

# PV du CENS du 16 mars 2012

**Présents :** Guillaume Blanc, Maximilien Cazayous, Caroline Derec, Loïc Lanco, Cécile Roucelle, Gérard Rousset, Paolo Galatola, Jean Pierre Gazeau, Yann Girard, Olivier Ronsin, Tristan Beau, Matthias Gonzalez, Julien Heuvingsh, Laurent Ménard, Vincent Repain, Imane Boucenna

**Procurations :** Maximilien Cazayous représente Yann Gallais, Tristan Beau représente Julien Browaeyns, Matthias Gonzalez représente Charlotte Py et Véronique Van Elewyck.

## Invités :

- 1) Approbation du PV du 24 février 2012

**Le PV est adopté à l'unanimité.**

- 2) Discussions et finalisation du contenu des modules de la maquette de M1

Olivier Ronsin qui a coordonné le groupe de travail nous représente l'architecture du M1 puis chacun des modules.

Quelques ajustements sur les travaux pratiques et sur les contenus des modules sont discutés et adoptés.

Maximilien Cazayous pense qu'il est important de garder dans le titre des modules le chiffre « 2 » afin de signifier clairement que l'enseignement s'appuie sur un des cours du 1<sup>ier</sup> semestre de M1.

La majorité du conseil ne partage pas cette opinion et préfère garder le chiffre « 2 » pour un cours d'option du second semestre uniquement quand la continuité est forte avec un cours du 1<sup>ier</sup> semestre.

Ainsi le titre des modules est revu un par un au 1<sup>ier</sup> et second semestre de M1.

Maximilien Cazayous pense que plusieurs options du second semestre nécessitent des prérequis forts et chiffrés par une note minimale obtenue au 1<sup>ier</sup> semestre.

Vincent Repain pense qu'un tel système serait extrêmement dur à mettre en œuvre car les notes de 1<sup>ier</sup> semestre arrivent temporellement après le choix des options.

Plusieurs membres soulignent qu'il n'est pas possible d'interdire aux étudiants le choix des options via l'adoption d'une note plancher pour pouvoir suivre certaines options. Néanmoins ils affirment la nécessité d'informer les étudiants sur les prérequis nécessaires afin de suivre une option.

Chaque option du second semestre est donc discutée en terme de prérequis. Pour les modules en nécessitant, la formulation suivante est adoptée : « Ce module nécessite d'avoir bien réussi au préalable le module ... » ou « Ce module nécessite d'avoir un bon (ou très bon niveau) en Math ». Une telle phrase sera placée sous le titre du module dans le descriptif des modules.

Sur la base de ces modifications, la maquette M1 est adoptée à l'unanimité. (cf annexe 1)

### 3) Etat des lieux sur la Foire et redéfinition des missions

Maximilien Cazayous souligne qu'il est important que les données dans le logiciel Foire soient les plus justes possibles afin d'avoir une évaluation la plus exacte pour ajuster au plus près les services.

Il précise également que l'ancienne direction de l'UFR avait proposé au conseil des enseignements précédent l'aide de Catherine Jacquard afin qu'elle apporte un soutien technique aux responsables de la Foire. Actuellement Catherine Jacquard a mis à jour les M2 dans la Foire et met à jour les codes Apogé, les titres et les ECTS pour les autres années.

Tristan Beau souligne plusieurs points. Tout d'abord il n'y a pas de PV de l'ancien CENS faisant état de cette décision. La fiche de poste de Catherine Jacquard fait-elle état de ce travail afin qu'il soit valorisé dans sa carrière ou non. De plus, si le CENS souhaite qu'elle poursuive son travail, une formation à la Foire devra lui être délivrée. Le CENS donne 180hTd de décharge pour la responsabilité de la Foire. Si une partie du travail des responsables de la Foire est effectué par une tierce personne, la décharge devra être revue. Actuellement 15 administrateurs peuvent intervenir dans la Foire ce qui peut conduire à une multiplication d'erreurs. Tristan Beau souligne également que si l'on rentre dans la Foire les enseignants extérieurs cela risque de perturber le calcul des besoins en service si cette implantation n'est pas faite correctement. Pour finir Tristan Beau remarque que le CENS n'a pas eu de bilan de la Foire depuis au moins 2 ans.

Maximilien Cazayous demande à Paolo Galatola de présenter un bilan Foire des 2 dernières années lors de la prochaine réunion du CENS.

**Le conseil décide de réduire le nombre d'administrateurs aux seuls responsables de la Foire et au président du CENS.**

La mise à jour des codes Apogé avaient été demandée à Matteo Caciari il y a de cela 2 ans. Paolo Galatola nous en rappelle les circonstances. Cette mission semble avoir été parfaitement réalisée. **Cette mission va donc s'achever vraisemblablement cette année et la PCC associée ne sera pas reconduite.**

**Le conseil souhaite également que lors de la prochaine séance Catherine Jacquard soit présente afin de discuter avec elle de ses attentes et de ses souhaits. Le conseil souhaite clarifier ses missions et lui fournir une formation à la Foire afin qu'elle puisse remplir ces missions.**

### 4) Devenir des colles pour 2012-2013

Cécile Roucelle nous présente le bilan 2011-2012 des colles (Cf annexe 2), bilan préparée par Véronique van Elewick et modifiée pour l'évaluation de certains coûts par Cécile Roucelle.

Ces colles allant du S1 au S4 de Licence ont été externalisées grâce au PRL. Les contraintes sur les contrats doctoraux empêchent de payer des doctorants pour réaliser ces colles. Les colleurs sont donc constitués principalement d'étudiants de M2. Le sérieux du travail des étudiants du M2 est reconnu. Cependant le fait qu'ils soient en dehors des équipes

pédagogiques, de leur grand nombre et de leur renouvellement complet annuel rend la gestion des colles impossible.

Le débat s'engage donc sur les colles.

Guillaume Blanc souligne que les colles sont importantes et utiles uniquement si elles se distinguent de ce qui se fait en classe prépa et doivent donc être un lieu où l'étudiant peut faire un bilan de ce qu'il a compris. Elles permettent aussi à l'équipe pédagogique de juger des notions acquises ou pas.

Tristan Beau pense qu'il est important de réintégrer les colles dans les modules et dans les équipes pédagogiques afin d'éviter des enseignants qui se spécialiseraient dans les colles.

Olivier Ronsin pense que les enseignants estiment que les colles sont bénéfiques essentiellement à cause de l'inefficacité des TD.

Le coût de la réintégration totale des colles dans les services se chiffre autour de 1200HTd.

Maximilien Cazayous propose pour diminuer ce coût de ne réserver les colles qu'aux seuls physiciens en faisant des sections de physiciens afin de ne pas créer d'inégalité au sein même d'une section. Il informe le CENS que les autres disciplines ne font des colles qu'aux étudiants de leur discipline. Une telle proposition peut être mise en place à partir du S2 mais pas en S1.

Yann Girard suggère que la CPEI fasse remonter au CENS ses demandes éventuelles d'heures de colles.

Un nouveau débat s'engage sur la forme des TD et la nécessité de contrôles réguliers.

**Le CENS décide les points suivants :**

1. Les colles sont arrêtées dans toutes les sections de L1 S1 et L2 S4.
2. Les colles sont obligatoires et intégrées dans les services et elles seront uniquement effectuées par les enseignants faisant les TD ou le cours en L1 S2 et L2 S3.
3. En L1 S2, il est demandé au Département des sciences exactes de réunir les étudiants physiciens dans une section.
4. Le nombre de colles est fixé à 3 par étudiant en L1 S2 et L2 S3.
5. Tous les 15 jours durant les dernières 30 minutes du TD, les enseignants donneront aux étudiants un exercice à résoudre parmi une liste de 5 exercices donnés 15 jours avant. Ces exercices seront notés et la note sera incluse dans le contrôle continu. Ces contrôles sont mis en place dans toutes les sections du S1 au S4.
6. La décharge pour la gestion des colles est en conséquence supprimée.

Le coût de ces mesures est évalué à 250 heures.

Maximilien Cazayous demande à Cecile Roucelle d'organiser une réunion avec les responsables de chaque section d'enseignement concernés afin de leur expliciter les choix du CENS.

La proposition est adoptée à l'unanimité.

NB : Les décisions du point 4 ont été modifiées lors du CENS du 29 mars 2012.

#### 5) Examen de l'appel d'offre d'enseignement pour les chercheurs CNRS

Maximilien présente sa proposition d'appel d'offre pour inciter les chercheurs qui le souhaitent à participer aux enseignements de l'UFR de Physique (cf annexe 3). Il est proposé que les heures enseignées soient rémunérées pour les non récipiendaires de la PES.

Un débat vif s'amorce.

Caroline Derec ne souhaite pas l'instauration d'heures supplémentaires pour les chercheurs (comme pour les enseignants-chercheurs) car ces heures supplémentaires se feraient au détriment de la recherche et à la place des embauches qui seraient nécessaires. Elle souligne de plus l'effet délétère selon elle de ces heures rémunérées au sein des équipes pédagogiques.

Julien Heuvingsh ainsi que Guillaume Blanc pensent que si on généralise la rémunération des chercheurs pour des heures d'enseignement il faut l'autoriser également pour les enseignants-chercheurs.

Loic Lanco suggère que ces heures d'enseignement ne soient pas rémunérées.

Maximilien Cazayous rappelle que l'UFR s'est battue pour récupérer l'argent de la compensation des IUF et l'argent des PCC (voir budget UFR PV CENS du 24 février 2012). Ce montant ne peut être dépensé que en heures complémentaires contrairement à l'argent récupéré via les délégations CNRS qui peut être partiellement transformé en fonctionnement. Il souligne également que seuls les chercheurs et les étudiants de M2 peuvent bénéficier de ces heures, les contrats doctoraux empêchant la rémunération des doctorants. Il n'est pas non plus possible de transformer cet argent en postes d'ATER ou de moniteurs. Il serait donc dommage de ne pas utiliser cet argent pour permettre une meilleure répartition des charges d'enseignements. Gérard Rousset réaffirme la nécessité d'utiliser cet argent dans ce but.

La manière dont les chercheurs pourraient être intégrés dans la foire est discutée. Maximilien Cazayous précise que les chercheurs auraient les mêmes droits que les enseignants chercheurs. Ils ne seront pas prioritaires lors de leur inscription sur un enseignant chercheurs mais plusieurs enseignements leurs seront proposés afin qu'au final, après discussions avec les enseignants-chercheurs et le chercheur souhaitant faire un même enseignement, le chercheur puisse en effectuer un.

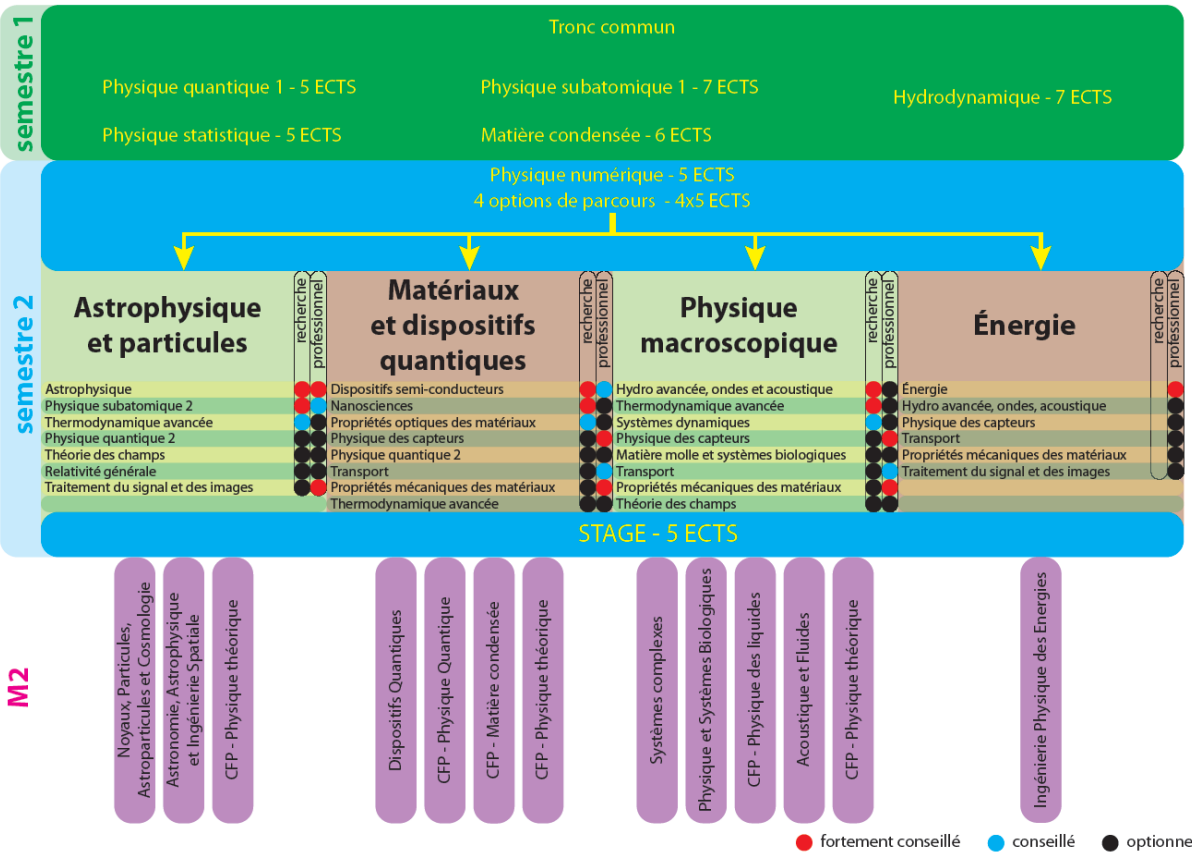
La proposition (cf annexe 3) est mise au vote : 5 pour, 1 contre, 5 abstentions. La proposition pourrait donc être adoptée mais le nombre d'abstentions souligne les différentes opinions incompatibles qui se sont exprimées.

La proposition d'appel d'offre, le résultat du vote ainsi que les différentes opinions qui se sont exprimées sont transmis à la direction de l'UFR. Charge à elle de se prononcer sur l'envoi ou non de l'appel d'offre.

Pas de questions diverses

La séance est levée à 19h00.

# **Annexe 1**



● fortement conseillé ● conseillé ● optionnel

## Semestre 1

### Tronc commun

#### Physique Quantique 1 (5 ECTS) C50%–TD50%–TP0%

1. Rappels (oscillateur harmonique...)
2. Particules identiques, anti-symétrisation
3. Invariance par rotation et moment cinétique. Somme de moments cinétique (règles sans démonstration (voir MQ2))
4. Atome d'hydrogène
5. Théorie des perturbations stationnaires
6. Théorie des perturbations dépendant du temps, règle d'or de Fermi.
7. Le spin : l'expérience de Stern-Gerlach, la précession de Larmor, la résonance, l'expérience de Rabi.

#### Physique Statistique (5 ECTS) C50%–TD50%–TP0%

1. Rappel ensemble microcanonique
  - a. Entropie
  - b. Température
  - c. Forces généralisées
2. Ensemble canonique
  - a. Fonction de partition - énergie libre
  - b. Equipartition de l'énergie
  - c. Applications : gaz réels (Viriel)-électrolytes
3. Ensemble grand-canonique
  - a. Réservoir - Potentiel chimique
  - b. Grande fonction de partition - Grand potentiel
4. Introduction aux statistiques quantiques
  - a. distribution de Bose-Einstein
  - b. distribution de Fermi-Dirac

#### Hydrodynamique (7 ECTS) C35%–TD35%–TP35%

1. Hypothèse de continuité.
2. Cinématique (Euler-Lagrange, théorème de transport).
3. Lois de conservations (Quantité de mouvement, Énergie).
4. Dynamique (Tenseur des contraintes, Viscosité, Navier Stokes, équation de la vorticité, Conditions aux limites, Similitude).
5.  coulements visqueux.
6.  coulements inertiels.
7. Couches limites.
8. Travaux pratiques : Hydrodynamique (TPs du L3 actuel)
  - a. Loi de Poiseuille
  - b. Loi de Stokes
  - c. Frottement turbulent
  - d. Rhéomètre et couette plan
  - e. Ressaut hydraulique
  - f. Cellule de Hele-Shaw, écoulement plan autour d'un cylindre (visualisation des lignes de courant avec injection de colorant)

## **Physique subatomique 1 (7 ECTS) C40%–TD30%–TP30%**

1. Rappels et notions de bases
  - a. Ordres de grandeur.
  - b. Notion de section efficace.
  - c. Éléments de structure du noyau : charge, rayon, masse (avec formule empirique de Bethe-Weiszacker)
  - d. Le modèle du gaz de Fermi
2. Stabilité du noyau
  - a. Désintégrations radioactives : émission gamma, émission alpha, désintégration beta, capture électronique.
  - b. Méthodes de mesure des constantes de désintégration, avec applications de chronologie géologique.
  - c. Fission
3. Le fonctionnement d'un réacteur nucléaire.
  - a. Les neutrons : Sources ; Ralentissement, diffusion ; Réactions de fusion.
  - b. Réactions à chaîne ; Contrôle, modération.
  - c. Le cycle du combustible.
  - d. Types de réacteurs.
  - e. Questions de sûreté. Ordres de grandeur.
4. Physique des particules
  - a. Existence des particules et de leurs antiparticules, en particulier, électron et positron.
  - b. Panorama rapide des particules élémentaires
  - c. Interactions fondamentales : ordres de grandeurs de durées de vie et sections efficaces, messagers.
  - d. Interaction électromagnétique : le photon en tant que messenger, lois de conservation.
  - e. Interaction forte : du noyau aux quarks : existence de hadrons et leurs nombres quantiques, les quarks, existence du nombre quantique de couleur.
  - f. Interaction faible: exemples à travers la non conservation de l'étrangeté dans l'interaction faible.
  - g. Classification en particules élémentaires, leptons et quarks.
5. Travaux pratiques
  - a. Interaction des photons avec la matière.
  - b. Observation de la raie d'annihilation électron-positron dans le cas d'une source de  $^{22}\text{Na}$ .
  - c. Mesure d'efficacité de détection et d'activités de désintégration.
  - d. Mesures de section efficace d'interaction plomb-photon, cuivre-photon, aluminium-photon.
  - e. Étude des corrélations angulaires dans le cas de l'annihilation électronpositron et de la désintégration d'un noyau de  $^{22}\text{Na}$ .
  - f. Observation de l'existence des muons cosmiques par coïncidence entre deux détecteurs, spectre d'énergie déposée.

## **Matière condensée (6 ECTS) C40%–TD40%–TP20%**

1. Structures cristallines
  - a. réseau, symétrie, maille, motif, réseau réciproque, zone de Brillouin
  - b. Vibration dans les réseaux, courbe de dispersion, vitesse du son, fréquence de coupure, chaleur spécifique.
  - c. Structure des liquides homogènes. Description statistique, facteur de



structure, facteur de forme. Facteur de forme d'objets complexes, lien avec la dimension fractale.

2. Magnétisme
  - a. Fondements du magnétisme, ordres magnétiques
  - b. Domaines magnétiques, Micromagnétisme
3. Gaz d'électrons libres
  - a. Conductivité des métaux. Modèle de Drude
  - b. Effet Hall, magnéto-résistance et conductivité AC
  - c. Théorie de Sommerfeld des métaux: densité d'état, statistique de Fermi-Dirac et application aux propriétés thermiques
4. Structure de bandes
  - a. Le potentiel cristallin, approximation des électrons presque libres. Notion d'écrantage.
  - b. Modèle des liaisons fortes
  - c. Distinction isolant-conducteur
5. Semi-conducteurs
  - a. Conductivité des semi-conducteurs, régimes intrinsèque (application :sonde de température) et extrinsèque (dopage n et p).
  - b. Jonction p-n
6. Travaux Pratiques
  - a. Transport électronique dans les solides: loi de Bloch-Gruneisen dans les métaux et loi activée dans les semiconducteurs intrinsèques
  - b. Effet Hall
  - c. Propriétés optiques des métaux et semi-conducteurs: mesures d'absorption et de réflectivité.
  - d. Spectroscopies des Phonons

## Semestre 2 :

### Cours obligatoires

#### Physique numérique (5 ECTS) C10%–TD0%–TP90%

Projet numérique sur un sujet en lien avec une des options de second semestre choisies par l'étudiant. Les étudiants auront accès à une bibliothèque de photocopies et/ou ouvrages de référence sur les langages de programmation et les méthodes numériques.

1. Cours introductif à certaines des méthodes numériques utilisées dans les projets. Par exemple
  - a. Typologie des équations aux dérivées partielles : Différences finies, Méthodes spectrales, Équation de diffusion, Équation de propagation
  - b. Méthode Monte-Carlo, Métropolis, bilan détaillé...
2. Projet en lien avec les options choisies. Par exemple
  - a. Traitement de données de physique sur accélérateur (grille de calcul)
  - b. Traitement d'image appliquée à l'astrophysique
  - c. Utilisation de bases de données liées à l'astrophysique
  - d. détection de particules
  - e. modélisation de la propagation de rayons cosmiques dans une galaxie
  - f. modélisation de disques d'accrétion.
  - g. Stabilité des systèmes planétaires (non-linéaire)

- h. Rebond d'une bille sur un plateau oscillant (non-linéaire)
- i. Le problème des rossignols de la Pampa: synchronisation d'oscillateurs de van der Poll
- j. Acoustique dans un milieu hétérogène (dynamique moléculaire massesressorts)
- k. Plissement d'une poutre élastique dans un milieu confiné (élasticité)
- l. Étalement d'un dôme de lave (équations de lubrification, diffusion nonlinéaire)
- m. Modélisation d'une rivière (équation de Saint-Venant, équations propagatives).
- n. Transition de phase en Monte-Carlo
- o. Chaîne polymérique en Monte-Carlo
- p. Acoustique instrumentale
- q. Étude de la propagation d'ondes à la surface d'un liquide,
- r. Équation de Schrödinger non linéaire
- s. Dispersion d'un paquet d'onde en mécanique quantique
- t. Problèmes de physique quantique à 1 corps: localisation de Anderson (diagonalisation de matrices avec entrées aléatoires, Hoffstadter butterfly), potentiels périodiques et ondes de Bloch.
- u. Matrice de transfert en physique Statistique et Quantique,
- v. Monte Carlo variationnel pour des molécules simples (H<sub>2</sub>).
- w. Écoulements en milieu diphasique
- x. Potentiel vent (éolien)
- y. Potentiel solaire (photovoltaïque).

#### **4 options à choisir**

Pour être suivies, certaines options nécessitent un niveau minimum dans des modules antérieurs (premier semestre de M1 ou L). Ceux-ci apparaissent comme « prérequis ».

#### **Physique Quantique 2 (5 ECTS) C50%–TD50%–TP0%**

prérequis : il est conseillé d'avoir réussi le module « Physique Quantique 1 » du 1er semestre pour suivre cette option.

1. Somme de moments cinétiques, coefficients de Clebsch-Gordan
2. Atome multi-électronique : règles de Hund et couplage spin-orbite
3. Méthodes d'approximation pour la solution de l'équation de Schrödinger
  - a. méthode variationnelle.
  - b. émission et absorption de radiation (potentiel oscillant).
4. Matrice densité, états purs et états mélange
5. Introduction à l'intrication
6. Collisions

#### **Thermodynamique avancée (5 ECTS) C50%–TD40%–TP10%**

prérequis : il est conseillé d'avoir réussi le module « Physique Statistique » du 1er semestre pour suivre cette option.

1. Gaz parfaits quantiques
  - a. Gaz de Fermi
  - b. Gaz de Bose
  - c. Gaz de photons

2. Transitions de phase
  - a. Modèle de Landau-Ginzburg
  - b. Approximations de champ moyen (transition liquide/gaz)
  - c. Modèle d'Ising.
3. Thermodynamique des mélanges
  - a. Définitions (variance, concentration, quantités partielles, exemple du mélange idéal de gaz parfaits)
  - b. Mélanges binaires (solutions diluées, pression osmotique, lois de Raoult)
  - c. Diagrammes d'état d'un mélange binaire (solution idéale, solution régulière, distillation fractionnée, démixtion, azéotropes)
4. Processus irréversibles
  - a. Fluctuations, irréversibilité
  - b. Approche macroscopique pour les systèmes faiblement hors d'équilibre (Affinité et flux, régime linéaire -Fick Fourier et Ohm-, relations d'Onsager, effets thermoélectrique...)
  - c. Théorie cinétique : équation de Boltzman.
  - d. Mouvement Brownien, diffusion, et équation de Langevin.
5. Travaux pratiques
  - a. calorimétrie
  - b. transition ferro-para

### **Physique subatomique 2 (5 ECTS) C50%–TD50%–TP0%**

prérequis : il est conseillé d'avoir réussi les modules « Physique Subatomique 1 » et « Physique Quantique 1 » du 1er semestre pour suivre cette option.

1. Modèles nucléaires :
  - a. modèle en couches
  - b. spectres gamma et règles de sélection
  - c. modèles collectifs
2. Rappels de cinématique relativiste.
3. Symétries discrètes (parité, conjugaison de charge, renversement du temps) et lois de conservation.
4. Nombres quantiques internes
  - a. étrangeté, isospin
  - b. oscillations des mésons K neutres
  - c. multiplets de hadrons
5. Modèle des quarks
  - a. symétrie SU(3) de saveur
  - b. SU(3) de couleur, gluons
  - c. preuves expérimentales de l'existence des quarks et des gluons
  - d. diffusion profondément inélastique, facteurs de forme
  - e. introduction à la QCD
6. Les interactions faibles :
  - a. violation de la parité, expérience de Mme Wu, désintégration du pion chargé
  - b. hélicité du neutrino, expérience de Goldhaber
  - c. désintégrations faibles des hadrons
  - d. angle de Cabibbo, mécanisme GIM, découverte du J/psi
  - e. troisième famille de quarks, découverte, matrice CKM
  - f. les bosons W,Z et leur découverte
7. Introduction au Modèle Standard :

- a. Invariance de jauge  $U(1)$ , théories de jauge local,  $SU(2) \times U(1)$
- b. brisure spontanée de symétrie : le mécanisme de Higgs.
- 8. Questions actuelles
  - a. Recherche du boson de Higgs
  - b. Oscillations de saveur des neutrinos
  - c. Liens entre physique des particules et cosmologie
- 9. Interaction rayonnement - matière et son exploitation pour la détection
  - a. Interaction des particules chargées : diffusion Rutherford, perte d'énergie par collision et par ionisation (formule de Bethe-Block), radiation de freinage.
  - b. Interaction des photons : effet photo-électrique, diffusion Compton, création de paires.
  - c. Exemples d'appareillages pour l'imagerie médicale.

### **Hydrodynamique avancée, ondes et acoustique (5 ECTS) C40%–TD30%–TP30%**

prérequis : il est conseillé d'avoir réussi le module « Hydrodynamique » du 1er semestre et le module « Ondes » de la licence pour suivre cette option.

- 1. Capillarité et tension de surface.
- 2. Lubrification.
- 3. Vorticité et dynamique des tourbillons.
- 4. Instabilités et turbulence.
- 5. Ondes de surface
- 6. Ondes acoustiques
- 7. Ondes internes
- 8. Travaux pratiques:
  - a. Ascension capillaire. Loi de Jurin + stalagmométrie  
Tensiomètre: lame de Wilhelmy
  - b. Instabilités hydrodynamiques
  - c. Cuve à onde: ondes capillaires/ondes de gravité.
  - d. Mesures de vitesses du son dans un fluide (mélange eau/éthanol)
  - e. Propagation d'ondes guidées (guide fluide)

### **Nanosciences (5 ECTS) C40%–TD20%–TP40%**

prérequis : il est conseillé d'avoir réussi les modules « Matière Condensée » et « Physique Quantique 1 » du 1er semestre pour suivre cette option.

- 1. Sondes à l'échelle nanométrique
  - a. Principes de l'AFM/STM
  - b. Microscopie électronique
- 2. Physique mésoscopique et confinement quantique
  - a. Transport électronique dans les conducteurs de basse dimension: régimes ballistiques et diffusifs.
  - b. Nanostructures: puits et points quantiques
- 3. Travaux pratiques
  - a. Propriétés optiques des puits quantiques : photoluminescence et absorption
  - b. Microscopies électroniques : TEM/MEB
  - c. Microscopie à effet tunnel: STM
  - d. Microscopie à force atomique
  - e. Microscopie à force magnétique

## **Dispositifs Semiconducteurs (5ECTS) C55%-TD30%-TP15%**

option mutualisé avec l'EIDD

prérequis : il est conseillé d'avoir réussi le module « Matière Condensée » du 1er semestre pour suivre cette option.

1. Briques de base pour les dispositifs
  - a. Électronique des semiconducteurs
  - b. Contacts métal-semiconducteur
  - c. Jonction *pn*
  - d. Courants dans la jonction *pn*
  - e. Hétérojonctions et puits quantiques
  - f. Transistor bipolaire
  - g. Jonction MOS (métal-oxyde-semiconducteur)
  - h. Transistor MOSFET
  - i. Rappels d'optique des semiconducteurs
2. Photodétecteurs
  - a. Photodiodes Schottky, *pn* et *pin*
  - b. Photodétection : bande, bruit, figures de mérite
  - c. Photodiodes à avalanche, compteurs de photons
  - d. Cellules solaires, détecteurs photovoltaïques
  - e. Photoconducteurs, caméras CCD (charge-coupled-device)
  - f. Détecteur à puits quantiques
3. Travaux Pratiques
  - a. Émetteur et récepteur en optoélectronique
  - b. Pompage et modulation de la puissance de sortie d'une diode Laser par un courant. Application à la transmission analogique d'un son par voie optique
  - c. Étude de la longueur d'onde d'émission de la diode en fonction du courant de pompage et de la température à l'aide d'un spectromètre à réseau et d'une barrette CCD

## **Astrophysique (5 ECTS) C50%–TD20%–TP30%**

1. Planétologie : problème à deux corps, Résonance spin-orbite, Mouvements des planètes. Mouvements séculaires, Précession. Mouvement chaotique des obliquités
2. Base du transfert radiatif
  - a. Équilibre thermique dans la matière et dans le rayonnement
  - b. Processus atomiques : les coefficients A et B
  - c. Théorie élémentaire de la diffusion
3. Structure et évolution des étoiles
  - a. Diagramme de Hertzsprung-Russel.
  - b. Structure et évolution sur la séquence principale.
  - c. Transformations thermonucléaires.
  - d. Phases tardives de l'évolution stellaire.
  - e. Supernovae de type II.
4. Physique des objets compacts
  - a. Naines blanches, étoiles à neutrons, trous noirs.
  - b. Étoiles binaires à rayons X et disques d'accrétions.
5. Galaxies et matière noire
  - a. Morphologie des galaxies.

- b. Structure et dynamique des galaxies.
- c. Halos galactiques, amas de galaxies.
- 6. Cosmologie
  - a. Loi de Hubble et récession des galaxies.
  - b. Structure à grande échelle de l'Univers.
  - c. Formation des galaxies.
  - d. Physique de l'Univers primordial
- 7. Travaux pratiques
  - a. Initiation à l'observation astronomique sur télescopes (OBSPM)
  - b. Mesure de la température du fond cosmologique à 10 GHz
  - c. Mesure du diamètre du Soleil avec un interféromètre radio

### **Traitement du signal (5 ECTS) – C30%–TD0%–TP70%**

Enseignement essentiellement pratique (sur ordinateur)

1. Signaux déterministes.
  - a. outils d'analyse des signaux déterministes à temps continu, Transformée de Fourier analogique, observation spectrale en analogique déterministe, produit BT (vision signal de l'inégalité de Heisenberg).
  - b. notion de système linéaire invariant par translation. Réponse impulsionnelle, fonction de transfert, filtrage par un système.
  - c. Procédure d'échantillonnage, théorème de Shannon-Nyquist-Whittaker, échantillonnage pratique, quantification.
  - d. outils d'analyse des signaux déterministes à temps discret, Transformée en Z, Transformée de Fourier à temps discret, temps et fréquences discrètes, transformée de Fourier rapide, observation spectrale en numérique déterministe (distinction précision / résolution).
  - e. filtres numériques (IIR/FIR, synthèse de filtres) .
2. Signaux aléatoires
  - a. concepts de base, stationnarité.
  - b. Corrélation, densité spectrale de puissance.
  - c. Prédiction linéaire, modélisation AR / ARMA.
  - d. Introduction à la théorie de la détection et de l'estimation.

### **Propriétés mécaniques des matériaux (5 ECTS) C40%–TD30%–TP30%**

1. Introduction
  - a. Notion de milieu continu
  - b. Rappels (ou compléments) de mécanique des solides indéformables (statique essentiellement).
2. Comportement des matériaux
  - a. Élasticité (loi de Hooke, Module d'Young, coefficient de Poisson), viscoélasticité, plasticité (limite élastique, fluage), rupture
  - b. Liens avec l'échelle microscopique (matériaux cristallin - polycristallins - amorphes - polymériques)
3. Déformations
  - a. Tenseur des déformations
  - b. Directions principales
  - c. Limite des petites déformations
4. Contraintes

- a. Tenseur des contraintes
- b. Directions principales
- c. Conditions aux limites
- 5. Élasticité linéaire
  - a. Loi de Hooke tensorielle
  - b. Coefficients élastiques
  - c. Énergie libre élastique.
- 6. Applications
  - a. Traction
  - b. Cisaillement
  - c. Torsion
  - d. Flexion et flambage.
- 7. Propagation des ondes élastiques dans un solide isotrope
  - a. Ondes de compression
  - b. Ondes de cisaillement
  - c. Ondes de Rayleigh
  - d. Utilisation en contrôle des matériaux (fréquences allant du dixième de Hertz -ondes sismiques- au GHz – ultrasons-).
- 8. Au delà de l'élasticité linéaire
  - a. Non linéarité (élasticité caoutchoutique)
  - b. Visco-élasticité (modules complexes, modèles de Maxwell, Kelvin-Voigt)
  - c. Plasticité (modèle élastique/plastique parfait)
  - d. Rupture (concentration de contraintes, distinction fragile/ductile, Théorie de Griffith, fatigue).
- 9. Travaux pratiques :
  - a. Résonance d'une poutre en vibration transversale
  - b. Mesure des vitesses du son dans les solides
  - c. Contrôle ultrasonore de solides fissurés
  - d. Élasticité caoutchoutique

### **Physique non linéaire et chaos (5 ECTS) C50%–TD50%–TP0%**

- 1. Introduction aux systèmes dynamiques
  - a. Systèmes mécaniques
  - b. Dynamique des populations
  - c. Cinétique chimique
  - d. bilan thermique de la terre
  - e. lampe fer-hydrogène
- 2. Systèmes non linéaires
  - a. Points fixes; Stabilité; Analyse de stabilité linéaire. Stabilité structurelle
  - b. Notion de bifurcation : noeud col, trans-critique, fourche.
- 3. Plan de phase
  - a. Oscillateurs; exemples (Pendule suramorti, Lucioles, Jonctions Josephson)
  - b. Portrait de phase
  - c. Existence, unicité et conséquences
  - d. Points fixes et linéarisation
  - e. Systèmes conservatifs
- 4. Cycles limites
  - a. Oscillateur de van der Pol
  - b. Section de Poincaré.

- c. Systèmes dynamiques discrets.
  - d. Éliminer la possibilité des orbites fermées (Système gradient; Fonction Lyapunov, Critère de Dulac)
  - e. Théorème de Poincaré-Bendixon
  - f. Oscillations de relaxation; Oscillations faiblement non linéaires
5. Bifurcations II
- a. Bifurcation de Hopf
  - b. Réactions chimiques oscillantes
  - c. Bifurcation globale de cycles
6. Introduction au chaos dans les systèmes dissipatifs
- a. Modèle de Lorenz
  - b. Notion d'attracteur étrange
  - c. Scénarios de transition vers le chaos : scénario de Ruelle et Takens, cascade de doublement de période
  - d. Fenêtre périodique
  - e. Intermittence
  - f. Exposant de Lyapunov

### **Énergie (5 ECTS) C50%-TD50%-TP0%**

1. Panorama des énergies renouvelables
  - a. Rappels sur l'énergie
  - b. La situation énergétique mondiale
  - c. Les différentes technologies des énergies renouvelables
2. Gisement éolien ZDE et puissance du vent
  - a. Mesures de la vitesse et puissance du vent
  - b. Variations (avec la hauteur, annuelle et statistique)
  - c. Distribution de Weibull et de Rayleigh.
  - d. Estimation de la production énergétique d'une centrale : ZDE.
  - e. Prix de revient de l'électricité.
3. Physique des éoliennes
  - a. Relation de Betz des vitesses.
  - b. Moment et poussée.
  - c. Loi de Bernoulli et moteur éolien.
  - d. Limite de Betz.
  - e. Facteur d'induction.
  - f. Coefficient de puissance et de poussée.
  - g. Éolienne à force de trainée exemple : Savonius.
4. Lumière du soleil
  - a. Spectre solaire TOA.
  - b. Spectre solaire et puissance au niveau de la mer.
  - c. Effet de serre.
  - d. Rayonnement direct et diffus.
  - e. Position de la planète et position des capteurs solaires.
  - f. Pyranomètre et luxmètre.
5. Processus radiatifs, thermiques et convectifs
  - a. Rappel corps noir.
  - b. Emittance, luminance, loi de Lambert, indicatrice.
  - c. Corps gris et corps réels.
  - d. Absorption, réflexion, transmission.



- e. Échanges radiatifs, formule de Bouguer.
  - f. Facteurs de forme.
  - g. Transferts de chaleur par conduction, convection (libre et forcée), massique.
  - h. Échangeur de chaleur.
6. Physique des Capteurs thermiques
- a. Chauffage solaire de l'eau.
  - b. Couverture, absorbeur, isolant.
  - c. Bilan énergétique.
  - d. Puissance absorbée. Puissance utile.
  - e. Rendement, formule HWB.
7. Physique des Panneaux solaires
- a. Cellule solaire : de la jonction à la réponse spectrale.
  - b. Rappels sur les semi-conducteurs et la jonction PN.
  - c. Génération et recombinaison pour le photovoltaïque.
  - d. Efficacité quantique et réponse spectrale.
  - e. Paramètres et caractérisation des cellules réelles.
  - f. Balance détaillée, efficacité et limite de Shockley et Queisser.

### **Théorie des champs (5 ECTS) C50%–TD50%–TP0%**

prérequis : il est conseillé d'avoir un très bon niveau en « Mathématique » et « Approche lagrangienne et relativité » pour suivre cette option

1. Rappels de Relativité restreinte
2. Formulation Lagrangienne
3. Équations de champs
  - a. Klein-Gordon (libre couplage à une source,...), scalaire massif, masse nulle.
  - b. Maxwell (libre, couplage à un courant,...), vecteur masse nulle
  - c. Dirac (Origine, libre,...), spineur massif.
  - d. Autres: Weyl, Proca,...
4. Symétries, Théorème de Noether
5. Champs de jauge abéliens, introduction aux champs non abéliens (Yang Mills)
6. Introduction à la quantification (champs libres)

### **Relativité générale (5 ECTS) C50%–TD50%–TP0%**

prérequis : il est conseillé d'avoir un bon niveau en « Mathématique » et « Approche lagrangienne et relativité » pour suivre cette option

1. Introduction: du principe de relativité de Galilée au Principe d'équivalence. Rappels de relativité restreinte. Rappels et compléments de formalisme tensoriel.
2. Gravitation, principe d'équivalence, principe de covariance.
3. Conséquences: décalage vers le rouge gravitationnel, interprétation d'Einstein (courbure). Notions de géométrie différentielle (variété, connexion, courbure, métrique, etc.).
4. Equations d'Einstein.
5. Champ central
  - a. métrique de Schwarzschild
  - b. trous noirs.
6. Cosmologie

- a. Données observationnelles
  - b. métrique de Friedmann-Robertson-Walker
  - c. constante cosmologique,...
7. Ondes gravitationnelles

**Propriétés optiques des matériaux (5 ECTS) C50%–TD35%–TP15%**

prérequis : il est conseillé d'avoir un bon niveau en «électromagnétisme» et « optique ondulatoire » pour suivre cette option

1. Propriétés optiques de la matière
  - a. Rappel d'optique électromagnétique
  - b. Aspect microscopique de l'interaction lumière matière: modèle de l'électron élastiquement lié
  - c. Milieux anisotropes
  - d. Optique non-linéaire d'ordre 2
2. Optique intégrée
  - a. Guide d'ondes planaires diélectriques
  - b. Fibres optiques
3. Lasers
  - a. Rappel sur l'interféromètre de Fabry Perot
  - b. Laser : équations d'Einstein, condition d'inversion de population et effet de la cavité.
  - c. Propriétés optiques des semiconducteurs
  - d. Amplification optique dans les semiconducteurs. , Diode laser , Laser à réaction distribuée et à cavité verticale
4. Travaux pratiques
  - a. bi-réfringence
  - b. effet Pockels
  - c. Acousto-optique et génération de seconde harmonique.

**Physique des capteurs (5 ECTS) C50%–TD0%–TP50%**

1. Généralités – caractéristiques des capteurs
2. Amplification et adaptation d'impédance
3. Mesure des distances et des déplacements
4. Mesure des forces
5. Thermométrie
6. Capteurs optiques
7. Piézo-électricité — Application aux transducteurs ultrasonores
8. Micro-capteurs
9. Travaux pratiques
  - a. Mesure de déplacement
  - b. Photodétecteurs
  - c. Mesure de température
  - d. Caractérisation de champs acoustiques émis par des transducteurs finis, par interférométrie optique
  - e. Amplification et adaptation d'impédance (AO, transistor, push-pull)

## **Transport (5 ECTS) C50%–TD35%–TP15%**

1. Introduction
  - a. Rappels de thermodynamique à l'équilibre.
  - b. Équilibre thermodynamique dans un champ de force.
2. Lois élémentaires du transport par diffusion
  - a. Lois de Fick, d'Ohm et de Fourier
  - b. Évaluation du coefficient de diffusion dans le cas simple des gaz (théorie cinétique).
  - c. Équation de diffusion : résolution dans quelques situations très simples.
3. Au-delà du transport diffusif
  - a. Convection - terme convectif dans l'équation de diffusion, nombre de Peclet, couche limite.
  - b. Rayonnement - étude de cas où le transport radiatif est important (gaz chauds, enceintes sous vides).
4. Couplage entre divers phénomènes de transport
  - a. Cadre formel : relations d'Onsager
  - b. Application : thermodiffusion, électro-osmose, transport transmembranaire, effets thermoélectriques.
5. Évolution vers l'équilibre d'un système sous plusieurs phases
  - a. Tension de surface
  - b. Métastabilité et nucléation
  - c. Transition de phases des mélanges
  - d. Croissance limitée par la diffusion de matière et de chaleur (régime diffusif aux temps courts, mûrissement d'Ostwald aux temps longs).
  - e. Front de croissance.
6. Travaux pratiques
  - a. Effet Peltier
  - b. Diffusion de particules

## **Matière molle et systèmes biologiques (5 ECTS) C60%–TD40%–TP0%**

1. Interactions entre molécules
  - a. interactions entre ions et entre molécules polaires
  - b. polarisation des molécules
  - c. interactions de van der Waals
  - d. liaison hydrogène
2. Polymères, synthétiques et biologiques
  - a. chaîne idéale, pelote gaussienne
  - b. longueur de persistance, polymères semi-flexibles, polymères rigides
  - c. macromolécules biologiques : ADN, protéines
  - d. solutions de polymères : théorie de Flory-Huggins, volume exclu, bon/mauvais solvant
3. Surfaces, capillarité, thermodynamique des interfaces
  - a. tension de surface, loi de Laplace
  - b. thermodynamique des interfaces : équation de Kelvin, équation de Gibbs
  - c. mouillage : angle de contact, effets de la gravité, effets des hétérogénéités
  - d. tensio-actifs : films et bulles, micelles
  - e. les membranes biologiques
4. Interactions entre surfaces et particules

- a. équation de Poisson-Boltzmann, Debye-Hückel
  - b. mouvement brownien et limite colloïdale, stabilité colloïdale
  - c. interactions par fluctuations thermiques
5. Introduction à la biologie moléculaire
- a. ADN,
  - b. transcription et ARN
  - c. traduction
  - d. régulation
6. La cellule
- a. architecture cellulaire
  - b. cytosquelette, moteurs moléculaires
  - c. migration et motilité
  - d. propriétés mécaniques des cellules

# **Annexe 2**

## Bilan des colles

### Avant externalisation:

Colles intégrées dans les volumes horaires de la foire.

Volume total: ~1200h

### L1:

**Mécanique 1 (PH1ME1):** 4 sections, 18 groupes de TD  
(5 PHY, 4 CHIM, 3 MATH, 2 Math-INFO, 2 STEP, 1 CPEI)

8 sous-groupes/colle, 4 colles/étudiant → 1 groupe = 32h

→ volume total: ~576h

**Mécanique 2 (PH1ME2):** 3 sections, 16 groupes de TD  
(5 PHY, 4 CHIM, 3 MATH, 2 STEP, 1 CPEI)

8 sous-groupes/colle, 2 ou 3 ou 4 colles/étudiant → 1 groupe = 24h (moyenne)

→ volume total: ~390h

### L2:

**Electromagnétisme 1 (PH2EM3):** 6 groupes de TD (5 PHY, 1 CPEI)

8 sous-groupes/colle, 3 colles/étudiant → 1 groupe = 24h

→ volume total: ~130h

**Electromagnétisme 2 (PH2EM4):** 5 groupes de TD (5 PHY + quelques MATH)

8 sous-groupes/colle, 2 colles/étudiant → 1 groupe = 16h

→ volume total: ~90h

## Bilan des colles

### Après externalisation

Contrats étudiants (M2, doctorants hors contrat doctoral): ~ 28,5 €/h

Heures complémentaires (post-doc, chercheurs,...): ~ 50 €/h

+ PCC: décharge de 10h/section pour l'enseignant responsable

→ total: 90h

2010-2011	Semestre 1:	548h contrats étudiants	soit	15 600 €
		72h HC	soit	3 600 €

TOTAL ~ 19 000 € sur PRL

2010-2011	Semestre 2:	420h contrats étudiants	soit	12 000 €
		38h HC	soit	1 900 €

TOTAL ~14 000 € sur PRL

2011-2012	Semestre 1:	509h contrats étudiants	soit	14 500 €
		168h HC	soit	8 400 €

TOTAL ~ 23 000 € sur PRL

## Bilan des colles

### Après externalisation

Contrats étudiants (M2, doctorants hors contrat doctoral): ~ 28,5 €/h

Heures complémentaires (post-doc, chercheurs,...): ~ 50 €/h

+ PCC: décharge de 10h/section pour l'enseignant responsable

→ total: 90h

2011-2012	Semestre 2:	351h contrats étudiants	soit	10 000 €
		114h HC	soit	5 700 €
		36h moniteur	soit	0 €
				-----
<b>TOTAL</b>				<b>~ 15 700 €</b>
				sur budget UFR
				(arrêt du PRL en 2012)

**BILAN GLOBAL: ~40 000 €/an ...désormais à charge de l'UFR**

## Bilan des colles

### Bilan pédagogique: POSITIF

- dispositif d'accompagnement des étudiants: identification précoce des lacunes
- contact direct et personnalisé avec les enseignants
- satisfaction globale des étudiants (dans les questionnaires de fin de semestre)
- spécificité P7

→ dispositif à maintenir sous une forme ou une autre

### Bilan organisationnel des colles externalisées: NEGATIF

- coût: ~38 000€/an (notamment dû au recrutement sur HC...)
- difficultés de recrutement des colleurs:
  - recrutement en urgence inévitable
  - sélection impossible
  - contraintes horaires très fortes
  - contraintes rédhibitoires sur le recrutement des doctorants (hors contrat doctoral)
  - pas d'intégration possible dans les équipes enseignantes (pas de présence aux réunions,...)
  - ~ 90% de turn-over d'un semestre à l'autre
- aucune continuité pédagogique, suivi des colleurs difficile, pas de contrôle de qualité
- difficultés à trouver des salles (les colles n'apparaissent pas dans les emplois du temps)
- problèmes de contrats pour certains doctorants (dans un cas: 30h de colles impayées !)

## Bilan des colles

### Comment améliorer le dispositif ?

- recrutement de moniteurs prioritairement affectés aux colles et TD de L1/L2 ?
- modification du dispositif pédagogique ? Intégration dans les TD ? (→ plutôt faisable en L2 ?)

### - réintégration dans la foire ?

\* dispositif allégé: 3 colles/étudiant au lieu de 4 en mécanique → OK

→ 432h (ME1) + 130h (EM3) + 350 (ME2) + 90 (EM4) - 90 (PCC) = 911 h

\* colles uniquement pour les groupes PHY( et CPEI ?) ? et/ou uniquement en L1 ?

### Position du Département (J. Mc Aleese):

- groupes CPEI: pourraient être gérés sur fonds propres

Poids total des colles pour 1 groupe CPEI:  $24(\text{ME1})+24(\text{ME2})+24(\text{EM3}) = 72\text{h}$

!! passage à 2 groupes l'année prochaine !!

- S1 d'orientation → maintien des colles pour toutes les mentions si possible

(même si peut-être pas le cas actuellement en math, chimie...)

- efforts d'encadrement préférentiellement à concentrer sur le L1

- possibilité d'un découpage par sections au S2: PHY, CHIM+STEP, MATH+CPEI

→ 432h (ME1) + 130h (EM3) + 144 (ME2) + 90 (EM4) - 90 (PCC) = 704 h (628h sans CPEI)

si colles uniquement pour PHY au S1:

→ 144h (ME1) + 130h (EM1) + 144 (ME2) + 90 (EM2) - 90 (PCC) = 418 h (346h sans CPEI)

colles uniquement en L1, tous les groupes de S1:

→ 432h (ME1) + 144 (ME2) + 90 (EM2) - 90 (PCC) = 576h (528h sans CPEI)



# **Annexe 3**

Cher Collègues Chercheurs,

Afin de vous permettre d'enseigner et en particulier de permettre aux récipiendaires de la PES de satisfaire à leurs engagements d'enseignement, **l'UFR de Physique vous offre la possibilité de participer à l'ensemble des enseignements avec les mêmes droits que les enseignants-chercheurs.**

Sur la base d'un engagement sur 2 ans minimum et d'un volume horaire compris entre 24 et 64 heures (selon vos souhaits), vous pouvez choisir d'effectuer des cours, TD ou TP de physique et de physique aux interfaces (biologie, math, chimie, médecine) dans l'ensemble des cursus dans lesquels nous intervenons de la 1<sup>ière</sup> à la 4<sup>ième</sup> année universitaire. Ces heures seront rémunérées pour les CR et DR (ou équivalent) non récipiendaires de la PES.

Si vous souhaitez connaître le contenu des enseignements, je vous invite à consulter les liens suivant :

L1 et L2 (1<sup>ière</sup> et 2<sup>ième</sup> années)

<http://www.univ-paris-diderot.fr/sc/site.php?bc=formations&np=MENTION?ND=907>

et

L3 et M1 (3<sup>ième</sup> et 4<sup>ième</sup> années)

[http://www.physique.univ-paris-diderot.fr/rubrique.php3?id\\_rubrique=35](http://www.physique.univ-paris-diderot.fr/rubrique.php3?id_rubrique=35)

N'hésitez pas à me contacter directement pour d'amples explications et afin que nous discussions ensemble des possibilités d'enseignements sur les matières qui vous intéressent.

En espérant vous compter bientôt comme collègue d'enseignement en plus d'être des collègues de recherche,

Très cordialement

Maximilien Cazayous

Président du Conseil des Enseignements de l'UFR de Physique