

Groupe Enseignement et formation

<i>David Boilley</i>	<i>GANIL</i>
<i>Anne-Isabelle Etienvre</i>	<i>DAPNIA</i>
<i>Nimet Frascaria</i>	<i>IPNO</i>
<i>Pierre Henrard</i>	<i>LPC-Clermont</i>
<i>Elias Khan</i>	<i>IPNO</i>
<i>Abdelmjid Nourreddine</i>	<i>IRES</i>
<i>Philippe Quentin</i>	<i>CENBG</i>
<i>Bijan Saghai</i>	<i>DAPNIA</i>
<i>Eric Suraud</i>	<i>IN2P3</i>
<i>Bernard Tamain</i>	<i>LPC-Caen</i>

Formation et communication: bilan et propositions

thème	Etat des lieux	Recommandations
Enseignements à l'Université	<p>Nouveaux masters: liste des masters dans lesquels des laboratoires DAPNIA et/ou IN2P3 sont impliqués (Annexe 1)</p> <p>Liste des cours préparés dans le cadre du Réseau Universitaire des Centres d'Autoformation (« Ruca ») disponibles (Annexe 2).</p>	<p>Mise sur le site web de l'IN2P3 d'une information centralisée, mise à jour, pour les étudiants, d'une part, et, d'autre part, les enseignants. Doivent être accessibles :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les formations spécifiques dans les universités qui relèvent de nos disciplines et des techniques associées. - les propositions de stages à tous niveaux - les propositions de sujets de thèses - les contenus de cours (en particulier ceux réalisés sous la houlette du GREPS). - des propositions d'expériences de cours pour les enseignants <p><i>Une personne devrait se consacrer prioritairement à la mise en forme et au suivi de ce site</i></p>
Doctorants	<p>Evolution du nombre de doctorants sur plusieurs années (Annexe 3)</p> <p>Diversification de la formation durant la thèse (illustration par l'exemple de l'expérience de Lyon : description en Annexe 4)</p>	<p>Informations à rendre accessible (site web ci-dessus) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - sujets de thèses en cours, soutenances et manuscrits - annonces de postes/bourses post-doctoraux + ATER - journées consacrées aux thésards - cours des Ecoles Doctorales - devenir des doctorants <p><i>Développer des activités d'ouverture professionnelle y compris sur le monde des entreprises</i></p> <p><i>Tisser des liens avec les Ecoles Doctorales européennes</i></p>
Janus	Impact excellent de ces stages Suppression cette année	<p>Rétablissement partout des financements associés</p> <p>Organisation d'écoles autour des stages</p> <p>Généralisation (CPGE)</p>

Harmonisation des programmes au niveau L	<i>Initiative</i> de la MSTP-DS2 et de la <i>SFP</i> (extrait en Annexe 5) : à exploiter lors de réajustements ultérieurs des programmes. Prise en compte effective et officielle des heures de cours données ailleurs que dans son Université	<i>Essaimer nos disciplines à ce niveau</i> Pas de solution miracle mais ajout de solutions partielles: <ul style="list-style-type: none"> - création d'équipes (GAM) - échanges entre universités à condition que: <ul style="list-style-type: none"> ● accord avec présidents ● réalisation d'échanges de disciplines - difficulté d'aboutir à une solution universelle
Enseigner autrement	<i>Rôle positif des stages en labo</i> Rôle limité des conférences pour étudiants Rôle spécifique des TP dans nos disciplines	<i>Développer les stages en labo</i> (obligatoires en M1 ; 4 semaines) : investissement à long terme. Proposer des expériences de cours ou des films, détaillés, mis sur le web, illustrant notre discipline
Chercheurs enseignants	<i>Echanges de volumes horaires d'enseignement enseignants % chercheurs</i> : appréciés, en nombre croissant mais limités Concernent des volumes de 40 h en moyenne.	<i>Nécessité d'instaurer un cadre bien défini, officiel et homogène</i> , jusqu'en M1 inclus. Encourager ces échanges sans les imposer Nécessité de décompter les enseignements donnés par les chercheurs pour les déduire des charges des enseignants Voir la contribution des chercheurs comme un apport complémentaire, et non pas comme un «moyen » d'économiser de nouveaux postes d'enseignant - chercheurs. Augmentation du nombre de délégations et introduire plus de souplesse dans la mise en application des décharges
Interdisciplinarité	Méconnaissance entre enseignants du même site Expériences positives des rencontres intra-ED	Proposition de séminaires larges et co-organisés, rencontres inter-labos de sites collaborations interdisciplinaires favorisées Gazette universitaire <i>Participation plus forte aux instances</i>
Scolaires	<i>Conférences Népal</i> dans les lycées: très apprécié Aide aux TIPE : site web détaillé Expérience de Lyon (voir ci-dessus)	Népal: <ul style="list-style-type: none"> - ouverture sur d'autres niveaux (cf GRES à Caen) ? - bilan complet détaillé pour favoriser son essor + contacts - nécessité de signer des conventions
Enseignants	<i>E2PHY</i> : initié par le GREPS, franc succès (300	- A poursuivre et à soutenir

	participants)	- Cours aux enseignants de CPGE, dans le cadre des TIPE
Journalisme		Comment participer à leur formation? (cours / séminaires dans les écoles de journalisme,...)
Grand public	Bars des sciences, Science en fête	Revue « Elementaire »

ANNEXE 1 : LISTE DES MASTER POUR LESQUELS NOS LABORATOIRES (DAPNIA et/ou IN2P3) SONT CO-HABILITES

Université	Labo	domaine	Mention	Spécialité	Site internet
Bordeaux	CENBG	Sciences et technologies	Physique	Astro-plasmas-physique (recherche)	http://rs2.pth.u-bordeaux.fr/Filieres/filieresMasterRech_frame_fr .
Bordeaux	CENBG	Sciences et technologies	Physique	Conception, utilisation et commercialisation de l'instrumentation (pro)	http://www.u-bordeaux1.fr/dess_cuciphy/
Caen	LPC Caen	Sciences et technologies	Physique	Matière et rayonnement (recherche)	http://www.physique-eea.unicaen.fr/enseignement/masterphy/
Caen	LPC Caen	Sciences et technologies	Physique	Contrôle environnement industriel (pro)	
Clermont	LPC Clermont	Sciences et technologies	Physique	Physique subatomique (recherche)	webbis.univ-bpclermont.fr/lmd/documents_formations/masterST/MasterPhysiqueC.pdf
Lyon	IPN Lyon DAPNIA	Sciences, Technologies, Santé	Physique et technologie (recherche et pro) (label international)	Subatomique Astrophysique	http://master-physique.univ-lyon1.fr
Lyon	IPN Lyon	Sciences, Technologies, Santé	Sciences de la matière	Champs et particules	http://www.ens-lyon.fr/DSM/
Lyon	IPN Lyon	Sciences, Technologies, Santé	Analyse et contrôle (pro)	Gestion des déchets radioactifs	http://master-analyse-controle.univ-lyon1.fr/
Lyon	IPN Lyon	Sciences, Technologies, Santé	Ingenierie pour la santé (recherche et pro)	Physique médicale	http://master-analyse-controle.univ-lyon1.fr/
UCB Lyon1I, UJF Grenoble, Clermont, Univ Savoie	IPN Lyon		Ecole prédoctorale	Physique subatomique	http://lyoinfo.in2p3.fr/eprps/
Marseille	CPPM	Sciences		Physique Théorique Physique Mathématique Physique des Particules (recherche)	http:// www.cpt.univ-mrs.fr
Marseille	CPPM	Sciences		Réseau et télécommunications (pro)	http://www.mp-res.univ-mrs.fr
Montpellier	GAM	Sciences et technologies	Mathématiques Informatique, Structures et Systèmes	Informatique pour les Sciences (Double Compétence : Physique et informatique)	
Montpellier	GAM	Sciences et technologies	Physique et Chimie	Informatique pour les Sciences (Double Compétence :	

				Physique et informatique)	
Montpellier	GAM	Sciences et technologies	Physique et Chimie	Physique: Cosmos, Champs et particules	
Nantes et Ecole des Mines	Subatech	Sciences-Santé-Technologie		Physique Subatomique (recherche)	http://www.cnrs-imn.fr/Annonces/DEA.html http://www-subatech.in2p3.fr/%7Eadmin/dea/index.shtml
Nantes et Ecole des Mines	Subatech	Sciences-Santé-Technologie		Master in Applied Radiation Sciences (pro)	
Paris 6	LPNHE LLR	Sciences et technologies	Physique et Applications	Concepts fondamentaux de la physique (Recherche)	http://lmd.upmc.fr/baf/fi271.htm http://www.polytechnique.fr/enseignement/master.php
Paris 6 Paris 11 INSTN	LPNHE IPNO DAPNIA	Sciences et technologies		Noyaux, particules, astroparticules et cosmologie (Recherche)	http://lmd.upmc.fr/baf/fi273.htm http://www.master-phys-p6.cicrp.jussieu.fr/
Paris 7	LPNHE DAPNIA	Science et applications	Physique fondamentale et Sciences pour l'Ingenieur	Noyaux, Particules Astroparticules, Cosmologie inclut Photodetection (nouveau)	http://www.sigu7.jussieu.fr/Diplomes/DEA/D_champs.htm http://www.diderotp7.jussieu.fr/Diplomes/P7Masters.htm
Paris 6	LPNHE	Science et applications		Optique, matière et plasmas (Recherche - Pro) qui inclut l'option Physique et technologie des Grands Instruments (Recherche)	http://www.master-phys-p6.cicrp.jussieu.fr/
Paris 6	LPNHE	Science et applications		Capteurs, mesure et instrumentation (SDI) (Recherche-Pro)	http://www.master-phys-p6.cicrp.jussieu.fr/ http://www.espci.fr/masters/cmi
Paris 6	LPNHE	Sciences et technologies	Sciences de l'Univers, environnement, écologie	astronomie et astrophysique	http://lmd.upmc.fr/baf/fi304.htm et http://www2.iap.fr/dea/
Paris 11 et INSTN	IPNO	Sciences et technologies	Physique fondamentale et appliquée	Rayonnement et Energie	http://ipnweb.in2p3.fr/ecoldoct/lmd.html
Paris 6 Paris 7 Paris 11 INSTN	IPNO	Sciences et technologies	Physique fondamentale et appliquée	<i>Parcours</i> Physique Appliquée Physique en environnement	http://ptasi.in2p3.fr
Paris 11	IPNO	Science technologie santé	Chimie	Radiochimie	ipnweb.in2p3.fr/%7erad/dea-rrr/indexdea.html
UJF Grenoble, INSTN	LPSC	European Master in Nuclear Technology		Gestion des déchets radioactifs	

UJF Grenoble, INPG et Univ Savoie	LPSC LAPP	Sciences, Technologies & Santé	physique & ingénieries	Physique Subatomique et Astropart. (recherche)	http://lpsc.in2p3.fr/Master/index.html http://phys.ujf-grenoble.fr/UES/UEView.acqi?dossier=:M2:PhyIng:Rech
UJF Grenoble, INPG et Univ Savoie	LPSC LAPP	Sciences, Technologies & Santé	physique & ingénieries	Physique pour l'Instrumentation (recherche)	http://www.ujf-grenoble.fr/PHY/DOCT/MPE/index.html http://phys.ujf-grenoble.fr/UES/UEView.acqi?dossier=:M2:PhyIng:Rech
UJF Grenoble (site de Valence)	LPSC	Sciences, Technologies & Santé	Ingénierie Traçabilité et Développement Durable	Gestion Scientifique et Technologique des Déchets Radioactifs (pro)	http://lpsc.in2p3.fr/gpr/Master/home/home.html http://phys.ujf-grenoble.fr/UES/UEView.acqi?dossier=:M2:ITDD
UJF Grenoble (site de Valence)	LPSC	Sciences, Technologies & Santé	Ingénierie Traçabilité et Développement Durable	Assainissement et Démantèlement des Installations Nucléaires (pro)	http://lpsc.in2p3.fr/gpr/Master/home/home.html http://phys.ujf-grenoble.fr/UES/UEView.acqi?dossier=:M2:ITDD
UJF Grenoble	LPSC	Sciences, Technologies & Santé	Micro et Nano Technologie	Conception des Systèmes Intégrés et Numériques	http://phys.ujf-grenoble.fr/UES/UEView.acqi?fileview&file=CSINA.parc&dossier=:M2:Micro-nano-electronique
UJF Grenoble, INPG	LPSC	Sciences, Technologies & Santé	Mécanique, Énergétique & Ingénieries	Énergétique Physique	http://www.ujf-grenoble.fr/ujf/fr/formation/lmd/lmd/Masters/mecanique/EnergetiquePhysique.phtml
Univ. Savoie	LAPP	Sciences, Technologies & Santé	Physique	Champs et Particules (recherche)	
Univ. Savoie	LAPP	Sciences, Technologies & Santé	Physique	Méthodes et Logiciels de l'Ingénierie et la Physique Appliquée (pro)	
ULP Stras	Ires	Science	physique	Physique Subatomique et Astroparticules (recherche)	http://lpt1.u-strasbg.fr/lmd/physique.html
ULP Stras	Ires	Science	physique	Physique pour Instrumentation : détection, mesures et imagerie (R)	
ULP Stras	Ires	Science	matériaux		
ULP Stras	Ires	Science	sciences analytiques		
ULP Stras	Ires	Science	ingénierie-technologie		

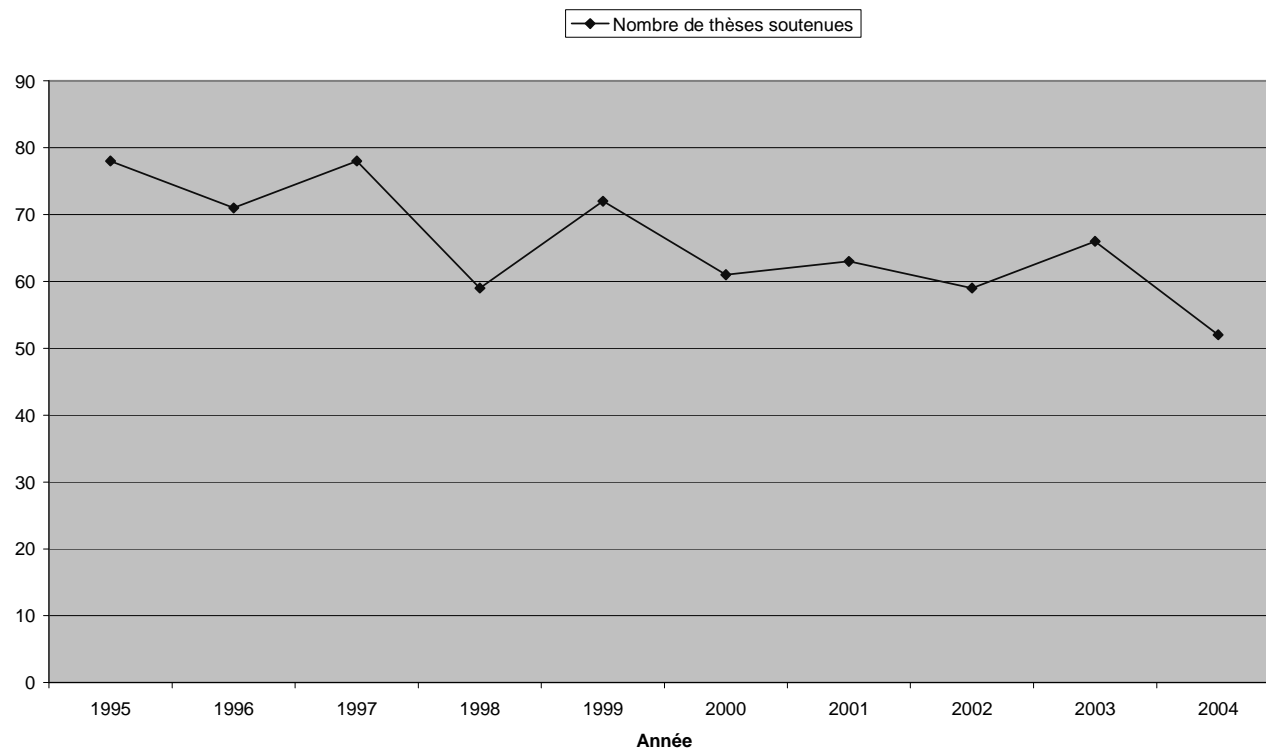
Annexe 2 : Liste des *cours* préparés dans le cadre du Réseau Universitaire des Centres d'Autoformation (« *Ruca* »)

Équipe	Sujet
<u>Thierry Gousset</u> , Ferrid Haddad Daniel Ardouin	Physique moderne avec introduction à la relativité et à la mécanique quantique
<u>Denis Dumora</u> , Claire Michelin Mourad Aïche David Samson Jean Ch. Caillon André Emsallem Irena Nikolic-Audit Serge Czajkowski	Noyaux et applications
<u>Sonia Fleck</u> Cédric Ray Rémi Barbier Stephane Perries	Relativité et électromagnétisme
<u>Thomas Lefort</u> , J. Colin François Mauger Emmanuel Vient	Interaction rayonnement -matière
<u>Olivier Juillet</u> (Bijan Saghai)	Symétries en physique

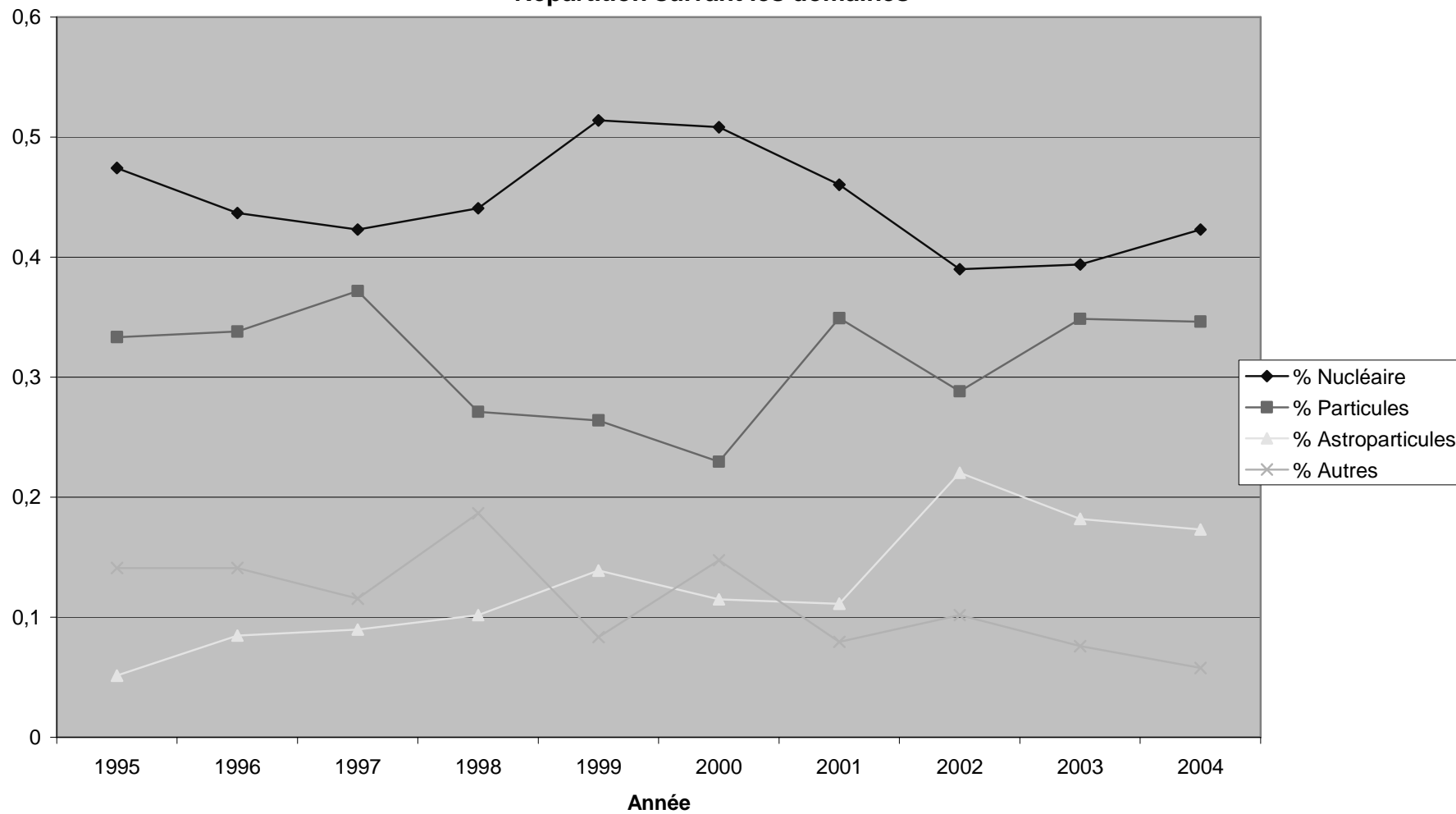
Annexe 3 : Evolution du nombre de thèses soutenues (1995-2005)

Cette étude repose sur les chiffres fournis par les laboratoires qui ont répondu à notre demande et n'est donc que partielle.

(CPPM, CSNSM, GANIL, DAPNIA, IPN Lyon, IRES, LAL, LPC Clermont, LPC Caen, LPNHE, LPTA,PCC)

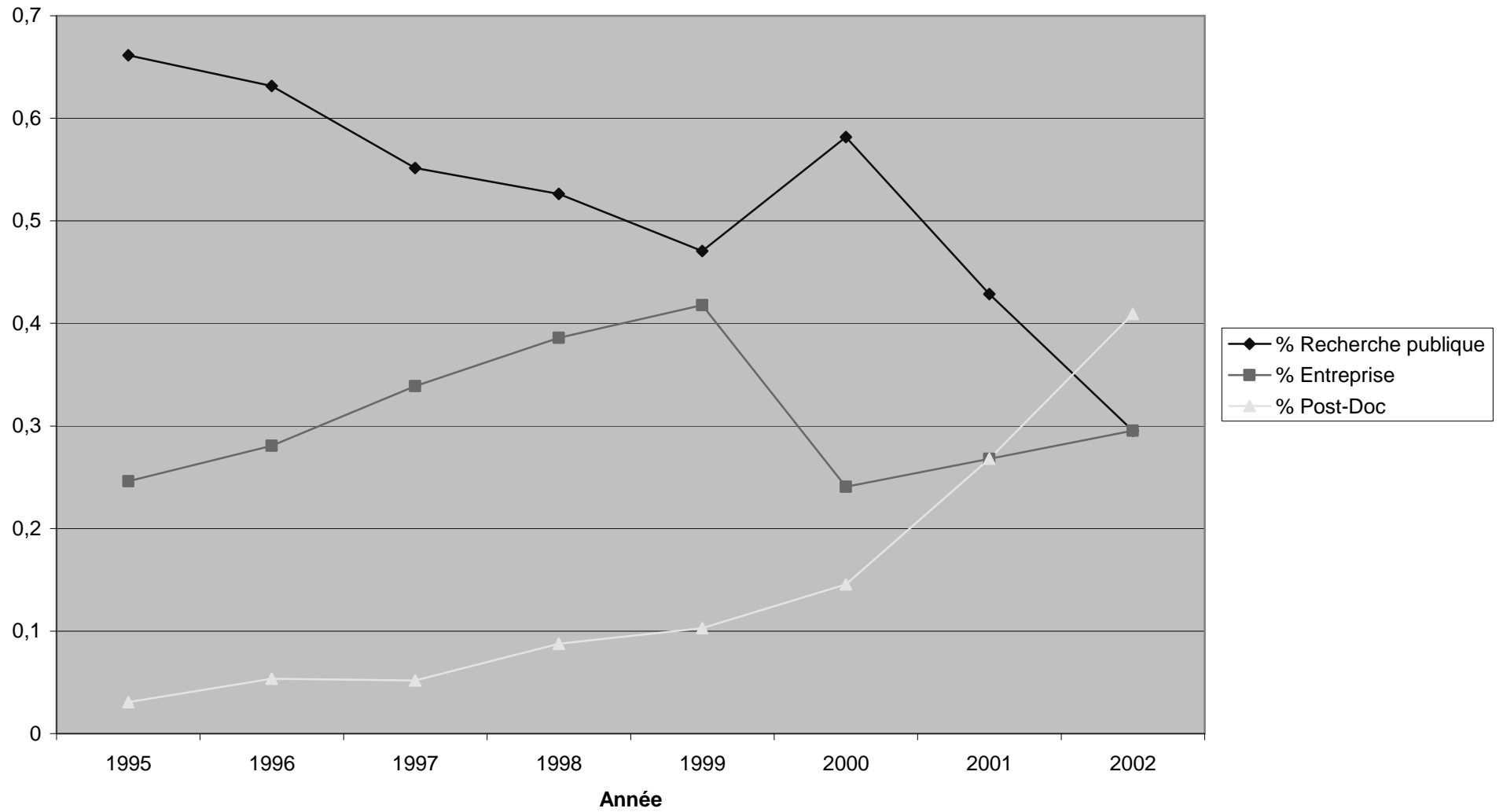


Répartition suivant les domaines



Devenir des Docteurs deux ans après leur soutenance

Devenir des Docteurs 2 ans après leur soutenance



Annexe 4 : : Formation des doctorants

Illustration par un exemple (Lyon)

Le travail avec les doctorants, s'inscrit dans le cadre des modules d'insertion professionnelle, obligatoires durant leur doctorat. Durant les trois années de doctorat, ils doivent suivre deux modules de 40 H, au choix parmi une quinzaine de propositions.

Le module "Formation et pratique de l'animation scientifique" que je propose fait partie de ses choix. Le nombre moyen de doctorants que j'ai par session est de 20. Soit cinq groupes de quatre, ou je mélange les spécialités (biologie, mathématique, physique, chimie) des doctorants.

Le module se déroule en deux phases : une phase théorique (20 H) et une phase pratique (20 H) ; la phase théorique leur donne quelques notions de didactique, de gestion des groupes, de communication, etc. La phase pratique, consiste en la mise au point d'une animation scientifique et la pratique de cette animation dans les classes, cinq fois en moyenne. Bien sûr, les domaines touchés sont plus large que la physique nucléaire ou la physique des particules.

Nouveautés 2004 2005.

La formation est ouverte au moniteur dans le cadre du CIES de Lyon.

Dans le cadre de la politique de diffusion de la Culture Scientifique de L'université Claude Bernard. De Lyon, un Espace de Découvertes des Sciences est en préparation. Cet espace fait partie des actions de l'université pour établir des liens avec les établissements d'enseignement secondaire de l'Académie de Lyon. Ainsi, les doctorants et les moniteurs pourront valoriser leur formation dans cette espace.

Il est prévu à court terme de pouvoir étendre ces actions aux chercheurs et aux enseignants chercheurs de l'université.

Annexe 5

Nous donnons ci-dessous le préambule qui accompagne la description des enseignements proposés par le groupe MSTP – SFP, puis le résumé de ces enseignements (titres et tableau récapitulatif). Nous avons introduit un enseignement de physique subatomique que nous souhaitons voir dispenser dans toutes les universités de France et de Navarre. Le programme correspondant est joint.

Préambule

L'expérience de ces dix dernières années montre que, pour différentes raisons que nous n'arriverons pas à analyser de façon exhaustive, le nombre d'étudiants qui suivent un enseignement universitaire de physique est faible. Il est clair toutefois qu'une nation moderne a besoin de scientifiques de haut niveau pour des raisons économiques autant que culturelles. Le temps est venu d'amplifier les efforts pour remédier à cette carence.

Les formations offertes par l'enseignement supérieur français tendent à devenir plus lisibles, aussi bien au niveau national qu'international, par la mise en place du LMD. L'instauration du L pose pourtant problème quant au contenu de la licence pour les étudiants qui ont choisi physique comme majeure. Il ne s'agit pas bien sûr d'instaurer un « programme de physique officiel » pour la licence, ce qui serait prétentieux et hors sujet. Il ne s'agit pas non plus de diminuer fortement les degrés de liberté qu'une telle réforme offre, qui sont le reflet des forces et des priorités scientifiques d'une Université donnée. Non, il s'agit de réfléchir à ce que la société et l'Université sont en droit d'attendre d'un licencié en physique ; la société pour ce qui concerne les services que devrait lui apporter un de ses membres diplômé à ce niveau, l'Université pour ce qui concerne les pré-requis qu'elle attend d'un étudiant qui demanderait à s'inscrire dans un de ses masters.

Le département « Physique » de la Mission Scientifique, Technique et Pédagogique du Ministère de la Recherche, aidé par le département « Mathématiques » et le département « Chimie » s'est réuni avec la Société Française de Physique et la Société Française de Chimie pour tenter d'élaborer un document qui n'a pas vocation à être l'expression de la juste parole, mais qui reflète les positions des participants à ce groupe de travail et celles des scientifiques avec lesquels ils ont pu échanger pendant les quelques mois consacrés à ce travail.

Enfin, pour les enseignements de physique, nous avons essayé d'aller à l'essentiel, tout en ne perdant pas de vue qu'il « fallait montrer aux étudiants que la physique est belle ». Bien évidemment, les particularités des laboratoires de l'Université concernée doivent permettre de colorer de façon originale chaque licence.

Il n'est pas possible de parler des connaissances à transmettre sans se poser la question de « comment les transmettre ». Le premier constat est alors que de façon intrinsèque, la physique est une science expérimentale. Le deuxième constat est que l'enseignement expérimental tel qu'il est pratiqué dans nos universités a besoin d'être modernisé et rendu plus attractif. Sans remettre complètement en cause les TP classiques, nous en sommes arrivés à la conclusion que leur importance dans l'enseignement de la licence devait être réduite, pour laisser la place à des *expériences de cours* illustrant telle ou telle partie du cours. Des *projets expérimentaux* permettent aux étudiants de mettre en œuvre leurs connaissances de façon plus autonome et plus créative. Il est également indispensable que les laboratoires de recherche s'ouvrent à ces étudiants en leur permettant de découvrir et d'utiliser des outils modernes de la physique et de découvrir ce qu'est la recherche scientifique. Le *stage en laboratoire* a aussi pour rôle de compléter cette formation expérimentale.

Si la physique est au cœur de nos réflexions, les enseignements de mathématiques et de chimie constituent bien évidemment des « briques de base » de la culture du physicien et ce document tente aussi de mettre un contenu scientifique derrière ce terme de brique de base.

L'ouverture vers d'autres disciplines et l'élargissement de la culture scientifique fait aussi partie de la formation, de façon d'ailleurs importante.

Nous donnons quelques exemples de ce que pourraient être des modules d'ouverture vers les disciplines voisines que sont la biologie et la géologie.

Que les collègues biologistes et géologues qui nous ont aidés reçoivent ici nos plus chaleureux remerciements. Mais il est clair que pour cette part surtout, les forces et les particularismes locaux doivent être les éléments essentiels des choix de formation. Nous ne nous étendons pas sur les enseignements de culture générale qui pour l'essentiel devraient refléter les particularités locales et doivent s'adresser à un public plus large que les futurs physiciens. Il nous semble cependant qu'un cours d'histoire des sciences serait très formateur, de même que la participation des étudiants à la diffusion de la culture scientifique.

Le contrôle des connaissances est un élément important de l'enseignement universitaire. Il ne nous paraît pas essentiel de faire des choix entre contrôle continu et examens finaux, d'autant que ce choix peut être très orienté par les particularismes locaux. Cependant il s'est fait une belle unanimité parmi nous pour regretter la faible place laissée aux oraux, qui pourraient être un excellent exercice de formation, y compris bien sûr hors du champ du contrôle des connaissances.

Ont participé à ces travaux :

Daniel Bideau (MSTP - physique)

Aline Bonami (MSTP - mathématiques)

Daniel Boujard (U. Rennes1)

Gilberte Chambaud (SFC – Marne la Vallée)

Jean Cosléou (SFP - Lille)
Patrice Hesto (MSTP - physique)
Claudine Kahane (SFP- - Grenoble)
Yves Leroyer (SFP - Bordeaux)
Alain Menand (MSTP – physique)
André Morel (SFP - Saclay)
Fabrice Mortessagne (SFP - Nice)
Françoise Rouquerol (SFC)
Jean-Francois Stephan (MSTP – géologie)
Eric Suraud (CNRS – IN2P3)
Bernard Tamain (MSTP - physique)
Jacques Treiner (SFP - Paris)

Une répartition graduée au fil des semestres...

Une répartition synthétique des enseignements dans un parcours « physique » est présentée ci-dessous. Elle doit permettre à l'étudiant un apprentissage d'autres disciplines (mathématiques, chimie, langues, ...) en début de parcours et de se concentrer sur la physique lors des derniers semestres. Le tableau montre également le lien existant entre les différentes unités enseignées chaque semestre.

Nous n'avons pas effectué de découpage en heures de cours, TD, TP car il nous semble que cela tient plutôt du choix par les Universités des méthodes pédagogiques qu'elles souhaitent mettre en œuvre.

En termes de crédits ECTS, nous avons pris comme base *1 crédit pour 10 heures d'enseignement présentiel*. La base horaire que nous nous sommes fixés est donc de 1800 heures sur l'ensemble des trois années de la licence. Nous avons choisi de proposer un enseignement ne représentant que 1425 heures, le reste étant consacré à des projets expérimentaux, à l'histoire des sciences, aux langues, aux modules d'ouverture et culturels, ...

Enfin il nous paraît indispensable qu'un temps soit dégagé très tôt dans le cursus (au S1, en mécanique ou en optique géométrique) pour une sensibilisation sous forme de cours ou de TP au problème de la mesure physique. La physique est une science expérimentale et la mesure est une action essentielle du physicien qui doit en connaître les limites (en particulier la notion d'erreur de mesure).

Dans les pages qui suivent est donné le contenu des thèmes retenus pour un parcours « physique ». Ces contenus sont plus ou moins détaillés et apparaissent donc plus ou moins ambitieux. Il nous a paru intéressant d'inclure des sujets qui, sans être essentiels au niveau L, peuvent retenir l'attention d'une Université qui voudrait aller plus loin sur un thème donné, par exemple lorsque ce dernier constitue une base nécessaire à l'un des ses masters. *Ces pistes de réflexions sont indiquées en italique dans les contenus.*

L1 (165 heures)

- Optique géométrique (60 heures ; S1 ou S2)
- Mécanique I : forces, champs, énergies (60 heures ; S1 ou S2)
- Thermodynamique I : fondamentaux (45 heures ; S2)

L2 (255 heures)

- Physique quantique I : mécanique quantique (60 heures ; S3 ou S4)
- Thermodynamique II : applications (45 heures ; S3 ou S4)
- Mécanique II : statique et dynamique du solide et des fluides (60 heures ; S3 ou S4)
- Electromagnétisme (90 heures ; S3 ou S4)

L3 (315 heures)

- Relativité (30 heures ; S5 ou S6)

- Physique quantique II : mécanique ondulatoire (60 heures ; S5 ou S6)
- Thermodynamique III : thermodynamique statistique (60 heures ; S5 ou S6)
- Mécanique III : physique des milieux continus (45 heures ; S5 ou S6)
- Physique de la matière (30 heures ; S5 ou S6)
- Physique subatomique (30 heures ; S5 ou S6)
- Optique ondulatoire et cristallographie (60 heures ; S5 ou S6)

Matières essentielles pour la formation d'un physicien (690 heures)

- Méthodes mathématiques (330 heures)
- Chimie (180 heures)
- Electronique et traitement de l'information (90 heures)
- Physique numérique (90 heures)

Ouverture vers d'autres domaines scientifiques

- Sciences de la Vie (15 heures)
- Sciences de la Terre et de l'Univers (15 heures)

	Unités de physique					Matières essentielles à la formation d'un physicien			
L1	Mécanique I Forces, champs, énergies (60 heures)	Optique I Optique géométrique (60 heures)	Thermodynamique I Fondamentaux (45 heures)			Mathématiques I Géométrie, espace vectoriel, fonctions d'une variable réelle (120 heures)	Chimie I Structure des molécules (30 heures) Chimie organique (30 heures)		
L2	Mécanique II Statique et dynamique du solide et des fluides (60 heures)	Optique II Electromagnétisme (90 heures)	Thermodynamique II Applications (45 heures)	Physique quantique I Mécanique quantique (60 heures)		Mathématiques II Fonctions et calcul différentiel, suites et séries, algèbre linéaire (120 heures)	Chimie II Etude thermodynamique et cinétique des transformations chimiques (60 heures) Chimie inorganique (60 heures)	Electronique et traitement de l'information I Fonctions de l'électronique analogique (45 heures)	Physique numérique I Initiation à un langage formel (45 heures)
L3	Mécanique III Physique des milieux continus (45 heures)	Optique III Optique ondulatoire et cristallographie (60 heures)	Thermodynamique III Thermodynamique statistique (60 heures)	Physique quantique II Mécanique ondulatoire (60 heures)	Relativité (30 heures) Physique subatomique (30 heures) Physique de la matière (30 heures)	Mathématiques III Fonctions, équations différentielles, analyse hilbertienne (90 heures)		Electronique et traitement de l'information II Traitement du signal et des données systèmes asservis (45 heures)	Physique numérique II Méthodes numériques (45 heures)

Physique subatomique (30 heures ; S5 ou S6)

L'objectif de cet enseignement est double.

- Il s'agit d'abord de donner à l'étudiant une vue de la connaissance fondamentale que l'on a aujourd'hui de l'infiniment petit. Cette connaissance fait partie de la culture de base de tout scientifique du 21^{ème} siècle. Les lois de l'infiniment petit ont par ailleurs des conséquences fondamentales sur l'infiniment grand, sur l'évolution de l'univers et la cosmologie. Ce lien entre infiniment grand et infiniment petit peut être établi dans cet enseignement.
- Le second volet de ce module est plus pratique. Dans un pays où 75% de l'électricité est d'origine nucléaire, il est essentiel que tout scientifique connaisse les mécanismes sous-jacents, leurs atouts et leurs inconvénients objectifs. Par ailleurs, les rayonnements ont des applications majeures au niveau des techniques d'analyse (environnementale ou industrielle) et dans le domaine médical (imagerie, radiothérapie). Il s'agit ici de présenter les fondements permettant de comprendre ces applications.

Cet enseignement peut rester descriptif et peu théorique. Il est important que les étudiants y découvrent des ordres de grandeur par exemple dans le domaine de l'énergie ou des limites accessibles pour les diverses méthodes d'analyse.

Introduction historique

- § Découvertes de la radioactivité, du neutron, du neutrino, des quarks.

Le monde élémentaire : des quarks aux noyaux et à l'univers

- § Quarks et leptons
- § Hadrons, mésons et baryons
- § Les interactions fondamentales et les particules d'échange associées
- § Les noyaux
- § Des particules aux étoiles : nucléosynthèse et cosmologie

Processus nucléaires

- § Phénoménologie du noyau
- § Formule de masse et modèle de la goutte liquide.
- § Radioactivités
- § Réactions nucléaires : section efficace, cinématique des réactions, réactions dominantes à basse énergie

§ Le cas particulier du soleil.

Applications

§ Interactions rayonnement matière

§ Conséquences sur la détection et la protection contre les rayonnements

§ Analyse par activation

§ Fission et réacteurs à fission

§ Fusion et réacteurs à fusion

§ Etudes comparatives dans les domaines de l'analyse et de la production d'énergie.