



# Formation d'ingénieur à l'université :

## le réseau "FIGURE"

**Yves BERTHAUD & Hélène DUMONTET,**  
**professeurs à l'UPMC.**



# Trois éléments contextuels et autant d'enjeux majeurs...

## 1. Désaffection pour les études scientifiques

- Écoles d'ingénieurs, IUT, licences, masters.

## 2. Souhaits et recherche des élèves et de leur famille

- Une garantie de qualité : « excellence », « sélection »...
- Une référence nationale : titre d'ingénieur, IUT...
- Un encadrement et un suivi : volumes horaires, groupes...
- La perspective d'un métier identifié : statut social, €, intérêt...

## 3. Reconquête des prescripteurs académiques des lycéens

- Les Conseillers d'Orientation et Psychologues ne sont pas toujours les meilleurs ambassadeurs des formations universitaires qu'ils ou elles connaissent souvent mal.

## Robert Chabbal

---

1976 à 1979

Directeur du CNRS

Créateur du SPI

---

1980 - 1983

Secrétaire Général adjoint pour les affaires  
scientifiques de l'OTAN

---

1983 - 1987

Président de la mission scientifique et  
technique du Ministère de la recherche

---

1988 - 1992

Direction pour la Science, la Technologie  
et l'Industrie de l'OCDE

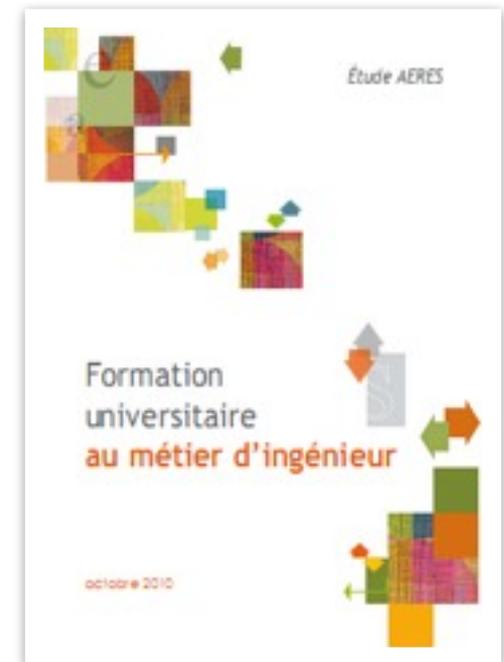
## 2008

### Rapport de R. Chabbal sur le devenir de l'ingénierie



## 2010

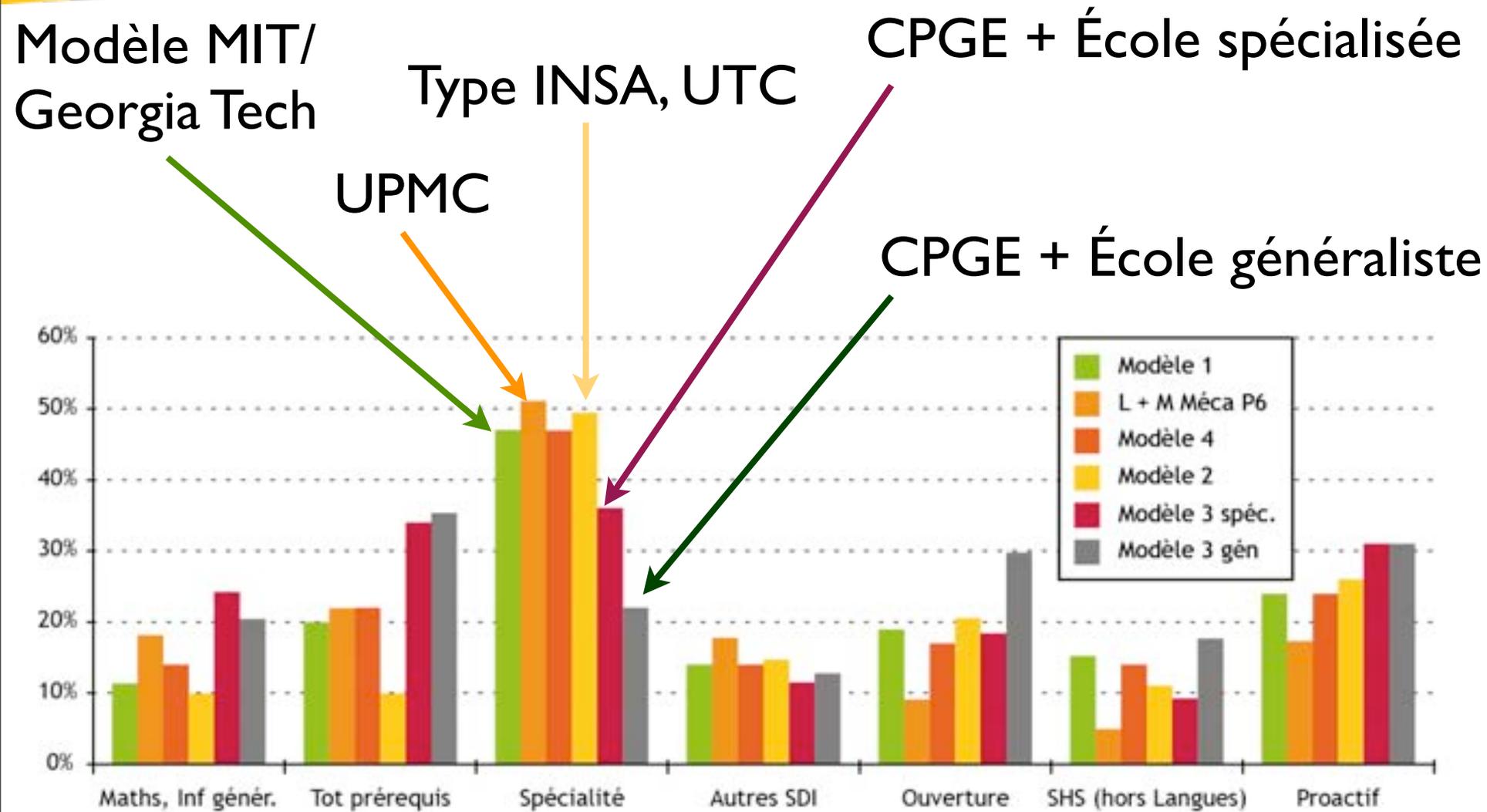
### Rapport de l'AERES sur la formation universitaire au métier d'ingénieur



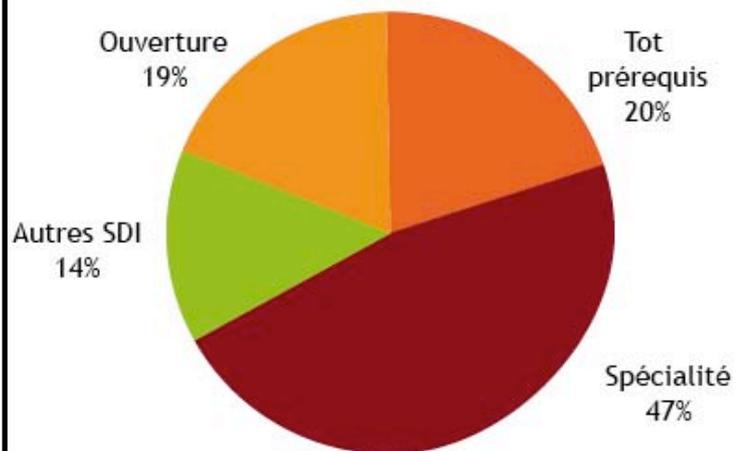
# Des CMI pour quoi faire ?

1. Augmenter l'**attractivité** des études scientifiques.
2. Accroître la **lisibilité** des formations en sciences et ingénierie.
3. Proposer aux lycéens un **cadre national de formation** basée sur un référentiel et des objectifs métiers identifiés.
4. Proposer **des formations identifiables aux prescripteurs.**
5. Répondre au **besoin économique d'ingénieurs experts.**

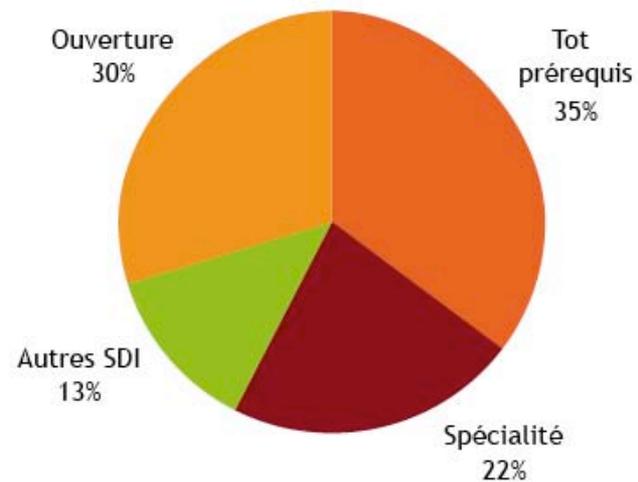
# Pourquoi des CMI ?



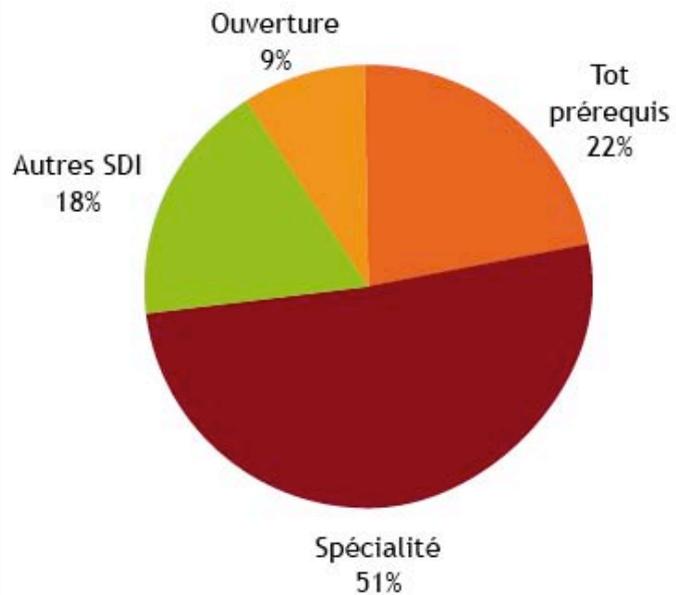
Modèle 1 (US)



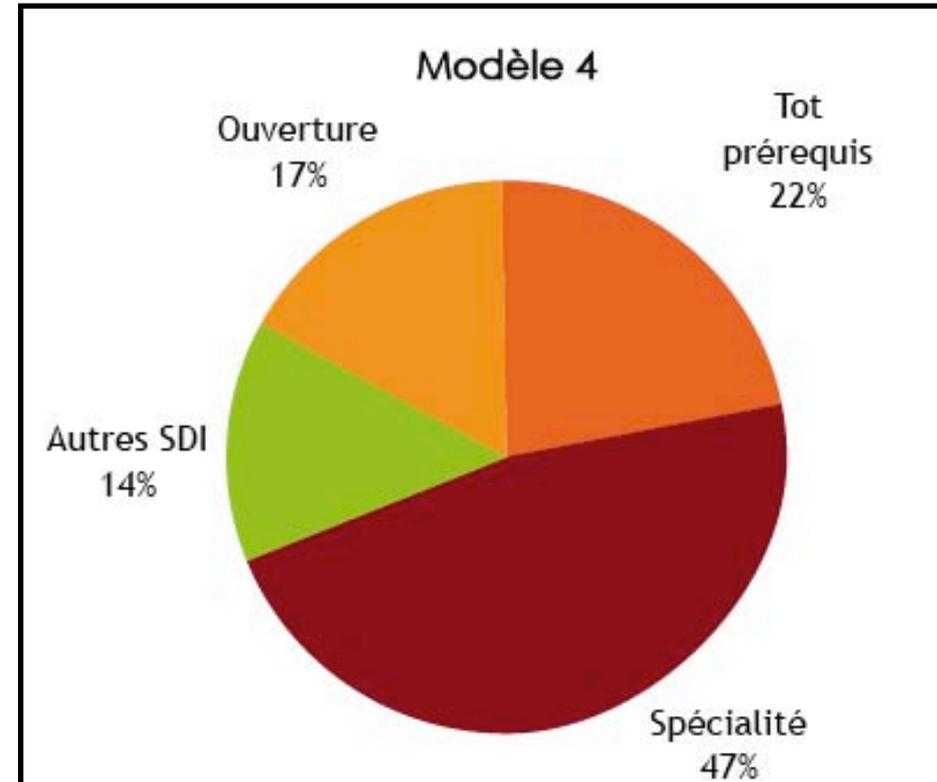
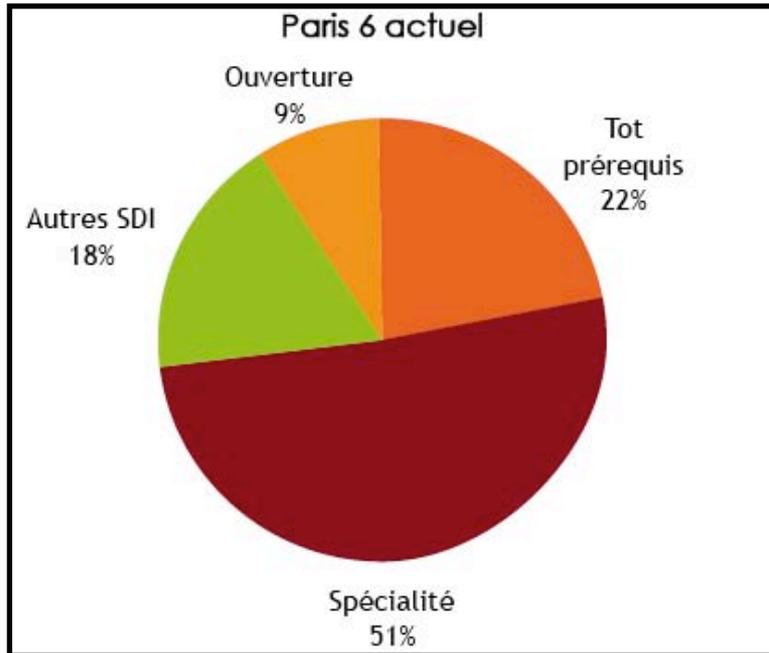
Modèle 3 (CPGE + Ecole généraliste)



Paris 6 actuel



+ 15 % en ECTS



Histogramme et camemberts issus du rapport AERES.

**Spécialisés**, les ingénieurs experts doivent posséder toutes les aptitudes nécessaires pour :

- **maîtriser les technologies les plus avancées ;**
- **porter leur développement ;**
- **participer à l'émergence d'innovations valorisables.**

## **La situation actuelle**

- Environ 10 000 ingénieurs de plus à former tous les ans.
- La moitié des ingénieurs en poste ne sont pas titulaires du titre d'*ingénieur diplômé* (500 000 / 1 000 000).
- Le terme « ingénieur » est libre d'utilisation et la profession n'est pas réglementée en France.

« Un nouveau type de **formation** à l'Université pensée sur **5 ans, sélective, exigeante** et destinée à former des **ingénieurs experts (R&D, innovation...)** dans le respect d'une charte et d'un référentiel nationaux...



# Qui porte le développement des CMI ?

Et bientôt davantage...

- Angers
- Le Mans
- Limoges
- Marne-la-Vallée
- Strasbourg
- Valenciennes



**Un collectif de 25 universités** à forte activité de recherche réunies en un réseau....



**Un cursus universitaire labellisé INVESTISSEMENT D'AVENIR** classé premier par le Jury international de l'appel ministériel à projet « Initiatives D'Excellence en Formations Innovantes » (IDEFI, 10 M€)

**Un partenariat fort avec l'ONISEP**



- ❑ **Un cursus innovant** inscrit dans le système LMD et dans les universités.
- ❑ **Une charte garante de qualité.**
- ❑ **Un référentiel**, contenant des prescriptions :
  - générales (modèle, équilibres...);
  - structurelles (volumes, crédits...);
  - disciplinaires (socles de connaissances / compétences à acquérir en licence...).
- ❑ **Une procédure de validation des formations** (guide de validation, plan du dossier, fiche d'expertise...).
- ❑ **Un Réseau qui porte et fait vivre le concept.**

# La charte ou les garanties d'un CMI en 10 points...



<http://www.reseau-figure.fr>

1. **Cursus continu et cohérent de 5 ans menant à un diplôme de Master labellisé CMI par le réseau FIGURE.**
2. **Maîtrise d'un domaine de spécialité (connaissances et compétences)** impliquant une connaissance solide de l'ensemble des disciplines qui en constitue le socle.
3. **Adossement à des laboratoires de recherche de statut international** qui s'engagent à s'investir dans cette formation en liaison avec leurs partenaires industriels.
4. **Respect d'équilibres de formation** impliquant en sus de la spécialité, des fondamentaux solides, une ouverture pluridisciplinaire, un programme de formation humaine et sociale, et des activités de mise en situation.

# La charte ou les garanties d'un CMI en 10 points...

5. **Pédagogie innovante (pour nous !) faisant appel à la proximité de la recherche et à l'apprentissage par projet.**
6. **Ouverture à l'international.**
7. **Développement de compétences transversales.**
8. **Formation progressive et exigeante : sélectivité à l'entrée et par la réussite.**
9. **Contact étroit avec les entreprises.**
10. **Validation de la conformité de la formation par le réseau.**

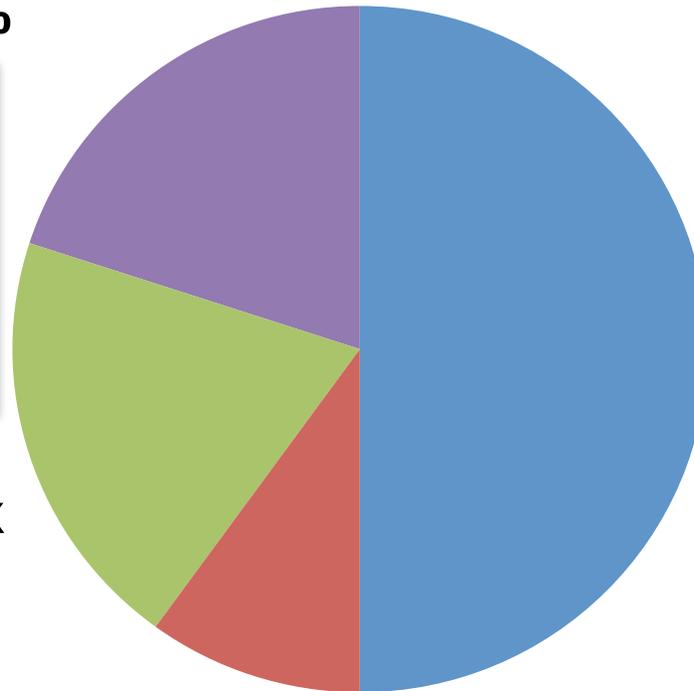
# Des équilibres pédagogiques Innovants sur 5 ans...

**Sciences  
humaines et sociales**  
**20 %**

- Arts et culture
- Développement personnel (communication, PEC...)
- Culture d'entreprise
- Langues
- Certifications (Anglais, C2I)

**Fondamentaux  
scientifiques**  
**20 %**

**Disciplines connexes**  
**10 %**



**Spécialité**  
**50 % du volume  
d'enseignement  
total**

# Activités de mise en situation : 25 % du temps travaillé...

□ **Au moins 3 projets** en lien avec la recherche et/ou la résolution de problèmes industriels **et des séries de TP connexes :**

- Projet de recherche - documentation scientifique (L2)
- Projet intégrateur (L3)
- Projet intégrateur (M1 ou M2)

□ **Au moins 3 stages**, minimum 28 semaines dont 14 semaines au minimum en entreprise :

- Stage de découverte du milieu professionnel dès le L1/L2
- Stage de spécialisation disciplinaire en L3 et/ou M1
- Stage de longue durée en laboratoire ou entreprise en M2

Cursus Master

# en Ingénierie



**NOUVEAU :**  
un cursus intégré  
en 5 années



**figure**  
RESEAU  
Cursus Master et Ingénierie



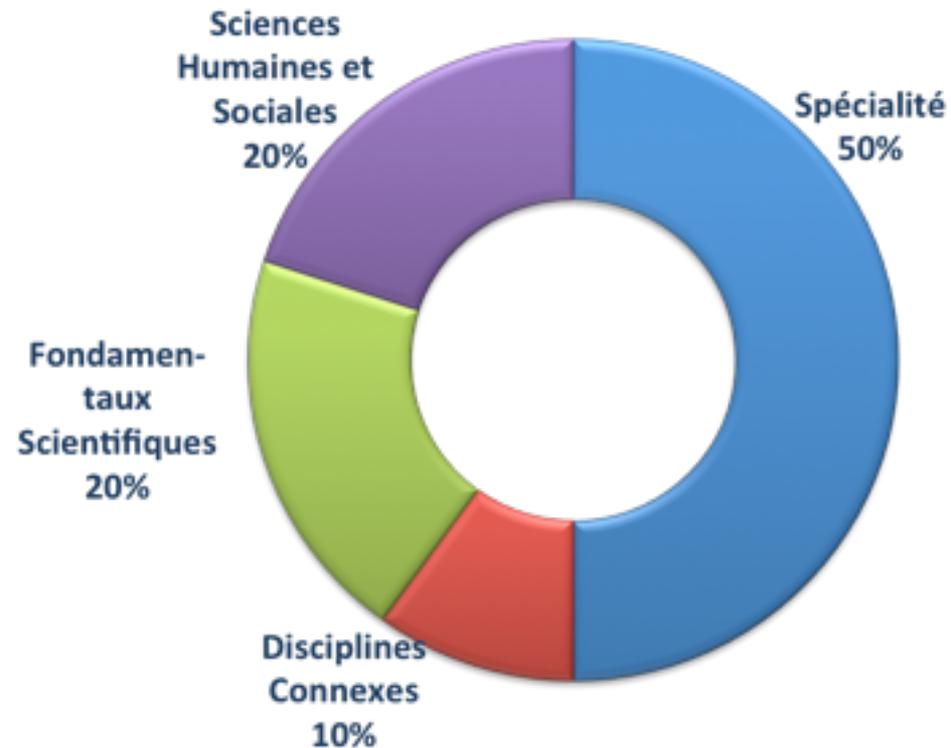
**UPMC**  
SORBONNE UNIVERSITÉS

**Démarrage des  
CMI en 2011  
5<sup>e</sup> année**

**Rentrée 2014-2015**

## Une formation universitaire :

- **cohérente sur les 5 ans débouchant sur des fonctions d'ingénieur expert ;**
- **exigeante** (72 ECTS /an) ;
- construite sur le modèle international du « Master of engineering » ;
- permettant acquérir un socle de connaissances et compétences scientifiques dans une spécialité ;
- développant des aptitudes personnelles et professionnelles ;
- diplômante Licence, Master et bénéficiant d'un label national.



M2 -S4	Stage Industriel 21 ECTS				Projet 3 ECTS	SHS 3 ECTS	Anglais 3 ECTS	
M2 -S3	Parcours de la spécialité 24 ECTS				Projet 6 ECTS	SHS 3 ECTS	Anglais 3 ECTS	
M1 -S2	Spécialité 15 ECTS		Stage 12 ECTS		Projet 3 ECTS	SHS 3 ECTS	Anglais 3 ECTS	
M1 -S1	Tronc Commun 18 ECTS		Spécialité 12 ECTS			SHS 3 ECTS	Anglais 3 ECTS	
L3-S6	MOBILITE INTERNATIONALE							
L3-S5	Mécanique ou Électronique 24 ECTS				Méca ou Élec 3 ECTS	Stage Labo 3 ECTS	SHS 3 ECTS	Anglais 3 ECTS
L2-S4	Maths 6 ECTS	Physique appliquée 6 ECTS	Mécanique 6 ECTS	Électronique 6 ECTS	Projet 3 ECTS	Projet 3 ECTS	SHS 3 ECTS	Anglais 3 ECTS
L2-S3	Maths 6 ECTS	Physique appliquée 6 ECTS	Mécanique 6 ECTS	Électronique 6 ECTS	Projet Info 3 ECTS	stage 3 ECTS	SHS 3 ECTS	Anglais 3 ECTS
L1-S2	Maths 9 ECTS	Informatique 9 ECTS		Mécanique 4,5 ECTS +	Electronique 4,5 ECTS	Projet en Ingénierie 6 ECTS		Anglais 3 ECTS
L1-S1	Maths 6 ECTS	Informatique 6 ECTS	Physique 6 ECTS	Mécanique 6 ECTS	Electronique 6 ECTS		SHS 3 ECTS	Anglais 3 ECTS

## Quatre stages obligatoires sur les 5 ans :

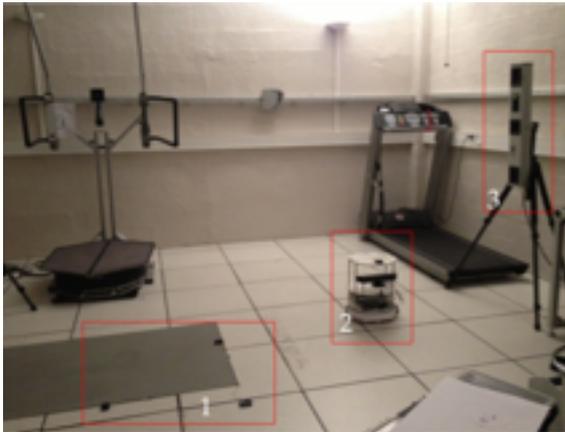
- **en fin de L1 : découverte de l'entreprise**  
à partir de juin, minimum 6 semaines  
mission technique dans des grands groupes, PME ;
- **1<sup>er</sup> semestre de L3 : découverte de la recherche**  
 $\frac{1}{2}$  journée par semaine minimum  
laboratoire de recherche de l'UPMC (d'Alembert, L2E, ISIR...);
- **2<sup>e</sup> semestre de M1: en entreprise ou laboratoire**  
12 semaines minimum ;
- **2<sup>e</sup> semestre de M2 : en entreprise ou laboratoire**  
16 semaines minimum.

## Stage découverte de l'entreprise en fin de L1

- Snecma
- Hispano-Suiza : Mise au point d'un indicateur de la qualité d'usinage.
- Messier Buggati
- Dassault Aviation :
  - critères d'appréciation de l'aptitude au soutien de nouvelles technologies ;
  - définition et mise en œuvre d'outils de reporting ;
  - méthodes et outils pour la recherche de solutions innovantes.
- Total : Système d'information.
- Capgemini : Découverte de l'infogérance.
- EADS :
- AFORP : La chaîne numérique d'un produit.
- Majority Report : Programmation et assemblage de systèmes électroniques.
- B.M.O. Berguy Mécanique Outillage.
- ATOS WORLDLINE :
- WINDEN MUDETAF : Introduction à la conception d'un site web.

## Stage de découverte de la recherche L3

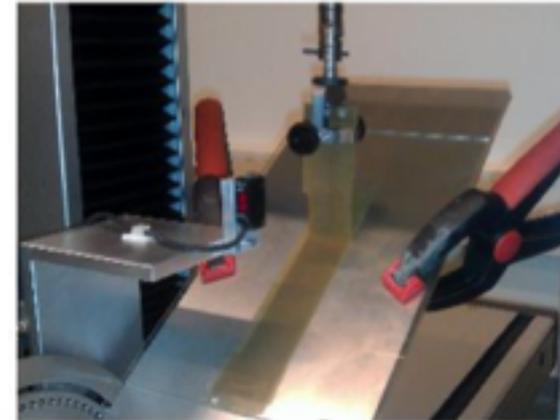
Évaluation des capacités de franchissement d'obstacles d'un robot chevillé autonome, ISIR



Projection liquide post-impact, d'Alembert

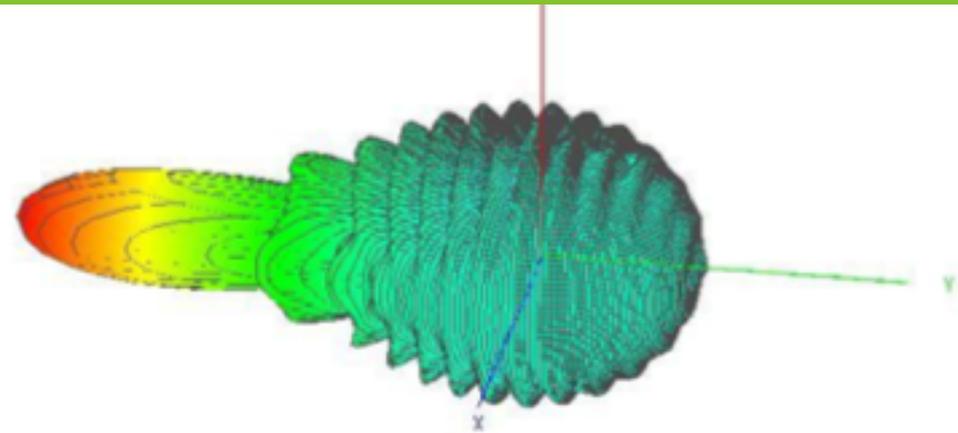


Étude expérimentale du décollement de films minces hétérogènes. D'Alembert

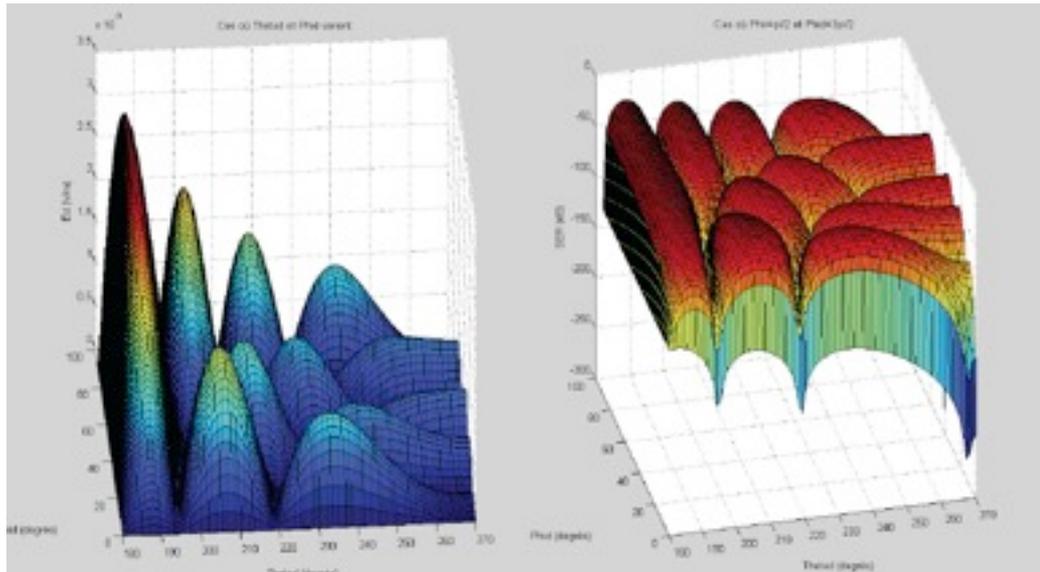


Comportement en flexion 4 points d'une poutre pré-contrainte, LMT

Développement d'une interface  
de visualisation équivalente  
radar, L2E



Calcul de la diffusion d'une onde plane  
électromagnétique par une plaque  
métallique, L2E



Propulsion plasmique de  
nano-satellites,  
D'Alembert



*CubeSat*

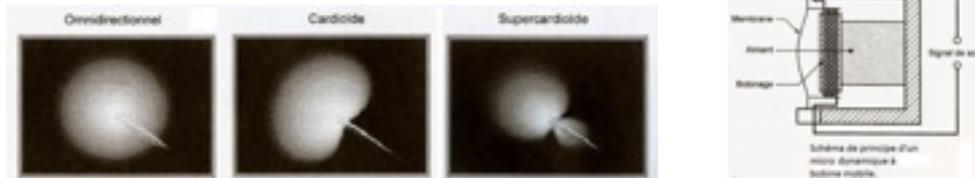
## Des projets tout au long du cursus

- L1 : Projet en laboratoire (S2, 3ECTS).
  - Pour l'étudiant :
    - Découverte des laboratoires et de la recherche
    - Apprendre à travailler en groupe (binôme ou trinôme)
    - Apprendre à rapporter et présenter leurs travaux
  - Pour le laboratoire :
    - Soutien au développement de recherches appliquées
    - Intéresser les étudiants aux activités du labo. (stage de M1 ou M2)
  - Difficultés :
    - Adapter les projets aux compétences des étudiants
    - Sectionner le travail à effectuer en projets simples
  - Un exemple :
    - Localisation et reconnaissance d'événements sonores (3 projets).

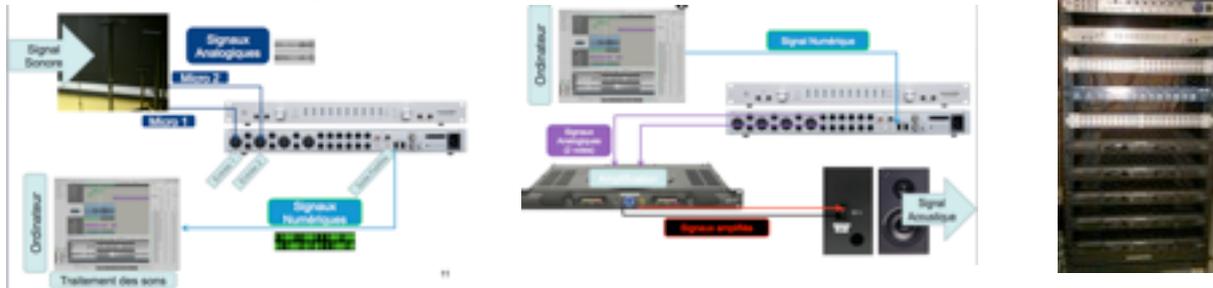
## Projet 1 : Studio d'enregistrement numérique

**Objectif** : découverte d'une chaîne d'acquisition et restitution numérique.

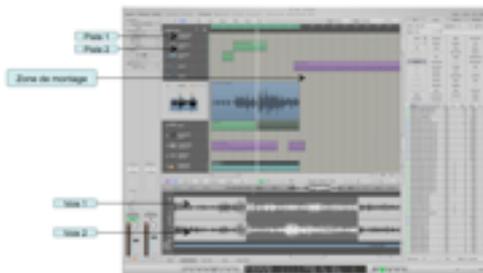
- Choix des microphones / haut-parleurs



- Réalisation du câblage en acquisition et restitution



- Prise en main du logiciel de traitement



Réalisation



## Dans le socle commun en L2

- Deux projets :
  - **Projet d'informatique scientifique (S3, 3 ECTS)**
    - Mettre en application les connaissances acquises en langage C par un projet de modélisation et simulation numérique.
  - **Projet d'électronique ou mécanique (S4, 3 ECTS)**
    - Électronique : Réalisation d'un radio-fréquence-mètre , capteur IR sensible au flux sanguin.
    - Mécanique : Découverte d'un véhicule téléguidé pour l'observation sous-marine, construction et instrumentation d'un robot sous-marin.



**Quelques chiffres pour l'UPMC** pour ces deux dernières années :

- 2000 dossiers déposés sur APB ;
- 320 entretiens de 15 min (à distance éventuellement) en mai début juin ;
- forte proportion d'étudiant-e-s qui postulent dans des écoles en 5 ans ;
- 32 places en L1.

Étudiants atypiques (pratique d'une activité artistique ou sportive), qui ne veulent pas de la prépa (malgré ou parce que mention B à TTB).

Quelques intégrations suite à ré-orientation soit après 1<sup>re</sup> année prépa (loin d'être automatique) ou échec en médecine.

Quelques intégrations au 2<sup>e</sup> semestre de L1 d'étudiants bons et motivés et en 2<sup>e</sup> année. Aucune intégration ensuite.

Mais aussi des refus d'intégrer CMI de façon à intégrer en L3 des Écoles (X, Mines, Centrales, Ponts, Arts, Supélec).

# Pour conclure...

Deux questions qui ont fait débat  
ou qui « agitent » encore le Réseau...

## ❑ Une « vieille question »...

**Les CMI ont-ils vocation à être des formations sélectives ?**

- Vision 1 : aucune sélection/orientation active à l'entrée dans le cursus et sélection progressive centrée sur l'atteinte ou non des objectifs... **NON.**
- Vision 2 : **Le CMI est une filière sélective qui intègre les étudiants à l'aide d'un processus d'orientation active... OUI.**

## ❑ Une question toujours d'actualité...

**Les CMI sont-ils des formations « de niche » ou ont-ils vocation à devenir UN sinon LE modèle de formation universitaire à bac+5 de référence ?**

# Devenir membre du Réseau juste pour...



<http://www.reseau-figure.fr>



**...se réunir au 23<sup>e</sup> étage de la tour Zamansky (UPMC)**

# Autres conclusions

## Non au Cursus Master Ingénierie !

**2. Le CMI est une mauvaise idée** car il ne concerne **que douze universités scientifiques**. Et les autres ? On les laisse continuer à organiser des masters de sciences non labellisés CMI ? Des masters à deux vitesses ?

**3. Le CMI est une mauvaise idée** car c'est une **formation de fait peu innovante**. **Qu'en dit Poitiers**, université coordinatrice ? « *Le Cursus de master en ingénierie (CMI) est un nouveau modèle de formation universitaire au métier d'ingénieur... Innovant à l'échelle nationale, le CMI vise à former des ingénieurs-experts. Le cursus en cinq ans est renforcé tant sur son contenu que sur son attractivité : un plus grand nombre d'heures de cours et de stages et un lien renforcé avec la recherche* ». Combien d'heures de cours en plus ? L'habilitation des masters scientifiques n'exige-t-elle pas des liens forts avec la recherche ?

**4. Le CMI est une mauvaise idée** car il va créer une **concurrence exacerbée et assassine entre les masters de sciences et les masters labellisés CMI** qui pourront sélectionner les étudiants à plusieurs niveaux du cursus, tandis que les masters actuels ne peuvent sélectionner qu'à l'entrée du M2.

**5.** Plus fondamentalement encore, **le CMI est une mauvaise idée** car il va rendre encore plus illisible et **plus éclaté le paysage des formations scientifiques et d'ingénieurs**. Elles seraient **quatre** désormais : écoles d'ingénieurs non universitaires, écoles d'ingénieurs universitaires, cursus de master en ingénierie, masters de sciences. Ce dont la France a besoin, c'est d'une **formation unifiée, lisible, attractive, plus économe** des moyens publics. 4 types de formation, ce sont des coûts de coordination exorbitants.

**6. Le CMI est une mauvaise idée** car il **ne convainc pas les associations représentatives**. Dans un **communiqué** du 27 avril 2012, la **FNEB** (Fédération nationale des étudiants en sciences exactes, naturelles, naturelles et techniques) déclare être « *perplexe et inquiète devant l'avenir des masters en sciences* » : « *de par leurs structures et leurs maquettes, ces formations viendraient en doublon direct des formations habilitées par la Commission des titres d'ingénieur (CTI), notamment les écoles internes aux universités* ».

Blog P. Dubois Educpros 1012

# Masters d'ingénierie versus écoles d'ingénieurs : le réseau FIGURE jette un nouveau pavé dans la mare

Sylvie Lecherbonnier | Publié le 24.06.2011 à 12H40, mis à jour le 14.09.2012 à 16H58

L'UPMC, son Polytech' et son cursus en ingénierie

**Une dizaine d'universités ont décidé de s'associer au sein du réseau FIGURE pour « développer un modèle complémentaire de formation aux métiers de l'ingénieur ». Une initiative qui fait bondir les écoles d'ingénieurs. Avec en toile de fond les difficultés d'attractivité des filières scientifiques, la rivalité entre la CTI et l'AERES et la place des écoles d'ingénieurs au sein des universités autonomes. Retour sur une polémique aux multiples facettes.**

## Donner une nouvelle image de l'ingénierie

Cursus continu de cinq ans avec une sortie au niveau licence puis un master, maîtrise d'un domaine de spécialité, pédagogie par projet, contact étroit avec les entreprises... La charte reprend en grande partie le référentiel établi par l'AERES dans son rapport de fin 2010 sur les masters d'ingénierie. Rapport rédigé par Robert Chabbal, ancien directeur général du CNRS et partisan d'un système de formation à l'américaine (*bachelor et master of engineering*).

**Levée de bouclier. Du côté des écoles d'ingénieurs, la levée de bouclier ne s'est pas fait attendre. CDEFI, CGE, BNEI, CNISF...**

« Il y a grand risque de porter atteinte à la visibilité du titre d'ingénieur » (CGE) ...

## **Les tensions perdurent entre les écoles d'ingénieurs et les cursus master en ingénierie (CMI), même si sur le terrain, du fait de budgets contraints, des mutualisations se mettent en place.**

En deux ans, les universités ont réussi à développer leur offre de CMI (cursus master en ingénierie). Elles proposent aujourd'hui **68 cursus différents pour la rentrée 2014**, alors qu'il n'en existait que 27 lors de la mise en place de ces parcours en 2012. Chimie, maths appliquées, environnement, sciences des matériaux... mais aussi économie, géographie et urbanisme, les spécialisations sont variées et proposent aux étudiants des formations moins généralistes que dans les écoles d'ingénieurs.

Le nombre d'universités partenaires du [Réseau FiGuRe](#), qui regroupe et valide les parcours CMI, a aussi augmenté, il est passé de 12 à 18 en deux ans. "On observe **un élargissement rapide du réseau**, ce développement s'explique par la réelle motivation des laboratoires et des équipes pédagogiques", commente Rodolphe Vauzelle, vice-président du Réseau FiGuRe et professeur de sciences à l'université de Poitiers.

Néanmoins, les effectifs sont encore peu conséquents et ces cursus peu connus. Seuls 600 étudiants suivent aujourd'hui un parcours CMI. "Nous travaillons pour améliorer la communication auprès des étudiants, même si on a pu constater une amélioration au niveau des admissions postbac", remarque Rodolphe Vauzelle.

### **Les écoles d'ingénieurs toujours méfiantes**

Si les CMI commencent à se faire une place, les tensions perdurent avec les écoles d'ingénieurs. Quand on lui demande [la différence entre les masters d'ingénierie et les formations d'ingénieurs](#), [Christian Lermaniaux](#), président de la CDEFI (Conférence des directeurs des écoles françaises d'ingénieurs), répond d'un air dubitatif : "c'est une bonne question..." **Sur le papier, les deux formations "sont censées apporter les mêmes compétences, on ne comprend donc pas pourquoi il y aurait deux diplômes différents"**, tacle le président de la CDEFI. Il n'hésite pas à qualifier ces cursus master en ingénierie (CMI) de "tromperies qui induisent en erreur les étudiants qui pensent y trouver le même contenu que dans une école d'ingénieurs". Rodolphe Vauzelle dément une telle stratégie : "Il n'y a pas d'ambiguïté, les jeunes savent que nous ne délivrons pas le titre d'ingénieur".