

---

# Master Astrophysique UCA–OCA Proposition de grandes lignes pour une nouvelle maquette (2016)

---

OCA Mont-Gros 17 mars 2015

# Analyses de départ

- L'astronomie/astrophysique est un domaine exaltant pour les étudiants de L1/L3.
- Malgré cet avantage, peu d'inscrits en Master (idem en Physique), menace de fermeture à terme.
- Recherche contemporaine en astro/physique : de plus en plus centrée sur les grands projets et grands instruments (GAIA, SKA, Rosetta, LHC,...).
- Ces grands projets localisent où va se situer une part importante de l'effort scientifique et humain des décennies à venir et dessinent des perspectives pérennes et concrètes pour les étudiants.
- L'OCA présente des compétences uniques et internationalement reconnues dans plusieurs domaines.
- L'OCA constitue une force centrale dans des projets de recherche de premier plan.
- Les compétences transverses que procurent la participation à de tels projets (optique, élec., signal, simulations, gestion des masses de données) sont reconnues hors du monde de l'astronomie, et constituent un "savoir concret" du point de vue des étudiants.
- **Proposition : La formation des étudiants en astrophysique gagnera à s'appuyer sur ces grands projets de recherche de l'OCA. Cela donnera une visibilité unique et authentique à la formation.**

# Grandes lignes pour une nouvelle maquette

- **Formation fondamentale et opérationnelle par la recherche en laboratoire**
  - individuelle (choix des modules, tuteurs)
  - via les grands projets (et d'autres) au coeur de l'astronomie des années 2020-2030
- **Formation fondamentale intensive**
  - connaissances fondamentales basées sur le travail personnel et l'autonomie (« inversion »)
  - Modules de Formation par la Recherche en Immersion Théorique et Expérimentale... **M-FRITES**
  - suivi de l'acquisition (2 séries d'examens + évaluation complémentaire au sein des M-FRITES)
- **Internationalisation du Master** (tout en anglais; ressources en lignes en 2016; MOOC en 2018 ? ; 1 M-FRITE se fait dans un laboratoire extérieur)

## Contraintes de fonctionnement :

- Maximum de 4 M-FRITES en parallèle en moyenne
- 1 M-FRITE se fait dans un laboratoire extérieur
- Numerus Clausus : maximum de 8 étudiants en M1 et 8 en M2
- Rétribution : 5h eqTD / semaine de M-frite encadrée

**Les M-FRITES ne sont pas que des projets mais des cours de formation par la recherche**

---

**Cours fondamentaux CF1 (30h / cours - 6 x 3 = 18 ECTS)**  
**Physique et outils fondamentaux 1**

---

- 1 Physique statistique
- 2 Mécanique quantique
- 3 Imagerie et instrumentation en astronomie
- 4 Méthodes numériques
- 5 Mathématiques
- 6 Signal

---

**Cours fondamentaux CF2 (30h/ cours- 5 x 3 = 15 ECTS)**  
**Physique et outils fondamentaux 2**

---

- 1 Mécanique des fluides
- 2 Dynamique
- 3 Transfert de rayonnement
- 4 Relativité
- 5 Turbulence atmosphérique et mesure astrophysique

**Cours inversés si possible...**



# Modèle sur 6 FRITES locales (5+C2PU) + 1 externe hors UCA

|                 |                    |             |               |            |                          |                     |             |            |               |            |               |                     |            |            |                   |                  |                   |       |
|-----------------|--------------------|-------------|---------------|------------|--------------------------|---------------------|-------------|------------|---------------|------------|---------------|---------------------|------------|------------|-------------------|------------------|-------------------|-------|
| CF1<br>3sem     | F1<br>C2PU<br>3sem | CF1<br>3sem | revis<br>1sem | F2<br>6sem | vacances<br>+rev<br>3sem | Exam<br>CF1<br>1sem | CF2<br>5sem | F3<br>7sem | revis<br>1sem | F4<br>7sem | revis<br>1sem | Exam<br>CF2<br>1sem | F5<br>6sem | F6<br>8sem | F7<br>deb<br>2sem | vacances<br>2sem | F7<br>fin<br>5sem | STAGE |
| S1              |                    |             |               |            |                          | S2                  |             |            |               |            |               | S3                  |            |            |                   |                  | S4                |       |
| Master 1 (2016) |                    |             |               |            |                          |                     |             |            |               |            |               | Master 2 (2017)     |            |            |                   |                  |                   |       |

## S1 (19 semaines : du 05/09/16 au 13/01/17) 30 ECTS

- \* Cours Fondamentaux 1 CF1 (05/09-04/11) 18 ECTS  
6\*30h - 6 semaines (3sem-C2PU-3sem)
- \* Frite F1 - C2PU 3 semaines (26/09-14/10) 5 ECTS  
1 semaine de révisions (07/11-11/11)
- \* Frite F2 - 6 semaines (14/11-23/12) 7 ECTS
- \* 1 sem. vac. Noël- 1 sem. révisions (26/12-06/01/17)
- \* Exam 1 CF1 - 1 semaine (09/01-13/01/2017)

## S2 (22 semaines : du 23/01/17 au 23/06/17) 30 ECTS

- \* Cours Fondamentaux 2 CF2 15 ECTS  
5\*30h - 5 semaines (23/01-24/02)
- \* Frite F3 - 7 semaines (27/02-14/04) 7,5 ECTS  
1 semaine de révisions (17/04-21/04)
- \* Frite F4 - 7 semaines (24/04-09/06) 7,5 ECTS  
1 semaine révisions (12/06-16/06)
- Exam 2 CF2 - 1 semaine (19/06-23/06)

## S3 (23 semaines) 30 ECTS

- \* Frite F5 6 semaines 8 ECTS  
04/09-13/10
- \* Frite F6 - 8 semaines 11 ECTS  
16/10- 08/12
- \* Frite F7 - 7 semaines 11 ECTS  
11/12-22/12 : F7 début : 2 semaines  
25/12-05/01 : vacances 2 semaines  
08/01-09/02 : F7 fin 5 : semaines

## S4 30 ECTS

Stage de recherche en labo

Total M-FRITES : 57 ECTS  
Total Cours Fond : 33 ECTS  
Stage : 30 ECTS  
Total : 120 ECTS



# Dimensionnement ECTS/heqTD: (si 1 FRITE hors UCA)

## Master 1 (2016)

|   |          | Coût heqTD  |
|---|----------|-------------|
| <b>S1 (19 semaines dont 1 vac. Noël, 2 révisions, 1 exam) 30 ECTS</b> |          | <b>350h</b> |
| * Cours Fondamentaux 1 CF1 -<br>6x30h - 6x3=18 ECTS 6 semaines        | 18 ECTS  | 180h        |
| * Frite F1 -C2PU 3 semaines   | 5 ECTS   | 50h         |
| * Frite F2 - 6 semaines<br>30h x4                                     | 7 ECTS   | 120h        |
| <b>S2 (22semaines dont 2 de revisions et 1 d'exam) 30 ECTS</b>        |          | <b>430h</b> |
| * Cours Fondamentaux 2 CF2<br>5x30h - 5 semaines                      | 20 ECTS  | 150h        |
| * Frite F3 - 7 semaines<br>35h x4                                     | 7,5 ECTS | 140h        |
| * Frite F4 - 7 semaines<br>35h x4                                     | 7,5 ECTS | 140h        |

## Master 2 (2017)

|   |         |             |
|---|---------|-------------|
| <b>S3 (23 semaines dont 2 de vacances Noël) 30 ECTS</b> |         | <b>270h</b> |
| * Frite F5 - 6 semaines                                 | 8 ECTS  | 120h        |
| * Frite F6 - 8 semaines<br>10h pour la gestion          | 11 ECTS | 10h         |
| * Frite F7 - 7 semaines                                 | 11 ECTS | 140h        |
| S4  | 30 ECTS | 0h          |

**TOTAL**

**120 ECTS**

**1050h**

Tarif appliqué:

Cours :

\* Heures données en eqTD !

\* 10h eqTD de Cours fond. = 1 ECT

FRITES :

\* FRITE C2PU : 50h - 5 ECTS

\* Autres FRITES : 5h eqTD/sem de FRITE

Les FRITES tardives ont de + en + d'ECTS : montée en puissance liée à l'exigence croissante sur la partie projet recherche/ autonomie/travail personnel. Les FRITES n'ont pas la même longueur pour permettre 30 ECTS/semestre.

Remarques :

S1 et S3 finissent après Noël pour pouvoir équilibrer les ECTS avec S2 F5 et F6 peuvent être interverties au besoin.

Prise de contact avec les PI de l'UCA en 2015.



LAGRANGE

# Coût de fonctionnement et ressources disponibles

## Ressources disponibles M1IMAG2E :

### Heures EC non mutualisées dans IMAG2E

M1 cours 84h+ 135h TD/TP 267,5h

M2 cours 133h+ 178h TD/TP 377,5h

Sous total EC : 645h

En enlevant 20h pour les cours mutualisés en

M2 signal on arrive à : 625h

D'après L. Capron on peut donc compter sur un financement de 625h par l'Université.

Dans le modèle précédent il nous faut 1050h.

Il faudra donc compter sur 425h données par les CNAP/CNRS.

---

### Gratuit non mutualisé

M1 Cours 39h TD 141h 207h

M2 Cours 102h TD 183 337h

Sous-total CNAP/CNRS 544h

**TOTAL 1179h**

Les CNAP/CNRS donnaient plus de 500h (avec la géo etc.) dans IMAG2E.

### Mutualisé EC

M1 Cours 100h TD/TP 125 275h

Rien au M2



---

# Exemple de FRITE

---

| FRITE's NAME : FRITE MUSE - Formation, evolution and detection of galaxies |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
| Supervisor   | D. Mary  |  |  |  |  |  |
| Tutors   | E. Slezak, D. Mary   |  |  |  |  |  |
| Possible FRITE-slot(s). Indicate if repetition possible                    | F2, F3 or F5. Two occurrences at most.   |  |  |  |  |  |
| Required background  | Physics : Quantum Mechanics and orbitals. Signal : maximum likelihood estimation.  |  |  |  |  |  |
| Theoretical/fondamental aspects  | The FRITE contains two parts. The theoretical part provides a background in Cosmology with emphasis on galaxies' formation and evolution. The applications part focuses on how these galaxies are sensed and detected by the MUSE instrument.  |  |  |  |  |  |
| Related large instrument/project (if any)                                  | MUSE integral field spectrograph @ VLT, Chile  |  |  |  |  |  |
| Keywords / Topics  | <p>X <b>Cosmology</b></p> <p><b>Turbulence</b></p> <p><b>Planetology</b></p> <p><b>Stellar Physics</b></p> <p><b>Relativity</b></p> <p><b>High Angular Resolution Instrumentation</b></p> <p><b>Numerical simulations</b></p> <p>X <b>Signal/Image processing</b></p> <p>Mathematics</p> <p><b>OTHER :</b></p>   |  |  |  |  |  |
| Marks/evaluation mode  | <b>Theory :</b> One final theoretical exam + 1 or 2 homeworks.   |  |  |  |  |  |
|  | <b>Applications :</b> one final exam + numerical experiments on MUSE data.   |  |  |  |  |  |
| Documents/bibliography/on-line ressources                                  | <a href="http://muse.univ-lyon1.fr/spip.php?article99">http://muse.univ-lyon1.fr/spip.php?article99</a>  |  |  |  |  |  |
|  | R. Bacon et al., « The MUSE 3D view of the Hubble Deep Field South », A&A 575A, 2015, <a href="http://adsabs.harvard.edu/abs/2015A%26A...575A..75B">http://adsabs.harvard.edu/abs/2015A%26A...575A..75B</a>  |  |  |  |  |  |
| FRITE's description  | <p><b>* Theory :</b> Formation and evolution of galaxies</p> <p><b>Tutor:</b> E. Slezak</p> <p><b>Topics:</b> Cosmology and Standard model. Quantum mechanics : Hydrogen lines. Classification of galaxies.</p> <p><b>Overview</b></p> <p>I. Basics in cosmology : the standard model and the evolution of the Universe</p> <p>II. Classification of galaxies (spirals, elliptics, active/non active).</p> <p>III. Dynamics in galaxies. Importance of observing young galaxies</p> <p>IV. Emission lines of Hydrogen. The Lyman series.</p> <p>V. Lyman alpha emitters and Lyman alpha forests. Quantum phenomena used to trace Universe on cosmological scales.</p> <p>VI. Formation and evolution galaxies as a major scientific goals of MUSE.</p> <p>Comparison of MUSE w.r.t. main existing surveys (HST,...).</p>   |  |  |  |  |  |
|  | <p><b>* Application :</b> Detection methods applied to Lyman alpha emitters for the MUSE instrument</p> <p><b>Tutor:</b> D. Mary</p> <p><b>Topics:</b> MUSE instrument. Statistical models. Detection theory.</p> <p><b>Overview</b></p> <p>I. Main characteristics of the MUSE instrument: suitability of the instrumental design for detecting distant galaxie. Observing strategy and main characteristics of the resulting data cube. Survey of past/current instruments addressing the same problem. Major related ground based facilities/organisms (ESO, VLT etc). Integral-field spectrographs in Astronomy.</p> <p>II. Introduction to statistical decision theory. Neyman-Pearson theorem, ROC curves, binary vs multiple hypothesis testing.</p> <p>III. Composite hypotheses. The GLRT.</p> <p>IV. Application to the detection of Lyman alpha emitters. Statistical models for MUSE data cubes.</p> |  |  |  |  |  |

# Simulation pour 6 FRITES locales (F1=C2PU, F6 ou F7 externe UCA)

|  |  |  |   |  |  |  |
|--|--|--|---|--|--|--|
| F1<br>C2PU   | F2<br>6 sem  | F3<br>7 sem  | F4<br>7 sem   | F5<br>6 sem  | F6<br>7 sem  | F7<br>hors<br>OCA<br>8 sem   |
|  |  |  |  |  |  |  |

- Créneau F1 = FRITE C2PU, tous les étudiants la prennent.
- Pour les autres créneaux, il y a un ensemble de FRITES (des cornets) disponibles proposées par les intervenants du Master.
- Chaque étudiant choisit une FRITE par cornet.
- Contrainte budgétaire : 4 FRITES/cornet en moyenne, soit  $24+1 = 25$  FRITES au total.

# Simulation pour 6 FRITES locales (F1=C2PU, F6 ou F7 externe UCA)

| S1  | S2   | S3   | Code couleur:                           |
|---|--|--|---|
| F2<br>6 sem   | F3<br>7 sem                                    | F4<br>7 sem  | Numerical Simulations                   |
| Structure Milky Way<br>GAIA                                     | Stellar physics<br>Num. sim.<br>MATISSE        | Weak lensing<br>EUCLID                             | Signal/Image Processing                 |
| EoR<br>Image Rec.<br>SKA  | Exoplan.<br>Num. sim.<br>GAIA                  | Jupiter and its iced Moons<br>JUICE                | Cosmology                               |
| Small bodies<br>OSIRIS/Rex                                      | Adapt. Opt.<br>Exoplan. detection<br>SPEED-ELT | Exoplan.<br>Optical interfero.<br>VEGA-CHARA       | Turbulence                              |
| Num. simus. turbulence<br>Asterosismology<br>Oter(s) project(s) | References frames<br>GAIA                      | EoR<br>Image/Cube reconstruct.<br>SKA              | Planetology                             |
| Exoplan.<br>Detection<br>PLATO                                  | B[e] stars<br>Oter(s) project(s)               | Physics Mercury<br>N-body Dynamics<br>BEPI Columbo | Stellar Physics                         |
| Young clusters<br>Milky Way<br>MUSE                             | Gravitational waves<br>VIRGO                   | Exoplan. detection<br>Atm. turb<br>SPHERE          | Relativity                              |
| Ly-alpha<br>Detection<br>MUSE                                   |  |  | High Angular Resolution Instrumentation |
|   |  |  | Autre                                   |
|   |  |  | Instrument/<br>Project                  |

Exemple illustratif : il s'agit de cornets de FRITES imaginaires.  
Chaque EC / CNAP / CNRS intéressé par créer une FRITE en définit le contenu et les pré-requis et nous l'envoie. L'ensemble des FRITES résultantes constituera la formation proposée en labo par ce Master.

