chateau-cornu@u-bourgogne.fr</a>      | Scolarité UFR Sciences et Techniques<br>☎ 03.80.39.58.16<br><a href="mailto:scolarite.ufrst@u-bourgogne.fr">scolarite.ufrst@u-bourgogne.fr</a>                                 |
| Responsable 1 <sup>ère</sup> année   | Secrétariat du Département de Physique   |
| Maria-Rosa Ardigo-Besnard<br>Maître de Conférences<br>☎ 03.80.39.61.46<br><a href="mailto:maria-rosa.ardigo-besnard@u-bourgogne.fr">maria-rosa.ardigo-besnard@u-bourgogne.fr</a> | ☎ 03.80.39.59.00<br><a href="mailto:marielle.coutarel@u-bourgogne.fr">marielle.coutarel@u-bourgogne.fr</a><br><a href="mailto:depphy@u-bourgogne.fr">depphy@u-bourgogne.fr</a> |
| Composante(s) de rattachement :  | UFR Sciences et Techniques   |

### Objectifs de la formation et débouchés :

#### ■ Objectifs :

La spécialité "Procédés, Contrôles, Matériaux Métalliques : Industrie du Nucléaire" (PC2M) de la mention Physique est un parcours professionnel soit en formation initiale en M1, soit par alternance en contrat de professionnalisation. Elle propose une formation professionnelle unique en son genre en France, réunissant des compétences tant en **physique des matériaux** et des **procédés** qu'en **métallurgie**, **mécanique**, **modélisation** et **simulation**, mais aussi en **instrumentation** et **contrôles non destructifs**.

Sa finalité est de former les futurs cadres techniques dans l'ingénierie des composants métalliques, en particulier pour l'industrie nucléaire. L'objectif est de faire acquérir, à des étudiants ou salariés, des savoirs de haut niveau afin d'être au plus proche des besoins de l'industrie. Pour cela, la formation fait intervenir des professionnels de l'industrie et des chercheurs et enseignants-chercheurs hautement spécialisés.

Ce Master s'appuie sur les compétences et les moyens professionnels des entreprises PME/PMI, des groupes Framatome, CEA Valduc, EDF et Industeel, du Pôle de Compétitivité régional Nuclear Valley et du soutien de la branche professionnelle de la métallurgie, UIMM Chalon-sur-Saône.

La première année du master propose des cours sur les aspects fondamentaux et pratiques des matériaux métalliques, de leurs propriétés et de leur élaboration, ainsi que sur les techniques de contrôle non destructifs. Elle prépare à la deuxième année du master mention Physique de l'Université de Bourgogne parcours Professionnel Procédés, Contrôles, Matériaux Métalliques : Industrie du Nucléaire (PC2M). En deuxième année ce parcours est uniquement accessible en alternance par contrat de professionnalisation. Ce M1 peut également permettre d'accéder à des M2 de masters d'autres universités ou spécialités (sur dossier), à certaines écoles d'ingénieur (en deuxième année sur dossier).

#### ■ Débouchés du diplôme (métiers ou poursuite d'études) :

La filière métallurgique représente 1,5 millions d'emplois directs en France, 100 000 recrutements sont prévus d'ici 2020. La filière nucléaire représente 125 000 emplois directs en France et 285000 indirects. Cette filière est fortement implantée en Région Bourgogne et Rhône-Alpes et est reconnue à travers l'existence du pôle de compétitivité Nuclear Valley, acteur incontournable du nucléaire à vocation mondiale. Il a pour vocation d'innover, de former et de fédérer pour accroître durablement le leadership de la filière nucléaire française tout en développant la fertilisation croisée entre secteurs industriels de haute technicité. Le master PC2M est labellisé par Nuclear Valley.

Les métiers visés à l'issue des 2 années de master par les diplômés sont les suivants :

- ▶ Ingénieur R & D
- ▶ Chef de projets
- ▶ Ingénieur méthode
- ▶ Responsable soutien production
- ▶ Ingénieur conception/essai
- ▶ Ingénieur d'étude en mécanique
- ▶ Ingénieur calcul sûreté
- ▶ Responsable d'intervention
- ▶ Expert matériaux

#### ■ Compétences acquises à l'issue de la formation :

Les connaissances théoriques et pratiques ajoutées à l'expérience acquise en entreprise, doivent permettre aux étudiants de s'intégrer dans les secteurs d'activités en lien avec la métallurgie et l'industrie du nucléaire. Les compétences acquises par les étudiants à l'issue de la formation sont :

- ▶ La physique et la chimie des matériaux métalliques
- ▶ Le comportement des matériaux et des structures (mécanique des milieux continus, thermomécanique, plasticité, durabilité...)
- ▶ Les procédés d'élaboration de composants métalliques (fonderie, forgeage, usinage, soudage, traitements thermiques et de surface, métallurgie des poudres)
- ▶ La modélisation et la simulation numérique (CAO, FORGE, ABAQUS, COMSOL...)
- ▶ Le contrôle et la caractérisation des matériaux et des structures (CND, analyses physiques et chimiques, MEB, MET, DRX...)
- ▶ Les codes et normes (normes et sûreté nucléaire, codes de construction, dommages des matériaux à l'irradiation...)

#### ■ Compétences acquises à l'issue de l'année de formation :

Les compétences acquises en première année concernent les connaissances fondamentales sur la physico-chimie et le comportement mécanique des matériaux métalliques, sur les procédés d'élaboration, les capteurs et les CND.

### Modalités d'accès à l'année de formation :

#### ■ de plein droit :

La formation est ouverte de plein droit pour les titulaires d'une licence Sciences Technologie Santé, mention chimie ou mention physique (parcours physique-chimie ou physique), ou d'une licence de mécanique ou d'une licence de physique appliquée ou équivalente, selon les places disponibles.

■ sur sélection :

L'admission sur dossier en 1<sup>ère</sup> année peut se faire dans le cadre de l'application du décret sur la validation des acquis. Le candidat doit justifier d'un titre français ou étranger, sanctionnant une formation comparable quant au contenu, au niveau et à la durée des études. En particulier, les étudiants titulaires d'un titre ou diplôme français ou étranger (Licence) pouvant être jugé équivalent, sont également recevables.

■ par validation d'acquis ou équivalence de diplôme

en formation initiale : s'adresser à la scolarité organisatrice de la formation

en formation continue : s'adresser au service de formation continue de l'université (03.80.39.51.80).

## Organisation et descriptif des études :

■ tableau de répartition des enseignements et des contrôles de connaissances assortis :

### SEMESTRE 1

| UE 1                      | discipline  | CM | TD | TP | Total | ECTS | Type éval<br>Session 1 <sup>(1)</sup> | Type éval<br>Session 2 <sup>(2)</sup> | coeff<br>CT | coeff<br>CC | Coeff<br>EP/O | total<br>coef |
|---------------------------|---|----|----|----|-------|------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| Physique de l'état solide | 1.1 Physique des matériaux                              | 30 |    |    | 30    |      | CC                                    | O                                     |             | 3           |               | 3             |
|                           | 1.2 Défauts cristallins et transformations structurales | 12 | 8  |    | 20    |      | CC                                    | O                                     |             | 2           |               | 2             |
| TOTAL UE 1                |   | 42 | 8  |    | 50    | 6    |                                       |                                       |             | 5           |               | 5             |

| UE 2                             | discipline   | CM | TD | TP | Total | ECTS | Type éval<br>Session 1 <sup>(1)</sup> | Type éval<br>Session 2 <sup>(2)</sup> | coeff<br>CT | coeff<br>CC | Coeff<br>EP/O | total<br>coef |
|----------------------------------|--|----|----|----|-------|------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| Physique et chimie des matériaux | 2.1 Thermodynamique des métaux et alliages         | 16 | 8  |    | 24    |      | CC                                    | O                                     |             | 3           |               | 3             |
|                                  | 2.2 Diffusion d'espèces, piégeage et précipitation | 8  | 8  |    | 16    |      | CC                                    | O                                     |             | 1,5         |               | 1,5           |
|                                  | 2.3 Mathématiques pour la physique                 | 6  | 4  |    | 10    |      | CC                                    | O                                     |             | 0,5         |               | 0,5           |
| TOTAL UE 2                       |  | 30 | 20 |    | 50    | 6    |                                       |                                       |             | 5           |               | 5             |

| UE 3                           | discipline                 | CM | TD | TP | Total | ECTS | Type éval<br>Session 1 <sup>(1)</sup> | Type éval<br>Session 2 <sup>(2)</sup> | coeff<br>CT | coeff<br>CC | Coeff<br>EP/O | total<br>coef |
|--------------------------------|----------------------------|----|----|----|-------|------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| Fondamentaux pour les procédés | 3.1 Transferts thermiques  | 8  | 8  |    | 16    |      | CC                                    | O                                     |             | 1,5         |               | 1,5           |
|                                | 3.2 Mécanique des fluides  | 6  | 4  |    | 10    |      | CC                                    | O                                     |             | 1           |               | 1             |
|                                | 3.3 Traitements thermiques | 8  | 6  |    | 14    |      | CC                                    | O                                     |             | 1,25        |               | 1,25          |
|                                | 3.4 Métallurgie du soudage | 8  | 6  |    | 14    |      | CC                                    | O                                     |             | 1,25        |               | 1,25          |
| TOTAL UE 3                     |                            | 30 | 24 |    | 54    | 6    |                                       |                                       |             | 5           |               | 5             |

(1) CT : contrôle terminal - CC : contrôle continu - EP : Epreuve pratique - O : Epreuve Orale

(2) L'épreuve orale peut être éventuellement remplacée par un contrôle terminal en session, par décision du responsable d'épreuve. Ce dernier informe les étudiants à l'issue de la délibération de la session 1.

| UE 4              | discipline  | CM | TD | TP | Total | ECTS | Type éval<br>Session 1 <sup>(1)</sup> | Type éval<br>Session 2 <sup>(2)</sup> | coeff<br>CT | coeff<br>CC | Coeff<br>EP/O | total<br>coef |
|-------------------|---|----|----|----|-------|------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| Expérimentation 1 | 4.1 TP Traitements et caractérisations métallurgiques |    |    | 20 | 20    |      | EP                                    |                                       |             |             | 3             |               |
|                   | 4.2 Projet de laboratoire 1                           |    |    | 30 | 30    |      | CC                                    |                                       |             | 2           |               | 2             |
| TOTAL UE 4        |   |    |    | 50 | 50    | 6    |                                       |                                       |             | 2           | 3             | 5             |

| UE 5                              | discipline  | CM | TD | TP | Total | ECTS | Type éval<br>Session 1 <sup>(1)</sup> | Type éval<br>Session 2 <sup>(2)</sup> | coeff<br>CT | coeff<br>CC | Coeff<br>EP/O | total<br>coef |
|-----------------------------------|---|----|----|----|-------|------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| Nucléaire dans le monde et Sureté | 5.1 Economie mondiale de l'énergie, nucléaire et sureté | 21 |    |    | 21    |      | CC                                    | O                                     |             | 2           |               | 2             |
|                                   | 5.2 Anglais   |    | 35 |    | 35    |      | CC                                    | O                                     |             | 3           |               | 3             |
| TOTAL UE 5                        |   | 21 | 35 |    | 56    | 6    |                                       |                                       |             | 5           |               | 5             |

|          |  |     |    |    |     |    |  |  |  |    |   |    |
|----------|--|-----|----|----|-----|----|--|--|--|----|---|----|
| TOTAL S1 |  | 123 | 87 | 50 | 260 | 30 |  |  |  | 22 | 3 | 25 |
|----------|--|-----|----|----|-----|----|--|--|--|----|---|----|

## SEMESTRE 2

| UE 6                                    | discipline   | CM | TD | TP | Total | ECTS | Type éval<br>Session 1 <sup>(1)</sup> | Type éval<br>Session 2 <sup>(2)</sup> | coeff<br>CT | coeff<br>CC | Coeff<br>EP/O | total<br>coef |
|---|--|----|----|----|-------|------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| Mécanique et comportement des matériaux | 6.1 Mécanique des milieux continus                                   | 10 | 8  |    | 18    |      | CC                                    | O                                     |             | 2           |               | 2             |
|   | 6.2 Comportements usuels des matériaux métalliques                   | 6  | 6  |    | 12    |      | CC                                    | O                                     |             | 1           |               | 1             |
|   | 6.3 Notions sur la dynamique des structures                          | 6  | 4  |    | 10    |      | CC                                    | O                                     |             | 1           |               | 1             |
|   | 6.4 Calcul des structures par éléments finis 1 : élasticité linéaire | 2  |    | 12 | 14    |      | EP                                    |                                       |             |             | 1             | 1             |
| TOTAL UE 6                              |  | 24 | 18 | 12 | 54    | 5    |                                       |                                       |             | 4           | 1             | 5             |

| UE 7                      | discipline                              | CM | TD | TP | Total | ECTS | Type éval<br>Session 1 <sup>(1)</sup> | Type éval<br>Session 2 <sup>(2)</sup> | coeff<br>CT | coeff<br>CC | Coeff<br>EP/O | total<br>coef |
|---------------------------|---|----|----|----|-------|------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| Contrôles non Destructifs | 7.1 Généralités sur les CND             | 7  |    |    | 7     |      | CC                                    | O                                     |             | 0,5         |               | 0,5           |
|                           | 7.2 CND par ultrasons                   | 10 | 2  |    | 12    |      | CC                                    | O                                     |             | 1           |               | 1             |
|                           | 7.3 CND par courants de Foucault        | 4  | 1  |    | 5     |      | CC                                    | O                                     |             | 0,5         |               | 0,5           |
|                           | 7.4 Radiographie industrielle           | 8  |    |    | 8     |      | CC                                    | O                                     |             | 1           |               | 1             |
|                           | 7.5 Contrôle optique et thermographique | 4  |    |    | 4     |      | CC                                    | O                                     |             | 0,5         |               | 0,5           |
|                           | 7.6 TP CND                              |    |    | 24 |       |      | EP                                    |                                       |             |             | 2,5           | 2,5           |
| TOTAL UE 7                |   | 33 | 3  | 24 | 60    | 6    |                                       |                                       |             | 3           | 2             | 6             |

| UE 8       | discipline  | CM | TD | TP | Total | ECTS | Type éval<br>Session 1 <sup>(1)</sup> | Type éval<br>Session 2 <sup>(2)</sup> | coeff<br>CT | coeff<br>CC | Coeff<br>EP/O | total<br>coef |
|------------|---|----|----|----|-------|------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| Procédés 1 | 8.1 Acierie, fonderie, moulage                            | 10 |    | 4  | 14    |      | CC,EP                                 | O                                     |             | 0,5         | 0,5           | 1             |
|            | 8.2 Mise en forme : forgeage, laminage, cintrage, étirage | 6  | 10 | 6  | 22    |      | CC,EP                                 | O                                     |             | 1,5         | 0,75          | 2,25          |
|            | 8.3 Usinage   | 6  | 2  | 12 | 20    |      | CC,EP                                 | O                                     |             | 0,5         | 1,25          | 1,75          |
| TOTAL UE 8 |   | 22 | 12 | 22 | 56    | 5    |                                       |                                       |             | 2,5         | 2,5           | 5             |

| UE 9              | discipline                  | CM | TD | TP | Total | ECTS | Type éval<br>Session 1 <sup>(1)</sup> | Type éval<br>Session 2 <sup>(2)</sup> | coeff<br>CT | coeff<br>CC | Coeff<br>EP/O | total<br>coef |
|-------------------|-----------------------------|----|----|----|-------|------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| Expérimentation 2 | 9.1 Acquisition de données  |    |    | 20 | 20    |      | EP                                    |                                       |             |             | 2             | 2             |
|                   | 9.2 Projet de laboratoire 2 |    |    | 30 | 30    |      | CC,EP                                 |                                       |             | 1           | 2             | 3             |
| TOTAL UE 9        |                             |    |    | 50 | 50    | 5    |                                       |                                       |             | 1           | 4             | 5             |

| UE 10       | discipline    | CM | TD | TP | Total | ECTS | Type éval<br>Session 1 <sup>(1)</sup> | Type éval<br>Session 2 <sup>(2)</sup> | coeff<br>CT | coeff<br>CC | Coeff<br>EP/O | total<br>coef |
|-------------|---------------|----|----|----|-------|------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| Stage       | En entreprise |    |    |    |       |      | CC,EP                                 |                                       |             | 4,5         | 4,5           | 9             |
| TOTAL UE 10 |               |    |    |    |       | 9    |                                       |                                       |             | 4,5         | 4,5           | 9             |

|          |  |    |    |     |     |    |  |  |  |      |      |    |
|----------|--|----|----|-----|-----|----|--|--|--|------|------|----|
| TOTAL S2 |  | 79 | 33 | 108 | 220 | 30 |  |  |  | 15,5 | 14,5 | 30 |
|----------|--|----|----|-----|-----|----|--|--|--|------|------|----|

|          |  |     |     |     |     |    |  |  |  |      |      |    |
|----------|--|-----|-----|-----|-----|----|--|--|--|------|------|----|
| TOTAL M1 |  | 202 | 120 | 158 | 480 | 60 |  |  |  | 37,5 | 17,5 | 55 |
|----------|--|-----|-----|-----|-----|----|--|--|--|------|------|----|

### ■ Organisation du projet de laboratoire

Le projet de laboratoire est organisé par groupes de 2 ou 3 étudiants, sous la responsabilité d'un tuteur (enseignant-chercheur ou chercheur ayant proposé un sujet en lien avec ses travaux de recherche) au cours de demi-journées dédiées tout au long de l'année, pour une durée totale de 30h par semestre. Les étudiants en formation initiale bénéficient en plus des périodes hors périodes de cours (calendrier d'alternance) pour travailler en autonomie tuteurée sur le projet selon un rythme défini avec leur tuteur. Les alternants bénéficient de 59 heures supplémentaires prévues au planning pendant les périodes de cours.

### ■ Organisation stage

Pour les étudiants en formation initiale, le stage peut débuter dès la fin des cours (fin mars-début avril). Sa durée minimale est de 3 mois. Pour les étudiants en alternance, une mission à caractère technique mettant en application les connaissances acquises durant les enseignements, d'une durée au moins équivalente, leur sera confiée au sein de l'entreprise. Ce projet pourra être mené durant la période prévue pour le stage ou réparti tout au long de l'année. Une soutenance d'1 heure sera organisée à l'uB à l'issue du stage.

### ■ Modalités de contrôle des connaissances :

Les connaissances sont évaluées dans le respect de la charte des modalités de contrôle des connaissances adoptée par le conseil d'administration de l'université du 18 octobre 2004.

## ● Sessions d'examen

**1<sup>ère</sup> session** : les évaluations sont réalisées en contrôle continu intégral (CCI), sous forme d'une ou plusieurs épreuves écrites en séance, de devoirs à la maison, de comptes rendus de travaux dirigés ou d'épreuves orales. Il n'y a donc pas d'examens terminaux. Les modalités d'évaluation sont annoncées en début de chaque matière (sous unité d'enseignement) par le responsable du cours.

Pour le projet de laboratoire, les étudiants sont évalués à la fin du S1 sur un compte rendu à mi-parcours (note EP). A la fin de la période de cours du S2, les étudiants sont évalués sur un rapport écrit et une soutenance devant un jury constitué à minima du tuteur et d'un autre enseignant de la formation (note EP). L'implication et la qualité du travail tout au long du projet seront également évaluées par le tuteur (notes CC).

A l'issue du stage à la fin du semestre S2, les étudiants sont notés sur un rapport de stage écrit et une soutenance orale devant un jury constitué à minima des tuteurs universitaire et industriel et d'un autre enseignant de la formation. La note de stage prend en compte la maîtrise des concepts et le travail réalisé (note CC), la qualité du mémoire et de la présentation orale (note EP) et la pertinence des réponses aux questions posées par le jury.

**2<sup>ème</sup> session** : en septembre (semestres 1 et 2), sous forme d'épreuves orales ou écrites. L'étudiant choisit parmi les matières (sous UE) non validées celles qu'il souhaite repasser en deuxième session. Les résultats remplacent alors ceux du CCI de 1<sup>ère</sup> session. Il n'y a pas de 2<sup>ème</sup> session pour les travaux pratiques, le projet tuteuré et le stage. Pour les matières non repassées, la note de 1<sup>ère</sup> session est reportée en 2<sup>ème</sup> session.

## ● Règles de validation et de capitalisation :

### Principes généraux :

**COMPENSATION** : Une UE est validée directement si la moyenne pondérée par les coefficients des matières la constituant est supérieure à 10 sur 20.

Une compensation s'effectue au niveau de chaque semestre. Le semestre est validé directement si la moyenne pondérée par les coefficients des notes des UE est supérieure ou égale à 10 sur 20. Les UE non validées directement sont validées par compensation si le semestre est validé.

Une compensation s'effectue au niveau de l'année. L'année est validée directement si la moyenne pondérée par les coefficients des semestres est supérieure ou égale à 10 sur 20. Les semestres non validés directement sont validés par compensation si l'année est validée.

**CAPITALISATION** : Chaque unité d'enseignement est affectée d'une valeur en crédits européens (ECTS). Une UE est validée et capitalisable, c'est-à-dire définitivement acquise lorsque l'étudiant a obtenu une moyenne pondérée supérieure ou égale à 10 sur 20 par compensation entre chaque matière de l'UE. Chaque UE validée permet à l'étudiant d'acquérir les crédits européens correspondants. Les éléments (matières) constitutifs d'une UE non validée ne sont pas capitalisables.