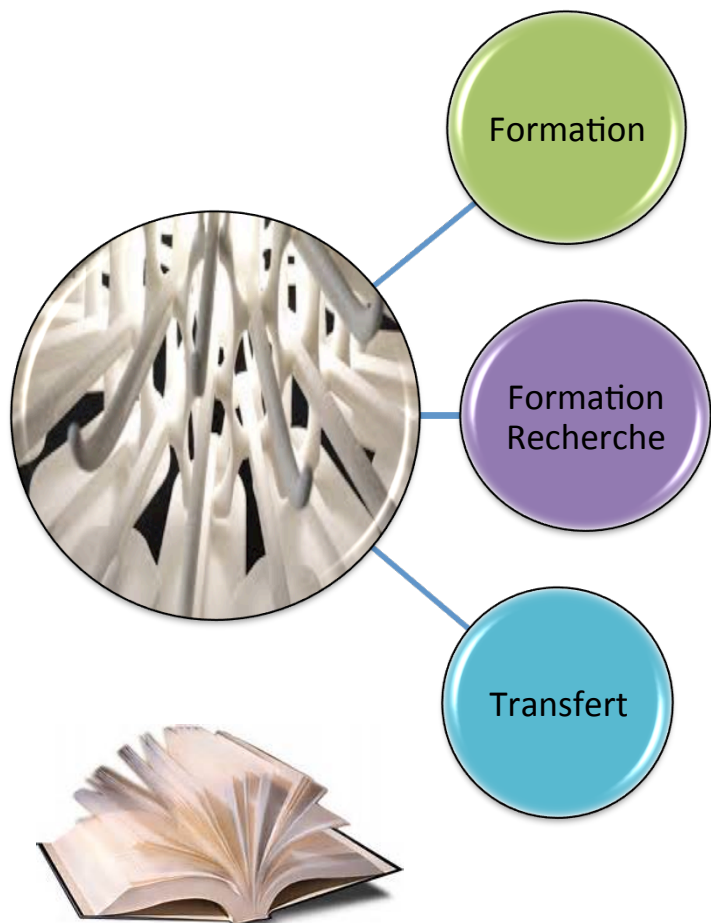
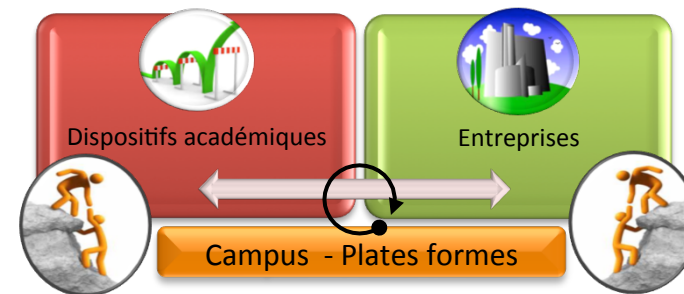


Formation - Recherche Fabrication additive

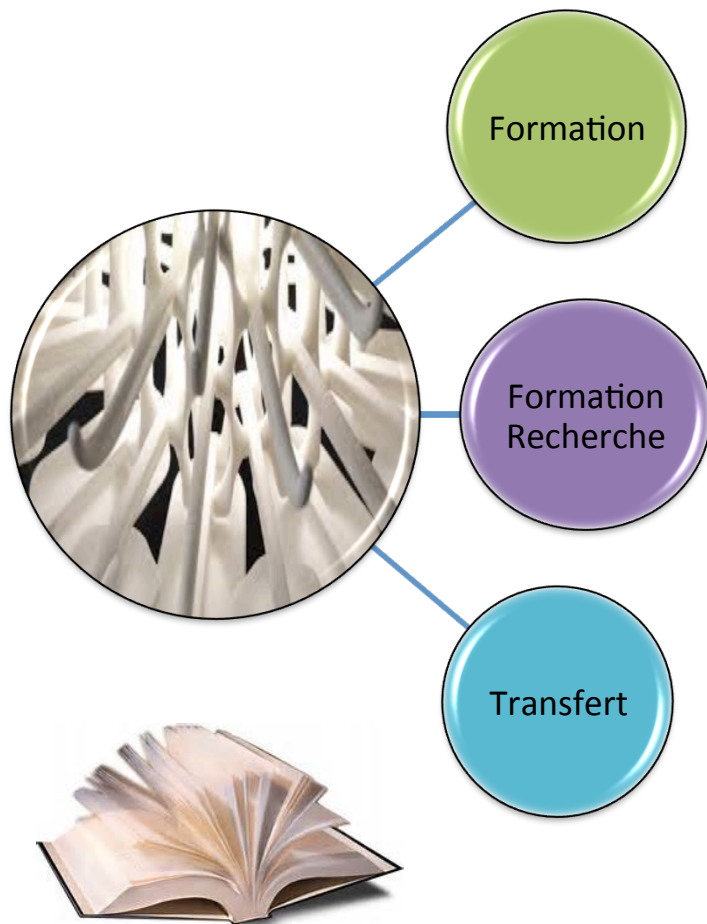
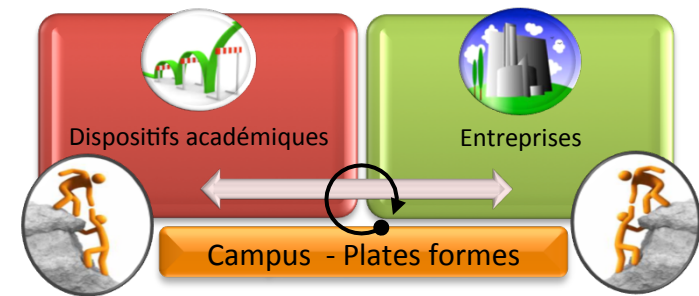


Référentiel national

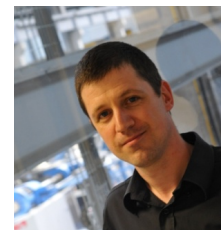
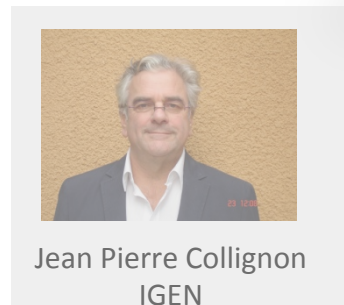
Simon Philibert
Fédération de la plasturgie



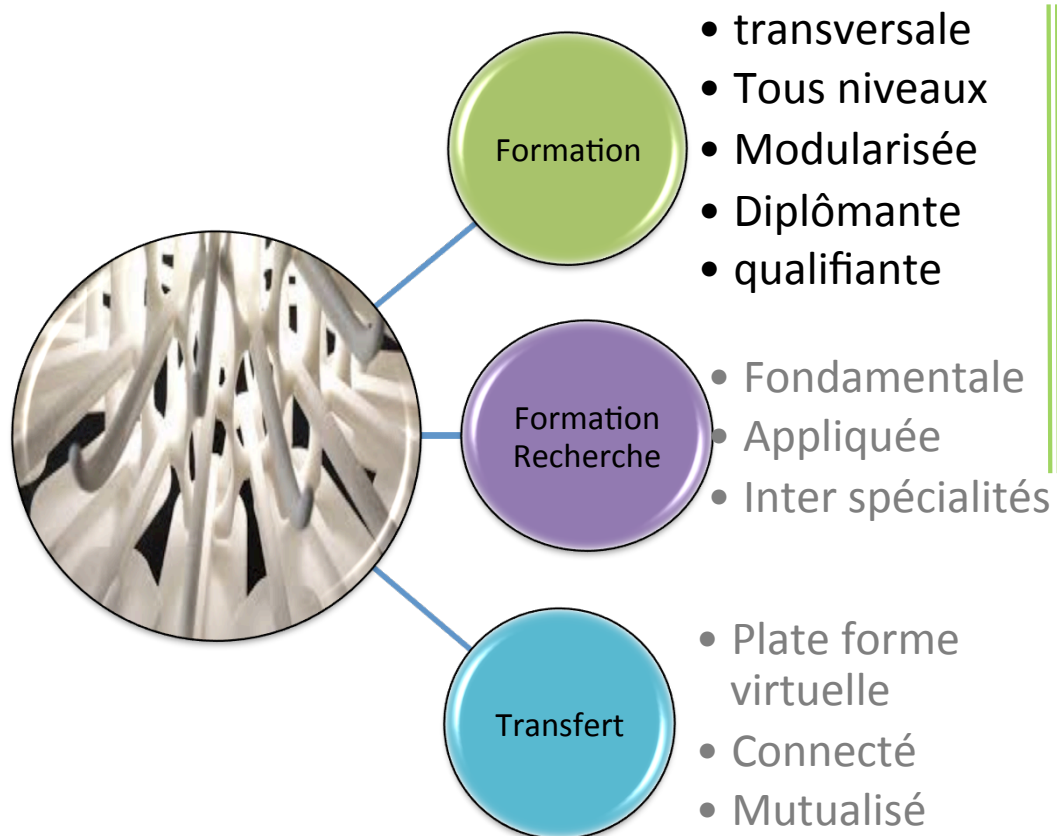
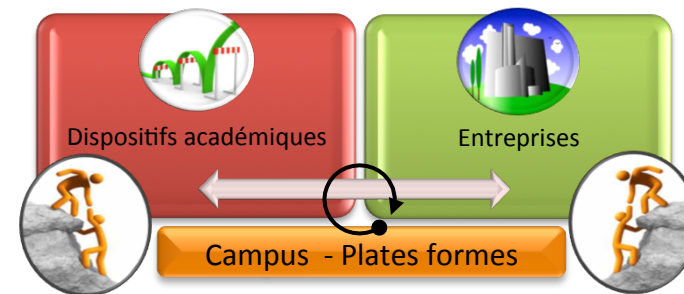
Formation - Recherche Fabrication additive



Référentiel national



Formation - Recherche Fabrication additive



Richard Allard
Animateur pour EDUSCOL des
enseignements technologiques

Simon Philibert
Fédération de la plasturgie



Référentiel national

Approche et utilisation de la fabrication additive dans l'éducation



Campus

La position de la fabrication additive dans le système éducatif Français.

Contenu d'atelier de prototypage

La démarche de projet dans nos enseignements

Formation des enseignants

Conclusions et perspectives



Approche et utilisation de la fabrication additive dans l'éducation



Campus

La position de la fabrication additive dans le système éducatif Français.

Contenu d'atelier de prototypage

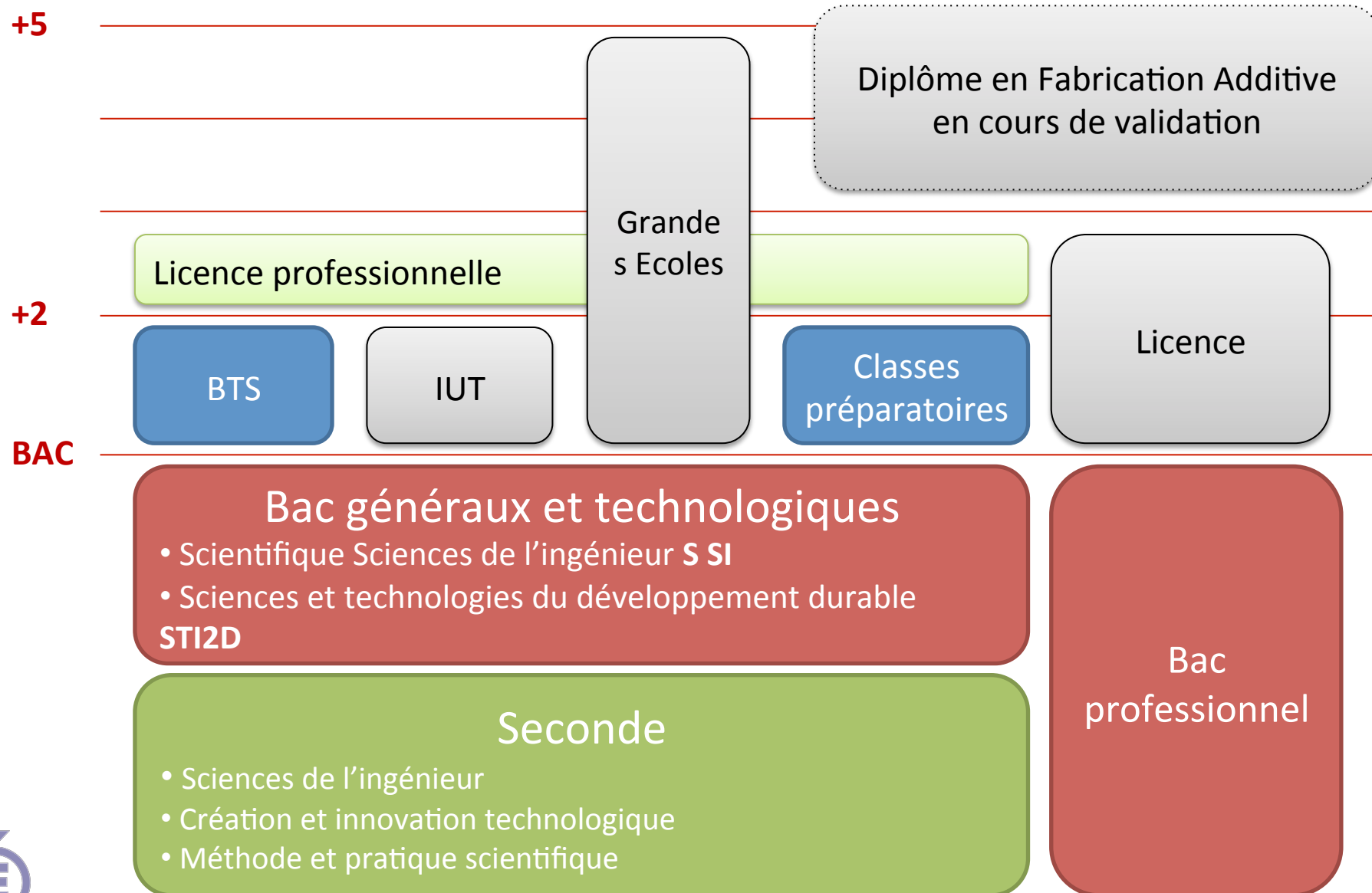
La démarche de projet dans nos enseignements

Formation des enseignants

Conclusions et perspectives



Les formations au lycée



Les situations pédagogiques

- Les études de cas
- Les activités pratiques
- Les projets

La pédagogie est orientée vers des compétences à atteindre

Exemple de compétence (Baccalauréat STi2D ITEC Innovation Technologique et Eco Conception)

CO9.1	Expérimenter des procédés pour caractériser les paramètres de transformation de la matière et leurs conséquences sur la définition et l'obtention de pièces	Les paramètres significatifs à observer sont identifiés	
		Le protocole est adapté à l'objectif	
		Des conséquences pertinentes sont identifiées	
CO9.2	Réaliser et valider un prototype obtenu par rapport à tout ou partie du cahier des charges initial	Un moyen de prototypage réaliste est choisi en regard de la partie de cahier des charges à respecter	
		La réalisation du prototype est conforme à une procédure valide	
		Les caractéristiques à valider sont identifiées	
		La corrélation des caractéristiques permet de valider le prototype par rapport au cahier des charges	



Réforme des formations STS :

- Europlastic
 - CPRP (Conception des Processus de Réalisation de Produits)
 - ERO (Etude et réalisation d'outillage)
 - CPI (Conception de Produit Industriels)
-
- Ces BTS récemment rénovés intègrent de la conception à la réalisation : les technologies de F.A.

Approche et utilisation de la fabrication additive dans l'éducation



Campus

La position de la fabrication additive dans le système éducatif Français.

Contenu d'atelier de prototypage

La démarche de projet dans nos enseignements

Formation des enseignants

Conclusions et perspectives

Richard ALLARD.



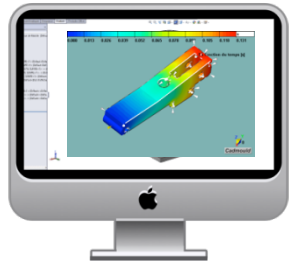
Approche CAO

En amont :

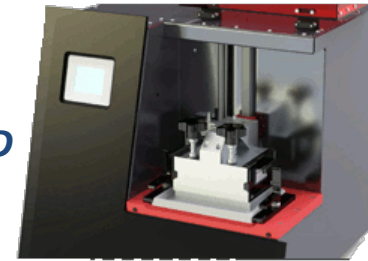
Validation de conception :

- Optimisation comportementale
- Optimisation topologique
- Optimisation de procédé

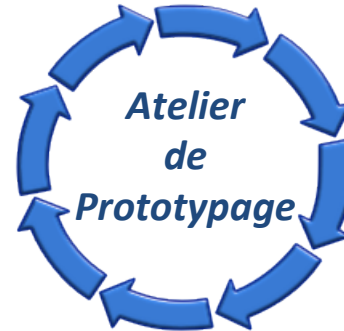
Contenu d'atelier de prototypage



Impression 3D



Scanner 3D



Coulée sous Vide



*Gravure et découpe
Laser*



Coulée métallique



Les équipements des lycées

Extrait du guide des équipements pédagogiques dans la série STI2D

Systèmes de prototypage		
Imprimante 3D	2	1
Système didactique de coulée sous vide de résine bi composant (moule silicone)	3	1
Systèmes didactiques d'expérimentation des		
Machines didactiques d'usinage (tournage et fraisage)	4	2
Machines didactiques d'injection de matière plastique	5	1
Machines didactiques de mise en forme (presse manuelle ou pneumatique, machine de thermoformage)	6	1
Systèmes de prototypage		
Système didactique de coulée sous vide de matériaux métalliques	8	1



Les équipements des lycées

Ponctuellement, certains lycées ont commencé à s'équiper il y a **18 ans**

Accélération depuis la réforme des Bacs Technologiques en 2010, quelques exemples d'investissements en marché public :

- Région **Rhône-Alpes**, 100 machines d'impression 3D « Polyjet » (2011) puis 39 de coulée sous vide (2014)
 - Région **Aquitaine**, 30 machines de coulée sous vide, (2011)
 - Régions **Pays de Loire, PACA, Île de France, Centre** 90 machines de micro – fonderie (2014)
- . Etc...

Aujourd'hui presque tous les Lycées technologiques ont du être dotés.

Sans compter les achats sur fonds propres des établissements, en volume plus restreint.



Approche et utilisation de la fabrication additive dans l'éducation



Campus

La position de la fabrication additive dans le système éducatif Français.

Contenu d'atelier de prototypage

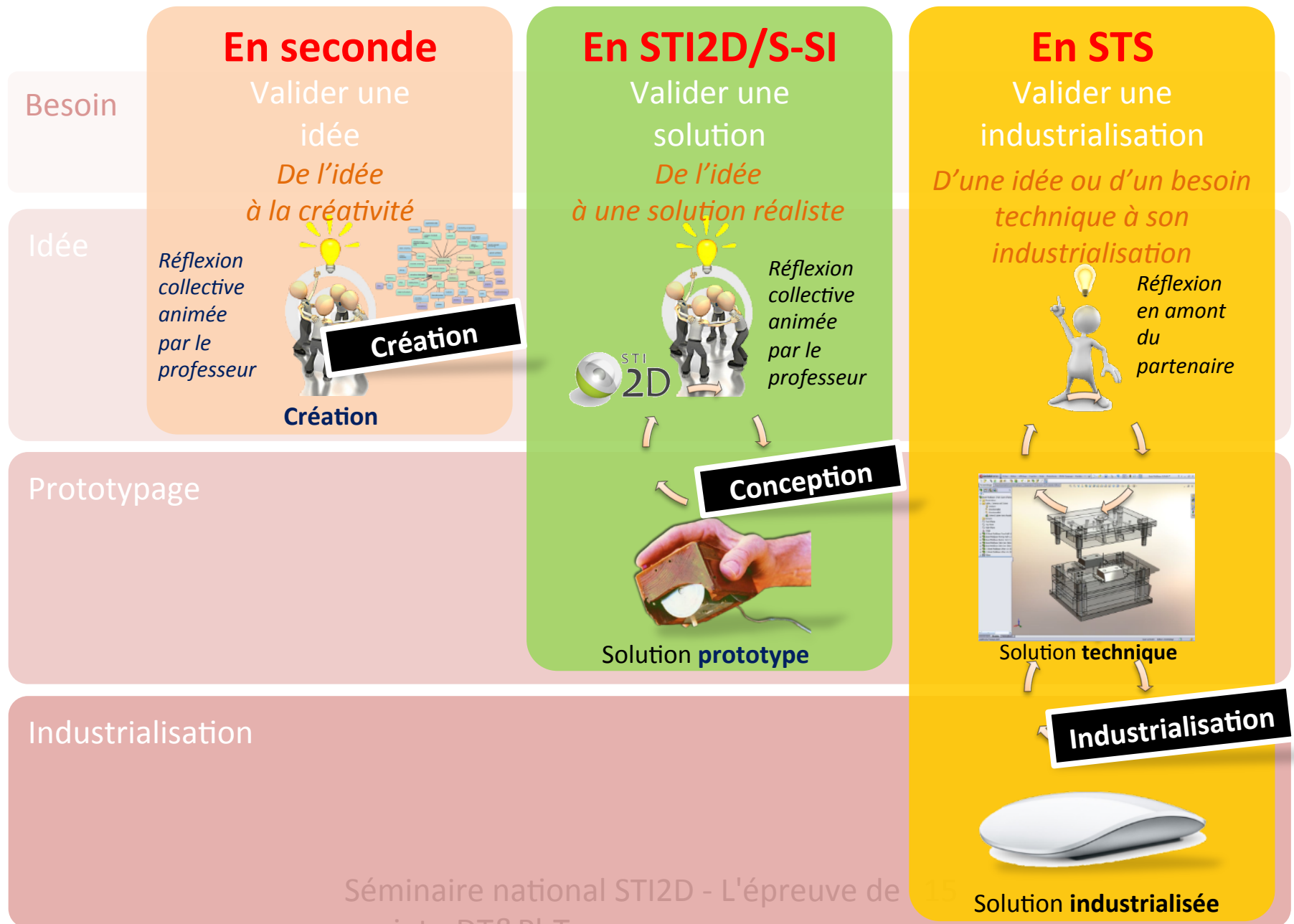
La démarche de projet dans nos enseignements

Formation des enseignants

Conclusions et perspectives



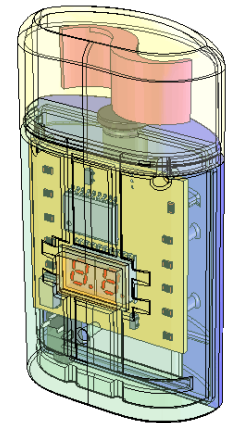
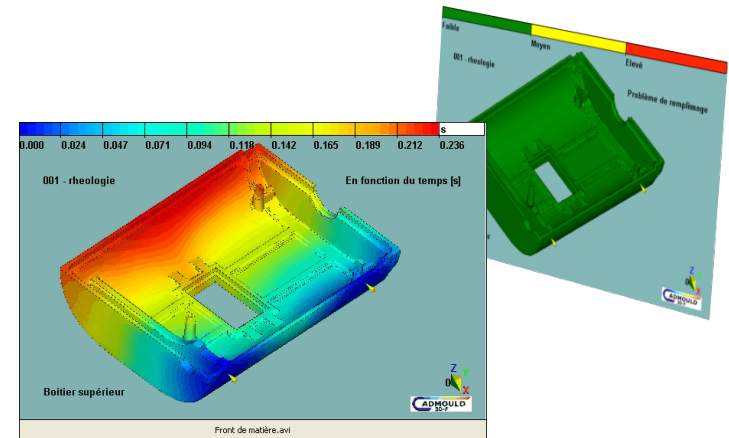
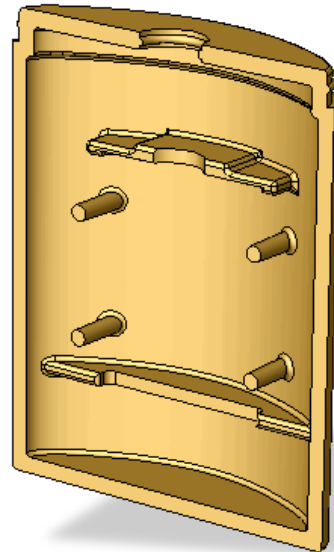
Les différents types de projets en lycée



Exemple de projet

Conception et réalisation d'un anémomètre

- Phase de conception et de modélisation 3D
- Simulations



Exemple de projet

- Phase de mise en œuvre et validations
- Intégration dans le prototype



Approche et utilisation de la fabrication additive dans l'éducation



Campus

La position de la fabrication additive dans le système éducatif Français.

Contenu d'atelier de prototypage

La démarche de projet dans nos enseignements

Formation des enseignants

Conclusions et perspectives





éduscol
Portail national des professionnels de l'éducation

CERPEP

Centre d'Études et de Recherches sur les Partenariats avec les Entreprises et les Professions

● Stages CERPEP pour les enseignants

Durée de formation 5 jours

● Edition d'un DVD





Plan de formation



Mon **Connaître la Technologie**
(3 heures)

Pour quoi ? et quand ?

les procédés ?

Les Matériaux ?

A F P R Etat du marché & de la norme. Point de vue Industrielle

Mon **Concevoir avec ces procédés**
(3 heures)

Tue **Mettre en oeuvre des procédés**
(6 1/2 Journées)

1 Découpe, Gravure Laser

2 Impression 3D

3 Coulée sous vide

4 Rétroconception

5 Impression 3D

6 Coulée métallique

Fri **Visite d'entreprise**
(1/2 journée)

Fri **Échanges, Bilan, Perspectives, Projet, TP d'évaluation, etc.** (1/2 journée)

4 lieux de Stages hors périodes scolaires



Déplacements et hébergements des stagiaires par les rectorats.

Lycée NERUDA
Dieppe 76



Par groupe de 15 enseignants



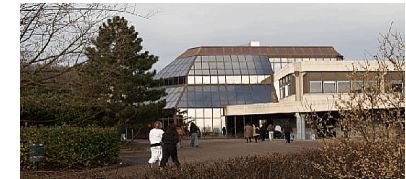
Lycée DIDEROT
Paris 75



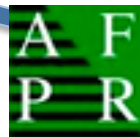
Lycée TURGOT
Limoges 87



Lycée ARAGON
Givors 69



Partenaires de formations et €



Applications Industrielles



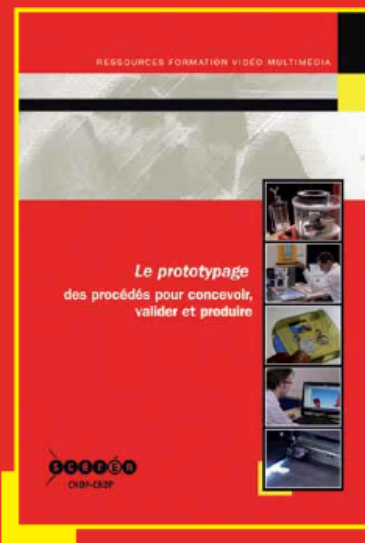
erpro & sprint



NOUVEAUTÉ

RESSOURCES FORMATION VIDÉO MULTIMÉDIA

Sur la base d'un stage du CERPET et de séquences tournées en entreprise, ce DVD vidéo explore toutes les facettes du prototypage.



Le prototypage des procédés pour concevoir, valider et produire

Quatre thématiques :

- le prototypage ;
- la mise en oeuvre des procédés ;
- un angle de vue pédagogique donne des pistes pour des exploitations en classe et répond à des questions pratiques de sécurité et d'aménagement du laboratoire ;
- une approche industrielle rapporte l'expérience du prototypage en entreprise.

Un accompagnement pédagogique sous la forme d'un livret développe les usages possibles en classe au regard des nouveaux programmes et dans la perspective de l'activité de projet.

Auteurs : Richard Allard et Hervé Barret
DVD vidéo : 75 min / Livret : 16 pages
Réf.755B0832 / Prix : 25 €



Points de vente

- Librairies des CRDP et CDDP (adresses sur www.cndp.fr)
- Librairie de l'éducation - Métro Mabilion - N° vert : 0 800 008 212
- Librairie en ligne : www.sceren.com

SCÉRÉN
CNDP-CRDP

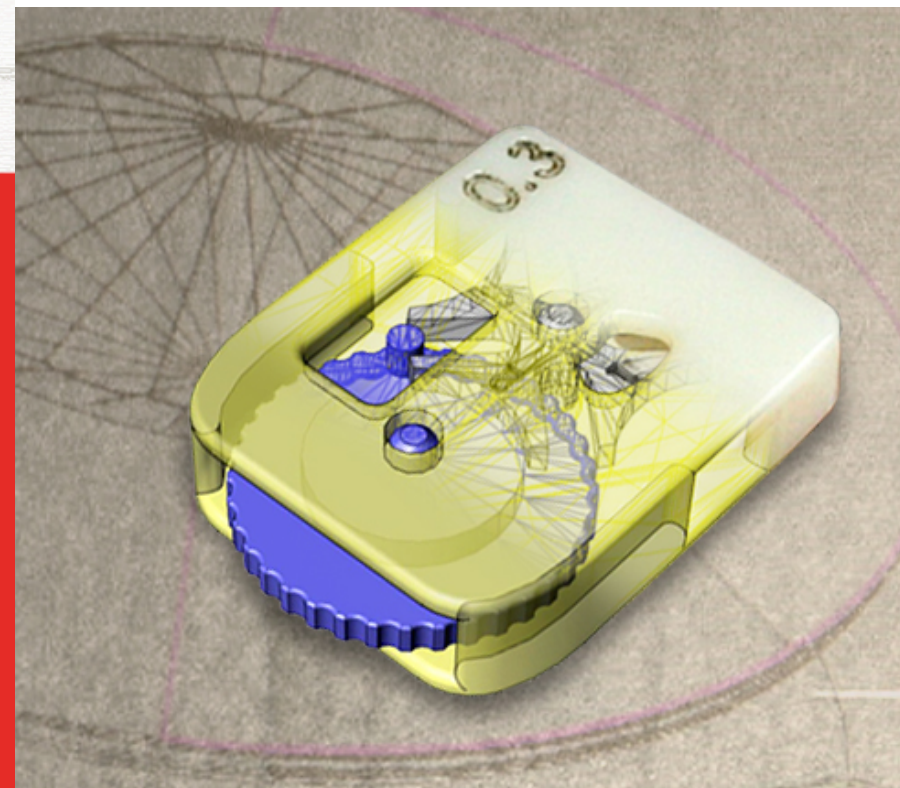
ministère
Éducation
nationale
Jeunesse
vie associative



Association
française
pour
l'Éducation
Technique

SCÉRÉN
CNDP-CRDP

СНДР-СРДР
SCÉRÉN



Approche et utilisation de la fabrication additive dans l'éducation



Campus

La position de la fabrication additive dans le système éducatif Français.

Contenu d'atelier de prototypage

La démarche de projet dans nos enseignements

Formation des enseignants

Conclusions et perspectives

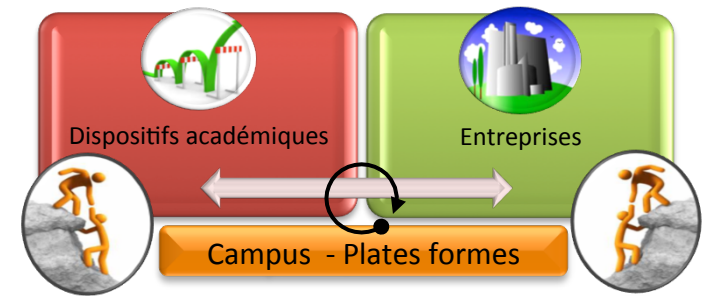




Conclusions et perspectives



- Intérêt certain des élèves pour ces nouvelles technologies.
- Fortes volontés des enseignants pour leurs mise en œuvre.
- Les premières machines (1999) installées en pannes ou abandonnées par le constructeur.
- Les budgets de maintenance n'ont pas été envisagés par les régions et restent à la charge des établissements.
- Le coût élevé des consommables amène souvent l'enseignant à refuser une impression à ses élèves.
- Création de centres de formation et d'innovation « **DMI**, ... », de **PFT** « **idPro**, ... », de pôles de compétitivité rattachés aux **CMQ** Campus des **Métiers** et des **Qualifications**.
- Écriture d'un référentiel de formation en Fabrication Additive.



FÉDÉRATION DE **LA PLASTURGIE**
ET DES COMPOSITES



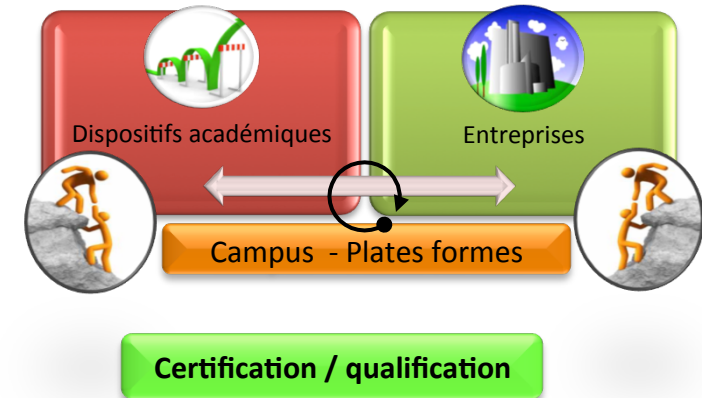
Référentiel national fabrication additive

Référentiel national

Visible sur l'espace formation

A8

FÉDÉRATION DE LA PLASTURGIE
ET DES COMPOSITES



Savoirs

Correspondance activités / compétences

Compétences

Activités

Des besoins recensés

Correspondance compétences / savoirs

A la certification

Commentaires

S9.4.1 – Concept et enjeux de la qualité

- Concepts de la qualité.
- Enjeux économiques, technologiques, juridiques et sociaux.
- Organisation et système qualité.

S9.4.2 – Démarches d'amélioration et de suivi de la qualité

- Outils et logiciels de traitement et présentation des données.
- Tableaux à plusieurs entrées, matrices multicritères.
- Outils d'analyse, d'aide à la décision et de résolution de problèmes.
- Traitement statistique et graphique.
- Principes de l'amélioration continue.
- Plan d'amélioration de la qualité.
- Outils d'aide à l'amélioration continue de la qualité.

Commentaires

Ce savoir permet de définir la qualité (norme ISO en vigueur) et d'appréhender les effets de la politique qualité dans l'entreprise, les relations avec les clients et les fournisseurs.

L'élaboration d'un tableau est sommaire. Outils d'analyse limités à la liste ci-dessous :

- les remue-méninges ;
- l'acquisition de données (QQOQCP) ;
- le diagramme causes-effet (approche 5M) ;
- les cartes de maîtrise du processus ;
- les indicateurs de maîtrise du processus (capabilité court terme et long terme).

Outils d'amélioration continue limités à : PDCA ; Kaizen ; Lean Manufacturing. Le traitement des non-conformités

La fabrication additive dans l'enseignement supérieur :

INSA INSTITUT NATIONAL
DES SCIENCES
APPLIQUÉES
LYON

Interactions recherche / formation

Claire Barrès, Jean-Yves Charmeau

INSA de Lyon, IMP-Ingénierie des Matériaux Polymères, UMR 5223

Développement de la fabrication additive : contexte

Les enjeux :

- Définition de nouvelles règles de conception
- Développement de la complexité (optimisation topo, assemblages complexes)
- Développement des technologies et des matériaux → choix du couple procédé/matière adapté à l'application
- Maîtrise de la qualité et des propriétés d'aspect
- Evolution d'un marché de niches à forte valeur ajoutée vers la production industrielle en série
- Définition de procédures de qualification et de normalisation
- ...

Développement de la fabrication additive : contexte

La réponse à ces enjeux :

Enseignement supérieur

Former des ingénieurs maîtrisant les procédés, leur environnement, et les méthodologies de travail



Recherche :

Mette en place les activités nécessaires pour répondre au développement :

- Des technologies
- Des matériaux
- Des logiciels (conception, process, contrôle)
- De la maîtrise des propriétés volumiques, surfaciques

Tous niveaux d'enseignement :

Tous les métiers associés à la chaîne de valeur (cf Référentiel des activités professionnelles)

La fabrication additive à l'INSA de Lyon :



A partir de 2008 : cela commence surtout par la Recherche

Sortir du prototypage pour aller vers la fabrication industrielle

→ Développement de travaux collaboratifs avec des industriels sur des problématiques de recherche :

→ Choix et potentiel des différentes technologies

→ Développement matériaux (côté polymères)

→ Développement process (polymères, céramiques)

→ Conception

→ Simulation numérique (plutôt en lien avec métaux)

→ Compréhension des relations Matériau / Process / Structure-propriétés

Laboratoires
IMP
Mateis
LamCos
Cethyl

Recherche sur la fabrication additive (polymères) : exemples de projets collaboratifs INSA

A l'IMP-Ingénierie des Matériaux Polymères :

- ✓ **Projet Calypso (2008-2012)** : partenaires Arkema, Rhodia, Exceltec, Resmed, Albea, IDPRO, SERAM-Arts
 - **Analyse des procédés de fusion laser et IR**
- ✓ **Projet 3D-SLS depuis 2015**. Partenaires INSA-CETHIL, ENSAM ParisTech-PIMM, Poly-Shape, Solvay
 - **Développement matériaux et simulation numérique du SLS**
- ✓ **SLA – DLP // Projet Acapulco (démarrage 01-2017)** : Partenaires Materiautech, Lycée Arbez-Carme, IPC, SMP, CRESTUCE, MiHB, CADFLOW.
 - **Empreintes en résines hybrides pour moulage en injection**
- ✓ **FDM // Projets de fin d'études 5A – GMPP** : en partenariat avec le CT-IPC ,
 - **Modélisation et simulation numérique**

L'intégration de la fabrication additive dans la formation d'ingénieur INSA Génie Mécanique

Depuis 2014 :

- Les activités de recherche contribuent à la croissance des applications industrielles des procédés de fabrication additive
- → intégration dans les modules de formation avec des volumes horaires croissants

Cours/TD/TP autour des procédés, conception systèmes

Projets individuels et collectifs

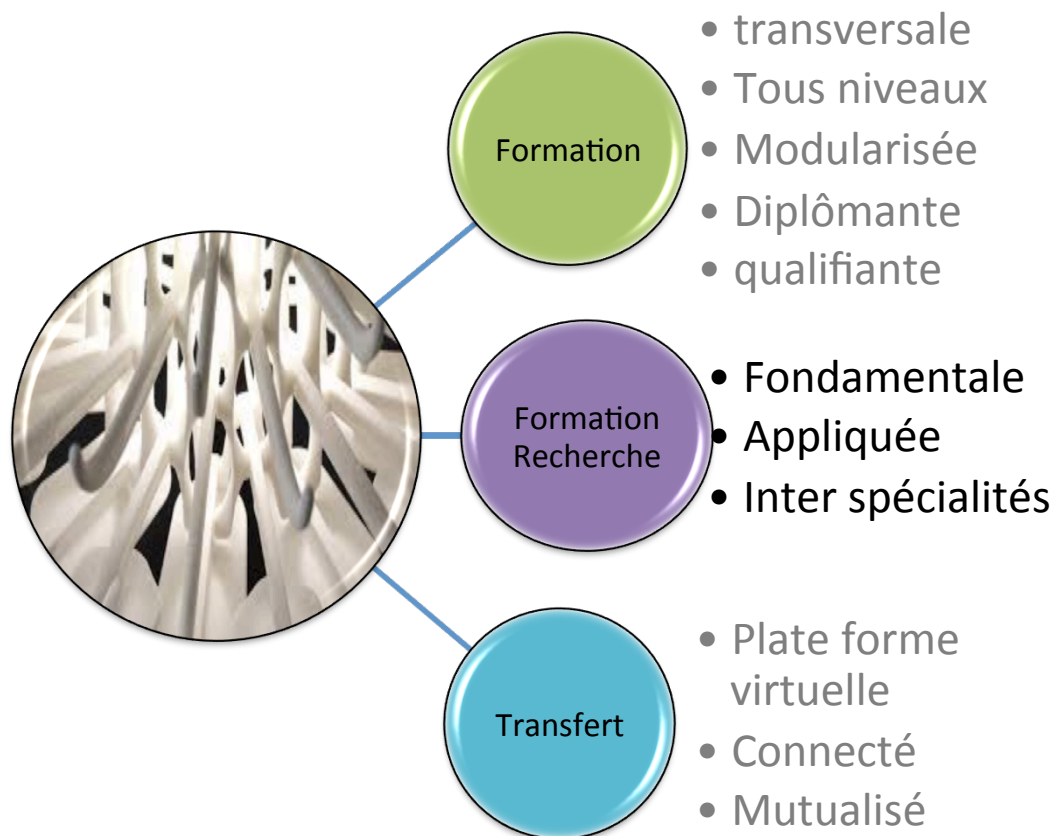
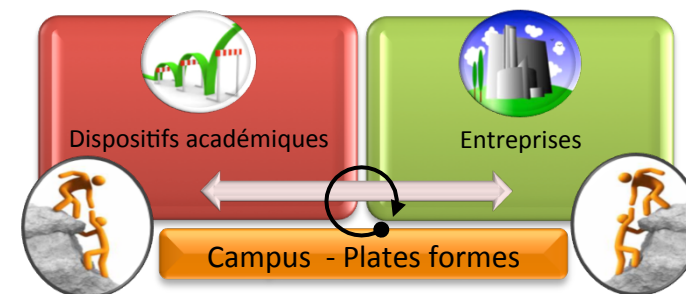
La recherche nourrit la formation

- ✓ Nouvelles connaissances scientifiques
- ✓ Financement d'investissements dans des procédés utilisés aussi en formation

Conclusion

- Dans le contexte défini auparavant, et face aux enjeux, il ressort que l'interaction formation recherche est indispensable et ne cesse de se renforcer.
- Elle permet dès maintenant de proposer dans le cadre de stages ou de projets industriels des étudiants pro-actifs sur ces technologies.
- Nécessité de référencer ces formations et de les décliner vers tous les niveaux de qualification
 - Référentiel des activités professionnelles
 - Voir Espace formation au stand formation

Formation - Recherche Fabrication additive



Claire Barres – INSA
(*Plastipolis – CTIPC*)



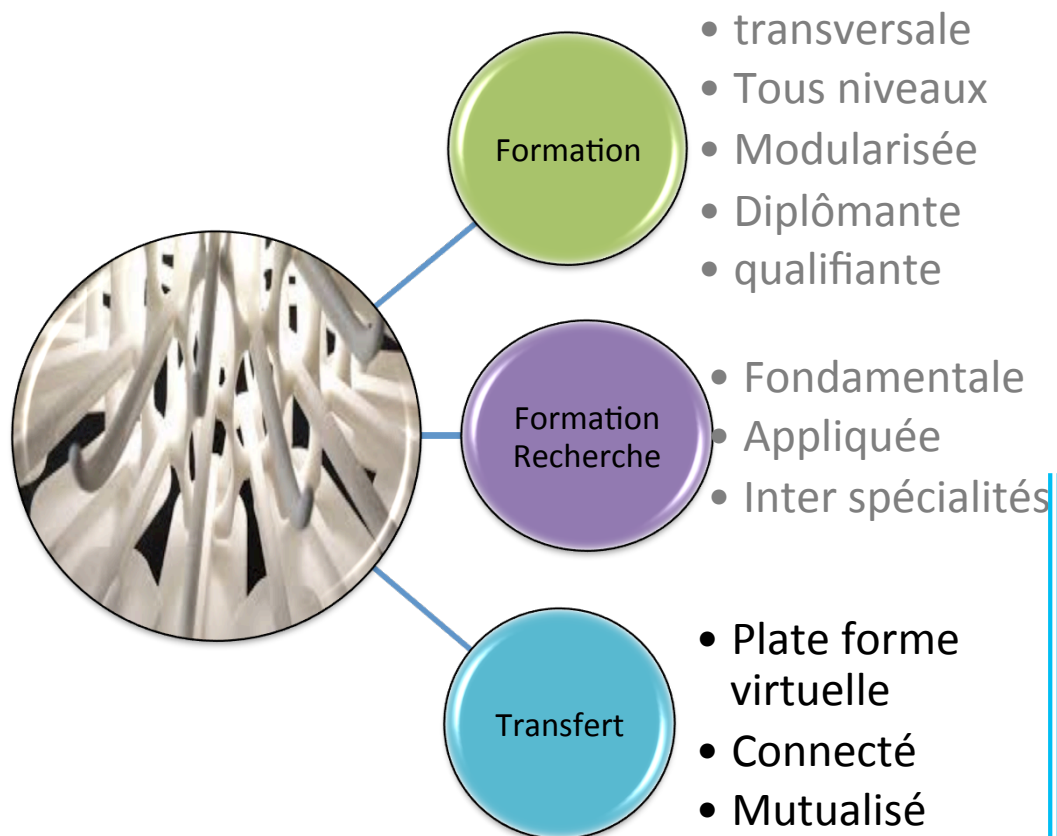
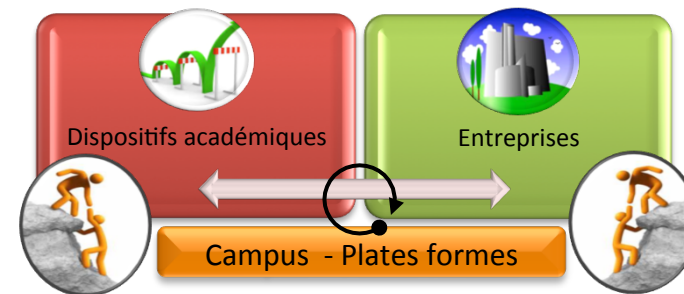
Jean Yves Charmeau
INSA Pôle plasturgie



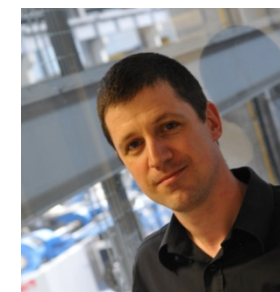
Philippe Bertrand
ENISE
(*via méca CETIM*)



Formation - Recherche Fabrication additive



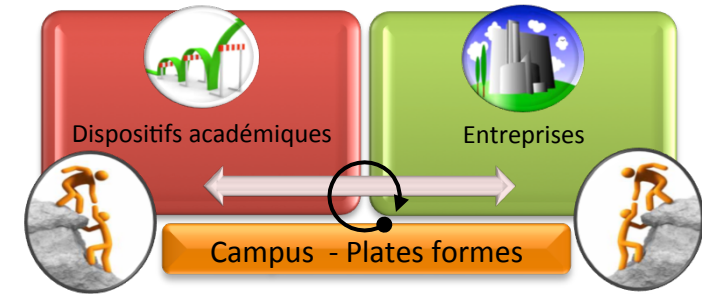
CTIPC
David Muller



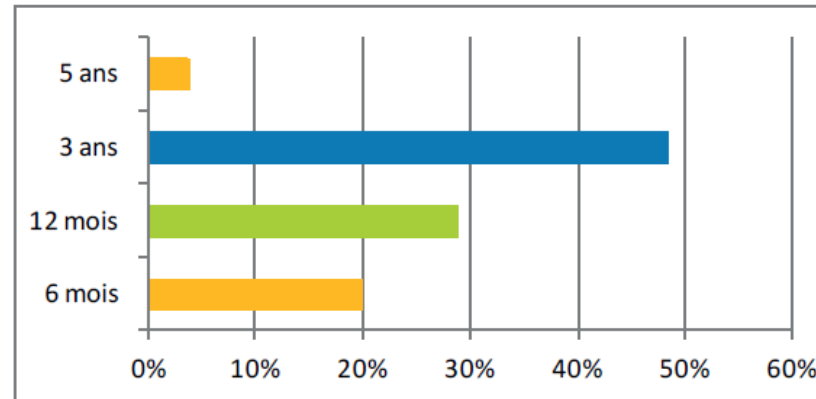
CETIM
Philippe Bertrand



Extrait du rapport de synthèse Enquête nationale – Parlons Fabrication Additive - 2016

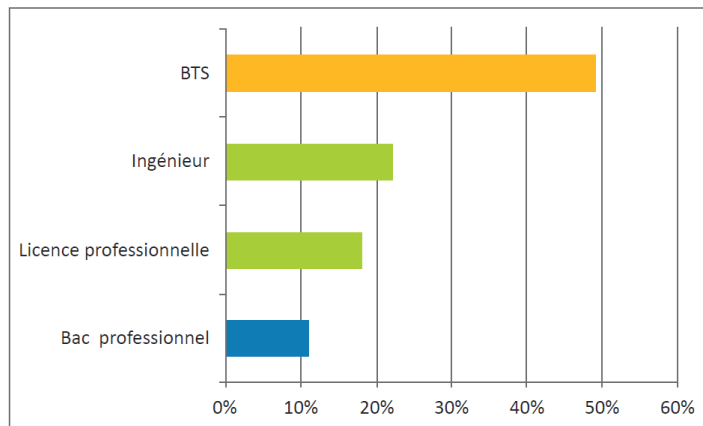


A quel horizon imaginez vous vous équiper?

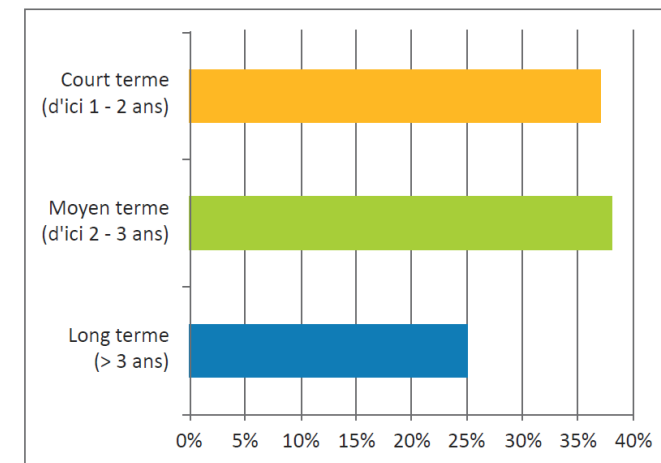


www.ct-ipc.com

A quel niveau de formation recruteriez vous?



A quel échéance pensez vous avoir besoin de ces compétences





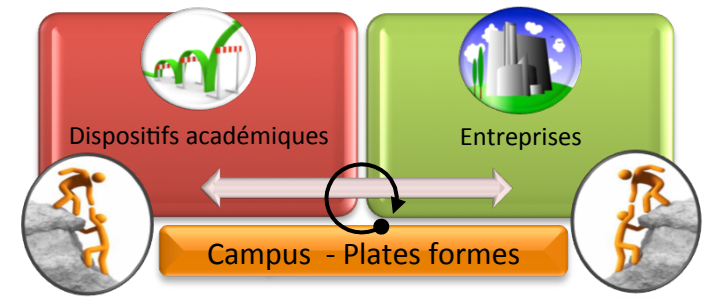
Mise en place d'un Institut Régional Multi sites en Fabrication Additive

AUVERGNE – Rhône-Alpes

Une offre régionale unique en Fab.

- Des forces réparties sur tout le territoire régional
 - **Région pionnière dans la structuration des acteurs fabrication additive en réseau** (réseau RAFAM/VIAMECA autour de la fabrication additive métallique depuis 2013)
 - Des **pôles de compétitivité** fortement investis (en particulier VIAMECA et Plastipolis mais aussi Mont-Blanc Industries, AXELERA et TECHTERA...)
 - Des **centres techniques** (CETIM, IPC notamment) pouvant accompagner le transfert industriel
 - Une **force académique** (Grenoble, Lyon, Saint-Etienne...) avec des moyens de fabrication
 - Des **plateformes** dédiées (production de poudres, moyens orientés santé...)
 - Des **PME et grands groupes** investies dans la fabrication additive
 - **Une offre de formation** déjà riche (formation continue, formations BTS, formations ingénieurs, plan PME)
 - **Des actions importantes au niveau industriel** (Nombreux FUI, ANR et un PSPC : Filière Michelin/Fives)





Un exemple d'offre de Formation au sein de RAFAM

RAFAM

Rhone Alpes Fabrication Additive Métallique

Un exemple d'Offre de Formation de RAFAM

- Ingénieurs & Masters :
 - G-INP
 - Filière « Science et Ingénierie des Matériaux » (Ecole Phelma) & Filière Ingénierie de produits (Ecole Génie Industriel), vers une Option Commune « Fabrication Additive » entre les 2 filières et + si affinités : vers une filière complète
 - UJF
 - Master 2 génie mécanique en alternance (Conception production)
 - ENISE
 - Apprentissage
 - Contrat de professionnalisation en 5A d'école d'Ingénieur
 - Sous statut étudiant : en 4^{ème} et 5^{ème} année : Conception, production
 - Modules Fab Add (Conception Production) en Master Méca 1 et 2 (Conception, Production)
 - ENSMSE :
 - Modules Fab Add du Master Méca en Anglais
- Techniciens Supérieurs
Lycée de Givors - BTS CIM (Conception et Industrialisation en Microtechniques).

RAFAM

Rhone Alpes Fabrication Additive Métallique

- Formation Continue :
 - Grenoble INP : Fabrication additive : technologies et enjeux (2 jours)
Objectifs
 - Découvrir l'ensemble des technologies additives et leurs spécificités
 - Comprendre les impacts de la fabrication additive sur les systèmes de production, les règles de conception et les modèles économiques
 - CETIM : Fabrication additive : les procédés et les applications métal, céramiques et polymères (14h)
Ref - PR03
Objectifs opérationnels : Repérez-vous dans les technologies de Fabrication additive pour intégrer les bénéfices de ces innovations : réduction du temps d'étude, complexité des formes, validation rapide des nouveaux produits, reconception des produits pour plus de performance, etc.
 - ENISE : *« de la poudre à la pièce fonctionnelle » - formation de 3 jours reprenant les fondamentaux de la définition du cahier des charges poudre à la finition et superfinition de surface au travers des procédés SLM et Rechargement*

RAFAM

**Rhone Alpes
Fabrication Additive
Métallique**

- Formation à la demande
 - Exemple : intervention de RENAULT TRUCKS
VOLVO lors des conférences RAFAM 2016 –
Formation délivrée par le consortium RAFAM au
sein du BE
 - Poudre
 - Process
 - Métallurgie
 - Normalisation
 - Intégration industrielle

RAFAM

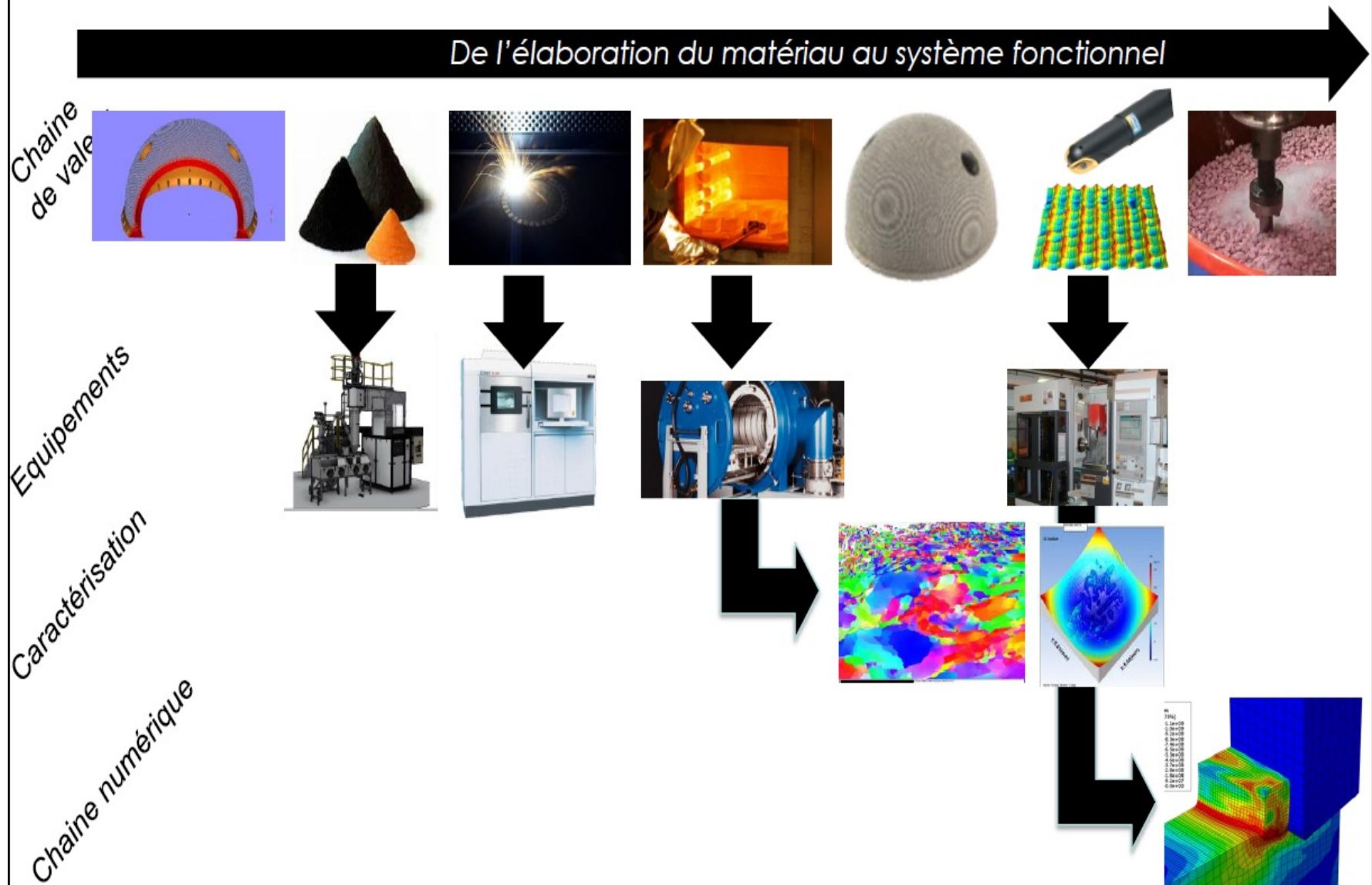
Rhone Alpes Fabrication Additive Métallique

- Offre de relation entre Établissement de Formation et Entreprise :
 - Apprentissage, Contrat de Professionnalisation
 - TFE, PFE, PI (avec ou sans contrat d'accompagnement « recherche » - ex stages UIMM et chèques innovations sur Loire et Rhône)
 - Projets d'étudiants au sein de leur cursus académique, par exemple :
 - ENSMSE : Projets Industriels
 - ENISE : mini projet (projet débute en octobre et les étudiants par groupe de 2 ou 3 consacrent 1 jours / semaine – 110 heures / étudiant)
 - Grenoble « Projets Longs » en lien avec le LABEX CEMAM (2 étudiants en stage de 3 mois puis en projet à l'école sur 4 mois à mi-temps)

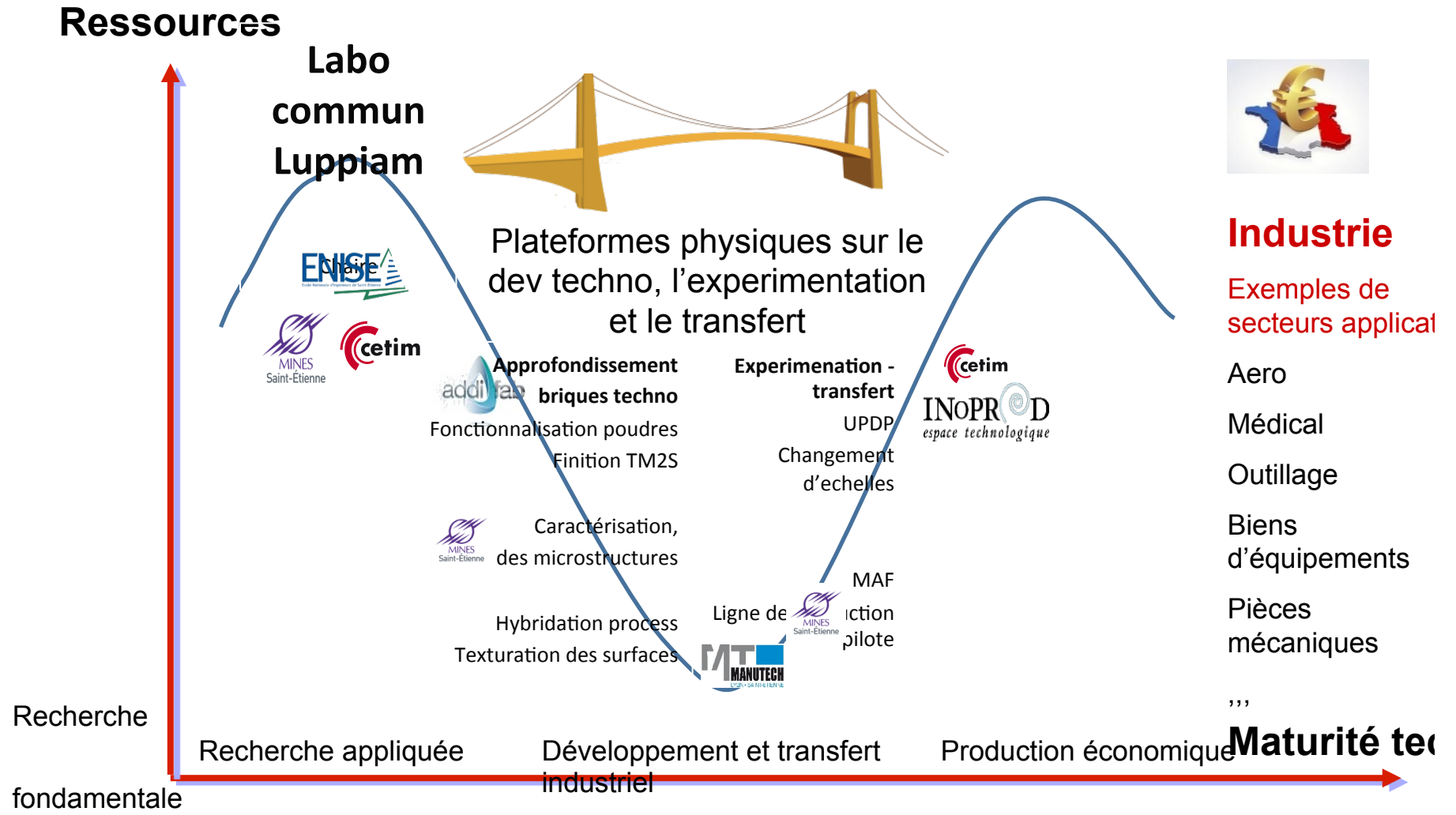
Une Offre de transfert dans le domaine de la Fabrication Additive



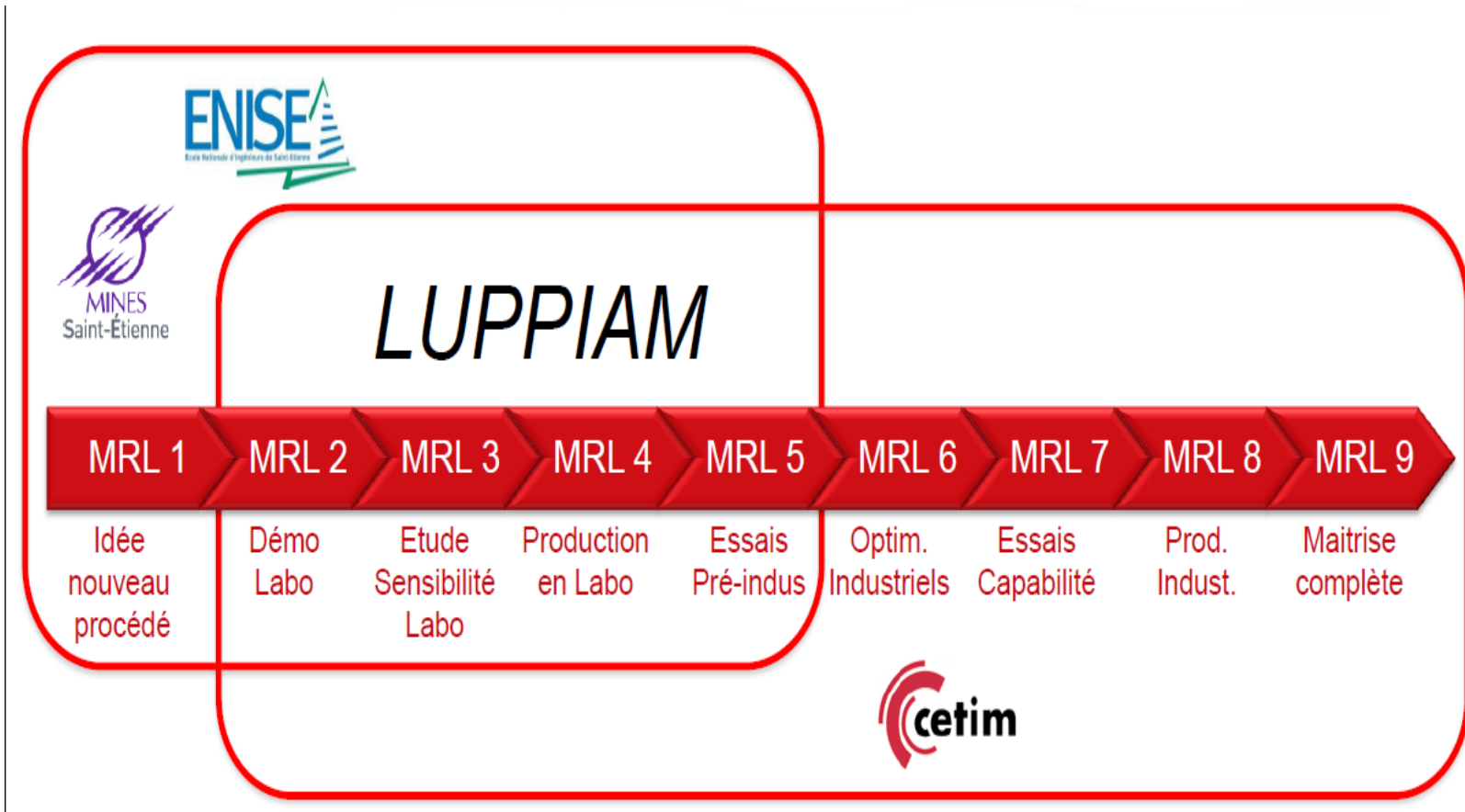
Les Thématiques du LUPPIAM : exemple de la fabrication additive



Positionnement des acteurs Stéphanois en Fab Add : Du savoir vers l'économie Régionale



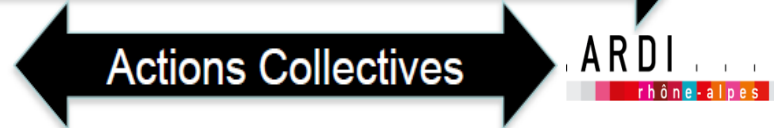
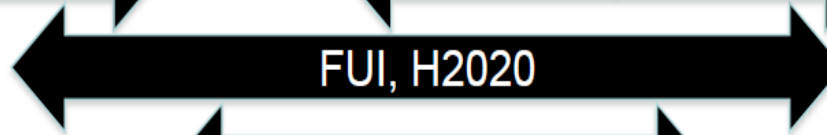
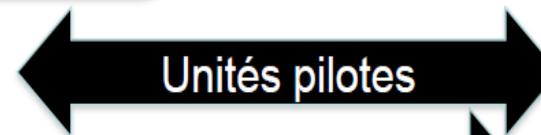
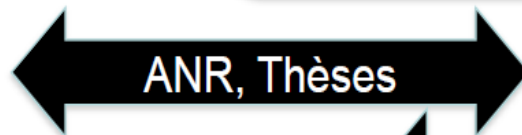
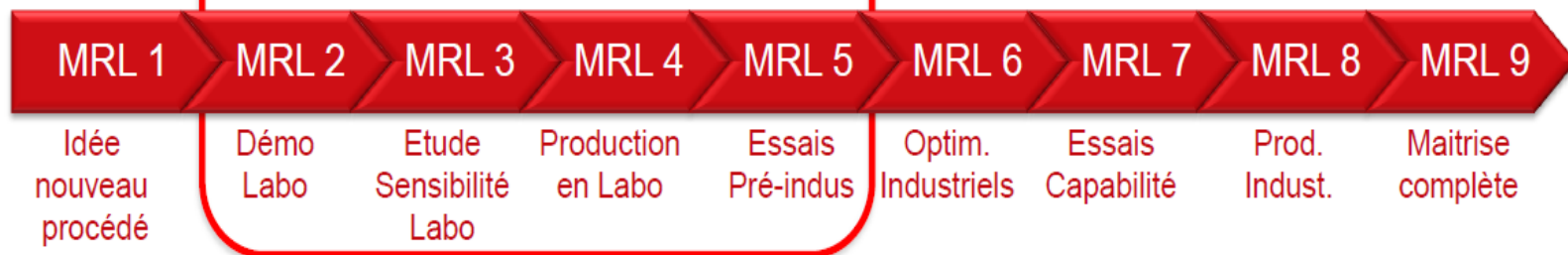
Le positionnement

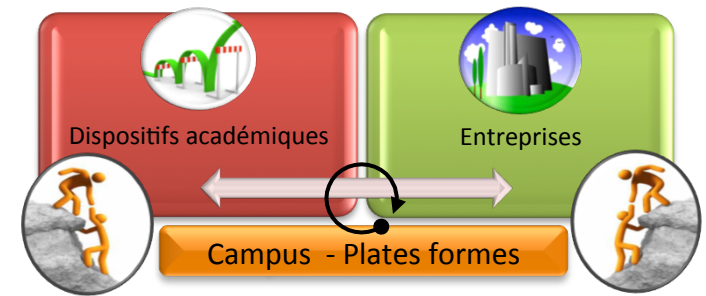


Les Types de Projets communs



LUPPIAM





Merci,
rendez vous sur l'espace formation

A8