



**Cartographie
des acteurs clés
de la R&D
en fabrication additive**

Mai 2017



Cartographie des acteurs clés de la R&D en fabrication additive

Industrie du futur et réindustrialisation du territoire : Une filière française du Manufacturing

Pilotée par le Cetim en lien étroit avec TN@UPSaclay et Arts, l'action Carnot filières Manufacturing s'appuie sur un groupe d'instituts Carnot spécialistes des matériaux, du numérique et des nouvelles technologies et systèmes de production (Arts, Cetim, Chimie Balard Cirimat, Énergies du futur, Ingénierie@Lyon, Leti, LSI, Mines, Mica, TN@UPSaclay). Le consortium compte également la présence du Centre de recherche aérospatiale Onera. Un groupement d'excellence qui vise à répondre aux besoins des PME liés à la R&D partenariale et aux compétences nécessaires à accélérer le passage de l'idée au produit industriel avec une prise de risque minimale. Pour remplir cet objectif, le consortium est structuré en 6 défis couvrant les briques constituant de l'Industrie du futur : fabrication additive, industrialisation des composites, fonctionnalisation de surface, machines intelligentes, conception virtuelle et collaborative, supervision et optimisation des processus.



Partenaires dans le cadre de la cartographie



Cette étude a été réalisée avec le cabinet CMI



SOMMAIRE

Avant propos	5	5	Les acteurs Carnot	49
1 Le périmètre de la cartographie	6		I - IC ARTS	50
2 Les compétences par région	11		II - IC CETIM	72
3 Les compétences par procédés / Chaîne de valeur	28		III - IC Chimie Balard CIRIMAT	79
4 Les chiffres clés	33		IV - IC Énergies du Futur	83
Général	34		V - IC ESP	90
ETP	35		VI - IC ICEEL	94
Budget	37		VII - IC Ingénierie@Lyon	108
TRL	38		VIII - IC INRIA	118
Secteurs d'activités	40		IX - IC MICA	119
Compétences	44		X - IC M.I.N.E.S	129
			XI - ONERA	148
			XII - IC TN@UPSaclay	152
			6 Le glossaire	156

La France, terreau fertile de la fabrication additive

Personnalisation des produits, fabrication de pièces à la topologie optimisée, réalisation de formes impossibles à obtenir avec les procédés traditionnels, les promesses de la fabrication additive sont en phase avec l'industrie du futur. Mais la France est-elle en mesure de mener la danse dans cette discipline où la compétition est déjà âpre ? Afin de répondre à cette question, les instituts Carnot de la filière Manufacturing, dont le Cetim est le pilote, en lien avec l'Alliance Industrie du futur et sa communauté Fabrication additive, ont établi une « cartographie des acteurs de la R&D en fabrication additive en France ». Son but : recenser, en termes de compétences sur l'ensemble de la chaîne de valeur, de niveaux d'expertises, de technologies et de moyens au sein des grandes régions, nos principaux acteurs de la R&D dans ce domaine. Ce travail inédit de recensement auprès de 60 centres de compétences, coordonné avec l'étude Pipame « Futur de l'impression additive », apporte une certitude : oui, la France est bien présente dans la recherche en fabrication additive, avec 524 équivalents temps plein, 57 millions d'euros de matériel dédiés et un budget annuel de 51 millions d'euros, dont 40 % provenant de partenariats industriels directs. Les instituts Carnot, mais aussi laboratoires, centres techniques et instituts de recherche technologique recensés cette année couvrent l'ensemble des problématiques et des procédés, tous les secteurs applicatifs et l'ensemble de la chaîne de valeur dans ce domaine, de la recherche fondamentale à la recherche appliquée. Ils travaillent déjà souvent ensemble et de nombreuses opportunités de nouveaux partenariats s'ouvrent à eux. Même face à des géants américains ou allemands, la fabrication additive française dispose donc de bases solides et peut compter sur le plan mondial. À condition de rester en prise directe avec les industriels, et les PMI en particulier. C'est justement la vocation des instituts Carnot désormais structurés en huit filières, huit portes d'entrée dédiées pour encore mieux répondre aux besoins et aux attentes des petites structures. Ensemble avec les 10 autres instituts de l'action Carnot filière Manufacturing, nous portons l'ambition que les PMI profitent à plein de ces nouvelles opportunités.

Philippe Lubineau
Directeur Opérationnel Institut Carnot Cetim

1

Le périmètre de la cartographie

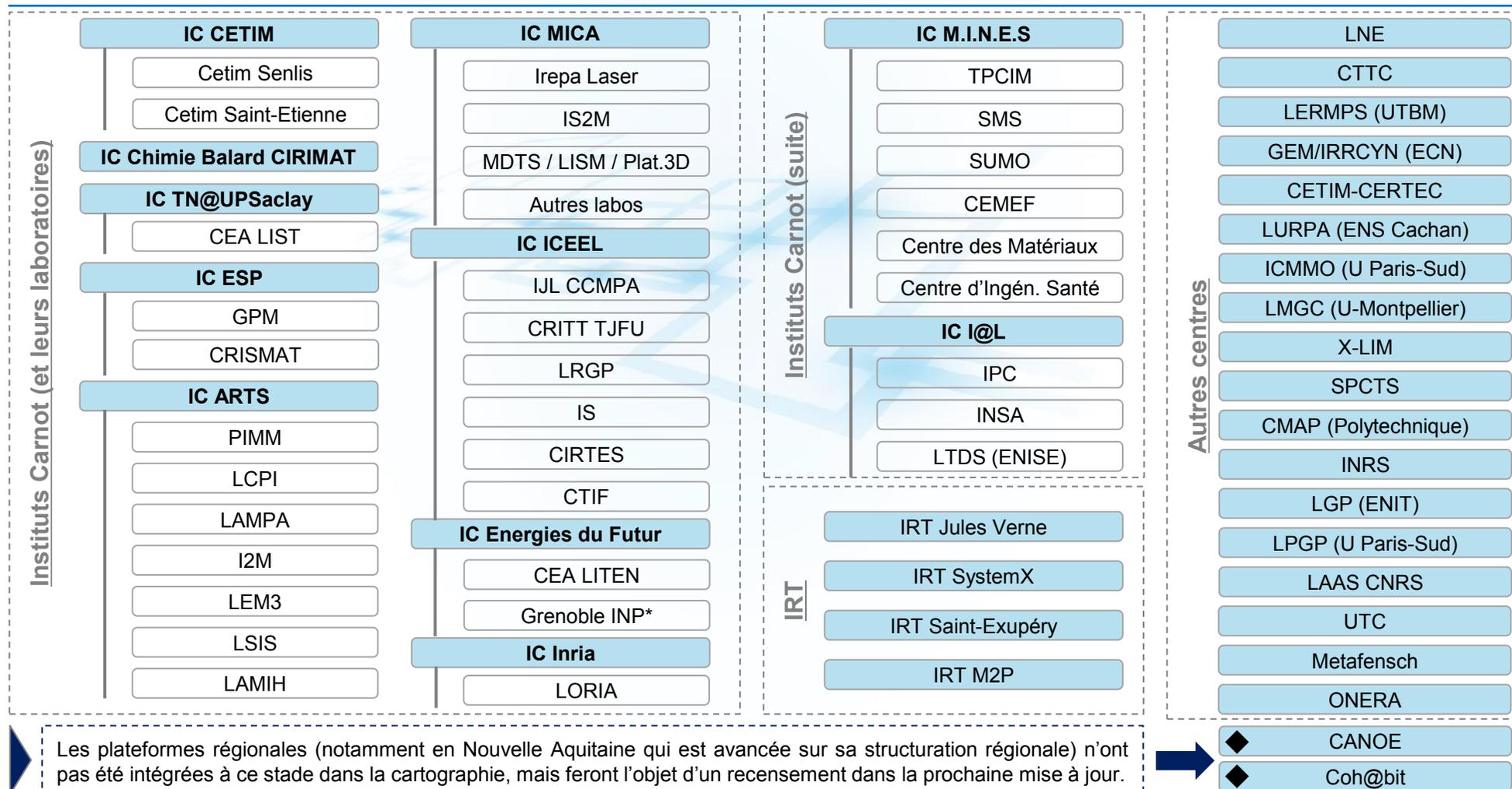
Cette deuxième version s'inscrit dans la continuité de l'exercice précédent, avec une perspective d'ouverture aux plateformes régionales à terme

Principaux critères pris en compte dans le périmètre de l'étude

- ▶ La présente cartographie ne prétend pas à l'exhaustivité mais vise à recenser les principaux acteurs de la R&D en Fabrication Additive en France, en termes de compétences et de moyens.
- ▶ Le périmètre retenu a été le suivant :
 - Typologie des acteurs : recensement uniquement des laboratoires de recherche (académiques, centres techniques...)
 - Les entreprises vont être contactées dans un second temps
 - Les plateformes régionales de transfert de technologie ne sont pas prises en compte à ce stade, mais feront l'objet d'un focus particulier (et nécessaire) pour chaque région lors de la prochaine mise à jour
 - Matériaux
 - Pris en compte : métalliques, céramiques, polymères
 - Non pris en compte : tissus vivants, alimentation, béton...

57 centres ont répondu à la deuxième version de la cartographie (x2 par rapport à la première édition)

Liste des centres de compétences ayant répondu à la deuxième itération de la cartographie



(*) Dont SIMAP, G-SCOP

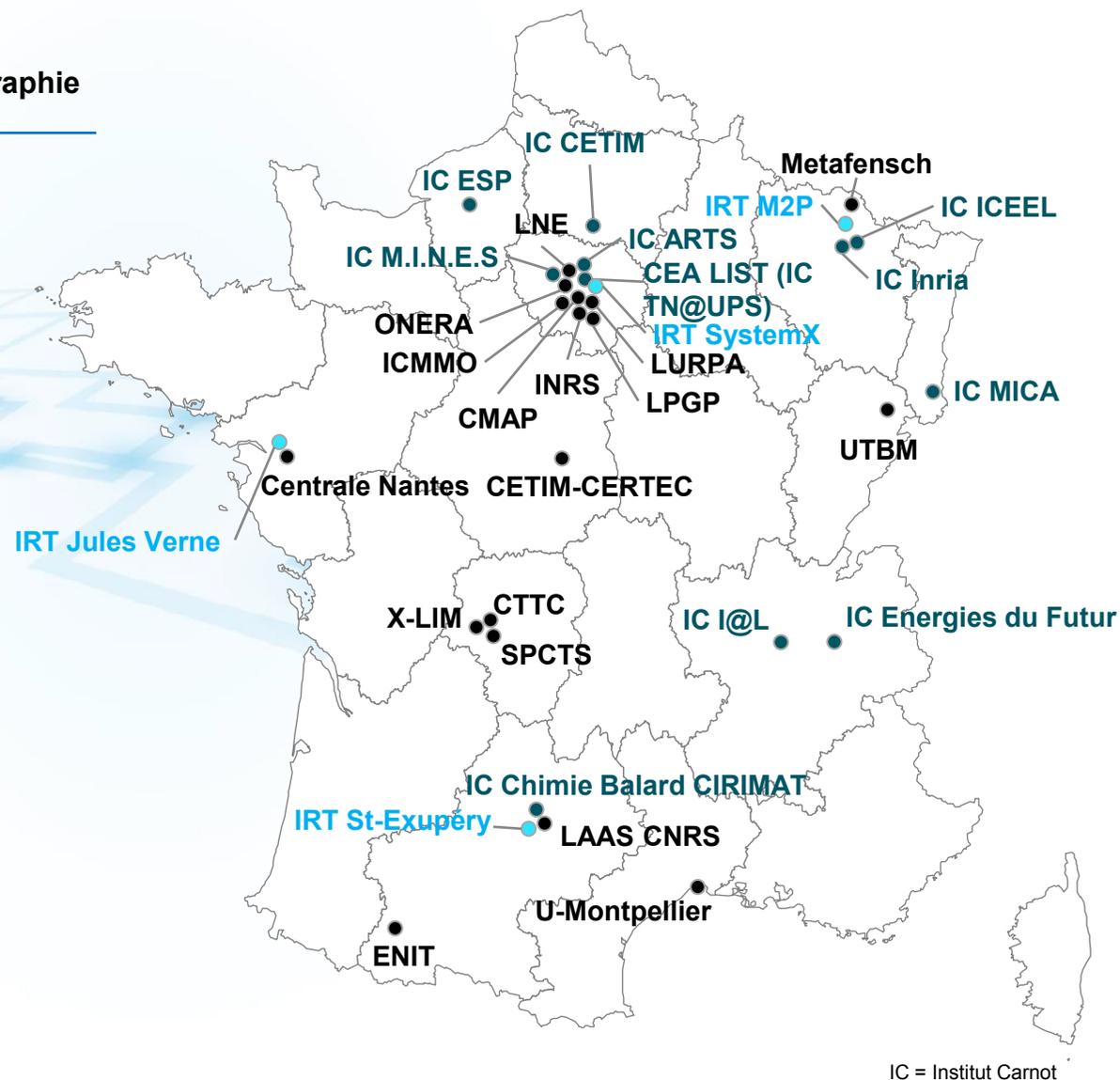
IC = Institut Carnot ◆ Plateforme

La cartographie fait apparaître les grandes composantes de la filière Fabrication Additive en France

Localisation des principales entités de la cartographie

Sur la représentation nationale ci-contre, les entités sont localisées au niveau du siège social de leur structure.

Les laboratoires qui appartiennent à des Instituts Carnot (*voir page précédente*) apparaissent sous la bannière de leur Institut Carnot. Par la suite dans la cartographie, des représentations locales permettront de représenter ces centres sous le nom propre de leur structure.



Légende :

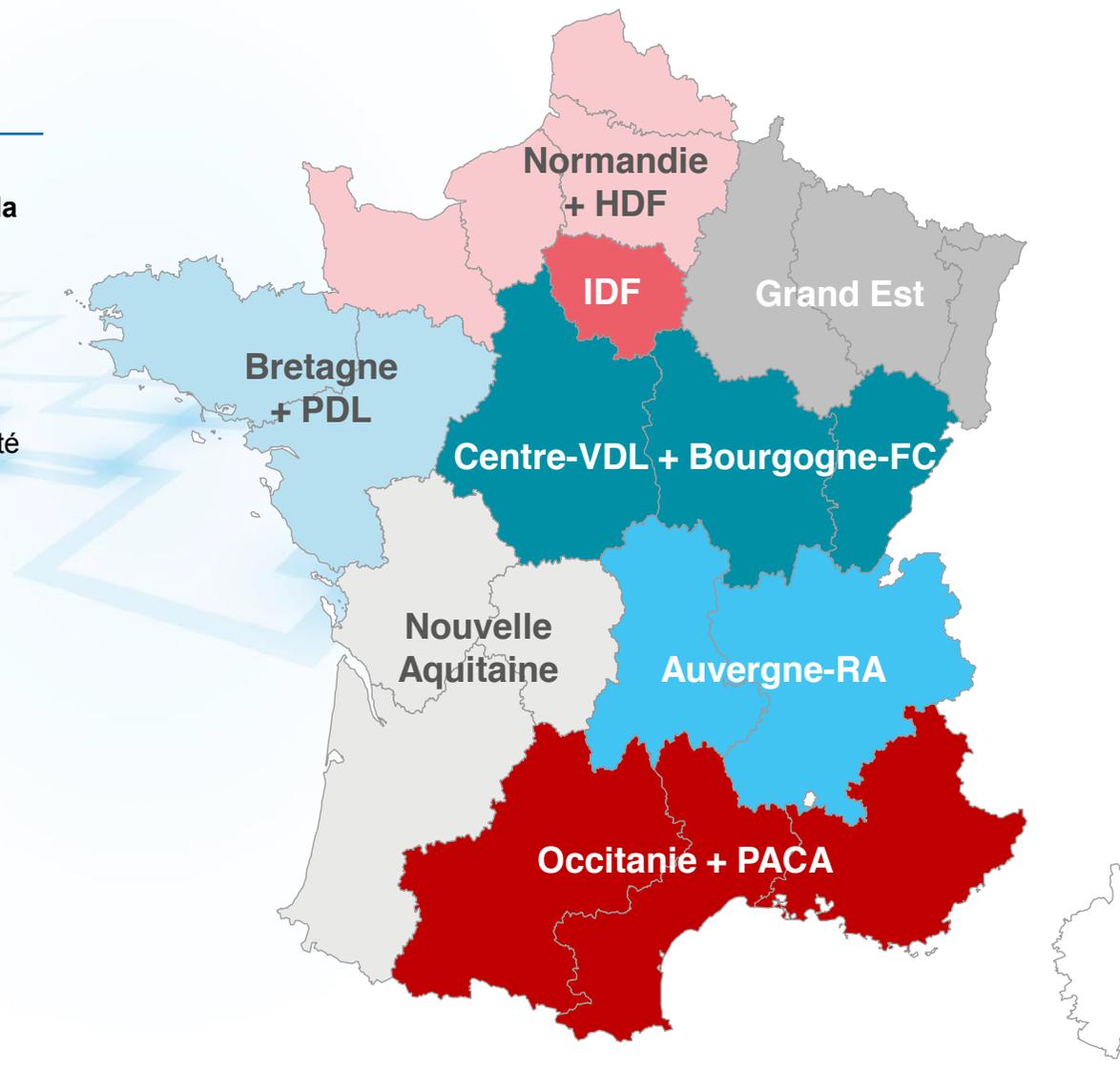
- Instituts Carnot de la filière Manufacturing
- Autres Instituts Carnot, Laboratoires, Centres techniques, Plateformes
- Instituts de Recherche Technologique

Sources : questionnaires, entretiens, analyse CMI

Pour certaines analyses, il a été fait le choix d'une représentation régionale, offrant une plus grande représentativité ainsi qu'une vision plus locale des activités en Fabrication Additive

Illustration du découpage régional choisi pour la suite du document

- Dans le but de proposer des analyses plus ciblées, la France a été divisée en 8 zones géographiques représentant des régions et des regroupements de régions :
- Normandie + Hauts-de-France
- Ile-de-France
- Grand Est
- Centre-Val-de-Loire + Bourgogne-Franche-Comté
- Auvergne-Rhône-Alpes
- Occitanie + PACA
- Nouvelle Aquitaine
- Bretagne + Pays de la Loire





2

Les compétences par région

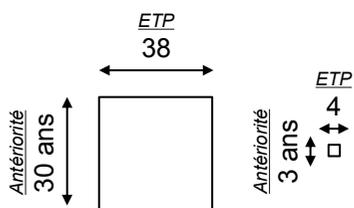
Le Nord de la France est très présent sur la problématique Fabrication Additive au travers d'Instituts Carnot (ESP, M.I.N.E.S, ARTS, CETIM)

Localisation des centres de compétences en région Normandie + Hauts-de-France (nombre d'ETP/antériorité en FA)

- L'Institut Carnot ESP (Energie et Systèmes de Propulsion) est en train de se structurer en région normande, notamment avec une installation en projet au CRISMAT de Caen

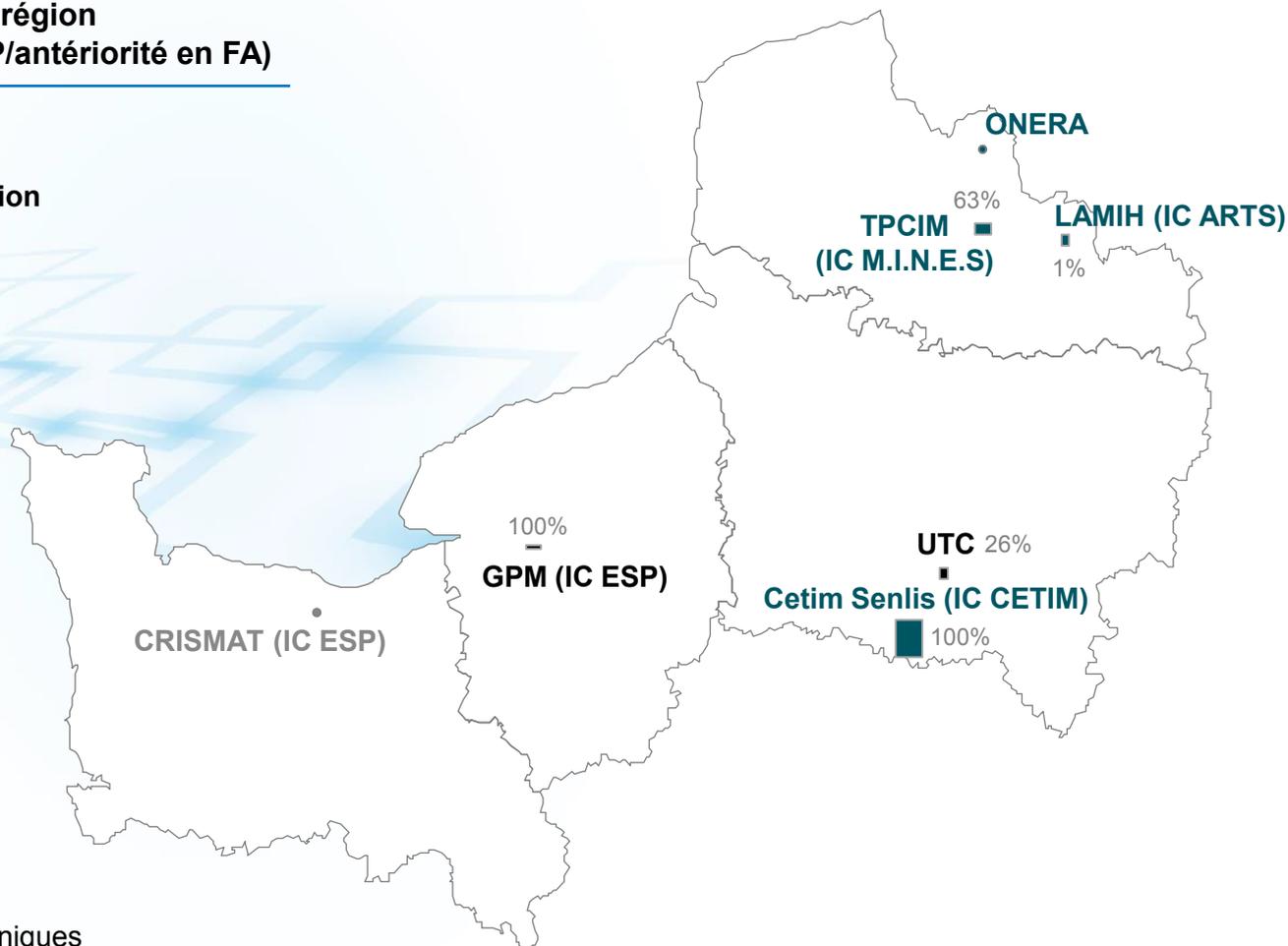


Echelle :



Total ETP : 24

X% : Taux d'ETP permanents*



- Instituts Carnot de la filière Manufacturing
- Autres Instituts Carnot, Laboratoires, Centres techniques
- Instituts de Recherche Technologique
- Acteurs identifiés avec 0 ETP

(*): Nb d'ETP permanents / Nb d'ETP total

Sources : questionnaires, entretiens, analyse CMI

Les centres de la région Normandie/Hauts-de-France maîtrisent un grand nombre de sujets et sont experts sur certaines briques de la chaîne de valeur

Niveau d'expertise des centres par brique et matériaux traités - Région Normandie/Hauts-de-France



Sources : questionnaires, entretiens, analyse CMI

■ Polymères ■ Métaux ■ Céramiques

Les principaux centres de compétence en Ile-de-France sont situés en région parisienne

Localisation des centres de compétences en région Ile-de-France (nombre d'ETP/antériorité en FA)

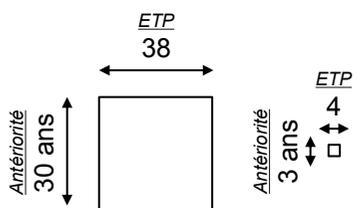
- De nouvelles structures sont en train d'émerger, notamment la plateforme Additive Factory Hub



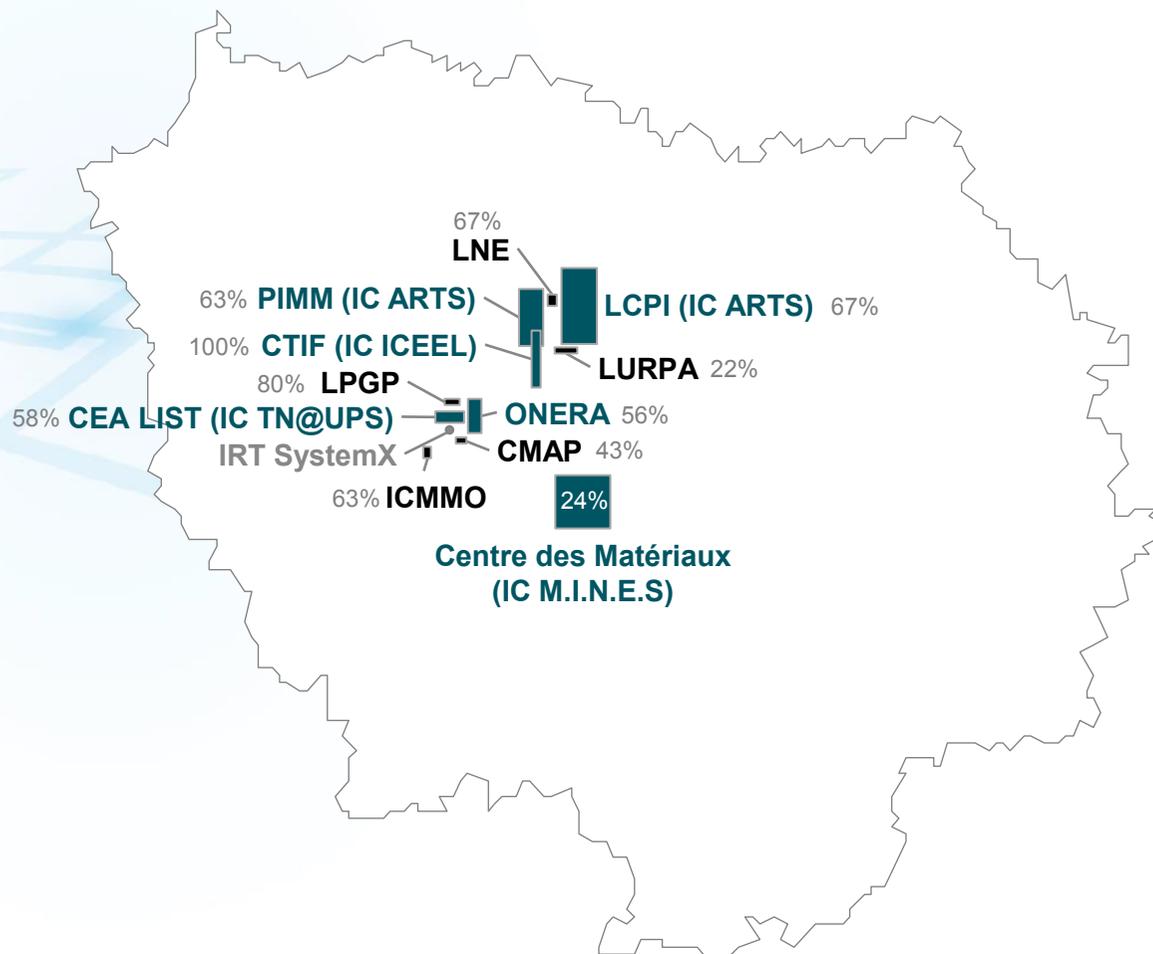
Total ETP : 84

X% : Taux d'ETP permanents*

Echelle :



- Instituts Carnot de la filière Manufacturing
- Autres Instituts Carnot, Laboratoires, Centres techniques
- Instituts de Recherche Technologique
- Acteurs identifiés avec 0 ETP

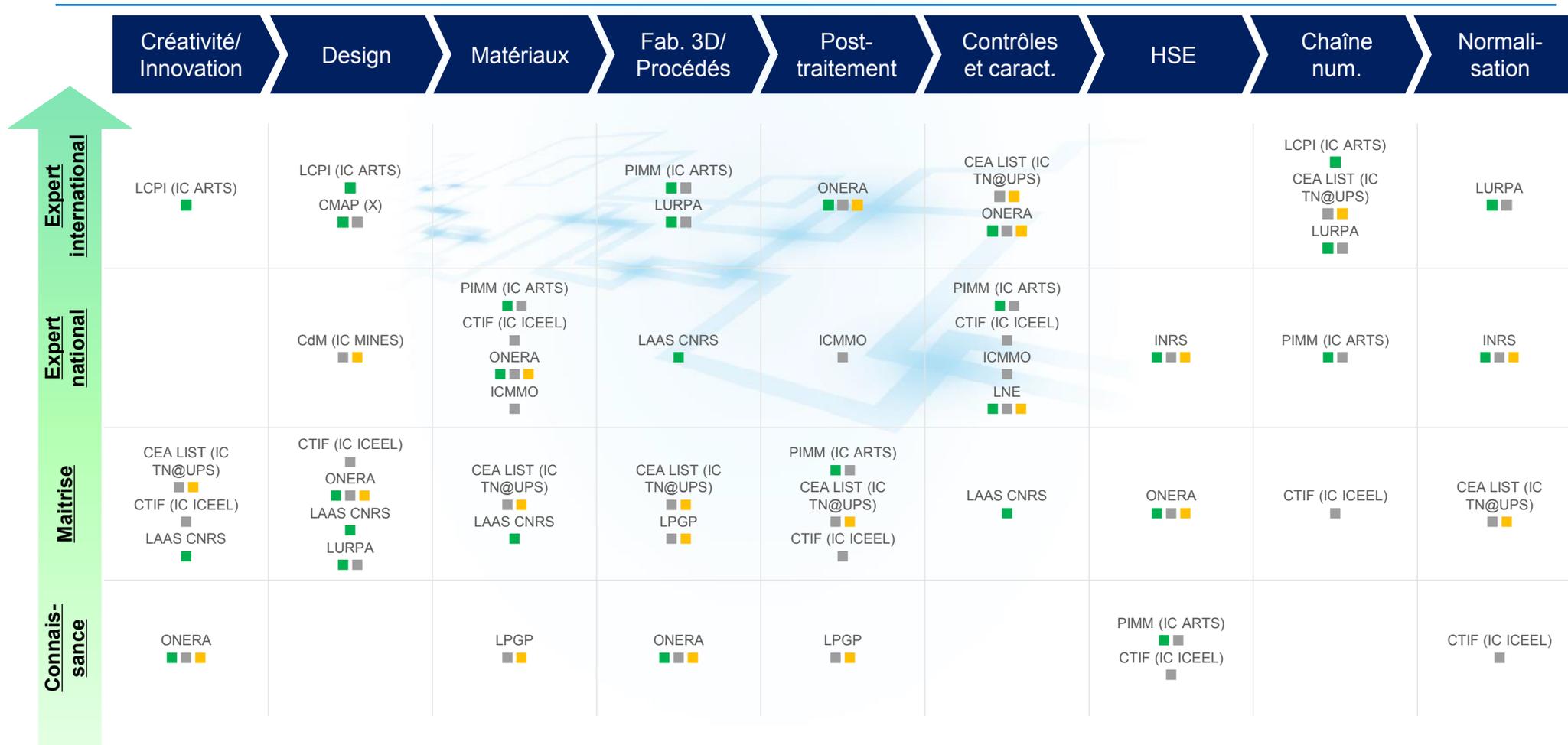


(*) Nb d'ETP permanents / Nb d'ETP total

Sources : questionnaires, entretiens, analyse CMI

Hormis pour la HSE, l'Ile-de-France dispose de centres experts sur toutes les briques, aussi bien au niveau national qu'international

Niveau d'expertise des centres par brique et matériaux traités - Région Ile-de-France



Sources : questionnaires, entretiens, analyse CMI

■ Polymères ■ Métaux ■ Céramiques

En région Grand Est, les acteurs sont déjà structurés notamment autour des deux Instituts Carnot MICA et ICEEL

Localisation des centres de compétences en région Grand Est (nombre d'ETP/antériorité en FA)

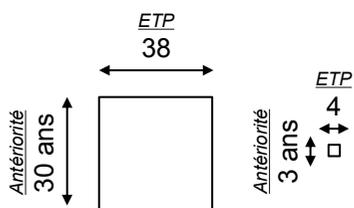
- La région se structure dans le domaine de la Fabrication Additive également par le biais du Pôle Materialia



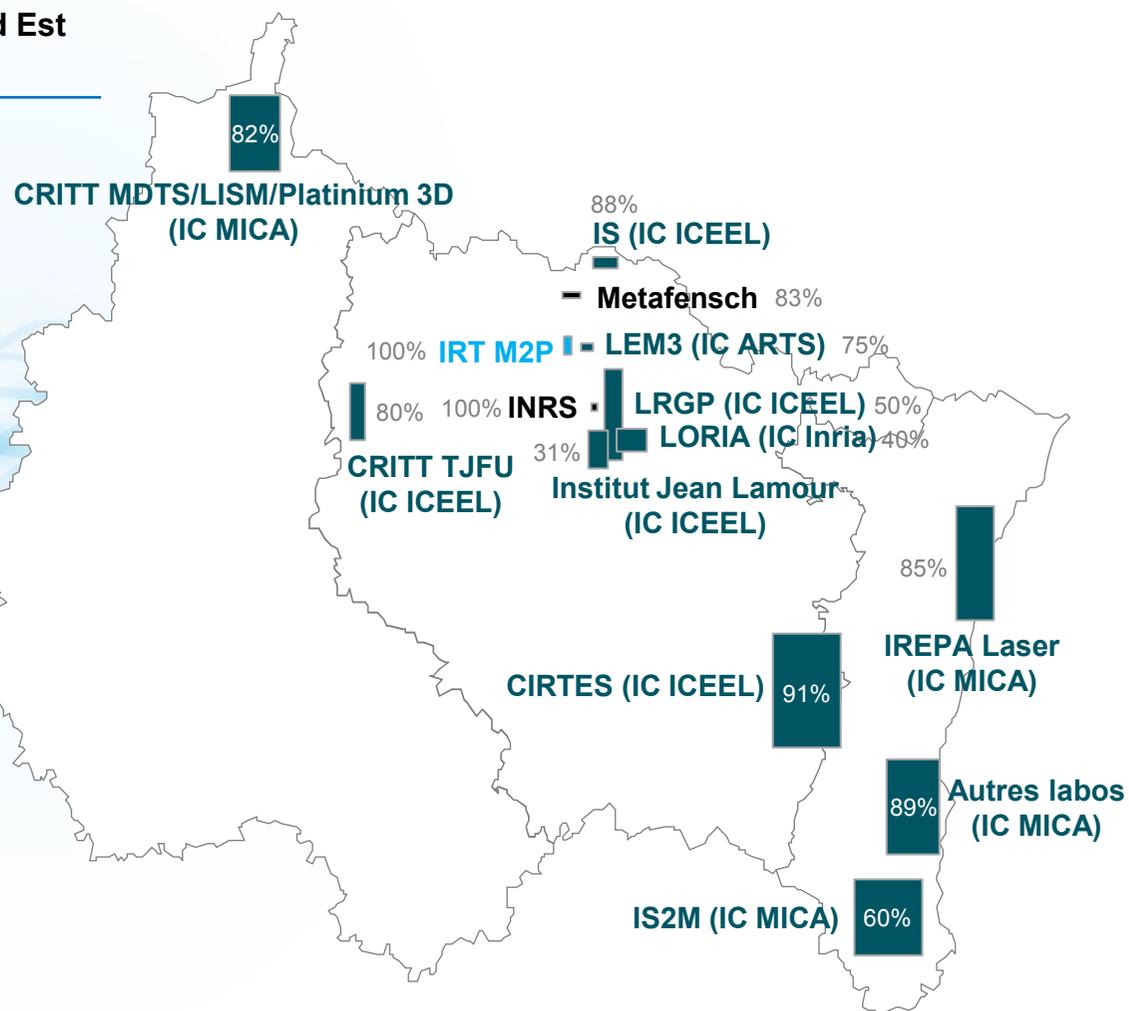
Total ETP : 144

X% : Taux d'ETP permanents*

Echelle :



- Instituts Carnot de la filière Manufacturing
- Autres Instituts Carnot, Laboratoires, Centres techniques
- Instituts de Recherche Technologique
- Acteurs identifiés avec 0 ETP

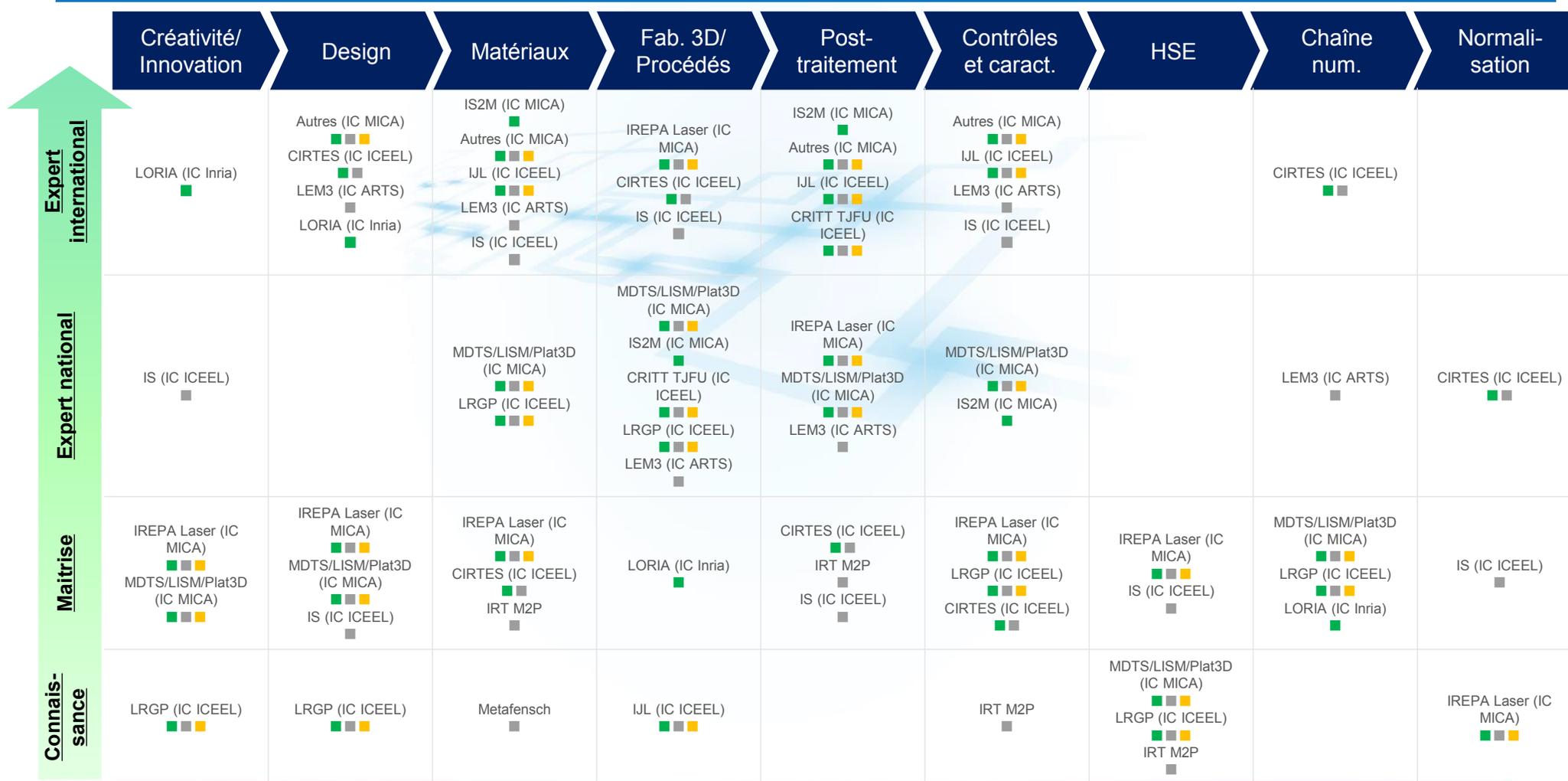


(*): Nb d'ETP permanents / Nb d'ETP total

Sources : questionnaires, entretiens, analyse CMI

La région Grand Est regroupe des centres experts majoritairement sur les maillons allant du design aux contrôles et à la caractérisation

Niveau d'expertise des centres par brique et matériaux traités - Région Grand Est



Sources : questionnaires, entretiens, analyse CMI

■ Polymères ■ Métaux ■ Céramiques

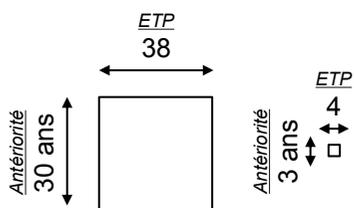
L'ouest de la France est représenté par l'agglomération nantaise (Centrale Nantes, IRT Jules Vernes) mais à ce stade, il n'y a pas d'acteurs R&D qui se sont identifiés en Bretagne sur la problématique Fabrication Additive

Localisation des centres de compétences en région Bretagne + Pays-de-la-Loire (nombre d'ETP/antériorité en FA)

- Un écosystème s'est créé dans la région de Nantes grâce à la création de l'IRT Jules Verne et au Pôle de compétitivité EMC2 autour des acteurs académiques et industriels locaux



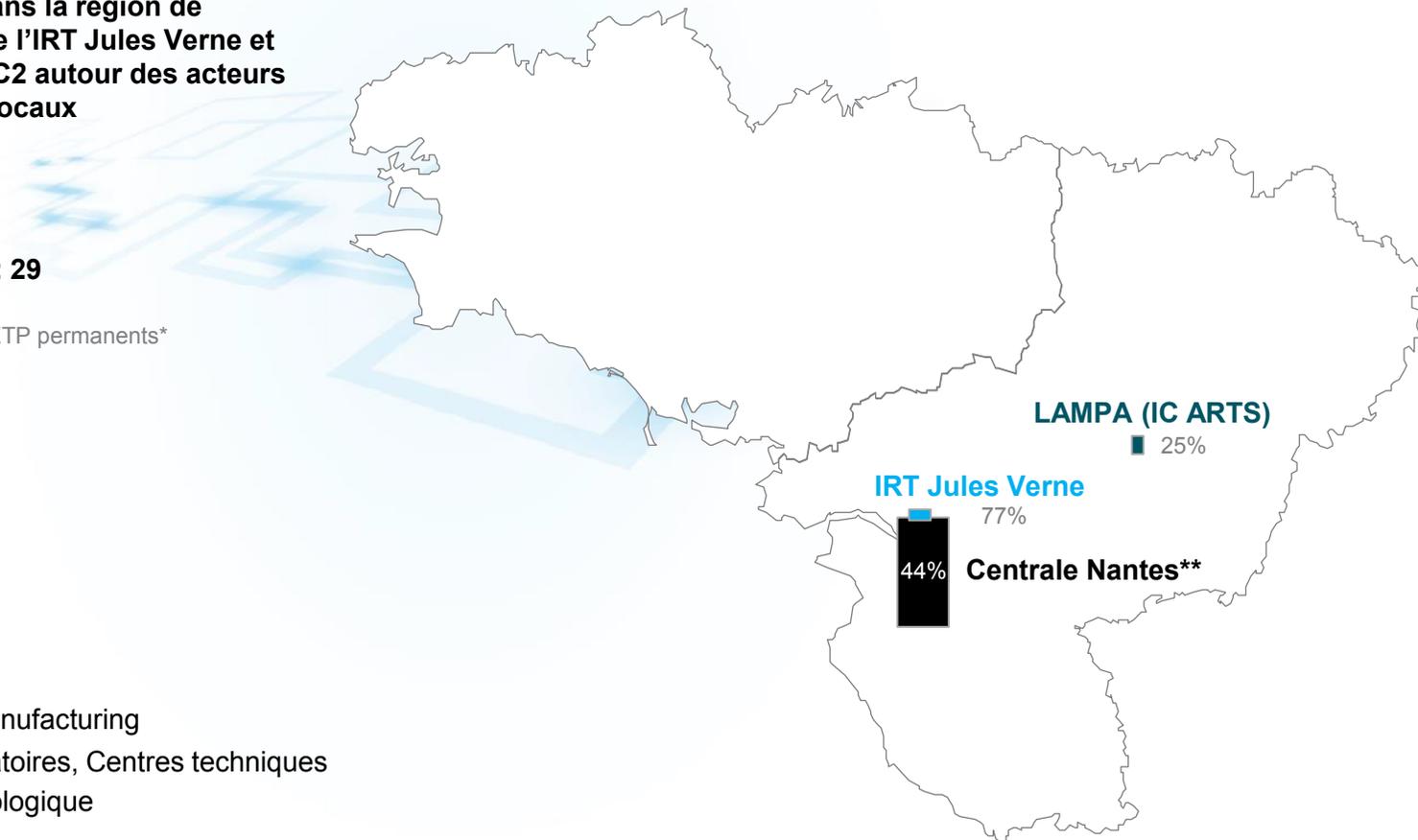
Echelle :



- Instituts Carnot de la filière Manufacturing
- Autres Instituts Carnot, Laboratoires, Centres techniques
- Instituts de Recherche Technologique
- Acteurs identifiés avec 0 ETP

Total ETP : 29

X% : Taux d'ETP permanents*



(**) GEM, IRCCYN

(*) Nb d'ETP permanents / Nb d'ETP total

Sources : questionnaires, entretiens, analyse CMI

La région Bretagne/Pays-de-la-Loire comprend 3 centres avec chacun des niveaux d'expertise différents selon les briques

Niveau d'expertise des centres par brique et matériaux traités - Région Bretagne/Pays-de-la-Loire



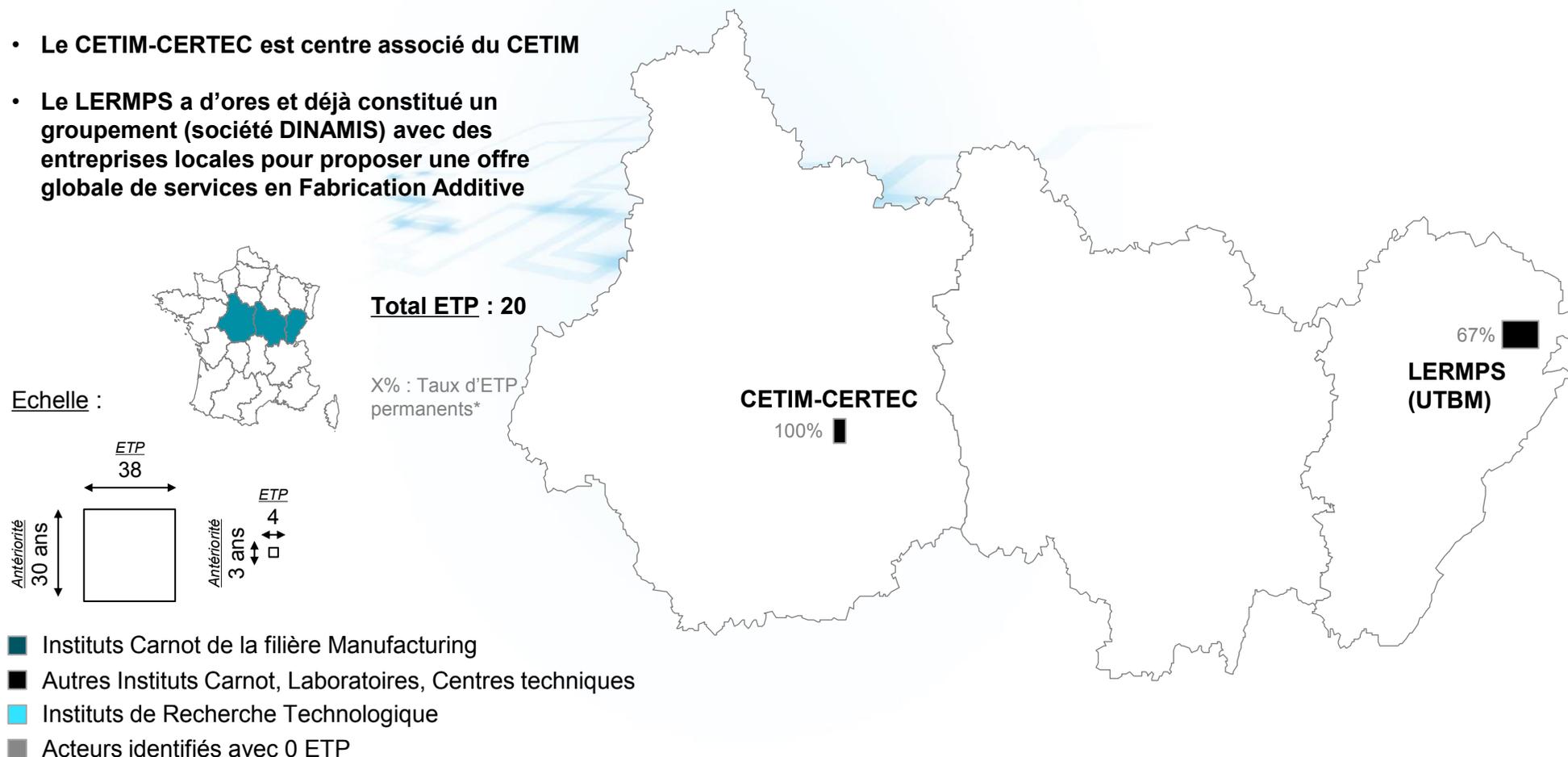
Sources : questionnaires, entretiens, analyse CMI

■ Polymères ■ Métaux ■ Céramiques

Les régions Centre-Val-de-Loire et Bourgogne-Franche-Comté ne recensent que deux acteurs aujourd'hui, mais néanmoins bien implantés dans l'écosystème de la Fabrication Additive

Localisation des centres de compétences en région Centre-Val-de-Loire + Bourgogne-Franche-Comté (nombre d'ETP/antériorité en FA)

- Le CETIM-CERTEC est centre associé du CETIM
- Le LERMPS a d'ores et déjà constitué un groupement (société DINAMIS) avec des entreprises locales pour proposer une offre globale de services en Fabrication Additive



(*): Nb d'ETP permanents / Nb d'ETP total

Sources : questionnaires, entretiens, analyse CMI

Avec seulement 2 centres, la région Centre-Val-de-Loire/Bourgogne réussit à réunir des expertises sur plusieurs briques de la chaîne de valeur

Niveau d'expertise des centres par brique et matériaux traités - Région Centre-Val-de-Loire/Bourgogne



Sources : questionnaires, entretiens, analyse CMI

■ Polymères ■ Métaux ■ Céramiques

La région Nouvelle Aquitaine est très active dans le domaine de la Fabrication Additive et est en train de constituer un réseau régional d'acteurs

Localisation des centres de compétences en région Nouvelle Aquitaine (nombre d'ETP/antériorité en FA)

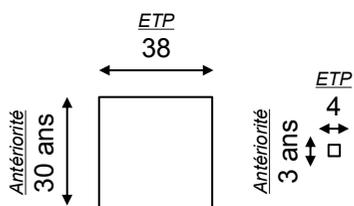
- La région de Limoges accueille le cluster historique français autour des technologies céramiques
- La région Nouvelle Aquitaine a fortement investi dans le montage de plateformes : Coh@bit, Alphanov, Addimadour... (non représentées à ce stade)



Total ETP : 29

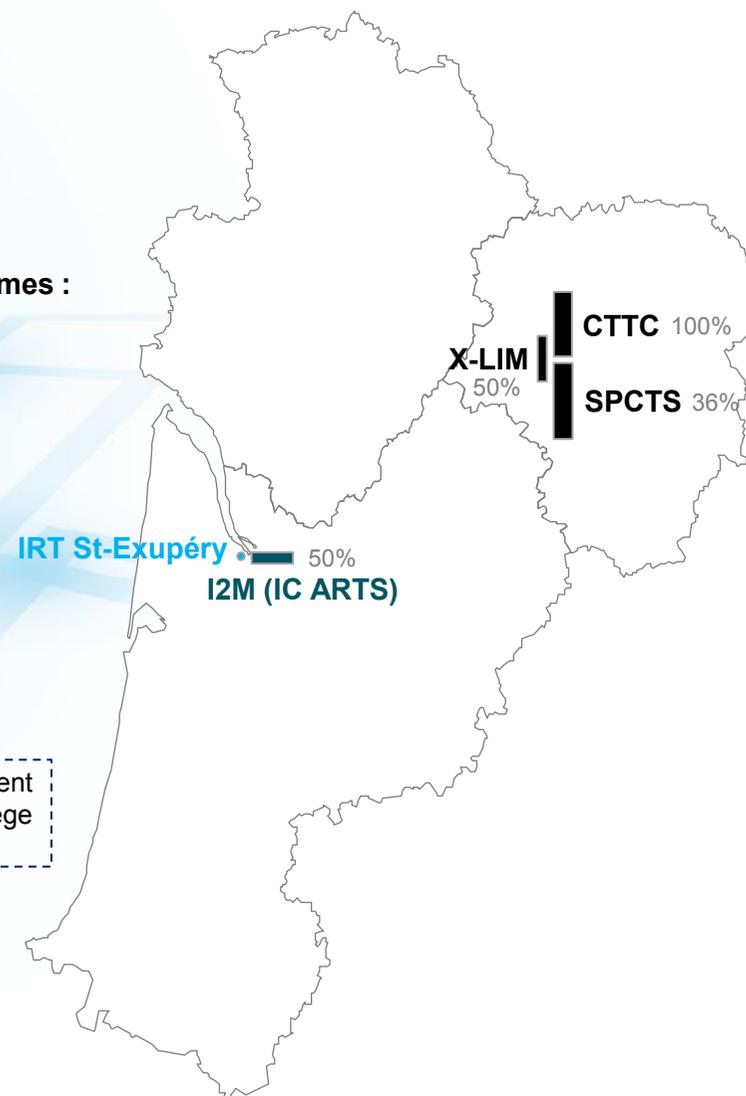
X% : Taux d'ETP permanents*

Echelle :



L'IRT Saint-Exupéry est également présent à Bordeaux en plus de son siège de Toulouse.

- Instituts Carnot de la filière Manufacturing
- Autres Instituts Carnot, Laboratoires, Centres techniques
- Instituts de Recherche Technologique
- Acteurs identifiés avec 0 ETP



(*): Nb d'ETP permanents / Nb d'ETP total

Sources : questionnaires, entretiens, analyse CMI

La région Nouvelle-Aquitaine réunit des experts nationaux et internationaux sur les 6 briques amont de la chaîne de valeur

Niveau d'expertise des centres par brique et matériaux traités - Région Nouvelle-Aquitaine



Sources : questionnaires, entretiens, analyse CMI

■ Polymères ■ Métaux ■ Céramiques

La région Auvergne-Rhône-Alpes possède des laboratoires dans ses 3 principales villes (Lyon, Saint-Etienne, Grenoble) ainsi qu'à Oyonnax

Localisation des centres de compétences en région Auvergne-Rhône-Alpes (nombre d'ETP/antériorité en FA)

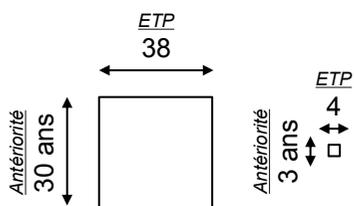
- La région s'est structurée également dans le domaine de la Fabrication Additive par le biais du réseau RAFAM



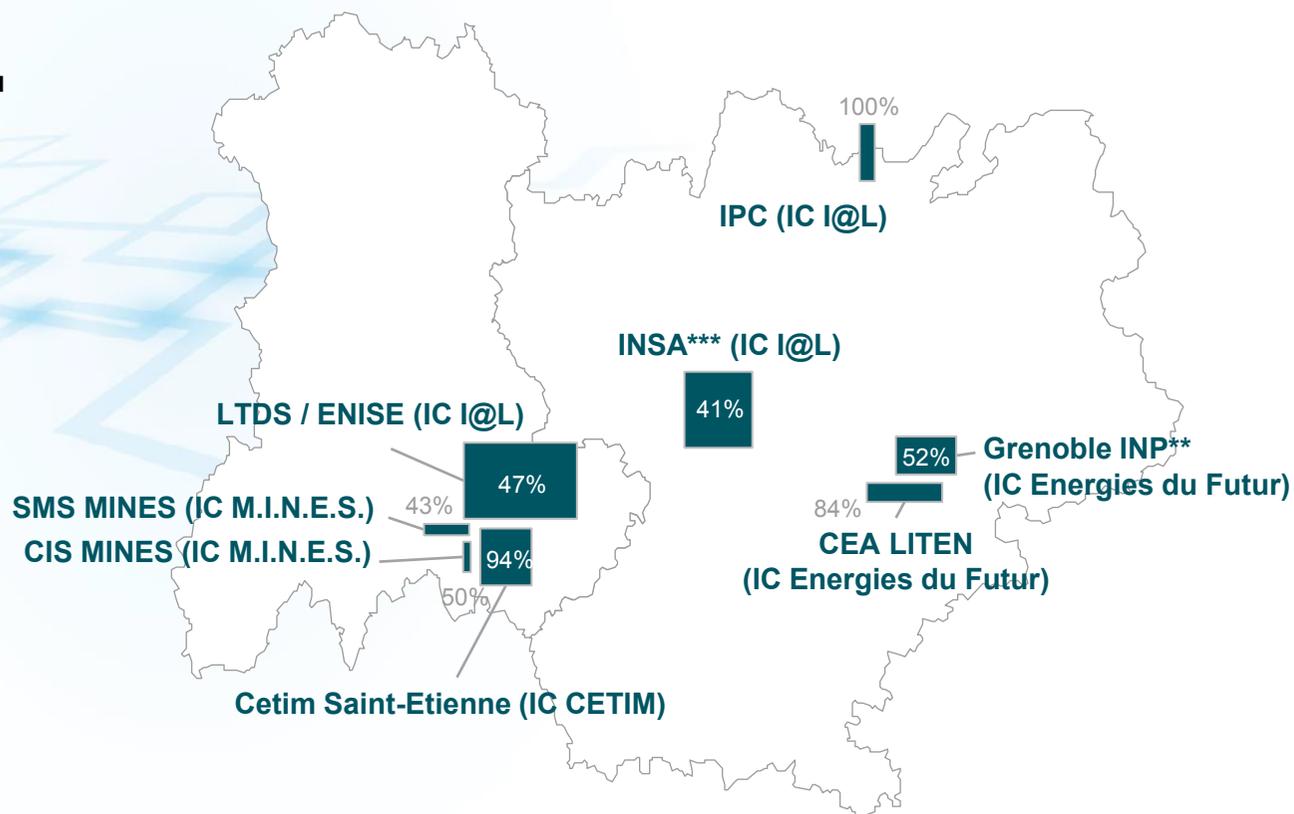
Total ETP : 145

X% : Taux d'ETP permanents*

Echelle :



- Instituts Carnot de la filière Manufacturing
- Autres Instituts Carnot, Laboratoires, Centres techniques
- Instituts de Recherche Technologique
- Acteurs identifiés avec 0 ETP



(***) LAMCOS, MATEIS, CETHIL, IMP

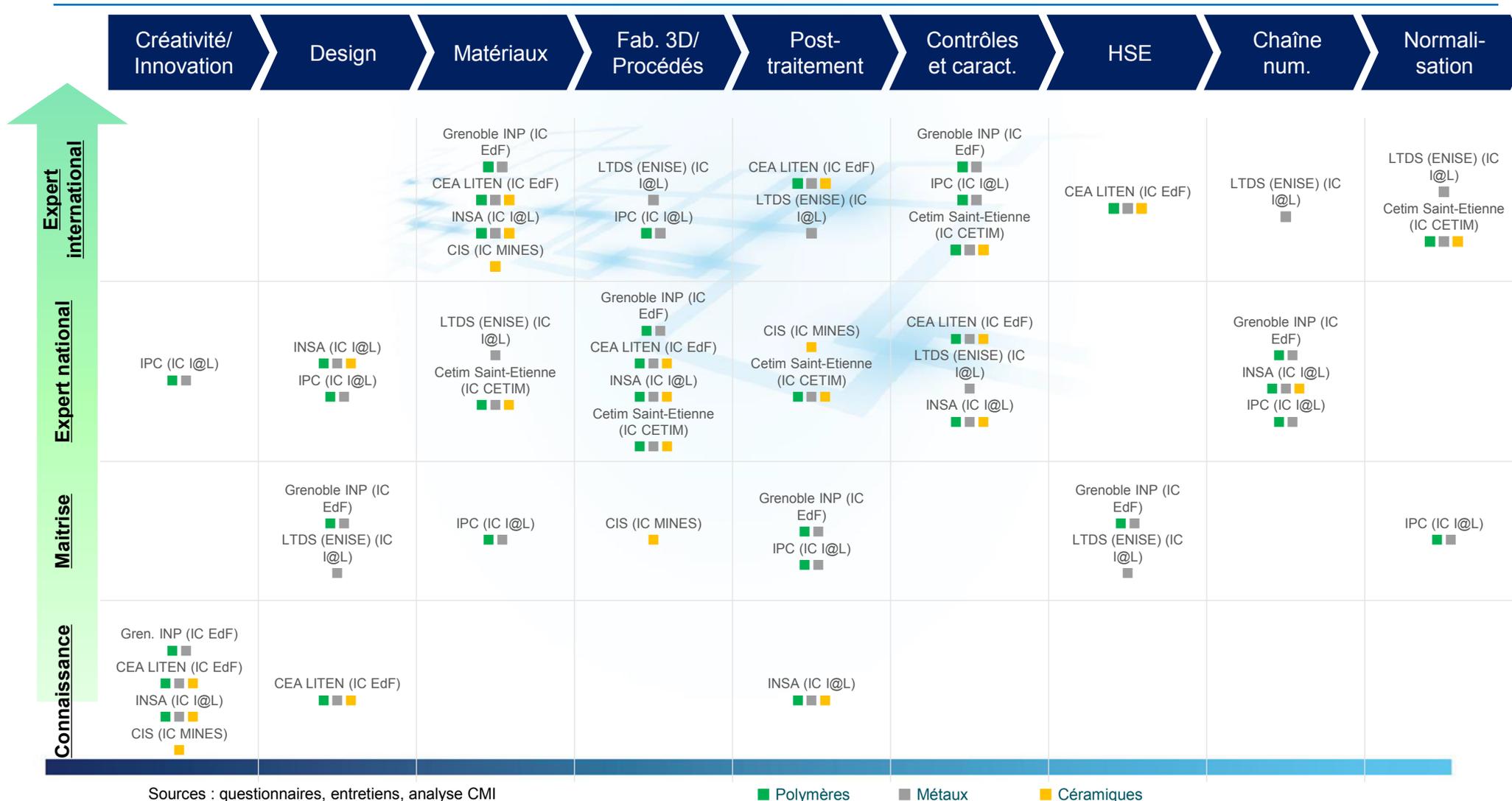
(**) Dont SIMAP, G-SCOP

(*) Nb d'ETP permanents / Nb d'ETP total

Sources : questionnaires, entretiens, analyse CMI

La région Auvergne-Rhône-Alpes possède un haut niveau d'expertise sur l'ensemble de la chaîne de valeur

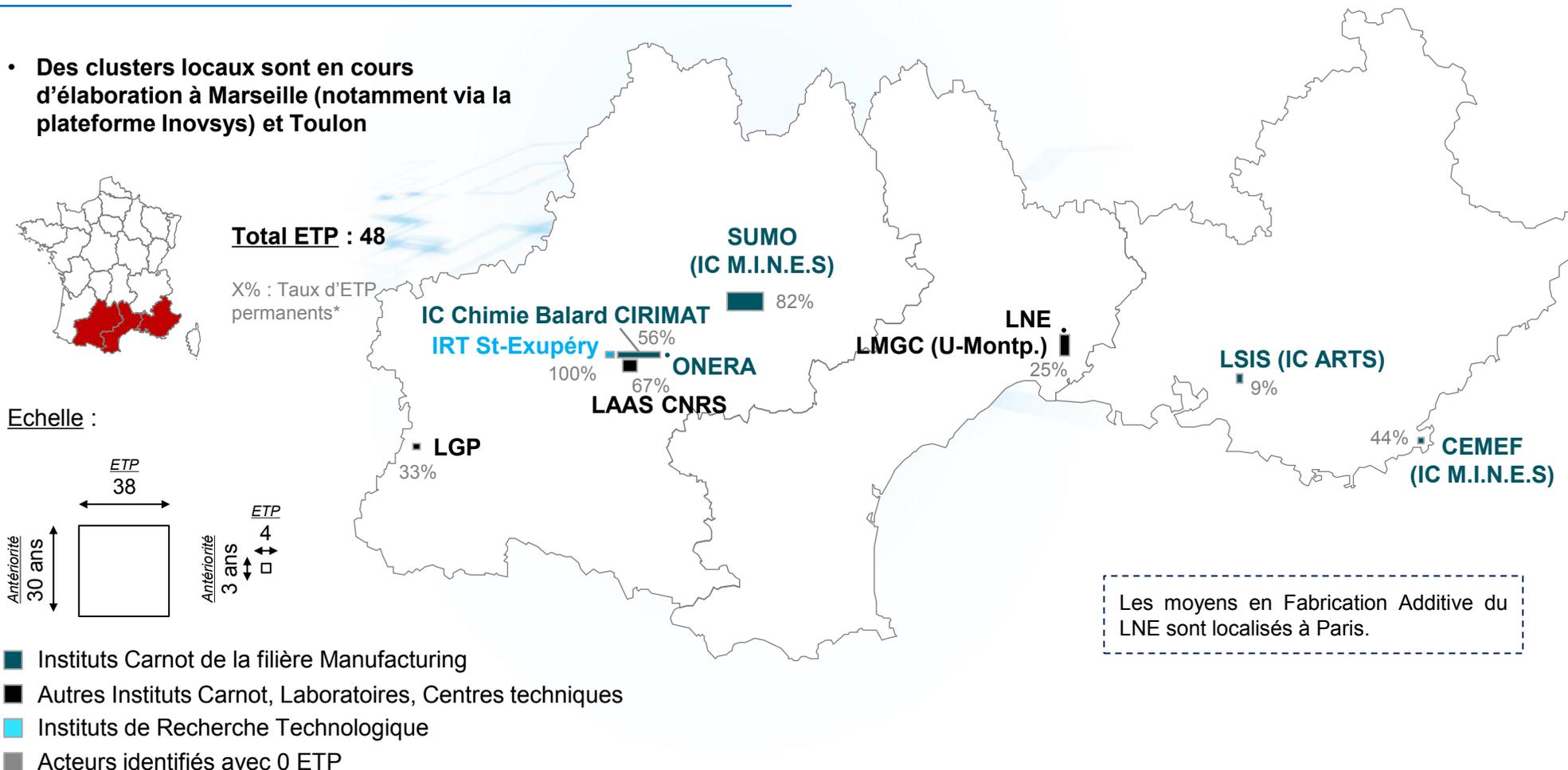
Niveau d'expertise des centres par brique et matériaux traités - Région Auvergne-Rhône-Alpes



Les principales villes de la région (Toulouse, Montpellier-Nîmes, Aix-Marseille, Nice) possèdent un laboratoire en Fabrication Additive, avec une plus forte concentration dans la région toulousaine

Localisation des centres de compétences en région Occitanie + Provence-Alpes-Côte-d'Azur (nombre d'ETP/antériorité en FA)

- Des clusters locaux sont en cours d'élaboration à Marseille (notamment via la plateforme Inovsys) et Toulon



(*): Nb d'ETP permanents / Nb d'ETP total

Sources : questionnaires, entretiens, analyse CMI

Les centres de la région Occitanie/PACA maîtrisent la chaîne de valeur de bout en bout, l'expertise avancée étant concentrée sur les briques amont

Niveau d'expertise des centres par brique et matériaux traités - Région Occitanie/PACA



Sources : questionnaires, entretiens, analyse CMI

■ Polymères ■ Métaux ■ Céramiques

3

Les compétences
par procédés /
Chaîne de valeur

Alors que certains laboratoires sont plutôt généralistes et utilisent de multiples procédés...

Procédés de Fabrication Additive pour lesquels les centres interrogés développent des compétences* (1/3)

	Fusion sur lit de poudre	Dépôt de matière ss énergie conc.	Photopolym. en cuve	Extrusion de matière	Projection de matière	Jet d'encre	Combinaison de technologies	Projection de liant	Stratification de couches
Exemples de procédés commerciaux associés	<i>SLM, SLS, LBM, EBM, DMLS</i>	<i>LMD, CLAD, FDM, WAAM, ADM, DMD, LENS, MIG</i>	<i>SLA, DLP</i>	<i>FDM, FFF, Robocasting</i>	<i>WAAM, FDM, Cold Spray, SLM</i>	<i>DoD</i>	<i>SLS + Laser Femto</i>	<i>Voxeljet, Blinder Jetting</i>	<i>FDM, SLM, Stratoconception</i>
Autres (IC MICA)	●	●	●	●	●		●		
CdM (IC MINES)	●	●		●					
CEA LITEN (IC EdF)	●		●	●		●			
CEMEF (IC MINES)	●	●							
Cetim Saint-Et. (IC CETIM)	●		●					●	
CETIM-CERTEC	●								
CIRTES (IC ICEEL)	●	●	●	●	●	●	●	●	●
CIS (IC MINES)	●					●			
CMAP (X)	●								
CRISMAT (IC ESP)									●
CRITT TJFU (IC ICEEL)		●					●		
CTIF (IC ICEEL)			●						
CTTC	●	●	●	●	●		●	●	
GEM/IRCCYN (ECN)		●		●	●		●		

(*) Il est important de noter que les centres peuvent développer des compétences sur certains procédés (ex. : simulation) sans nécessairement détenir un parc machines en propre.

Sources : questionnaires, entretiens, analyse CMI

...d'autres se concentrent sur quelques technologies...

Procédés de Fabrication Additive pour lesquels les centres interrogés développent des compétences* (2/3)

	Fusion sur lit de poudre	Dépôt de matière ss énergie conc.	Photopolym. en cuve	Extrusion de matière	Projection de matière	Jet d'encre	Combinaison de technologies	Projection de liant	Stratification de couches
GPM (IC ESP)		●		●					●
Grenoble INP (IC EdF)	●	●							
I2M (IC ARTS)	●		●		●	●		●	
IC Ch. Balard CIRIMAT	●								
CEA LIST (IC TN@UPS)	●	●						●	
IJL (IC ICEEL)	●		●	●					
IPC (IC I@L)	●	●	●	●	●	●	●	●	●
IREPA Laser (IC MICA)		●							
IRT Jules Verne	●	●		●					
IRT Saint-Exup.	●								
IRT SystemX	●	●	●			●			
IS (IC ICEEL)		●							
IS2M (IC MICA)			●						●
LAAS CNRS		●	●			●	●		
LAMCOS/MATEIS /CETHIL/IMP (INSA) (IC I@L)	●	●	●	●	●			●	

(*) Il est important de noter que les centres peuvent développer des compétences sur certains procédés (ex. : simulation) sans nécessairement détenir un parc machines en propre.

Sources : questionnaires, entretiens, analyse CMI

...voire même se spécialisent sur un procédé

Procédés de Fabrication Additive pour lesquels les centres interrogés développent des compétences* (3/3)

	Fusion sur lit de poudre	Dépôt de matière ss énergie conc.	Photopolym. en cuve	Extrusion de matière	Projection de matière	Jet d'encre	Combinaison de technologies	Projection de liant	Stratification de couches
LAMIH (IC ARTS)	●		●						
LCPI (IC ARTS)				●	●				
LEM3 (IC ARTS)	●								
LERMPS (UTBM)	●								
LGP (ENIT)	●	●			●				●
LMGC (U-Montp.)		●							
LORIA (IC Inria)	●		●	●					
LPGP	●								
LRGP (IC ICEEL)	●		●						
LTDS (ENISE) (IC I@L)	●	●			●		●		
LURPA	●	●	●			●			
MDTS/LISM/Plat3 D (IC MICA)	●	●	●	●	●		●	●	●
ONERA	●								
PIMM (IC ARTS)	●	●		●	●			●	
SMS (IC MINES)	●				●	●		●	
SPCTS			●	●		●			
SUMO (IC MINES)	●	●		●					
TPCIM (IC MINES)				●					
XLIM	●		●	●		●			
# centres	35	24	19	19	13	11	9	10	7

(*) Il est important de noter que les centres peuvent développer des compétences sur certains procédés (ex. : simulation) sans nécessairement détenir un parc machines en propre.

Sources : questionnaires, entretiens, analyse CMI



	Créativité/Innovation	Design	Matériaux	Fab. 3D/Procédés	Post-traitement	Contrôles et caract.	HSE	Chaîne num.	Normalisation
Expert international	LCPI (IC ARTS)	Autres (IC MICA)	Autres (IC MICA)	CEMEF (IC MINES)	Autres (IC MICA)	Autres (IC MICA)	CEA LITEN (IC EdF)	CEA LIST (IC TN@UPS)	Cetim Saint-Etienne (IC CETIM)
	LORIA (IC Inria)	CIRTES (IC ICEEL)	CEA LITEN (IC EdF)	CIRTES (IC ICEEL)	CEA LITEN (IC EdF)	CEA LIST (IC TN@UPS)		CIRTES (IC ICEEL)	GEM/IRCCYN (Centrale Nantes)
	XLIM	CMAPI (X)	Grenoble INP (IC EdF)	CTTC	CRITT TJFU (IC ICEEL)	Grenoble INP (IC EdF)		GEM/IRCCYN (Centrale Nantes)	LTDS (ENISE) (IC I@L)
		I2M (IC ARTS)	IC Ch. Balard CIRIMAT	GEM/IRCCYN (Centrale Nantes)	IC Ch. Balard CIRIMAT	I2M (IC ARTS)		LCPI (IC ARTS)	LURPA
		LCPI (IC ARTS)	IJL (IC ICEEL)	I2M (IC ARTS)	IJL (IC ICEEL)	IJL (IC ICEEL)		LTDS (ENISE) (IC I@L)	
		LEM3 (IC ARTS)	INSA (IC I@L)	IPC (IC I@L)	IS2M (IC MICA)	IPC (IC I@L)		LURPA	
		LORIA (IC Inria)	IS (IC ICEEL)	IREPA Laser (IC MICA)	LTDS (ENISE) (IC I@L)	IS (IC ICEEL)			
		XLIM	IS2M (IC MICA)	IS (IC ICEEL)	ONERA	LAMPA (IC ARTS)			
			LEM3 (IC ARTS)	LTDS (ENISE) (IC I@L)	SPCTS	LEM3 (IC ARTS)			
			SPCTS	LURPA	ONERA				
			PIMM (IC ARTS)	SPCTS					
			SPCTS	SUMO (IC MINES)					
Expert national	GEM/IRCCYN (Centrale Nantes)	CdM (IC MINES)	CEMEF (IC MINES)	CEA LITEN (IC EdF)	CIS (IC MINES)	CEA LITEN (IC EdF)	INRS	Grenoble INP (IC EdF)	CIRTES (IC ICEEL)
	IPC (IC I@L)	CEMEF (IC MINES)	CETIM-CERTEC	CETIM-CERTEC	CTTC	Cetim Saint-Etienne (IC CETIM)		INSA (IC I@L)	INRS
	IS (IC ICEEL)	GEM/IRCCYN (Centrale Nantes)	CTIF (IC ICEEL)	CRITT TJFU (IC ICEEL)	GEM/IRCCYN (Centrale Nantes)	Cetim Senlis (IC CETIM)		IPC (IC I@L)	LERMPS (UTBM)
	SUMO (IC MINES)	INSA (IC I@L)	CTTC	Grenoble INP (IC EdF)	ICMMO	CTIF (IC ICEEL)		LEM3 (IC ARTS)	
		IPC (IC I@L)	GEM/IRCCYN (Centrale Nantes)	INSA (IC I@L)	IREPA Laser (IC MICA)	CTTC		PIMM (IC ARTS)	
			ICMMO	IS2M (IC MICA)	LEM3 (IC ARTS)	GEM/IRCCYN (Centrale Nantes)		UTC	
			LRGP (IC ICEEL)	LAAS CNRS	MDTS/LISM/Plat3D (IC MICA)	IC Ch. Balard CIRIMAT			
			LTDS (ENISE) (IC I@L)	LEM3 (IC ARTS)	ICMMO				
			MDTS/LISM/Plat3D (IC MICA)	LRGP (IC ICEEL)	INSA (IC I@L)				
			ONERA	MDTS/LISM/Plat3D (IC MICA)	IS2M (IC MICA)				
			PIMM (IC ARTS)	TPCIM (IC MINES)	LNE				
			SUMO (IC MINES)		LTDS (ENISE) (IC I@L)				
			TPCIM (IC MINES)		MDTS/LISM/Plat3D (IC MICA)				
				PIMM (IC ARTS)					
				UTC					
				XLIM					
Maîtrise	CEA LIST (IC TN@UPS)	Cetim Senlis (IC CETIM)	CEA LIST (IC TN@UPS)	CEA LIST (IC TN@UPS)	CEA LIST (IC TN@UPS)	CETIM-CERTEC	Cetim Senlis (IC CETIM)	CTIF (IC ICEEL)	CEA LIST (IC TN@UPS)
	Cetim Senlis (IC CETIM)	CETIM-CERTEC	Cetim Saint-Etienne (IC CETIM)	Cetim Saint-Etienne (IC CETIM)	Cetim Saint-Etienne (IC CETIM)	CIRTES (IC ICEEL)	GEM/IRCCYN (Centrale Nantes)	I2M (IC ARTS)	IPC (IC I@L)
	CTIF (IC ICEEL)	CTIF (IC ICEEL)	Cetim Senlis (IC CETIM)	CIS (IC MINES)	Cetim Senlis (IC CETIM)	IREPA Laser (IC MICA)	Grenoble INP (IC EdF)	LMGC (U-Montp.)	IS (IC ICEEL)
	IREPA Laser (IC MICA)	CTTC	CIRTES (IC ICEEL)	LAMPA (IC ARTS)	CETIM-CERTEC	LAAS CNRS	IREPA Laser (IC MICA)	LORIA (IC Inria)	SUMO (IC MINES)
	LAAS CNRS	Grenoble INP (IC EdF)	CIS (IC MINES)	LERMPS (UTBM)	CIRTES (IC ICEEL)	LERMPS (UTBM)	IS (IC ICEEL)	LRGP (IC ICEEL)	UTC
	MDTS/LISM/Plat3D (IC MICA)	IREPA Laser (IC MICA)	I2M (IC ARTS)	LMGC (U-Montp.)	CTIF (IC ICEEL)	LGP (ENIT)	LERMPS (UTBM)	MDTS/LISM/Plat3D (IC MICA)	
		IRT Jules Verne	IPC (IC I@L)	LORIA (IC Inria)	Grenoble INP (IC EdF)	LMGC (U-Montp.)	LTDS (ENISE) (IC I@L)	SUMO (IC MINES)	
		IS (IC ICEEL)	IREPA Laser (IC MICA)	LPGP	I2M (IC ARTS)	LRGP (IC ICEEL)	ONERA		
		LAAS CNRS	IRT M2P	SUMO (IC MINES)	IPC (IC I@L)		SUMO (IC MINES)		
		LSIS (IC ARTS)	LAAS CNRS	XLIM	IRT M2P				
		LTDS (ENISE) (IC I@L)	LERMPS (UTBM)		IS (IC ICEEL)				
		LURPA	LGP (ENIT)		LAMPA (IC ARTS)				
		MDTS/LISM/Plat3D (IC MICA)	LMGC (U-Montp.)		LERMPS (UTBM)				
		ONERA			PIMM (IC ARTS)				
		SUMO (IC MINES)			SUMO (IC MINES)				
	TPCIM (IC MINES)								
	UTC								

4

Les chiffres clés

• Général	34
• ETP	35
• Budget	37
• TRL	38
• Secteurs d'activités	40
• Compétences	44

Le dispositif français de R&D institutionnelle en Fabrication Additive devient significatif, avec une représentation de 57 centres de compétences

Aperçu de quelques indicateurs quantitatifs de l'échantillon étudié

A ce stade, une filière française de 57 centres ayant trait aux problématiques de Fabrication Additive



≈ 49 M€ de budget annuel estimé en R&D pour la Fabrication Additive
(dont 22 M€ provenant de partenariats industriels directs)



524 ETP (dont 334 permanents*)
(≈ 4,5 ans d'ancienneté moyenne)



> 636 publications
> 110 brevets déposés



57 M€ de matériel dédié à la R&D en Fabrication Additive**

(*) Les ETP non permanents sont les doctorants et post-doctorants

(**) Les éléments qui concourent aux études mais qui ne sont pas dédiés à la FA (ex. : MEB, tomographes...) n'ont pas été intégrés

Les régions Grand Est et Auvergne-Rhône-Alpes comptabilisent près de 50% des ETP travaillant sur la fabrication additive au niveau national

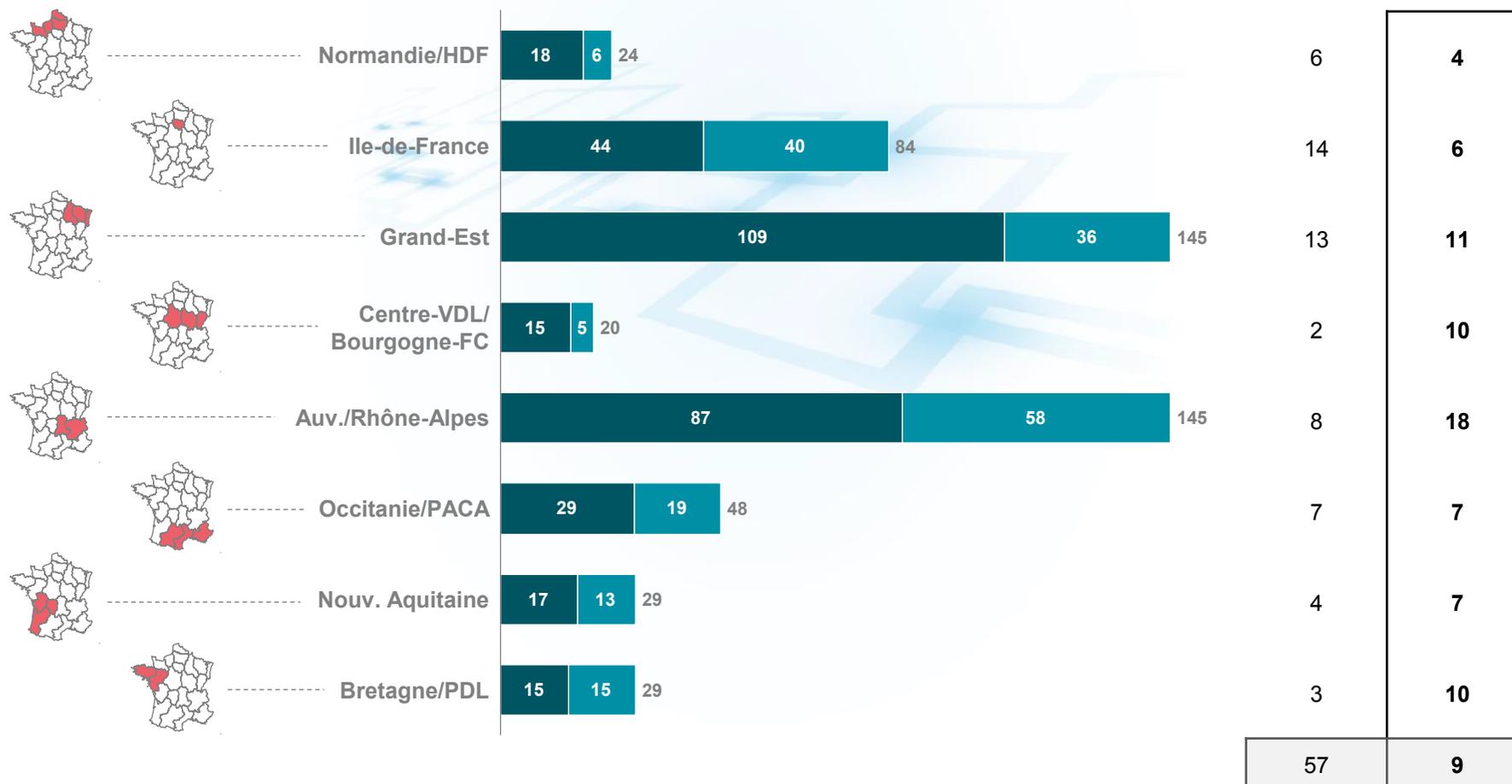
Concentrations régionales en ETP dédiés à la fabrication additive

Nombre d'ETP par région

■ Permanents ■ Non permanents

Total ETP : 524

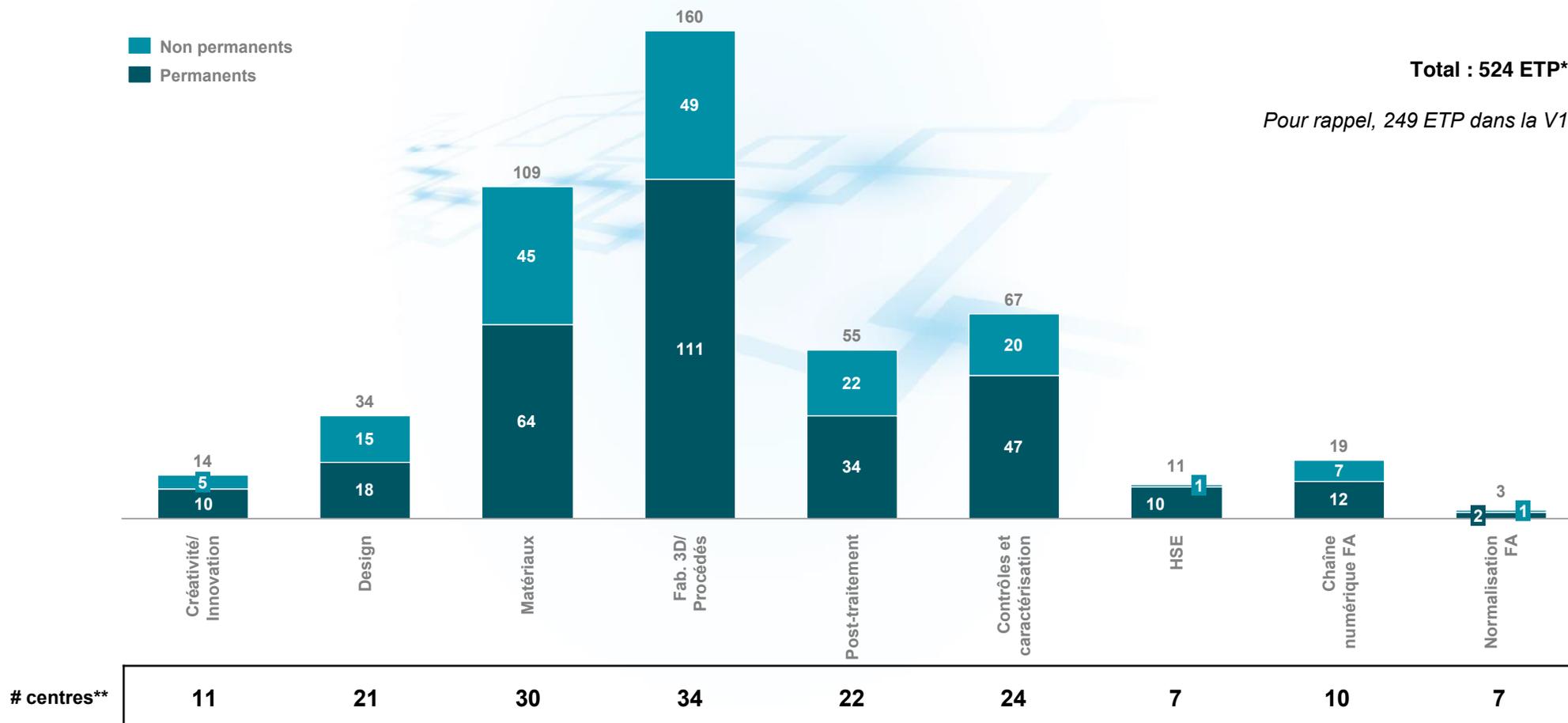
Nb de centres **ETP moy/centre**



Sources : questionnaires, entretiens, analyse CMI

Plus de 50% des effectifs sont concentrés sur les briques Matériaux et Procédés de fabrication

Répartition des ETP par brique de la chaîne de valeur



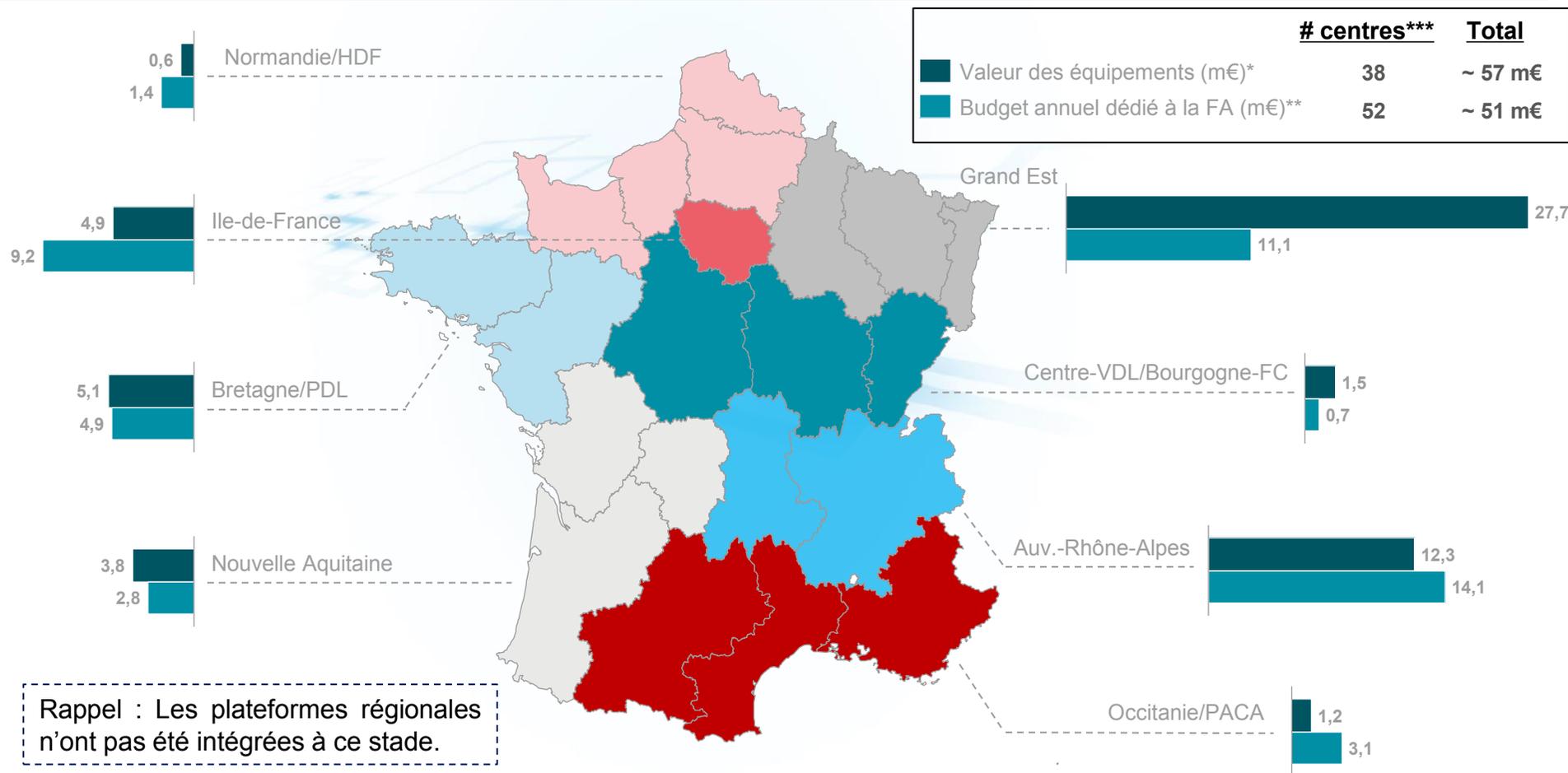
(*) Répartis sur 56 centres. 53 ETP n'ont pu être représentés car pas de répartition par brique d'affectation

(**) Nombre de centres ayant indiqué des ETP par brique

Sources : questionnaires, entretiens, analyse CMI

Un budget de près de 49 M€ annuel en R&D 57 M€ d'équipements

Représentation régionale du parc des équipements et des budgets annuels alloués à la fabrication additive (en m€)



(*) Valeur d'achat des équipements de fabrication additive détenus par les centres

(**) 2016 estimé

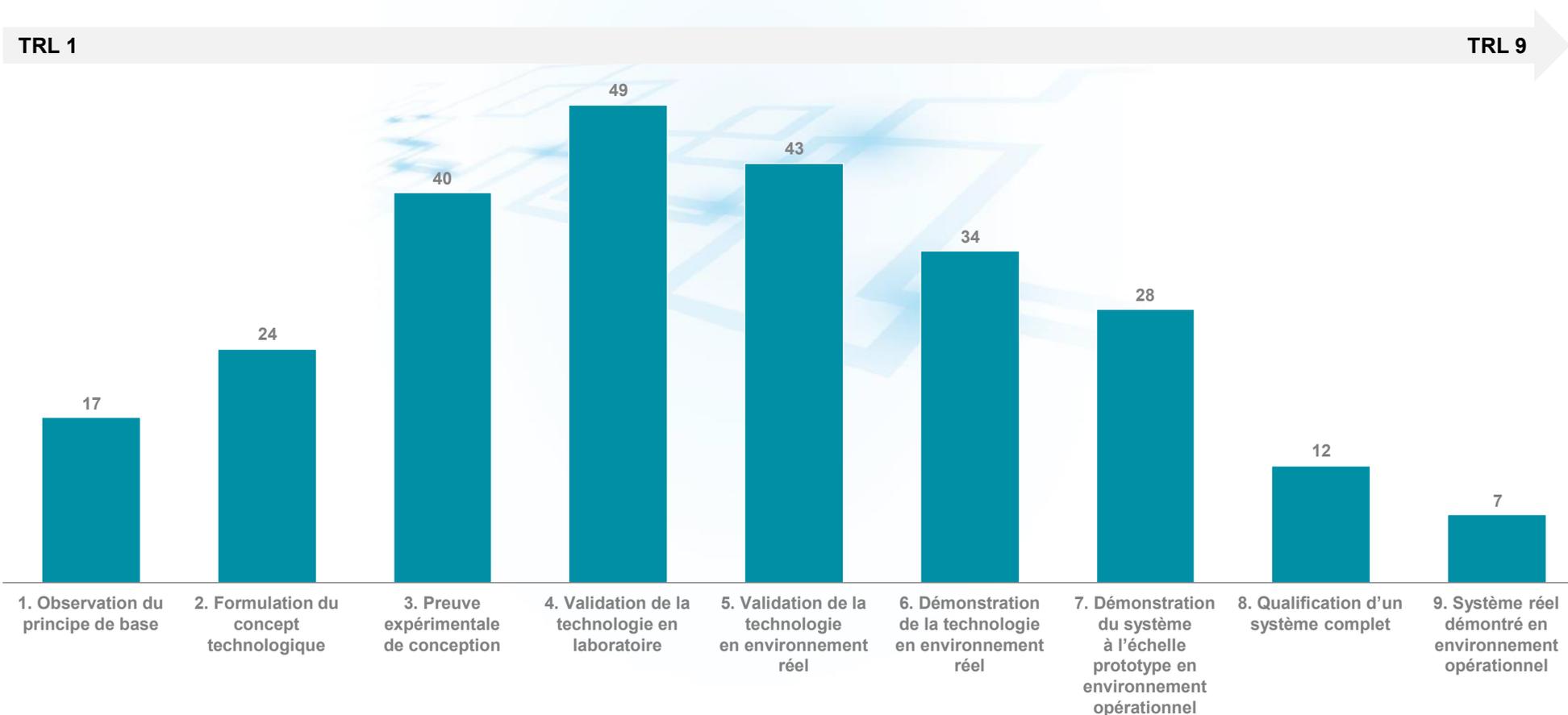
(***) Ayant renseigné l'information et > 0€

Sources : questionnaires, entretiens, analyse CMI

Les laboratoires sont présents sur toute l'échelle de TRL, mais peu arrivent au niveau 8, plutôt dédié aux industriels. Néanmoins, 75% ont au moins validé leur technologie en environnement réel (TRL 5)

Répartition des centres sur l'échelle TRL au niveau national

Nombre de centres positionnés sur chaque niveau de l'échelle TRL



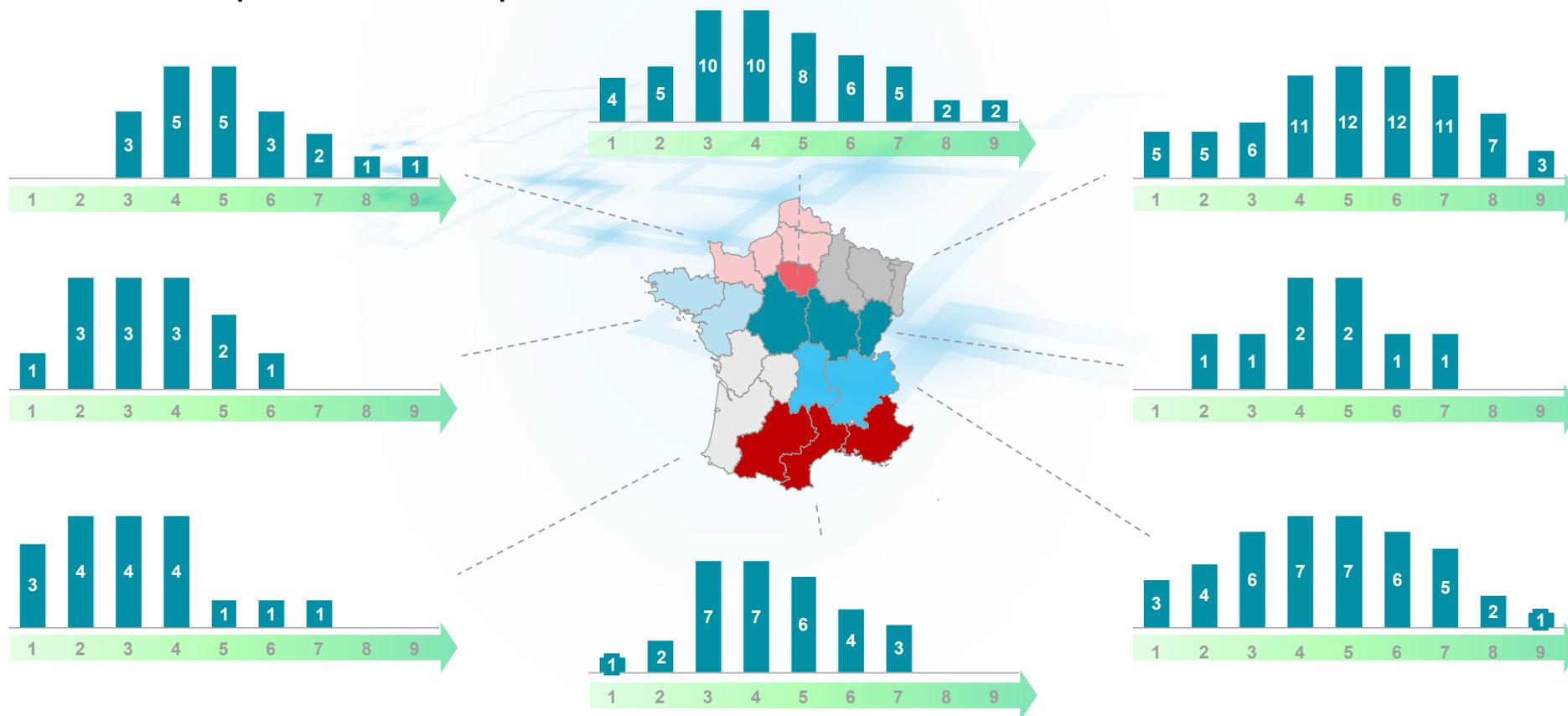
Note : chaque centre peut être positionné sur plusieurs niveaux.

Sources : questionnaires, entretiens, analyse CMI

Le constat est confirmé par l'approche régionale, où seulement la moitié des zones géographiques possède des centres dépassant le niveau 7

Répartition des centres sur l'échelle TRL au niveau régional

Nombre de centres positionnés sur chaque niveau de l'échelle TRL



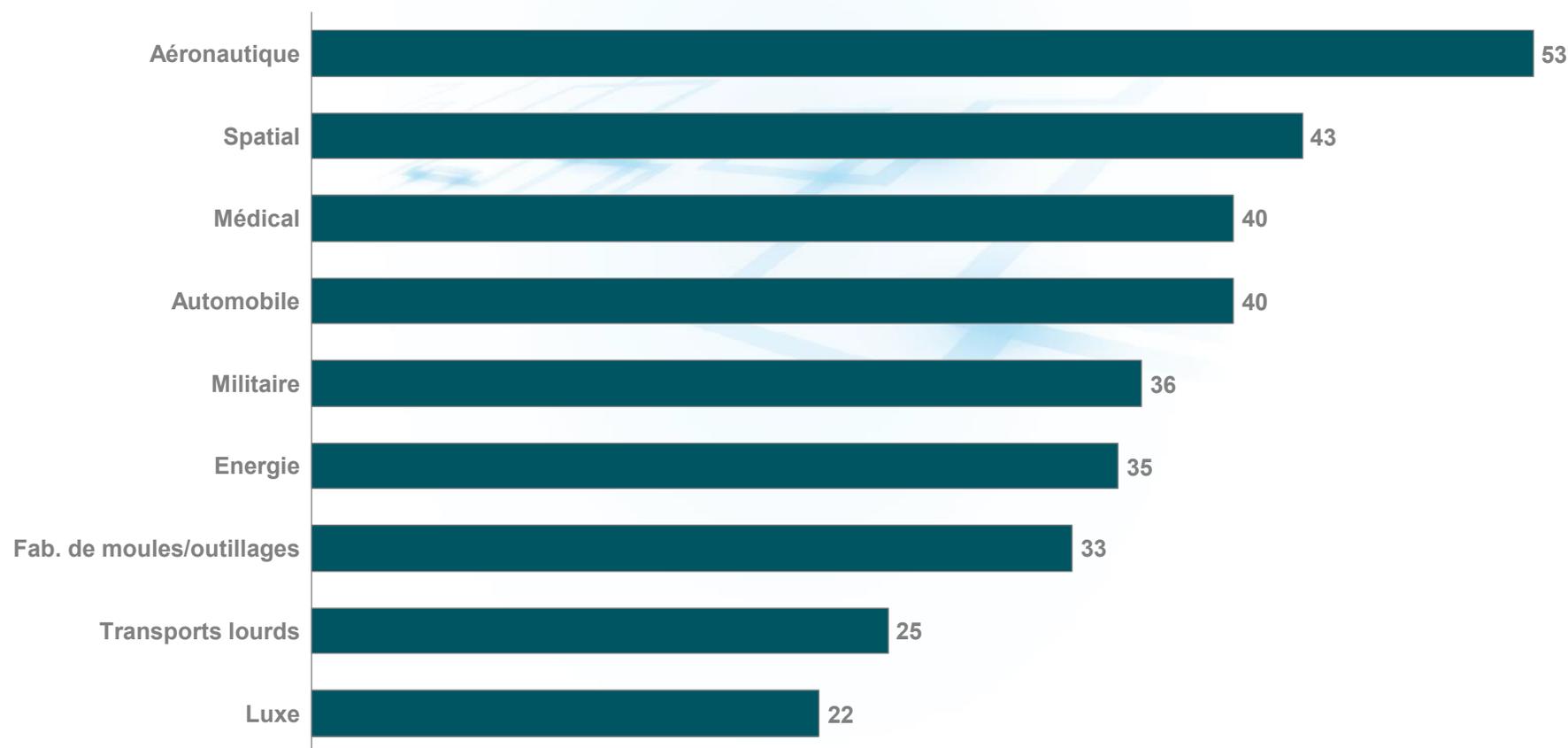
Note : chaque centre peut être positionné sur plusieurs niveaux.

Sources : questionnaires, entretiens, analyse CMI

Les acteurs de la cartographie ont des partenariats industriels variés en Fabrication Additive, dans une filière où l'aéronautique reste néanmoins très présente

Répartition des secteurs d'activité avec lesquels travaillent les centres de compétences

Nombre de centres travaillant avec chaque secteur



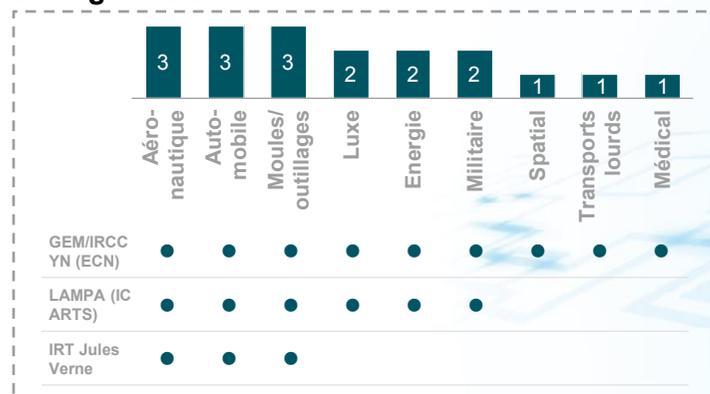
Note : Chaque centre peut couvrir plusieurs secteurs.

Sources : questionnaires, entretiens, analyse CMI

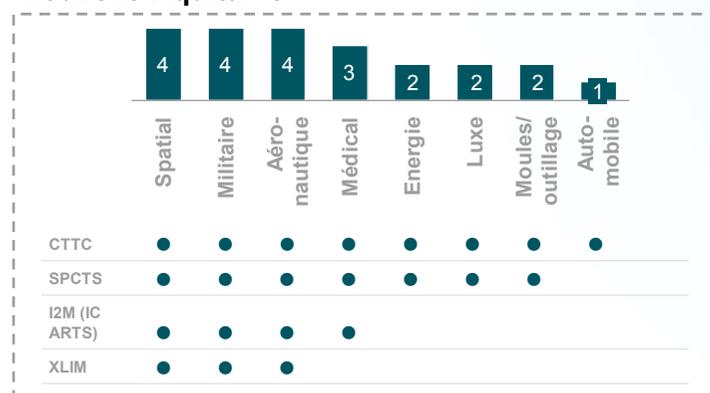
Chaque région comprend un panel de centres qui couvre un champ sectoriel diversifié, la région Grand Est étant particulièrement dense

Secteurs prédominants dans chaque région et positionnement des centres (1/3)

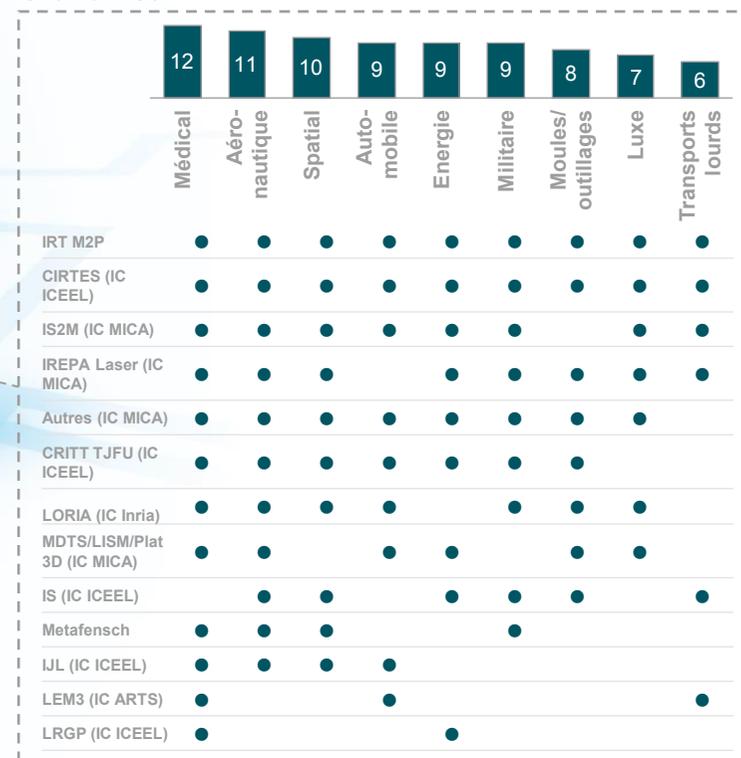
Bretagne/PDL



Nouvelle-Aquitaine



Grand Est

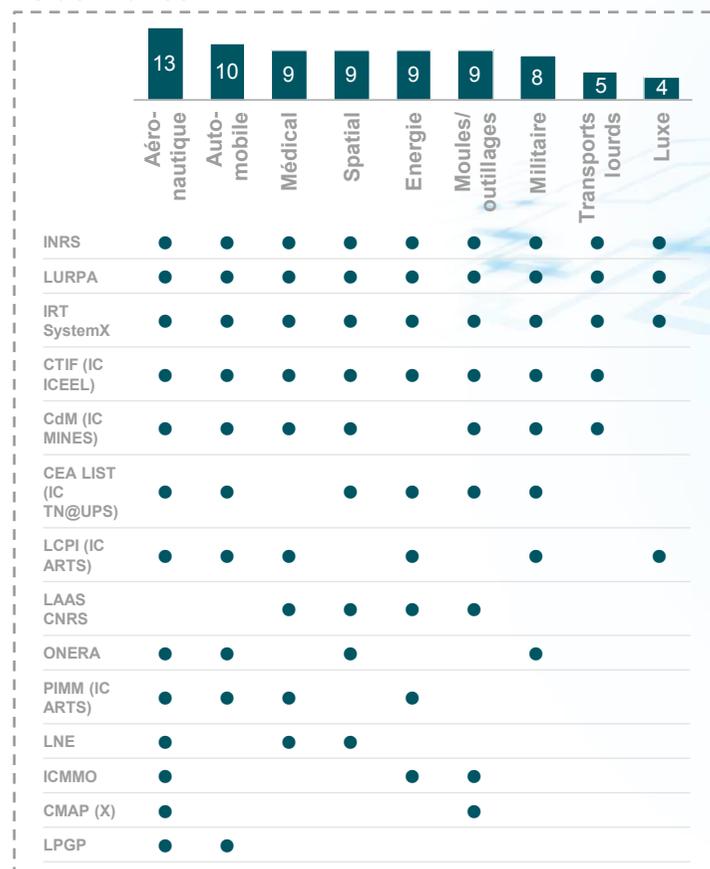


Sources : questionnaires, entretiens, analyse CMI

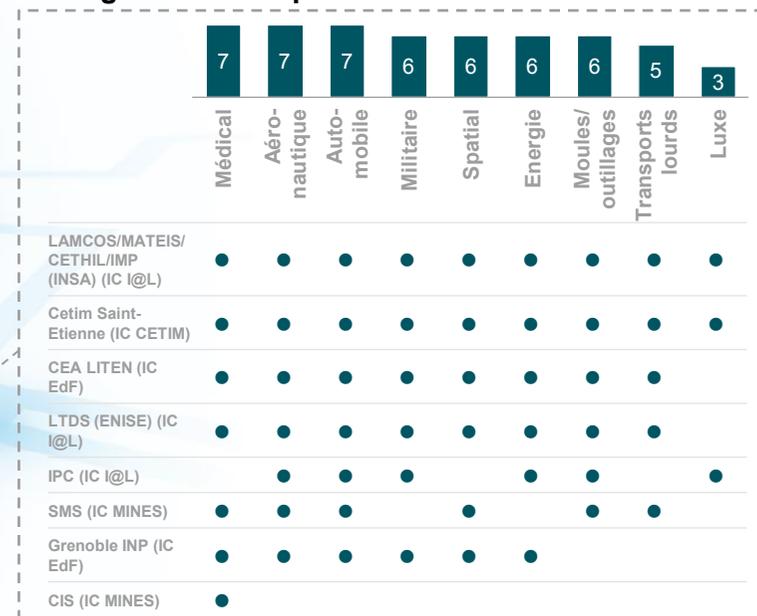
L'Ile-de-France est également un bassin important de centres de recherche travaillant avec un grand nombre de secteurs

Secteurs prédominants dans chaque région et positionnement des centres (2/3)

Ile de France



Auvergne-Rhône-Alpes



Centre Val de Loire/Bourgogne

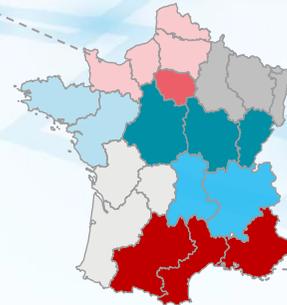
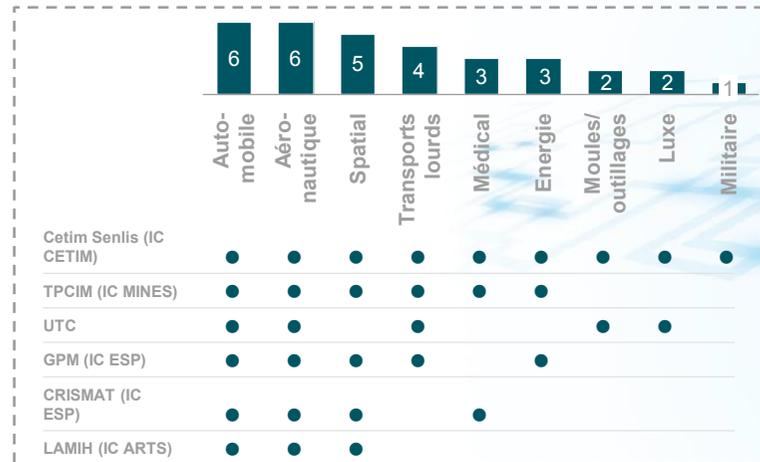


Sources : questionnaires, entretiens, analyse CMI

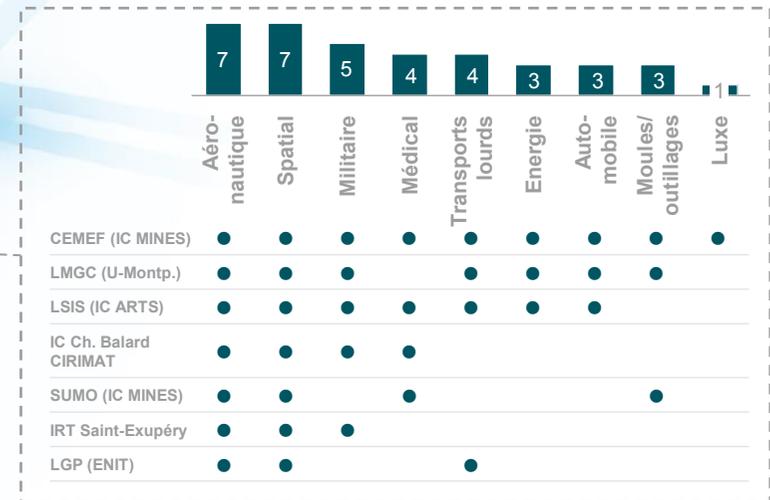
Les régions Normandie/HdF et Occitanie/PACA regroupent par ailleurs un panel de centres travaillant avec plusieurs domaines d'activité

Secteurs prédominants dans chaque région et positionnement des centres (3/3)

Normandie/Hauts de France



Occitanie/PACA



Sources : questionnaires, entretiens, analyse CMI

Les régions Ile-de-France et Auvergne-Rhône-Alpes sont les seules zones regroupant des centres experts sur l'ensemble de la chaîne de valeur de la Fabrication Additive

Nombre de centres experts nationaux ou internationaux par brique de la chaîne de valeur et par région

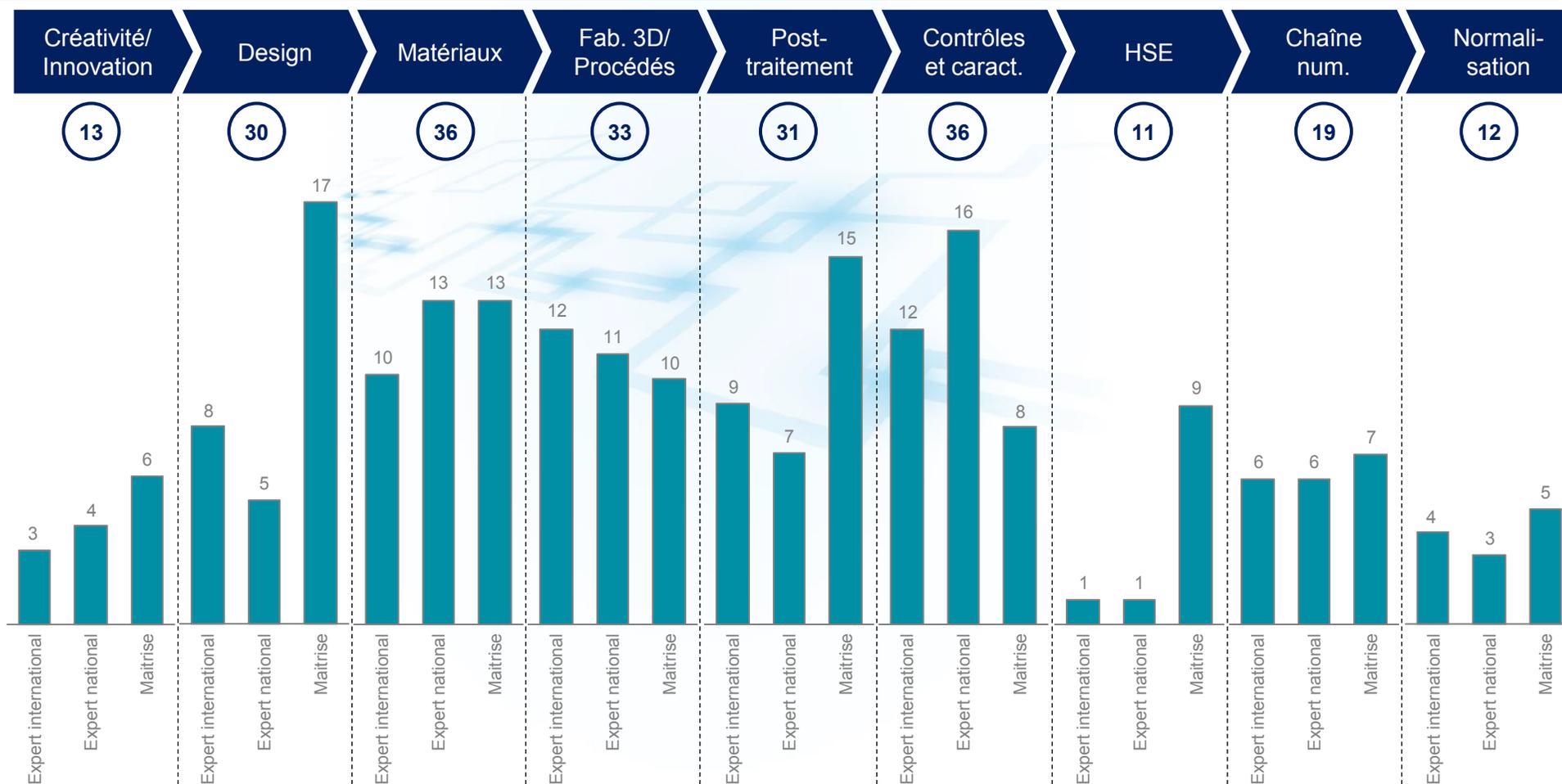
	Créativité/ Innovation	Design	Matériaux	Fab. 3D/ Procédés	Post- traitement	Contrôles et caract.	HSE	Chaîne num.	Normali- sation
Normandie/HDF			1	1		1		1	
Ile-de-France	1	3	4	3	2	6	1	4	2
Grand Est	2	4	7	8	7	6		2	
Centre-VDL/ Bourgogne-FC			1	1					1
Auv.-Rhône-Alpes	1	2	6	5	3	5	1	4	2
Occitanie/PACA	1	1	3	1	1	2			
Nouv. Aquitaine	1	2	2	3	2	4			
Bretagne/PDL	1	1	1	1	1	2		1	1
Total	7	13	25	23	16	26	2	12	7

Note : Un centre peut être expert sur une ou plusieurs briques.

Sources : questionnaires, entretiens, analyse CMI

Sur chaque brique allant du design au contrôle et caractérisation, environ 1 centre sur 2 possède un niveau de maîtrise ou une expertise avancée

Nombre de centres par niveau d'expertise et par brique de la chaîne de valeur

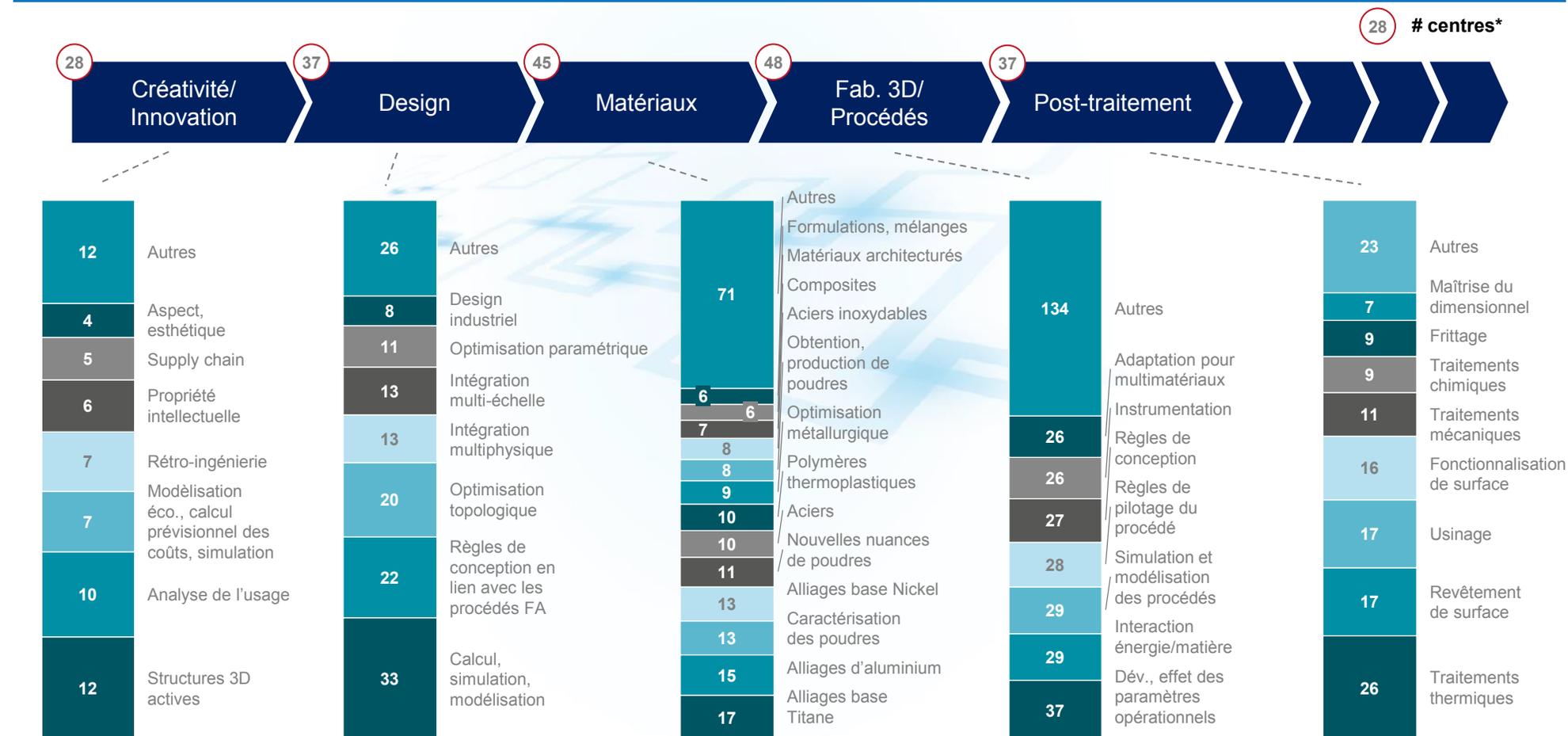


Note : Niveau d'expertise supérieur ou égal au niveau « Maitrise ». Un centre peut être expert sur une ou plusieurs briques.

Sources : questionnaires, entretiens, analyse CMI

Les briques Matériaux et Fab. 3D/Procédés font intervenir une très grande diversité de compétences, avec quelques compétences phares sur les alliages métalliques

Répartition des compétences les plus représentées au sein de chaque brique



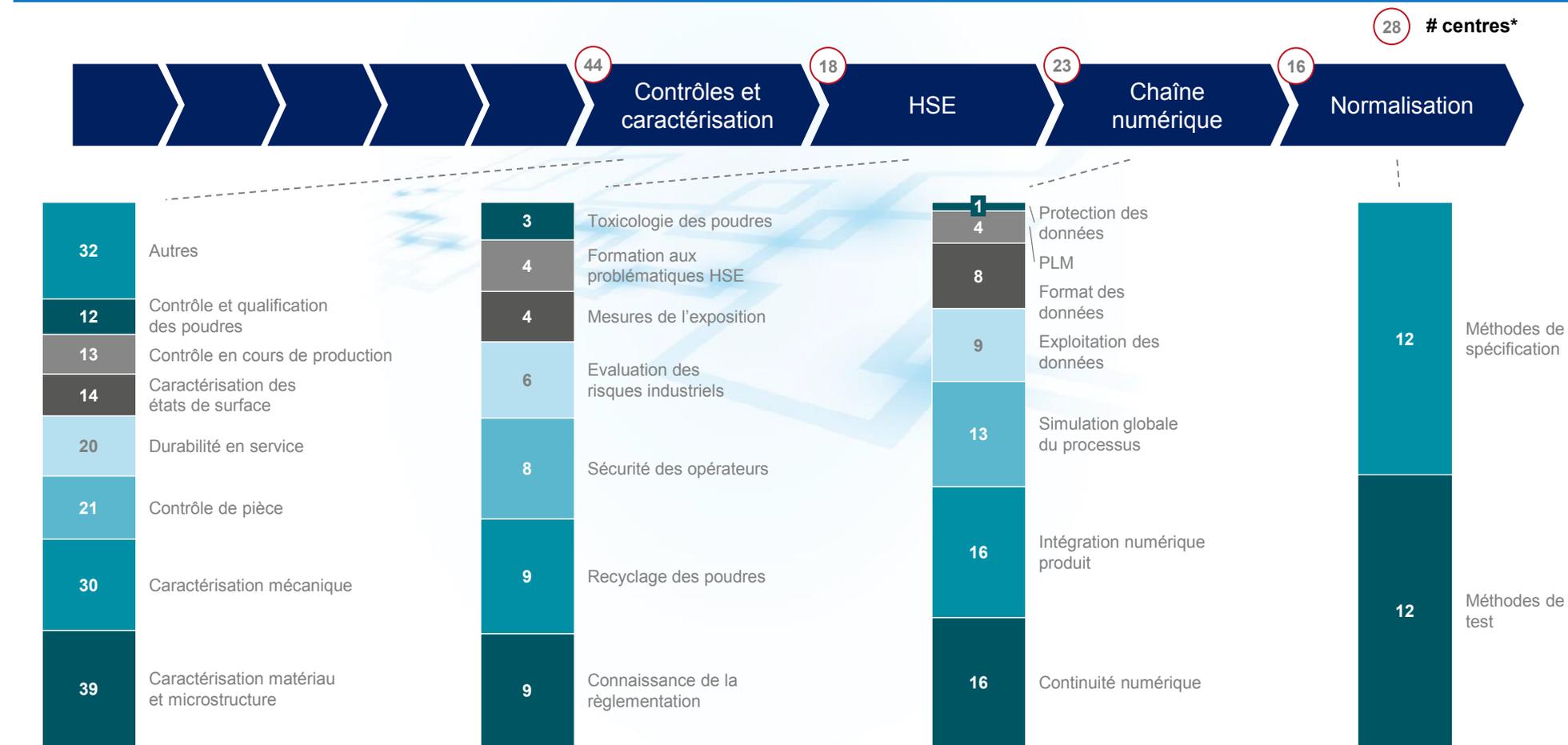
(*) Nombre de centres ayant indiqué avoir une ou plusieurs compétence(s) par brique

Note : Les valeurs représentent le nombre de centres ayant déclaré maîtriser la compétence.

Sources : questionnaires, entretiens, analyse CMI

Les briques transversales (HSE, Chaîne numérique, Normalisation) sont elles assez peu représentées (23 acteurs présents sur la Chaîne Num. et don la première compétence n'est couverte que par 16 centres)

Répartition des compétences les plus représentées au sein de chaque brique



(*) Nombre de centres ayant indiqué avoir une ou plusieurs compétence(s) par brique

Note : Les % représentent le poids des compétences les plus citées au sein de chaque brique (en nombre de citations), chaque centre étant limité à un maximum de 5 compétences citées.

Sources : questionnaires, entretiens, analyse CMI

Les technologies « Fusion sur lit de poudre » et « Dépôt de matière sous énergie concentrée » sont les plus utilisées, laissant apparaître un tropisme pour les matériaux métalliques

Répartition des compétences de la brique Fabrication 3D/Procédés (en nombre de centres)

	Compétences par technologie									TOTAL
	<i>Interaction énergie / matière</i>	<i>Simulation et modélisation des procédés</i>	<i>Règles de pilotage du procédé</i>	<i>Règles de conception des pièces finies</i>	<i>Développement / Effet des paramètres opérationnels</i>	<i>Instrumentation pour mesures et contrôles en cours de production</i>	<i>Capabilité, répétabilité, reproductibilité</i>	<i>Automatisation</i>	<i>Adaptation du process pour multimatériaux</i>	<i>(nb de centres uniques)</i>
Photopolym. en cuve	10	5	8	9	10	5	10	3	7	19
Projection de matière	4	4	4	7	7	3	5	3	5	13
Projection de liant	1	0	2	4	3	0	3	0	0	10
Jet d'encre	0	3	5	5	5	2	4	3	3	11
Fusion sur lit de poudre	19	16	13	16	21	14	11	4	11	35
Extrusion de matière	7	6	11	11	11	4	8	2	9	19
Dépôt de matière sous énergie concentrée	11	11	13	8	15	11	12	10	7	24
Stratification de couches	3	1	2	3	4	2	1	1	2	7
Combinaison de technologies	4	4	5	6	6	6	6	5	6	9
TOTAL	30	30	29	28	38	27	24	17	27	

Sources : questionnaires, entretiens, analyse CMI

5 Les acteurs Carnot

I	- Institut Carnot ARTS	50
II	- Institut Carnot CETIM	72
III	- Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT	79
IV	- Institut Carnot Energies du Futur	83
V	- Institut Carnot ESP	90
VI	- Institut Carnot ICEEL	94
VII	- Institut Carnot Ingénierie@Lyon	108
VIII	- Institut Carnot INRIA	118
IX	- Institut Carnot MICA	119
X	- Institut Carnot M.I.N.E.S	129
XI	- ONERA	148
XII	- Institut Carnot TN@UPSaclay	152



I - Institut Carnot ARTS

I. Institut Carnot ARTS

- I2M
- LAMIH
- LAMPA
- LCPI
- LEM3
- LSIS
- PIMM

II. Institut Carnot CETIM

III. Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT

IV. Institut Carnot Energies du Futur

V. Institut Carnot ESP

VI. Institut Carnot ICEEL

VII. Institut Carnot Ingénierie@Lyon

VIII. Institut Carnot INRIA

IX. Institut Carnot MICA

X. Institut Carnot M.I.N.E.S

XI. ONERA

XII. Institut Carnot TN@UPSaclay

Le centre en quelques mots

L'**Institut de Mécanique et d'Ingénierie de Bordeaux**, l'**I2M** est une UMR CNRS qui regroupe depuis 2011 l'ensemble des mécaniciens du campus Bordelais. Fort de **350 personnes**, l'I2M est structuré en **6 départements** (www.i2m.u-bordeaux.fr). L'I2M a des champs d'application liés à l'énergie, l'aéronautique et l'espace, le biomédical, ... Les problématiques de fabrication additive sont adressées depuis i) les **démarches de conception** de pièces intégrant les connaissances et limites des procédés pour guider les démarches d'optimisation topologique, ii) la **maitrise des procédés** et les interactions procédé / matériaux / pièce, iii) jusqu'à la **maitrise de la tenue en service** sous des sollicitations multiples.



Panorama des compétences du centre sur la chaîne de valeur de la Fabrication Additive

Créativité/ Innovation	Design	Matériaux	Fab.3D/ Procédés	Post- traitement	Contrôles/ Caractérisat.	HSE	Chaîne numérique	Normalisation
	Optimisation topologique	Alliages d'aluminium	Fusion sur lit de poudre	Usinage	Caractérisation matériau et microstructure		Intégration numérique produit - procédé & Simulation	
	Calcul / Simulation / Modélisation	Alliages base Titane	<ul style="list-style-type: none"> • Interaction énergie / matière • Simulation et modélisation des procédés • Règles de conception des pièces finies • Développement / Effet des paramètres opérationnels • Instrumentation pour mesures et contrôles en cours de production 	Traitements thermiques	Caractérisation mécanique		Continuité numérique	
	Optimisation paramétrique	Polymères thermo durcissables		Traitements chimiques	Durabilité en service (fatigue, contraintes résiduelles, défauts...)			
	Intégration multiphysique	Polymères thermoplastiques			Contrôles Non-Destructifs volumiques			
	Intégration multi-échelle							

Poids relatif en ETP de chaque brique (sur un total de 14 ETP dédiés à la Fabrication Additive)

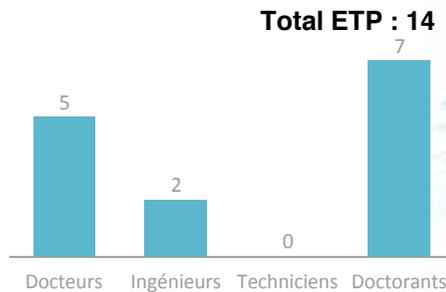
Indicateurs de référence



6 publications
0 brevet



6 thèses achevées sur des thématiques Fabrication Additive



Un total de **39**
années d'ancienneté
cumulée dans la
Fabrication Additive

Equipements et prestations

Equipements

Exemples d'équipements dédiés à la FA :

- Machine SLM Solutions
- Machine Stratasys Objet30 Pro

Prestations

Exemples de prestations proposées :

- Recherche amont
- Recherche appliquée
- Formation continue

Secteurs couverts

- Spatial
- Aéronautique
- Militaire
- Médical

Partenariats



TRL de 1 à 4 : Près de 15% du budget total dédié à la Fabrication Additive provient de partenariats industriels :

- Dont 60% à l'échelle régionale et 40% à l'échelle nationale
- Avec aussi bien des TPE/PME que des ETI/Grands Groupes

Un réseau de partenaires scientifiques et techniques développé*



*Non-exhaustif

Contact



Nicolas Saintier
Prof. des Universités (Resp. ptf FuturProd - F.A. I2M)
Nicolas.SAINTIER@ensam.eu / 05.56.84.53.61



Eric Lacoste
Prof. Des Universités (Réfèrent F.A. I2M)
eric.lacoste@u-bordeaux.fr / 05 56 84 58 65



Jerome Pailhes
Prof. des Universités – Arts et Métiers
Jerome.PAILHES@ensam.eu / 05.56.84.54.22

I. Institut Carnot ARTS

- I2M
- LAMIH
- LAMPA
- LCPI
- LEM3
- LSIS
- PIMM

II. Institut Carnot CETIM

III. Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT

IV. Institut Carnot Energies du Futur

V. Institut Carnot ESP

VI. Institut Carnot ICEEL

VII. Institut Carnot Ingénierie@Lyon

VIII. Institut Carnot INRIA

IX. Institut Carnot MICA

X. Institut Carnot M.I.N.E.S

XI. ONERA

XII. Institut Carnot TN@UPSaclay

Le centre en quelques mots

LE LAMIH UMR CNRS 8201 (Laboratoire d'Automatique de Mécanique et d'Informatique Industrielles et Humaines) est une unité de recherche mixte entre le CNRS et l'Université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis (staff 250). Le LAMIH est divisé en 4 départements scientifiques : Automatique, Mécanique, Informatique et Sciences de l'Homme et du Vivant. Le Laboratoire est très fortement implanté sur le champ des recherches liées au Transport, à la Mobilité et au Handicap. Au sein du département Mécanique, les recherches sur la fabrication additive sont fortement centrées sur la caractérisation des pièces en surface et en volume, dans des conditions extrêmes de sollicitation (vitesse, température).



Panorama des compétences du centre sur la chaîne de valeur de la Fabrication Additive

Créativité/ Innovation	Design	Matériaux	Fab.3D/ Procédés	Post- traitement	Contrôles/ Caractérisat.	HSE	Chaîne numérique	Normalisation
	Calcul / Simulation / Modélisation	Alliages base Titane	Fusion sur lit de poudre		Caractérisation matériau et microstructure			Méthodes de test
	Optimisation topologique		• Matériaux maîtrisés		Caractérisation mécanique			
	Optimisation paramétrique				Caractérisation des états de surface			
					Caractérisation des pièces (surfacique, volumique)			



Poids relatif en ETP de chaque brique (sur un total de 2,5 ETP dédiés à la Fabrication Additive)

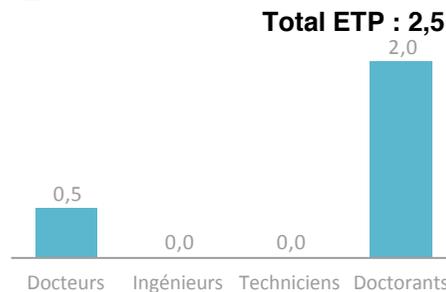
Indicateurs de référence



4 publications
0 brevet



2 thèses achevées sur des thématiques Fabrication Additive



Un total de **10,5**
années d'ancienneté
cumulée dans la
Fabrication Additive

Equipements et prestations

Equipements

Exemples d'équipements dédiés à
la FA :

- n.c.

Prestations

Exemples de prestations
proposées :

- Caractérisation
- Recherche Amont
- Recherche Appliquée

Secteurs couverts

- Spatial
- Automobile
- Aéronautique

Partenariats



TRL de 4 à 5 : Des partenariats industriels récurrents :

- Dont 100% à l'échelle nationale
- Avec aussi bien des TPE/PME que des ETI/Grands Groupes

Un réseau de partenaires scientifiques et techniques développé*



*Non-exhaustif

Contact



Laurent DUBAR

Prof. des Universités, Dir. Adj. LAMIH
Laurent.dubar@univ-valenciennes.fr / 0327511380



Daniel COUTELLIER

Prof. des Universités
Daniel.coutellier@univ-valenciennes.fr /



Jean Dominique GUERIN

Maitre de Conférences
Jean-dominique.guerin@univ-valenciennes.fr

I. Institut Carnot ARTS

- I2M
- LAMIH
- LAMPA
- LCPI
- LEM3
- LSIS
- PIMM

II. Institut Carnot CETIM

III. Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT

IV. Institut Carnot Energies du Futur

V. Institut Carnot ESP

VI. Institut Carnot ICEEL

VII. Institut Carnot Ingénierie@Lyon

VIII. Institut Carnot INRIA

IX. Institut Carnot MICA

X. Institut Carnot M.I.N.E.S

XI. ONERA

XII. Institut Carnot TN@UPSaclay

Le centre en quelques mots

Situé au sein du campus **Arts & Métiers d'Angers**, le LAMPA, laboratoire de recherche EA1427, est engagé dans le développement d'une recherche fondamentale et appliquée dans les domaines de l'**innovation**, les **procédés avancés dont la fabrication additive** et la **durabilité** des matériaux et des structures.



Panorama des compétences du centre sur la chaîne de valeur de la Fabrication Additive

Créativité/ Innovation	Design	Matériaux	Fab.3D/ Procédés	Post- traitement	Contrôles/ Caractérisat.	HSE	Chaîne numérique	Normalisation
Analyse de l'usage		Alliages d'aluminium		Usinage	Caractérisation matériau et microstructure			
		Alliages base Titane		Traitements mécaniques	Caractérisation des états de surface			
		Aciers inoxydables			Caractérisation mécanique			
		Alliages base Nickel			Durabilité en service (fatigue, contraintes résiduelles, défauts...)			

 Poids relatif en ETP de chaque brique (sur un total de 4 ETP dédiés à la Fabrication Additive)

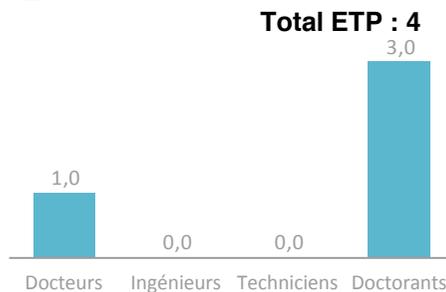
Indicateurs de référence



3 publications
2 brevets



2 thèses achevées sur des thématiques Fabrication Additive



Un total de **4**
années d'ancienneté
cumulée dans la
Fabrication Additive

Equipements et prestations

Equipements

Exemples d'équipements dédiés à la FA :

- Imprimante 3D Cire
- Imprimante 3D Plâtre
- Imprimante 3D Fil fondu

Prestations

Exemples de prestations proposées :

- Caractérisation
- Recherche Amont
- Recherche Appliquée

Secteurs couverts

- Aéronautique
- Militaire
- Energie
- Fab. moules/outillages
- Automobile
- Etc.

Partenariats



TRL de 2 à 5 : Des partenariats industriels récurrents :

- Dont 75% à l'échelle régionale et 25% à l'échelle nationale
- Avec des ETI/Grands Groupes

Un réseau de partenaires scientifiques et techniques développé*



*Non-exhaustif

*muséeduquaiBranly

Contact



Frank Morel

Professeur des Universités Directeur du LAMPA
frank.morel@ensam.eu / 0241207336



Etienne Pessard

Maitre de Conférences
etienne.pessard@ensam.eu / 0241207324



Guenael Germain

Maitre de Conférences
Guenael.germain@ensam.eu / 0241207343

I. Institut Carnot ARTS

- I2M
- LAMIH
- LAMPA
- LCPI
- LEM3
- LSIS
- PIMM

II. Institut Carnot CETIM

III. Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT

IV. Institut Carnot Energies du Futur

V. Institut Carnot ESP

VI. Institut Carnot ICEEL

VII. Institut Carnot Ingénierie@Lyon

VIII. Institut Carnot INRIA

IX. Institut Carnot MICA

X. Institut Carnot M.I.N.E.S

XI. ONERA

XII. Institut Carnot TN@UPSaclay

Le centre en quelques mots

L'objectif du LCPI est l'optimisation du processus de conception et d'innovation, et nos travaux s'inscrivent dans le domaine du Génie Industriel. L'équipe du LCPI est pluridisciplinaire, à l'image du processus de conception : sa composition fait appel principalement aux Sciences pour l'Ingénieur, mais intègre aussi d'autres disciplines comme le Design, la Créativité l'Ergonomie et le Développement Durable. Nos mots-clés en lien avec la FA : créativité, DWAM/DFAM, PLM



Panorama des compétences du centre sur la chaîne de valeur de la Fabrication Additive

Créativité/ Innovation	Design	Matériaux	Fab.3D/ Procédés	Post- traitement	Contrôles/ Caractérisat.	HSE	Chaîne numérique	Normalisation
Analyse de l'usage	Règles de conception en lien avec les procédés FA		Projection de matière				PLM	Méthodes de test
Ingénierie Kansei	Design Industriel		<ul style="list-style-type: none"> Simulation et modélisation des procédés Règles de conception des pièces finies Adaptation du process pour multimatériaux 				Continuité numérique	
Aspect / esthétique	Combinaison de fonctions / Optimisation multifonctionnelle		Extrusion de matière				Format des données	
	Cycle de vie et recyclabilité		<ul style="list-style-type: none"> Simulation et modélisation des procédés Règles de conception des pièces finies 					



Poids relatif en ETP de chaque brique (sur un total de 12 ETP dédiés à la Fabrication Additive)

Indicateurs de référence

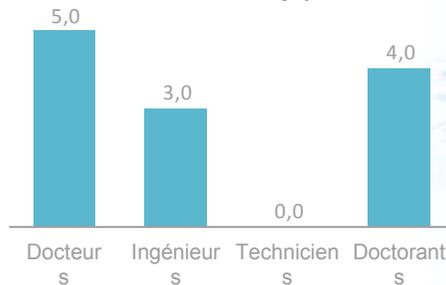


9 publications
2 brevets



3 thèses soutenues sur des thématiques Fabrication Additive

Total ETP : 12



Un total de **19**
années d'ancienneté
cumulée dans la
Fabrication Additive

Equipements et prestations

Equipements

Exemples d'équipements dédiés à la FA :

- Machine Stratasys Dim. Elite
- Machine Stratasys Objet 260

Prestations

Exemples de prestations proposées :

- Recherche Amont
- Recherche Appliquée

Secteurs couverts

- Aéronautique
- Militaire
- Energie
- Automobile
- Médical
- Luxe

Partenariats



TRL de 3 à 6 : Près de 67% du budget total dédié à la Fabrication Additive provient de partenariats industriels :

- Dont 100% à l'échelle nationale
- Avec des ETI/Grands Groupes

Un réseau de partenaires scientifiques et techniques développé*



*Non-exhaustif

Contact



SEGONDS Frédéric

Maître de Conférences

frederic.segonds@ensam.eu / 0144246341



AOUSSAT Améziane

Professeur des Universités

ameziane.aoussat@ensam.eu / 0144246420



VEDEL Pierre

Ingénieur d'Etudes

pierre.vedel@ensam.eu / 0144246470

I. Institut Carnot ARTS

- I2M
- LAMIH
- LAMPA
- LCPI
- LEM3
- LSIS
- PIMM

II. Institut Carnot CETIM

III. Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT

IV. Institut Carnot Energies du Futur

V. Institut Carnot ESP

VI. Institut Carnot ICEEL

VII. Institut Carnot Ingénierie@Lyon

VIII. Institut Carnot INRIA

IX. Institut Carnot MICA

X. Institut Carnot M.I.N.E.S

XI. ONERA

XII. Institut Carnot TN@UPSaclay

Le centre en quelques mots

L'équipe SMART du laboratoire LEM3 travaille sur le développement de matériaux architecturés multifonctionnels pour l'allègement de structure et le biomédical. La thématique allègement de structure est développée à travers les thèmes d'optimisation topologique et de fabrication de matériaux lattices. Les applications biomédicales sont abordées par la mise en œuvre de nouveaux alliages et par la conception d'implants sur mesure adaptés à la physiologie spécifique des patients.



Panorama des compétences du centre sur la chaîne de valeur de la Fabrication Additive

Créativité/ Innovation	Design	Matériaux	Fab.3D/ Procédés	Post- traitement	Contrôles/ Caractérisat.	HSE	Chaîne numérique	Normalisation
	Calcul / Simulation / Modélisation	Obtention / production de poudres	Fusion sur lit de poudre	Traitements mécaniques	Caractérisation matériau et microstructure		Continuité numérique	
	Optimisation topologique	Nouvelles nuances de poudres	<ul style="list-style-type: none"> • Simulation et modélisation des procédés • Règles de pilotage du procédé • Règles de conception des pièces finies • Développement / Effet des paramètres opérationnels 	Traitements thermiques	Caractérisation mécanique		Simulation globale du processus	
	Intégration multiphysique	Alliages base Titane		Fonctionnalisation de surface	Durabilité en service (fatigue, contraintes résiduelles, défauts...)			
	Intégration multi-échelle	Caractérisation des poudres						



Poids relatif en ETP de chaque brique (sur un total de 4 ETP dédiés à la Fabrication Additive)

Indicateurs de référence

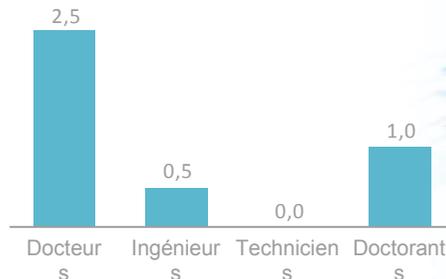


3 publications
0 brevet



4 thèses en cours sur des thématiques Fabrication Additive

Total ETP : 4



Un total de **6**
années d'ancienneté
cumulée dans la
Fabrication Additive

Equipements et prestations

Equipements

Exemples d'équipements dédiés à la FA :

- Machine SLM Solutions 280
- Machine SLA Kudo 3D
- Imprimante Makerbot

Prestations

Exemples de prestations proposées :

- Caractérisation
- Recherche Amont
- Recherche Appliquée

Secteurs couverts

- Automobile
- Transports lourds
- Médical

Partenariats



TRL de 5 à 7 : Des partenariats industriels plutôt dans le domaine médical :

- Dont 100% à l'échelle régionale
- Avec des TPE/PME

Un réseau de partenaires scientifiques et techniques développé*



*Non-exhaustif

Contact



Pascal Laheurte

Maitre de conférences HDR

Pascal.laheurte@univ-lorraine.fr / 0387545554



Julien Favre

Maitre de conférences

Julien.favre@ensam.eu / 0387375430



Boris Piotrowski

Ingénieur de recherche

Boris.piotrowski@ensam.eu / 0387375430

I. Institut Carnot ARTS

- I2M
- LAMIH
- LAMPA
- LCPI
- LEM3
- **LSIS**
- PIMM

II. Institut Carnot CETIM

III. Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT

IV. Institut Carnot Energies du Futur

V. Institut Carnot ESP

VI. Institut Carnot ICEEL

VII. Institut Carnot Ingénierie@Lyon

VIII. Institut Carnot INRIA

IX. Institut Carnot MICA

X. Institut Carnot M.I.N.E.S

XI. ONERA

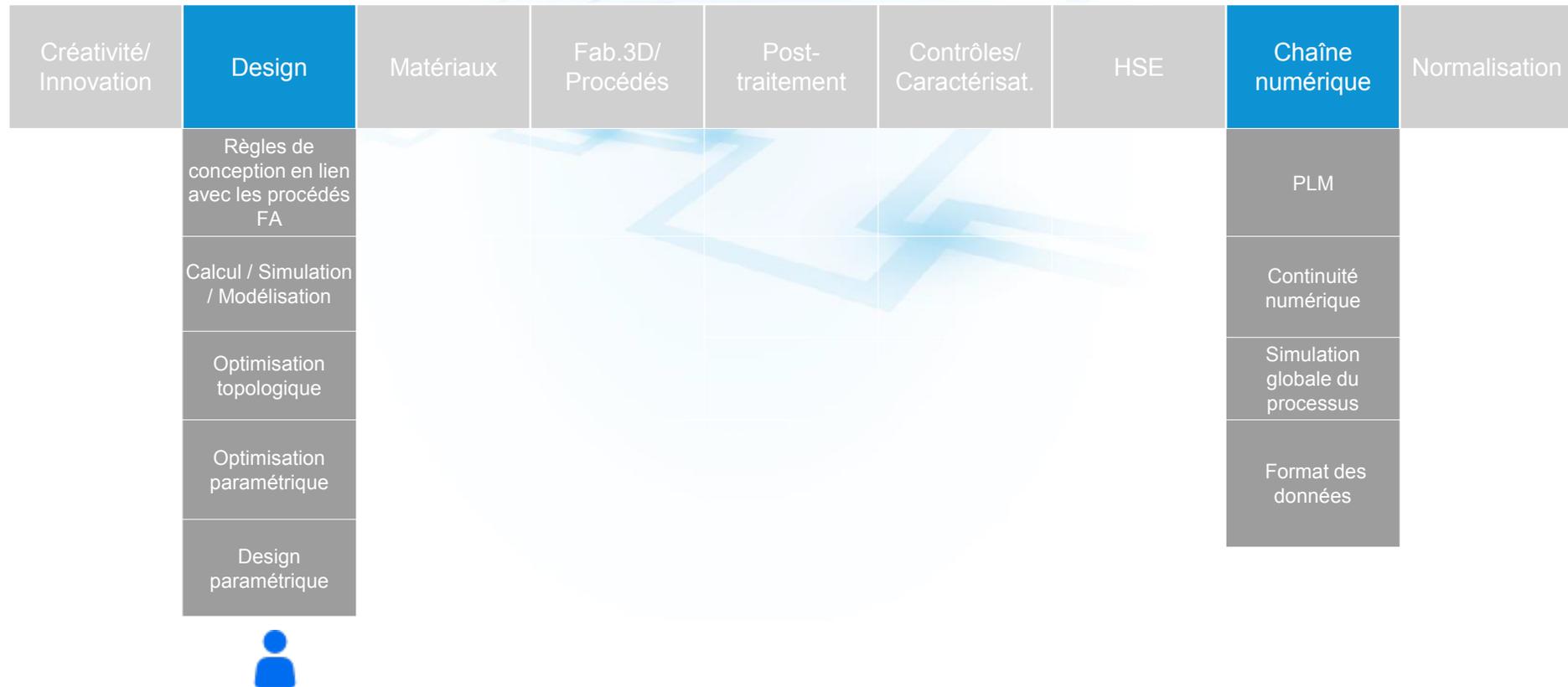
XII. Institut Carnot TN@UPSaclay

Le centre en quelques mots

Le laboratoire LSIS (UMR CNRS 7296) possède une expertise forte en matière de conception et préparation de pièces et d'assemblages pour la Fabrication Additive. Toutes les étapes du cycle de vie sont concernées. Le LSIS développe ainsi des modèles, des méthodes et des outils pour la conception de pièces allégées (génération et optimisation de treillis, analyse multi-échelles, règles produit/procédés), le supportage (génération et optimisation de supports), la préparation des données (tesselation, slicing). Ces travaux font l'objet de développements informatiques directement intégrés aux outils métiers de nos partenaires.



Panorama des compétences du centre sur la chaîne de valeur de la Fabrication Additive



 Poids relatif en ETP de chaque brique (sur un total de 3,2 ETP dédiés à la Fabrication Additive)

Indicateurs de référence

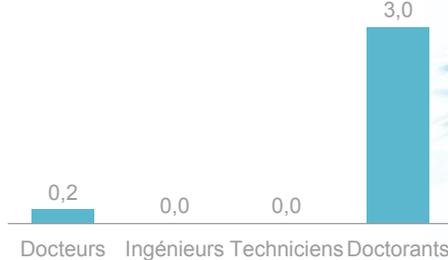


6 publications (impact factor : 2.15)
0 brevet



1 thèse achevée, 2 en cours et 1 en préparation sur des thématiques
Fabrication Additive

Total ETP : 3,2



Un total de **7**
années d'ancienneté
cumulée dans la
Fabrication Additive

Equipements et prestations

Equipements

Exemples d'équipements dédiés à
la FA :

- Imprimante 3D Stratasys (uPrint SE Plus couleur)
- Imprimante 3D à sable

Prestations

Exemples de prestations
proposées :

- Recherche Amont
- Recherche Appliquée

Secteurs couverts

- Spatial
- Aéronautique
- Militaire
- Energie
- Automobile
- Transports lourds
- Médical

Partenariats



TRL de 3 à 7 : Près de 40% du budget total dédié à la Fabrication Additive provient de partenariats industriels :

- Dont 100% à l'échelle régionale
- Avec des TPE/PME

Contact



Jean-Philippe PERNOT

Professeur des Universités

jean-philippe.pernot@ensam.eu / 04.42.93.81.96



Philippe VÉRON

Professeur des Universités

philippe.veron@ensam.eu / 04.42.93.81.24



Lionel ROUCOULES

Professeur des Universités

lionel.roucoules@ensam.eu / 04.42.93.82.63

I. Institut Carnot ARTS

- I2M
- LAMIH
- LAMPA
- LCPI
- LEM3
- LSIS
- PIMM

II. Institut Carnot CETIM

III. Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT

IV. Institut Carnot Energies du Futur

V. Institut Carnot ESP

VI. Institut Carnot ICEEL

VII. Institut Carnot Ingénierie@Lyon

VIII. Institut Carnot INRIA

IX. Institut Carnot MICA

X. Institut Carnot M.I.N.E.S

XI. ONERA

XII. Institut Carnot TN@UPSaclay

Le centre en quelques mots

Le Laboratoire **PIMM** (Procédé et Ingénierie en Mécanique et Matériaux) rassemble un vaste éventail de spécialistes allant de la mécanique des matériaux et des structures (Métalliques, Polymères, SHM) aux procédés (Laser, Injection, Extrusion, Rotomoulage) et couvre l'ensemble des étapes jalonnant la vie d'une pièce d'une pièce : de sa réalisation à la tenue en service. La partie Fabrication Additive s'appuie sur le large parc expérimental du Groupe de Recherche **Procédés Laser** et dispose de 2 machines industrielles et de 2 postes instrumentés dédiés, afin de comprendre les mécanismes impliqués et d'en améliorer la maîtrise (réduction des non-qualités, diminution des longueurs de défauts, vitesse d'exécution).



Panorama des compétences du centre sur la chaîne de valeur de la Fabrication Additive

Créativité/ Innovation	Design	Matériaux	Fab.3D/ Procédés	Post- traitement	Contrôles/ Caractérisat.	HSE	Chaîne numérique	Normalisation
		Alliages base Titane	Projection de matière	Usinage	Caractérisation des états de surface	Connaissance de la réglementation	Simulation globale du processus	
		Propriétés optiques (absorption)	Projection de liant	Traitements thermiques	Caractérisation mécanique			
		Aciers	Fusion sur lit de poudre	Dépoudrage des pièces	Durabilité en service (fatigue, contraintes résiduelles, défauts...)			
		Matériaux architecturés	Extrusion de matière	Revêtement de surface	Caractérisation matériau et microstructure			
		Alliages base Nickel	Dépôt de matière (fil ou poudre) sous énergie concentrée		Contrôle de pièce (dimensionnel, géométrique et métrologie)			



 Poids relatif en ETP de chaque brique (sur un total de 8 ETP dédiés à la Fabrication Additive)

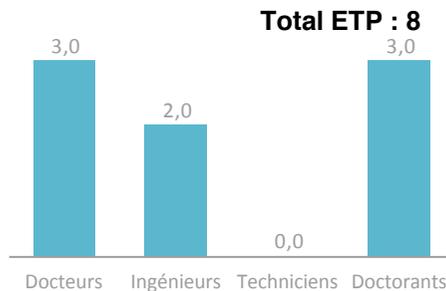
Indicateurs de référence



43 publications
0 brevet



4 thèses achevées sur des thématiques Fabrication Additive



Un total de **52**
années d'ancienneté
cumulée dans la
Fabrication Additive

Equipements et prestations

Equipements

Exemples d'équipements dédiés à la FA :

- Machine SLM Solutions
- Banc instrumenté SLM
- Machine LMD Optomec Lens 850R
- Banc instrumenté LMD

Prestations

Exemples de prestations proposées :

- Recherche Appliquée
- Recherche Amont
- Formation Initiale

Secteurs couverts

- Aéronautique
- Energie
- Automobile
- Médical

Partenariats



TRL de 1 à 4 : Des partenariats industriels récurrents :

- Dont 100% à l'échelle nationale
- Avec des ETI/Grands Groupes

Un réseau de partenaires scientifiques et techniques développé*



*Non-exhaustif

Contact



Dupuy Corinne

Ingénieur de Recherche

corinne.dupuy@ensam.eu / 0171936540



Malot Thierry

Ingénieur de Recherche

thierry.malot@ensam.eu / 0171936552



Schneider Matthieu

Maitre de Conférences

matthieu.schneider@ensam.eu / 0171936539



II - Institut Carnot CETIM

- I. Institut Carnot ARTS
- II. Institut Carnot **CETIM**
 - Cetim Saint-Etienne
 - Cetim Senlis
- III. Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT
- IV. Institut Carnot Energies du Futur
- V. Institut Carnot ESP
- VI. Institut Carnot ICEEL
- VII. Institut Carnot Ingénierie@Lyon
- VIII. Institut Carnot INRIA
- IX. Institut Carnot MICA
- X. Institut Carnot M.I.N.E.S
- XI. ONERA
- XII. Institut Carnot TN@UPSaclay

Le centre en quelques mots

Fort de ses 10 ans d'expérience en fabrication additive métallique, le site stéphanois du Cetim est le cœur technologique FA de l'IC Cetim. Matériaux et procédés sont au centre de ses activités : programme R&D, actions collectives de transfert technologique, montage de projet de plateformes partagées. Le Cetim est en mesure d'accompagner ses industriels mécaniciens sur toute la chaîne de valeur de la FA (conception, maîtrise matériaux/procédés, post-traitements, contrôle, qualification).



Panorama des compétences du centre sur la chaîne de valeur de la Fabrication Additive

Créativité/ Innovation	Design	Matériaux	Fab.3D/ Procédés	Post- traitement	Contrôles/ Caractérisat.	HSE	Chaîne numérique	Normalisation
		Alliages base Titane	Fusion sur lit de poudre	Usinage	Contrôle machine et maintenabilité	Connaissance de la réglementation		Méthodes de spécification
		Alliages Chrome-Cobalt	Impression 3DMetal (projection de liant + frittage)	Traitements mécaniques	Contrôle de pièce (dimensionnel, géométrique et métrologie)	Recyclage des poudres (vieillessement et recyclabilité)		Méthodes de test
		Alliages base Nickel	<ul style="list-style-type: none"> • Règles pilotage du procédé • Règles de conception des pièces finies • Développement / Effet des paramètres opérationnels • Instrumentation pour mesures et contrôles en cours de prod. • Capabilité, répétabilité, reproductibilité • Adaptation du process pour multimatériaux 	Revêtement de surface	Caractérisation matériau et microstructure			
		Aciers		Traitements thermiques	Caractérisation mécanique			
		Optimisation métallurgique		Propreté de surface	Contrôles Non-Destructifs volumiques			



Poids relatif en ETP de chaque brique (sur un total de 17 ETP dédiés à la Fabrication Additive)

Indicateurs de référence

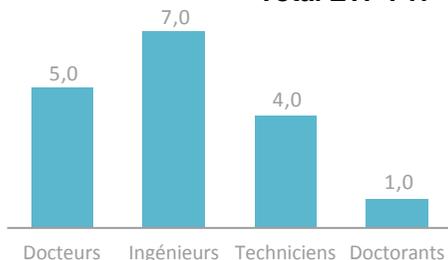


0 brevet



2 thèses achevées sur des thématiques Fabrication Additive

Total ETP : 17



Un total de **158** années d'ancienneté cumulée dans la Fabrication Additive

Equipements et prestations

Equipements

Exemples d'équipements dédiés à la FA :

- Machine Digital Metal
- Machine EOS M290
- Machine SLM Solutions 280
- Machine Phenix Systèmes PM100
- Machine EOS Formiga
- 2 fours ECM sous vide
- Découpe / sablage

Secteurs couverts

- Médical
- Mécanique
- Aéronautique
- Militaire

Prestations

Exemples de prestations proposées :

- Expertise technique
- Plateforme partagée
- R&D collaborative
- Caractérisation de pièces
- Formation continue

- Energie
- Automobile
- Transports lourds
- Etc.

Partenariats



TRL de 4 à 7 : Près de 40% du budget total dédié à la Fabrication Additive provient de partenariats industriels :

- Dont 80% à l'échelle régionale et 20% à l'échelle nationale
- Aussi bien des TPE/PME que des ETI/Grands groupes

Un réseau de partenaires scientifiques et techniques développé*



*Non-exhaustif

Contacts



Benoît Verquin

Expert technique

Benoit.Verquin@cetim.fr / 04.77.79.41.30



Lionel Cancade

Commercial

Lionel.Cancade@cetim.fr / 04.77.91.68.28



Alain Saniard

Montage d'actions collectives régionales

Alain.Saniard@cetim.fr / 04.72.44.59.00

Quelques autres contacts techniques spécialistes en FA : Christophe Reynaud, Paul Calvès, Florence Doré, Clément Lalève, Patrick Ebadi, Gilles Allory, Christophe Grosjean

- I. Institut Carnot ARTS
- II. **Institut Carnot CETIM**
 - Cetim Saint-Etienne
 - Cetim Senlis
- III. Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT
- IV. Institut Carnot Energies du Futur
- V. Institut Carnot ESP
- VI. Institut Carnot ICEEL
- VII. Institut Carnot Ingénierie@Lyon
- VIII. Institut Carnot INRIA
- IX. Institut Carnot MICA
- X. Institut Carnot M.I.N.E.S
- XI. ONERA
- XII. Institut Carnot TN@UPSaclay

Le centre en quelques mots

Le site du Cetim à Senlis, en lien avec les équipements industriels du site stéphanois, regroupe à ce jour toutes les briques de la chaîne de valeur en fabrication additive. Il se distingue par ses expertises en conception, simulation et optimisation topologique ainsi que par ses actions de R&D en caractérisation, contrôles in situ et ex situ (contrôles non destructifs). Le Cetim est en mesure d'accompagner ses industriels mécaniciens sur toute la chaîne de valeur de la FA (conception, maîtrise matériaux/procédés, post-traitement, contrôle, qualification).



Panorama des compétences du centre sur la chaîne de valeur de la Fabrication Additive

Créativité/ Innovation	Design	Matériaux	Fab.3D/ Procédés	Post- traitement	Contrôles/ Caractérisat.	HSE	Chaîne numérique	Normalisation
Analyse de l'usage	Conception Fiabiliste				Contrôle machine et maintenabilité		Intégration numérique produit - procédé & Simulation	
Propriété intellectuelle	Règles de conception en lien avec les procédés FA				Contrôle de pièce (dimensionnel, géométrique et métrologie)		Continuité numérique	
	Calcul / Simulation / Modélisation				Caractérisation matériau et microstructure			
	Optimisation topologique				Caractérisation mécanique			
	Intégration multiphysique				Contrôles Non- Destructifs volumiques			

     Poids relatif en ETP de chaque brique (sur un total de 9 ETP dédiés à la Fabrication Additive)

Indicateurs de référence

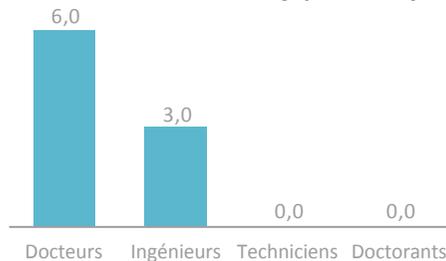


0 publication
0 brevet



2 thèses achevées sur des thématiques Fabrication Additive

Total ETP : 9



Un total de **55**
années d'ancienneté
cumulée dans la
Fabrication Additive

Equipements et prestations

Equipements

Exemples d'équipements pour la FA :

- Laboratoire de caractérisation (métallurgique, mécanique, fatigue, dimensionnelle)
- Reconception/optimisation topologique

Prestations

Exemples de prestations proposées :

- Recherche Appliquée
- Conseil en innovation/conception
- Caractérisation
- Formation continue

Secteurs couverts

- Spatial
- Aéronautique
- Energie
- Automobile
- Transports lourds
- Médical
- Mécanique
- Etc.

Partenariats



TRL de 4 à 7 : Près de 90% du budget total dédié à la Fabrication Additive provient de partenariats industriels :

- Dont 80% à l'échelle régionale et 20% à l'échelle nationale
- Aussi bien avec des TPE/PME que des ETI/Grands groupes

Un réseau de partenaires scientifiques et techniques développé*



*Non-exhaustif

Contacts



Fabien Lefebvre

Expert fatigue

Fabien.Lefebvre@cetim.fr / 03.44.67.34.19



Pauline Le Borgne

Chef de projet

Pauline.LeBorgne@cetim.fr / 03.44.67.47.66



Dominique Ghiglione

Direction de la Recherche et des Programmes

Dominique.Ghiglione@cetim.fr / 03.44.67.34.81



III - Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT

- I. Institut Carnot ARTS
- II. Institut Carnot CETIM
- III. **Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT**
- IV. Institut Carnot Energies du Futur
- V. Institut Carnot ESP
- VI. Institut Carnot ICEEL
- VII. Institut Carnot Ingénierie@Lyon
- VIII. Institut Carnot INRIA
- IX. Institut Carnot MICA
- X. Institut Carnot M.I.N.E.S
- XI. ONERA
- XII. Institut Carnot TN@UPSaclay

Le centre en quelques mots

L'Institut Carnot Chimie Balard Cirimat est constituée de quatre unités mixtes de recherche CNRS – Universités, basées sur Toulouse (Cirimat) et sur Montpellier (IEM, ICG, IBMM). Ses compétences en Chimie, Matériaux et Procédés lui permettent de développer pour la fabrication additive, des poudres de type métallique, céramique, metcer ou cermet, des traitements de parachèvement par voie humide ou voie sèche, ainsi que des méthodes d'étude des relations microstructure-propriétés et d'évaluation de la criticité des défauts.



Panorama des compétences du centre sur la chaîne de valeur de la Fabrication Additive

Créativité/ Innovation	Design	Matériaux	Fab.3D/ Procédés	Post-traitement	Contrôles/ Caractérisat.	HSE	Chaîne numérique	Normalisation
		Obtention / production de poudres	Fusion sur lit de poudre	Traitements chimiques	Contrôle et qualification des poudres (neuves et recyclées)			
		Nouvelles nuances de poudres	<ul style="list-style-type: none"> • Développement / Effet des paramètres opérationnels • Adaptation du process pour multimatériaux 	Revêtement de surface	Caractérisation matériau et microstructure			
		Cermets et Metcers		Traitements physiques	Caractérisation des pièces (surfacique, volumique)			
		Autres matériaux métalliques (Au, CU, Mo, etc.)		Traitements thermiques	Durabilité en service (fatigue, contraintes résiduelles, défauts...)			
		Autres : Précurseurs, Oxydes mixtes, matériaux réfractaires, photoamorceurs		Frittage	Autres caractérisations (électrique, corrosion, thermique ...)			



Poids relatif en ETP de chaque brique (sur un total de 18 ETP dédiés à la Fabrication Additive)

Indicateurs de référence

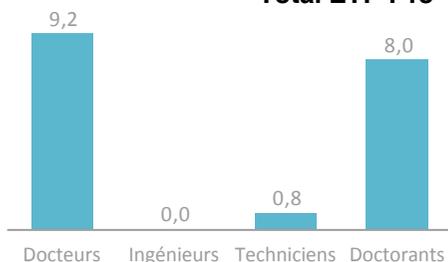


4 publications
1 brevet



0 thèse achevée sur des thématiques Fabrication Additive

Total ETP : 18



Un total de **14**
années d'ancienneté
cumulée dans la
Fabrication Additive

Equipements et prestations

Equipements

Exemples d'équipements dédiés à la FA :

- Machine Phenix 300W (SLS)
- Machine par extrusion de barbotines

Prestations

Exemples de prestations proposées :

- Recherche Amont
- Caractérisation
- Recherche Appliquée

Secteurs couverts

- Spatial
- Aéronautique
- Militaire
- Médical

Partenariats



TRL de 1 à 4 : Des partenariats industriels récurrents :

- Dont 15% à l'échelle régionale et 85% à l'échelle nationale
- Plutôt avec des ETI/Grands groupes

Un réseau de partenaires scientifiques et techniques développé*



*Non-exhaustif

Contact

Tailhades Philippe

Dir. de Recherche CNRS, dir. adj Inst. Carnot Chimie Balard Cirimat
tailhades@chimie.ups-tlse.fr / 33(0)561556174



IV - Institut Carnot Énergies du Futur

- I. Institut Carnot ARTS
- II. Institut Carnot CETIM
- III. Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT
- IV. Institut Carnot Energies du Futur**
 - CEA Liten
 - Grenoble INP
- V. Institut Carnot ESP
- VI. Institut Carnot ICEEL
- VII. Institut Carnot Ingénierie@Lyon
- VIII. Institut Carnot INRIA
- IX. Institut Carnot MICA
- X. Institut Carnot M.I.N.E.S
- XI. ONERA
- XII. Institut Carnot TN@UPSaclay

Le centre en quelques mots

Au sein du CEA, CEA Tech crée de l'innovation technologique pour améliorer la compétitivité des entreprises françaises par la performance et la différenciation des produits. Les équipes du CEA LITEN Fabrication additive s'appuient sur un large spectre des technologies développées par le CEA notamment sur les matériaux de fabrication additive, les procédés, les post-traitements, la sécurité des poudres, ainsi que sur la caractérisation avancée pour concevoir et développer des solutions innovantes permettant d'accompagner nos partenaires industriels dans cette révolution.



Panorama des compétences du centre sur la chaîne de valeur de la Fabrication Additive

Créativité/ Innovation	Design	Matériaux	Fab.3D/ Procédés	Post- traitement	Contrôles/ Caractérisat.	HSE	Chaîne numérique	Normalisation
Propriété intellectuelle	Règles de conception en lien avec les procédés FA	Obtention / production de poudres	Photopolymé- risation en cuve	Déliantage	Contrôle et qualification des poudres (neuves et recyclées)	Connaissance de la réglementation		
Structures 3D actives	Calcul / Simulation / Modélisation	Nouveaux métaux/nouveaux alliages	Jet d'encre	Frittage	Caractérisation matériau et microstructure	Mesures de l'exposition		
	Cycle de vie et recyclabilité	Caractérisation des poudres	Fusion sur lit de poudre	Fonctionnalisation de surface	Durabilité en service (fatigue, contraintes résiduelles, défauts...)	Evaluation des risques industriels (explosion, inflammation...)		
		Composés avec nanocharges, nanocomposites	Extrusion de matière	Traitements thermiques	Contrôle de pièce (dimensionnel, géométrique et métrologie)	Sécurité des opérateurs		
		Fonctionnalisation des poudres		Post-imprégnation	Contrôles Non- Destructifs volumiques	Recyclage des poudres (vieillessement et recyclabilité)		

Poids relatif en ETP de chaque brique (sur un total de 25 ETP dédiés à la Fabrication Additive)

Indicateurs de référence

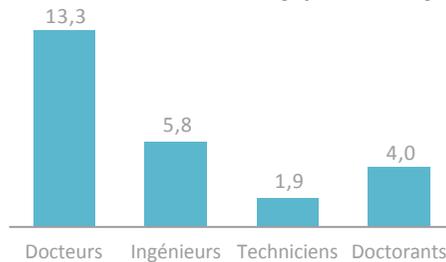


20 publications
16 brevets



10 thèses achevées sur des thématiques Fabrication Additive

Total ETP : 25



Un total de **75**
années d'ancienneté
cumulée dans la
Fabrication Additive

Equipements et prestations

Equipements

Exemples d'équipements dédiés à la FA :

- 2 machines SLA
- 2 machines SLM
- 3 machines FDM
- 1 machine Ceradrop
- Système de caractérisation des poudres

Secteurs couverts

- Energie
- Aéronautique
- Militaire
- Spatial

Prestations

Exemples de prestations proposées :

- Recherche Appliquée
- Caractérisation avancée
- Recherche Amont
- Prototypes fonctionnels

- Automobile
- Transports lourds
- Médical
- Luxe

Partenariats



TRL de 2 à 7 : Près de 50% du budget total dédié à la Fabrication Additive provient de partenariats industriels :

- Dont 20% à l'échelle régionale, 70% à l'échelle nationale et 10% à l'échelle internationale
- Plutôt avec des ETI/Grands groupes

Un réseau de partenaires scientifiques et techniques développé*



*Non-exhaustif

Contact



Nicolas BEDOUIN

Responsable partenariats

nicolas.bedouin@cea.fr / 06 38 22 07 00



Luc AIXALA

Chef de laboratoire métal

luc.aixala@cea.fr / 04 38 78 64 69



Richard LAUCOURNET

Chef de laboratoire polymère et céramique

richard.laucournet@cea.fr / 04 38 78 11 78

- I. Institut Carnot ARTS
- II. Institut Carnot CETIM
- III. Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT
- IV. Institut Carnot Energies du Futur**
 - CEA Liten
 - Grenoble INP
- V. Institut Carnot ESP
- VI. Institut Carnot ICEEL
- VII. Institut Carnot Ingénierie@Lyon
- VIII. Institut Carnot INRIA
- IX. Institut Carnot MICA
- X. Institut Carnot M.I.N.E.S
- XI. ONERA
- XII. Institut Carnot TN@UPSaclay

Le centre en quelques mots

Grenoble INP a développé une expertise importante autour de la technologie fabrication additive de fusion par faisceau d'électrons (EBM). Elle dispose également d'une expérience forte en conception pour la fabrication additive, en caractérisation métallurgique, en métallurgie des poudres ainsi qu'en caractérisation structurale (notamment 3D par tomographie X). Ces activités sont menées au sein des laboratoires GSCOP et SIMAP et en lien étroit la plateforme technologique AIP-Priméca et le laboratoire d'excellence CEMAM



Panorama des compétences du centre sur la chaîne de valeur de la Fabrication Additive

Créativité/ Innovation	Design	Matériaux	Fab.3D/ Procédés	Post- traitement	Contrôles/ Caractérisat.	HSE	Chaîne numérique	Normalisation
Structures 3D actives	Règles de conception en lien avec les procédés FA	Matériaux architecturés	Fusion sur lit de poudre	Traitements chimiques	Caractérisation mécanique	Recyclage des poudres (vieillessement et recyclabilité)	Continuité numérique	
	Calcul / Simulation / Modélisation	Alliages base Titane	<ul style="list-style-type: none"> Interaction énergie / matière Simulation et modélisation des procédés Règles de pilotage du procédé Règles de conception des pièces finies Développe- ment / Effet des paramètres opérationnels 	Usinage	Contrôle de pièce (dimensionnel, géométrique et métrologie)		Format des données	
	Optimisation topologique	Alliages base Nickel		Dépoudrage des pièces	Contrôles Non- Destructifs volumiques	Exploitation des données		
	Optimisation paramétrique	Optimisation métallurgique		Traitements thermiques	Caractérisation matériau et microstructure	Simulation globale du processus		
		Mécanismes de frittage		Traitements physiques				

Poids relatif en ETP de chaque brique (sur un total de 21 ETP dédiés à la Fabrication Additive)

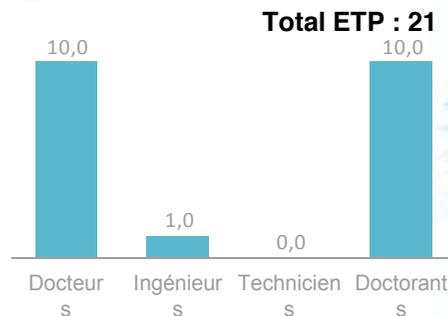
Indicateurs de référence



50 publications
0 brevet



13 thèses achevées sur des thématiques Fabrication Additive



Un total de **70**
années d'ancienneté
cumulée dans la
Fabrication Additive

Equipements et prestations

Equipements

Exemples d'équipements dédiés à la FA :

- 2 machines EBM ARCAM A1
- 3 PRS Powder Recovery System
- Machines FDM
- Autres : photopolymérisation, stratoconception

Prestations

Exemples de prestations proposées :

- Recherche Amont
- Recherche Appliquée
- Formation Initiale

Secteurs couverts

- Spatial
- Aéronautique
- Militaire
- Energie
- Automobile
- Médical

Partenariats



TRL de 1 à 4 : Des partenariats industriels récurrents :

- Dont 30% à l'échelle régionale, 60% à l'échelle nationale et 10% à l'échelle internationale
- Aussi bien des TPE/PME que des ETI/Grands groupes

Un réseau de partenaires scientifiques et techniques développé*



*Non-exhaustif

Contact



Jean-Jacques BLANDIN

Expert Matériaux – Fabrication Additive

jean-jacques.blandin@simap.grenoble-inp.fr



Frédéric VIGNAT

Expert Conception – Fabrication Additive

frederic.vignat@grenoble-inp.fr



Eric ZAMAI

Responsable AIP - Priméca

eric.zamai@grenoble-inp.fr

The background of the slide features a series of overlapping, semi-transparent blue geometric shapes, primarily squares and rectangles, arranged in a way that creates a sense of depth and movement. These shapes are layered, with some appearing in front of others, and they are set against a light blue gradient background.

V - Institut Carnot ESP

- I. Institut Carnot ARTS
- II. Institut Carnot CETIM
- III. Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT
- IV. Institut Carnot Energies du Futur
- V. Institut Carnot ESP**
 - GPM
 - CRISMAT
- VI. Institut Carnot ICEEL
- VII. Institut Carnot Ingénierie@Lyon
- VIII. Institut Carnot INRIA
- IX. Institut Carnot MICA
- X. Institut Carnot M.I.N.E.S
- XI. ONERA
- XII. Institut Carnot TN@UPSaclay

Le centre en quelques mots

Ce centre s'appuie sur les compétences propres du GPM en science des matériaux et mécanique des alliages métalliques et des polymères, auxquels s'ajoutent des compétences en usinage multi-axes à l'INSA. Le tout permet de couvrir une part importante de la chaîne de valeur sur la FA et a motivé à partir de 2015 la création d'une plateforme dédiée, en relation en particulier avec la société VOLUM-e. Dotée de quelques machines polymère grand-public, d'une technologie en développement (dépôt polymère bimatière freeformer ARBURG) et d'une machine de lasage sur lit de poudres métalliques, elle vise l'acquisition d'une machine hybride de projection de poudres métalliques sur cinématique 5-axes.



Panorama des compétences du centre sur la chaîne de valeur de la Fabrication Additive

Créativité/ Innovation	Design	Matériaux	Fab.3D/ Procédés	Post- traitement	Contrôles/ Caractérisat.	HSE	Chaîne numérique	Normalisation
	Calcul / Simulation / Modélisation	Aciers	Extrusion de matière	Usinage	Caractérisation mécanique			
	Intégration multi-échelle	Aciers inoxydables	Dépôt de matière (fil ou poudre) sous énergie concentrée	Traitements thermiques	Caractérisation matériau et microstructure			
		Alliages d'aluminium	Stratification de couches	Traitements mécaniques	Durabilité en service (fatigue, contraintes résiduelles, défauts...)			
		Polymères thermoplastiques		Frittage	Contrôle de pièce (dimensionnel, géométrique et métrologie)			
		Composites						



 Poids relatif en ETP de chaque brique (sur un total de 4,5 ETP dédiés à la Fabrication Additive)

Indicateurs de référence

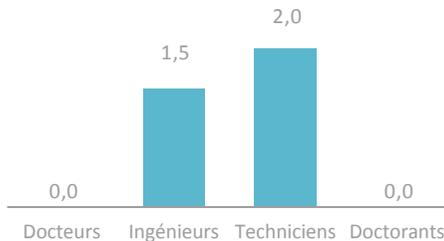


0 publication
0 brevet



0 thèse achevée sur des thématiques Fabrication Additive

Total ETP : 3,5



Un total de **3**
années d'ancienneté
cumulée dans la
Fabrication Additive

Equipements et prestations

Equipements

Exemples d'équipements dédiés à la FA :

- 3 machines FDM
- Machine Freeformer Arburg
- Machine Realizer SLM 100

Prestations

Exemples de prestations proposées :

- Caractérisation
- Recherche Appliquée

Secteurs couverts

- Spatial
- Automobile
- Aéronautique
- Transports lourds
- Energie

Partenariats



TRL de 3 à 9 : Des partenariats industriels existant :

- Dont 100% à l'échelle régionale
- Avec des TPE/PME

Un réseau de partenaires scientifiques et techniques développé*



*Non-exhaustif

Contact



Mouldi BEN AZZOUNA, Docteur
Mouldi.Ben-Azzouna@insa-rouen.fr
02 32 95 97 11



Fabrice BARBE, Docteur
Fabrice.Barbe@insa-rouen.fr
02 32 95 97 60



Clément KELLER, Docteur
Clement.Keller@insa-rouen.fr
02 32 95 98 65



VI - Institut Carnot ICEEL

- I. Institut Carnot ARTS
- II. Institut Carnot CETIM
- III. Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT
- IV. Institut Carnot Energies du Futur
- V. Institut Carnot ESP
- VI. Institut Carnot ICEEL**
 - CIRTES
 - CRITT TJFU
 - CTIF
 - IJL CCMPA
 - IS
 - LRGP
- VII. Institut Carnot Ingénierie@Lyon
- VIII. Institut Carnot INRIA
- IX. Institut Carnot MICA
- X. Institut Carnot M.I.N.E.S
- XI. ONERA
- XII. Institut Carnot TN@UPSaclay

Le centre en quelques mots

CIRTES SA est labellisée Structure de Recherche Contractuelle (SRC). Située au cœur du bassin industriel de Saint-Dié-des-Vosges depuis 1991, CIRTES possède également un établissement à Carmaux (S-O). A partir de ses spécialités brevetées, la Fabrication Additive par Stratoconception®, l'Emballage Rapide 3D Pack&Strat® et l'Usinage Avancé, CIRTES a vocation à développer des contrats industriels de R&D (procédé et logiciel), à fabriquer des maquettes et outillages et à commercialiser les solutions logicielles et les machines associées à son procédé FA de Stratoconception. Depuis plus de 25 ans, CIRTES a mis en place la première et la plus importante plate-forme de Fabrication Additive (tous procédés) en France.



Panorama des compétences du centre sur la chaîne de valeur de la Fabrication Additive

Créativité/ Innovation	Design	Matériaux	Fab.3D/ Procédés	Post- traitement	Contrôles/ Caractérisat.	HSE	Chaîne numérique	Normalisation
Rétro-ingénierie	Optimisation topologique	Aciers	Photopolymérisation en cuve	Usinage	Contrôle de pièce (dimensionnel, géométrique)	Mise en place d'installations pilote HSE	Intégration numérique produit - procédé & Simulation	Méthodes de spécification
Modélisation technico - éco. / Calcul prévisionnel des coûts, simulation-expertise	Règles de conception en lien avec les procédés FA	Alliages d'aluminium	Projection de matière	Traitements mécaniques	Contrôle en cours de production	Connaissance et analyse de la réglementation	Exploitation des données	Méthodes de test
			Projection de liant					
Calcul / Simulation / Modélisation	Polymères thermoplastiques	Polymères thermodurcissables	Jet d'encre	Traitements chimiques	Caractérisation mécanique	Formation aux problématiques HSE	Continuité numérique	Participation au travaux de normalisation en FA. Membre du comité UNM 920
			Fusion sur lit de poudre					
Cycle de vie et recyclabilité	Bois et cartons	Autres	Extrusion de matière	Revêtement de surface	Caractérisation des états de surface	Format des données Intégration CAO/FA en natif	Simulation globale du processus	
			Dépôt matière (fil ou poudre) sous énergie concentrée					
Conception Fiabiliste			Stratification de couches					
			Combinaison de technologies					

Poids relatif en ETP de chaque brique (sur un total de 22 ETP dédiés à la Fabrication Additive)

Indicateurs de référence

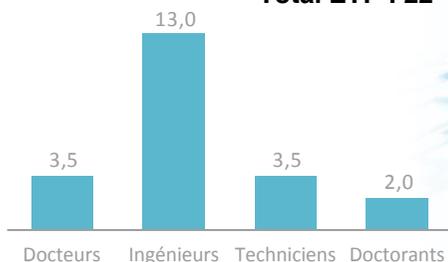


150 publications
20 brevets



0 thèse achevée sur des thématiques Fabrication Additive

Total ETP : 22



Un total de **322**
années d'ancienneté
cumulée dans la
Fabrication Additive

Equipements et prestations

Equipements

Exemples d'équipements dédiés à la FA :

- Parc de 25 machines de FA combinant plusieurs procédés (SLA, FDM, Strato, LOM, SLS, DMLS, etc.)
- Profilomètre interférométrique
- Microscopes numériques à fort grossissement et à balayage

Secteurs couverts

- Spatial
- Aéronautique
- Militaire
- Energie

Prestations

Exemples de prestations proposées :

- Recherche Appliquée
- Recherche Amont
- Formation Initiale industrielle
- Expertise FA
- Fournisseur de solutions

- Fab. moules/outillages
- Automobile
- Médical
- Luxe, Emballage, Etc.

Partenariats



TRL de 1 à 9 : De nombreux partenariats industriels :

- Dont 10% à l'échelle régionale, 75% à l'échelle nationale et 15% à l'échelle internationale
- Avec des ETI/Grands groupes

Un réseau de partenaires scientifiques et techniques développé*



*Non-exhaustif

Contact



Claude BARLIER

Pr, Président fondateur CIRTES et INORI
claude.barlier@cirtes.fr - 03 29 55 11 71



Benoît DELEBECQUE

Dr, Responsable R&D Informatique
benoit.delebecque@cirtes.fr - 03 29 55 11 71



Cyril PELAINGRE

Dr, Responsable R&D procédé
cyril.pelaingre@cirtes.fr - 03 29 55 11 71

- I. Institut Carnot ARTS
- II. Institut Carnot CETIM
- III. Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT
- IV. Institut Carnot Energies du Futur
- V. Institut Carnot ESP
- VI. Institut Carnot ICEEL**
 - CIRTES
 - CRITT TJFU
 - CTIF
 - IJL CCMPA
 - IS
 - LRGP
- VII. Institut Carnot Ingénierie@Lyon
- VIII. Institut Carnot INRIA
- IX. Institut Carnot MICA
- X. Institut Carnot M.I.N.E.S
- XI. ONERA
- XII. Institut Carnot TN@UPSaclay

Le centre en quelques mots

CTIF est un centre technique industriel français spécialisé en fonderie et en matériaux et produits métalliques. Au cœur de la filière de transformation des matériaux, CTIF œuvre en permanence à relier la recherche appliquée au monde industriel. Cinq axes clés de R&D constituent le cœur d'activité de CTIF : la métallurgie, la modélisation, l'innovation process, l'innovation produit et les contrôles. Deux axes transversaux alimentent ce cœur d'activité : le développement de la fabrication additive métal sur pièces et outillages et les enjeux croissants de performance et de durabilité des procédés et produits métalliques.



Panorama des compétences du centre sur la chaîne de valeur de la Fabrication Additive

Créativité/ Innovation	Design	Matériaux	Fab.3D/ Procédés	Post- traitement	Contrôles/ Caractérisat.	HSE	Chaîne numérique	Normalisation
Rétro-ingénierie	Conception Fiabiliste	Alliages d'aluminium	Photopolymé- risation en cuve	Fonctionnalisation de surface	Caractérisation matériau et microstructure	Connaissance de la réglementation	Intégration numérique produit - procédé & Simulation	Méthodes de spécification
Analyse de l'usage	Règles de conception en lien avec les procédés FA	Alliages base Titane	• Capabilité, répétabilité, reproductibilité	Traitements thermiques	Caractérisation mécanique	Evaluation des risques industriels (explosion, inflammation...)	Continuité numérique	Méthodes de test
Modélisation éco. / Calcul prévisionnel des coûts, simulation	Calcul / Simulation / Modélisation	Aciers		Propreté de surface	Caractérisation des états de surface	Durabilité en service (fatigue, contraintes résiduelles, défauts...)		
Structures 3D actives	Optimisation topologique	Alliages base Nickel		Contrôles Non- Destructifs volumiques				
Supply chain	Cycle de vie et recyclabilité	Alliages Chrome- Cobalt						

Poids relatif en ETP de chaque brique (sur un total de 3 ETP dédiés à la Fabrication Additive)

Indicateurs de référence

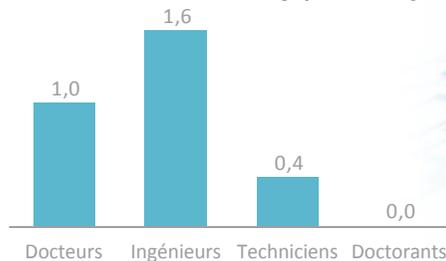


1 publication
0 brevet



0 thèse achevée sur des thématiques Fabrication Additive

Total ETP : 3



Un total de **19,8**
années d'ancienneté
cumulée dans la
Fabrication Additive

Equipements et prestations

Equipements

Exemples d'équipements dédiés à la FA :

En partenariats, machines de fusion laser sur lit de poudre : EOS M280 et M290, SLM 280 HL, fusion par faisceau d'électrons de lit de poudre : ARCAM A1 et Q20, projection de poudre fusionnée par techno Clad®: laser continu Nd

Secteurs couverts

- Spatial
- Aéronautique
- Militaire

Prestations

Exemples de prestations proposées :

- Etude et caractérisation des matériaux
- Conception – Calcul
- Démonstrateurs/Optimisation Produit & Process
- Formation process /métallurgies
- Recherche Appliquée, faisabilité

- Energie
- Fab. moules/outillages
- Etc.

Partenariats



TRL de 4 à 9 : Des partenariats industriels existant s:

- Dont 100% à l'échelle nationale
- Avec TPE/PME

Un réseau de partenaires scientifiques et techniques développé*



*Non-exhaustif

Contact



Clotilde MACKE-BART

Directrice Conseil & Innovation
macke@ctif.com/ 01 41 14 63 15



Didier LINXE

Responsable pôle Etudes & Méthodes
linxe@ctif.com/ 06 87 27 08 89



Camille OLLIVIER

Ingénieur projet/référente fabrication additive
ollivier@ctif.com/ 01 41 14 63 13

- I. Institut Carnot ARTS
- II. Institut Carnot CETIM
- III. Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT
- IV. Institut Carnot Energies du Futur
- V. Institut Carnot ESP
- VI. Institut Carnot ICEEL**
 - CIRTES
 - CRITT TJFU
 - CTIF
 - IJL CCMPA
 - IS
 - LRGP
- VII. Institut Carnot Ingénierie@Lyon
- VIII. Institut Carnot INRIA
- IX. Institut Carnot MICA
- X. Institut Carnot M.I.N.E.S
- XI. ONERA
- XII. Institut Carnot TN@UPSaclay

- I. Institut Carnot ARTS
- II. Institut Carnot CETIM
- III. Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT
- IV. Institut Carnot Energies du Futur
- V. Institut Carnot ESP
- VI. Institut Carnot ICEEL**
 - CIRTES
 - CRITT TJFU
 - CTIF
 - IJL CCMPA
 - IS
 - LRGP
- VII. Institut Carnot Ingénierie@Lyon
- VIII. Institut Carnot INRIA
- IX. Institut Carnot MICA
- X. Institut Carnot M.I.N.E.S
- XI. ONERA
- XII. Institut Carnot TN@UPSaclay

Le centre en quelques mots

En tant que centre technique industriel (CTI) français de l'assemblage et des contrôles associés, l'Institut de Soudure apporte connaissances, innovations et supports à ses membres ainsi qu'à la profession. Le CTI répond aux attentes des industriels de la filière en ce qui concerne la sécurité des hommes et des installations, la conformité aux réglementations, la veille documentaire, le déploiement des meilleures pratiques et la performance industrielle.



Panorama des compétences du centre sur la chaîne de valeur de la Fabrication Additive

Créativité/ Innovation	Design	Matériaux	Fab.3D/ Procédés	Post- traitement	Contrôles/ Caractérisat.	HSE	Chaîne numérique	Normalisation
Modélisation économique / Calcul prévisionnel des coûts	Règles de conception en lien avec les procédés de FA	Aciers C-Mn et inoxydables	Technologies arc-fil robotisées (MIG-MAG, TIG)	Traitements mécaniques	Contrôles Non-Destructifs volumiques	Connaissance de la réglementation		Participation à des groupes de travail en normalisation
Analyse de l'usage à	Optimisation paramétrique	Alliages base Ni-Cr	Technologie laser-fil robotisée	Traitements thermiques	Contrôles Non-Destructifs surfaciques	Sécurité des opérateurs		
		Alliages d'aluminium		Maîtrise du dimensionnel	Durabilité en service (fatigue, contraintes résiduelles, défauts...)			
					Contrôle en cours de production			
					Caractérisation matériau et microstructure			



Indicateurs de référence

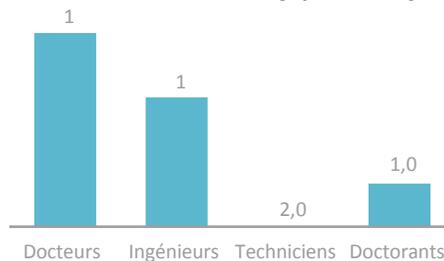


2 publications
0 brevet



1 thèse en cours sur la thématiques fabrication additive

Total ETP : 5



Un total de **3**
années d'ancienneté
cumulée dans la
Fabrication Additive

Equipements et prestations

Equipements

Exemples d'équipements dédiés à la FA :

Plateforme procédés de fabrication :

- Technologies arc-fil robotisées (4 cellules)
- Technologie laser-fil (1 cellule)

Moyens de contrôle de pièces :

- Tomographe
- Contrôle US par immersion

Secteurs couverts

- Industrie lourde
- Aérospatial
- Militaire

Prestations

Exemples de prestations proposées :

- Réalisation de pièces prototypes
- Etudes technico-économiques
- Contrôle de pièces
- Caractérisation métallurgique et mécanique de pièces

- Energie
- Fab. moules/outillages
- etc.

Partenariats



TRL de 4 à 8 : Des partenariats industriels récurrents :

- Dont 30% à l'échelle régionale, 60% à l'échelle nationale et 10% à l'échelle internationale
- Aussi bien des TPE/PME que des ETI/Grands groupes

Un réseau de partenaires scientifiques et techniques développé*



*Non-exhaustif

Contact



Philippe Gressel

Responsable de Plateforme Mécanique – Corrosion
p.gressel@isgroupe.com



Fabrice Scandella

Fellow matériaux/procédés
f.scandella@isgroupe.com



Clément Bourlet

Doctorant en fabrication additive arc-fil
c.bourlet@isgroupe.com

- I. Institut Carnot ARTS
- II. Institut Carnot CETIM
- III. Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT
- IV. Institut Carnot Energies du Futur
- V. Institut Carnot ESP
- VI. Institut Carnot ICEEL**
 - CIRTES
 - CRITT TJFU
 - CTIF
 - IJL CCMPA
 - IS
 - LRGP
- VII. Institut Carnot Ingénierie@Lyon
- VIII. Institut Carnot INRIA
- IX. Institut Carnot MICA
- X. Institut Carnot M.I.N.E.S
- XI. ONERA
- XII. Institut Carnot TN@UPSaclay

Le centre en quelques mots

Le LRGP s'est engagé dès 1984 sur le thème; il intervient sur la mise au point de nouveaux procédés et leur optimisation (essentiellement sur les interactions lumière matériaux) en concertation avec de nombreux partenaires universitaires et industriels, Il s'engage sur le développement de procédés « sans couches » et sur l'impression 4D avec des matériaux intelligents et sur le bio-printing, sujets émergents non encore développés en France.



Panorama des compétences du centre sur la chaîne de valeur de la Fabrication Additive

Créativité/ Innovation	Design	Matériaux	Fab.3D/ Procédés	Post- traitement	Contrôles/ Caractérisat.	HSE	Chaîne numérique	Normalisation
Structures 3D actives	Design Industriel	Alliages d'aluminium	Photopolymé- risation en cuve		Caractérisation matériau et microstructure	Formation aux problématiques HSE		
Analyse de l'usage	Calcul / Simulation / Modélisation	Photopolymères	Fusion sur lit de poudre					
	Intégration multi- échelle	Formulations, mélanges						
	Design paramétrique	Composés avec nano-charges, nano-composites						
	Cycle de vie et recyclabilité	Composites						



Poids relatif en ETP de chaque brique (sur un total de 6 ETP dédiés à la Fabrication Additive)

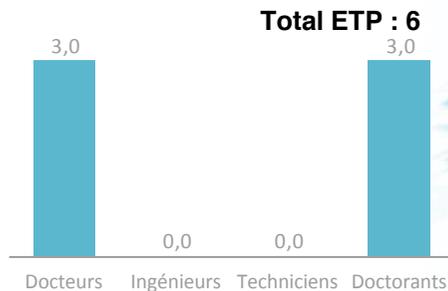
Indicateurs de référence



47 publications
7 brevets sur la période (>30 depuis 1984)
3 livres invités



4 thèses achevées sur des thématiques Fabrication Additive



Un total de 33 années d'ancienneté cumulée dans la Fabrication Additive (dont le premier brevet sur le thème en 1984)

Equipements et prestations

Equipements

Exemples d'équipements dédiés à la FA :

- Machine de stéréolithographie

Prestations

Exemples de prestations proposées :

- Conseil aux entreprises
- Modélisation
- Nouveaux procédés 3D/4D
- Epistémologie du bio-printing
- Sociologie de la fabrication additive
- Recherche Appliquée

Secteurs couverts

- Fabrication et matière informée
- Nano-fabrication
- Médical

Partenariats

TRL 1 2 3 4 5 6 7 8 9

TRL de 1 à 2 : Des partenariats industriels existant :

- Dont 15% à l'échelle régionale et 85% à l'échelle nationale
- Aussi bien des TPE/PME que des ETI/Grands groupes

Un réseau de partenaires scientifiques et techniques développé*



*Non-exhaustif

Contact



André Jean-Claude

DRCE2 CNRS

Jean-claude.andre@univ-lorraine.fr Tel: 0624427262



Corbel Serge

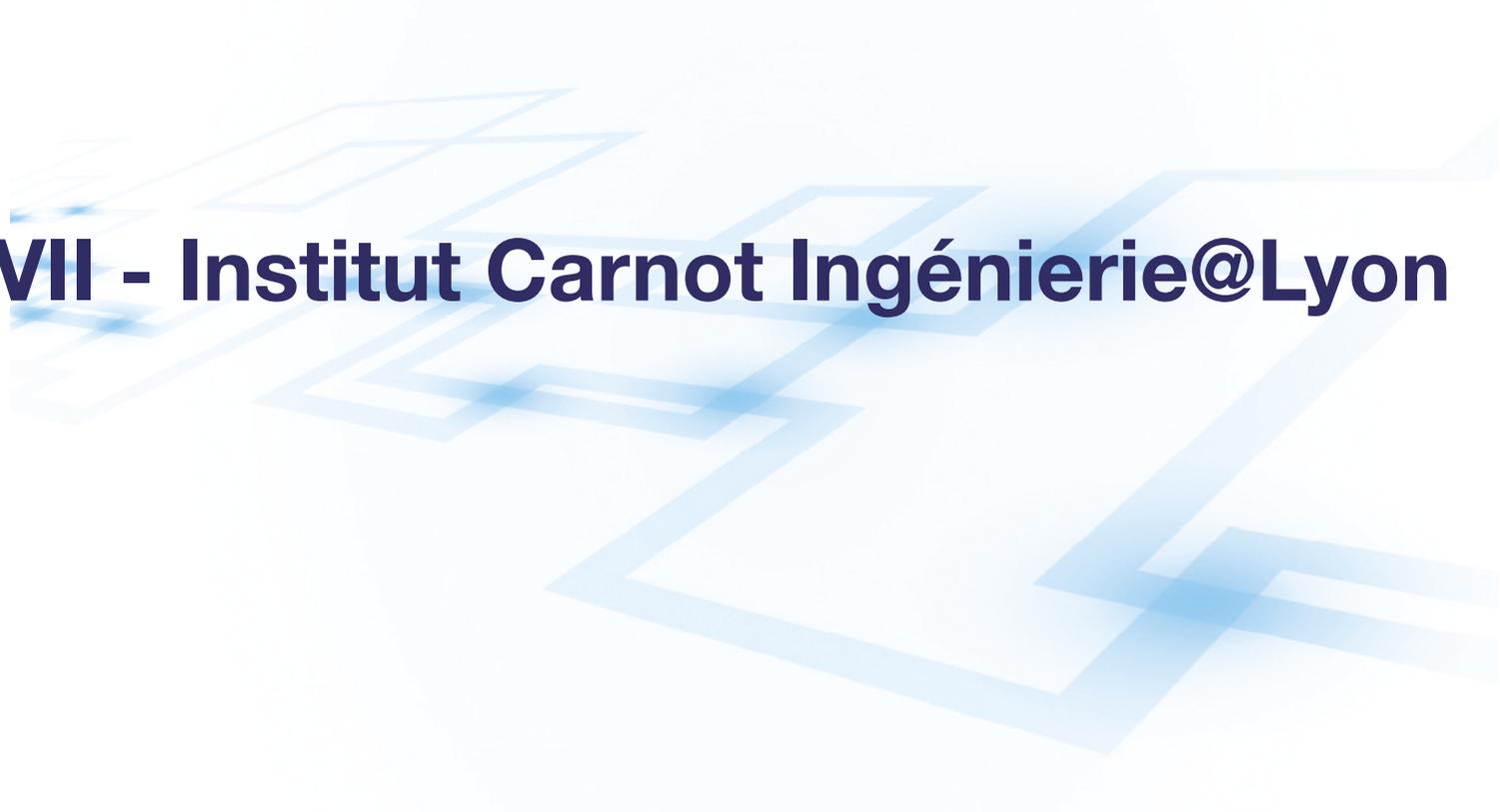
CR1 CNRS

Serge-corbel@univ-lorraine.fr Tel: 0383175114

Hoppe Sandrine

CR1 CNRS

Sandrine.hoppe@univ-lorraine.fr



VII - Institut Carnot Ingénierie@Lyon

- I. Institut Carnot ARTS
- II. Institut Carnot CETIM
- III. Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT
- IV. Institut Carnot Energies du Futur
- V. Institut Carnot ESP
- VI. Institut Carnot ICEEL
- VII. Institut Carnot Ingénierie@Lyon**
 - INSA
 - IPC
 - LTDS (ENISE)
- VIII. Institut Carnot INRIA
- IX. Institut Carnot MICA
- X. Institut Carnot M.I.N.E.S
- XI. ONERA
- XII. Institut Carnot TN@UPSaclay

Le centre en quelques mots

De par leur expertise dans les domaines des transferts thermiques et de la physicochimie des **polymères**, les laboratoires **CETHIL & IMP** s'intéressent à trois axes de recherche : le triptyque matériau / procédé / propriétés ; l'instrumentation et le développement de process ; la modélisation expérimentale et numérique.

De par leur expertise en simulation numériques des procédés thermomécaniques (couplages thermo-métallurgique, réduction de modèle) et en caractérisation structurale (tomographie X), les laboratoires **LaMCoS & MATEIS** s'intéressent à la **fabrication additive métallique et céramique** comme moyen d'architecture des matériaux ainsi qu'à la caractérisation de l'état résiduel métallurgique et mécanique des matériaux afin d'optimiser leurs propriétés notamment en fatigue.



Panorama des compétences du centre sur la chaîne de valeur de la Fabrication Additive

Créativité/ Innovation	Design	Matériaux	Fab.3D/ Procédés	Post- traitement	Contrôles/ Caractérisat.	HSE	Chaîne numérique	Normalisation
Analyse de l'usage	Calcul / Simulation / Modélisation	Caractérisation des poudres	Projection de matière	Revêtement de surface	Caractérisation mécanique		Simulation globale du processus	
	Optimisation paramétrique	Alliages d'aluminium	Fusion sur lit de poudre		Autres caractérisations (électrique, corrosion, thermique...)		Intégration numérique produit - procédé & Simulation	
	Design paramétrique	Photopolymères	Extrusion de matière		Contrôles Non-Destructifs volumiques			
		Aciers	Dépôt de matière (fil ou poudre) sous énergie concentrée		Durabilité en service (fatigue, contraintes résiduelles, défauts...)			
		Polymères thermoplastiques			Caractérisation matériau et microstructure			



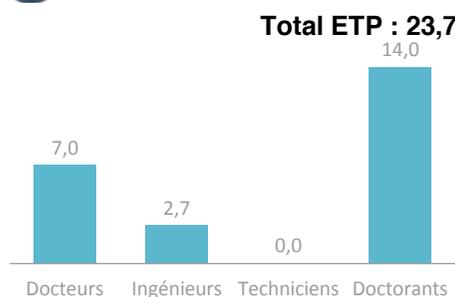
Indicateurs de référence



78 publications
0 brevet



21 thèses achevées sur des thématiques Fabrication Additive



Un total de **36,9** années d'ancienneté cumulée dans la Fabrication Additive

Equipements et prestations

Equipements

Exemples d'équipements dédiés à la FA :

- Machine Cold Spray (IMPACT)
- Machine Robocasting
- Machine SLS Sharebot
- Machine Fusion IR
- Machine FDM
- En cours : Machine CLAD

Secteurs couverts

- Aéronautique
- Militaire
- Energie

Prestations

Exemples de prestations proposées :

- Recherche Amont
- Recherche Appliquée
- Caractérisation
- Médical
- Automobile
- Etc.

Partenariats



TRL de 1 à 7 : Des partenariats industriels récurrents :

- Dont 33% à l'échelle régionale, 33% à l'échelle nationale et 34% à l'échelle internationale
- Plutôt avec des ETI/Grands groupes

Un réseau de partenaires scientifiques et techniques développé*



*Non-exhaustif

Contact



M'hamed BOUTAOUS

HDR, CETHIL - UMR 5008

mhamed.boutaous@insa-lyon.fr / +33 472436314



Eric MAIRE

Directeur de recherche CNRS, MATEIS - UMR 5510

eric.maire@insa-lyon.fr / +33 472438861



Nicolas TARDIF

Maître de conférence, LaMCoS - UMR 5259

nicolas.tardif@insa-lyon.fr / +33 472438272

- I. Institut Carnot ARTS
- II. Institut Carnot CETIM
- III. Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT
- IV. Institut Carnot Energies du Futur
- V. Institut Carnot ESP
- VI. Institut Carnot ICEEL
- VII. Institut Carnot Ingénierie@Lyon**
 - INSA
 - IPC
 - LTDS (ENISE)
- VIII. Institut Carnot INRIA
- IX. Institut Carnot MICA
- X. Institut Carnot M.I.N.E.S
- XI. ONERA
- XII. Institut Carnot TN@UPSaclay

Le centre en quelques mots

Après une dizaine d'années d'expérience dans le domaine de la fabrication additive par fusion laser de poudre métallique, le centre technique IPC peut développer les paramètres de fusion laser permettant d'obtenir des pièces denses (moins de 1% de porosité). Ce savoir faire s'appuie sur une machine EOS M270 et EOSM290 fonctionnant en atmosphère contrôlée. IPC développe aussi une expertise dans la simulation des prédictions des contraintes résiduelles lors du procédé de fusion laser portée par une équipe recherche et des collaborations académiques.



Panorama des compétences du centre sur la chaîne de valeur de la Fabrication Additive

Créativité/ Innovation	Design	Matériaux	Fab.3D/ Procédés	Post- traitement	Contrôles/ Caractérisat.	HSE	Chaîne numérique	Normalisation
Structures 3D actives	Règles de conception en lien avec les procédés FA	Polymères thermoplastiques	Photopolymérisation en cuve	Usinage	Contrôle en cours de production		Simulation globale du processus	Méthodes de spécification
Méthodes issues de la microélectronique	Design Industriel	Polymères thermodurcissables	Fusion sur lit de poudre	Maîtrise du dimensionnel	Contrôle de pièce (dimensionnel, géométrique et métrologie)		Intégration numérique produit - procédé & Simulation	Méthodes de test
Analyse de l'usage	Calcul / Simulation / Modélisation	Composites	Extrusion de matière	Revêtement de surface	Caractérisation mécanique		Continuité numérique	
Rétro-ingénierie	Optimisation topologique	Aciers	Stratification de couches	Traitements thermiques	Caractérisation des états de surface			
	Design paramétrique	Aciers inoxydables						



 Poids relatif en ETP de chaque brique (sur un total de 5 ETP dédiés à la Fabrication Additive)

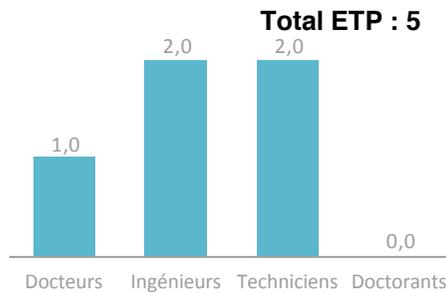
Indicateurs de référence



0 publication
0 brevet



1 thèse achevée sur des thématiques Fabrication Additive



Un total de **18**
années d'ancienneté
cumulée dans la
Fabrication Additive

Equipements et prestations

Equipements

Exemples d'équipements dédiés à la FA :

- 2 machines EOS M270/M290
- Imprimante 3D composites Markforged
- Imprimante 3D Voxel 8
- Nombreuses imprimantes 3D (dépôt de fil fondu)

Prestations

Exemples de prestations proposées :

- Recherche Appliquée
- Caractérisation
- Formation Continue

Secteurs couverts

- Fab. moules/outillages
- Automobile
- Aéronautique
- Militaire
- Energie
- Luxe

Partenariats



TRL de 3 à 9 : Près de 60% du budget total dédié à la Fabrication Additive provient de partenariats industriels :

- Dont 20% à l'échelle régionale, 60% à l'échelle nationale et 20% à l'échelle internationale

- Avec aussi bien des TPE/PME que des ETI/Grands Groupes

Un réseau de partenaires scientifiques et techniques développé*



*Non-exhaustif

Contact



Julien BAJOLET

Responsable Ligne Programme R&D procédés alternatifs

julien.bajolet@ct-ipc.com / +33 4 74 81 92 60

- I. Institut Carnot ARTS
- II. Institut Carnot CETIM
- III. Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT
- IV. Institut Carnot Energies du Futur
- V. Institut Carnot ESP
- VI. Institut Carnot ICEEL
- VII. Institut Carnot Ingénierie@Lyon**
 - INSA
 - IPC
 - LTDS (ENISE)
- VIII. Institut Carnot INRIA
- IX. Institut Carnot MICA
- X. Institut Carnot M.I.N.E.S
- XI. ONERA
- XII. Institut Carnot TN@UPSaclay

Le centre en quelques mots

Les recherches menées au LTDS (ENISE) visent à maîtriser et à optimiser la technologie de fabrication additive de pièces multimatériaux et multifonctionnelles notamment par : l'optimisation du process, l'étude des poudres, l'instrumentation thermique des procédés ainsi que la super finition des pièces issues de fabrication additive (Abrasive flow machining, tribofinition).



Panorama des compétences du centre sur la chaîne de valeur de la Fabrication Additive

Créativité/ Innovation	Design	Matériaux	Fab.3D/ Procédés	Post- traitement	Contrôles/ Caractérisat.	HSE	Chaîne numérique	Normalisation
	Optimisation topologique	Fonctionnalisation des poudres	Projection de matière	Usinage	Contrôle et qualification des poudres (neuves et recyclées)	Recyclage des poudres (vieillessement et recyclabilité)	Simulation globale du processus	Méthodes de spécification
	Règles de conception en lien avec les procédés FA	Caractérisation des poudres	Fusion sur lit de poudre	Traitements physiques	Contrôle en cours de production	Formation aux problématiques HSE	Intégration numérique produit - procédé & Simulation	Méthodes de test
	Combinaison de fonctions / Optimisation multifonctionnelle	Gradients de propriété	Combinaison de technologies	Propreté de surface	Contrôle de pièce (dimensionnel, géométrique et métrologie)		Exploitation des données	
	Calcul / Simulation / Modélisation	Nouvelles nuances de poudres		Fonctionnalisation de surface	Caractérisation matériau et microstructure			
		Optimisation métallurgique			Durabilité en service (fatigue, contraintes résiduelles, défauts...)			



Poids relatif en ETP de chaque brique (sur un total de 37,6 ETP dédiés à la Fabrication Additive)

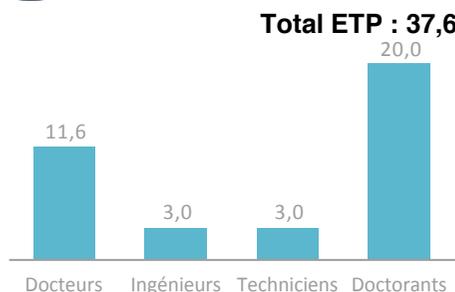
Indicateurs de référence



300 publications
4 brevets



0 thèse achevée sur des thématiques Fabrication Additive



Un total de **234,5**
années d'ancienneté
cumulée dans la
Fabrication Additive

Equipements et prestations

Equipements

Exemples d'équipements dédiés à la FA :

- Machine Phenix M100
- Machine Phenix ProX200
- 2 machines de rechargement laser (Trumpf Lasma et DMD)
- Machine de sphéroïdisation de poudres
- 4 imprimantes 3D (dépôt de fil)

Secteurs couverts

- Spatial
- Aéronautique
- Militaire

Prestations

Exemples de prestations proposées :

- Recherche Amont
- Recherche Appliquée
- Caractérisation

- Energie
- Fab. moules/outillages
- Etc.

Partenariats



TRL de 1 à 6 : Des partenariats industriels récurrents :

- n.c.
- Plutôt avec des ETI/Grands Groupes

Un réseau de partenaires scientifiques et techniques développé*



*Non-exhaustif

Contact



Philippe BERTRAND

Professeur LTDS - UMR 5513

philippe.bertrand@enise.fr / +33 477 437 560



Joel RECH

Professeur LTDS - UMR 5513

joel.rech@enise.fr



VIII - Institut Carnot INRIA

The background features a series of overlapping, semi-transparent blue geometric shapes, primarily squares and rectangles, arranged in a way that suggests depth and movement. These shapes are centered on the page and partially obscured by the text.

IX - Institut Carnot MICA

- I. Institut Carnot ARTS
- II. Institut Carnot CETIM
- III. Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT
- IV. Institut Carnot Energies du Futur
- V. Institut Carnot ESP
- VI. Institut Carnot ICEEL
- VII. Institut Carnot Ingénierie@Lyon
- VIII. Institut Carnot INRIA
- IX. Institut Carnot MICA**
 - Irepa Laser
 - IS2M
 - MDTs / LISM / Platinum 3D
- X. Institut Carnot M.I.N.E.S
- XI. ONERA
- XII. Institut Carnot TN@UPSaclay

Le centre en quelques mots

Centre de Ressources Technologiques (CRT) laser spécialisé dans les applications laser industrielles et les développements dans le domaine du traitement des matériaux, la fabrication d'additive, la soudure, les traitements et la fonctionnalisation des surfaces. Equipe de 43 personnes (docteur, ingénieur, techniciens ...) avec plus de 30 ans d'expérience dans les applications laser. Produits et services sur mesure : faisabilité, études techniques et économiques, formation, industrialisation, développement de systèmes spécifiques, R & D, ... 20 lasers dans le laboratoire: YAG, fibre, diode, laser femtoseconde, avec postes de travail multi-axes et robot, analyse: analyseur de faisceau laser, profilomètre 3D, métallographique et expertise,



Panorama des compétences du centre sur la chaîne de valeur de la Fabrication Additive

Créativité/ Innovation	Design	Matériaux	Fab.3D/ Procédés	Post-traitement	Contrôles/ Caractérisat.	HSE	Chaîne numérique	Normalisation
Modélisation économique / Calcul prévisionnel des coûts, simulation	Règles de conception en lien avec les procédés FA	Caractérisation des poudres	Dépôt de matière (fil ou poudre) sous énergie concentrée	Fonctionnalisation de surface	Contrôle en cours de production	Mesures de l'exposition		Méthodes de spécification
	Calcul / Simulation / Modélisation	Alliages base Titane			Caractérisation matériau et microstructure	Sécurité des opérateurs		Méthodes de test
		Alliages base Nickel			Caractérisation des états de surface			
		Aciers inoxydables						
		Gradients de propriété						



 Poids relatif en ETP de chaque brique (sur un total de 13 ETP dédiés à la Fabrication Additive)

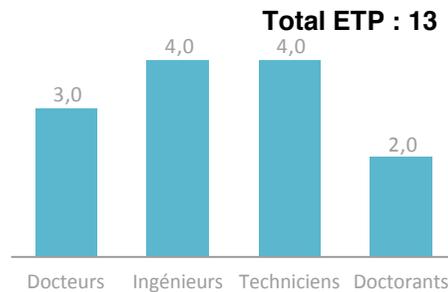
Indicateurs de référence



12 publications
2 brevets



1 thèse achevée sur des thématiques Fabrication Additive



Un total de **57**
années d'ancienneté
cumulée dans la
Fabrication Additive

Equipements et prestations

Equipements

Exemples d'équipements dédiés à la FA :

- Machines 5 axes :
- CLAD® BeAM MAGIC
 - CLAD® BeAM BioCLAD
- Machines 4 axes :
- CLAD® iMes
 - VARILAS CLAD®

Secteurs couverts

- Spatial
- Aéronautique
- Militaire
- Energie
- Fab. moules/outillages
- Etc.

Prestations

Exemples de prestations proposées :

- Industrialisation
- Recherche Appliquée
- Formation Continue
- Recherche Amont

Partenariats



TRL de 3 à 7 : De nombreux partenariats industriels :

- Dont 10% à l'échelle régionale, 75% à l'échelle nationale et 15% à l'échelle internationale
- Avec des ETI/Grands groupes

Un réseau de partenaires scientifiques et techniques développé*



*Non-exhaustif

Contact



Nicolas MINARD

Resp. Coordination Industrielle - MICA
Nicolas.minard@uha.fr – 06 20 71 20 99



BOISSELIER Didier

Responsable développement FA
Fa3d-aif@irepa-laser.com / 03 88 65 54 00



WURSTHORN Jérôme

Responsable plateforme LMD – CLAD®
Fa3d-aif@irepa-laser.com / 03 88 65 54 00

- I. Institut Carnot ARTS
- II. Institut Carnot CETIM
- III. Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT
- IV. Institut Carnot Energies du Futur
- V. Institut Carnot ESP
- VI. Institut Carnot ICEEL
- VII. Institut Carnot Ingénierie@Lyon
- VIII. Institut Carnot INRIA
- IX. Institut Carnot MICA**
 - Irepa Laser
 - IS2M
 - MDTs / LISM / Platinum 3D
- X. Institut Carnot M.I.N.E.S
- XI. ONERA
- XII. Institut Carnot TN@UPSaclay

Le centre en quelques mots

L'Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M) est une unité mixte de recherche CNRS / UHA. **Laboratoire pluridisciplinaire** dans le domaine des matériaux, et **centre de formation de référence**, l'Institut regroupe 64 chercheurs et enseignants-chercheurs, 28 personnels d'accompagnement à la recherche et experts en technique de caractérisation, et plus de 100 étudiants de tous niveaux formés chaque année.

L'IS2M rassemble des chimistes, physico-chimistes, physiciens et biologistes qui mènent des **recherches fondamentales et appliquées** dans le domaine des **matériaux fonctionnels, des surfaces et des interfaces et des matériaux poreux**. Cette activité de recherche est soutenue par un important parc d'équipements performant enrichi par **11 plateformes techniques certifiées ISO9001**.



Panorama des compétences du centre sur la chaîne de valeur de la Fabrication Additive

Créativité/ Innovation	Design	Matériaux	Fab.3D/ Procédés	Post- traitement	Contrôles/ Caractérisat.	HSE	Chaîne numérique	Normalisation
		Photopolymères	Photopolymérisation en cuve	Traitements chimiques	Caractérisation matériau et microstructure			
		Matériaux hybrides (ex : sol-gel)	• Interaction énergie / matière	Fonctionnalisation de surface	Caractérisation mécanique			
		Matériaux architecturés	Stratification de couches	Revêtement de surface	Caractérisation des états de surface			
		Autres : précurseurs, oxydes mixtes, matériaux réfractaires, photoamorceurs	• Interaction énergie / matière	Traitements physiques	Caractérisation des pièces (surfacique, volumique)			
		Oxydes métalliques		Propreté de surface				



Poids relatif en ETP de chaque brique (sur un total de 22,5 ETP dédiés à la Fabrication Additive)

Indicateurs de référence

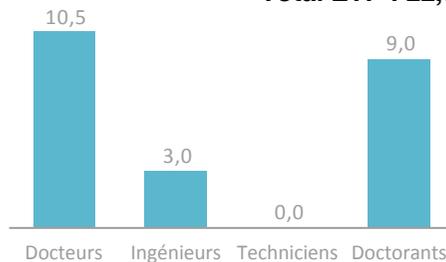


365 publications
11 brevets



17 thèses achevées sur des thématiques Fabrication Additive

Total ETP : 22,5



Un total de **77**
années d'ancienneté
cumulée dans la
Fabrication Additive

Equipements et prestations

Equipements

Exemples d'équipements dédiés à la FA :

- Machine de microfabrication additive (base TeemPhotonics)
- Machine multilongueur d'ondes
- Imprimante 3D Systems

Prestations

Exemples de prestations proposées :

- Recherche Amont
- Recherche Appliquée
- Caractérisation

Secteurs couverts

- Spatial
- Aéronautique
- Militaire
- Energie
- Automobile
- Etc.

Partenariats



TRL de 1 à 4 : Des partenariats industriels récurrents :

- Dont 32% à l'échelle régionale, 43% à l'échelle nationale et 25% à l'échelle internationale
- Aussi bien des TPE/PME que des ETI/Grands groupes

Un réseau de partenaires scientifiques et techniques développé*



*Non-exhaustif

Contact



Nicolas MINARD

Resp. Coordination Industrielle - MICA
Nicolas.minard@uha.fr – 06 20 71 20 99



Arnaud SPANGENBERG

Chercheur
Arnaud.spangenberg@uha.fr

- I. Institut Carnot ARTS
- II. Institut Carnot CETIM
- III. Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT
- IV. Institut Carnot Energies du Futur
- V. Institut Carnot ESP
- VI. Institut Carnot ICEEL
- VII. Institut Carnot Ingénierie@Lyon
- VIII. Institut Carnot INRIA
- IX. Institut Carnot MICA**
 - Irepa Laser
 - IS2M
 - MDTs / LISM / Platinum 3D
- X. Institut Carnot M.I.N.E.S
- XI. ONERA
- XII. Institut Carnot TN@UPSaclay

Le centre en quelques mots

LISM: Laboratoire universitaire sur les matériaux et les procédés de fabrication avec une grande expérience sur la fabrication additive
CRITT-MDTS: CRT ayant un centre de recherche et d'expertise, spécialisé dans les matériaux, dépôts et traitements de surface.
Platinum 3D: plateforme de fabrication additive dédiée à l'obtention de pièces métalliques par les procédés de fabrication additive.



Panorama des compétences du centre sur la chaîne de valeur de la Fabrication Additive

Créativité/ Innovation	Design	Matériaux	Fab.3D/ Procédés	Post-traitement	Contrôles/ Caractérisat.	HSE	Chaîne numérique	Normalisation
Rétro-ingénierie	Règles de conception en lien avec les procédés FA	Mécanismes de frittage	Photopolymérisation en cuve	Usinage	Contrôle de pièce (dimensionnel, géométrique et métrologie)	Connaissance de la réglementation	Continuité numérique	Méthodes de test
Analyse de l'usage	Design Industriel	Production de fil	Projection de matière	Fonctionnalisation de surface	Caractérisation matériau et microstructure	Sécurité des opérateurs	Intégration num. produit - procédé & Simulation	
Modélisation éco. / Calcul prévisionnel coûts, simulation	Calcul / Simulation / Modélisation	Matériaux hybrides (ex : sol-gel)	Projection de liant	Maîtrise du dimensionnel	Caractérisation mécanique			
Aspect / esthétique	Optimisation paramétrique	Matériaux architecturés	Fusion sur lit de poudre	Dépoudrage des pièces	Durabilité en service (fatigue, contraintes résiduelles, défauts...)			
	Cycle de vie et recyclabilité	Polymères thermoplastiques	Extrusion de matière	Déliantage				
			Dépôt matière (fil ou poudre) sous énergie concentrée		Contrôles Non-Destructifs volumiques			



Poids relatif en ETP de chaque brique (sur un total de 17 ETP dédiés à la Fabrication Additive)

Indicateurs de référence

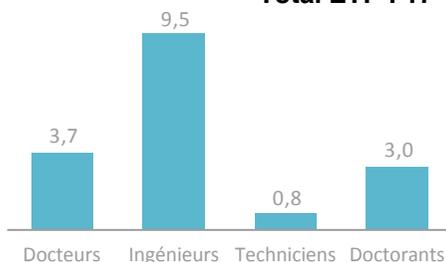


15 publications
0 brevet



4 thèses achevées sur des thématiques Fabrication Additive

Total ETP : 17



Un total de **230,2** années d'ancienneté cumulée dans la Fabrication Additive

Equipements et prestations

Equipements

Exemples d'équipements dédiés à la FA :

- Machine SLM Solutions 280HL
- Machine Trumpf Trulaser Cell 7020
- Machine Voxeljet VX1000
- Machine Voxeljet VX200
- Machine Prodways Promaker L6000
- Machine Arburg Freeformer

Secteurs couverts

- Aéronautique
- Energie
- Fab. moules/outillages
- Automobile
- Médical
- Luxe

Prestations

Exemples de prestations proposées :

- Recherche Appliquée
- Formation Initiale
- Formation Continue

Partenariats



TRL de 4 à 8 : Près de 27% du budget total dédié à la Fabrication Additive provient de partenariats industriels :

- Dont 70% à l'échelle régionale et 30% à l'échelle nationale
- Aussi bien des TPE/PME que des ETI/Grands groupes

Un réseau de partenaires scientifiques et techniques développé*



*Non-exhaustif

Contact



Nicolas MINARD

Resp. Coordination Industrielle - MICA

Nicolas.minard@uha.fr – 06 20 71 20 99



Hervé BONNEFOY

Enseignant Chercheur LISM

herve.bonnefoy@univ-reims.fr - 03 24 59 64 90



Jean-Marc POPOT

Directeur CRITT MDTS

jm.popot@critt-mdts.com – 03 24 37 89 89



X - Institut Carnot M.I.N.E.S

- I. Institut Carnot ARTS
- II. Institut Carnot CETIM
- III. Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT
- IV. Institut Carnot Energies du Futur
- V. Institut Carnot ESP
- VI. Institut Carnot ICEEL
- VII. Institut Carnot Ingénierie@Lyon
- VIII. Institut Carnot INRIA
- IX. Institut Carnot MICA
- X. **Institut Carnot M.I.N.E.S**
 - CEMEF
 - Centre des Matériaux
 - Centre Ingénierie et Santé
 - SMS
 - SUMO
 - TPCIM
- XI. ONERA
- XII. Institut Carnot TN@UPSaclay

Le centre en quelques mots

Le Centre de Mise en Forme des Matériaux (Cemef) est une unité de Recherche commune Mines ParisTech – CNRS (UMR 7635). Situé à Sophia Antipolis, sa mission couvre recherche et formation en lien avec l'industrie. Il est composé de 165 personnes, dont 70 doctorants, 30 responsables scientifiques répartis en 4 pôles : Polymères et Composites, Alliages Métalliques, Surface et Procédés, Mécanique et Physique Numérique. Le CEMEF a un rayonnement international et est engagé dans de nombreux contrats de recherche en partenariat industriel.



Panorama des compétences du centre sur la chaîne de valeur de la Fabrication Additive

Créativité/ Innovation	Design	Matériaux	Fab.3D/ Procédés	Post- traitement	Contrôles/ Caractérisat.	HSE	Chaîne numérique	Normalisation
	Calcul / Simulation / Modélisation	Alliages base Titane	Fusion sur lit de poudre		Caractérisation matériau et microstructure		Simulation globale du processus	
	Intégration multiphysique	Alliages base Nickel	Dépôt matière (fil ou poudre) sous énergie concentrée		Caractérisation mécanique		Intégration numérique produit - procédé & Simulation	
	Intégration multi-échelle	Mécanismes de frittage	<ul style="list-style-type: none"> Interaction énergie / matière Simulation et modélisation des procédés 				Continuité numérique	
		Compressibilité	<ul style="list-style-type: none"> Développement / Effet des paramètres opérationnels 				Exploitation des données	
		Oxydes métalliques					Format des données	



Poids relatif en ETP de chaque brique (sur un total de 1,8 ETP dédiés à la Fabrication Additive)

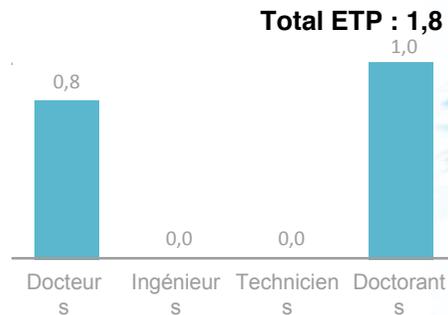
Indicateurs de référence



5 publications
0 brevet



1 thèse achevée sur des thématiques Fabrication Additive



Un total de **9** années d'ancienneté cumulée dans la Fabrication Additive

Equipements et prestations

Equipements

Exemples d'équipements dédiés à la FA :

- Logiciels de modélisation/simulation des procédés, à différentes échelles (développés en interne à partir de la librairie CimLib), destinés à être commercialisés par la société Transvalor SA

Secteurs couverts

- Spatial
- Aéronautique
- Militaire

Prestations

Exemples de prestations proposées :

- Recherche Appliquée
- Recherche Amont

Partenariats



TRL de 3 à 5 : Des partenariats industriels existant :

- Dont 100% à l'échelle nationale
- Avec des ETI/Grands groupes

Un réseau de partenaires scientifiques et techniques développé*



*Non-exhaustif

Contact



Michel BELLET

Professeur

michel.bellet@mines-paristech.fr / tel 0493957461



Gildas GUILLEMOT

Maître Assistant

gildas.guillemot@mines-paristech.fr / tel 0493678927



Yancheng ZHANG

Chargé d'Enseignement et de Recherche

yancheng.zhang@mines-paristech.fr / tel 0493957413

- I. Institut Carnot ARTS
- II. Institut Carnot CETIM
- III. Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT
- IV. Institut Carnot Energies du Futur
- V. Institut Carnot ESP
- VI. Institut Carnot ICEEL
- VII. Institut Carnot Ingénierie@Lyon
- VIII. Institut Carnot INRIA
- IX. Institut Carnot MICA
- X. **Institut Carnot M.I.N.E.S**
 - CEMEF
 - Centre des Matériaux
 - Centre Ingénierie et Santé
 - SMS
 - SUMO
 - TPCIM
- XI. ONERA
- XII. Institut Carnot TN@UPSaclay

Le centre en quelques mots

L'étude des procédés de fabrication additive nécessite donc d'associer compétences et moyens dans les domaines de l'élaboration, de la métallurgie, de la mécanique et de la simulation numérique. Mines ParisTech à travers son Centre des Matériaux commun entre l'Ecole et Armines, est un acteur de ce domaine depuis les années 2000. Il a acquis les compétences académiques et technologiques via plusieurs grands projets structurants.

Les travaux déjà effectués ont porté sur (i) les matériaux et structures architecturées fabriquées par cette méthode, (ii) les méthodes de calcul de prédiction des microstructures et contraintes résiduelles dans les pièces fabriquées, (iii) l'amélioration de la fiabilité des composants par contrôle du procédé et réutilisation des poudres, (iv) la mise en œuvre de poudres « composites » adaptées à la fabrication additive de cermet et de composites à matrice métallique (CMM) par la fusion laser sélective de lits de poudre, (v) la mise en forme de matériaux innovants et délicats à maîtriser par SLM de par leurs compositions chimiques et leurs propriétés thermo-physiques particulières. Le Centre des Matériaux va accroître dans le futur son activité dans ces domaines et dans celui de la réparation (cladding), de l'ajout de fonctions et du revêtement dur (hardfacing) par projection laser sous l'angle Matériau/Procédé.



Panorama des compétences du centre sur la chaîne de valeur de la Fabrication Additive

Créativité/ Innovation	Design	Matériaux	Fab.3D/ Procédés	Post- traitement	Contrôles/ Caractérisat.	HSE	Chaîne numérique	Normalisation
<ul style="list-style-type: none"> Synthèse de matériaux auxétiques architecturés Synthèse de nouvelles poudres (base Fe) pour le Hardfacing par projection laser (brevet) 	Calcul / Simulation / Modélisation	Nouvelles nuances de poudres	Fusion sur lit de poudre	Traitements thermiques sous atmosphère contrôlée	Contrôle et qualification des poudres (neuves et recyclées)			
	Optimisation paramétrique	Fonctionnalisation des poudres	<ul style="list-style-type: none"> Interaction énergie / matière Simulation et modélisation des procédés 	<ul style="list-style-type: none"> Consolidation et densification finale par frittage Traitement photonique de mise en compression 	Caractérisation matériau et microstructure			
	Règles conception en lien avec les procédés FA	Nouveaux métaux/nouveaux alliages	<ul style="list-style-type: none"> Règles de pilotage du procédé 	<ul style="list-style-type: none"> Optimisation métallurgique durant et après procédé 	Caractérisation mécanique			
	Intégration multiphysique	Alliages base Titane, base Nickel, base Cobalt et base Fer	<ul style="list-style-type: none"> Instrumentation pour mesures thermiques et contrôle en cours de production Adaptation du process pour multimatériaux 	<ul style="list-style-type: none"> Revêtement de surface par plasma et cold-spray 	<ul style="list-style-type: none"> Mesure en statique et en dynamique des propriétés optiques de lits de poudre 			
		Matériaux céramiques de type oxyde						

Poids relatif en ETP de chaque brique (sur un total de 18,5 ETP dédiés à la Fabrication Additive)

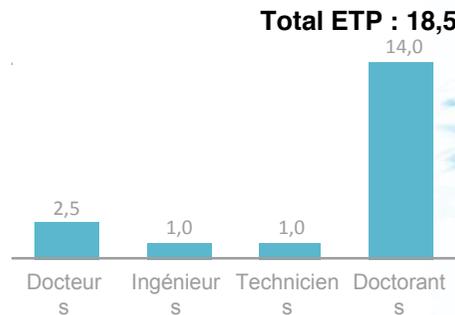
Indicateurs de référence



10 publications
7 brevets



3 thèses achevées sur des thématiques Fabrication Additive



Un total de **104,5**
années d'ancienneté
cumulée dans la
Fabrication Additive

Equipements et prestations

Equipements

Exemples d'équipements dédiés à la FA :

- Machine Phenix PM100
- Machine Concept laser M2
- Machines ouvertes et instrumentées (thermique et vision du bain,...)
- Bancs optique et de caractérisation des poudres

Secteurs couverts

- Spatial
- Aéronautique
- Militaire

Prestations

Exemples de prestations proposées :

- Recherche Appliquée
- Recherche Amont

- Fab. moules/outillages
- Automobile
- Etc.

Partenariats



TRL de 3 à 5 : Des partenariats industriels existant :

- Dont 50% à l'échelle régionale et 50% à l'échelle nationale

Un réseau de partenaires scientifiques et techniques développé*



*Non-exhaustif

Contact

Christophe Colin

christophe.colin@mines-paristech.fr

Jean-Dominique Bartout

jean-dominique.bartout@mines-paristech.fr

Vincent Guipont

vincent.guipont@mines-paristech.fr

- I. Institut Carnot ARTS
- II. Institut Carnot CETIM
- III. Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT
- IV. Institut Carnot Energies du Futur
- V. Institut Carnot ESP
- VI. Institut Carnot ICEEL
- VII. Institut Carnot Ingénierie@Lyon
- VIII. Institut Carnot INRIA
- IX. Institut Carnot MICA
- X. **Institut Carnot M.I.N.E.S**
 - CEMEF
 - Centre des Matériaux
 - Centre Ingénierie et Santé
 - SMS
 - SUMO
 - TPCIM
- XI. ONERA
- XII. Institut Carnot TN@UPSaclay

Le centre en quelques mots

Le Centre Ingénierie et Santé (CIS), créé en 2004, est situé sur le campus santé innovations (Saint-Priest en Jarez, Loire). Il pilote les activités de formation et de recherche de Mines Saint-Etienne (MSE) dans le domaine de l'ingénierie à l'interface avec les métiers de la santé. Il se compose d'une soixantaine de personnes, regroupés en trois départements. Le CIS a plus particulièrement mis en place un laboratoire expérimental dédié aux phosphates de calcium (CaP) pour des applications biomédicales. Le CIS possède une double expertise: une expertise matériau, de la synthèse chimique des CaP à l'élaboration des biocéramiques à l'aide de procédés innovants (Fabrication additive), et une expertise industrielle intégrant le transfert de procédés du laboratoire vers l'industrie, ou encore la qualification des matériaux et des procédures.



Panorama des compétences du centre sur la chaîne de valeur de la Fabrication Additive

Créativité/ Innovation	Design	Matériaux	Fab.3D/ Procédés	Post- traitement	Contrôles/ Caractérisat.	HSE	Chaîne numérique	Normalisation
Structures 3D actives		Obtention / production de poudres	Jet d'encre	Traitements thermiques				
		Phosphates de calcium	Développement / Effet des paramètres opérationnels	Frittage / Mécanismes de frittage				
		Céramiques	Atomisation					

Poids relatif en ETP de chaque brique (sur un total de 2 ETP dédiés à la Fabrication Additive)

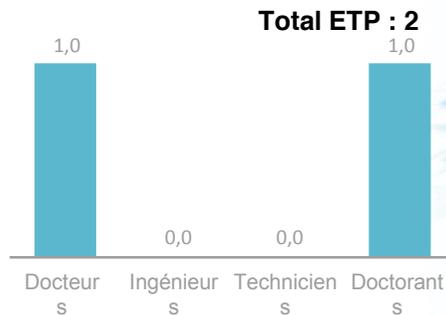
Indicateurs de référence



2 publications
1 brevet



2 thèses achevées sur des thématiques Fabrication Additive



Un total de **11**
années d'ancienneté
cumulée dans la
Fabrication Additive

Equipements et prestations

Equipements

Exemples d'équipements dédiés à la FA :

- Atomiseur GEA Niro
- SolidScape

Prestations

Exemples de prestations proposées :

- Recherche Amont
- Recherche Appliquée
- Caractérisation

Secteurs couverts • Médical

Partenariats



TRL de 5 à 8 : Des partenariats industriels récurrents :

- Dont 80% à l'échelle nationale et 20 % à l'échelle internationale
- Aussi bien des TPE/PME que des ETI/Grands groupes

Un réseau de partenaires scientifiques et techniques développé*



Contact

Marchat David

PhD

marchat@emse.fr / 04.77.49.97.01

- I. Institut Carnot ARTS
- II. Institut Carnot CETIM
- III. Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT
- IV. Institut Carnot Energies du Futur
- V. Institut Carnot ESP
- VI. Institut Carnot ICEEL
- VII. Institut Carnot Ingénierie@Lyon
- VIII. Institut Carnot INRIA
- IX. Institut Carnot MICA
- X. **Institut Carnot M.I.N.E.S**
 - CEMEF
 - Centre des Matériaux
 - Centre Ingénierie et Santé
 - SMS
 - SUMO
 - TPCIM
- XI. ONERA
- XII. Institut Carnot TN@UPSaclay

Le centre en quelques mots

Le centre SMS - Sciences des Matériaux et des Structures développe des recherches en science des matériaux, mécanique et procédé avancés de fabrication, orientées vers trois domaines industriels : les transports terrestres et aériens, avec un objectif d'allègement des structures, les infrastructures de production, transport et stockage de l'énergie, avec un objectif d'accroître la durabilité des matériaux en service et les matériaux et surfaces fonctionnalisés, avec un objectif d'accompagner les industries de la création.

Implication forte dans la fabrication additive avec 6 thèses en cours, deux projets FUI #23 et un projet régional IRICE.



Panorama des compétences du centre sur la chaîne de valeur de la Fabrication Additive

Créativité/ Innovation	Design	Matériaux	Fab.3D/ Procédés	Post- traitement	Contrôles/ Caractérisat.	HSE	Chaîne numérique	Normalisation
Projet CARATS	Intégration du rendu visuel dans la conception	Caractérisation des poudres	Procédés hybrides SLM / laser femto	Traitements Thermo-mécaniques	Caractérisation matériau et microstructure	En collaboration avec le centre CIS – projet MAF	Simulation des évolutions microstructures en post TT	
		Aciers inoxydables Alliages base Titane Alliages d'aluminium	Contrôle de l'atmosphère en SLM	Traitements mécaniques de surface	Nanoindentation microcompression traction, fatigue endurance et oligo		Modélisation multiéchelle dans le cadre du laboratoire LUPPIAM (Mines Saint Etienne + ENISE + CETIM)	
		Cermets	Economie circulaire des poudres en collaboration avec le centre SPIN – projet MAF	Contrôle et optimisation des microstructures Caractérisation fine	Tenue en service Amorçage et propagation des fissures sous environnements agressifs gazeux et aqueux			
		Céramiques par procédés hybrides avec frittage μ -onde						



 Poids relatif en ETP de chaque brique (sur un total de 11 ETP dédiés à la Fabrication Additive)

Indicateurs de référence

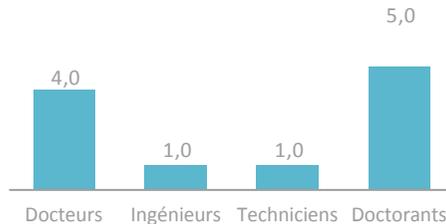


4 publications
1 brevet



3 thèses achevées et 5 en cours sur des thématiques
Fabrication Additive

Total ETP : 10



Un total de **18**
années d'ancienneté
cumulée dans la
Fabrication Additive

Equipements et prestations

Equipements

Equipements dédiés à la FA :

- Simulateur de banc SLM (développé en interne)
- Dispositif DRX dédié
- Accès machines SLM dans le cadre du laboratoire LUPPIAM (Mines Saint-Etienne + ENISE + CETIM)
- Machines hybride SLM + laser femto (ManuTech USD)

Secteurs couverts

- Spatial
- Aéronautique
- Fab. moules/outillages
- Automobile
- Transports lourds
- Médical

Prestations

Exemples de prestations proposées :

- Recherche Amont
Ex. : Effets des contraintes résiduelles sur intégrité des matériaux SLM (Zodiac)
- Recherche Appliquée
 - Hybridation SLM / Forge

Partenariats



TRL de 3 à 5 : Des partenariats industriels récurrents
Thalès, Zodiac, Saint-Jean-Industries 3 thèses Cifre)

TRL de 6 à 7 : Dans le cadre du projet MAF - Manufacture du Futur
ligne pilote SLM en 2019 centrée économie circulaire de la poudre (avec centre SPIN) et efficacité sanitaire (avec centre CIS)

Un réseau de partenaires scientifiques et techniques développé*



*Non-exhaustif

Contact



Christophe DESRAYAUD, Professeur
Responsable Fabrication Additive Métallique
cdesray@emse.fr / +33 4 77 42 00 14



François VALDIVIESO, Professeur
Responsable Fabrication Additive Céramique et μ -onde
valdivieso@emse.fr / +33 4 77 42 00 83



Krzysztof WOLSKI
Directeur de recherche, directeur du centre SMS
wolski@emse.fr / +33 4 77 42 66 18

- I. Institut Carnot ARTS
- II. Institut Carnot CETIM
- III. Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT
- IV. Institut Carnot Energies du Futur
- V. Institut Carnot ESP
- VI. Institut Carnot ICEEL
- VII. Institut Carnot Ingénierie@Lyon
- VIII. Institut Carnot INRIA
- IX. Institut Carnot MICA
- X. **Institut Carnot M.I.N.E.S**
 - CEMEF
 - Centre des Matériaux
 - Centre Ingénierie et Santé
 - SMS
 - **SUMO**
 - TPCIM
- XI. ONERA
- XII. Institut Carnot TN@UPSaclay

Le centre en quelques mots

Ecole des Mines d'Albi-Carmaux est l'un des fondateurs de l'Institut Clément Ader (30 juin 2009). Depuis 1/1/2016, l'ICA est UMR-5312-CNRS. Ses travaux de recherches portent sur les Matériaux et Procédés (métalliques, composites, réfractaires), la Mécanique du Solide (Matériaux, Structures, Systèmes) et la Mesure, pour des secteurs de l'aéronautique, du spatial, du transport, de l'énergie et plus généralement des industries mécaniques. Les recherches théoriques, numériques et expérimentales concernent la modélisation du comportement / endommagement et la durabilité des matériaux et des structures. ICA est constitué de 4 groupes de recherche et de deux plateformes technologiques. Depuis 2011, ICA a entrepris des recherches sur la Fabrication Additive des Poudres Métalliques par SLM. Depuis 2016, il dispose d'une machine SLM Solution-125^{HL} sur sa plateforme MIMAUSA à Ecole Mines Albi.



Panorama des compétences du centre sur la chaîne de valeur de la Fabrication Additive

Créativité/ Innovation	Design	Matériaux	Fab.3D/ Procédés	Post- traitement	Contrôles/ Caractérisat.	HSE	Chaîne numérique	Normalisation
Structures 3D actives	Calcul / Simulation / Modélisation	Alliages base Titane	Fusion sur lit de poudre	Traitements physiques	Contrôle et qualification des poudres (neuves et recyclées)	Connaissance de la réglementation		Méthodes de test
	Intégration multi- échelle	Alliages base Nickel	Dépôt de matière (fil ou poudre) sous énergie concentrée	Fonctionnalisation de surface	Durabilité en service (fatigue, contraintes résiduelles, défauts...)	Recyclage des poudres (vieillessement et recyclabilité)		Méthodes de spécification
	Cycle de vie et recyclabilité	Alliages Al		Traitements thermiques	Contrôle en cours de production	Sécurité des opérateurs		
	Combinaison de fonctions / Optimisation multifonctionnelle	Alliages Chrome- Cobalt		Maîtrise du dimensionnel	Contrôle de pièce (dimensionnel, géométrique et métrologie)	Formation aux problématiques HSE		
		Optimisation métallurgique		Usinage	Caractérisation matériau et microstructure			



Indicateurs de référence

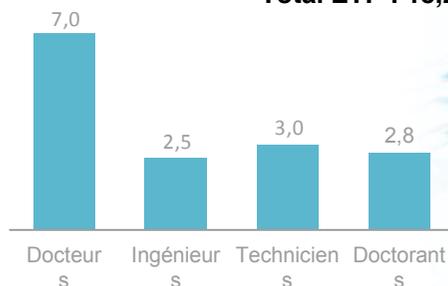


3 publications
0 brevet



1 thèse achevée sur des thématiques Fabrication Additive

Total ETP : 15,25



Un total de **32,8**
années d'ancienneté
cumulée dans la
Fabrication Additive

Equipements et prestations

Equipements

Exemples d'équipements dédiés à la FA :

- Machine SLM Solutions 125 HL
- Moyens de caractérisation dédiés à la FA

Prestations

Exemples de prestations proposées :

- Recherche Appliquée
- Caractérisation
- Recherche Amont

Secteurs couverts

- Spatial
- Aéronautique
- Fab. moules/outillages
- Médical

Partenariats



TRL de 3 à 5 : Des partenariats industriels récurrents :

- Dont 80% à l'échelle régionale et 20 % à l'échelle nationale
- Aussi bien des TPE/PME que des ETI/Grands groupes

Un réseau de partenaires scientifiques et techniques développé*



*Non-exhaustif

Contact



REZAI-ARIA Farhad

Professeur, Correspondant ALM

rezai@mines-albi.fr

+33(0)5 63 49 30 82 / +33(0)6 06 65 26 07



COPIN Etienne

Docteur, Maître Assistant, ALM

etienne.copin@mines-albi.fr

+33(0)5 63 49 30 74



MAZONNI Aurélien

Docteur, Responsable adjoint plateforme Mimausa, Ingénieur Recherche et Développement

aurelien.mazzoni@mines-albi.fr

+33(0)5 63 49 33 42 / +33(0)6 87 60 21 77

- I. Institut Carnot ARTS
- II. Institut Carnot CETIM
- III. Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT
- IV. Institut Carnot Energies du Futur
- V. Institut Carnot ESP
- VI. Institut Carnot ICEEL
- VII. Institut Carnot Ingénierie@Lyon
- VIII. Institut Carnot INRIA
- IX. Institut Carnot MICA
- X. **Institut Carnot M.I.N.E.S**
 - CEMEF
 - Centre des Matériaux
 - Centre Ingénierie et Santé
 - SMS
 - SUMO
 - TPCIM
- XI. ONERA
- XII. Institut Carnot TN@UPSaclay

Le centre en quelques mots

Depuis plus de 30 ans, les équipes du laboratoire de plasturgie d'IMT Lille Douai mènent des recherches sur l'élaboration et la mise en forme des polymères et composites et l'optimisation des propriétés d'usage de ces matériaux avancés pour les différents secteurs d'application avuls de l'industrie. Depuis plusieurs années, la fabrication additive fait partie des technologies au cœur des travaux de recherche du département TPCIM. L'essentiel de l'effort de recherche est porté sur les procédés industriels de fabrication additive polymères à base de granulés. Dans ce but, premier laboratoire français à s'être équipé de la Freeformer d'Arburg, le département TPCIM étudie, optimise, modélise le procédé, développe des matériaux spécifiques et analyse la structure et les propriétés physiques des pièces fabriquées. L'équipe développe actuellement une plateforme de fabrication additive de grande taille pour la réalisation de pièces hybrides polymères et composites jusqu'à plusieurs mètres.



Panorama des compétences du centre sur la chaîne de valeur de la Fabrication Additive

Créativité/ Innovation	Design	Matériaux	Fab.3D/ Procédés	Post- traitement	Contrôles/ Caractérisat.	HSE	Chaîne numérique	Normalisation
	Calcul / Simulation / Modélisation	Polymères thermoplastiques	Extrusion de matière					
	Intégration multiphysique	Production de fil	<ul style="list-style-type: none"> • Interaction énergie / matière • Simulation et modélisation des procédés • Règles de pilotage du procédé • Développement / Effet des paramètres opérationnels • Capabilité, répétabilité, reproductibilité • Adaptation du process pour multimatériaux 					
	Intégration multi- échelle	Formulations, mélanges						
		Composites						
		Autres						

 Poids relatif en ETP de chaque brique (sur un total de 5,5 ETP dédiés à la Fabrication Additive)

Indicateurs de référence

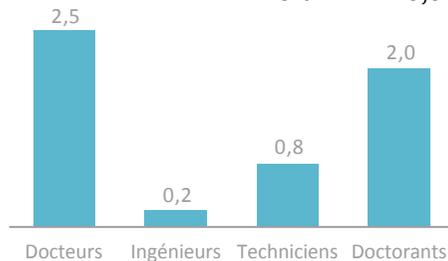


0 publication
0 brevet



1 thèse achevée sur des thématiques Fabrication Additive

Total ETP : 5,5



Un total de **11,6**
années d'ancienneté
cumulée dans la
Fabrication Additive

Equipements et prestations

Equipements

Exemples d'équipements dédiés à la FA :

- Machine Freeformer Arburg
- Développement d'une plateforme fabrication additive pour pièces polymères et composites jusqu'à plusieurs mètres

Secteurs couverts

- Spatial
- Aéronautique
- Energie

Prestations

Exemples de prestations proposées :

- Recherche Appliquée
- Recherche Amont

- Automobile
- Transports lourds
- Médical

Partenariats



TRL de 3 à 5 : Des partenariats industriels récurrents :

- Dont 50% à l'échelle nationale et 50 % à l'échelle internationale
- Avec des ETI/Grands groupes

Un réseau de partenaires scientifiques et techniques développé*



Partenariats industriels
sous NDA

*Non-exhaustif

Contact



Jérémie Soulestin

Prof., resp. Groupes Polymères
jeremie.soulestin@imt-lille-douai.fr

Marie-France Lacrampe

Prof.
Marie-France.lacrampe@imt-lille-douai.fr

Sébastien Charlon

Dr.
Sebastien.charlon@imt-lille-douai.fr

An abstract graphic consisting of overlapping, semi-transparent blue lines that form a complex, maze-like pattern. The lines are of varying thickness and intersect to create a sense of depth and movement. The overall effect is a modern, technological aesthetic.

XI - ONERA

- I. Institut Carnot ARTS
- II. Institut Carnot CETIM
- III. Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT
- IV. Institut Carnot Energies du Futur
- V. Institut Carnot ESP
- VI. Institut Carnot ICEEL
- VII. Institut Carnot Ingénierie@Lyon
- VIII. Institut Carnot INRIA
- IX. Institut Carnot MICA
- X. Institut Carnot M.I.N.E.S
- XI. ONERA**
- XII. Institut Carnot TN@UPSaclay

Le centre en quelques mots

L'ONERA, the French Aerospace Lab, est un organisme pluridisciplinaire (EPIC) doté de moyens d'expérimentation uniques en Europe, qui met ses compétences au service des agences de programmes, des institutionnels, des grands industriels et des PME-PMI. Le département matériaux développe de nouvelles méthodologies de conception, matériaux et procédé en fabrication additive pour des applications aéronautiques et spatiales. L'un des moyens expérimentaux originaux est la tour d'atomisation par gaz inerte de poudres métalliques.



Panorama des compétences du centre sur la chaîne de valeur de la Fabrication Additive

Créativité/ Innovation	Design	Matériaux	Fab.3D/ Procédés	Post- traitement	Contrôles/ Caractérisat.	HSE	Chaîne numérique	Normalisation
Structures 3D actives	Optimisation topologique	Atomisation	Fusion sur lit de poudre	Traitements chimiques	Contrôle et qualification des poudres (neuves et recyclées)	Recyclage des poudres (vieillessement et recyclabilité)		
	Design Industriel	Obtention / production de poudres	Interaction énergie / matière	Revêtement de surface	Contrôle de pièce (dimensionnel, géométrique et métrologie)	Sécurité des opérateurs		
	Calcul / Simulation / Modélisation	Nouvelles nuances de poudres		Fonctionnalisation de surface	Caractérisation matériau et microstructure			
	Intégration multiphysique	Caractérisation des poudres		Traitements thermiques	Caractérisation mécanique			
	Optimisation paramétrique	Matériaux architecturés			Durabilité en service (fatigue, contraintes résiduelles, défauts...)			



Poids relatif en ETP de chaque brique (sur un total de 5,5 ETP dédiés à la Fabrication Additive)

Indicateurs de référence

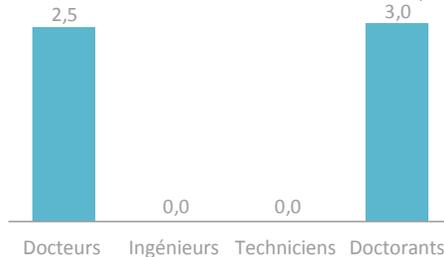


5 publications
0 brevet



3 thèses en cours et 1 à venir sur des thématiques Fabrication Additive

Total ETP : 5,5



Un total de **9** années d'ancienneté cumulée dans la Fabrication Additive

Equipements et prestations

Equipements

Exemples d'équipements dédiés à la FA :

- Tour d'atomisation

Prestations

Exemples de prestations proposées :

- Caractérisation
- Recherche Amont
- Mise au point de nouvelles nuances de poudre

Secteurs couverts

- Spatial
- Aéronautique
- Militaire
- Automobile

Partenariats

TRL 1 2 3 4 5 6 7 8 9

TRL de 1 à 3 : Des partenariats industriels récurrents :

- Dont 100% à l'échelle nationale
- Avec des ETI/Grands groupes

Un réseau de partenaires scientifiques et techniques développé*



*Non-exhaustif

Contact



THOMAS Marc

Ingénieur chef de projet
marc.thomas@onera.fr
01 46 73 44 75



DRAWIN Stefan

Ingénieur chef de projet
stefan.drawin@onera.fr
01 46 73 45 56



DAVOINE Cécile

Ingénieur chef de projet
cecile.davoine@onera.fr
01 46 73 45 88



FOURNIER Florent

Ingénieur chef de projet
florent.fournierditchabert@onera.fr
01 46 73 38 71



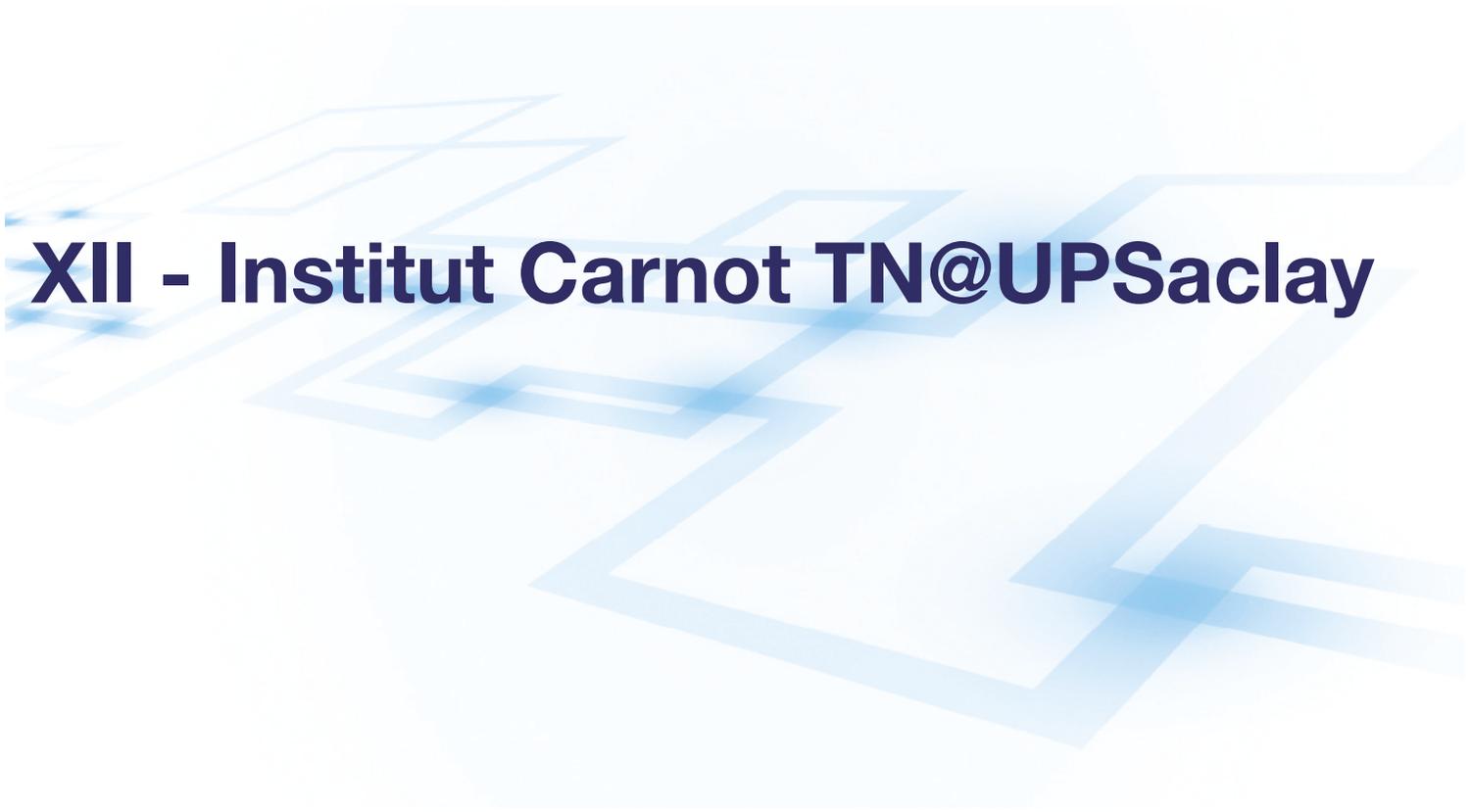
PETIT Johan

Ingénieur de recherche
johan.petit@onera.fr
01 46 73 45 72



MERCIER Sébastien

Ingénieur chef de projet
sebastien.mercier@onera.fr
01 46 73 44 65



XII - Institut Carnot TN@UPSaclay

- I. Institut Carnot ARTS
- II. Institut Carnot CETIM
- III. Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT
- IV. Institut Carnot Energies du Futur
- V. Institut Carnot ESP
- VI. Institut Carnot ICEEL
- VII. Institut Carnot Ingénierie@Lyon
- VIII. Institut Carnot INRIA
- IX. Institut Carnot MICA
- X. Institut Carnot M.I.N.E.S
- XI. ONERA
- XII. Institut Carnot TN@UPSaclay**
 - CEA List

Le centre en quelques mots

L'institut Carnot Technologies Numériques @ UPSaclay (TN @ UPSaclay) correspond au périmètre du List, institut de CEA Tech, direction de la recherche technologique du CEA. Il mène des programmes de R&D sur les systèmes numériques intelligents selon 4 axes : Technologies pour le manufacturing, Systèmes cyber physiques, "Data intelligence" et Technologies pour la médecine personnalisée. Depuis plusieurs années maintenant, l'institut transpose ses technologies et savoir-faire historiques à la fabrication additive; parmi lesquels on peut citer le contrôle de pièces et de procédés ainsi que la simulation numérique.



Panorama des compétences du centre sur la chaîne de valeur de la Fabrication Additive

Créativité/ Innovation	Design	Matériaux	Fab.3D/ Procédés	Post- traitement	Contrôles/ Caractérisat.	HSE	Chaîne numérique	Normalisation
Propriété Intellectuelle		Aciers inoxydables	Projection de liant	Traitements mécaniques	Contrôle en cours de production		Exploitation des données	Méthodes de test
		Alliages base Nickel	Fusion sur lit de poudre		Contrôle de pièce (dimensionnel, géométrique et métrologie)		Intégration numérique produit - procédé & Simulation	
		Alliages d'aluminium	Dépôt de matière (fil ou poudre) sous énergie concentrée		Caractérisation des pièces (surfaique, volumique)		Continuité numérique	
		Alliages base Titane			Contrôles Non- Destructifs volumiques		Protection des données	
					Contrôles Non- Destructifs surfaiques		PLM	

      
Poids relatif en ETP de chaque brique (sur un total de 9,5 ETP dédiés à la Fabrication Additive)

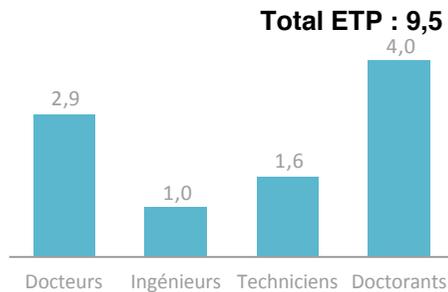
Indicateurs de référence



4 publications
1 brevet



4 thèses sur des thématiques Fabrication Additive



Un total de **14,5** années d'ancienneté cumulée dans la Fabrication Additive

Equipements et prestations

Equipements

Exemples d'équipements dédiés à la FA :

- Tomographie par rayons X
- Banc de contrôle laser

Prestations

Exemples de prestations proposées :

- Recherche Appliquée
- Recherche Amont
- Caractérisation

Secteurs couverts

- Spatial
- Aéronautique
- Militaire
- Energie
- Fab. moules/outillages
- Etc.

Partenariats



TRL de 3 à 6 : Des partenariats industriels récurrents :

- Dont 100% à l'échelle nationale
- Aussi bien des TPE/PME que des ETI/Grands groupes

Un réseau de partenaires scientifiques et techniques développé*



*Non-exhaustif

Contact



Aline Caranicolas

Responsable Partenariats Industriels
aline.caranicolas@cea.fr | 06 80 61 92 79

Jean-Daniel Penot

Chef de Projets – Fabrication Additive
jean-daniel.penot@cea.fr | 01 69 08 38 30

Jean-Noël Patillon

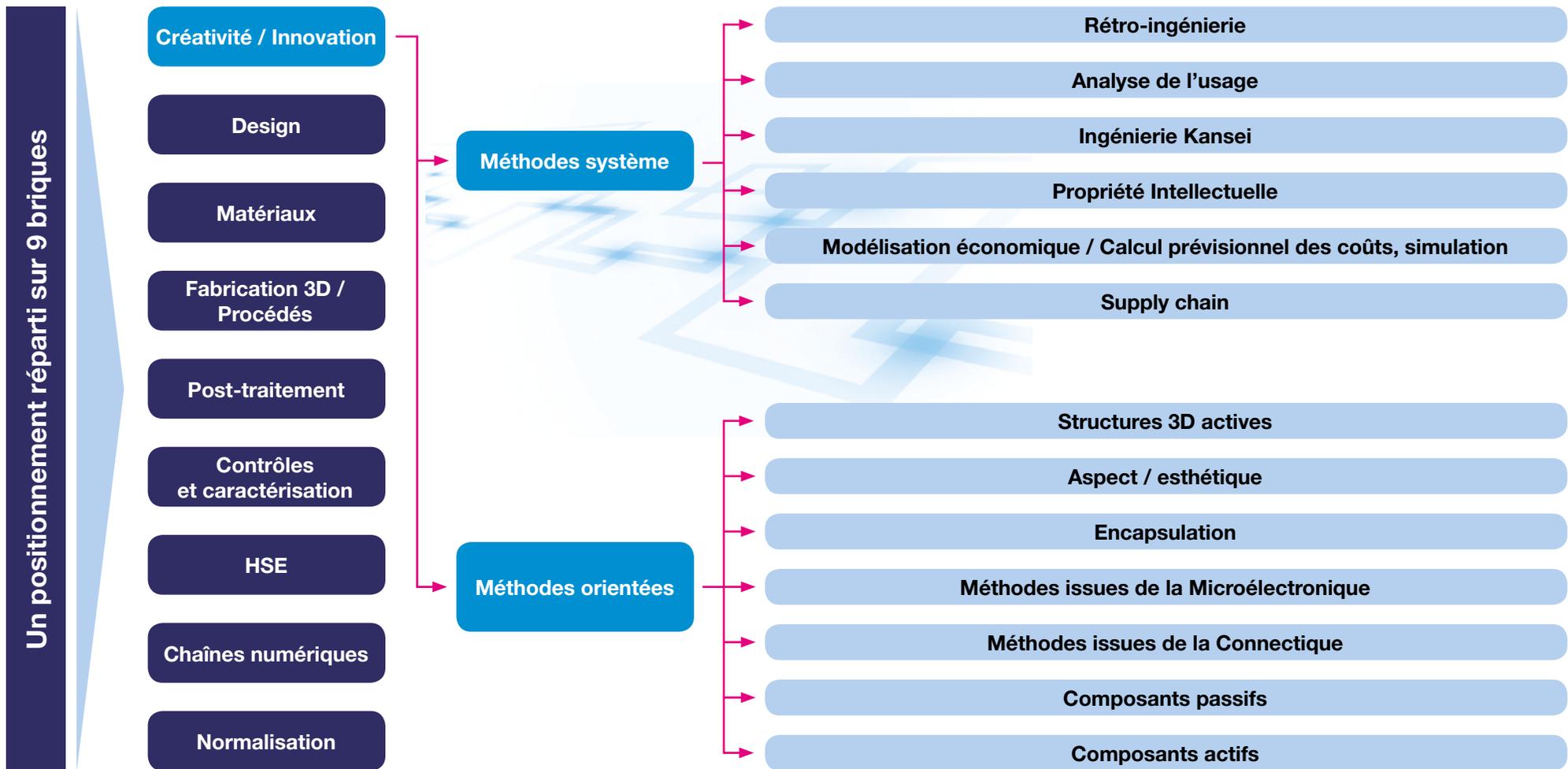
Directeur Scientifique
jean-noel.patillon@cea.fr | 01 69 08 91 45



6 Le glossaire

Un positionnement sur un référentiel de compétences établi conjointement par les Instituts Carnot de la filière Manufacturing et les GT de l'Alliance Industrie du Futur

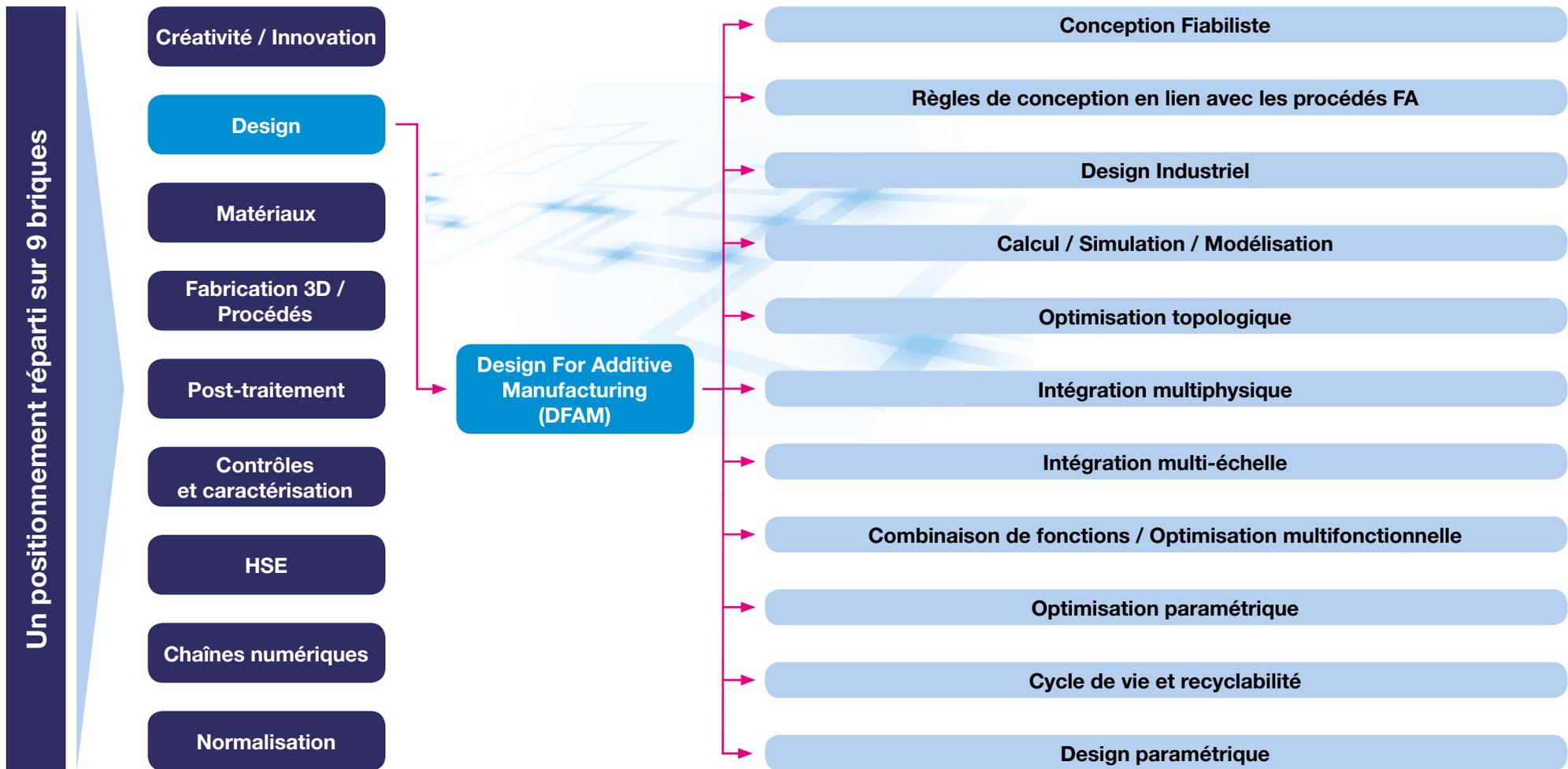
Référentiel de compétences établi sur la base des « briques » de la chaîne de valeur de la Fabrication Additive



Sources : retours IC + GT AIF, analyse CMI

Un positionnement sur un référentiel de compétences établi conjointement par les Instituts Carnot de la filière Manufacturing et les GT de l'Alliance Industrie du Futur

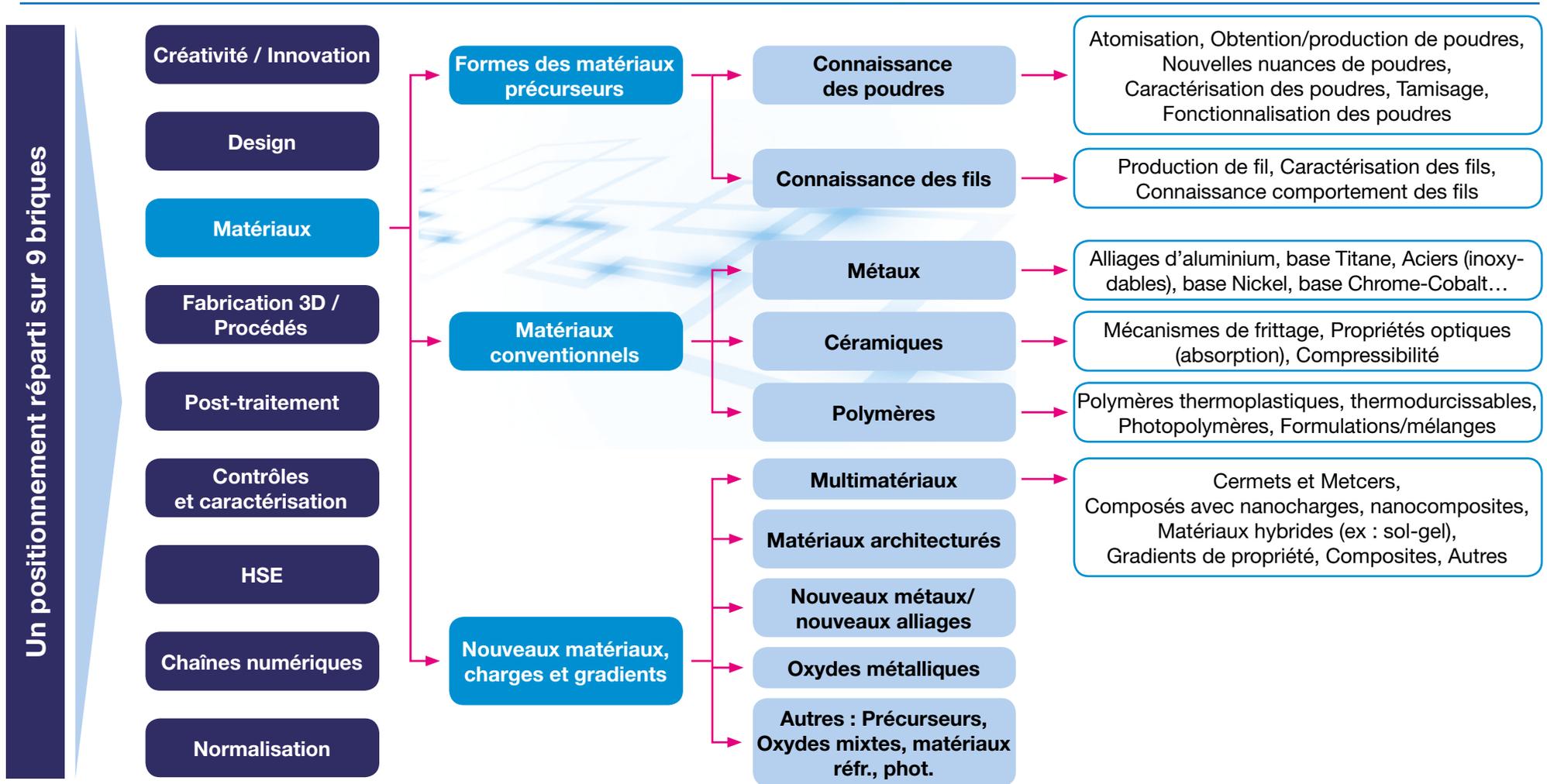
Référentiel de compétences établi sur la base des « briques » de la chaîne de valeur de la Fabrication Additive



Sources : retours IC + GT AIF, analyse CMI

Un positionnement sur un référentiel de compétences établi conjointement par les Instituts Carnot de la filière Manufacturing et les GT de l'Alliance Industrie du Futur

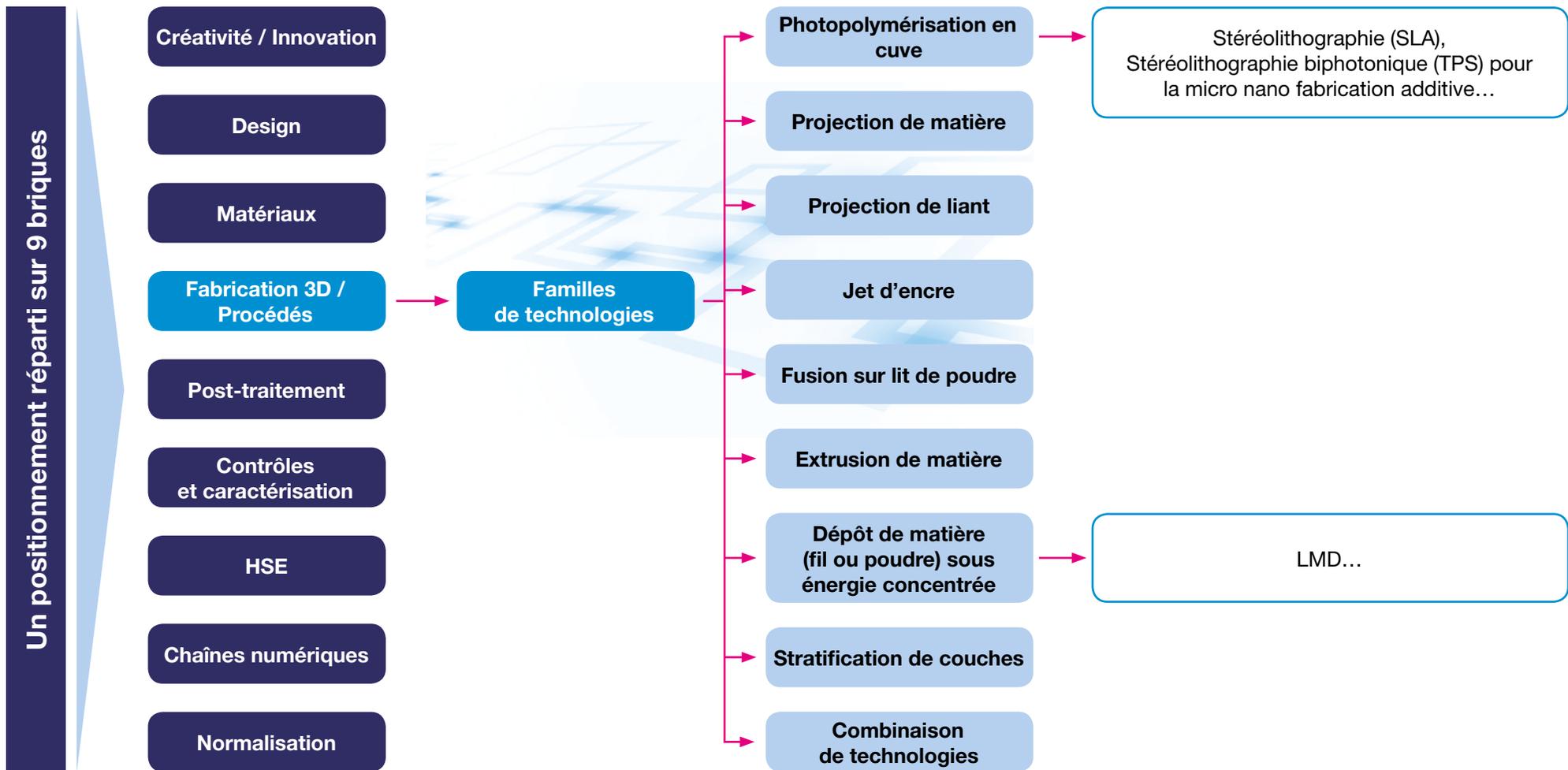
Référentiel de compétences établi sur la base des « briques » de la chaîne de valeur de la Fabrication Additive



Sources : retours IC + GT AIF, analyse CMI

Un positionnement sur un référentiel de compétences établi conjointement par les Instituts Carnot de la filière Manufacturing et les GT de l'Alliance Industrie du Futur

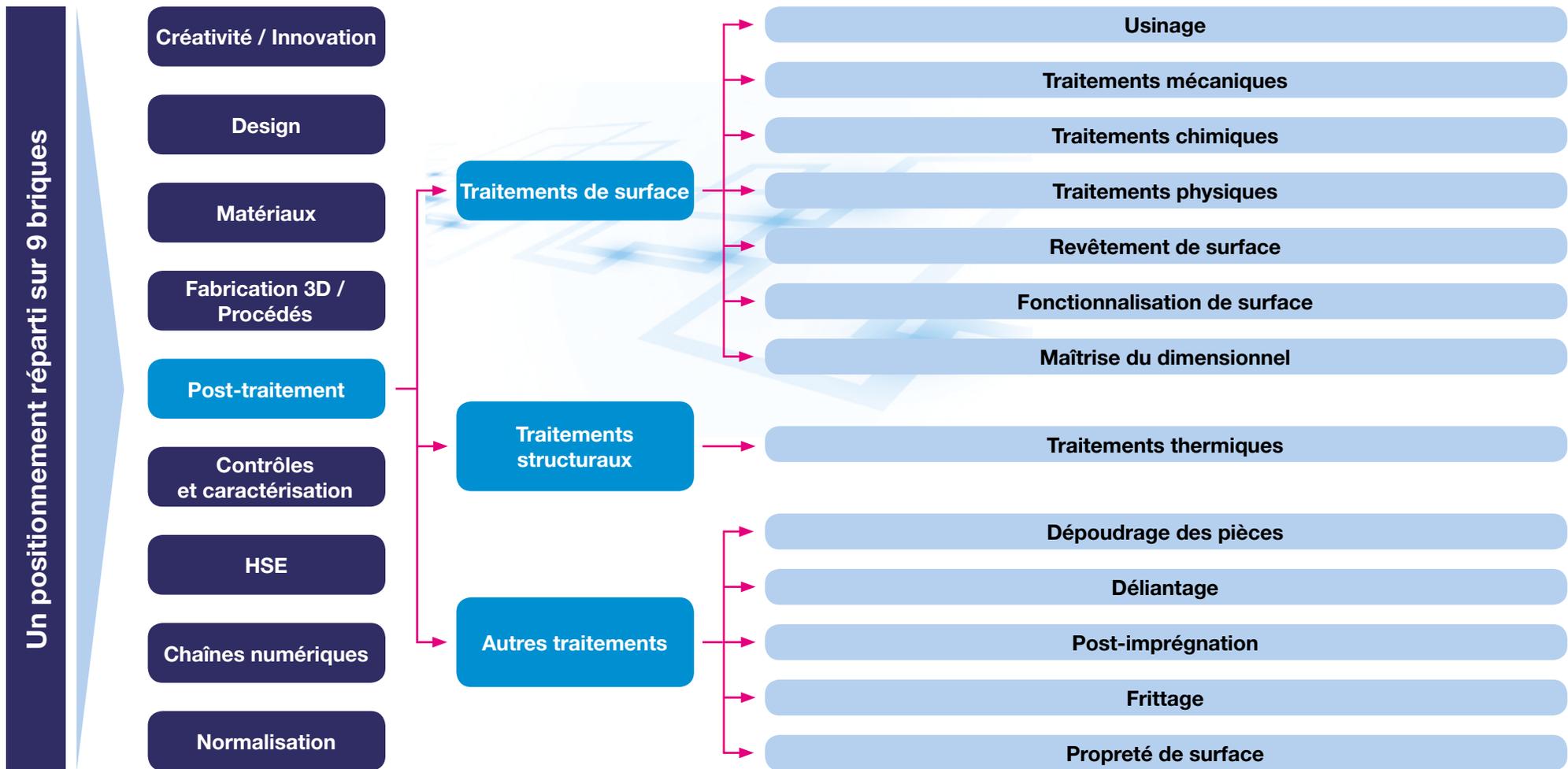
Référentiel de compétences établi sur la base des « briques » de la chaîne de valeur de la Fabrication Additive



Sources : retours IC + GT AIF, analyse CMI

Un positionnement sur un référentiel de compétences établi conjointement par les Instituts Carnot de la filière Manufacturing et les GT de l'Alliance Industrie du Futur

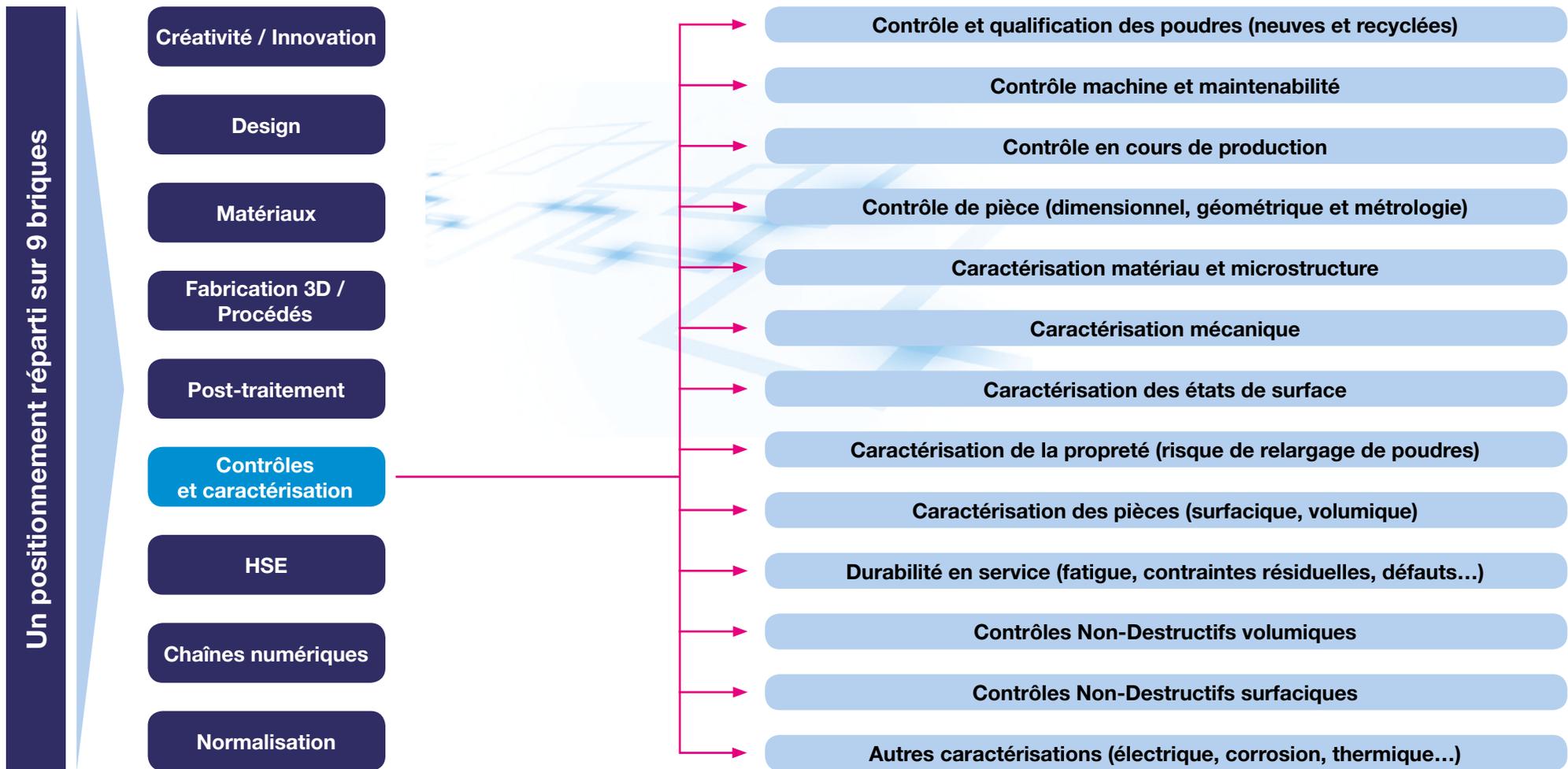
Référentiel de compétences établi sur la base des « briques » de la chaîne de valeur de la Fabrication Additive



Sources : retours IC + GT AIF, analyse CMI

Un positionnement sur un référentiel de compétences établi conjointement par les Instituts Carnot de la filière Manufacturing et les GT de l'Alliance Industrie du Futur

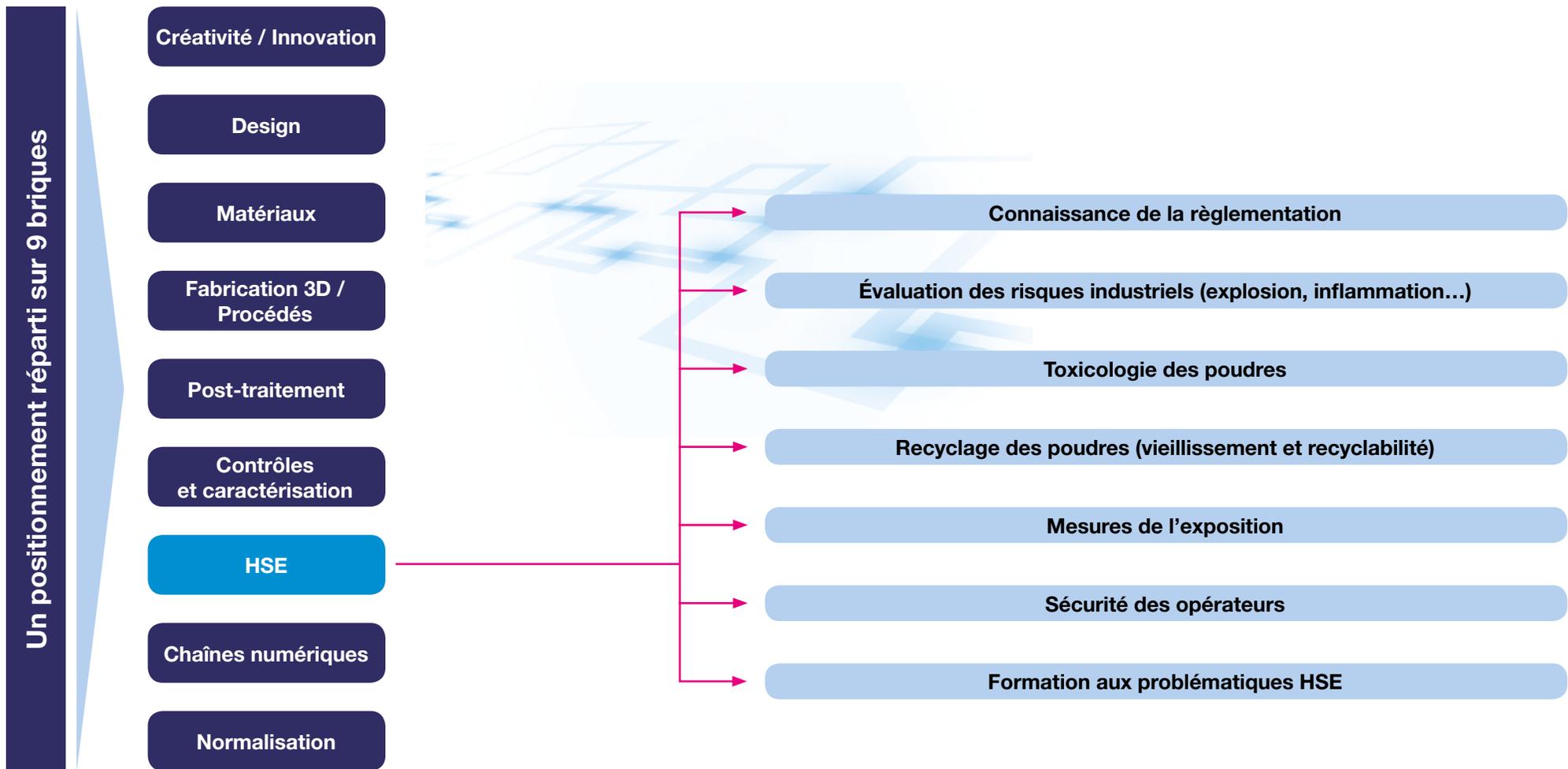
Référentiel de compétences établi sur la base des « briques » de la chaîne de valeur de la Fabrication Additive



Sources : retours IC + GT AIF, analyse CMI

Un positionnement sur un référentiel de compétences établi conjointement par les Instituts Carnot de la filière Manufacturing et les GT de l'Alliance Industrie du Futur

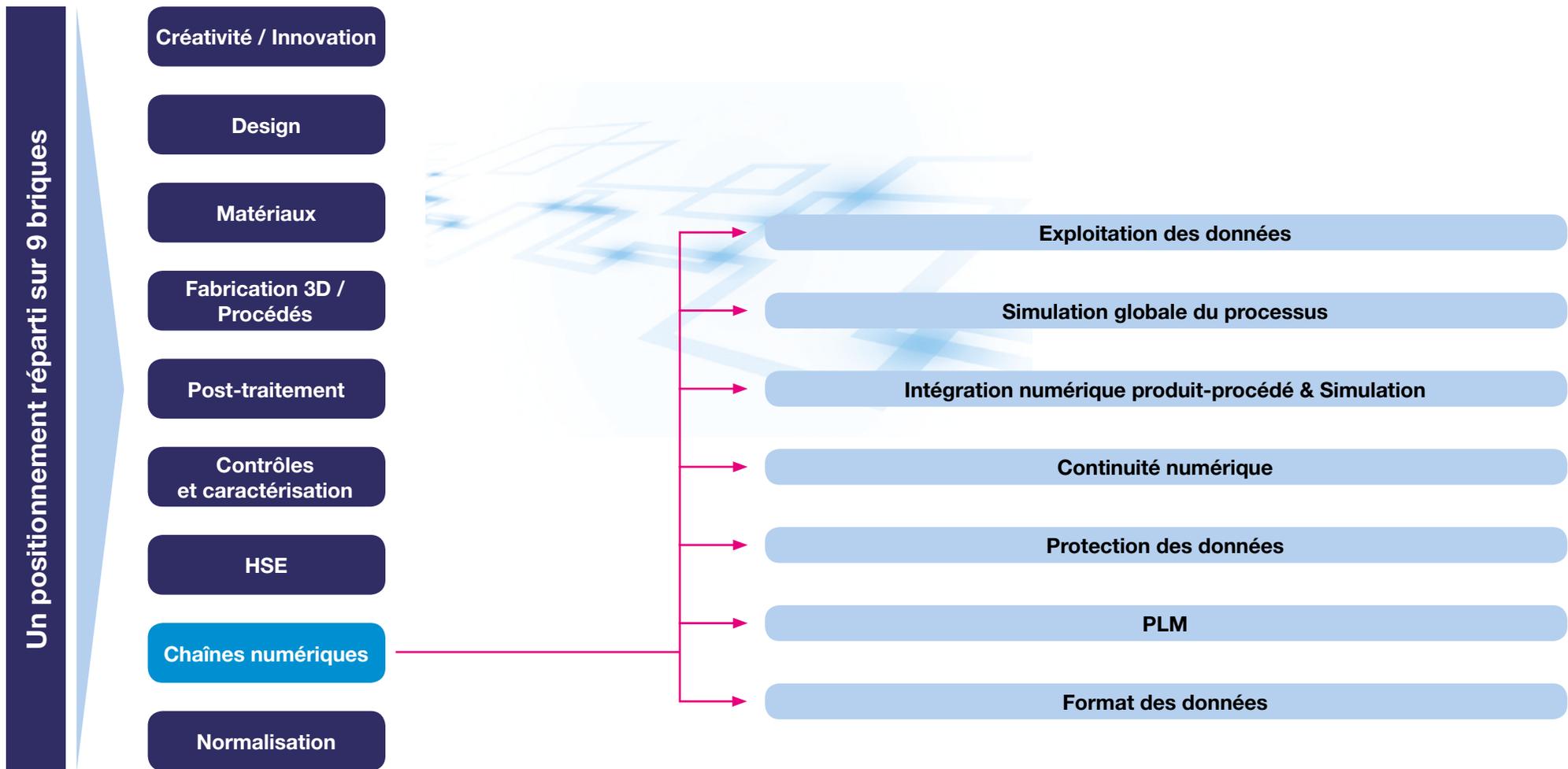
Référentiel de compétences établi sur la base des « briques » de la chaîne de valeur de la Fabrication Additive



Sources : retours IC + GT AIF, analyse CMI

Un positionnement sur un référentiel de compétences établi conjointement par les Instituts Carnot de la filière Manufacturing et les GT de l'Alliance Industrie du Futur

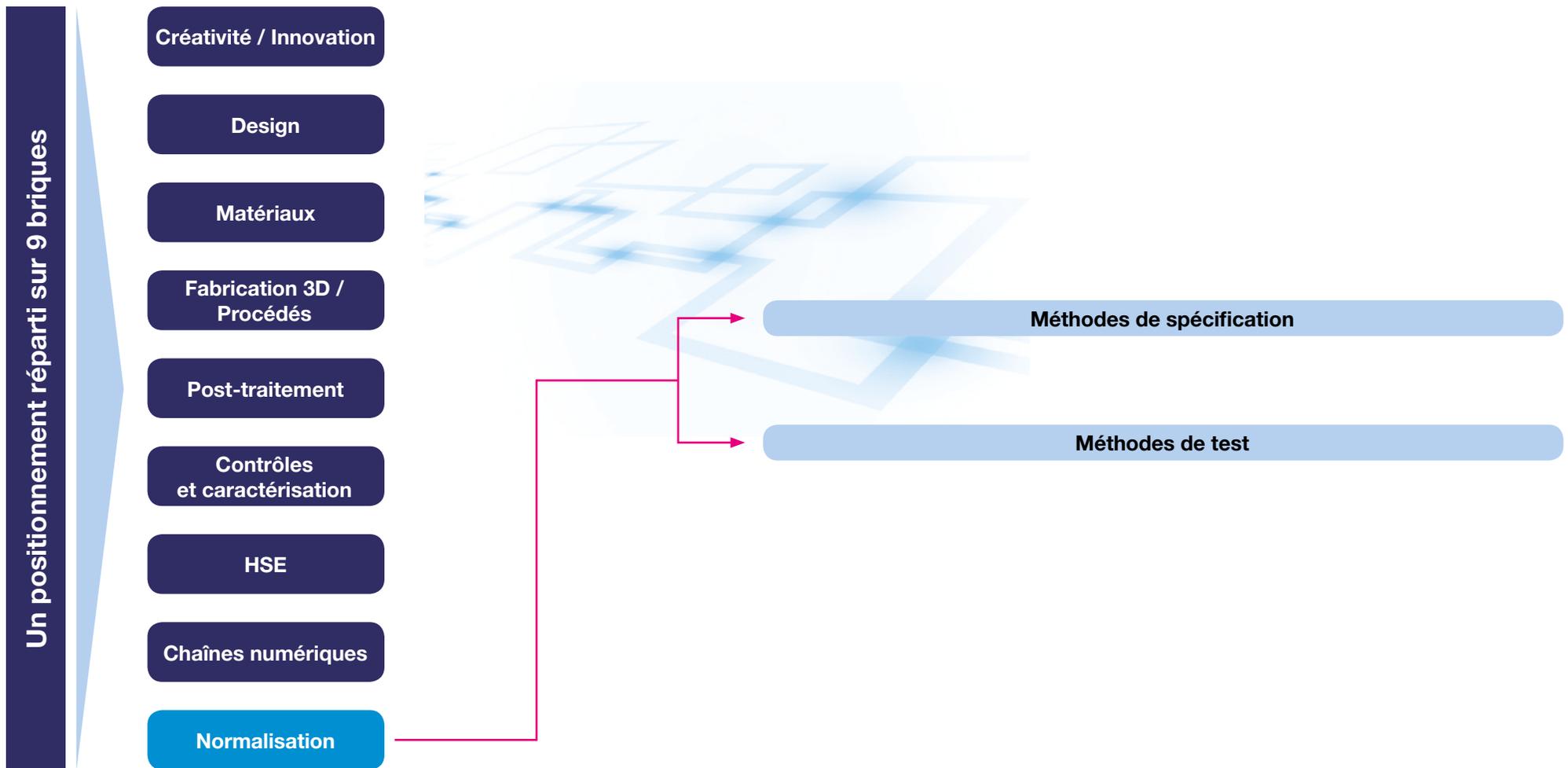
Référentiel de compétences établi sur la base des « briques » de la chaîne de valeur de la Fabrication Additive



Sources : retours IC + GT AIF, analyse CMI

Un positionnement sur un référentiel de compétences établi conjointement par les Instituts Carnot de la filière Manufacturing et les GT de l'Alliance Industrie du Futur

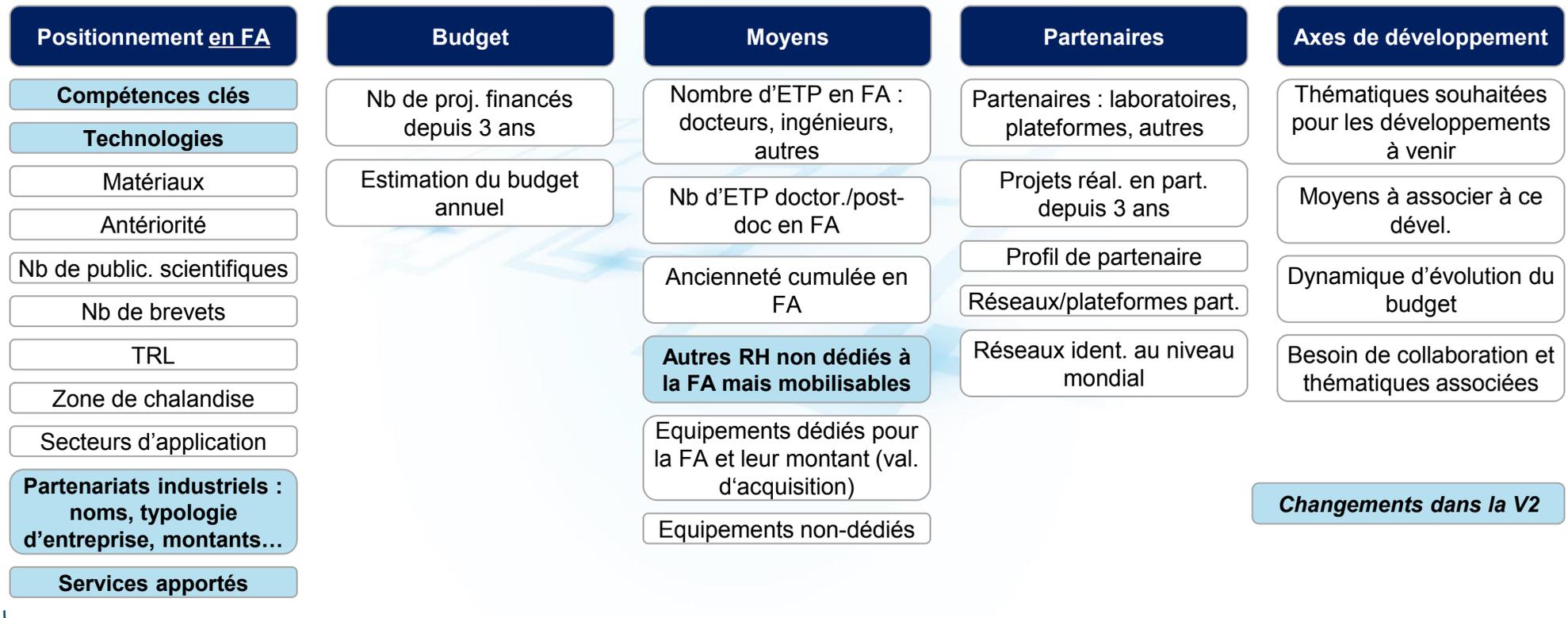
Référentiel de compétences établi sur la base des « briques » de la chaîne de valeur de la Fabrication Additive



Sources : retours IC + GT AIF, analyse CMI

Un questionnaire ayant subi quelques évolutions par rapport à la première version, mais toujours fondé sur la base de la chaîne de valeur de la FA

Principe de construction du questionnaire de caractérisation des acteurs en Fabrication Additive



Approche transversale par la chaîne de valeur en Fabrication Additive



Note : Dans la suite du document, certaines analyses seront représentées sur la base de cette chaîne de valeur.

Sources : retours IC + GT AIF, analyse CMI



Cartographie des acteurs clés de la R&D en fabrication additive

Réductions de la masse, du nombre de composants, nouvelles fonctionnalités, personnalisation, topologie optimisée, obtention de formes impossibles à réaliser avec des procédés conventionnels : la fabrication additive bouleverse le paysage industriel et promet des évolutions significatives à la fois dans la façon de concevoir les objets et dans leur fabrication. Un sujet inépuisable en termes d'innovations en phase avec l'Industrie du futur. De fait, les initiatives françaises se multiplient pour faciliter l'accès des entreprises à ces nouvelles technologies et permettre l'acquisition du niveau de compétitivité nécessaire.

Une étude inédite de recensement a ainsi été réalisée auprès de 60 centres de compétences établie par les instituts Carnot de la filière Manufacturing, dont le Cetim est pilote, en lien avec l'Alliance Industrie du Futur et la communauté Fabrication additive.

Cette étude s'inscrit dans la lignée de travaux précédemment réalisés, notamment l'étude « L'impression 3D : porte d'entrée dans l'industrie du 21^e siècle » et la cartographie réalisée par Safran Additive Manufacturing. Elle a par ailleurs été coordonnée avec l'étude Pipame « Futur de l'impression additive » lancée fin 2015. Elle établit une cartographie des moyens et compétences de R&D dans ce domaine, avec un périmètre le plus large possible permettant d'intégrer au-delà des instituts Carnot, l'ensemble des laboratoires publics concernés...

