



En téléchargement :

<http://www.cetim.fr/fr/Mecatheque/Resultats-d-actions-collectives/Cartographie-des-acteurs-cles-de-la-R-D-en-fabrication-additive>

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.

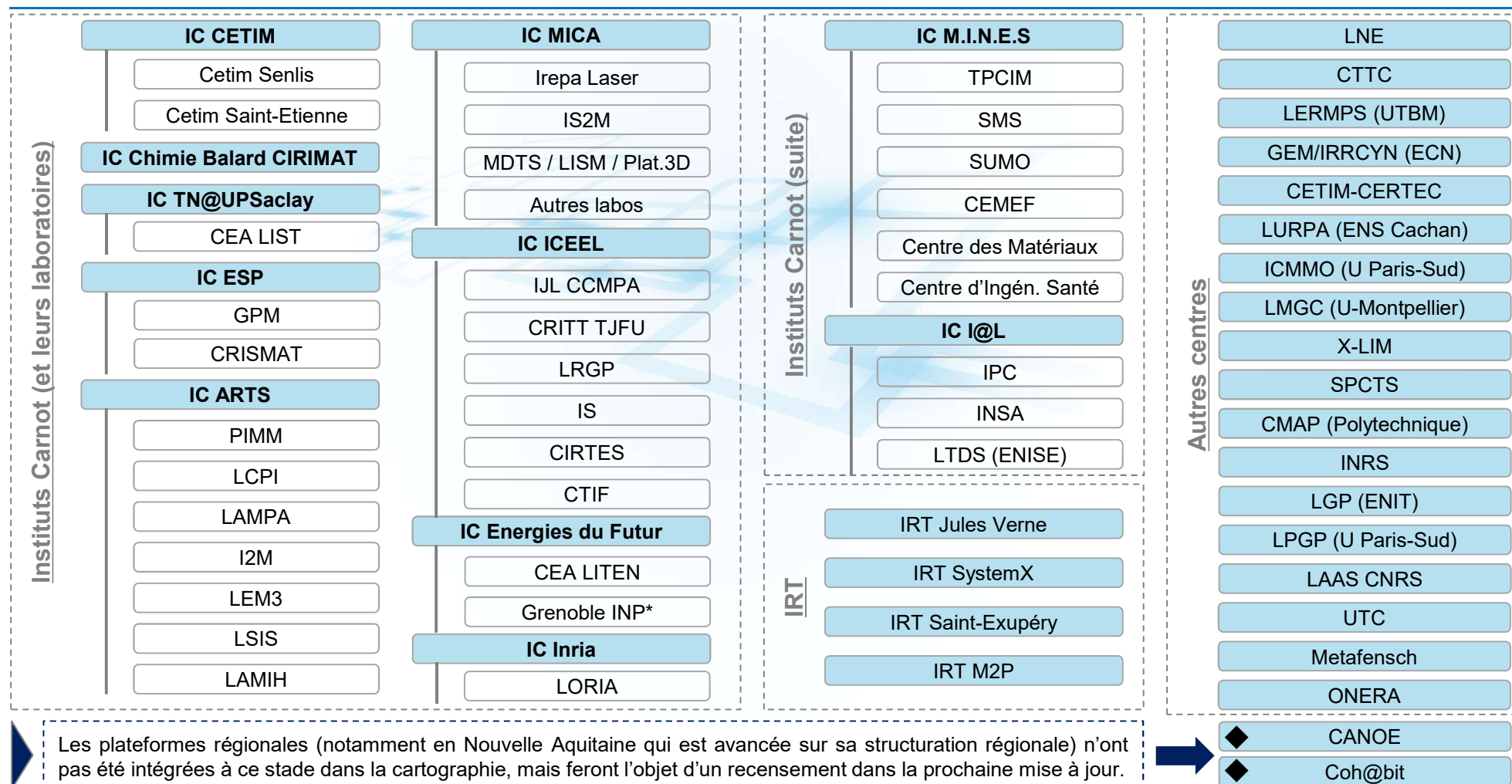
► Le périmètre retenu a été le suivant :

- Typologie des acteurs : recensement uniquement des laboratoires de recherche (académiques, centres techniques...)
 - Les 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...

► Cartographie réalisée avec l'aide du cabinet

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

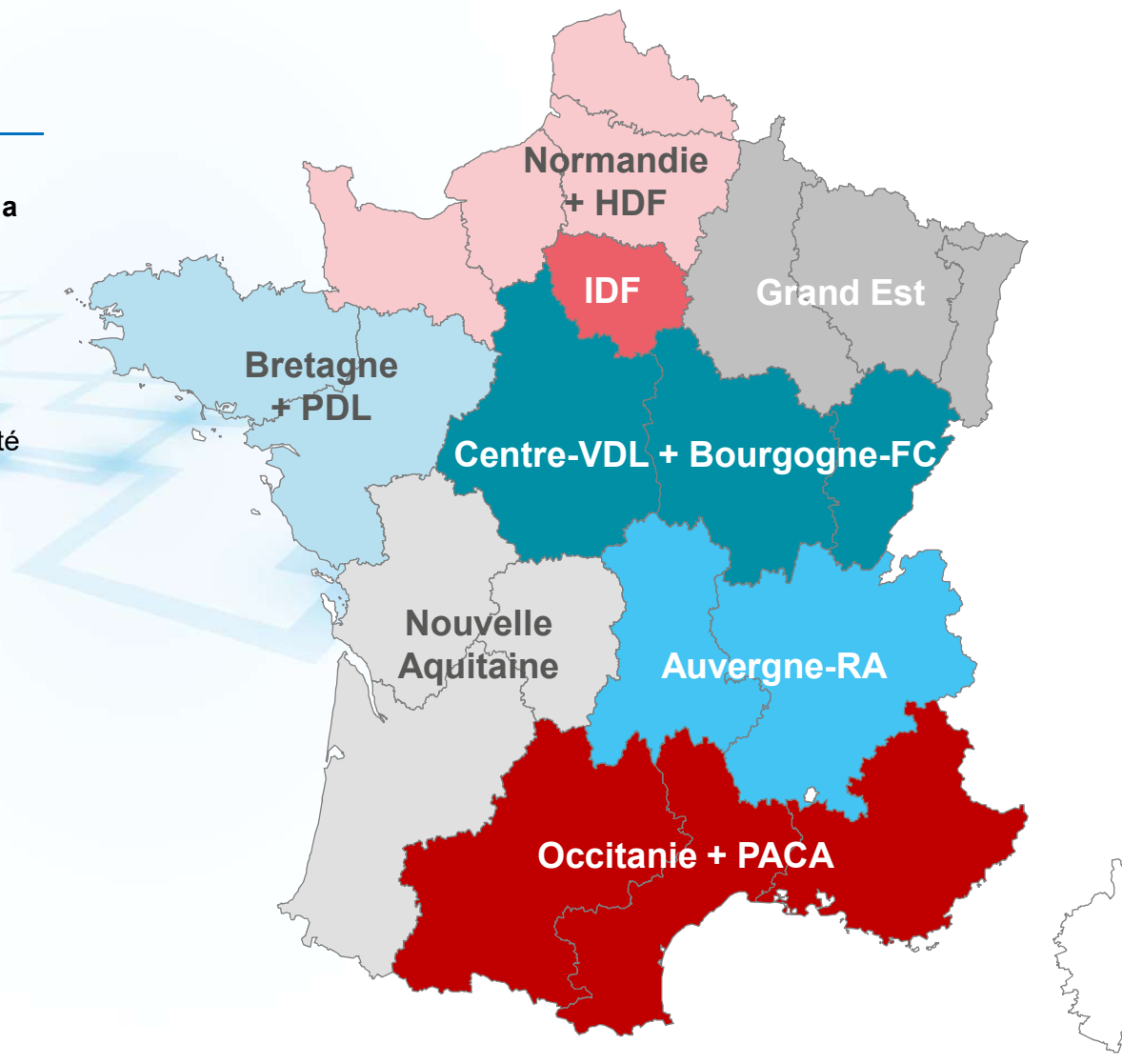


Pour certaines analyses, il a été fait le choix d'une représentation régionale, offrant une plus grande représentativité ainsi qu'une vision plus locale des activités en Fabrication Additive

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



Les différentes entrées de consultation

- ❑ Les compétences / forces RetD par grandes régions
 - ❑ Les compétences par procédés et Maillons de la chaîne de valeur
 - ❑ Les compétences spécifiques par Institut Carnot
 - ❖ Les chiffres clés
 - ❖ Le glossaire
-

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



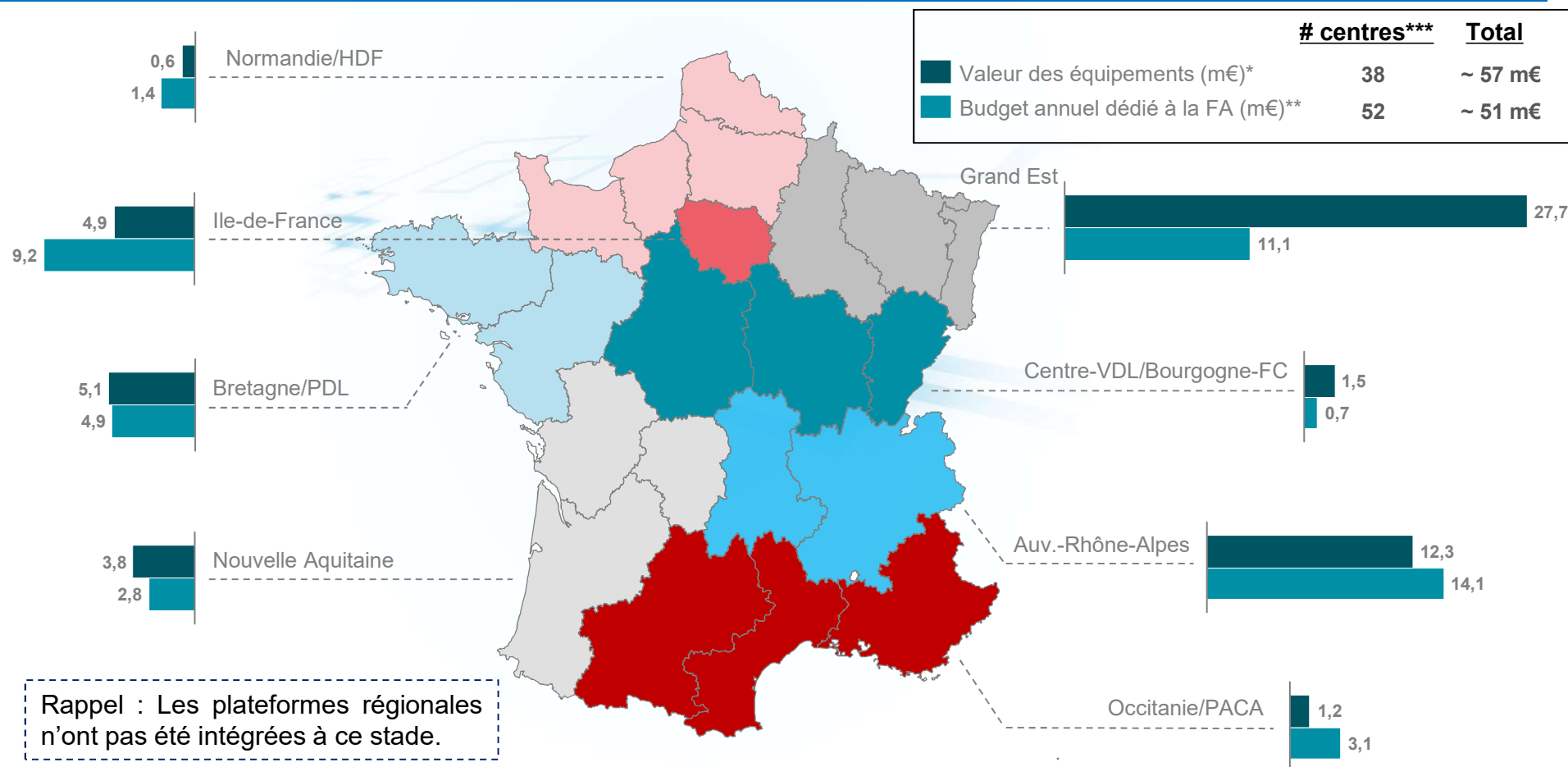
57 M€ de matériel dédié à la R&D en Fabrication Additive**

(*) 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

Plus de 50 m€ ont été investis dans la recherche en FA en 2016.

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



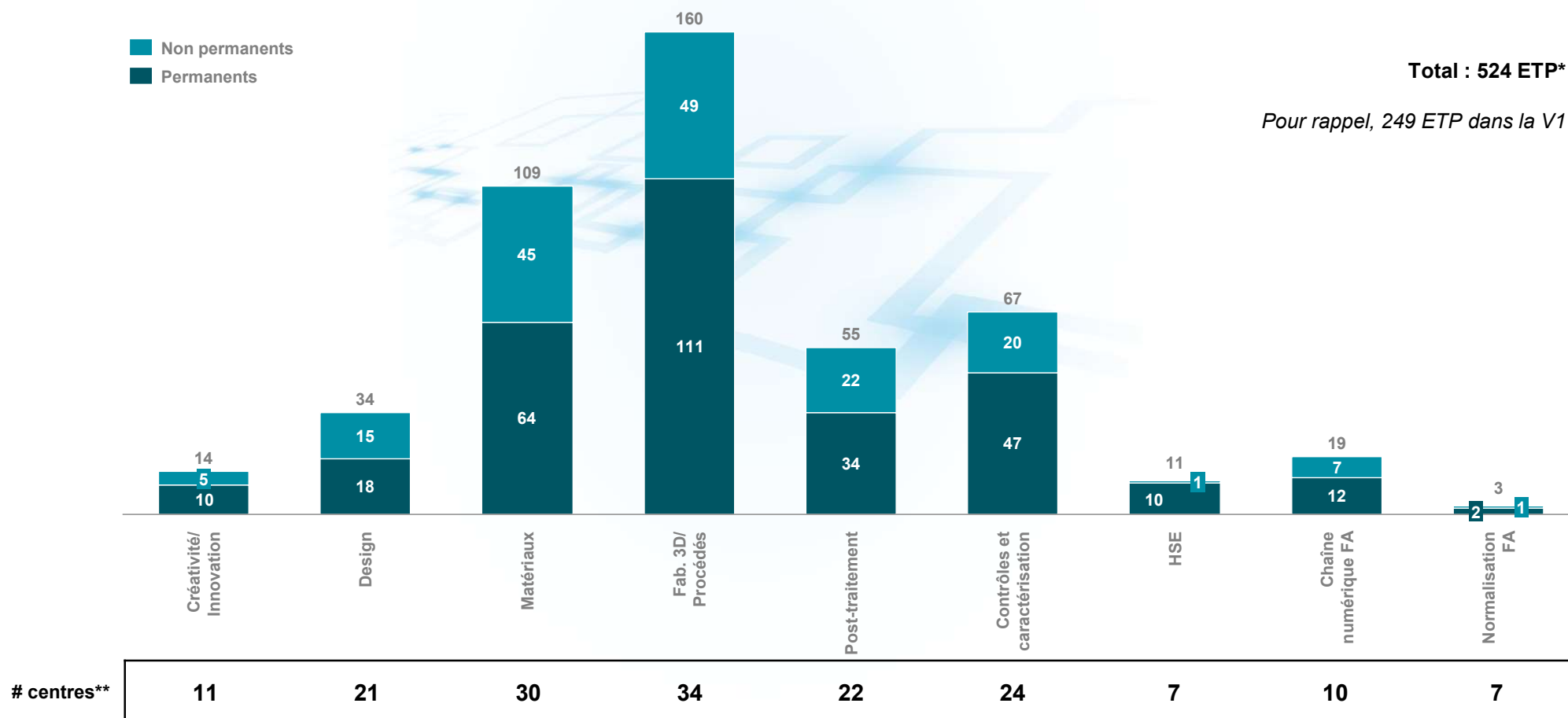
(*) Valeur d'achat des équipements de fabrication additive détenus par les centres

(**) 2016 estimé

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

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



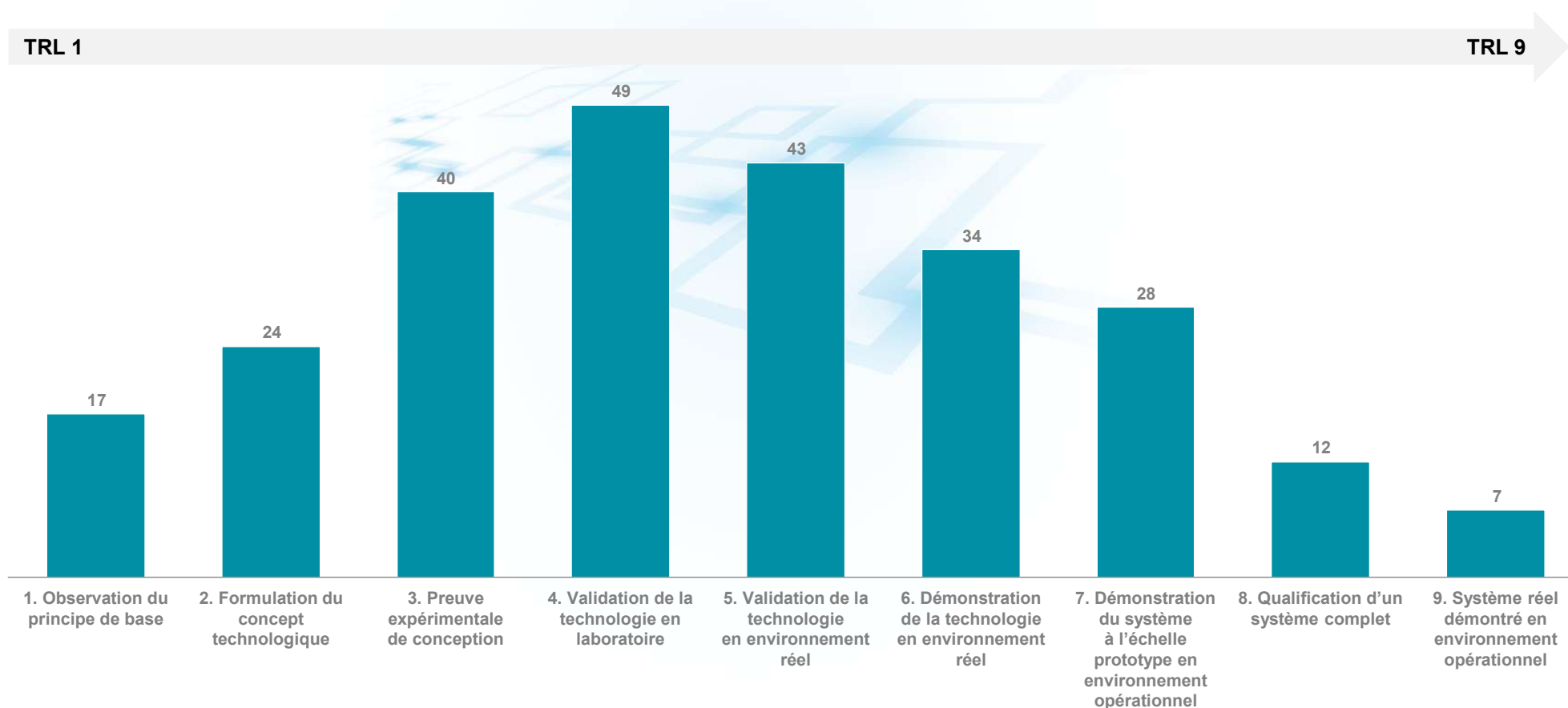
(*) Répartis sur 56 centres. 53 ETP n'ont pu être représentés car pas de répartition par brique d'affectation

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

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

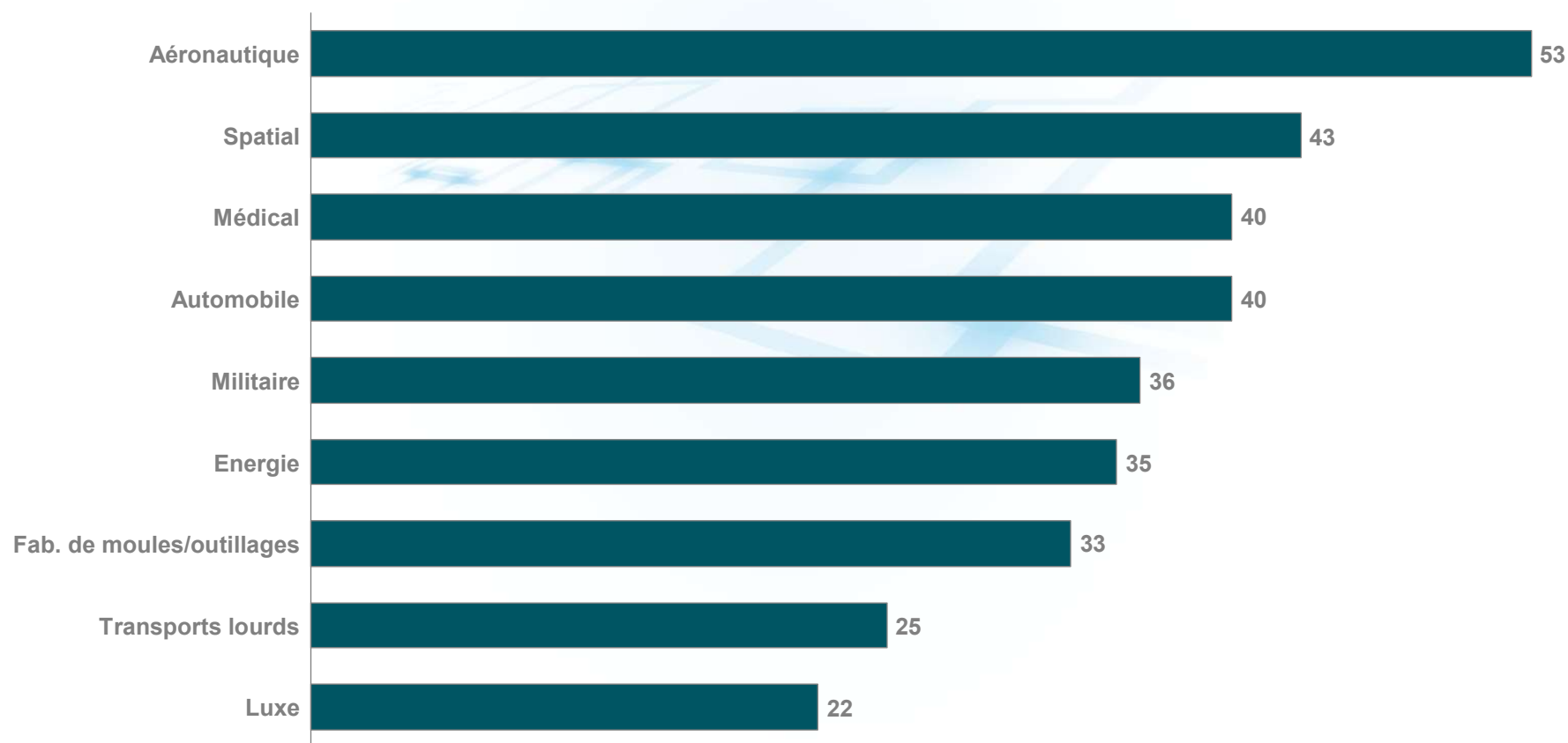


Note : chaque centre peut être positionné sur plusieurs niveaux.

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

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
	Interaction énergie / matière	Simulation et modélisation des procédés	Règles de pilotage du procédé	Règles de conception des pièces finies	Développement / Effet des paramètres opérationnels	Instrumentation pour mesures et contrôles en cours de production	Capabilité, répétabilité, reproductibilité	Automatisation	Adaptation du process pour multimatériaux	(nb de centres uniques)
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	

Les différentes entrées de consultation

- ☒ Les compétences / forces RetD par grandes régions
- ☐ Les compétences par procédés / Maillons de la chaîne de valeur
- ☐ Les compétences spécifiques par Institut Carnot
- ❖ Les chiffres clés
- ❖ Le glossaire

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)

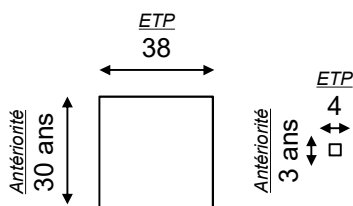
- La région s'est structurée également dans le domaine de la Fabrication Additive par le biais du réseau RAFAM



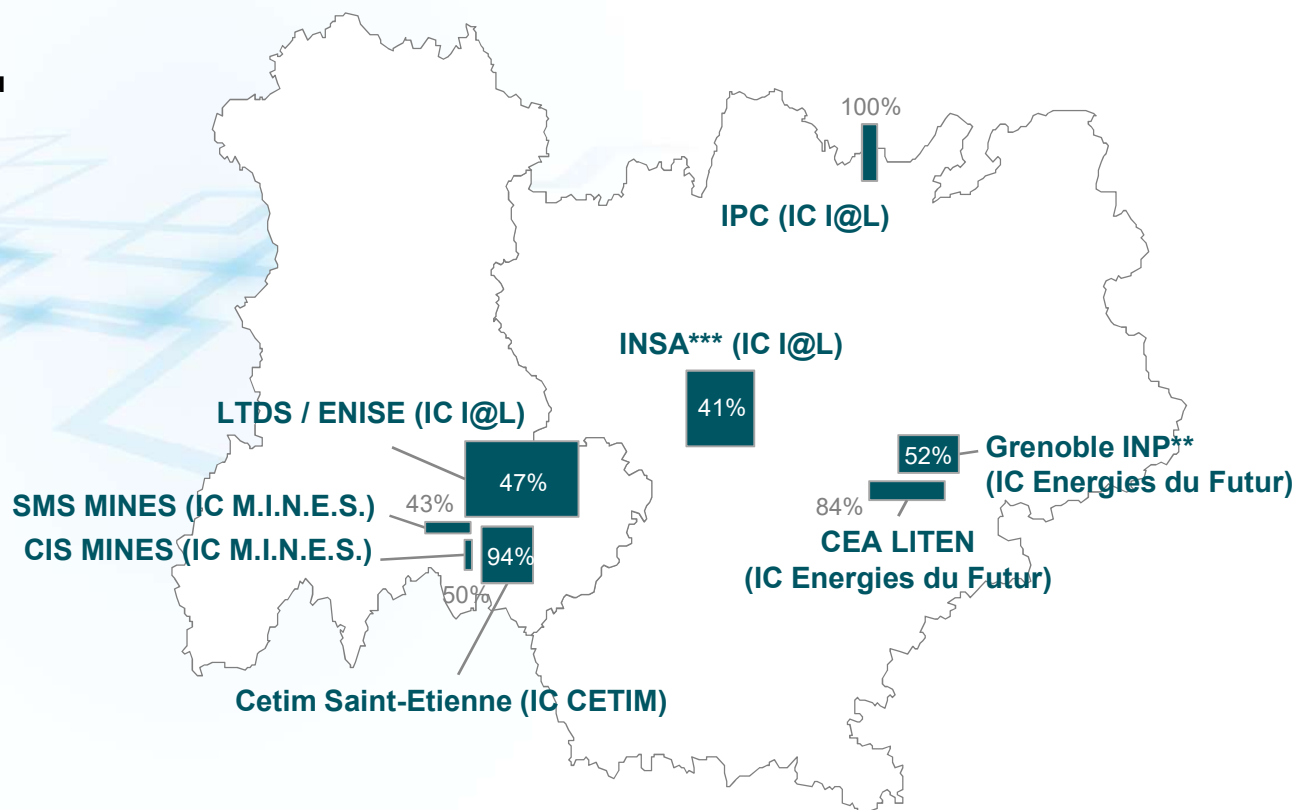
Total ETP : 145

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



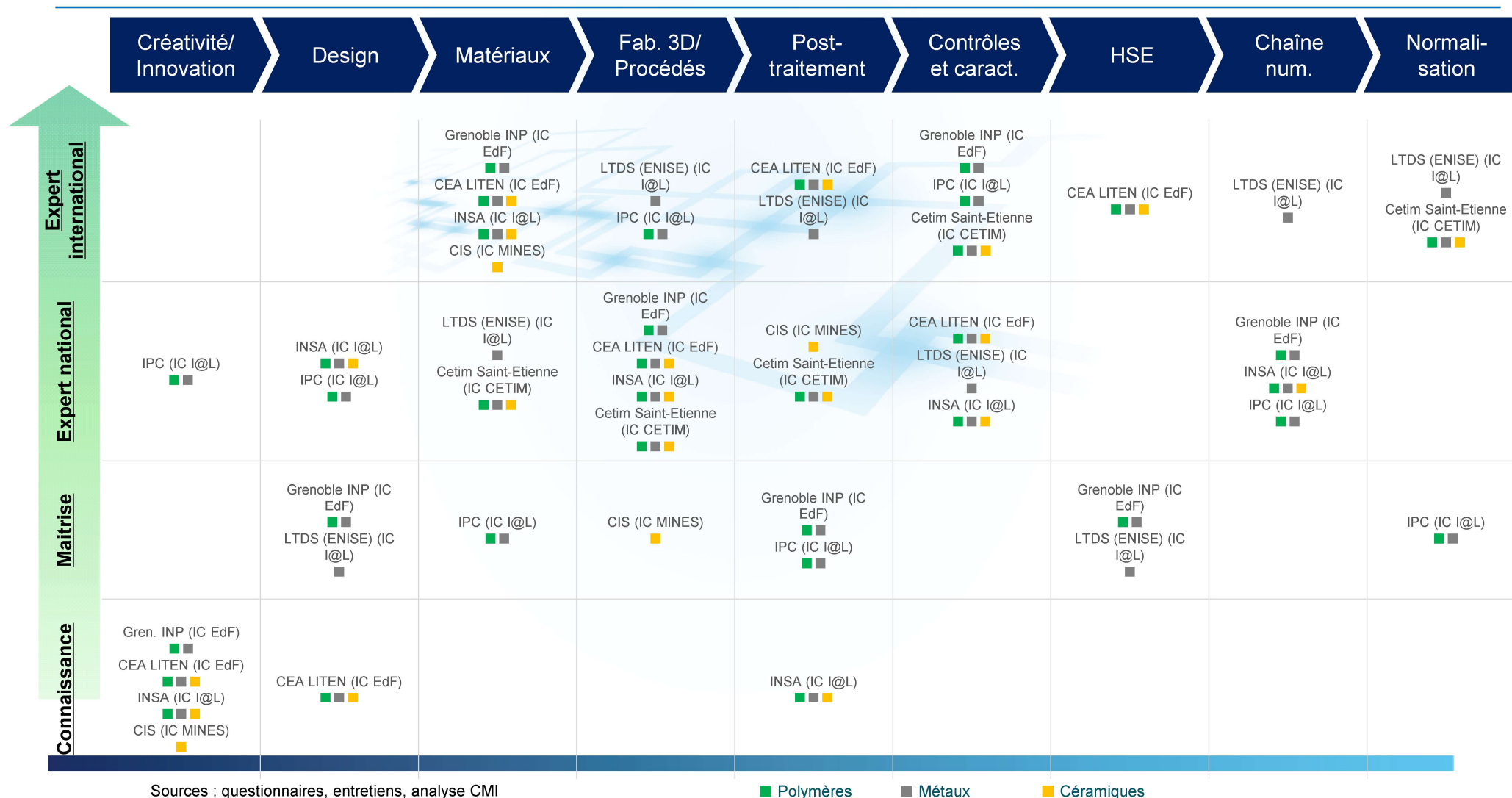
(***) LAMCOS, MATEIS, CETHIL, IMP

(**) Dont SIMAP, G-SCOP

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

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 différentes entrées de consultation

- ☐ Les compétences / forces RetD en régions
- ☐ Les compétences par procédés / Maillons de la chaîne de valeur
- ☐ Les compétences spécifiques par Institut Carnot
- ❖ Les chiffres clés
- ❖ Le glossaire

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	SLM, SLS, LBM, EBM, DMLS	LMD, CLAD, FDM, WAAM, ADM, DMD, LENS, MIG	SLA, DLP	FDM, FFF, Robocasting	WAAM, FDM, Cold Spray, SLM	DoD	SLS + Laser Femto	Voxeljet, Blinder Jetting	FDM, SLM, Stratoconception
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.

Les expertises internationales par élément de la chaîne de valeur

	Créativité/ Innovation	Design	Matériaux	Fab. 3D/ Procédés	Post- traitement	Contrôles et caract.	HSE	Chaîne num.	Normali- sation
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	CMAF (X)	Grenoble INP (IC EdF)	CTTC	CRITT TJFU (IC ICEEL)	Grenoble INP (IC EdF)		GEM/IRCCYN (Centrale Nantes) I@L)	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)			

Les différentes entrées de consultation

- ☐ Les compétences / forces RetD en régions
- ☐ Les compétences par procédés / Maillons de la chaîne de valeur
- ☒ Les compétences spécifiques par Institut Carnot
- ❖ Les chiffres clés
- ❖ Le glossaire

- 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	• Règles de pilotage du procédé • Règles de conception des pièces finies • Développement/Effet de 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

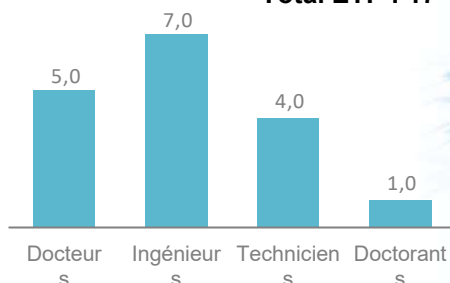


0 brevet



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
- Aérospatial
- 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

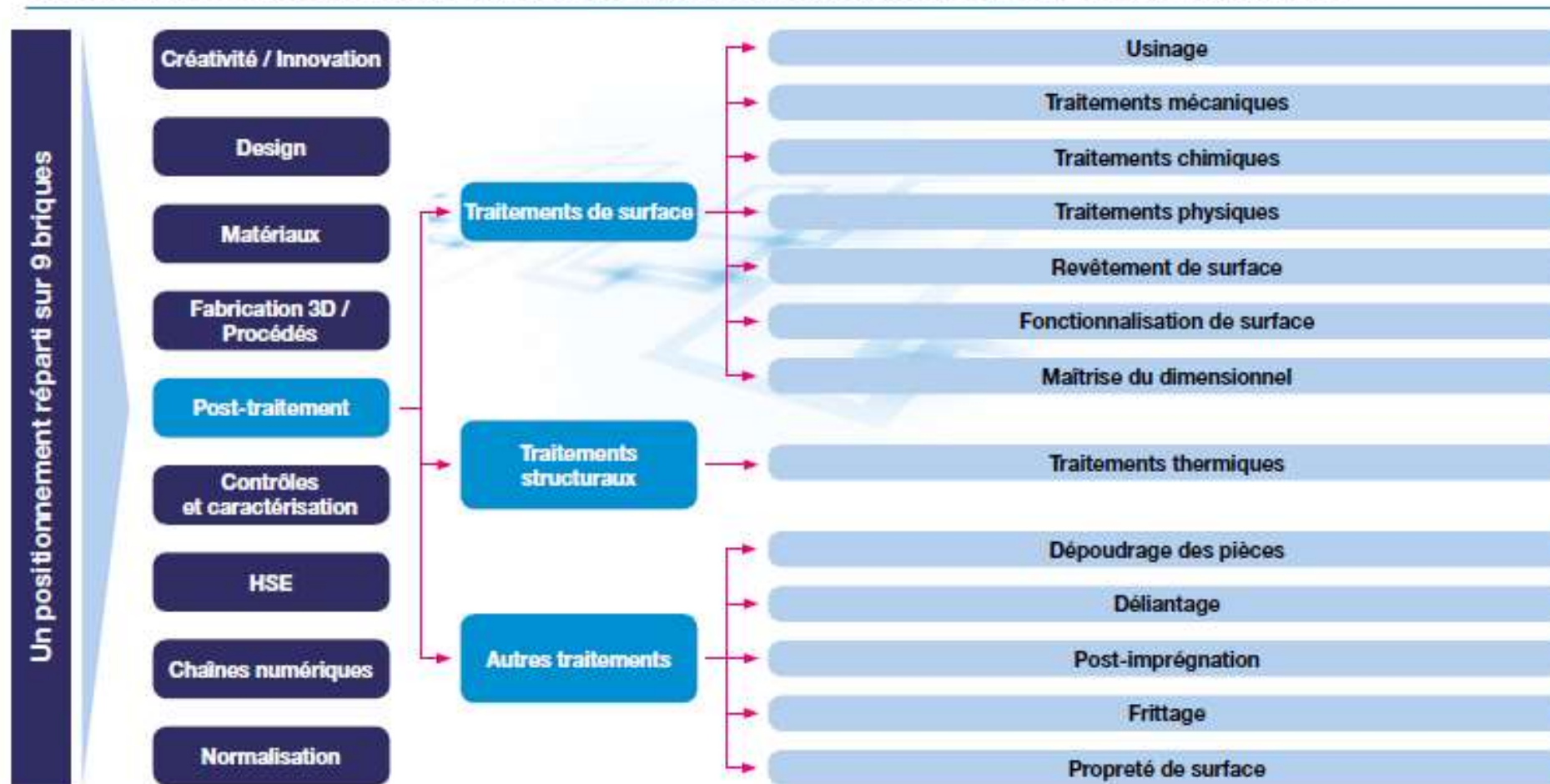
Quelques autres contacts techniques spécialistes en FA : Christophe Reynaud, Paul Calvès, Florence Doré, Clément Lalève, Patrick Ebadi, Gilles Allory, Christophe Grosjean

Les différentes entrées de consultation

- ☐ Les compétences / forces RetD en régions
- ☐ Les compétences par procédés / Maillons de la chaîne de valeur
- ☐ Les compétences spécifiques par Institut Carnot
- ❖ Les chiffres clés
- ❖ Le glossaire

Le Glossaire

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



La suite

- ☐ Une cartographie mise à jour annuellement
- ☐ Sur le deuxième semestre 2017, extension aux activités de formations diplômantes et continues
- ☐ En coordination avec le référencement plateformes de l'AIF, ajout des plateformes de transfert technologique

Contact : helene.determe@cetim.fr