

# Une alliance unique de la mécanique et de la chimie



Christophe CAUX

Approche compétences à l'IFMA

10 mai 2016

- Enseignement (IFMA puis SIGMA Clermont)
  - Recherche opérationnelle et aide à la décision
  - Gestion de production
  - Logistique
  - Gestion de projet
  
- Recherche (Institut Pascal UMR 6602 – CNRS/UBP/SIGMA)
  - Rationalisation des flux dans les systèmes de production
  - Optimisation combinatoire
  
- Administration (IFMA puis SIGMA Clermont)
  - Directeur des études de l'IFMA puis de SIGMA Clermont (depuis 2007)
  - Directeur qualité IFMA (2007 – 2015)

- SIGMA Clermont : 5 formations
  - Diplôme d'ingénieur SIGMA Clermont, spécialité chimie
    - ≈ 80 élèves / an
  - Diplôme d'ingénieur SIGMA Clermont, spécialité mécanique avancée
    - ≈ 160 élèves / an
  - Diplôme d'ingénieur SIGMA Clermont, spécialité mécanique et génie industriel
    - ≈ 18 apprentis / an
    - par alternance
    - partenariat avec l'ITII Auvergne
  - Cycle Préparatoire Intégré de la Fédération Gay Lussac
    - ≈ 50 élèves / an, 10% de SHBN
    - 5 CPI en France pour 20 écoles de la FGL
  - Package d'Intégration Méthodologique (PIM – réseau N+I) pour la FGL
    - ≈ 5 élèves / an au S7

## ■ Institut Français de Mécanique Avancée (IFMA)

- Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche
- Diplôme d'ingénieur IFMA
- FI, FC, VAE
- Environ 160 élèves par promotion
- Environ 50 enseignants permanents
- Habilitation de la CTI



## Formation humaine, sociale et internationale

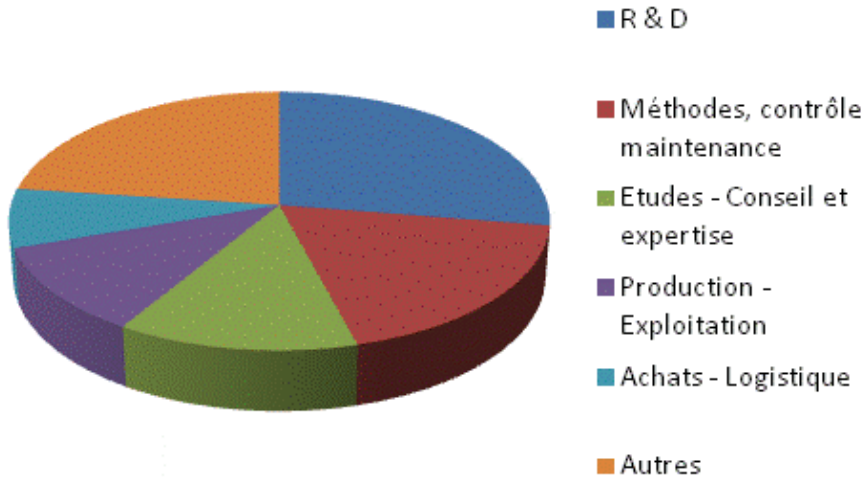
**1<sup>ère</sup> année**  
Tronc commun

**2<sup>ème</sup> année**  
Choix d'un **pôle**

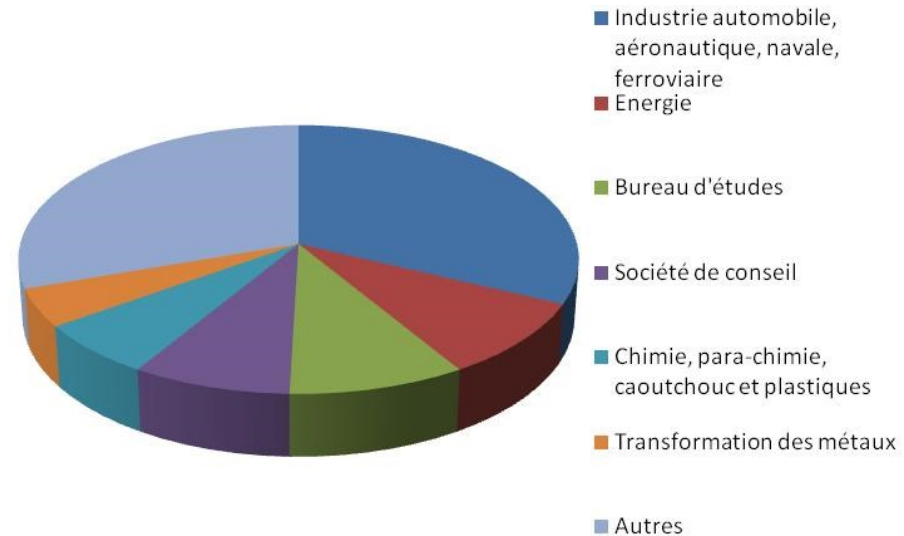
**3<sup>ème</sup> année**  
Choix d'une  
**orientation métier**

- ➔ Structures et Mécanique des Matériaux (St2M)
  - ➔ Conception des structures et fiabilité
  - ➔ Caractérisation et utilisation des matériaux
- ➔ Machines Mécanismes et Systèmes (MMS)
  - ➔ Procédés de fabrication et industrialisation
  - ➔ Systèmes mécaniques innovants
  - ➔ Commande de mécanismes complexes
- ➔ Systèmes Industriels et logistiques (SIL)
  - ➔ Organisation et pilotage de la production
  - ➔ Conception et conduite des systèmes

### Fonctions occupées



### Secteurs d'activités



- Démarrage début 2008
  - Avant l'arrêté licence de 2011 et les fiches RNCP
  
  - Commission pédagogique mandatée sur ce chantier par le directeur
    - Directeur des études (animation)
    - Responsables de pôles (membres de droit)
    - Représentants des élèves (élus)
    - Enseignants (élus)
    - Représentants des personnels (élus)
    - Organe de travail
  
  - Conseil Scientifique et Pédagogique (statutaire)
    - Membres élus (internes)
    - Membres invités (externes)
    - Organe de décision

### ■ Découverte de l'approche compétences

#### ■ La question à éviter

- Qu'est ce qu'une compétence ?

#### ■ De nombreuses définitions

- Chacun à regardé sur le web ce que peut être une compétence

#### ■ Avec des termes complexes ou génériques

- Incompréhension, vocabulaire peu connu dans notre communauté

#### ■ Compétence = aptitude à mettre en œuvre une connaissance pour résoudre un problème

- Donc on ne peut acquérir une compétence que lors d'un stage ?
- Mon cours d'économie n'apporte donc aucune compétence ?
- C'est quoi ce truc ?
- Ils me font #?#&, j'ai une publication à finir
- Comment savoir que l'élève a acquis une compétence ?
- Je suis professeur, je connais mon boulot





### ■ Découverte de l'approche compétences

#### ■ Référentiel de compétences

- On est pas un CAP de pâtisserie
- L'activité d'un ingénieur est large et ne se résume pas à un référentiel

#### ■ Un référentiel de compétences larges ou détaillées

- Compétences globales d'un ingénieur
- Compétences apportées par une UE

#### ■ Une compétence en robotique

- Aptitude à appuyer sur un bouton ?
- Aptitude à calculer un modèle géométrique inverse ?

#### ■ Quid des connaissances ?

- Ce sont des compétences
- Ce ne sont pas des compétences

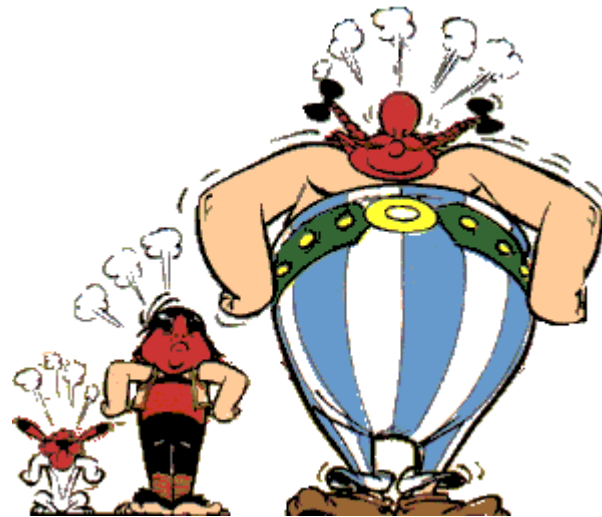


- Taxonomies pour mesurer le niveau des acquis
  - Bloom à 7 niveaux
  - Information / expression / maîtrise d'outils / maîtrise méthodologique
- Difficile pour un enseignant de dire qu'il fait de l'information
- Intéressant pour mesurer une progression durant un cursus
- Intéressant pour l'autoévaluation des élèves



### ■ Bilan de la découverte

- Impossibilité de définir une compétence
- Blocage des enseignants
- Des heures de réunions perdues
- Quels enjeux ? (à remettre dans le contexte de 2008)
- Quel sens à cette démarche ?
- Situation bloquée



### ■ Changement d'approche

- Abandon (provisoire) de l'approche compétences
- La question devient

Notre formation est-elle en phase avec les attentes industrielles ?  
ou

Quels « savoirs » sont nécessaires pour les métiers visés ?

### ■ Par rapport à l'approche précédente

- La question a du sens
- La finalité est claire
- Mais elle suscite également des inquiétudes
  - Les industriels ont des exigences globales et générales
    - Maitriser les ordres de grandeur
  - Les enseignants mettent en œuvre des enseignements précis
    - Montrer les théorèmes principaux de la mécanique des fluides

- Pour répondre à cette question
  - Référentiel métiers APEC, classification ROME
    - Liste d'activités par types de métier
    - On s'assure que la formation correspond à des métiers qui existent
  - Avis des enseignants
    - Suivi de stage
    - Transfert de technologie
    - On s'assure ponctuellement que des enseignements ont servi (durant un stage)
  - Industriels
    - Groupe de travail de la Fondation IFMA
    - Profil de l'ingénieur IFMA 2020 (co-signé Fondation et direction de l'école)
    - On s'assure que la formation est représentative des valeurs de l'école, dans des domaines ciblés par l'école
  - CTI
    - Compétences génériques de l'ingénieur

### Le profil de l'ingénieur IFMA (Fondation et direction)

#### PROFIL DE L'INGENIEUR-E SIGMA Clermont

Un ingénieur responsable, à dimension internationale, de haut niveau scientifique, expert dans son domaine,

Un ingénieur adaptable dont le savoir-être enrichit harmonieusement le savoir et le savoir-faire et permet les évolutions.

<b>LES SAVOIRS INDISPENSABLES</b> <b>L'expertise</b>	<b>LES SAVOIR-ETRE</b> <b>Leadership/Influence</b>	<b>LES SAVOIR-FAIRE</b> <b>Innovateur/Entrepreneur</b>	<b>Adaptabilité</b> <b>TOUT AU LONG DE LA VIE</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Etre apte à mobiliser les ressources d'un large champ de sciences fondamentales</li> <li>→ Posséder de solides compétences dans son domaine : chimie, matériaux et mécanique avancée.</li> <li>→ Avoir une aptitude à l'appréciation d'ensemble, disposer d'un esprit critique, maîtriser les ordres de grandeur, être capable de faire appel au bon sens, au sens de l'équilibre et à la cohérence</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Démontrer des capacités de leader et de manager dans différents contextes nationaux et internationaux.</li> <li>→ Etre apte à coopérer, à écouter et à communiquer.</li> <li>→ Faire preuve d'honnêteté intellectuelle et d'aptitude à aller au fait.</li> <li>→ Avoir un esprit progrès, d'écoute, d'observation, d'émerveillement et un sens du délivrable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Animer des équipes travaillant sur des projets, systèmes techniques et moyens de production.</li> <li>→ Connaître l'industrie et la recherche par des stages organisés dans des entreprises ou des laboratoires nationaux ou internationaux.</li> <li>→ Etre capable de mener des projets dans le respect des coûts et délais et en tirant le meilleur des membres de son équipe.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ faire preuve de curiosité, d'éveil permanent</li> <li>→ Se préparer à faire plusieurs métiers au cours de sa carrière et dans plusieurs pays.</li> <li>→ Savoir tirer profit de la diversité, notamment culturelle</li> <li>→ enrichir en permanence ses capacités à partir d'expériences vécues et affirmer une volonté de recherche de nouvelles connaissances tout au long de la carrière</li> </ul>



- Source référentiel APEC, codes ROME- document de 50 pages

## A Métiers liés au pôle Systèmes Industriels et Logistique

### A-1 Les métiers autour de la production

#### A-1.1 Ingénieur de production<sup>5</sup>

L'ingénieur de production anime et coordonne un process de fabrication. Fortement soumis aux contraintes de coûts, de qualité et de délais, il est responsable d'un atelier et gère le lancement d'une ligne de production, d'une nouvelle organisation ou d'un nouvel outil. Il encadre les équipes placées sous sa responsabilité.

#### Activités principales

- Lancement d'un

#### Savoirs / savoir-faire / compétences techniques

- Aptitude au management de la production (gestion de budget, création et suivi d'indicateurs...).
- Maîtrise des techniques mises en œuvre dans la fabrication des produits.
- Maîtrise des techniques d'amélioration de l'organisation et de la qualité des process (Kaizen, 6 sigma, SMED, AMDEC, SPC...).
- Bon niveau dans le domaine des statistiques appliquées à la gestion.
- Maîtrise des logiciels (Excel, Access...) afin d'établir des bilans prévisionnels (planification...).
- Compétences en management et en encadrement d'équipe afin de respecter les objectifs de production.

## Tableau croisé métiers / compétences / UE

Référentiel métiers	Rôle	Compétences techniques	S5-ANG - Anglais	S6-TO - Préparation	S1-DLE - Deuxième	S2-DLE - Deuxième	S3-DLE - Deuxième	S4-DLE - Deuxième	S5-DLE - Deuxième	S1-DP - Développement	S1-EP - Efficacité	S2-DR - Développement	S5-GRP - Gestion	S6-JM - Job Marke	S3-FE - Formation	S4-FEJE - Économi	S3-MM - Méthodologie	S4-CREA - Introduction	S5-MAN - Management	S6-SL - Stratégie	
			Deuxième Langue Étrangère	Dév. Personnel	Économie	Management															
Ingénieur de production	L'ingénieur de production anime et coordonne un process de fabrication. Fortement soumis aux contraintes de coûts, de qualité et de délais, il est responsable d'un atelier et gère le lancement d'une ligne de production, d'une nouvelle organisation ou d'un nouvel outil. Il encadre les équipes	<p> Aptitude au management de la production (gestion de budget, création et suivi d'indicateurs...).</p> <p> Maîtrise des techniques mises en œuvre dans la fabrication des produits.</p> <p> Maîtrise des techniques d'amélioration de l'organisation et de la qualité des process (Kaizen, 6 sigma, SMED, AMDEC, SPC...).</p> <p> Bon niveau dans le domaine des statistiques appliquées à la gestion.</p> <p> Maîtrise des logiciels (Excel, Access...) afin d'établir des bilans prévisionnels (planification...).</p> <p> Compétences en management et en encadrement d'équipe afin de respecter les objectifs de production.</p> <p> Connaissance de l'environnement de la production, notamment des fonctions supports (logistique, maintenance...).</p> <p> Connaissances en informatique industrielle pour pouvoir...</p>													X						
																			X		



## ■ Description des compétences acquises

### **Objectifs de l'enseignement (learning outcomes)**

---

#### **Savoirs :**

- Connaître les problèmes classiques d'optimisation combinatoire
- Connaître les principes des méthodes de résolution associées à ces problèmes

#### **Savoir-faire (connaissances pratiques) :**

- Savoir modéliser un problème comme un problème d'optimisation combinatoire.

#### **Savoir-agir (compétences) :**

- Savoir modéliser un problème réel et le résoudre à l'aide d'un solveur existant (Excel, Xpress)
- Savoir modéliser un problème réel et le résoudre à l'aide d'un solveur ad hoc
- Savoir analyser le résultat obtenu au regard des hypothèses et le présenter à un décideur.

## ■ Description des enseignements

### Plan et contenu de l'enseignement

---

- Historique de la recherche opérationnelle et problèmes industriels actuels
- Complexité des problèmes d'optimisation combinatoire
  - Efficacité des algorithmes et complexité des problèmes
  - Notions d'algorithme, d'heuristique, de méta-heuristique
- Eléments de théorie des graphes – Problèmes classiques
  - Définitions et propriétés
  - Arbres et connexité
  - Problèmes de plus court chemin, algorithmes de Dijkstra et de Floyd
  - Problèmes de flot maximal, algorithmes de Ford et Fulkerson et de Roy
  - Problèmes d'affectation, méthode hongroise
  - Applications à des problèmes industriels (ordonnancement, stocks...)
- Problèmes complexes
  - Présentation des approches exactes (branch and bound)

## ■ Lien évaluations - compétences

	Examens écrits (50%)		CR de TD (20%)	CR de TP (30%)	
	EX1	EX2	TD1	TP1	TP2
	<b>Savoirs</b>				
Connaître les problèmes classiques d'optimisation combinatoire	X	X			
Connaître les principes des méthodes de résolution associées à ces problèmes	X	X			
<b>Savoir-faire</b>					
Savoir modéliser un problème comme un problème d'optimisation combinatoire.			X		
<b>Savoir-agir</b>					
Savoir modéliser un problème réel et le résoudre à l'aide d'un solveur (Excel, Xpress).				X	
Savoir modéliser un problème réel et le résoudre à l'aide d'un solveur ad hoc					X

### Compétences générales des ingénieur IFMA

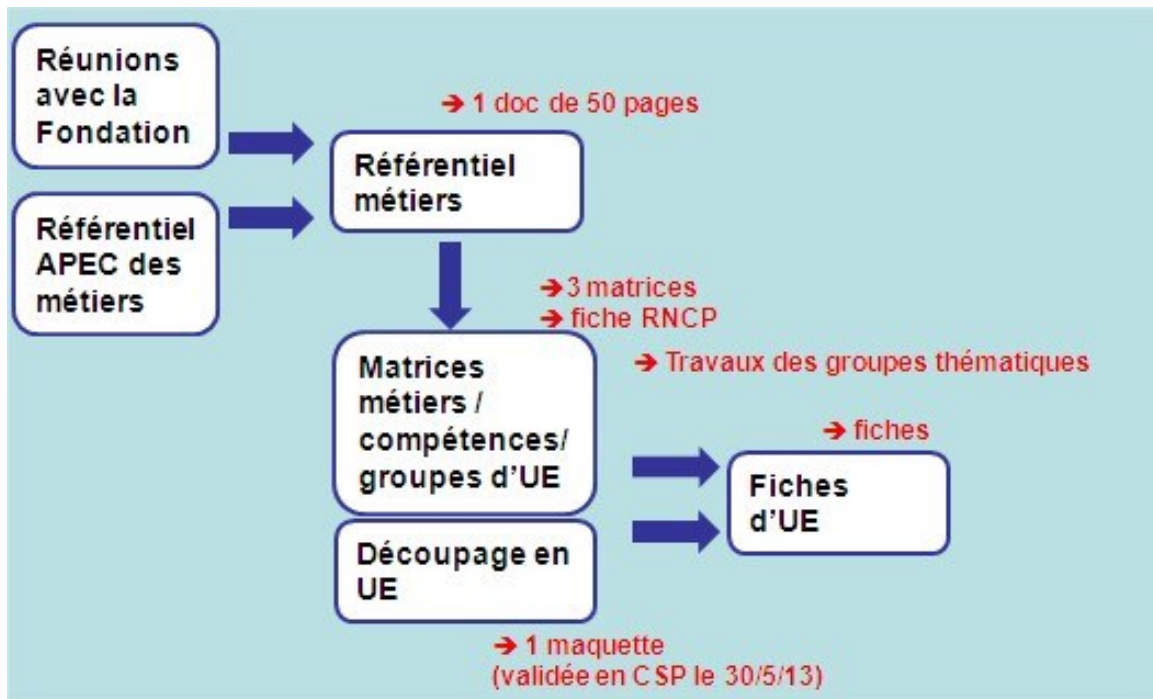
Code	Compétences générales des ingénieurs IFMA	UE Concernées
IFMA_01	Être capable de mobiliser les ressources d'un large champ des sciences et techniques.	S1-PRST, S1-MG, S1-MSD, S2-MAS, S2-AN, S2-MAT
IFMA_02	Connaître et comprendre un champ scientifique et technique de spécialité.	S1-TCEE, S1-TSM-S2-FE, S2-MAN, S2-CAN, S2-RdM
IFMA_03	Maîtriser les méthodes et les outils du métier d'ingénieur : identification et résolution de problèmes, utilisation des outils informatiques, analyse et conception de systèmes complexes.	S1-ALGO, S2-PMSA, S2-CSM, S2-MMF, S3-CFAO, S3-MEC
IFMA_04	Connaître et maîtriser la pratique expérimentale : planification, analyse, synthèse et présentation des résultats	S1-PROJ1A, S2-PROJ1A, S3-PROJ2A, S4-PROJ2A, S5-PROJ3A
IFMA_05	Connaître et maîtriser les moyens modernes de communication, de recherche documentaire et de sources de données	S3-SI, S3-MP, S6-JM
IFMA_06	Être capable de s'intégrer dans une organisation, de l'animer et de la faire évoluer : engagement et leadership, management de projets, maîtrise d'ouvrage, communication.	S1-MOPI, S3-GPC, S4-IM, S5-MAN, S5-MI, S6-SL, S3-SP, S5-ASI, S6-PI



### ■ Compétences spécifiques du pôle SIL

Code	Compétences spécifiques des ingénieurs IFMA issus du pôle SIL	UE Concernées
SIL_01	Comprendre les principes de bases régissant les systèmes de production de biens ou de service à travers la modélisation, l'analyse, la robotisation et l'automatisation des procédés et les méthodes d'industrialisation	S3-MASP, S3-RA, S3-IMP
SIL_02	Maîtriser la conception et la modélisation de systèmes complexes comme les systèmes de production de biens ou de services en vue de les optimiser	S4-IS, S4-C3I, S4-SIMU, S5-SIMAV, S5-SLOG, S5-LOGD
SIL_03	Maîtriser le pilotage et la conduite des systèmes complexes comme les systèmes de production de biens ou de services	S4-GP, S4-AI, S4-SG, S5-IP
SIL_04	Maîtriser les projets transverses liés à la production comme l'amélioration continue, la maintenance, la qualité	S4-ACS, S5-MAQ, S5-SdF
SIL_05	Maîtriser les méthodologies et techniques permettant d'appréhender le fonctionnement des systèmes complexes comme les systèmes de production de biens ou de services	S5-DI, S5-OD, S5-CRI, S5-STR

## De l'entreprise au syllabus



- On répond à une exigence externe
  - RNCP
  - CTI
  - Erasmus

- Un mauvais démarrage en 2008
  - Trop de réflexion sur la définition d'une compétence
  - Pas de lien avec les métiers visés
  - Pas de sens à cette démarche
  
- Une approche plus méthodique ensuite, tournée vers les métiers futurs
  - En parallèle avec la certification qualité ISO 9001 de l'IFMA (2012)
    - L'entreprise est un client
  - Avec l'aide de la Fondation
    - Profil de l'ingénieur IFMA 2020, valeurs de l'ingénieur
  
- Une approche lourde
  - Référentiel des métiers après l'IFMA – 50 pages
  - Matrices métiers / compétences / UE



- Une approche différente des UE
  - On explique les acquis des élèves en plus des contenus
    - Parfois un simple effet de style
    - Parfois une vraie réflexion
  - On lie l'évaluation aux compétences attendues
    - Meilleure organisation du contrôle des connaissances
    - Vers du contrôle continu intégral...
  
- Une très bonne connaissance des métiers
  - Référentiel des métiers assez complet
  - Cohérence enseignements – métiers
  - Maquette pédagogique modifiée, complétée

- Pour les industriels
  - Permet de participer à la définition de l'ingénieur IFMA
  
- Pour les enseignants
  - Meilleure connaissance des métiers après l'école
  - Assurance d'un enseignement en phase avec un besoin
  - Une autre approche de la définition des enseignements
    - « je dis de quoi seront capables mes élèves plutôt que ce que j'enseigne »
  
- Pour l'école
  - Positionnement et définition des valeurs de l'ingénieur formé
  
- Pour les élèves, les candidats
  - ?

- Validation des compétences
  - Actuellement validation des UE, pas des compétences
  - Difficulté sur les candidatures par VAE
  - Validation de compétences comme sur Viadéo (validation par les pairs)
  - Système « école primaire » : A, NA, ECA
  - Difficulté sur compétences collaboratives : projet à 12, *serious games*
  
- Contrôle continu intégral
  - Réticences des enseignants (charge de travail, lourdeur)
  - 2 élèves sur 3 favorables
  
- Comment montrer que les enseignements conduisent aux compétences ?

