

PV du CENS du 20 janvier 2012

Présents : Tristan Beau, Guillaume Blanc, Imane Boucenna, Julien Browaey, Maximilien Cazayous, Caroline Derec, Maurice Courbage, Frédéric Filaine, Paolo Galatola, Yann Gallais, Yves Garreau, Yann Girard, Matthias Gonzalez, Sylvie Hénon, Cécile de Hosson, Marc Huertas, Eric Huguet, Loïc Lanco, Giuseppe Leo, Laurent Ménard, Charlotte Py, Vincent Repain, Christian Ricolleau (présent uniquement pour la présentation des L3Pro), Olivier Ronsin, Cécile Roucelle, Véronique Van Elewyck

Procurations : pas de procuration

Invités : Bruno Andreotti, François Gallet, Stéphane Vassout (CPEI)

1) Petit tour de table (5 min)

Maximilien Cazayous président du CENS souhaite la bienvenue aux membres du conseil.

Chaque membre du CENS se présente.

Le CUFR avait proposé Eric Huguet ou Cécile de Hosson comme vice président du CENS. Suite à une discussion entre les deux intéressés, Eric Huguet est vice président du CENS.

2) Discussions et finalisation de la maquette de Licence 2014-2018 (2h00)

Présentation de la Proposition 1 de Maquette (cf. Annexe 1) par Bruno Andreotti.

Présentation de la Proposition 2 de Maquette (cf. Annexe 2) par Eric Huguet.

Présentation par Julien Browaey d'amendements pouvant être introduits dans la maquette 1. Ces amendements concernent la présence d'électrocinétique dans le module Outils physique expérimentale de S1 et la présence de chimie des solutions dans le module de chimie de S4. Julien présente également dans les amendements aussi un chapitre sur l'importance de la place de la physique numérique.

Intervention de Giuseppe Leo qui souligne l'importance de discuter de la maquette de Licence de Physique avec CPEI (cycle préparatoire de l'Université Paris Diderot).

Après le choix de la maquette, les discussions vont débiter pour mutualiser les enseignements entre la Licence Physique et la CPEI.

Dans le programme détaillé, Giuseppe Leo pense qu'à titre d'exemple l'amplificateur opérationnel devrait être rajouté au programme.

Intervention de François Gallet qui félicite les contributeurs à la maquette pour la qualité du résultat. François Gallet souligne que les cours de méthodologie ne doivent pas être des calculs de Math purs mais des calculs qui doivent s'appuyer sur une problématique physique. Il rappelle également l'importance de définir le présentiel dans la constitution des maquettes et d'envisager l'augmentation du nombre de semaine en passant de 12 à 15, par exemple.

Caroline Derec souligne les grosses différences en termes de contenu entre la proposition 1 et 2. Si certains intitulés semblent identiques (comme par exemple en S1), les contenus ne le sont pas. La maquette 2 allant plus loin dans les concepts que la maquette 1.

Frédéric Filaine souligne l'importance d'enseigner en électricité des notions de sécurité électrique mais plus généralement les notions de sécurité dans nos différents travaux pratiques.

Bruno propose un module à 0 ECTS à la fin du L3 ayant pour but de vérifier le niveau global de nos étudiants sur le programme de Licence.

Cécile Roucelle suggère d'introduire dans un des modules de méthodologie (en S3 par exemple) des logiciels de calcul formel. L'UFR de Physique a jusqu'à présent fait le choix d'utiliser Matlab pour le traitement de données expérimentales et Python pour la programmation. L'utilisation d'un logiciel de calcul formel est envisageable en M1 et M2.

Vincent Repain se questionne sur le devenir de SPE. Cécile de Hosson nous informe que cette année sur 8 candidats, 7 sont admissibles au concours du CAPES. La filière L3 SPE est maintenue avec une participation à 50% de l'UFR de Chimie, la responsabilité passant de l'UFR de Chimie à l'UFR de Physique. Le L3 SPE sera discuté après la présentation de Maurice Courbage.

François Gallet pose la question du devenir du Magistère. Caroline Derec répond qu'à l'issue d'une réunion organisée pour discuter du devenir des L3-PMA et L3-Magistère, il a été proposé qu'il n'y ait plus qu'un seul parcours. L'affichage de la sélection vers l'extérieur pour recruter des étudiants provenant de classes préparatoire est maintenu mais ils suivent les mêmes cours et TD que les autres étudiants. Le Magistère devient alors un label donné tous les ans à partir du L3 à tous les étudiants ayant obtenus par exemple une moyenne générale supérieure à 12 sans compensation. Vincent Repain souligne l'importance du choix du niveau de la nouvelle filière commune. En effet, le niveau doit être choisi pour ne pas que les étudiants ayant des facilités s'ennuient et que les étudiants moyens soient décrochés. Cependant le corpus des maquettes 1 et 2 reste exigeant et les notions à intégrer pour un étudiant sont conséquentes permettant sans nul doute d'éviter le premier écueil.

Véronique Van Elewyck remarque que les deux maquettes diffèrent sur la place de l'électromagnétisme et voit deux inconvénients potentiels à placer cette matière en L3: d'une part elle fait partie du programme des concours CPEI (programme en cours de modifications au ministère), et d'autre part elle est traditionnellement enseignée en L2 dans la plupart des universités européennes, ce qui risque de compliquer les échanges internationaux d'étudiants.

Véronique Van Elewyck fait le point sur l'adéquation des maquettes 1 et 2 avec les maquettes des autres composantes du département des Sciences Exactes concernées (STEP, chimie et math). Celles-ci ont globalement fait état d'une légère préférence pour la proposition 2, mais elles nous ont assuré de leur capacité à s'adapter à nos choix.

Eric Huguet recontextualise et redéfinit les modules de la maquette 2.

Loïc Lanco souligne que, de son point de vue, la maquette 2 contient des rajouts d'éléments lourds en terme de concepts et de formalisme par rapport à la maquette 1.

Maurice Courbage mentionne que le fait que les enseignements de Math soient faits par des enseignants de l'UFR de Math en L1 et L2 nécessite de s'accorder avec eux sur le contenu de leurs cours et de nos modules de Math pour Physiciens et les modules méthodologie physique.

Pour Yann Gallais la proposition de Maquette 2 semble très proche de la maquette du Magistère et donc proche d'un niveau très élevé. La maquette 1 semble d'un très bon niveau mais encore accessible aux étudiants.

Après 1h45 de discussions, le CENS vote sur la proposition 1 ou 2. A la demande d'Eric Huguet, le vote se tiendra à bulletin secret.

Sur 25 présents, 25 votes sont exprimés :

7 votes pour la maquette 2 et 18 votes pour la maquette 1.

La maquette 1 est donc choisie comme maquette 2014-2018.

Les points mentionnés précédemment par Julien Browaeyns pourront être intégrés dans le contenu de certains modules de la maquette 1 sans pour autant changer l'architecture de la maquette. Cette maquette nécessite encore un petit travail de finalisation quant au contenu de certains modules. Un groupe en ce sens est constitué de Caroline Derec, Sébastien Charnoz, Véronique Van Elewyck, Loïc Lanco, Julien Browaeyns Yann Gallais et Cécile de Hosson. Lors d'un futur CENS les modifications du contenu des modules proposées par ce groupe de travail seront abordées. Ce groupe est également chargé de remplir les documents à rendre au CEVU.

3) Information sur notre contribution à la maquette SNV (5 min)

Maximilien Cazayous présente ses négociations avec le département de SNV.

Actuellement l'UFR de Physique enseigne 980 hTD au département SNV dont plus de 700hTD de Math pour biologiste (chaque module est suivi par 10 groupes d'étudiants). A titre d'exemple nous enseignons les Maths pour prépa agro et véto.

2 propositions sont en discussions.

1^{ère} proposition : l'UFR de Physique continue à enseigner la physique et les maths au département de SNV sous la forme de cours/TD en mini amphitheâtre (et non cours+TD) sauf les Maths pour prépa agro et véto qui reviennent à la charge de SNV. Le coût pour l'UFR de Physique est de 480 hTD.

2^{ème} proposition : l'UFR de Physique a la charge pédagogique des enseignements et assure les cours et 2 TD par cours (modèle cours + TD). Les 8 autres TD sont assurés par les enseignants de l'UFR de Math. Le coût pour l'UFR de Physique est de 320 hTD.

Cette proposition a reçu un écho favorable de l'UFR de Math et est en négociation la semaine du 23 janvier.

4) Constitution d'un noyau pour un groupe de travail sur le M1 (5 min)

Bruno Andreotti, Sylvie Henon, Yann Gallais, Giuseppe Leo, Olivier Ronsin, Maximilien Cazayous et Eric Huguet se proposent de travailler à la maquette du M1 et d'agréger toutes les personnes intéressées. 2 réunions sont prévues la semaine du 23 janvier pour une discussion au CENS le mardi 31 janvier.

5) Présentation de la maquette L3 SPE par Maurice Courbage (15 min)

Maurice Courbage nous présente sa proposition de maquette pour le S5 et S6 de SPE ce qui représente 15 ECTS à chaque semestre, les 15 autres étant assurés par l'UFR de Chimie. Cécile de Hosson assure que la quasi-totalité des modules de physique du L3 SPE pourront être mutualisés avec la maquette 1 choisie. Un petit groupe de travail est constitué pour

élaborer la maquette SPE autour de Cécile de Hosson, Julien Browaey, Tristan Beau et Maurice Courbage.

6) Présentation de la maquette L3 Pro AnaMat par Christian Ricolleau (15 min)

La présentation de la maquette et le bilan de la formation sont disponibles en annexe 3.

7) Présentation de la maquette L3 Pro Bio-Photonique par Charlotte Py (15 min)

La présentation de la maquette et le bilan de la formation sont disponibles en annexe 4.

8) Présentation de la maquette L3 Pro Techniques Physiques des Energies par Imane Boucenna (15 min)

La présentation de la maquette et le bilan de la formation sont disponibles en annexe 5.

Chaque L3 pro forme entre 8 et 15 étudiants. Le coût de chaque L3Pro est d'environ 220 hTD pour l'UFR de Physique. Ce coût demeure faible au vu de l'insertion professionnelle assurée par ces formations de qualité. Le CENS regrette que malgré des efforts en publicité et les options proposés en L2 (25 étudiants en moyenne par option) le nombre de candidats provenant du L2 de Paris 7 reste faible.

Le CENS valide à l'unanimité les maquettes du L3 Pro AnaMat, du L3 Pro Bio-Photonique et Techniques Physiques des Energies.

9) Questions diverses :

Stéphane Vassout responsable de l'école préparatoire (CPEI) nous a fait part de son remplacement et de la nomination prochaine de Sébastien Charnoz à son poste par le conseil de l'EIDD.

Le passage à 15 semaines d'enseignement a été évoqué. Les modalités d'un passage de 12 à 15 semaines doivent être abordées lors d'un prochain CENS (à titre d'exemple, passer à 15 semaines partout empêcherait les stages en particulier en M1). Une telle demande nécessitera l'appui du CUFR.

Un appel d'offre pour le fonctionnement et le petit équipement pédagogique va être lancé prochainement. Ces crédits concernent les L3, M1 et M2. Le montant global alloué par l'université est de 54 keuros. Cet appel sera le seul appel d'offre. En effet, l'université ne fera pas d'appel d'offre pour l'équipement pédagogique.

La séance est levée à 12h30.

Annexe 1

PROPOSITION 1

Programme du L1 au L3

L'objectif de la Licence tel qu'on la conçoit ici prend le contre-pied des nouveaux programmes de Lycée ("complexité et recherche d'information") en proposant d'aborder le raisonnement scientifique, les lois physiques et les outils formels. La méthodologie mise en œuvre importe et devra mettre l'accent sur le travail personnel, la fréquentation de salles de travail et de bibliothèque, la lecture de livres. En particulier, travailler à partir d'un **manuel identifié** a l'avantage de l'uniformité entre les groupes, de la pérennité vis à vis des rotations d'enseignants, et de fournir un réservoir d'exercices communs. D'autre part, l'utilisation de Datasheet ou de manuels en anglais est à recommander, pour pallier les déficiences de l'enseignement de langues vivantes. On recommande les devoirs à la maison un peu plus difficiles que les exercices de TDs en utilisant le travail à l'oral en petit groupe pour décortiquer les énoncés, accompagner la mise en équation, répondre aux questions (principe des tutorats ESPCI). Le programme cherche l'équilibre entre la prise en compte lucide des connaissances de départ des bacheliers, la nécessité de susciter l'enthousiasme et la curiosité pour amorcer le processus d'émancipation intellectuelle, et la volonté de poser des exigences fermes. Il s'agit de transmettre un corpus de savoirs en physique (et non de proposer un picorage 'à la carte') et de créer les conditions pour que les étudiants pensent par eux-mêmes.

Mise en place:

La mise en place du programme sera progressive, année après année, de sorte que l'on en arrivera au M1 au moment d'écrire la maquette suivante! L'introduction de la nouvelle maquette en L1 aura lieu en septembre 2014.

Approche en L1-L2:

L'organisation du L1-L2 proposée mêle l'approche organisée en savoirs et par difficultés techniques (les bacheliers ne connaissent pas les équations différentielles, peu les vecteurs, etc). On choisit ici de traiter longuement la cinématique 1D, comme dans Halliday-Resnick-Walker (représentations graphiques et interprétations), introduire les principes de la dynamique en vecteurs. Les appliquer d'abord selon des composantes, en commençant par toutes les situations où on peut projeter sur un seul vecteur unitaire. On se focalise ainsi sur les équations différentielles, sans nier le caractère vectoriel de la mécanique.

Label Magistère

Le label magistère serait associé à une sélection à l'entrée, et à une sélection à la sortie des étudiants ayant obtenu plus de 12 (par exemple) de moyenne générale. Le label magistère ne serait plus associé à une séparation entre fondamental et appliqué. Cela implique une filière commune en L3. Au niveau du M1, des parcours orientés (plutôt fondamental ou appliqué) pourraient être proposés, mais un étudiant orienté «appliqué» aurait tout autant de chances d'obtenir le magistère qu'un étudiant orienté «fondamental». De plus, toutes les options seraient accessibles à tous, mais à condition que l'étudiant ait suivi (et validé avec succès, voire pour certaines options avec plus de 12) le ou les cours qui les préparent.

Diminution du présentiel

Les contenus précis des UE ne doivent pas être trop lourds afin de permettre une diminution du présentiel (par exemple, pas forcément un TD chaque semaine) et une augmentation du travail personnel demandé aux étudiants.

Expérimentations:

- questionnaire composé de questions de cours sur le programme des 3 années en fin de L3.
- > statistiques, rétroaction sur le programme.

Programme

S1 :

9 ECTS Maths
6 ECTS Chimie
9 ECTS Physique: Mécanique Newtonienne du point 1
3 ECTS Méthodologie de la physique
3 ECTS Introduction aux outils de la physique expérimentale

S2 :

9 ECTS Mécanique Newtonienne 2 + Hydrostatique
9 ECTS Maths
3 ECTS Méthodologie de la physique
3 ECTS Projet de physique expérimentale
3 ECTS Anglais (CRL)+PP
3 ECTS Outils Bureautique et Internet

S3 :

8 ECTS Physique 3
 dont 4 ECTS Optique géométrique
 puis 4 ECTS Flux et lois de conservation
10 ECTS Électromagnétisme en régime quasi-statique
3 ECTS Méthodologie de la physique
6 ECTS Maths
3 ECTS Anglais

S4 :

10 ECTS Physique 4
 dont 4 ECTS Electrocinétiq ue
 puis 6 ECTS Ondes et vibrations
8 ECTS Physique Numérique
 dont 4 ECTS Algorithmique et Programmation
 puis 4 ECTS Simulations de dynamique moléculaire
6 ECTS Maths ou chimie?
3 ECTS UE libre
3 ECTS PP

S5 :

8 ECTS Electromagnétisme et optique ondulatoire
5 ECTS Approche lagrangienne et relativité restreinte
5 ECTS Maths pour physiciens
6 ECTS Projet de Physique expérimentale (pour le gr.1 en alternance avec le gr.2)
3 ECTS Anglais
3 ECTS UE libre

S6 :

8 ECTS Mécanique quantique
8 ECTS Thermodynamique et physique statistique
5 ECTS Maths pour physiciens
6 ECTS Physique moderne (gr.1 en alternance avec gr.2)
 avec 3 ECTS TP Approche expérimentale de la physique moderne
 et 3 ECTS De l'infiniment grand à l'infiniment petit: astrophysique, particules et structure de la matière
3 ECTS Stage

Programme détaillé

Proposition d'UE libre (ouverte à tous les étudiants de la fac sans pré-requis)

Le raisonnement scientifique comme méthode pour aborder les problèmes: le monde, la société, le laboratoire

- Poser un problème scientifiquement
- Paramètre de contrôle, mesure
- Le rôle de la théorie et de la prédiction en science
- Comment faire la preuve en science?

Exemples sociétaux :

- La dérive des continents, Pangea
- Estimation des quantités d'énergie fossiles restantes et de leur temps d'utilisation
- Le réchauffement climatique
- Distribution des ressources, PIB, dette
- Médication diluée : ordre de grandeur, effet placebo

S1 :

Maths (9 ECTS)

Maquette précédente:

- Ensembles
- Polynômes
- Espaces vectoriels
- Suites
- Fonctions de plusieurs variables (dérivées partielles, études de surfaces, gradient)

9 ECTS Physique: Mécanique Newtonienne du point 1

Ouvrages recommandés: Hecht en Français et Halliday-Resnick-Walker en Anglais

Savoir : Mécanique, résistance et loi d'Ohm introduits par la mécanique, oscillateur harmonique, résonance.

Technique: Modéliser une situation physique par une équation différentielle scalaire. Résoudre des équations différentielles du second ordre par intégrations successives.

- Masse, longueur, temps (dimension vs unités)
- Ordres de grandeur (calcul mental)
- Cinématique à une dimension, tracé de courbes, représentation graphique, asymptote...
- Principe fondamental de la dynamique (introduit en vectoriel, appliqué en projection)
- Force de gravité mg . Chute libre, mouvement d'une pièce de monnaie lancée vers le haut
- Force électrique qE . Discrétisation de la charge. Accélération d'un électron dans un champ uniforme.
- Chute d'une bille dans un liquide, avec frottement visqueux (équation différentielle du premier ordre, vitesse limite et transitoire).
- Modèle de Drude d'un conducteur. Densité de charge. Vitesse de dérive électronique. Densité de courant. Loi d'Ohm microscopique. (Note sur les limites du modèle).
- Loi d'Ohm dans un conducteur filiforme. Tension. Différence de potentiel. Intensité. (bouclage avec la méthodologie expérimentale).
- Système masse ressort : oscillations libres non amorties (Equation différentielle du 2nd ordre sans second membre)
- Travail
- Energie cinétique, potentielle, mécanique
- Energie dissipée (forces dissipatives) et puissance
- L'oscillateur harmonique
- Résonance

Chimie (6 ECTS)

Projet : structure électronique de l'atome, liaisons inter-atomiques et inter-moléculaires, structure de molécules organiques

3 ECTS Introduction aux outils de la physique expérimentale

cours + TP

Livres recommandés: *Les capteurs en instrumentation industrielle* (G. Asch) + *Datasheet en anglais* (par ex. <http://www.radiospares.fr>)

- Mesure. Capteurs. Lecture de Datasheet. Sensibilité, linéarité, rapidité, fidélité, précision
- Ajustement de points expérimentaux par une loi théorique. Régression linéaire. Quand peut-on dire qu'une loi est vérifiée?
- Erreurs statistiques. Introduction à la statistique. Moyenne, écart type, etc. Incertitudes résultantes et nombre de chiffres significatifs. Les barres d'erreur intuitées par l'étudiant sont-elles plausibles ou sur(sous) évaluées ?
- Représentation graphique, choix d'axes. Diagramme Lin-lin. Log-log. Notion de décades pour une loi physique.
- TP 1: Mesure de masse volumique d'une bille avec un pied à coulisse et une balance. Incertitudes.
- TP 2: Mesure d'une tension et d'un courant. Cours sur tension, courant et résistance. Notion de grandeur analogique vs. numérique, de bit, de digit. Mesure d'une résistance commerciale par plusieurs méthodes et confrontation du résultat de la mesure avec la valeur nominale et la tolérance du constructeur. Impédance de sortie d'un générateur (?).
- TP 3 Résistance d'un fil bobiné. Loi d'Ohm. Vérifier une loi physique. Résistance thermique. Mesure 2 fil vs. 4 fils sur la température déduite d'une Pt100. Erreurs systématiques.
- TP 4: Jauge de contrainte sur une poutre élastique. Calibration par des masses. Oscillations libres (différentes masselottes). Oscilloscope. AC vs. DC, déclenché vs. déroulant. Coaxial. Appareils à masse commune ou flottante. Choix du calibre optimal pour une mesure. Mesure au curseur sur l'oscilloscope vs. utilisation d'un multimètre 5 1/2 digits.
- TP 5: Chute libre; chute d'une bille dans un liquide visqueux. Matlab.
- TP 6: Vidange de sabliers (cuves remplies de sable). Proposition d'une loi phénoménologique (chute libre des grains sur une hauteur d'un diamètre de trou) sur la base des mesures collectées pour différentes tailles de trou.

3 ECTS Méthodologie de la physique

Première partie: calcul variationnel (en préparation à la mécanique 1D)

- | | |
|--|------------|
| 1) Dérivation / variations infinitésimales, dérivées composées | 2 semaines |
| 2) Calculs de primitives, conditions aux limites, interprétation graphique | 1 semaine |
| 3) Equations différentielles (séparation des variables, équations linéaires) | 2 semaines |
| 4) Calculs de sommes (intégrales, changement de variables) | 2 semaines |

Seconde partie: méthodologie / outils techniques pour la physique

- | | |
|---|------------|
| 5) Rappels de trigonométrie / géométrie | 1 semaine |
| 6) Calcul vectoriel, projection sur vecteurs unitaires, produit scalaire/vectorel | 2 semaines |
| 7) Poser/résoudre un problème (paramètres, inconnues, système d'équations..) | 1 semaine |
| 8) Manipulation d'équations non-linéaires (fonctions réciproques, entre autres) | 1 semaine |
| 9) Approximations et développements limités | 1 semaine |

S2 :

9 ECTS

Mécanique Newtonienne 2

Savoir : Mécanique dans le plan, hydrostatique

Technique: Apprendre à maîtriser les vecteurs, les projections, les produits scalaires. Savoir faire un bilan de forces. Introduction au champ scalaire avec l'hydrostatique.

- Vecteurs (rappels) : norme, sens, direction, projection, mesure algébrique, produit scalaire
- Référentiel, repère, vitesse (dérivée d'un vecteur)
- Composition des vitesses pour 2 référentiels en translation rectiligne (pas forcément uniforme)
- Accélération (composition des accélérations dans le cas précédent ?)
- Forces, moments des forces
- Equilibre des forces
- Rotation autour d'un point ou axe fixe : $a = -v^2/R$
- Pendule simple (par les forces et par les moments)
- Mouvement circulaire des planètes : trajectoire circulaire
- Introduction au potentiel effectif : trajectoire bornées ou non en rayon, selon l'énergie.
- introduction au moment cinétique et au produit vectoriel
- Equations de conservation, application aux collisions
- Champ de vitesse dans un solide. Torseurs
- Résultante et moment
- Lois d'équilibre
- Moment cinétique, moment dynamique
- Application à un solide en rotation, moment d'inertie.

Hydrostatique

- Fluide
- Pression et masse volumique
- Pression en tant qu'énergie volumique
- Equation de l'hydrostatique
- Principe de Pascal, principe d'Archimède. Applications.

TPs:

- Pendule simple: oscillations libres amorties
- Pendule avec oscillations entretenues, résonance
- Chute libre et rebonds d'une balle lâchée sans vitesse initiale
- Boule de billard sur un rail (moment d'inertie)
- Hydrostatique, principe d'Archimède

9 ECTS Mathématiques

Maquette précédente:

- Fonctions de plusieurs variables
- Calcul intégral
- Equations différentielles
- Espaces vectoriels et applications linéaires

3 ECTS Méthodologie de la physique

Objectif: travailler dans l'espace à 2D ou 3D avec les différents systèmes de coordonnées

Première partie: calcul vectoriel et systèmes de coordonnées

4-5 semaines

A faire pour chaque système (cartésien, polaire/cylindrique, sphérique):

- Coordonnées, vecteurs unitaires, composantes, décomposition sur les vecteurs unitaires
- Passage d'un système de coordonnées à l'autre

- Calcul de produits scalaires et vectoriels après projection sur vecteurs unitaires
- Éléments de longueur, surface, volume, vecteur déplacement
- Variations infinitésimales des vecteurs unitaires, dérivées de vecteurs unitaires
- Dérivation de vecteurs au cours du temps (bouclage avec la cinématique)

Seconde partie : Intégration 1D sur des courbes/surfaces/volumes 4 semaines

- Éléments de longueur, surface, volume infinitésimaux (coquilles sphériques, etc...)
- Calculs de longueurs, surfaces, volumes, par intégration 1D grâce aux symétries
- Calculs de masses et de moments d'inertie, par intégration 1D grâce aux symétries
- Calculs de forces résultantes (sommées de vecteurs infinitésimaux) par intégration 1D

Troisième partie : Fonctions de plusieurs variables 4 semaines

- Variations infinitésimales et dérivées partielles, application à l'étude de surfaces
- Vecteur déplacement et notion de gradient dans les différents systèmes de coordonnées
- Introduction aux intégrales doubles et triples

3 ECTS TP Projet de physique expérimentale

3 ECTS : Anglais/PP

3 ECTS : Outils Bureautique et Internet (éventuellement projet bibliographique?)

S3 :

8 ECTS : PHYSIQUE 3

décomposé en :

Optique géométrique (4 ECTS)

sur 6-7 semaines

(sérialisé avec "Flux et lois de conservation")

- Lois de la réfraction et applications (fibre optique, prisme, mirage, arc-en-ciel, rayon vert...)
- La notion d'objet, d'image, de système optique, images réelles et virtuelles, stigmatisme
- La vision par l'oeil (incluant éventuellement la sensation de couleur)
- Lentilles, construction et manipulation d'images
- Instruments pour enregistrer (appareil photo) ou observer (jumelle, microscope) une image

3 TPs: réflexion/réfraction/réflexion totale, relation objet-image, et construction d'un instrument avec deux lentilles

Flux et lois de conservation (4 ECTS)

sur 6-7 semaines

(sérialisé avec "Optique géométrique")

Savoir : équations bilan, notion de flux de matière ou d'énergie thermique/rayonnée

Justification: ce cours se propose de traiter des équations bilans, et des flux de matière et d'énergie. Cela prépare la thermodynamique avec Entropie.

Première partie: flux de matière

2 semaines

- Flux de matière, conservation du débit, applications (rétrécissements, canalisations)
- Ecoulement visqueux dans une conduite, applications (ex. circulation sanguine).
- Analogie avec modèle de Drude et intensité électrique (retour sur loi d'Ohm, loi des noeuds)
- Effet Joule pour la transition avec la thermique

Deuxième partie: flux d'énergie thermique

2 semaines

- Transfert thermique: flux d'énergie
- Température, chaleur, capacité calorifique, conduction de chaleur
- Régime transitoire refroidissement-échauffement (bouclage sur les équations-diffs)
- Bilans en régime stationnaire

Troisième partie: flux de rayonnement

2 semaines

- Puissance rayonnée, intensité en W/m^2 , évolution au fur et à mesure de la propagation
- Rayonnement thermique, loi de Wien (σT^4), distinction IR-visible
- Notion de bon absorbant = bon émetteur de RT, applications quotidiennes
- Bilans de RT, éclairage solaire et émission infrarouge des planètes. TD: calcul de la température d'équilibre de la surface d'une planète, avec éventuellement modèle ultra-simplifié d'atmosphère pour voir l'amplitude de l'effet de serre (environ 20-30K)

2 TPs : hydro/débit : vidange d'une cuve par un tube mince, bilan thermique d'une bouilloire électrique ou d'un thermoplongeur

10 ECTS Électromagnétisme en régime quasi-statique

sur 13-14 semaines

Savoir : Electrostatique, Magnétostatique dans le vide, parvenir à la notion d'induction.

Technique : Maîtriser les champs scalaires et vectoriels. Dériver et intégrer dans l'espace.

Fonctions à plusieurs variables.

- Electrostatique : Coulomb, Gauss [lien avec la gravitation universelle], Potentiel [lien avec énergie en S2], conducteurs, énergie électrostatique, dipôles
- Magnétostatique : Laplace, Lorentz, Biot-Savart, Ampère
- Induction et auto-induction dans la limite de l'approximation des régimes quasi-stationnaires

5 TPs d'électrostatique et magnétostatique sur la base des TP actuels

6 ECTS Mathématiques

Maquette actuelle:

- Algèbre linéaire sur R ou C , diagonalisation de matrices
- Suites et séries de nombres, intégrales impropres
- Développement en séries entières
- Séries de Fourier, égalité de Parseval, convergence, application à la diffusion de chaleur

3 ECTS Méthodologie de la physique

Première partie: champs et opérateurs (en support du S3)

~7 semaines

- Gradient d'un champ scalaire, courbes iso, lignes de gradient
- Calculs de flux d'un champ vectoriel, lien avec opérateur divergence
- Calculs de circulation d'un champ vectoriel, lien avec opérateur rotationnel
- Manipulation d'opérateurs dans les différents systèmes de coordonnées

Seconde partie: nombres complexes et signaux périodiques (pour le S4)

~5 semaines

- Rappels sur les complexes, exponentielles complexes
- Solutions d'équations diff's linéaires homogènes grâce aux exponentielles complexes
- Solutions d'équations diff's linéaires avec second membre périodique
- Introduction à la notion de série de Fourier et à l'analyse spectrale

3 ECTS : Anglais

S4 :

10 ECTS : PHYSIQUE 4 décomposé en

Electrocinétique (4 ECTS) sur 5 semaines

Objectifs: Introduction de R, L, et C, et introduction à l'analyse fréquentielle et à l'utilisation des exponentielles complexes.

- Rappels circuits, courant, tension, loi des noeuds, loi des mailles
- Circuits RC, régime transitoire puis oscillations forcées (filtres passe-haut, passe-bas)
- Circuits R, L et C (analogie RLC/k m eta)
- Résonance (le retour, avec exponentielles complexes pour le faire bien)

TPs: filtre (diagramme de Bode), résonance électrique, couplage d'oscillateurs

Ondes et vibrations (6 ECTS) sur 8 semaines

- Oscillateurs simples
- Des chaînes d'oscillateurs à la propagation d'ondes
- Corde vibrante, ligne électrique, onde élastique longitudinale dans une barre
- Equations de l'acoustique (équation d'onde scalaire, parachutable malgré l'absence de thermodynamique et d'hydrodynamique: en version linéarisée, Euler=Lagrange)
Impédance acoustique, propagation dans les tuyaux, acoustique instrumentale
- Analyse de Fourier, théorique

TP : voir TP existants en L3

+ Traitement du signal (Fourier, etc). Spectre des voyelles (fondamental, formants). Acoustique instrumentale

8 ECTS PHYSIQUE NUMERIQUE décomposé en

Algorithmique et programmation (4 ECTS)

(sérialisé avec "Simulations de dynamique moléculaire")

- conception d'algorithmes : conventions d'écriture et structures algorithmiques élémentaires (tests, boucles...)
- application à la résolution de problèmes physiques ou mathématiques, par ex : algorithmes de tri, de recherche de zéro, d'évaluation d'intégrales, de résolution numérique d'équations différentielles, de génération de nombres (pseudo)aléatoires ...

Simulations de dynamique moléculaire (4 ECTS)

(sérialisé avec "Algorithmique et programmation", et en introduction light à la phy stat)

Objectif: traiter les notions élémentaires de physique statistique par la simulation numérique, en programmant la simulation et les mesures, avec un petit nombre de particules. Permet d'illustrer les concepts appris en "Algorithmique et programmation".

voir simulations disponibles <http://stp.clarku.edu/simulations/> (ex : Approach to equilibrium, An ideal thermometer, Sensitivity to initial conditions, Random walks, Multiple coin toss, Binomial distribution, Simple thermal interaction...)

6 ECTS Maths ou Chimie?

La question maths ou chimie se pose à ce niveau, surtout si on veut qu'ils fassent la chimie "thermo" + "cinétique" par les chimistes du L1-S2.

Maquette actuelle de maths:

- *Calcul intégral: continuité et dérivation des intégrales à paramètre sous le signe somme, intégrales impropres, intégrales multiples, changement de coordonnées*
- *Espaces euclidiens: produit scalaire, inégalité Cauchy-Schwartz, orthonormalisation de Gram Schmidt, diagonalisation de matrices*
- *Systèmes différentiels: trajectoires, points d'équilibre, systèmes différentiels linéaires, variation des constantes, systèmes différentiels autonomes, exemples de systèmes hamiltoniens, application à l'équation de Newton.*

3 ECTS UE libre

3 ECTS PP

S5 :

Les semestres S5 et S6 se construisent comme l'aboutissement de la Licence avec l'initiation à la recherche (Phy ex et stage) et un corpus solide traitant de la physique du 20ème Siècle, avec l'introduction à h barre, kT et c .

8 ECTS Electromagnétisme et Optique Ondulatoire

- Equations de Maxwell dans le vide [lien avec S3], transversalité des champs, ondes planes et sphériques, surfaces d'onde, énergie
- Polarisation
- Optique ondulatoire : conditions d'interférence, cohérence spatiale, cohérence temporelle
- Interférences par division du front d'onde : trous d'Young, réseaux
- Interférences par division d'amplitude : lames à faces parallèles, Michelson
- Interférences à ondes multiples, Fabry-Perot
- Diffraction : principe d'Huyghens-Fresnel, diffractions de Fresnel ou de Fraunhofer
- Optique de Fourier

TP : cf TP d'optique ondulatoire actuels

5 ECTS Maths pour physiciens

- "Rappels" sur les espaces vectoriels
- Algèbre linéaire, diagonalisation de matrices
- Espace de Hilbert discret
- Espace de Hilbert continu 1D, lien avec ondes et transformée de Fourier, paquet d'onde
- Série de Fourier, Transformées de Laplace et de Fourier

6 ECTS : Physique expérimentale

(pour le groupe 1 en alternance avec le groupe 2)

5 ECTS Approche lagrangienne et relativité

Première partie : approche lagrangienne et mécanique analytique

- Introduction: mécanique Newtonienne vs mécanique Lagrangienne
- Méthodes variationnelles: fonctionnelles et équations d'Euler-Lagrange. Applications. - Symétries et lois de conservation (intégrale première, énergie, théorème de Noether, impulsion, moment cinétique). Applications.
- Hamiltonien, équations de Hamilton, crochets de Poisson.

Seconde partie: théorie de la relativité restreinte

- Relativité galiléenne. Transformation de Galilée. Cas de la particule libre. Remise en question.
 - Relativité restreinte. Transformation de Lorentz. Concept d'espace-temps.
- Dilatation de la durée et contraction de la longueur.
- Espace de Minkowski. Métrique. Quadri-vecteurs et leurs invariants.
- Cinématique et dynamique relativiste
- Cova

3 ECTS : UE libre

3 ECTS : anglais

S6 :

8 ECTS Mécanique quantique

Savoir : h barre / Tome 1 du Cohen - Introduction : pourquoi la MQ ? Instabilité de l'atome classique. Corps noir. Chaleur spécifique des gaz à basse température. Expérience d'Young. Effet photoélectrique.

- Dualité onde/corpuscule, relation d'incertitude, révision de la notion de trajectoire. Objet quantique : action et quantum d'action. - Postulats de la MQ.
- Application 1 : particule libre. Paquet d'ondes, propagation, étalement.
- Application 2 : particule dans un puits de potentiel. Etats stationnaires. Marche de potentiel, puits infini, diffusion par un atome etc. - Application 3 : effet tunnel. Exemple : désintégration alpha.
- Application 4 : oscillateur harmonique I. Spectre d'énergie. Etats stationnaires. Exemple : vibrations d'une molécule diatomique. - Opérateurs et commutateurs. Image matricielle des opérateurs. Algèbre linéaire. Espace de Hilbert. Relation d'incertitude. - Application 5 : système à 2 niveaux. Exemples : Molécule d'ammoniac, oscillations de neutrinos.
- Application 6 : oscillateur harmonique II. Opérateurs de création et d'annihilation. OH a 3 dimensions. Dégénérescence. Exemples : phonons.

8 ECTS Thermodynamique et physique statistique

Le programme ci-dessous est très inspiré du programme qui fonctionne actuellement en L2 mais en détaillant plus, en particulier l'aspect microscopique et physique statistique.

1) Généralités, premier principe

- Etats d'un système: états d'équilibre, équations d'état, paramètres intensifs et extensifs
- Transformations irréversibles, quasi-statiques, réversibles
- Premier principe, énergie interne, travail et échanges de chaleur
- Application au gaz parfait

2) Entropie et second principe

- Machines thermiques, cycle de Carnot, nécessité d'un second principe
- Entropie, température thermodynamique, énoncé moderne du second principe
- Rendements d'une machine thermique, moteurs et machines frigorifiques

3) Changements de phase du corps pur

- Représentation en paramètres P, T et P, V des états du corps pur
- Point triple, point critique
- Coefficients calorimétriques, relations de Clapeyron

4) Aspects microscopiques et introduction à la physique statistique

- Théorie cinétique des gaz, libre parcours moyen
- Equations de diffusion, équation de Boltzmann, distribution de Maxwell des vitesses
- Postulat fondamental de la physique statistique, ergodicité, équiprobabilité des micro-états
- Entropie comme mesure du "désordre", flèche du temps, entropie microcanonique

Ouvrages recommandés pour le couplage thermodynamique/physique statistique:

- *B. Jancovici, Thermodynamique et Physique Statistique, Nathan*
- *D. Chandler, Introduction to Modern Statistical Mechanics*

6 ECTS : Physique Moderne décomposé en :

(alternance groupe 1 / groupe 2)

Approche expérimentale de la physique moderne

- le temps de vie des muons cosmiques,
- mesure de la constante de Rydberg
- mesure du nombre d'Avogadro
- l'effet photoélectrique

- ondes de surface
- mesure de kT

Compléter par d'autres TPs?

De l'infiniment grand à l'infiniment petit: astrophysique, particules et structure de la matière (à modifier)

- Modèle standard de la physique des particules, lois de conservation
- Structure du noyau, fission et fusion nucléaires
- Formation des étoiles, nucléosynthèse et évolution stellaire
- Les galaxies
- L'Univers à grande échelle
- Cosmologie: Big Bang, histoire thermique de l'univers, expansion, fond cosmologique
- Les problèmes de la cosmologie actuelle: matière noire, énergie noire, asymétrie baryonique
- Rudiments de matière condensée :
 - organisation de la matière à l'échelle de l'atome et du cristal
 - Origine de la classification des matériaux (isolant, conducteur, semiconducteur, supraconducteur, ..)
 - ...

5 ECTS Maths pour physiciens

Savoir : ce cours de statistique vise à installer l'ensemble des concepts et sera illustré systématiquement dans un esprit de décloisonnement des savoirs (exemples de physique statistique, statistiques sociétales, théorie des jeux, traitement de données)

- Introduction, lien entre statistiques et probabilités
- Statistique descriptive 1D, distributions, moments, représentations graphiques
- Changement de variables. Propagation des erreurs.
- Statistique descriptive 2D, coefficients de corrélation, variables indépendantes
- Probabilités, probabilités conditionnelles, espérance mathématique
- Exemples de lois (Bernoulli, Binomiale, Poisson, Gauss...)
- Ajustement et régression linéaire, maximum de vraisemblance, moindres carrés

3 ECTS : Stage

Réserver le stage aux labos de l'UFR? Compensation en heure?

possible mettre le stage entre les 2 semestres ? (pour des problèmes d'organisation pratique...)

Annexe 2

PROPOSITION 2

Programme du L1 au L3 (version amendée)

L'idée générale de cette maquette est de donner à nos étudiants pendant les deux premières années une formation rigoureuse en physique, accompagnée par des révisions, une bonne pratique des calculs et des méthodes de résolution des problèmes de base tout en prenant en compte à la fois leur niveau initial et les bases nécessaires à une poursuite éventuelle de leurs études en Master. A cette fin la formation comprend une ouverture vers les différents domaines de la physique moderne en L3. En particulier, nous proposons d'insérer au deuxième semestre de L3 un module d'« Introduction à la physique moderne » de 9ECTS, incluant des TP. Pour ce faire nous proposons de réduire le poids très important de l'optique et des ondes (qui couvrent 18 ECTS sur les 6 semestres, c'est-à-dire autant que l'ensemble mécanique + hydrostatique).

Notre programme essaie également d'éviter le morcellement de l'offre de formation en un grand nombre de disciplines. Un tel morcellement conduit à une présentation des notions d'une manière plus superficielle, multiplie le nombre d'examens et augmente la fragmentation de notre service d'enseignement.. De plus, nous proposons volontairement des intitulés de cours très généraux, d'une part pour laisser aux enseignants une liberté dans l'organisation de leurs cours, et d'autre part pour rendre plus lisible l'affichage de différentes disciplines et favoriser ainsi les échanges internationaux.

Programme

S1

- 9 ECTS Maths
- 6 ECTS Chimie
- 9 ECTS Mécanique 1
- 3 ECTS Méthodologie de la physique
- 3 ECTS Introd. outils phys. exp.

S2

- 9 ECTS Maths
- 9 ECTS Mécanique 2
- 3 ECTS Méthodologie de la physique
- 3 ECTS Proj. Phys. Exp.
- 3 ECTS Anglais + PP
- 3 ECTS Outils bureautique et Internet

S3

- 6 ECTS Maths
- 9 ECTS Electromagnétisme 1
- 6 ECTS Ondes et vibrations
- 3 ECTS Méthodologie de la physique
- 3 ECTS Thermodynamique
- 3 ECTS Anglais

S4

- 6 ECTS Maths
- 12 ECTS Electromagnétisme 2
- 6 ECTS Optique géométrique et ondulatoire
- 3 ECTS UE libre
- 3 ECTS PP

S5

- 6 ECTS Maths
- 6 ECTS Mécanique Quantique 1
- 6 ECTS Mécanique lagrangienne et relativité restreinte
- 6 ECTS PhyExp (face à Algorithmique)
- 3 ECTS Anglais
- 3 ECTS UE libre

S6

- 6 ECTS Maths
- 9 ECTS (ou 6 + 3) Introduction à la physique moderne (+TP):
matériaux, atomes, noyaux et particules
- 6 ECTS Thermodynamique et physique statistique
- 6 ECTS Algorithmique et programmation (face à PhyExp)
- 3 ECTS Stage

Programme détaillé

Proposition d'UE libre (ouverte à tous les étudiants de la fac sans pré-requis) Enjeux philosophiques de la physique

Les questions fondamentales auxquelles l'homme fait face depuis des millénaires n'ont guère changé. Qui suis-je ? Quel est ce monde auquel mes sens me donnent accès ? Existe-t-il réellement, et que veut dire exister ? Quelle est la forme ou la nature du réel derrière la perception que j'en ai ? Est-il accessible, connaissable ? Et que veut dire connaître ? Qu'est-ce qu'un phénomène – physique, intellectuel, conscientiel ? Qu'est-ce que la matière, l'espace, le temps ? Dans les limites qui sont les siennes, la Physique contribue à éclairer les réflexions sur ces thèmes, et participe à l'évolution de la connaissance que l'Homme a de son environnement et de lui-même. N'est-ce pas d'ailleurs, au fond, sa principale motivation ? Ce cours se déroule sous forme d'échanges libres autour de thèmes divers liés aux concepts fondamentaux de la Physique et des mathématiques, aux notions clés de la "Philosophie naturelle", à la nature de la "Réalité", etc. Les discussions se nourrissent des résultats de la Physique et des mathématiques modernes, qui sont présentés de manière synthétique et accessible aux non-physiciens, au fil des débats et des échanges. Les thèmes abordés dépendent largement des interactions entre les participants, à qui il sera demandé, une fois dans le semestre, de présenter un thème particulier par un exposé en début de séance, développé ensuite avec l'ensemble des étudiants.

S1 :

9 ECTS Maths

Maquette précédente:

- Ensembles
- Polynômes
- Espaces vectoriels
- Suites
- Fonctions de plusieurs variables (dérivées partielles, études de surfaces, gradient)

9 ECTS Physique: Mécanique Newtonienne du point 1 (2 cours + 2 TD par semaine)

Ouvrages recommandés: Hecht en Français et Halliday-Resnick-Walker en Anglais

Savoir : Mécanique, résistance et loi d'Ohm introduits par la mécanique, oscillateur harmonique,

Mécanique 1 :

- ordres de grandeur, analyse dimensionnelle
- cinématique 1D, puis 2D et 3D en coordonnées cartésiennes
- lois de Newton, PFD et applications
- loi de la gravitation
- énergie/travail
- quantité de mouvement, collisions et chocs
- cinématique de rotation et coordonnées polaires
- moment cinétique, dynamique de rotation

6 ECTS Chimie (incluant des TPs)

Projet : structure électronique de l'atome, liaisons inter-atomiques et inter-moléculaires, structure de molécules organiques

3 ECTS Introduction aux outils de la physique expérimentale *cours + TP*

- Mesure et capteurs.
- Ajustement de points expérimentaux par une loi théorique.
- Erreurs statistiques. Introduction à la statistique.
- Représentation graphique, choix d'axes.

- TPs : Mesure et incertitude, chute libre, plan incliné, chute amortie, vidange d'une cuve éventuellement TPs d'introduction à l'électricité

3 ECTS Méthodologie de la physique *1 cours + 1TD /semaine + devoirs maison*

- dérivées et intégrales
- systèmes de coordonnées
- calcul vectoriel (y compris le produit vectoriel)

S2 :

9 ECTS Mathématiques

Maquette précédente:

- *Fonctions de plusieurs variables*
- *Calcul intégral*
- *Equations différentielles*
- *Espaces vectoriels et applications linéaires*

9 ECTS Mécanique 2

- mécanique du solide
- forces centrales, gravitation et problème a 2 corps
- oscillateurs (+ resonance)
- introduction a la théorie cinétique
- Fluide
- Pression et masse volumique
- Equation de l'hydrostatique
- Principe de Pascal, principe d'Archimède. Applications.
- écoulements
- équation de Bernouilli

+ TPs : pendule (simple, amorti, entretenu), hydrostat, écoulements ?

3 ECTS Méthodologie de la physique

1 cours + 1 TD /semaine + devoirs maison

- intégrales de surface et de volume, application aux quantités physiques (centre de masse, moment d'inertie,...)
- équations différentielles
- notion de gradient

3 ECTS TP Projet de physique expérimentale

1 TP 4h /semaine

3 ECTS : Anglais/PP

3 ECTS : Outils Bureautique et Internet (éventuellement projet bibliographique?)

S3 :

6 ECTS Mathématiques

Maquette actuelle:

- Algèbre linéaire sur R ou C , diagonalisation de matrices
- Suites et séries de nombres, intégrales impropres
- Développement en séries entières
- Séries de Fourier, égalité de Parseval, convergence, application à la diffusion de chaleur

9 ECTS Électromagnétisme 1

Electrostatique, magnétostatique, induction

- Electrostatique dans le vide : Coulomb, champ électrostatique, potentiel électrostatique, Gauss, dipôles, conducteurs, énergie électrostatique
- Electrostatique dans les milieux isolants : polarisation dans la matière, diélectriques, vecteur déplacement
- Magnétostatique : Laplace, Lorentz, Biot-Savart, Ampère, potentiel vecteur et champ magnétique
- Induction

TPs sur la base des TP actuels

6 ECTS Ondes et vibrations

- Oscillateurs simples
- Des chaînes d'oscillateurs à la propagation d'ondes
- Corde vibrante, ligne électrique, onde élastique longitudinale dans une barre
- Equations de l'acoustique (équation d'onde scalaire, parachutable malgré l'absence de thermodynamique et d'hydrodynamique: en version linéarisée, Euler=Lagrange)
Impédance acoustique, propagation dans les tuyaux, acoustique instrumentale

TP : voir TP existants en L3

+ Traitement du signal (Fourier, etc). Spectre des voyelles (fondamental, formants). Acoustique instrumentale

3 ECTS Méthodologie de la physique

Première partie: champs et opérateurs (en support du S3)

~7 semaines

- Gradient d'un champ scalaire, courbes iso, lignes de gradient
- Calculs de flux d'un champ vectoriel, lien avec opérateur divergence
- Calculs de circulation d'un champ vectoriel, lien avec opérateur rotationnel
- Manipulation d'opérateurs dans les différents systèmes de coordonnées

Seconde partie: nombres complexes et signaux périodiques (pour le S4)

~5 semaines

- Rappels sur les complexes, exponentielles complexes
- Solutions d'équations diff's linéaires homogènes grâce aux exponentielles complexes
- Solutions d'équations diff's linéaires avec second membre périodique
- Introduction à la notion de série de Fourier et à l'analyse spectrale

3 ECTS : Thermodynamique

- Concepts généraux (Système, Etat,...)
- Equilibre et température,
- Travail chaleur
- Principes: conservation énergie premier principe, Machines irréversibilité fonction entropie
- Application au Gaz Parfait

3 ECTS : Anglais

S4 :

6 ECTS Maths

Maquette actuelle de maths:

- Calcul intégral: continuité et dérivation des intégrales à paramètre sous le signe somme, intégrales impropres, intégrales multiples, changement de coordonnées
- Espaces euclidiens: produit scalaire, inégalité Cauchy-Schwartz, orthonormalisation de Gram Schmidt, diagonalisation de matrices
- Systèmes différentiels: trajectoires, points d'équilibre, systèmes différentiels linéaires, variation des constantes, systèmes différentiels autonomes, exemples de systèmes hamiltoniens, application à l'équation de Newton.

12 ECTS Electromagnétisme 2

- Rappels circuits, courant, tension, loi des noeuds, loi des mailles
- Circuits RC, régime transitoire puis oscillations forcées (filtres passe-haut, passe-bas)
- Circuits R, L et C (analogie RLC/k m eta)
- Résonance
- Milieux magnétiques, aimantation (lien avec EM1)
- Les équations de Maxwell (dans le vide avec sources)
- Résolution des équations de Maxwell en termes de potentiels
- Conditions jauge
- Equation d'onde pour les potentiels
- Ondes électromagnétiques dans le vide (E,B)
- Solution en ondes planes
- Polarisation
- Energie du champ vecteur de Poynting
- Réflexion/Réfraction
- Propagation guidée

TPs: filtre (diagramme de Bode), résonance électrique, couplage d'oscillateurs

9 ECTS Optique Géométrique et Ondulatoire

Optique géométrique

- Lois de la réfraction et applications (fibre optique, prisme, mirage, arc-en-ciel, rayon vert...)
- Notion d'objet et d'image
- Lentilles

3 TPs: réflexion/réfraction/réflexion totale, relation objet-image, et construction d'un instrument avec deux lentilles

Optique ondulatoire

- conditions d'interférence, cohérence spatiale, cohérence temporelle
- Interférences par division du front d'onde : trous d'Young, réseaux
- Interférences par division d'amplitude : lames à faces parallèles, Michelson
- Interférences à ondes multiples, Fabry-Perot
- Diffraction : principe d'Huyghens-Fresnel, diffractions de Fresnel ou de Fraunhofer
- Optique de Fourier

TP : cf TP d'optique ondulatoire actuels

3 ECTS : PP

S5 :

6 ECTS Maths pour physiciens

1 cours + 1TD /semaine

- 1 - Analyse complexe
- 2- Espaces de Hilbert
- 3- Series de Fourier
- 4- Equations différentielles ordinaires

6 ECTS : Physique expérimentale

1 TP / semaine

(pour le groupe 1 en alternance avec le groupe 2)

6 ECTS Approche lagrangienne et relativité

1 cours + 1TD /semaine

- 1-Principes variationnels: fonctionnelles, equations d'Euler-Lagrange, coordonnees generalisees , concept d'Hamiltonien
- 2- Invariances et lois de conservations.
- 3- le Lagrangien de la mecanique classique et applications
- 4- Relativité galiléenne. Transformation de Galilée. Cas de la particule libre. Remise en question.
- 5- Relativité restreinte. Transformation de Lorent, espace-temps de Minkowski, quadrivecteurs et leurs invariants.
- 6- Cinématique et dynamique relativiste
- 7- Covariance des equations de Maxwell et $F_{\mu \nu}$

6 ECTS Mécanique quantique

2 cours + 2TD /semaine

Savoir : h barre / Tome 1 du Cohen

- Introduction, crise de la physique classique
- Dualité onde/corpuscule, relation d'incertitude, equation de Schrodinger
- Applications élémentaires : particule dans une boîte, puits et barrières de potentiel
- Oscillateur harmonique
- Formalisme de Dirac
- Introduction au spin

3 ECTS : UE libre

3 ECTS : anglais

S6 :

6 ECTS Maths pour physiciens

1 cours + 1 TD /semaine

- 1- Transformées de Fourier et Laplace
- 2- Distributions
- 3- Equations différentielles aux dérivées partielles
- 4- Variables aléatoires
- 5- Probabilités et statistiques

6 ECTS Thermodynamique et physique statistique

2 cours + 2TD /semaine

La partie thermodynamique du programme ci-dessous reprend une partie du programme qui fonctionne actuellement en L2 mais en plus développé, en particulier les potentiels et les transitions de phases.

- Concepts généraux (Système, Etat,...)
- Equilibre et température, principe zéro
- Travail chaleur variables thermodynamiques
- Principes: fonction énergie, premier principe, fonction entropie, second principe; effets quantiques, troisième principe
- Potentiels thermodynamiques
- Transitions de phases premier ordre et continues (vdW, para/Ferro,...)
- Concepts et motivation de la physique statistique
- Description de l'état d'un système
- Limite thermodynamique
- Microcanonique, Canonique, Grand Canonique
- Gaz parfaits quantiques et approximation classique

6 ECTS Physique numérique

(alternance groupe 1 / groupe 2)

-Algorithmique et programmation

1 cours + 1TP / semaine

- conception d'algorithmes : conventions d'écriture et structures algorithmiques élémentaires (tests, boucles...)
- application à la résolution de problèmes physiques ou mathématiques, par ex : algorithmes de tri, de recherche de zéro, d'évaluation d'intégrales, de résolution numérique d'équations différentielles, de génération de nombres (pseudo)aléatoires ...

- TP : Simulations de dynamique moléculaire 1 TP /semaine +1 cours

voir simulations disponibles <http://stp.clarku.edu/simulations/> (ex : Approach to equilibrium, An ideal thermometer, Sensitivity to initial conditions, Random walks, Multiple coin toss, Binomial distribution, Simple thermal interaction...)

9 ECTS : Introduction à la Physique Moderne

Atomes, noyaux et particules

Atomes: Un peu d'histoire (modèles atomiques), modèle quantique de l'atome d'hydrogène, atomes à plusieurs électrons, système périodique et règle de Hund

- Noyaux: histoire (Rutherford,...), formule de masse (goutte liquide), notions des processus de désintégrations (alpha, beta, gamma)
- Particules: histoire, interactions fondamentaux (avec les mains), zoologie Dans les trois cas: ordres de grandeurs (taille, énergies)

Molécules et cristaux

Molécules biatomiques : approximation de Born – Oppenheimer, mouvement vibrationnel et rotationnel

Cristaux : diffraction X et éléments de cristallographie, phonons, propriétés thermiques, propriétés électroniques, transport des électrons

Astrophysique

- Description de l'univers: du système solaire aux grandes structures
- Evolution de l'univers : introduction à la cosmologie, à l'évolution des étoiles et galaxies
- Processus de rayonnement et techniques d'observations multi-messagers (photons, rayons cosmiques, neutrinos, ondes gravitationnelles)
- Exobiologie: exoplanètes et recherche de vie dans l'univers

Approche expérimentale de la physique moderne

0,5 TP / semaine

- le temps de vie des muons cosmiques,
- mesure de la constante de Rydberg
- mesure du nombre d'Avogadro
- l'effet photoélectrique
- ondes de surface
- mesure de kT

3 ECTS : Stage

4-5 semaines

Réserver le stage aux labos de l'UFR? Compensation en heure?

possible mettre le stage entre les 2 semestres ? (pour des problèmes d'organisation pratique...)

Annexe 3

Licence Pro Analyse des Matériaux (ANAMAT)

- Objectifs de la formation

Former des techniciens supérieurs de laboratoire en

- Techniques d'analyse et de caractérisation des matériaux
- Expertise des matériaux en conditions réelles d'endommagement

⇒ Acquisition de compétences techniques et spécialisées pour une intégration réussie au sein de l'entreprise

100 % en contrats d'alternance

- Flux d'étudiants

Période 2006 – 2010 (partenariat avec l'ETSL) : 30 étudiants / an

Période 2010 – 2012 (Paris Diderot) : 11 étudiants / an

Depuis 2 ans : baisse du flux mais meilleur niveau des étudiants

- Bassin de recrutement : France entière mais 0 étudiants de Paris 7

L2 parcours Physique, Chimie et Sciences de la Matière

- DUT Sciences et Génie des Matériaux
- DUT Chimie option Matériaux
- DUT Mesures Physiques option Matériaux et Contrôles Physicochimiques
- DUT Génie Mécanique et Productique
- BTS Physico-Métallographe
- BTS Traitement des Matériaux
- BTS Techniques physiques pour l'Industrie et le Laboratoire
- BTS Plasturgie et Composites
- BTS Chimie

Licence Pro Analyse des Matériaux (ANAMAT)

- Programme

5 grands blocs

- a) Connaissances générales
physique du solide, optique, math, informatique, traitement d'images
- b) Formation à la culture d'entreprise
qualité, normalisation, communication, anglais
- c) Science des matériaux
matériaux métalliques, polymères, céramiques et verres
- d) Propriétés mécaniques et endommagement
prop. mécaniques des métaux, endommagement des matériaux métalliques, corrosion des métaux, traitement de surface
- e) Techniques de caractérisation
diffraction, microscopies SEM et TEM, CND, surface, métallographie

Licence Pro Analyse des Matériaux (ANAMAT)

- Modifications de maquette

- Choix des matériaux ⇒ supprimée
- Examen micrographiques des métaux ⇒ intégrée dans l'UE Introduction aux matériaux métalliques
- Culture d'entreprise ⇒ intégrée dans l'UE Communication

Licence Pro Analyse des Matériaux (ANAMAT)

- Débouchés

- CDI ou CDD en entreprise

ALKAN,
SNECMA,
Oerlikon-Balzers,
Thalès,
PSA,
Renault,
CEA,

Ti-Group Automative System,
SNCF,
Hispano-Suiza,
Valeo,
Saint-Gobain,
Arcelor-Mittal,
Areva,
Eurocopter.

- Entrée en M1 / M2 Matériaux

Licence Pro Analyse des Matériaux (ANAMAT)

- Investissement de l'UFR

Formation entièrement financée par ressources propres :

Entreprise

CFA

Région

150 k€/ an jusqu'en 2009 puis 45 - 50 k€/ an

50 % enseignants UFR

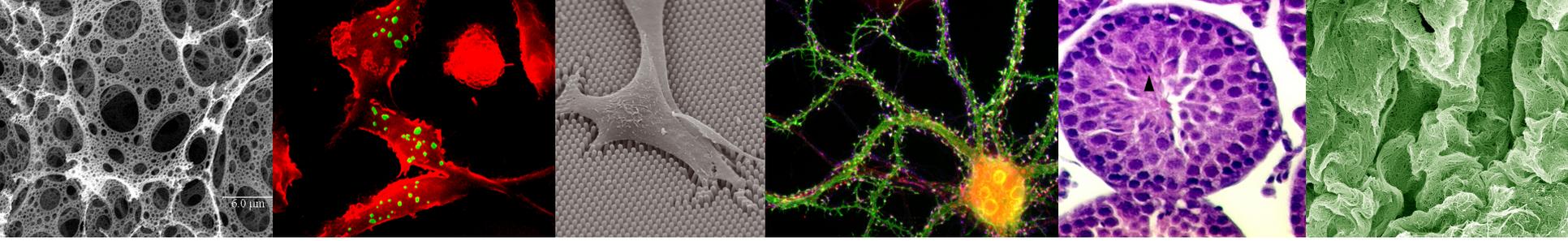
50 % enseignants extérieurs

Industriels (2 intervenants de l'ONERA, 1 intervenant de Thalès, 1 ingénieur du CEA, 1 assistante éditoriale de Thomson-Reuters, 3 ingénieurs issus de PME/PMI)

CNRS

Autres universités

Annexe 4



Licence Professionnelle de Biophotonique

pilotée par l'UFR de Physique (Charlotte Py)

cohabilitée par l'UFR de Sciences du Vivant (Wilfried Grange)

Public: physiciens et biologistes

Débouchés:

- Technicien supérieur en recherche ou R&D (agroalimentaire, pharmaceutique, cosmétique, biomédical, environnemental)
- Opérateur d'imagerie sur les plateformes de microscopie/imagerie
- Technico-commercial dans le secteur de l'instrumentation optique dédiée aux sciences du vivant

Recrutement:

	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012
Effectifs	7	14	17	14	13
DUT	14%	7%	6%	0	0
BTS - BTSA	57%	86%	82%	79%	77%
L2	14%	7%	12%	14%	15%
autres (L3, M2)	14%	0	0	7%	8%

Statut des étudiants: Contrats d'apprentissage: 80% (en augmentation)
 Convention de stage: 20% (en baisse)

Débouchés:

Insertion professionnelle	2007/2008 (enquête à 6 mois)	2008/2009 (enquête à 6 mois)	2009/2010 (enquête à 6 mois)	2010/2011 (enquête à 3 mois)
Emploi	43%	42%	59%	54%
Poursuite d'études	43%	42%	18%	15%
Recherche d'emploi	14%	17%	24%	31%

Maquette

Fondamentaux

Module d'Optique (pour biologistes)		Module de Science du Vivant (pour physiciens)	
Optique géométrique	1	La cellule et son fonctionnement	1
Optique ondulatoire	2,5	Les constituants du vivant	1,5
Optique électromagnétique	2	Biologie moléculaire	1,5
Sources de lumière	1	Physiologie animale et végétale	2,5

Bases de la microscopie	1
Interaction lumière matière	1
Biostatistiques	0,5
TP de l'organisme à la molécule	2

Microscopie

Microscopie avancée	4.5
Microscopie électronique	1.5

Imagerie

Traitement d'images	3
Capteurs optiques	1

Biophysique

Applications de la polarisation	1
Applications laser	2
Biophysique des macromolécules et de leurs interactions	4,5

Outils d'insertion professionnelle

Anglais	3
Gestion de projet	1
Qualité et normalisation	0.5
Préparation à la recherche d'emploi	0.5
Séminaires métiers	0.5

Travail en entreprise

Notation par l'entreprise	10
Mémoire de stage	10
Projet tuteuré	6

Coût horaire de la Lpro:

950 h eq TD (pour 450 h en présentiel par étudiant)

250 h UFR Physique

270 h UFR SdV

430 h intervenants extérieurs

Bilan financier:

Budget: 50k€

Recettes: 40% subvention régionale (2600 euros/apprentis)

57% taxe d'apprentissage via frais de formation

3% taxe d'apprentissage perçue directement

Dépenses: 35% Heures Complémentaires

30% Equipements

10% Consommables TP

5% Plateformes

5% Communication, repro

15% restant: réinjecté dans l'UFR

Annexe 5

Licence professionnelle en apprentissage

Techniques Physiques des Energies

Universités Paris Diderot-Paris7 et Paris Sud 11

Responsables Imane Boucenna et Sandra Bouneau

secrétariat Christophe Gremare

CFA FORMASUP

Compétences visées

- ✓ Compréhension des phénomènes physiques de base : transferts de chaleur, écoulements, propriétés mécaniques, thermiques et électriques des matériaux, , production et distribution de l'électricité, ...
- ✓ Vue d'ensemble d'une installation (centrales thermiques ou nucléaires, pompe à chaleur, ferme éolienne, ...)
- ✓ Compréhension des contraintes multiples auxquelles sont soumis les composants des installations énergétiques (haute température, tenue des matériaux, irradiation, corrosion, ...)
- ✓ Maîtrise des outils de mesure (capteurs thermiques, de débit, de radioactivité, logiciels d'analyse de données, ...), être capable de réaliser des diagnostics énergétiques,...
- ✓ Connaissance des aspects technico-économiques, législatifs des installations énergétiques, ...

⇒ **Donner aux futurs diplômés un profil transversal**

Métiers visés

Former des physiciens pour un métier de technicien supérieur / assistant ingénieur
Capables d'évoluer vers le niveau ingénieur

- ✓ Dans le domaine des nouvelles énergies
 - technico-commercial (photovoltaïque, éolien, pompes à chaleur,...)
 - chargé d'affaires sur les projets de développement d'énergies nouvelles (PME, collectivités locales)

- ✓ Energie dans le bâtiment
 - Chargé d'affaire en génie climatique
 - Conducteur de travaux
 - acheteur génie climatique

- ✓ Dans le domaine du nucléaire
 - technicien radioprotection / prévention des risques
 - technicien combustible nucléaire / logistique nucléaire

- ✓ Actions liées au développement durable
 - diagnostic énergétique
 - réduction des GES

Structure de l'enseignement de la licence

Modules d'harmonisation des connaissances (4,5 ECTS)

- HC1 : Physique de l'énergie et contraintes environnementales (45h)
- HC2 : Compléments d'électrotechnique (15h)
- HC3 : Dessin industriel (15h)

Modules d'enseignement général (7,5 ECTS)

- EG1 : Outils mathématiques et simulations numériques (30h)
- EG2 : Anglais (25h)
- EG3 : Formation à l'entreprise (10h)
- EG4 : Construction d'un projet professionnel (10h)
- EG5 : Communication scientifique(15h)

Modules d'enseignement technique (23 ECTS)

- FT1 : Electricité : production, transport, stockage (60h)
- FT2 : Thermique et technologies associées, thermodynamique appliquée (100h)
- FT3 : Matériaux, propriétés et applications (60h)
- FT4 : Fluides : écoulements et transferts d'énergie (75h)
- FT5 : Energie nucléaire et radioprotection (60h)

Moyens mis en œuvre pour l'enseignement

enseignement
« académique »

travail
expérimental

interventions
industrielles

concepts et phénomènes
physiques appliqués à
l'énergie

meilleure compréhension des
phénomènes / développer des
compétences techniques

études de cas concrets
outils / métiers

Ex. : bâtiment

- transferts thermiques
- rayonnement
- propriétés thermiques des matériaux

- caméra thermique
principe /caractéristiques
utilisation

- méthodes de calcul pour
les déperditions
- produits isolants
- thermographie
- réglementation HQE

Interventions industrielles ~ 184 h, 23 intervenants

économie, législation, physique des réacteurs, radioprotection, bâtiment, PV, éolien, hydraulique, réseaux électriques, ...

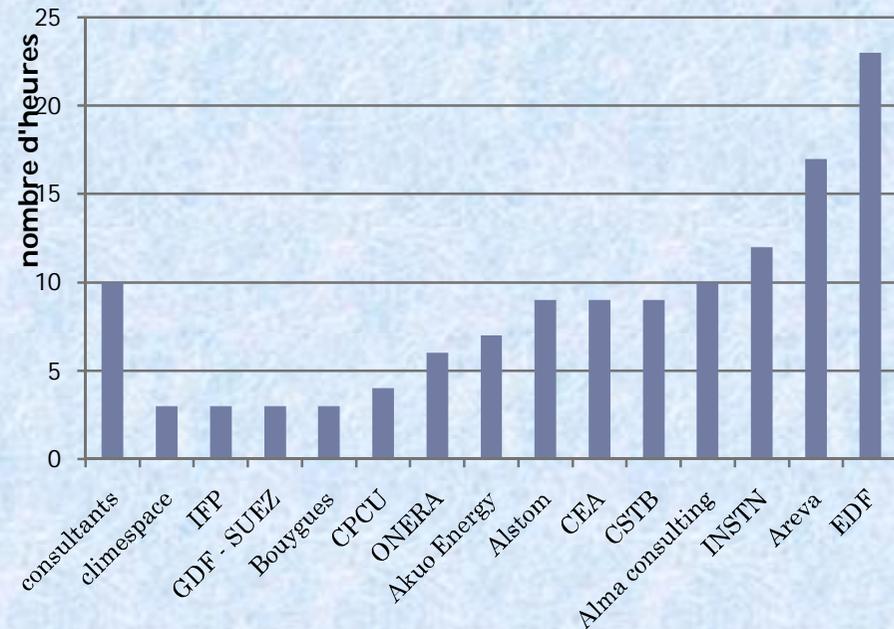
+ visites de sites (CPCU, poste distribution ERDF, EPR-Flamanville / La Hague, centrale PV et solaire, ...)

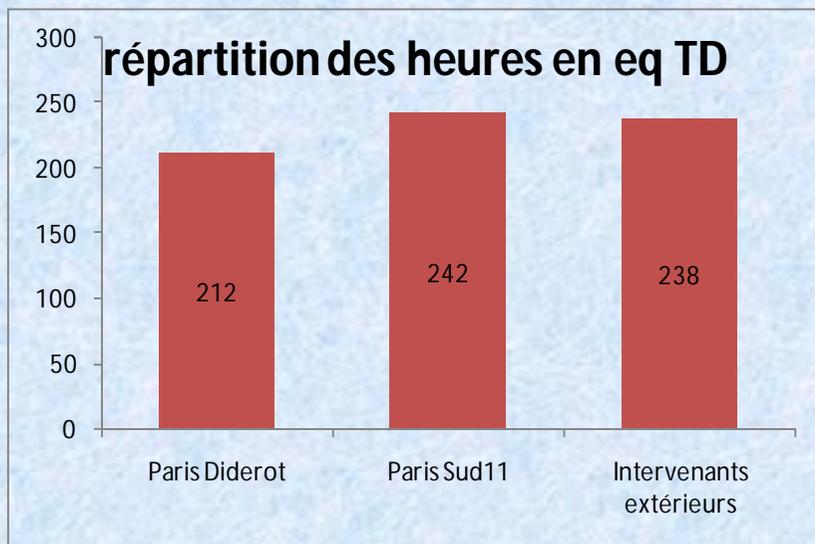
+ préparation à l'insertion professionnelle

communication
culture de l'entreprise
construction projet professionnel

Travail expérimental
~ 120h/étudiant

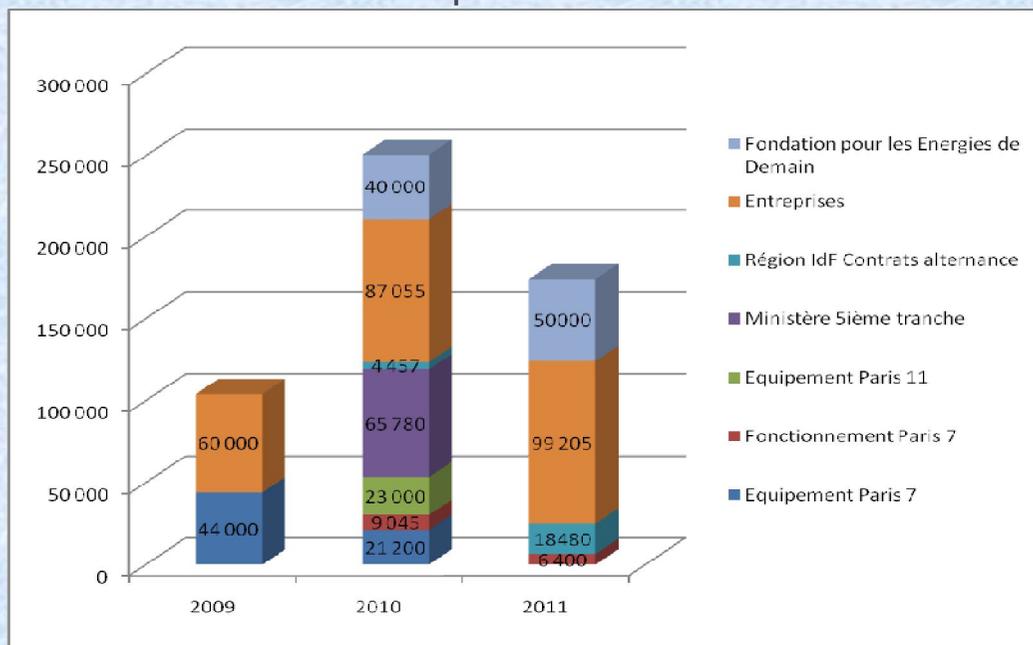
ESPCI (méthodes exp. / fluide)
ENSAM (soufflerie, turbo-machines) INSTN
(radioactivité, dosimétrie)
TP universitaires
Nouveaux équipements (caméra thermique, pompe à chaleur, échangeurs)





Les enseignants de Paris 7 assurent
30% du volume horaire total
Soit 212 h TD

Comptes financiers



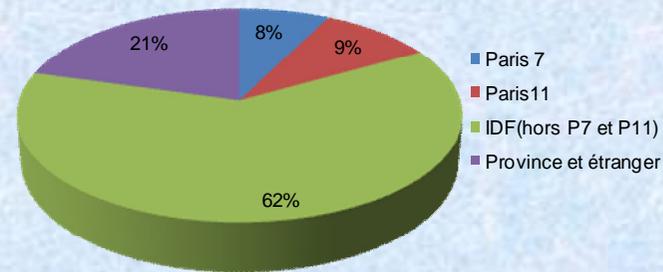
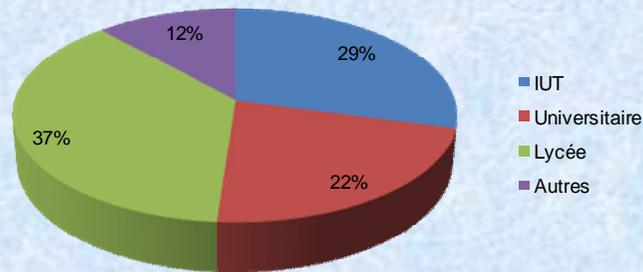
Bourses de la Fondation
Européennes pour les Energies de
Demain
pour la licence

2009-2010 : 3 bourses de 5000€
2010-2011 : 4 bourses de 5000€
2011-2012 : 8 bourses de 5000€

Provenance des candidats

✓ Filière sélective : 1^{ère} session fin mars, 2^{ème} session début mai

- ~ 100 dossiers de candidature/an
- ~ 30 candidats retenus pour entretien de motivation
- ~ 12 étudiants admissibles ayant un bon niveau et très motivés



	Promo 2009 - 2010	Promo 2010 - 2011	Promo 2011 - 2012
Provenance des étudiants	<ul style="list-style-type: none"> • 3 L2 « universitaire » (physique) • 5 IUT (mesures physiques, génie thermique) • 1 BTS (fluide, énergie et env.) 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 L2 ou L3 « universitaire » (physique) • 2 IUT (mesures physiques, sciences et génie des matériaux) • 3 BTS (électrotechnique, techniques physiques pour l'industrie et le laboratoire) 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 L2 « universitaire » (physique) • 3 IUT (mesures physiques, sciences et génie des matériaux) • 4 BTS (électrotechnique, sciences des matériaux, fluide énergie et environnement)

Les moyens mis en œuvre pour l'apprentissage

- ✓ Recherche active de contrat d'apprentissage de mai à septembre
 - travail encadré par un professionnel : CV, lettre de motivation, préparation aux entretiens
- ✓ Chaque étudiant a un tuteur universitaire en charge du :
 - suivi de ses démarches pour obtenir un contrat
 - suivi de son apprentissage (livret de suivi, 2 visites dans l'entreprise)

Promo 2009 - 2010	Promo 2010 - 2011	Promo 2011 - 2012
<p>4 apprentis</p> <ul style="list-style-type: none"> - CEA (matériaux) - CEGELEC (génie climatique) - VEOLIA (valorisation biogaz) - EDF (auscultation ouvrages hydrauliques par fibre optique) <p>4 stagiaires</p> <ul style="list-style-type: none"> - ETDE (génie climatique) - CERQUAL (certificat/ règlement thermique) - Bouygues (bâtiment HQE) - LGEP (caractérisation cellules PV) 	<p>7 apprentis</p> <ul style="list-style-type: none"> - Saint Gobain (matériaux innovants pour l'isolation) - GDF – SUEZ (système de ventilation automatisé pour installations nucléaires) - EDF (technico-commercial) - SYS Enr (étude et mise en place d'installations PV) - CMC bâtiment (conception et construction bâtiment HQE) - CIC Orio (installation PV et chauffage solaire) - ERDF (réalisation et études électriques de raccordement) 	<p>8 apprentis et 1 contrat de professionnalisation</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bureau Veritas (Contrôles réglementaires d'installations électriques), - EDF (Service partenariat), - EDF (Economies d'énergie), - ERDF (Gestion/maitrise des réseaux électriques), - CITC (Service Exécution de l'entreprise, génie climatique), - AREVA (Procédés du réacteur), - EDF R&D (Instrumentation capteur ultrasons - Chaine d'acquisition sous LABVIEW), - EDF bleu ciel (Economies d'énergie chez les particuliers) - IRSN (Implantation d'un accélérateur X).

Devenir des promotions

Promotions 2009-2010 et 2010-2011 :

60% des diplômés ont obtenu un emploi, dont 80% sont dans le domaine de l'énergie.

1/3 des embauchés l'ont été dans l'entreprise de leur apprentissage ou une filiale de cette entreprise.

Les postes occupés sont en adéquation avec les métiers visés par la licence (Technicien d'étude, opérateur en laboratoire, assistant technique,...).

40% des diplômés sont en poursuite d'études en apprentissage dans des domaines tels que les énergies renouvelables, les matériaux pour l'énergie,...

67% des poursuites d'études se sont faites dans la même entreprise.

Objectif : augmenter le nombre d'apprentis et le taux d'embauche

Mise en place d'un réseau pour les offres d'apprentissages et de recrutement grâce aux anciens étudiants, aux maîtres d'apprentissages et aux intervenants industriels.