

Contexte

- Grenoble INP Phelma
- Tronc Commun Physique Nanosciences
- Toutes disciplines scientifiques Physique Quantique Technologies de la Microélectronique

Objectifs

- Rendre les étudiants actifs et dynamiques
- Capter l'attention des étudiants à chaque début de séance
 - Libérer la participation
 - Evaluer au plus juste les acquis et incompris du cours pour s'adapter au mieux sans recourir à une évaluation formelle
 - Construire du sens et de l'intérêt pour le savoir enseigné
- Pas d'apprentissage sans implication

Conclusions

- Des outils existent
- Certains très simples, d'autres plus complexes
- Les étudiants adhèrent et se laissent emmener
- Cela peut prendre du temps mais c'est tellement plus efficient et satisfaisant!

Brainstorming

de Remémoration

Concept:

A chaque début de cours, passer 5 minutes à 10 minutes à un rappel de cours par les élèves

Démarche:

- Les laisser exprimer tout ce dont ils se rappellent
- Tout noter au tableau, le vrai comme le faux, sans jugement
- Si 2 étudiants sont en contradiction, noter les 2 opinions
- Une fois qu'ils n'ont plus rien à dire, passer rapidement tout en revue, séparer le vrai du faux
- Si nécessaire redétailler certains points

Avantages:

- Permet à l'enseignant d'apprécier ce qui a été compris et retenu et de rectifier ou rappeler ce qu'il faut pour progresser
- L'enseignant découvre des problèmes qu'il n'aurait pas imaginé...
- Les étudiants arrivent en ayant lu le cours au moins une fois
- Le cours redémarre avec des notions fraîches du cours précédent
- Ceux qui n'ont pas relu bénéficient du travail des autres
- Libère la participation générale
- Très efficace pour capturer l'attention de tous après la pause

Inconvénients et freins:

- Si on laisse faire, ce sont souvent les mêmes qui participent
- Démarche qui peut sembler chronophage
- Demande un certain dynamisme à l'enseignant

- Les cours sont plus actifs
- Les acquis semblent meilleurs
- Disparition des notes les plus basses

En usage à l'ENSPG puis Phelma depuis 2006

Débat Scientifique S. Pignard & C. Ternon

Objectif: Construire du sens et de l'intérêt pour le savoir enseigné

- Permettre des rapprochements abusifs
- Créer du doute, faire surgir des contradictions
- Engager une responsabilité d'opinion
- Rendre les étudiants acteurs
- Leur démontrer leur capacité à raisonner

Démarche:

- Tout part d'une question posée, avec différentes solutions possibles

1^{ère} phase : Débat privé ~5-10min
réflexions personnelles
confrontation d'idées avec les voisins

2^{ème} phase : vote
je vote en étant capable d'expliquer mon choix

3^{ème} phase : débat public ~15-20min
on défend ses idées
on écoute les arguments des autres
Discussions privées interdites

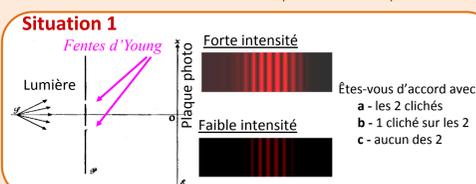
- Une seconde question est posée, les 3 phases reprennent

- Une institutionnalisation est faite par l'enseignant

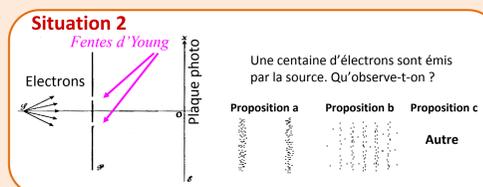
- Les étudiants s'investissent et construisent des raisonnements
- Les étudiants trouvent de l'intérêt pour le sujet et l'attention est accrue tout au long du cours

Exemple en Physique Quantique

ENSPG puis Phelma depuis 2005



L'enseignant est un médiateur,
il ne juge pas, il ne valide pas!



L'enseignant reprend son rôle,
il doit être percutant!

Limites

- Coût en temps, en énergie, en risque
- Nécessité de bien mener le débat
- Son improbable capacité à faire émerger rapidement des savoirs complets, justes et bien ordonnés

« Utilité du débat scientifique dans l'enseignement supérieur : application à la physique quantique ». Céline Ternon, Stéphane Pignard, « Question de pédagogies dans l'enseignement supérieur – 2vol- Enseigner, étudier dans le supérieur : pratiques pédagogiques et finalités éducatives » ISBN 978-2-908849-21-9 - pp787-792 (2008).

Approche Par Problème

Ou Comment rendre attractif un cours catalogue...

Application aux Technologies de la Microélectronique

Phelma 2014

Objectif: Apprentissage individuel basé sur la résolution collective d'un problème concret dans le but d'apprendre des connaissances précises

Démarche:

- Former des groupes de 5 à 7 étudiants et organiser précisément le déroulement des séances
- Présenter aux étudiants une situation – problème qu'ils doivent solutionner en groupe
- Fournir aux étudiants des ressources pour la recherche d'information

L'enseignant doit guider au mieux les étudiants au moyen de questionnements, tout en facilitant les échanges et diagnostiquant les problèmes

Avantages:

- Les étudiants s'impliquent dans la résolution du problème et se confrontent alors naturellement aux différentes technologies
- Les solutions individuelles s'enrichissent mutuellement pour aboutir à la réalisation de groupe
- Les étudiants s'intéressent et posent des questions pertinentes
- L'enseignant sort de son rôle habituel et se rapproche des étudiants

Inconvénients et freins:

- Parfois difficile de trouver la situation pertinente
- Demande un gros travail amont pour l'enseignant
- L'enseignant doit sortir de son rôle habituel et peut avoir des difficultés à trouver sa place

Organisation des séances

- Ce module est composé de 3 séances encadrées étalées sur trois semaines :
- Séance aller (2h)** : Découverte, première analyse du problème et travail personnel
 - Travail individuel (3h)**
 - Séance retour (2h)** : Travail collectif pour aboutir à la filière technologique choisie. Formulation de questions pour alimenter la séance questions-réponses à mi-parcours.
 - Travail individuel (2h)**
 - Séance de clôture (2h)** : Debriefing du travail de groupe, présentation de la filière mise au point. Discussion autour des différents choix pour converger vers une filière réalisable. Bilan sur les compétences acquises individuellement et sur le fonctionnement du groupe.
- Entre chaque séance encadrée, un travail personnel est attendu

Ressources pour la recherche d'information

- Petit mémo comparatif
- Polycopié de cours
- Consultation du site Internet de l'European Association for Education in Electrical and Information Engineering : Module Pédagogique d'initiation à la Microélectronique <http://www.microelectronique.univ-rennes1.fr/index21.html>

Situation - problème

Vous arrivez en stage de PFE au sein d'une grande société de la microélectronique. L'objet de votre stage est la réalisation d'un démonstrateur à visée pédagogique. A votre arrivée, votre maître de stage vous demande donc de mettre en place la filière technologique associée.

Il vous propose tout d'abord de réaliser la filière permettant de réaliser un des quatre cas suivants. Le point de départ est une plaquette de silicium monocristallin dopé P :

Choix 1 : Réaliser une diode
Diode
Surface active 200x100µm²

Choix 2 : Réaliser une capacité
Capacité
Surface active 500x100µm²

Choix 3 : Réaliser un transistor
Transistor
Largeur W=10µm
Longueur de canal L=2µm
Zone active 500x100µm²

Choix 4 : Réaliser simultanément une diode, une capacité et un transistor

Légende
Conducteur isolant
Dieléctrique
Semi-conducteur dopé P
Semi-conducteur dopé N

En particulier, il attend de vous que vous lui fournissiez :

Objectif n°1 : La filière, c'est-à-dire l'enchaînement des étapes nécessaires ;
Objectif n°2 : Les matériaux choisis pour réaliser l'implémentation ;
Objectif n°3 : Un argumentaire justifiant les choix d'une méthode par rapport à une autre lorsqu'une alternative est possible ;
Objectif n°4 : Les dessins des masques nécessaires à la filière.

Vos apprentissages

Pour chaque compétence de ce module, estimez vous-même le niveau de vos apprentissages après cette séquence :

Au terme de ce module, vous êtes capable	Oui	Non, à retravailler
1. de définir un enchaînement d'étapes technologiques menant au composant désiré		
2. de définir quel matériau est utile pour quelle fonction		
3. de définir ce qu'est une oxydation et de choisir quelle variante pour quel usage		
4. décrire brièvement les différentes méthodes de dépôts		
5. d'expliquer le principe des méthodes de dopages et définir les avantages de chacune		
6. d'expliquer ce qu'est la photothographie		
7. de dessiner un masque de photothographie		
8. citer les avantages et inconvénients des différentes techniques de gravure et d'en expliquer le principe		
9. d'expliquer ce qu'est une salle blanche		

- L'enseignement qui ne passait pas du tout est désormais bien reçu
- Les étudiants sont actifs et intéressés
- Les étudiants sont responsabilisés dans leur apprentissage

Remerciements: Christophe Durand, Stéphane Guillet, Hervé Raynaud, Marc Legrand