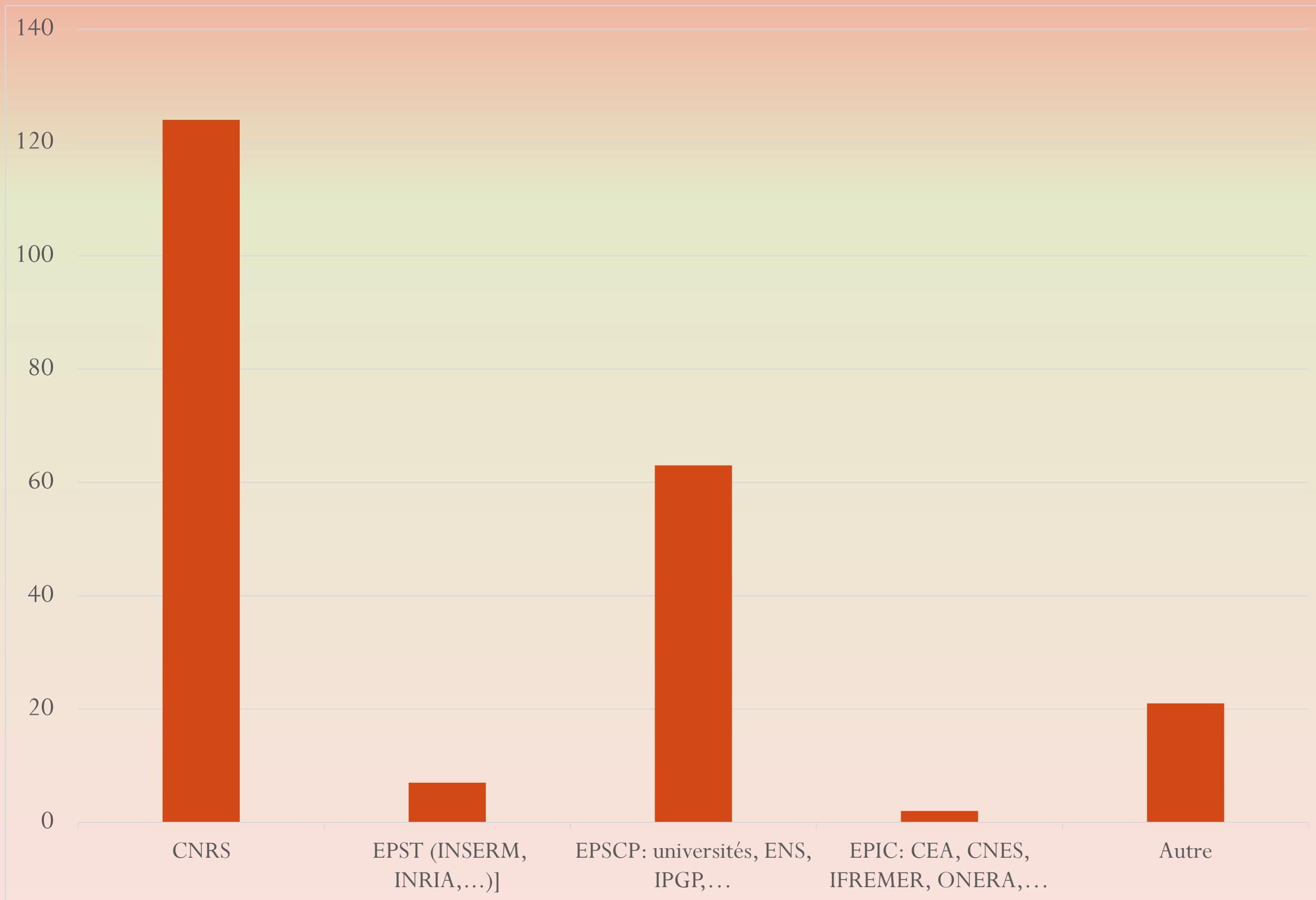


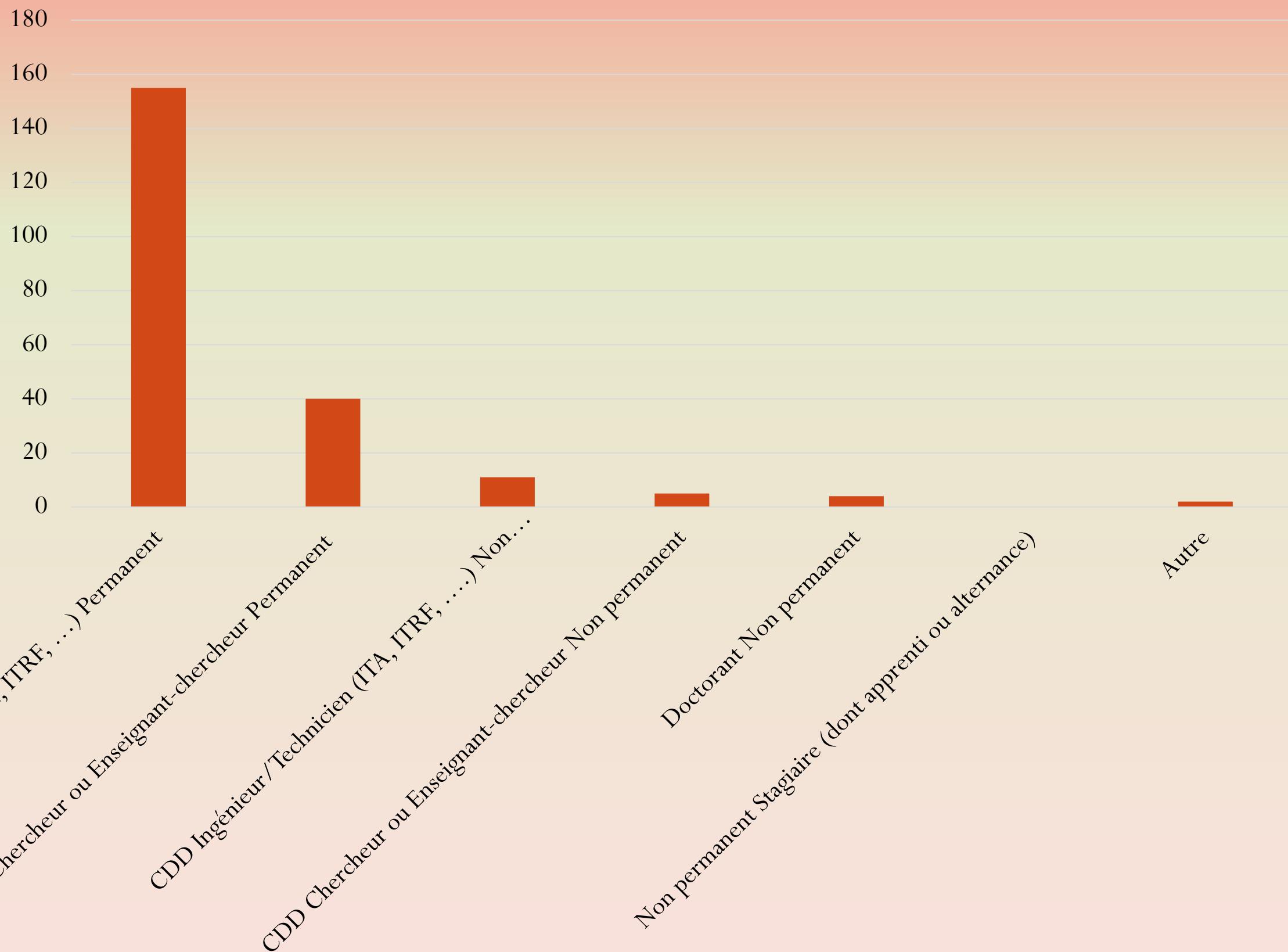
# Synthèse du questionnaire sur l'impression 3D du RDM

Le Groupe de Travail vous remercie d'avoir répondu à ce questionnaire, nous vous présentons, aujourd'hui, une première synthèse lors de cette école de technologie « L'avancée des matériaux pour les bureaux d'études et les ateliers de mécaniques ».

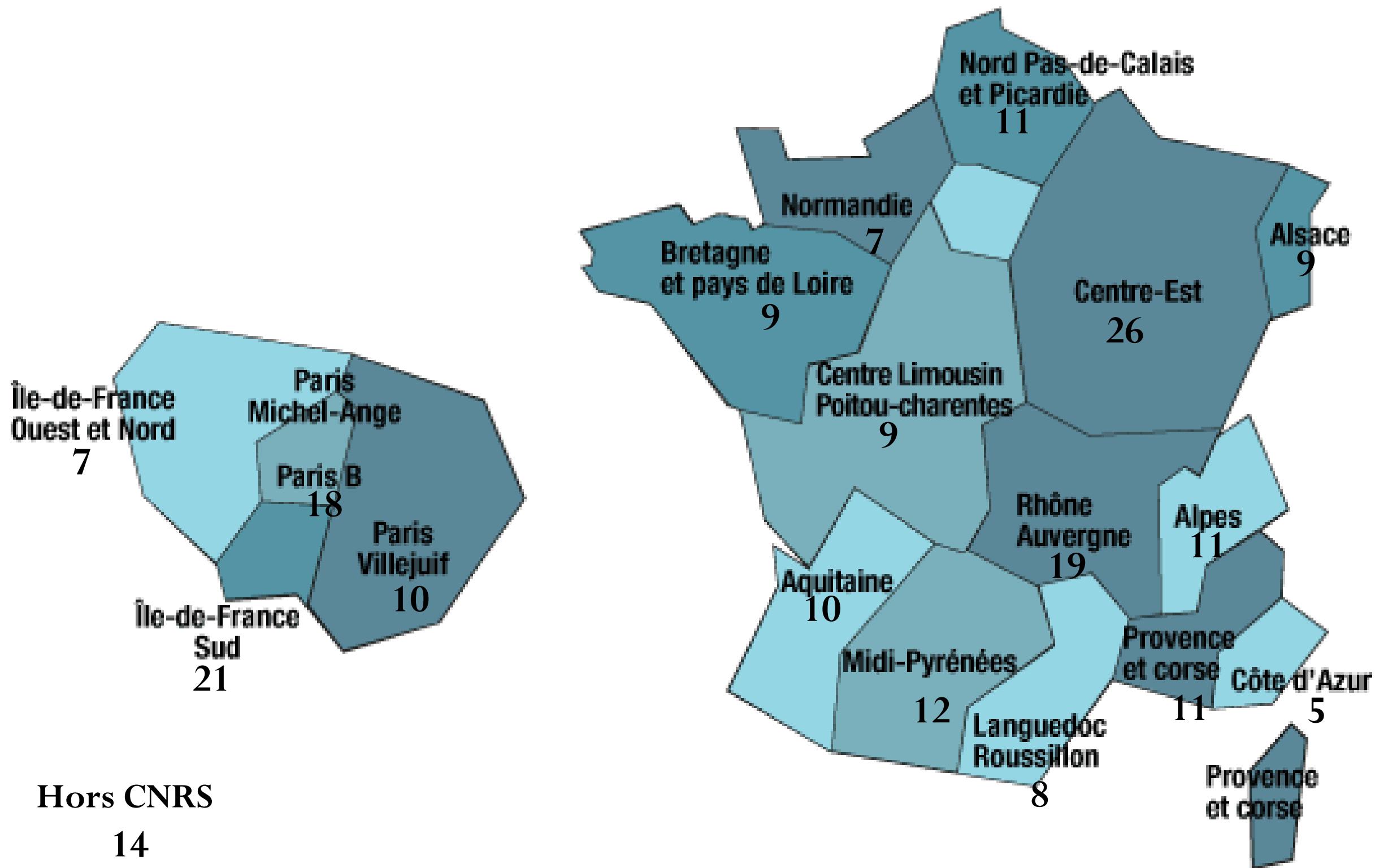
## Dans quel type d'établissement travaillez vous ?



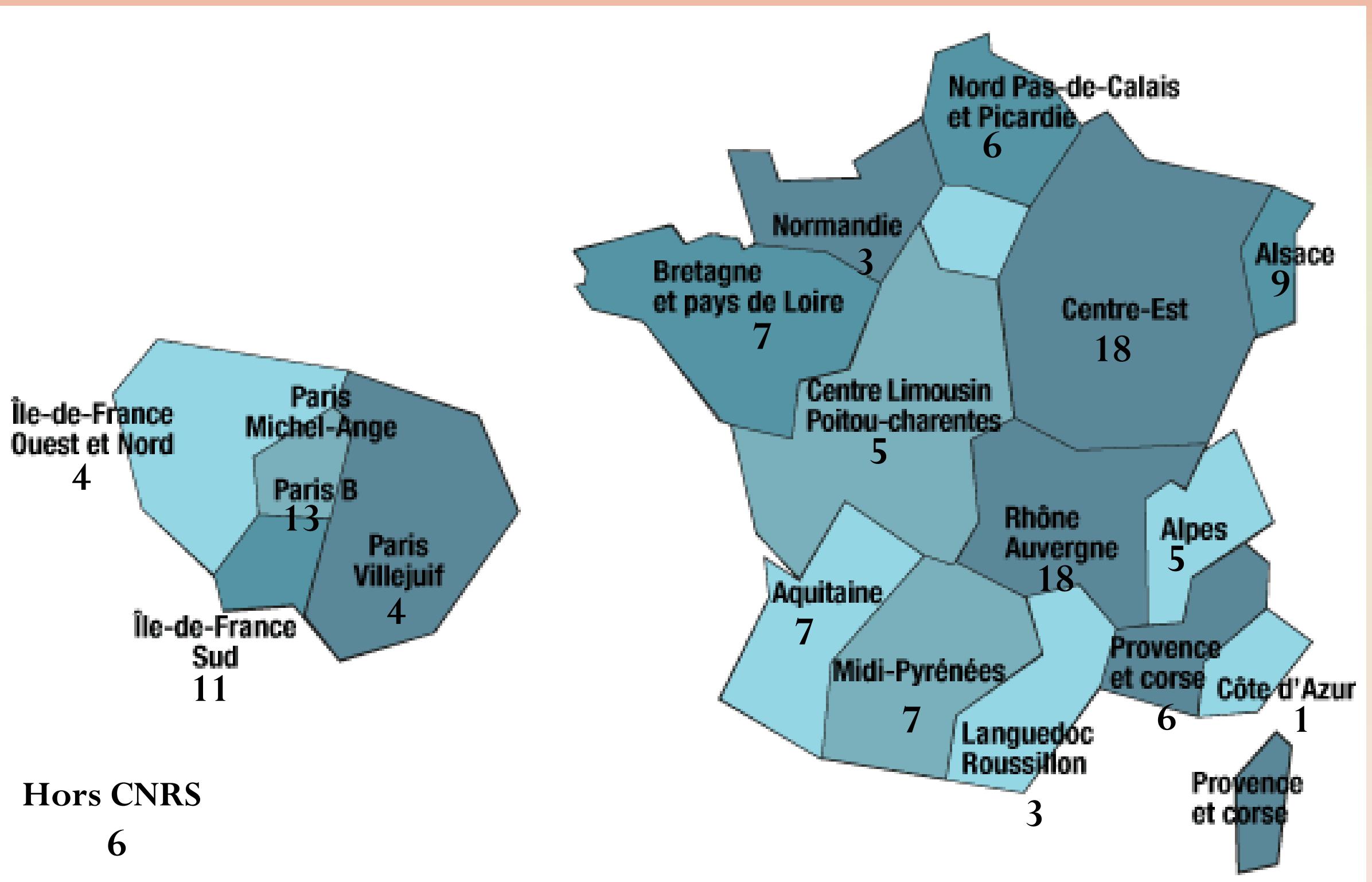
# Quel poste occupez vous ?



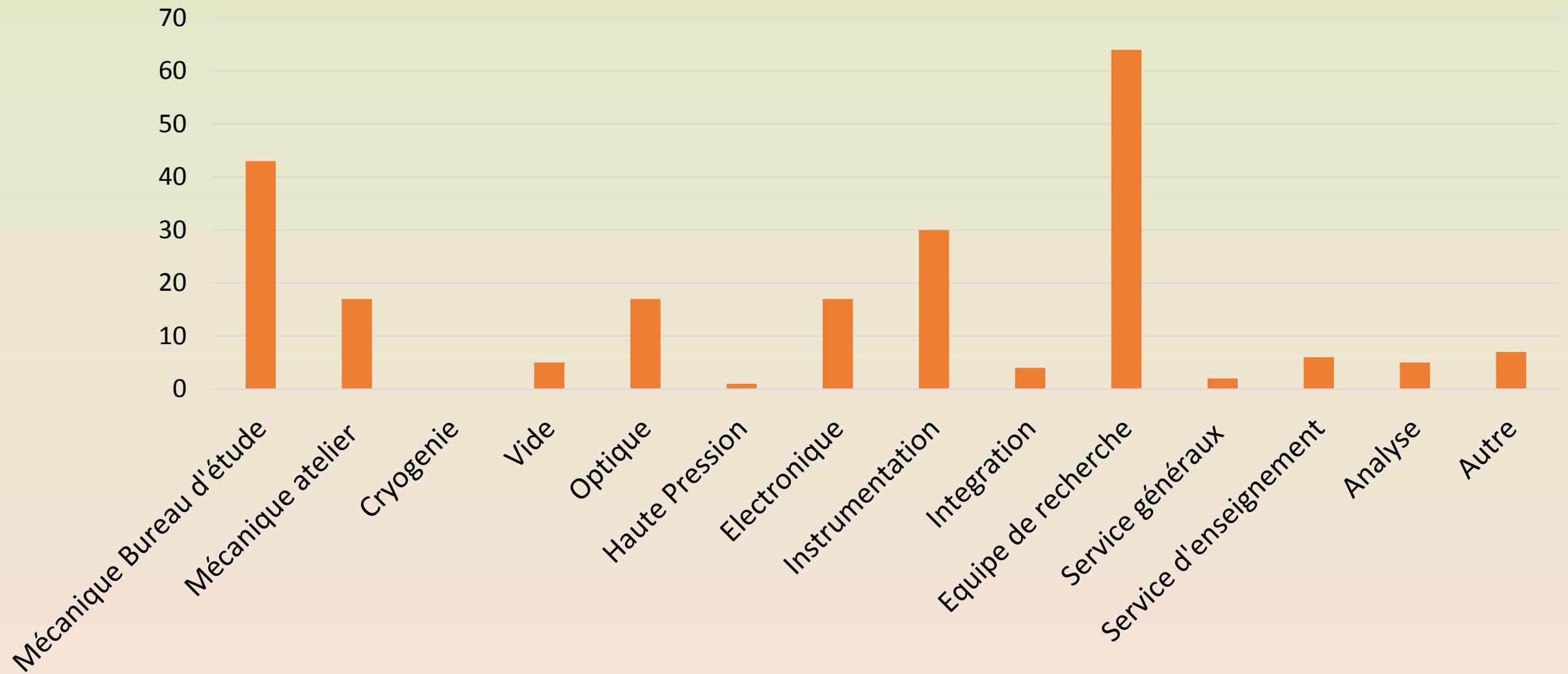
Dans quelle délégation régionale du CNRS est situé votre laboratoire ?



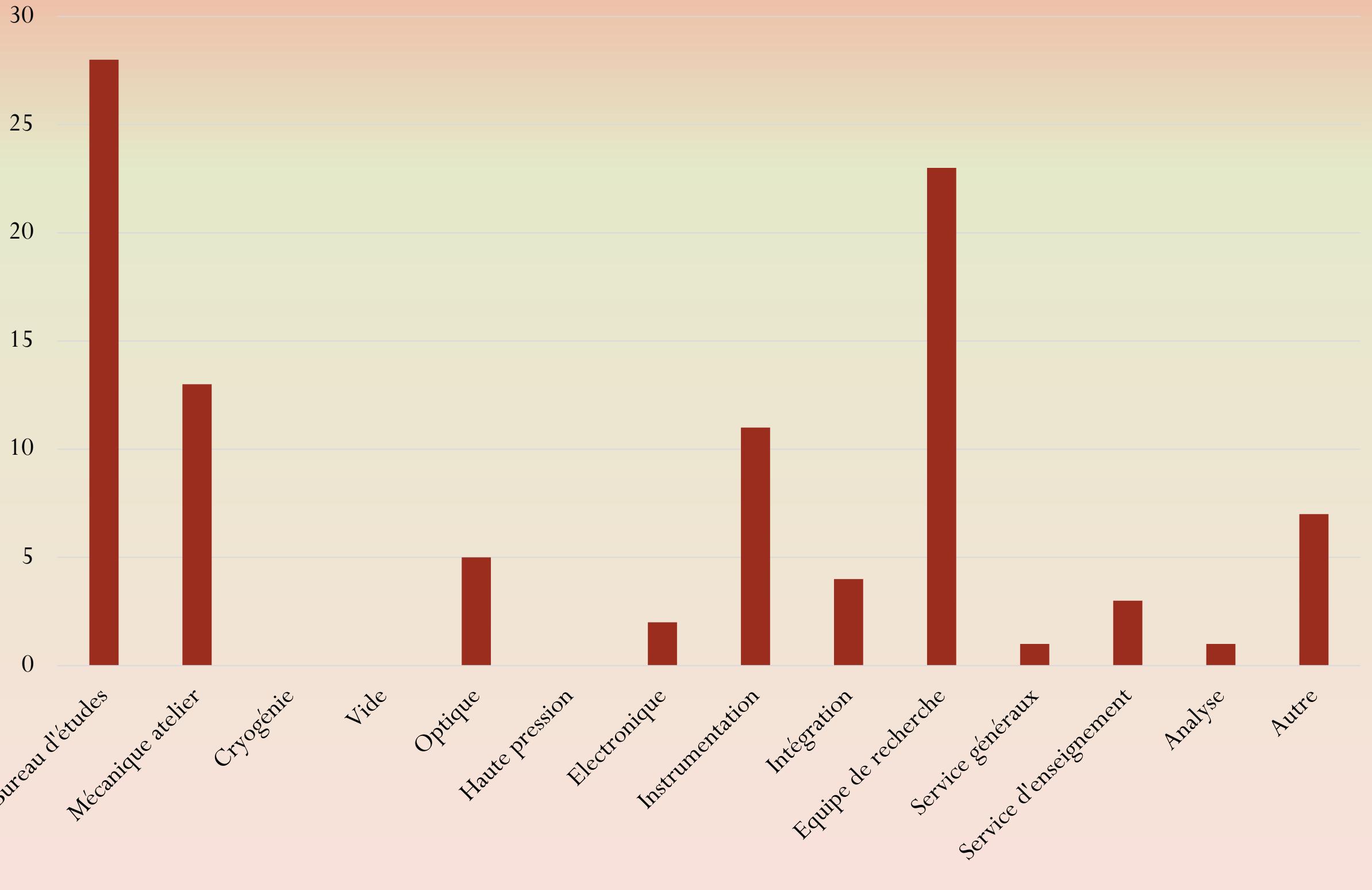
# Répartition des 133 machines (25 en 2015)



# Dans quel service ou domaine d'activité travaillez-vous?

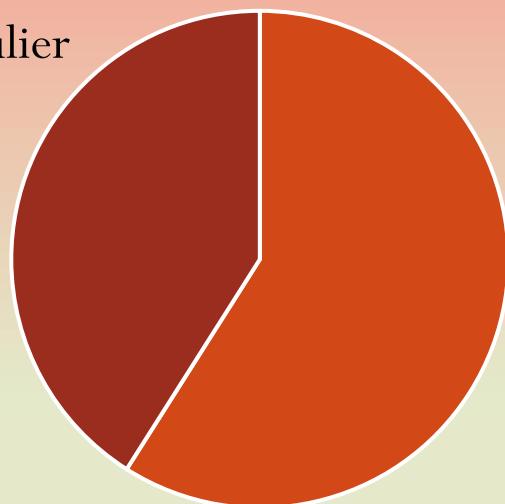


# Gestion des imprimantes?



## Etes-vous utilisateur régulier d'une imprimante 3D ?

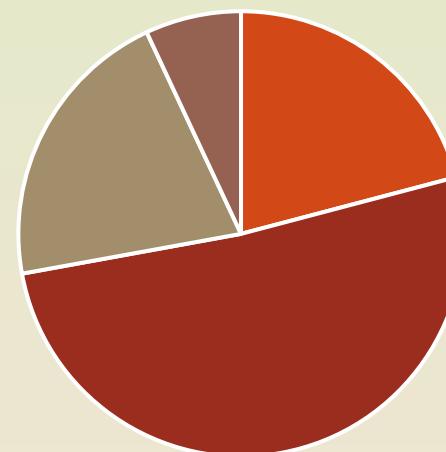
Utilisateur régulier



■ oui ■ non

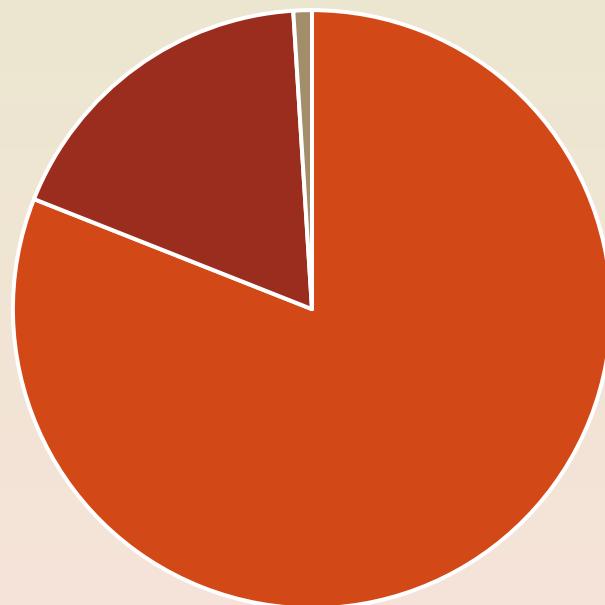
## 2.2. Combien de personnes utilisent la machine ?

Nombre d'utilisateurs



■ 1 personne  
■ entre 2 et 5 personnes  
■ entre 5 et 10 personnes  
■ >10 personnes

## 2.1. Etes-vous responsable de la machine ?



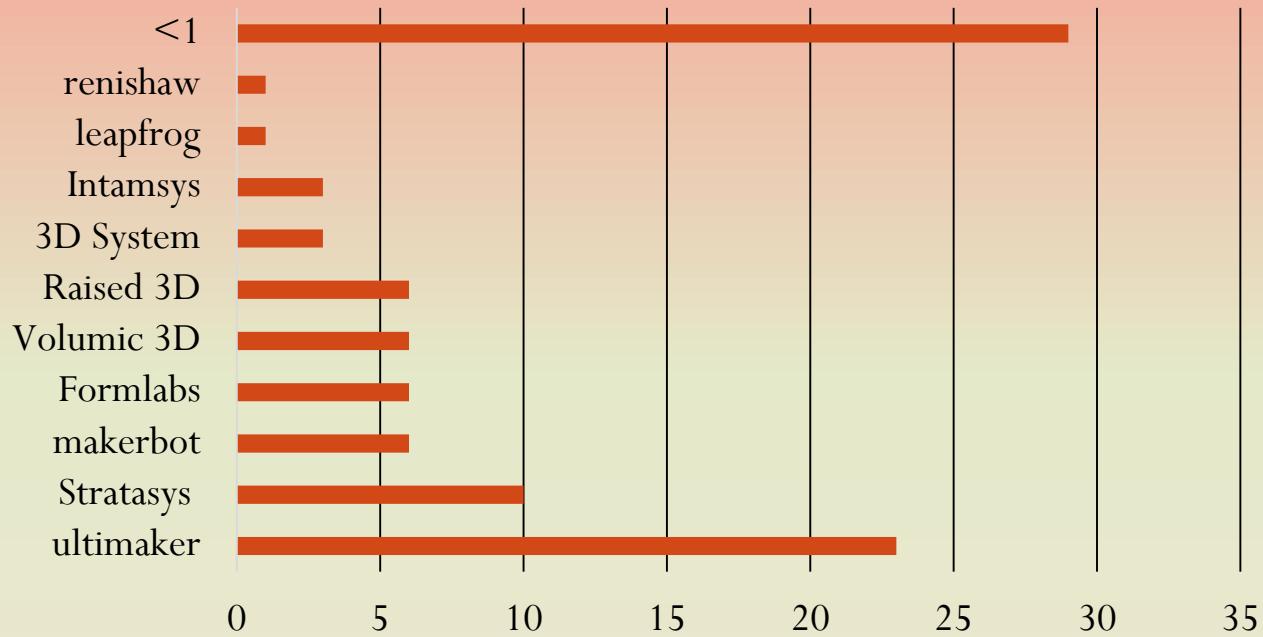
■ oui ■ non ■ sans réponse

Une personne a déclaré 60 utilisateurs pour une même machine  
( Institut Pascal – Clermont-Ferrand)

La majorité des utilisateurs sont responsables  
de leur machine

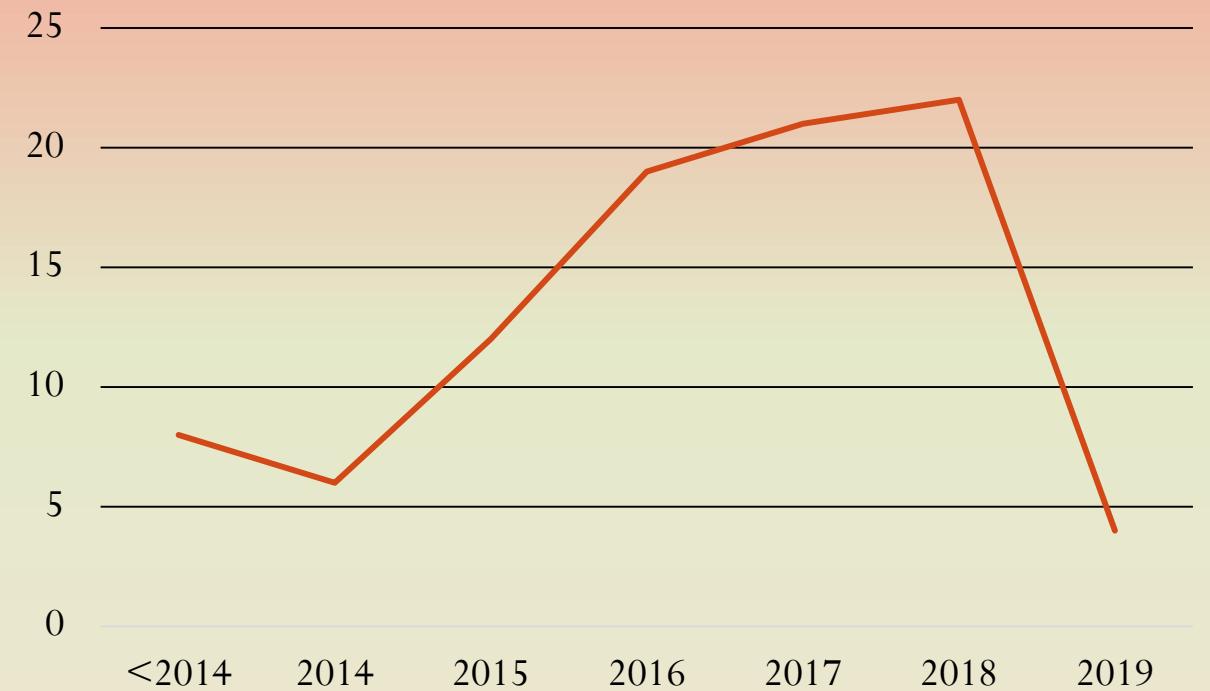
## Quelle est votre machine ?

Répartition par marque en %



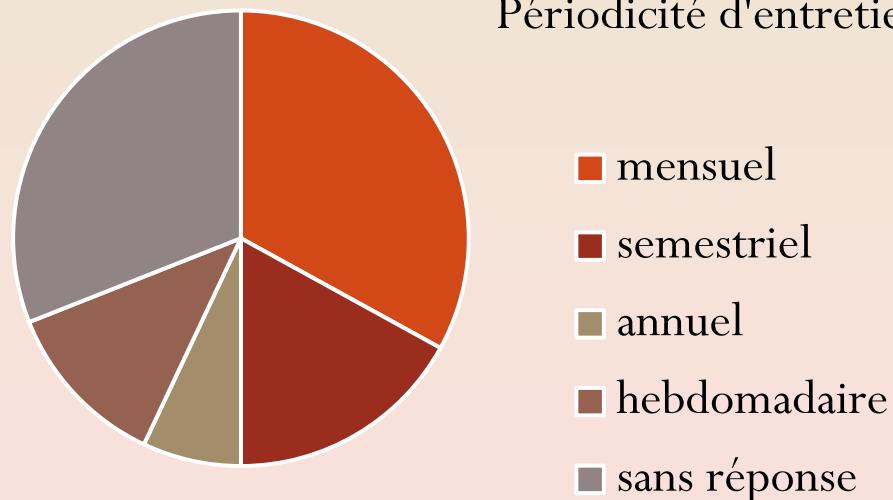
Marque entrant dans <1% Minifactory (ultra v2), Snapmaker, JennyPrinter (Z36), XYZ DaVinci (pro 3 en 1), SLA Biphotonique, Prusa I3, 3NTR A2V2, Hyvision Cunion Single, Geeteck A10, KUDO, 3D microDelta, Tobeka, Envision, Reprap, WASP Delta 2040 Turbo, Hyrel, Upbox, DWS, zortrax, Anet, Realizer, uniz Slash pro, Printrobot, dagoma Discoeast 200

## Quelle est l'année d'achat de votre machine ?

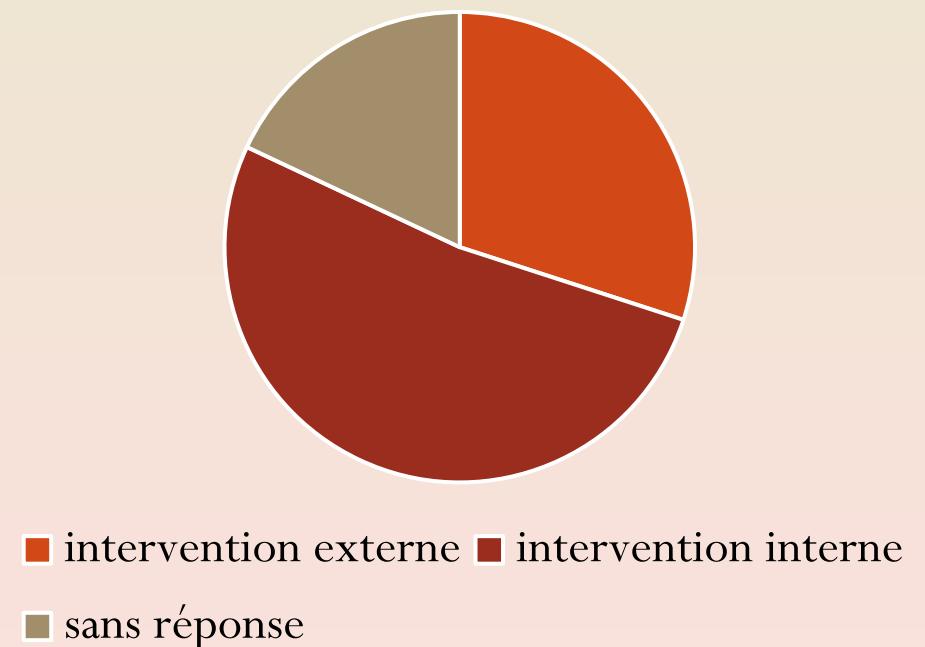


## Périodicité de l'entretien

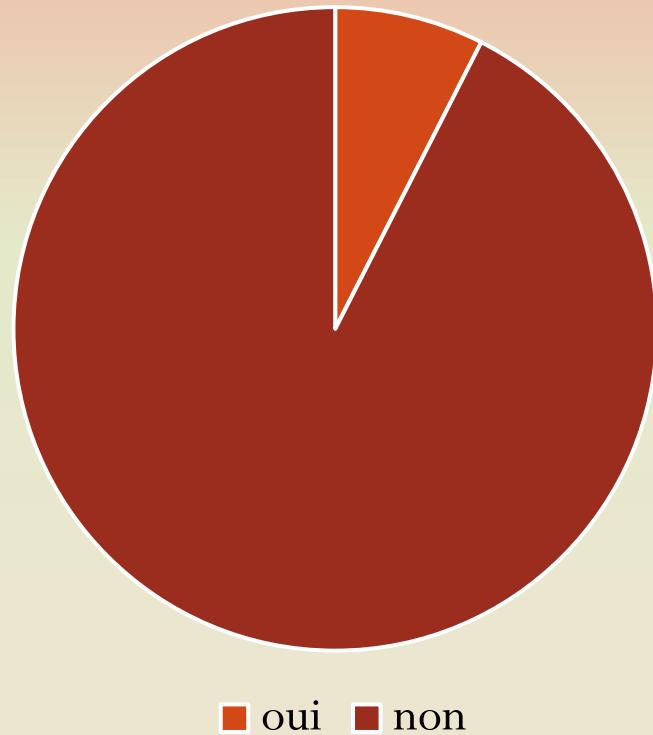
Périodicité d'entretien



## Type d'intervention

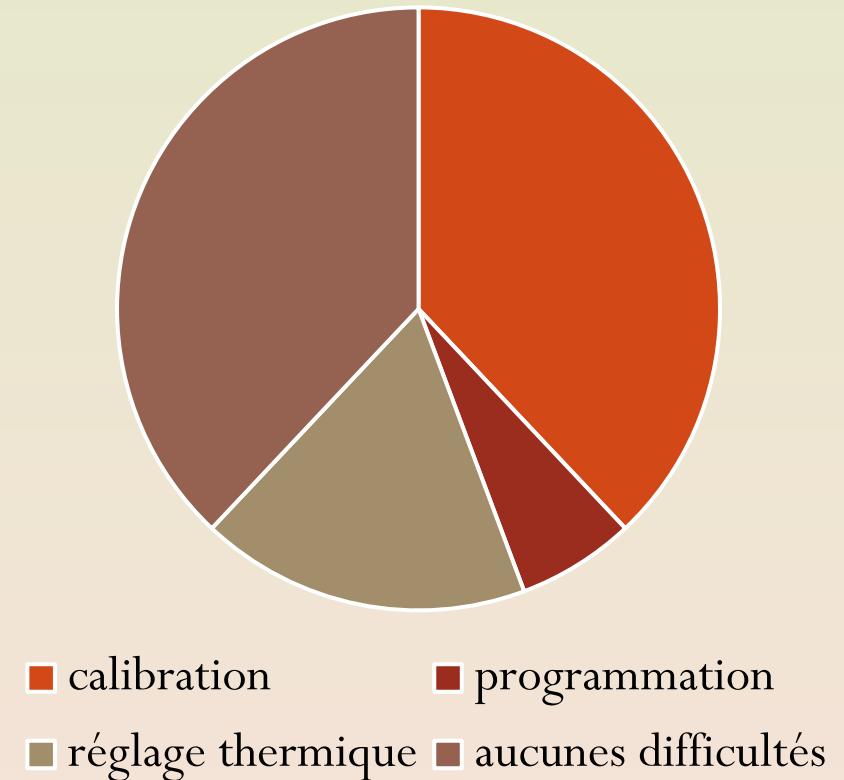


## 2.15. Avez-vous rencontré quelles difficultés à la mise en route ?



Pour les imprimantes à filaments les utilisateurs mettent en avant la facilité de mise en route et d'utilisation

## 2.15. Quelles difficultés avez-vous rencontré à l'utilisation?

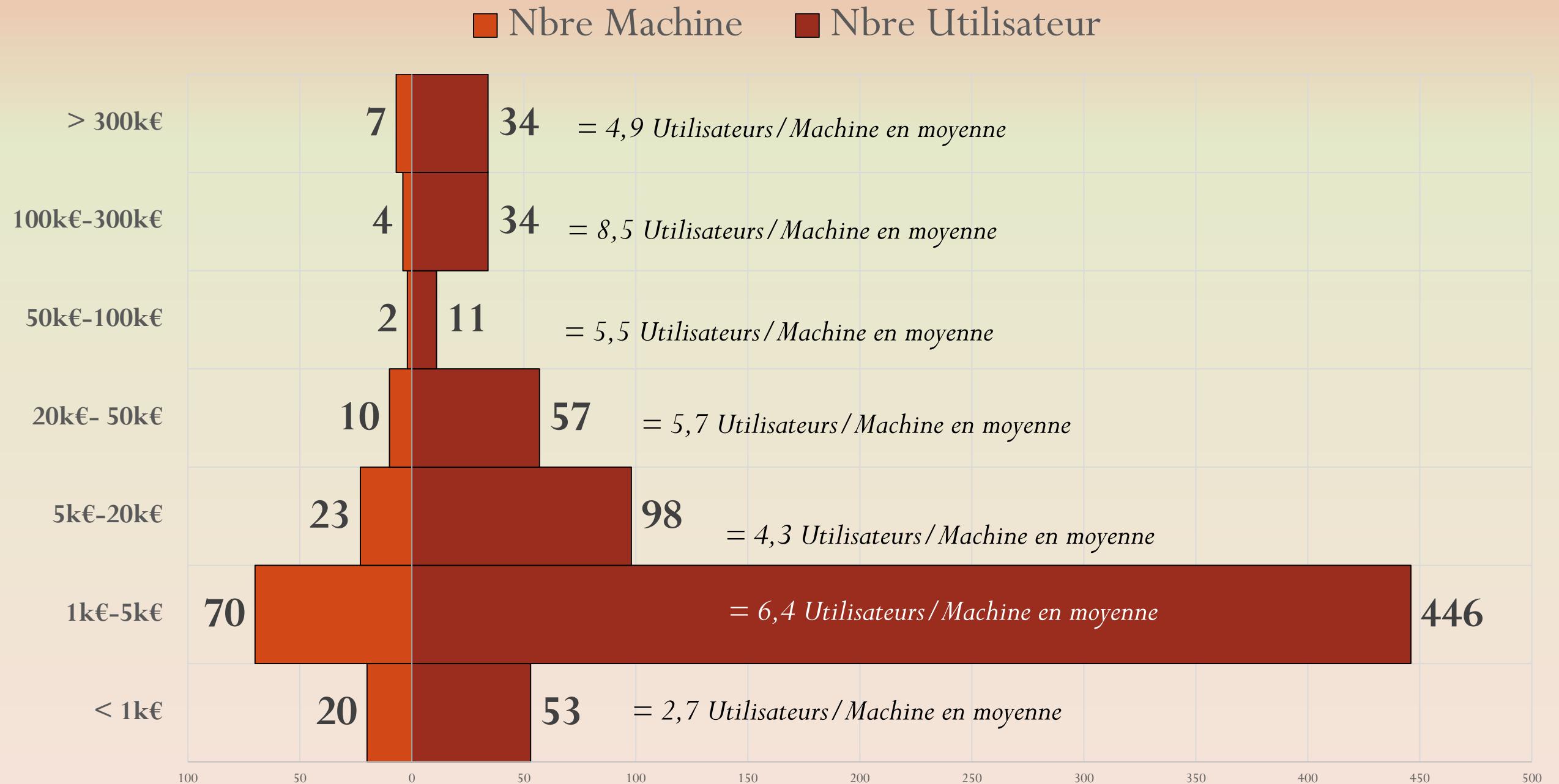


Les remarques concernent les filaments constructeurs, les buses qui se bouchent et les problèmes d'adhérence sur le plateau

# Cout machine / Nombre utilisateur

Pyramide des prix, toutes technologies confondues

*Les chiffres présentés sont uniquement ceux déclarés par les Responsables machine...*



On "voit bien" que la tranche qui l'emporte, c'est 100-300k€ ....

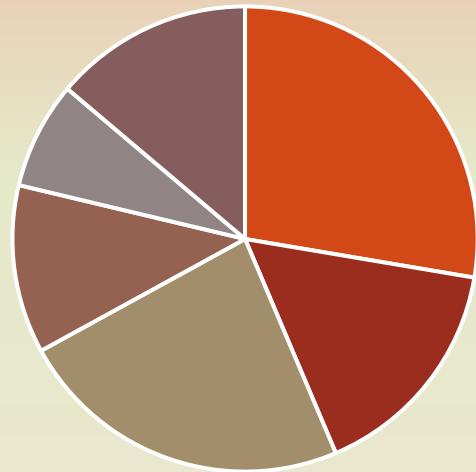
En fait oui, la seconde tranche est entre 1 & 5k€ et les machines <1k€ sont les moins fréquentées...

Comme s'il n'y avait pas de milieu de gamme. Soit on a besoin de basique (et 1k€ est le minimum opérationnel) soit on veut du précis pour des applications sophistiquée et il faut taper dans les 100k€...

# Matière de base solide : Statistique pour la FDM

Quelle est sa résolution ?

Résolution de la machine



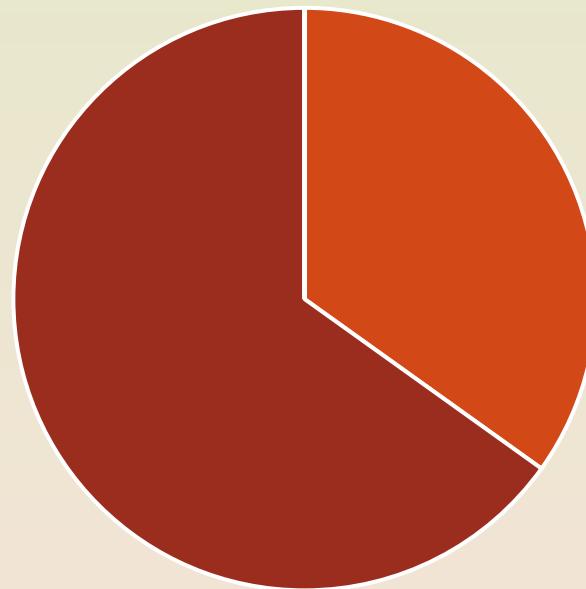
■ <0.05 ■ 0.05 ■ 0.1 ■ 0.15 ■ 0.2 ■ >0.2

Quelle est sa technologie ?

71% des machines sont du FDM (133)

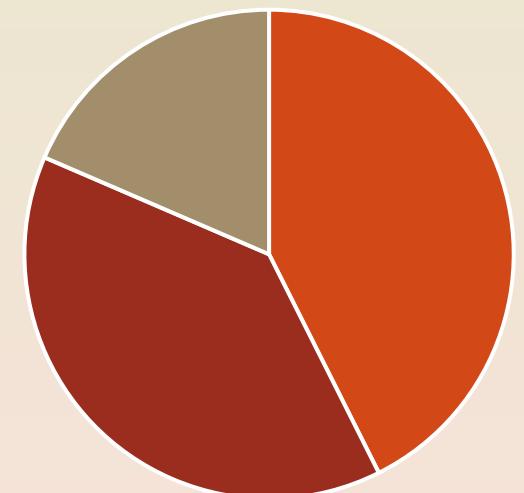
Selon vous quel est le matériau le mieux adapté ?

Matériaux principaux



■ ABS ■ PLA ■ PET ■ PEEK

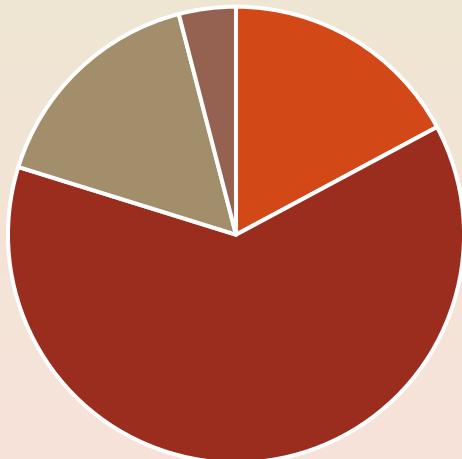
Matériaux secondaires



■ ABS ■ PLA ■ PET

Quel est son prix ?

Prix de la machine

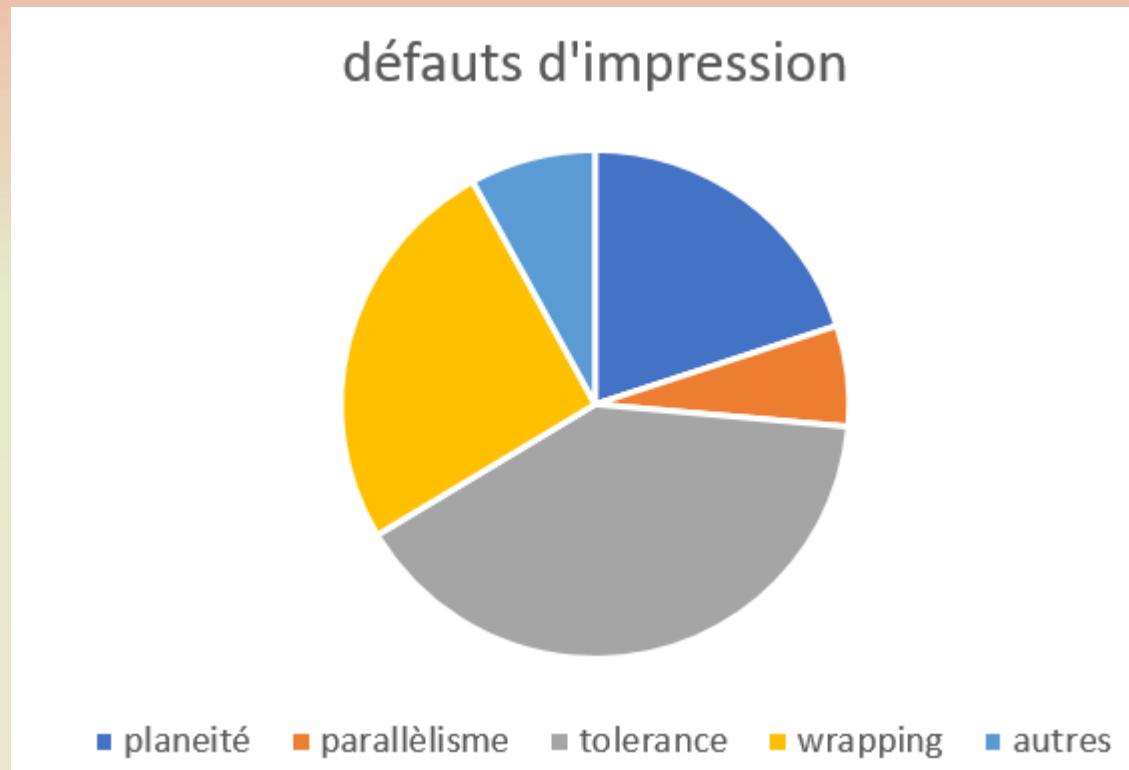


■ 0->1Ke ■ 1->5ke  
■ 5->20ke ■ 20->50ke

Le PLA et l'ABS sont les matériaux majoritairement utilisés

# Matière de base solide : Statistique pour la FDM

## Les défauts d'impression et solutions



**Planéité** : réglage du plateau, reprise d'usinage, ponçage.

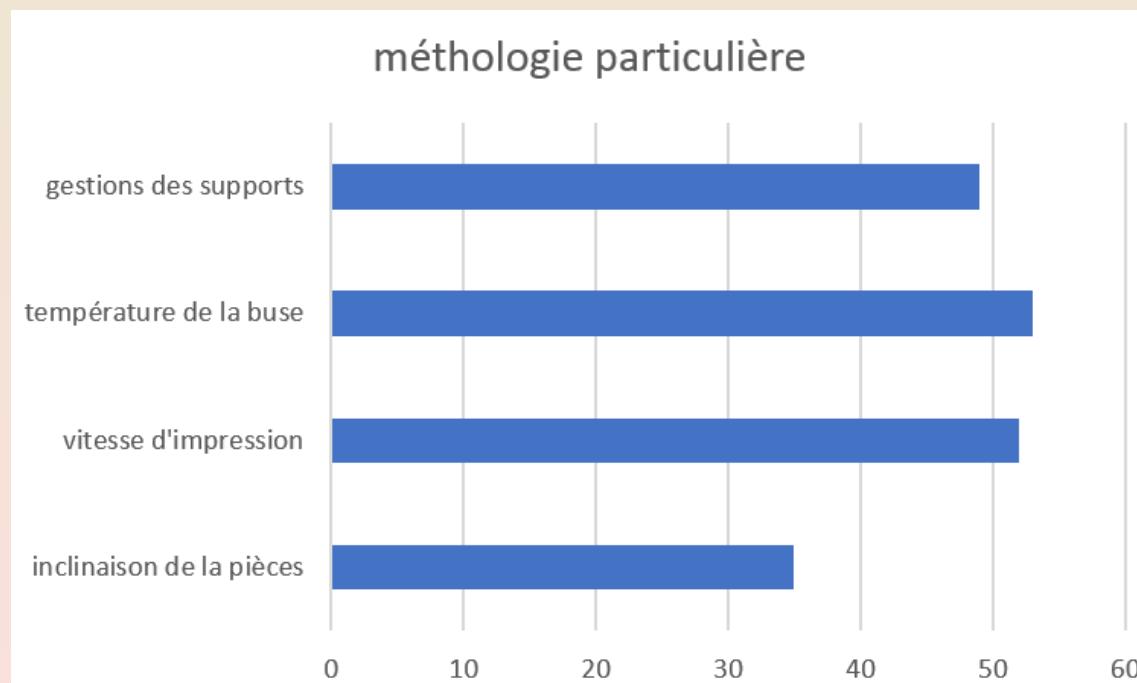
**Parallélisme** : reprise d'usinage.

**Tolérance** : adaptation des côtes sur la CAO, surépaisseur et ensuite usinage ponçage.

**Wrapping** : solution collante par ruban adhésif, laque au niveau du plateau en spray ou liquide.

-> plus de 50% des personnes ont eu plus de 2 défauts

## Méthodologie particulière



# Matière de base solide : Statistique pour la FDM

Quel pourcentage de pièces usuellement réalisée en soustractif est maintenant réalisé en additif ?

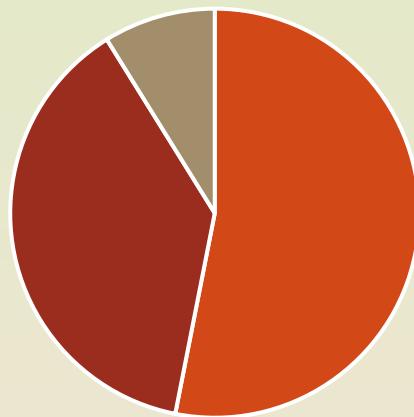
**Métal** : Entre 30 et 50%

**Plastique** : entre 80 et 100%

**Céramique** : 0%

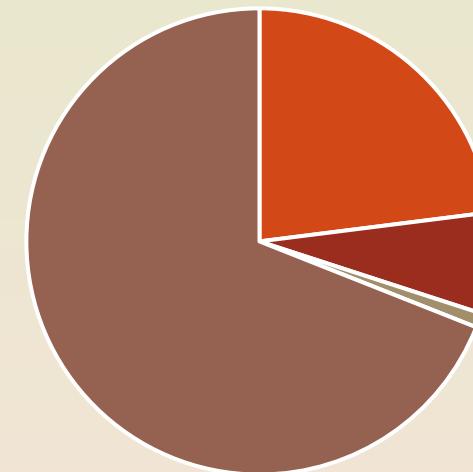
Quelle est la finalité des pièces ?

Fonctionnalité des pièces



- pièces fonctionnelles
- pièces prototypes
- maquettes visuelles

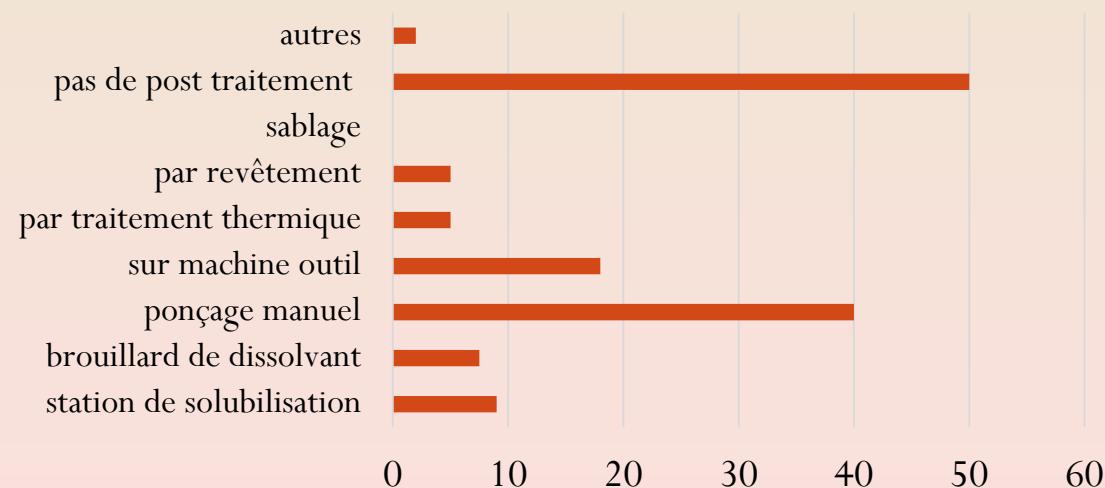
Quelle a été la durée de formation sur la machine par le fabricant ?



- 1 jour
- 2 jours
- 3 jours et plus
- pas de formation

Vos pièces nécessitent-elles un post traitement ?

Post traitement



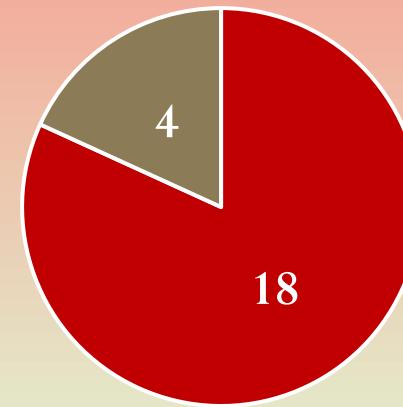
Facilité de prise en main

Les pièces sont souvent utilisés sans post-traitement

# Matière de base liquide : Statistique pour le SLA / MJM

## Technologie :

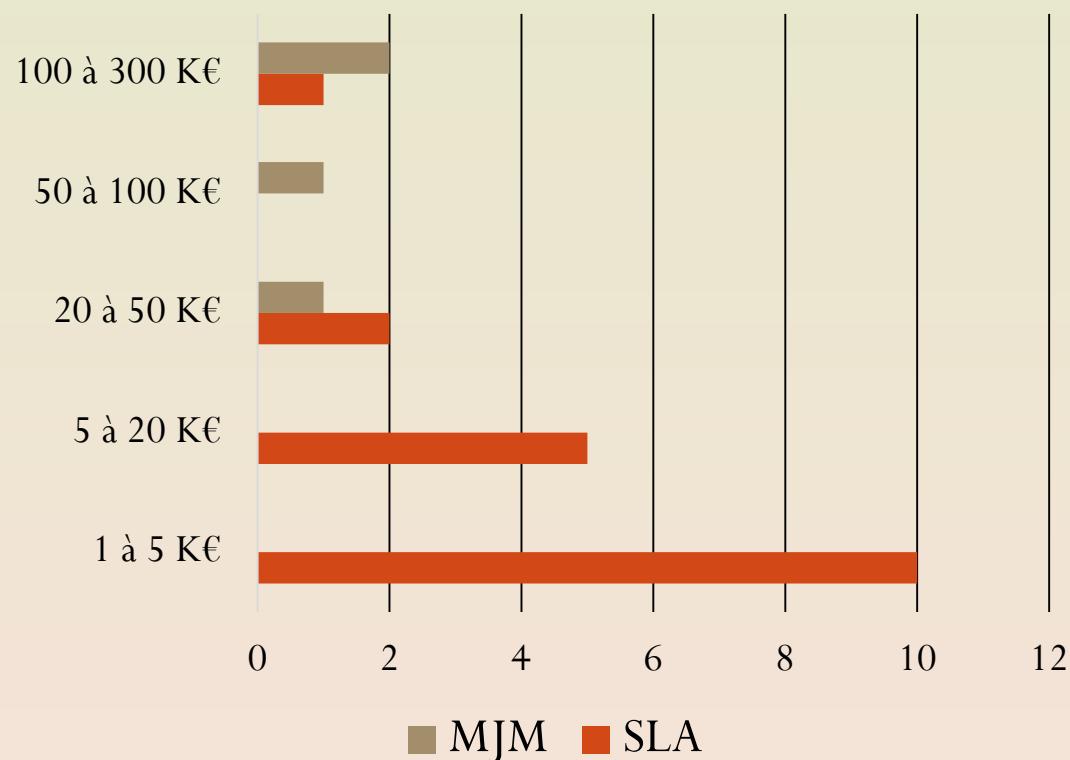
- **SLA** : Polymérisation ou Réticulation par laser (Stéréolithographie)
- **MJM** : Pulvérisation - Modelage par jets multiples



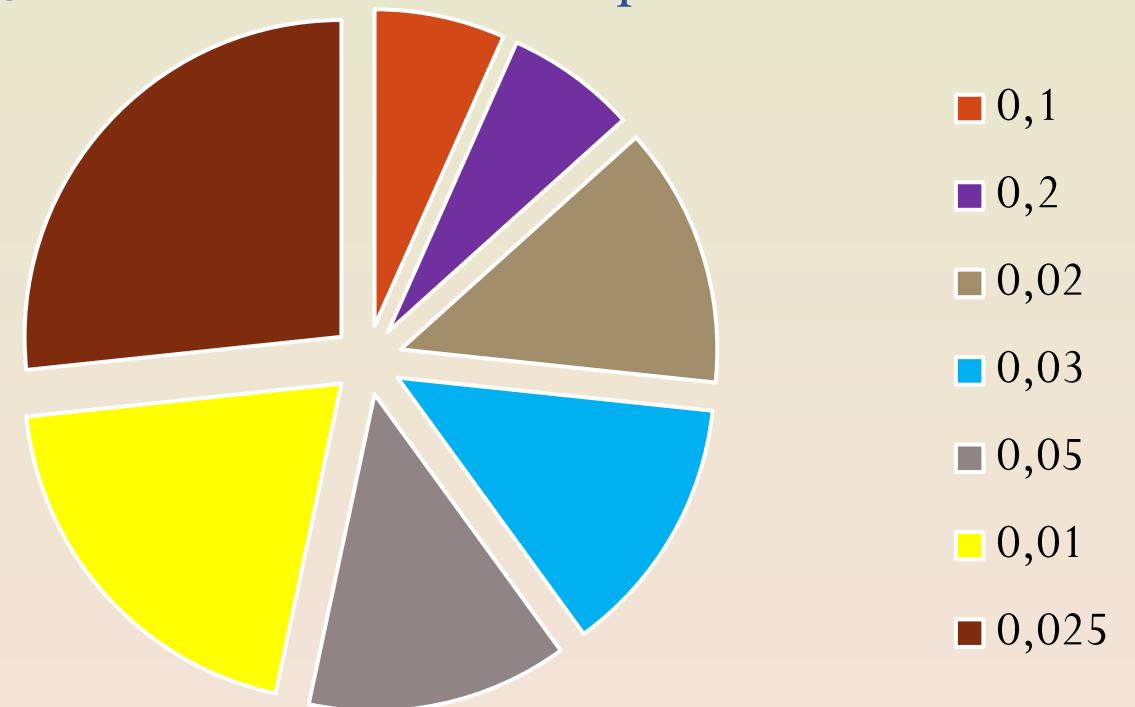
Nombre de machines

■ SLA ■ MJM

## Quels sont leurs prix ?



## Quelle est sa résolution pour SLA ?



## Quelle est la finalité des pièces ?

- 63 % Fonctionnel
- 37 % Prototype

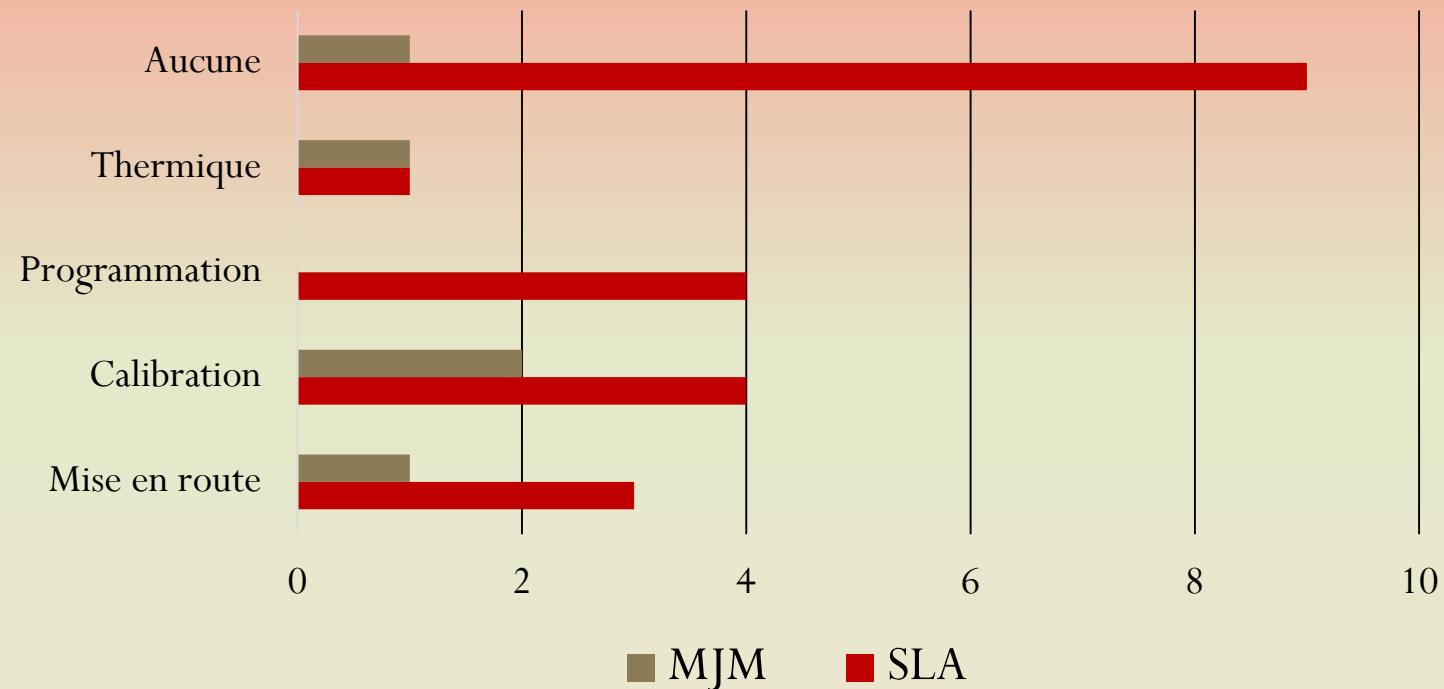
## Etes-vous satisfait de votre machine ?

**SLA** : Oui : 6/18

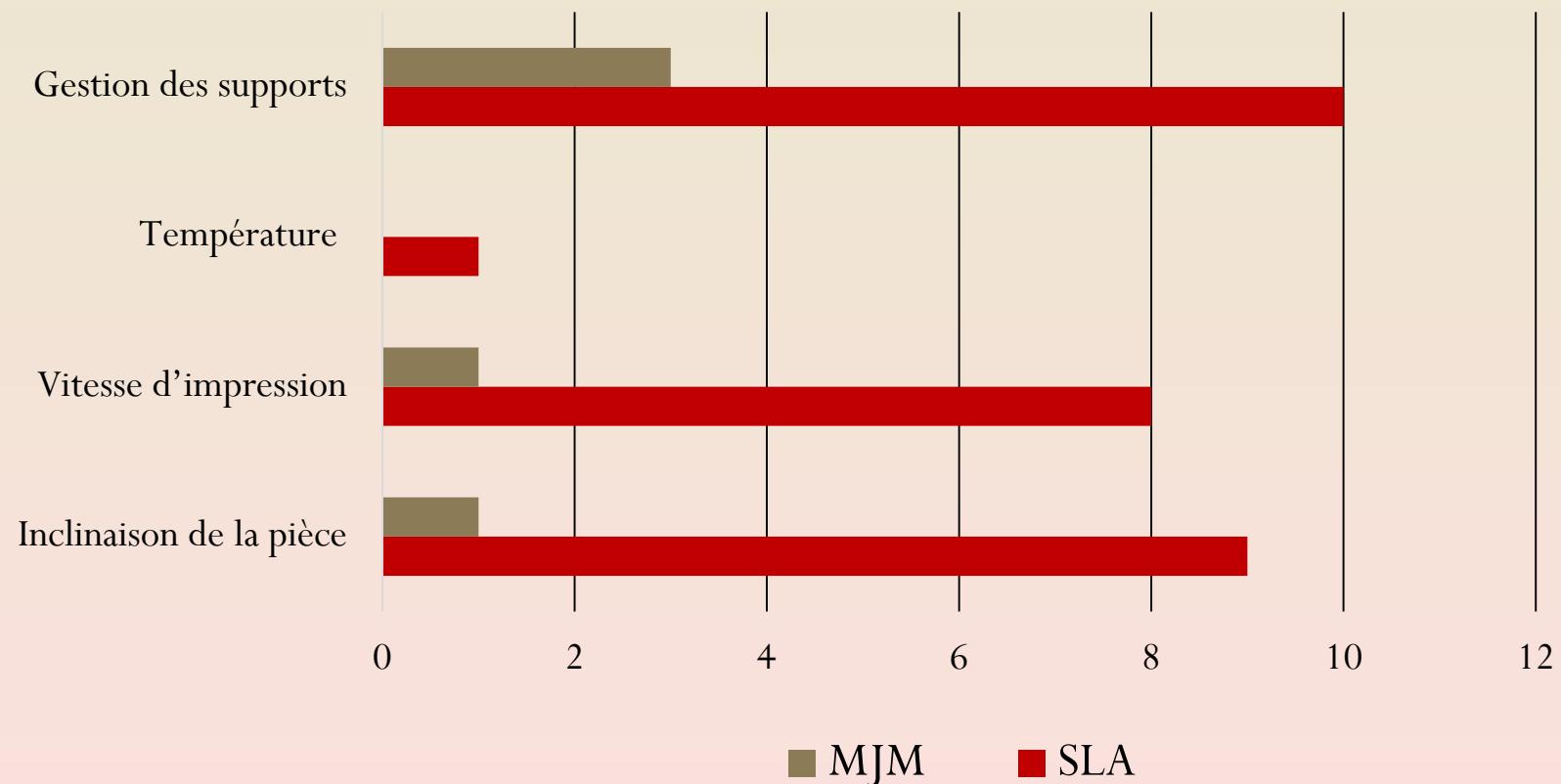
**MJM** : Oui : 1/4

# Matière de base liquide : Statistique pour le SLA / MJM

Quelles difficultés avez-vous rencontrées ?



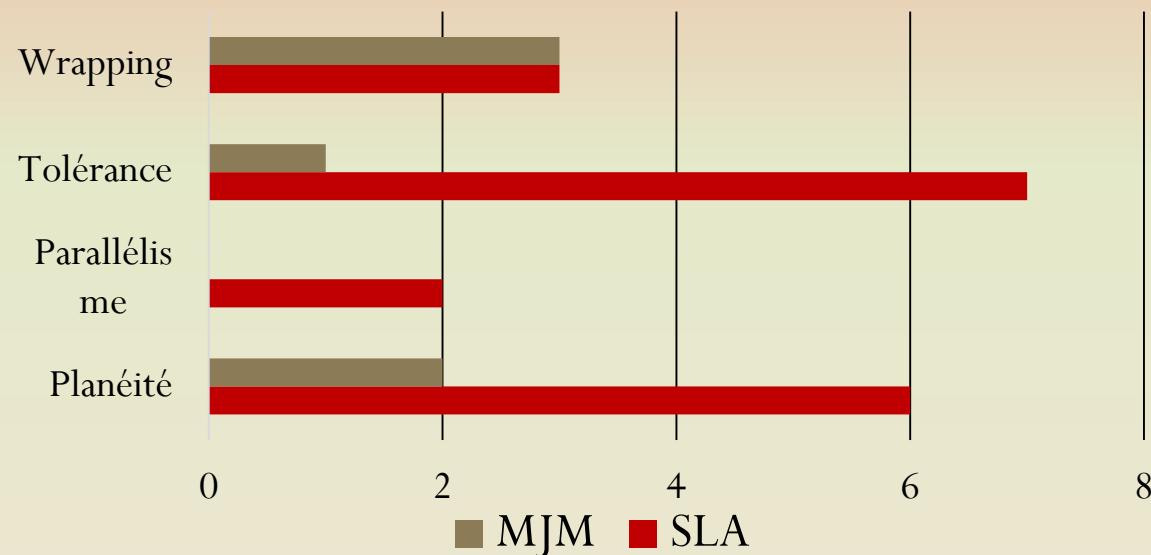
Avez-vous utilisé une méthodologie particulière pour imprimer vos pièces ?



# Matière de base liquide : Statistique pour le SLA / MJM

Quels sont les défauts de vos impressions et solutions ?

Défauts d'impression



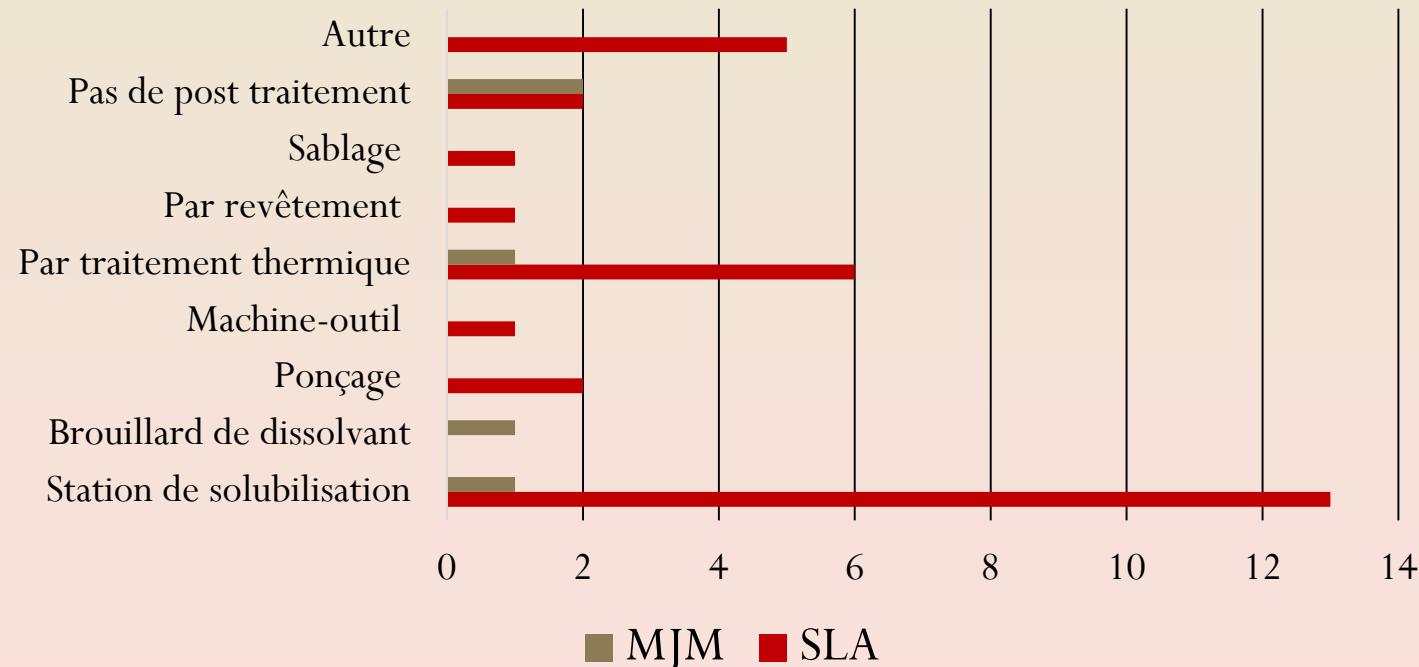
**Wrapping** : Ponçage ; Temps d'insolation modifié ;  
Choix d'une résine de qualité ; Vitesse

**Tolérance** : Adaptation modèle 3D

**Parallélisme** : Sans solution

**Planéité** : Mise au point de résines ; Orientation de la pièce

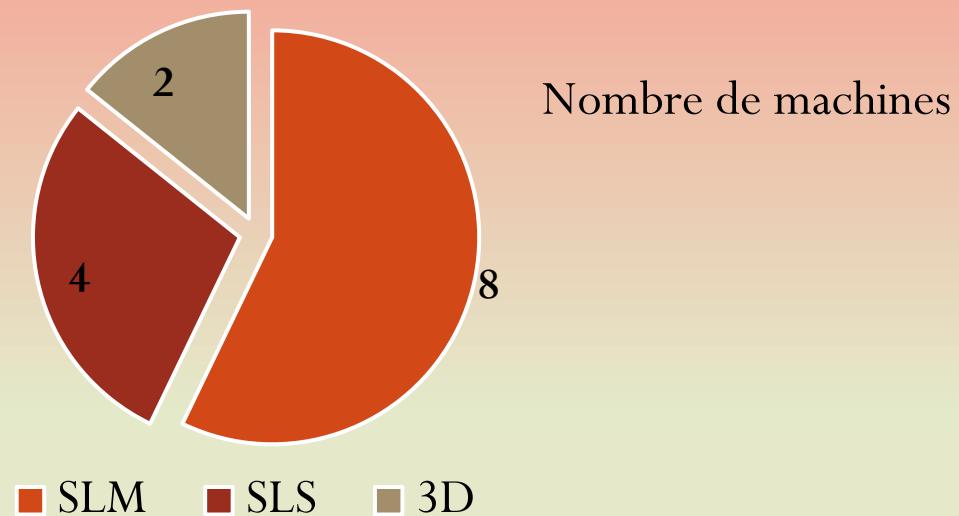
Vos pièces nécessitent-elles un post traitement ?



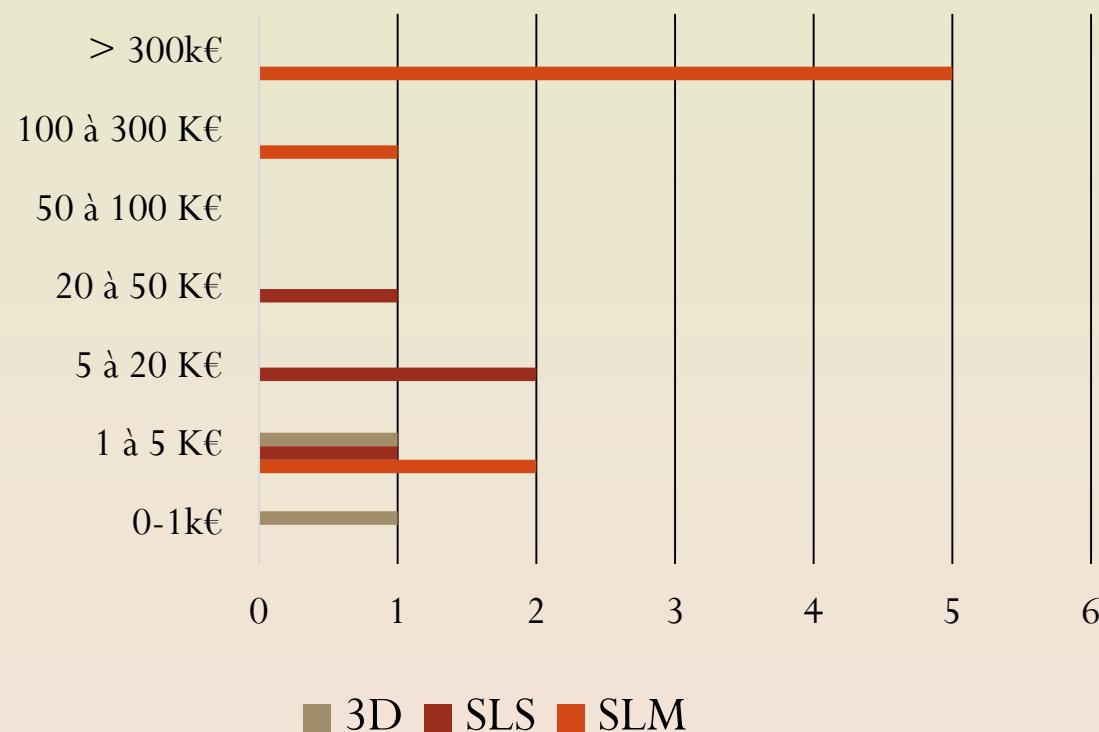
# Matière de base poudre : Statistique pour le SLM / SLS / 3D

## Technologie :

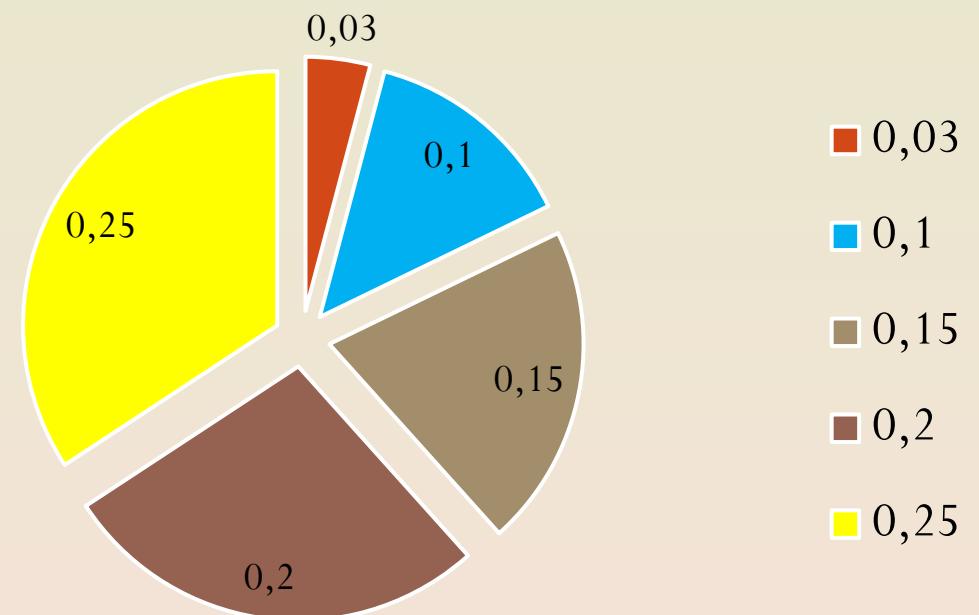
- **SLM** : Frittage Laser de métal (Fusion)
- **SLS** : Frittage Laser ou de poudres
- **3D** : Polymérisation



## Quels sont leurs prix ?



## Quelles sont leurs résolutions ?



## Quelle est la finalité des pièces ?

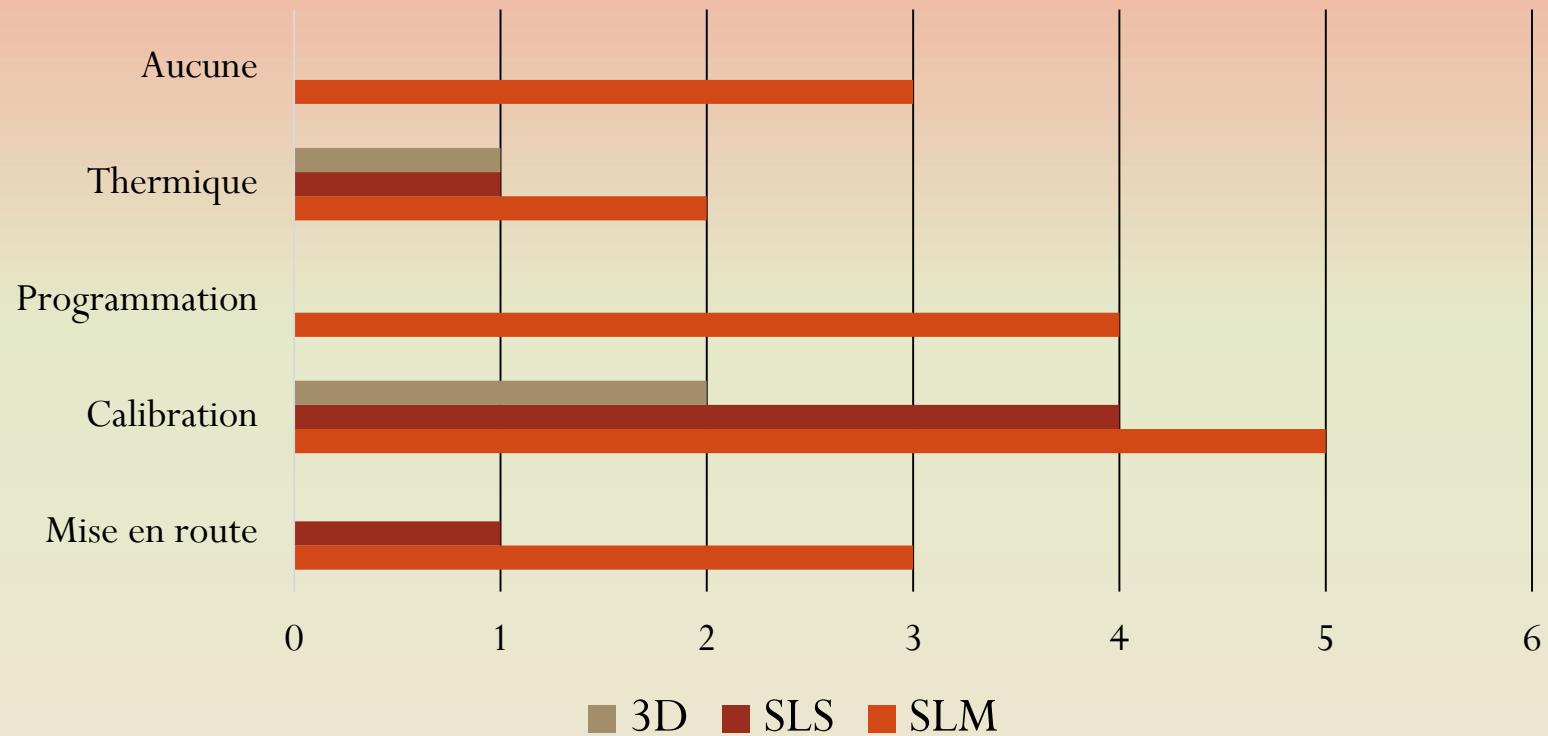
- 36 % Fonctionnel
- 57 % Prototype
- 7 % Autre

## Etes-vous satisfait de votre machine ?

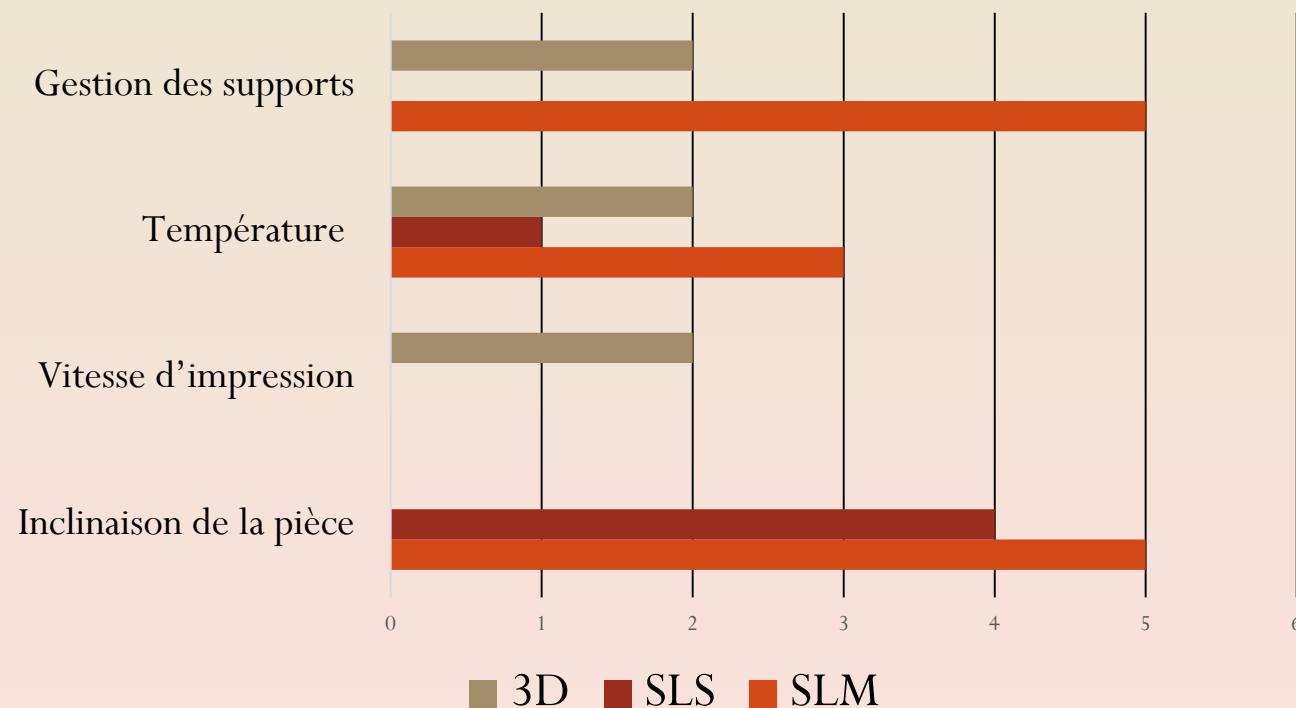
- SLM** : Oui : 8/8
- SLS** : Oui : 3/4
- 3D** : Oui : 2/2

# Matière de base poudre : Statistique pour le SLM / SLS / 3D

Quelles difficultés avez-vous rencontrées ?

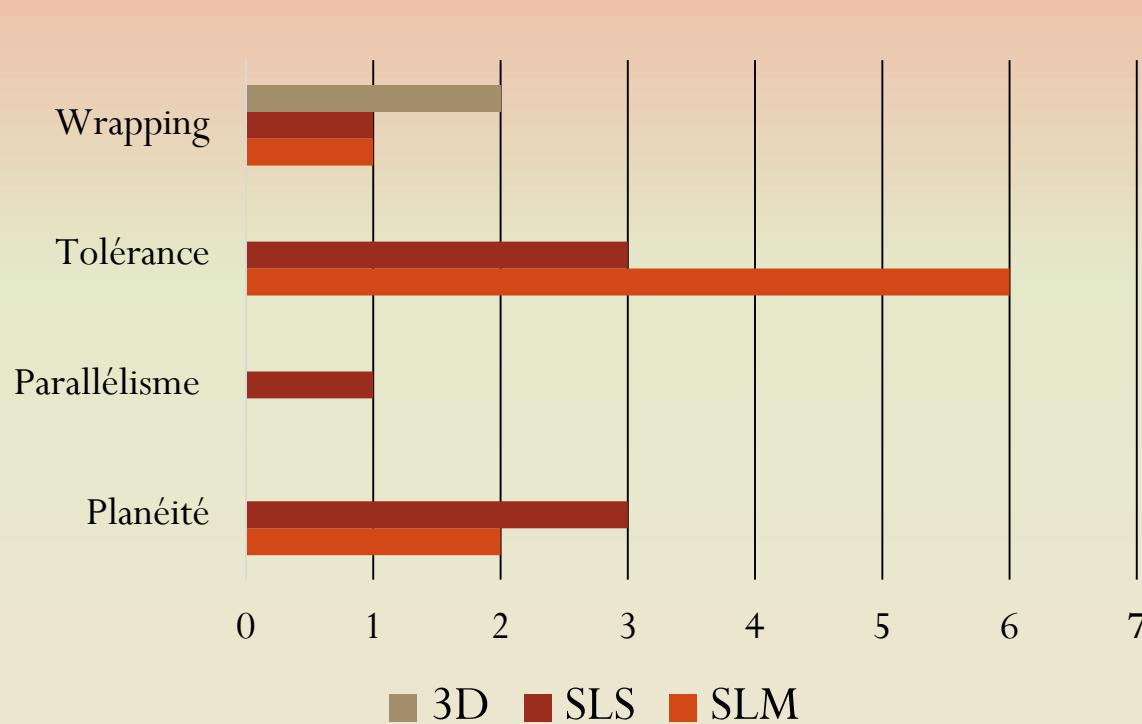


Avez-vous utilisé une méthodologie particulière pour imprimer vos pièces ?



# Matière de base poudre : Statistique pour le SLM / SLS / 3D

Quels sont les défauts de vos impressions et solutions ?



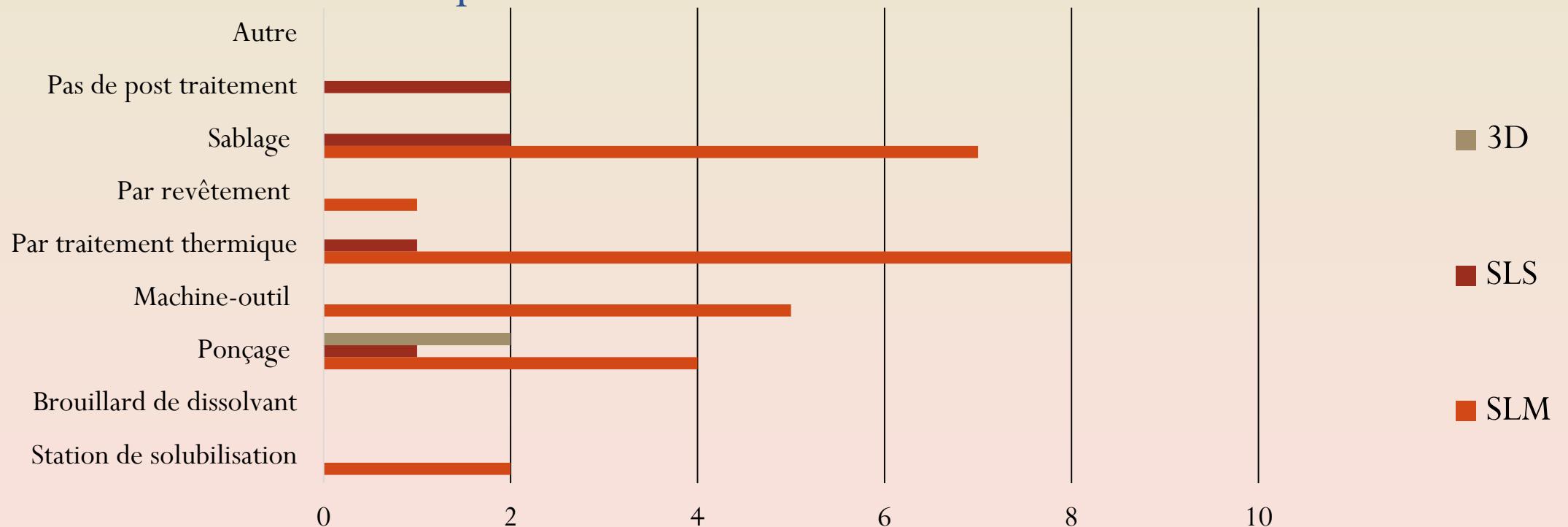
**Wrapping** : Chauffage du lit d'impression, collage, rugosité

**Tolérance** : modification du dessin initial et/ou usinage

**Parallélisme** : Sans solution

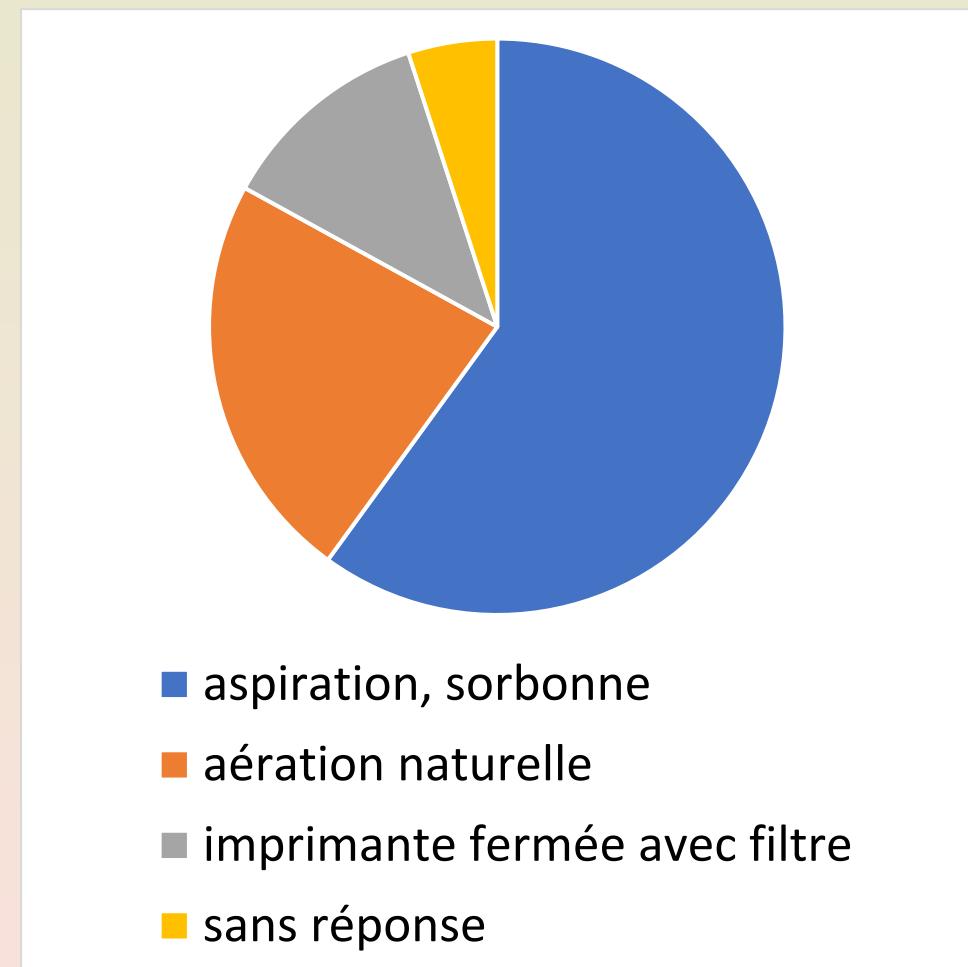
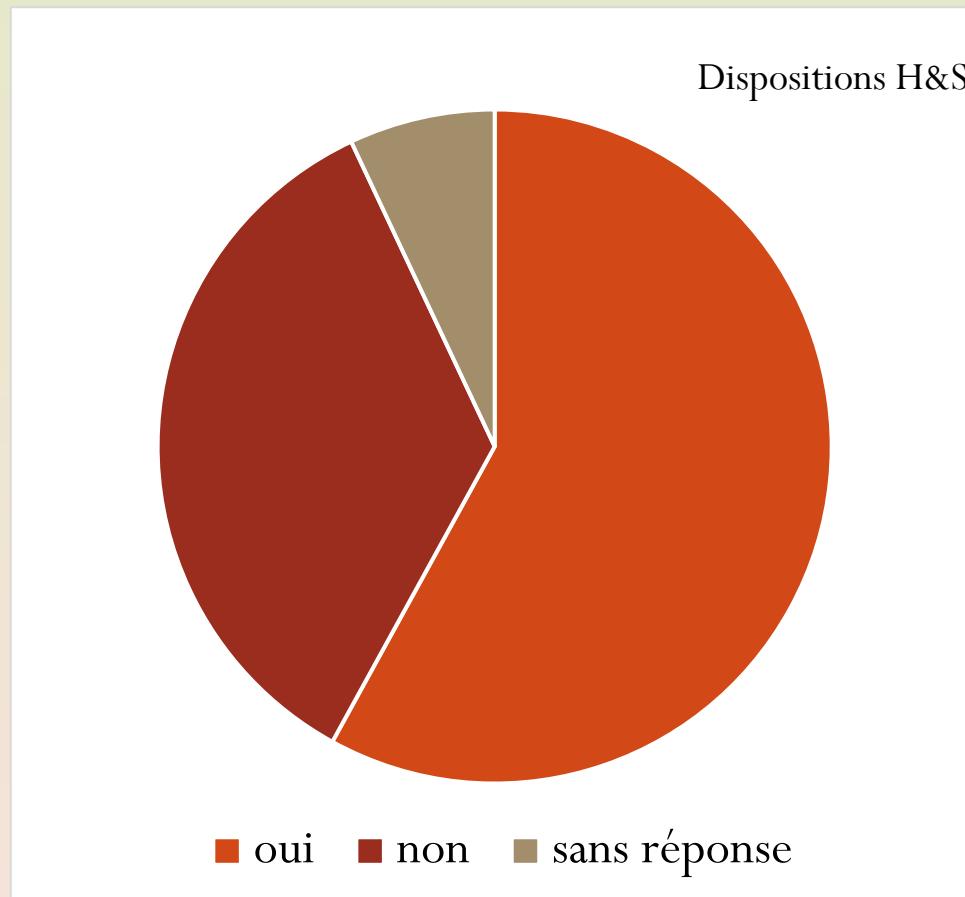
**Planéité** : Ponçage

Vos pièces nécessitent-elles un post traitement ?



# Quelles dispositions avez-vous pris concernant l'hygiène et la sécurité ?

- 68% de réponses



# Quelles dispositions avez-vous pris concernant l'hygiène et la sécurité ?

## Pour la résine

### Machine

Aspiration

Développement sous Sorbonne

Pièces misent à sécher sous Sorbonne (vapeur d'isopropanol)

Hotte aspirante dans la pièce

Capotage

Coque autour de la machine filtrant l'air

(pas très efficace ceci dit)

### Local

Pièce ventilée, isolée, aérée, dédiée

Système d'extraction d'air.

Présence de détecteur à incendie dans la pièce d'usage

Installation d'une ventilation dans la pièce d'usage

Caisson de confinement de la machine

### EPI

Port obligatoire de gants, blouses, lunettes de protection et essuie mains à disposition

### Déchets

Gestion évacuation matériaux non polymérisés

Bac de traitement spécifique des déchets engendrés (alcool iso-propylique, résidu de résine)

Élimination des déchets par une entreprise spécialisée

Traitement et évacuation de la poudre usagée

Tamiseuse dédiée et étanche

### Affichage

Pictogrammes

Notices d'informations

Affichage des risques

Dispositions liées au risque laser

### Formation

Formation en interne sur les bonnes pratiques

Formation des nouveaux entrants au risque laser.

# Quelles dispositions avez-vous pris concernant l'hygiène et la sécurité ?

## Pour le métal

### Machine

Aspiration

Ventilation Extraction ATEX filtrée

Aspiration/extraction pour chaque machine

Climatisation

Aspirateur ATEX

Filtration

### Local

Pièce isolée avec 2 machines métal

En dépression mesure de l'air (particules, T°C-hygrométrie, oxygène)

Machine disposée dans une enceinte dont l'atmosphère est confinée et renouvelée grâce à une extraction

Salle dédiée

### EPI

Port obligatoire de gants, blouses, lunettes de protection

Protections intégrales et individuelle

Combinaison

Sur-chaussures

Masque

Zone confinée APEX

### Formation

Formation du personnel

*Affichage ?  
Déchets ?*

# Quelles dispositions avez-vous pris concernant l'hygiène et la sécurité ?

## Pour le plastique

### Machine

Extraction air

Aspiration (des vapeurs)

Ventilation

Sorbonne

Filtres (charbon, HEPA H13, 3M sur filtreuse, Z Impure, particules)

Petite hotte aspirante portative

Station aspiration pour particules fines en suspensions (préconisée par le constructeur)

Imprimantes dans des pièces adaptées. J'envisage de placer les imprimantes sous système d'aspiration avec filtre

### EPI

EPI pour le dégagement de fumée lors d'une impression à haute température (240-250°)

Port des EPI, Gants, Blouses, Lunettes

### Affichage

Indication des règles de sécurité à côté de chaque machine

Notice de poste

Celles en accord avec les **recommandations** faites par le CNRS

En conformité avec les **préconisations** du CNRS

Installation dans un local dédié et équipé comme il le faut pour respecter l'hygiène et sécurité.

Accès restreint dans la pièce des imprimantes

Mesures des émissions des particules fines par la machine.

### Local

Boite «fermée» pour l'impression

Local indépendant, aéré, dédié.

Mise en place d'un capot équipé d'un extracteur + filtre à particules

Capotage

Placer la machine à l'écart des salles de manipulation fermées **dans un atelier mécanique ouvert.**

Une aération proche de l'imprimante, une aération **quotidienne de l'atelier.**

Utilisation du PLA qui a l'air d'après ce qu'on lit moins dangereux

Dans atelier vide avec **ventilation naturelle**

Nous n'utilisons pas d'ABS La machine est dans une grande pièce soumise **aux courants d'air**

Présence d'une extraction d'air dans la pièce, utile en cas d'impression ABS (**rare**)

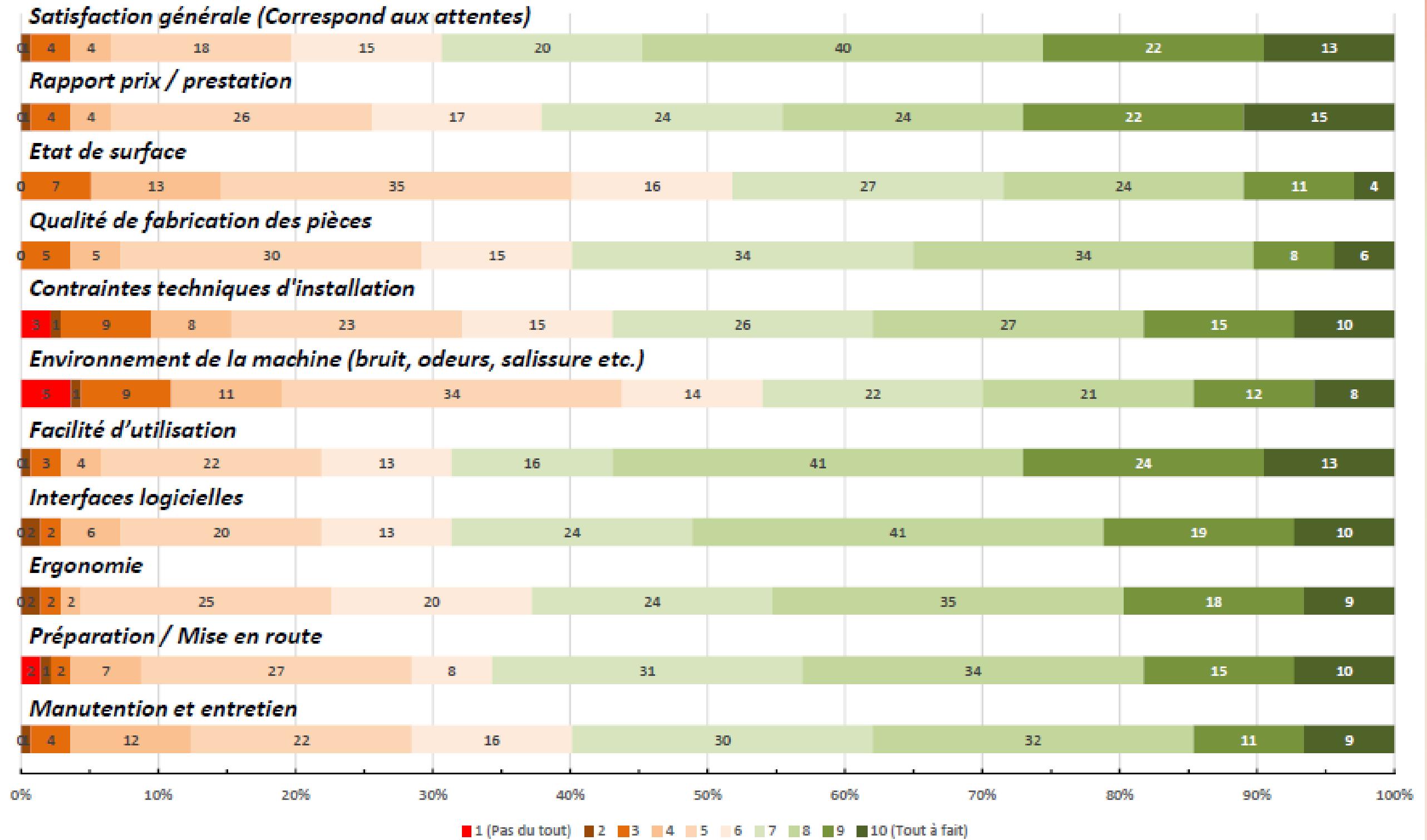
La machine est dans une pièce isolée, mais il n'y a pas de hotte mais nous voulons prévoir un système d'extraction d'air.

L'imprimante est dans une salle dédiée. Une ventilation vers extérieur est à prévoir car pour le moment on ouvre une fenêtre pour ventiler la pièce pendant l'impression...

Déchets ?  
Formation ?

Principe  
de précaution

# Etes-vous satisfait de votre machine ? (FDM)

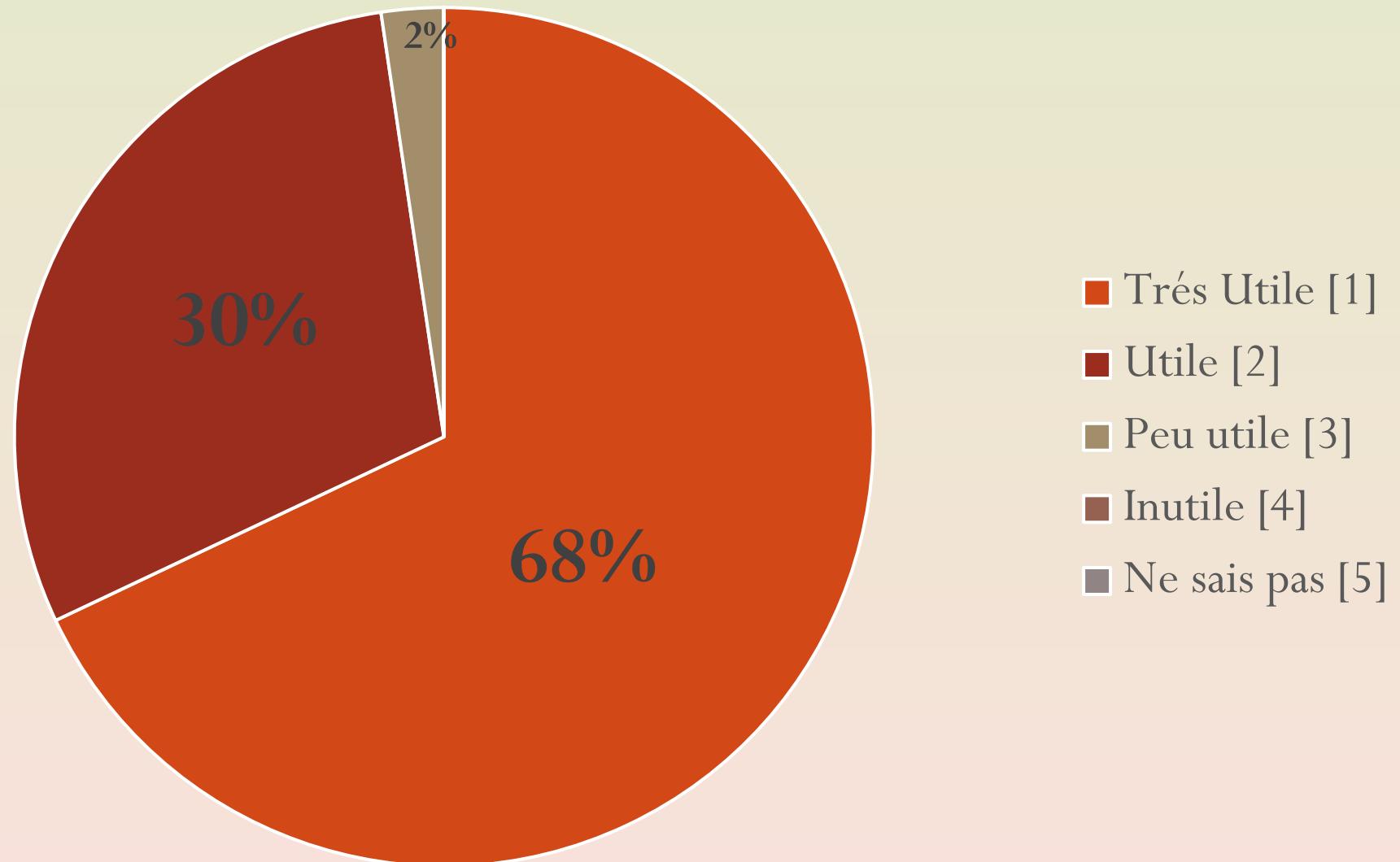


Résultats similaires à 2015

100% des utilisateurs recommandent leurs machines

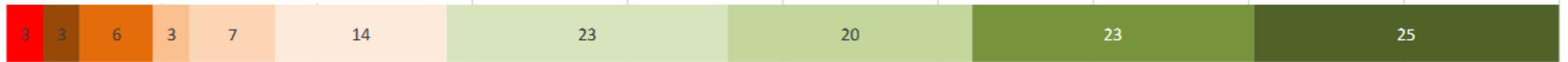
### 3 Les intérêts de l'impression 3 D

Que pensez-vous de l'utilité d'une imprimante 3D ?

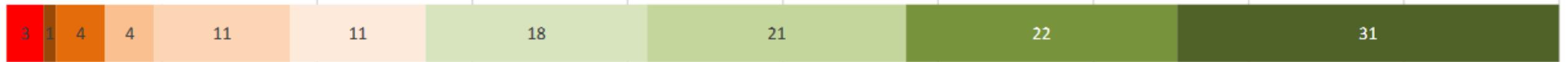


# Comment l'impression 3D a-t-elle modifiée vos activités?

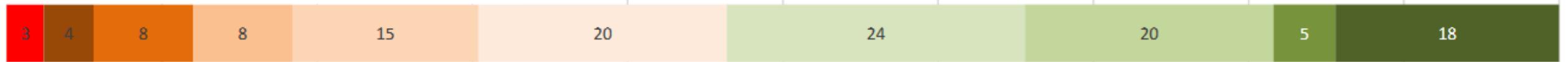
## Autonomie dans mes réalisations



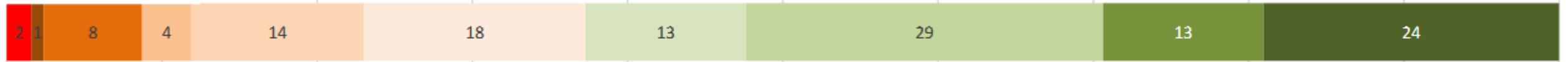
## Pièces plus complexes



## Economies budgétaires dans les projets



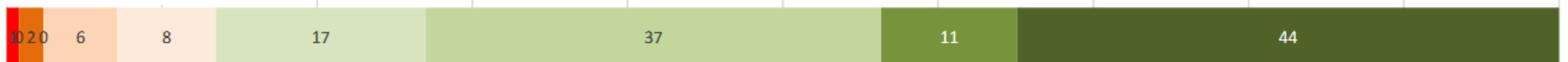
## Gain de temps



## Outil supplémentaire aux modes de fabrication actuels



## Créativité / Initiative

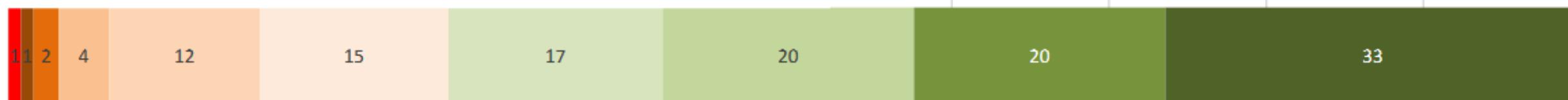


0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

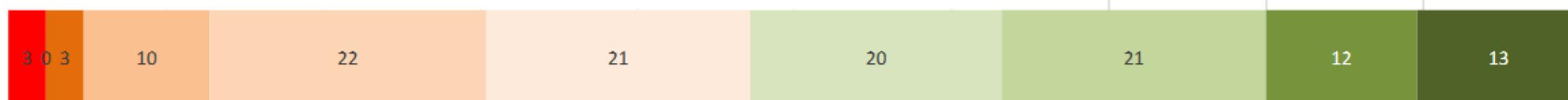
■ 1 (Pas du tout) ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ 6 ■ 7 ■ 8 ■ 9 ■ 10 (Tout à fait)

# Quelles évolutions l'impression 3D a-t-elle apportée à la recherche scientifique ?

## Permettre de nouvelles possibilités techniques dans les projets



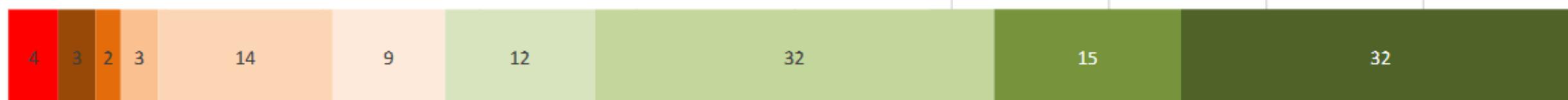
## Améliorer les performances des équipements dans les projets scientifiques



## Réduction des besoins de l'usinage



## L'impression 3D a-t-elle eue un impact dans la conception des pièces ?

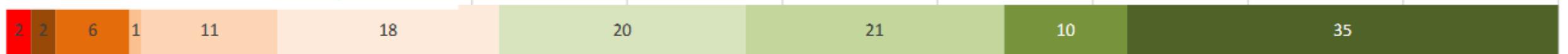


0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

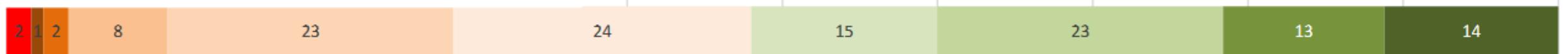
■ 1 (Pas du Tout) ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ 6 ■ 7 ■ 8 ■ 9 ■ 10 (Tout à fait)

# Est-ce que l'impression 3D nécessite des nouveaux besoins en formation ?

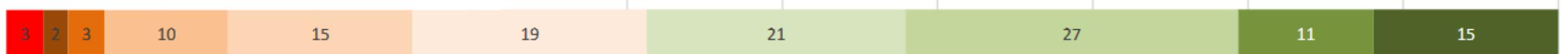
## Nouvelles méthodes de conception



## Nouvelles méthodes de calcul (optimisation)



## Formation à l'utilisation des machines



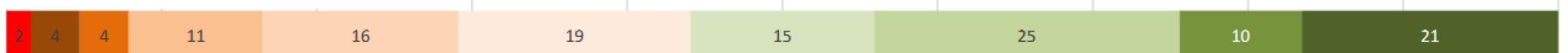
## Besoin de retours d'expérience internes réguliers (veille technologique)



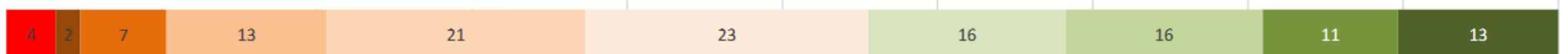
## Besoin de connaissances sur les propriétés matériaux imprimables



## Besoin en Hygiène et Sécurité



## Formation de simulation d'impression



0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

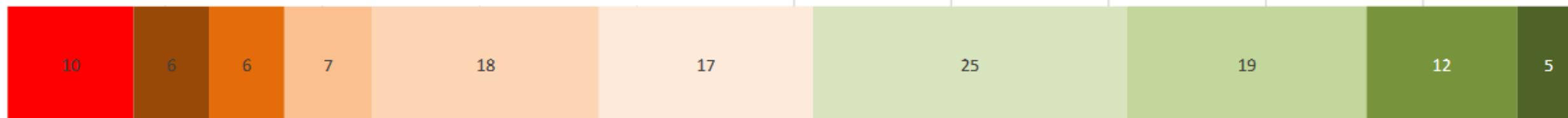
■ 1 (Pas du tout) ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ 6 ■ 7 ■ 8 ■ 9 ■ 10 (Tout à fait)

# L'impression 3D a-t-elle modifiée l'organisation de votre environnement de travail ?

*Pensez-vous que l'impression 3D a-t-elle fait évoluer les emplois types ?*



*L'impression 3D a-t-elle eue un impact dans les services ?*



*L'impression 3D a-t-elle modifiée l'environnement professionnel ?*



0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

■ 1 (Pas du tout) ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ 6 ■ 7 ■ 8 ■ 9 ■ 10 (Pas du tout)

# Intégration de fonction connexe à la mécanique

## Résine

- Capteurs chimiques, pression, lumière intégrés à la pièce
- Coefficient d'élasticité
- Distribution de gaz
- Transducteurs (piézoélectrique, piezo-résistif, ferromagnétique, etc.)  
thématique du 4D printing
- Optique

## Métal

- Thermique (refroidissement), intégration de **capteurs**
- Usinage

## Autres

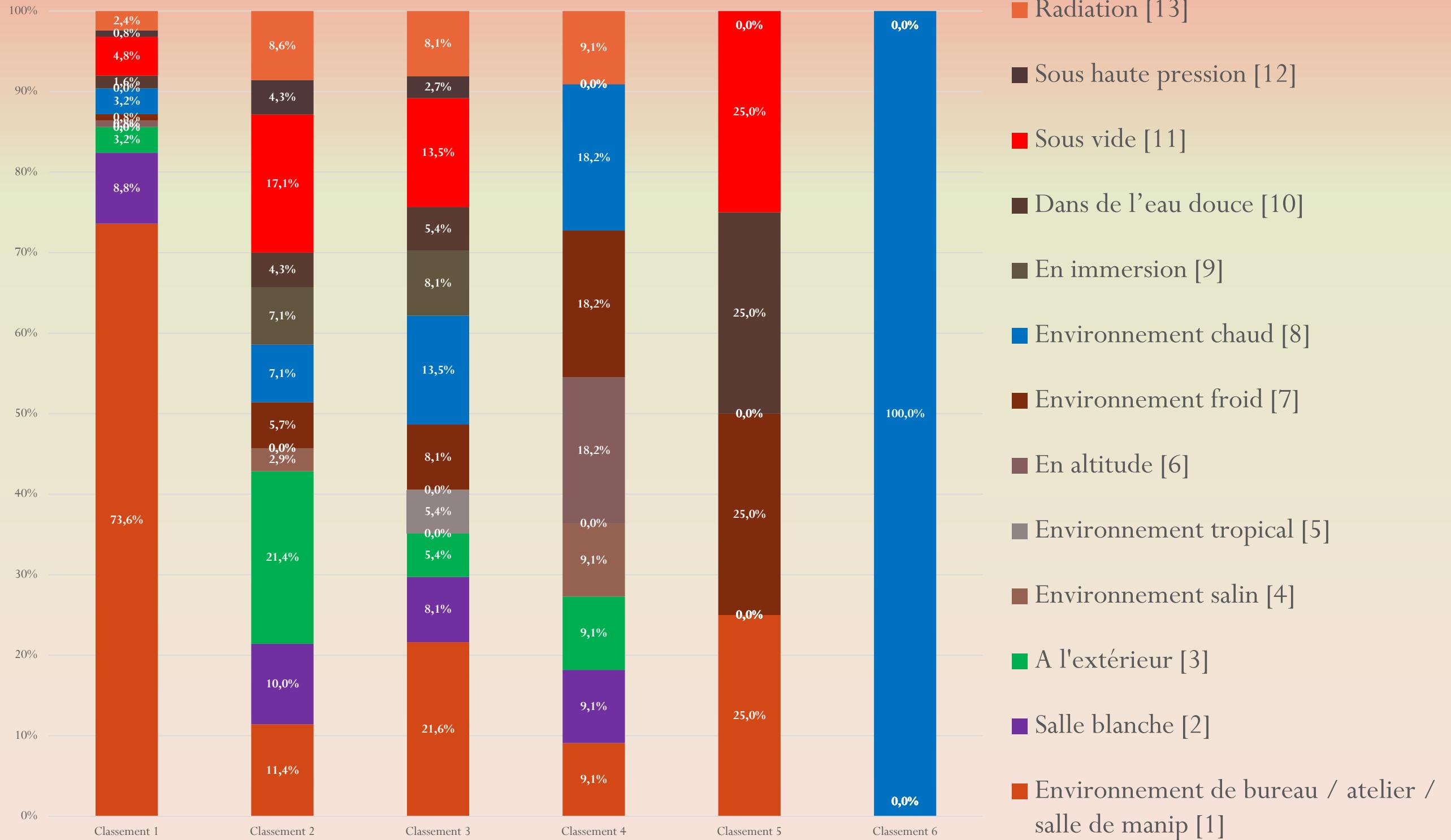
- Thermo fluide
- Intégrer toutes les fonctions fait partie de la conception mécanique
- Fluide via des canaux intégrés
- Test d'intégration mécanique de PCB dans environnement cryogénique
- Mécatronique
- Canal flux de gaz



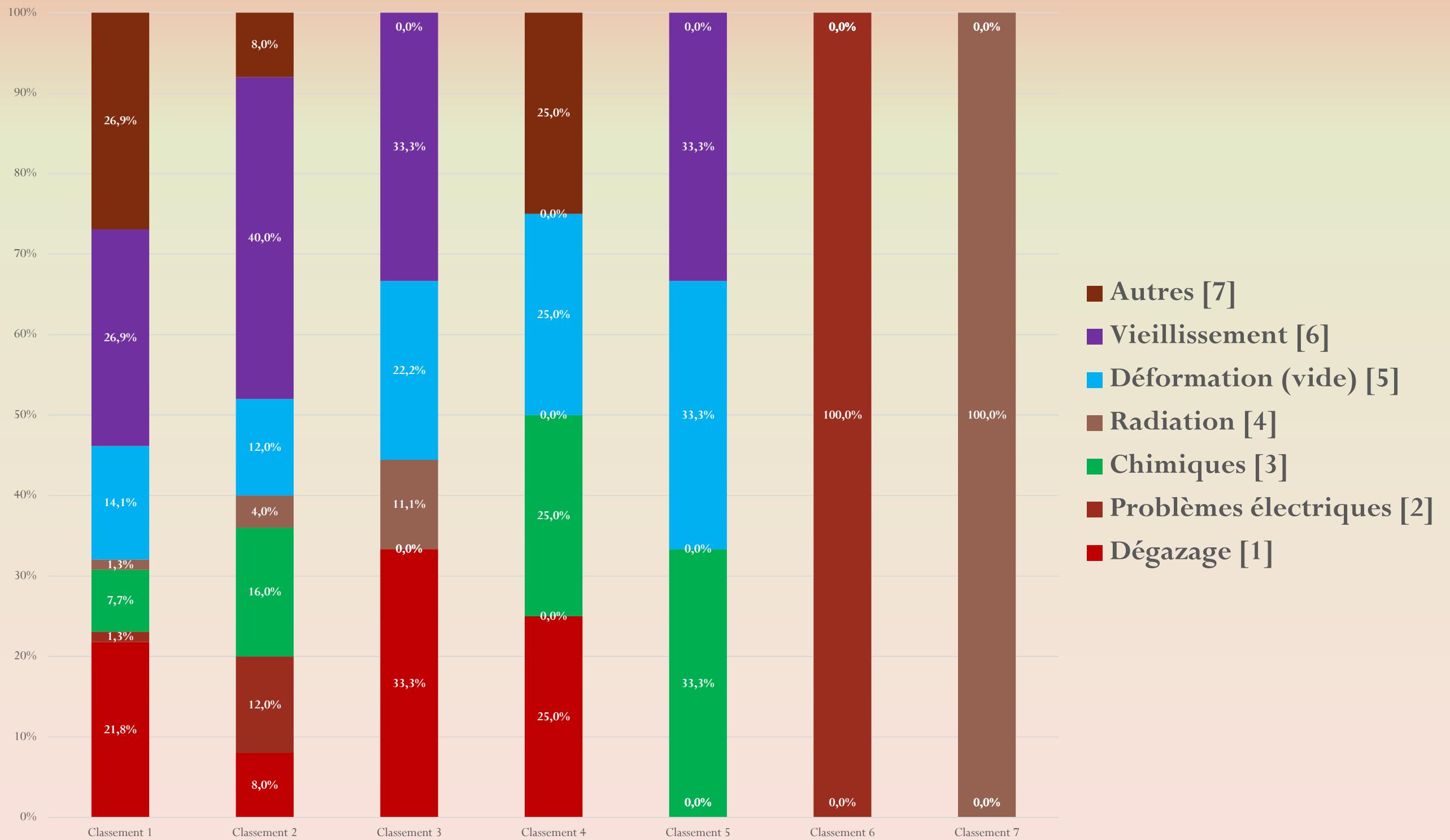
## Plastique

- Refroidissement - Ventilation - Communication/Design
- Echangeur chaleur et refroidisseur
- Applications biologiques/alimentaires
- Diffusion de liquide, état physique de la matière
- Electronique
- Techno du vide
- Projets de reproduction d'œuvres d'art interactives
- Intégration d'aimants pendant l'impression
- Canaux pour fluides intégrés
- Circulation fluides par tubulure
- Conception d'une pile hydrogène avec électrodes en argent
- Conception/réalisation de débitmètres
- Pièces opto-mécanique
- Système ultrason
- Fluide air et glycol

# Dans quel environnement vos pièces sont-elles utilisées ?



# Est ce que les pièces ont été la source de problèmes lors de leur utilisation ?



# Résine

## Innovation scientifique ou technologique

- Au sein de notre institut, l'impression 3D à l'échelle micro et macroscopique a permis de mettre en avant notre savoir-faire sur les résines photosensibles. **Plusieurs brevets** ont été déposés au cours de ces dernières années, soit en propre, soit avec des groupes industriels. D'un point de vue plus général, l'impression 3D par stéréo lithographie, en particulier sa compréhension fine a permis de mettre au point de nouveaux procédés soit en améliorant la résolution (stéréo lithographie bi photonique) soit la vitesse de fabrication (impression par tomographie / Science 2019, impression en présence d'un inhibiteur contrôlé Science 2015 (Carbon3D)/ Science 2019 et les propriétés mécaniques (anisotrope ==> isotrope Science 2015, CARbon 3D).
- Je travaille dans une plateforme de microscopie et je peux maintenant créer **des supports de voie de microscope** pour des manip plus complexe
- Développement **d'un support de montage** pour l'imagerie des gros échantillons biologiques pour l'imagerie a feuille de lumière.
- Les matériaux électro actifs, qui réalisent une conversion électromécanique "directe" de l'énergie au sein même de la matière, démontrent peu à peu leurs potentiels d'innovation technologique face à de nombreux secteurs d'application. Outre l'idée qu'ils pourraient à terme supplanter dans certains cas les procédés de transduction classiques (capteurs et actionneurs), les nouvelles possibilités offertes par ces matériaux en termes de performances et de fonctionnalités de couplage multi physique constituent une puissante motivation pour aborder et résoudre des problématiques issues des enjeux sociétaux. C'est autour de cette problématique que les équipes du LGEF dispose d'une expertise de plus de 30 ans autour du développement et la mise en application de matériaux fonctionnels pour la réalisation **de fonctions mécatroniques** et plus généralement autour du 4D printing
- **Porte échantillons** sophistiqués pour la microscopie,
- Nouvelles solutions pour **liaisons flexibles** et actionneurs compatible ambiance médicale
- **Confidentiel...**
  - Dépôt d'un brevet CNRS en 2009
  - La 3D elle-même (JCA)
  - Réalisation de **profilé a angle** d'inclinaison ajustable
  - Développement d'une **cellule de chauffage** (ambient- 200°C) métallique(Alu-Si)d'échantillon pour la mesure des coefficients de thermo diffusion dans un dispositif optique de diffusion de Rayleigh forcée: concilier l'optimisation du chauffage de l'échantillon (T° uniforme sur l'échantillon) avec des contraintes optiques importantes (grands angles solides en entrée et sortie optique de la cellule) et un encombrement minimum.
  - Pièces presque impossible à faire avec les techniques d'usinage, trop complexe et trop fin. Imprimer une **tête avec oreille** acoustiquement fiable à l'échelle 1:8 ou 1:10 avec conduit pour passer des microphones.
  - Permet essentiellement de tester des solutions hybrides ou complexes avant d'envisager un usinage plus conventionnel.



# Innovation scientifique ou technologique

## Plastique

- Création d'appareil propre à nos recherches modification d'imprimante à un autre En thermique et mécanique des fluides la géométrie des surfaces est très importante. L'3D permet la réalisation de surfaces impossible à réaliser avec d'autres procédés
- Fabrication d'une enceinte d'illumination UV d'échantillons entièrement en impression 3D (15 pièces. Conception un peu plus complexe, mais gain de temps incroyable en fabrication, environ 50%. **Pas de nécessité de recherche de fournisseurs en produits semi-finis** (tubes, charnières, etc.).
- En prenant en compte le volume d'impression de la machine j'ai pu concevoir des pièces impossibles à fabriquer en usinage conventionnel. La maquette est en cours de montage donc pour le moment je n'ai pas de retour sur la durée de vie des pièces.
- Réalisation d'antennes IRM spécifiques a différents échantillons. Prototype d'IRM portable.
- **Modification d'une imprimante du commerce pour l'impression de matrices biologiques (impression d'aliments à fonctionnalités ciblées).**
- Rapidité entre la conception et la réalisation des impressions. Complexité de réalisation simplifiée par la fabrication additive
- L'imprimante 3D m'a permis de réalisé des formes complexes spécifiques à la recherche biologiques. Mais aussi je répondre à un coût de production inférieur aux produits privés. Elle m'a aussi permis de remplacer une pièce d'origine en fonte d'aluminium par du PLA avec un coût de production bien inférieur.
- Possibilité de réalisation de pièces complexes ( en usinage traditionnel ) , de faire des prototypes de manière rapide et surtout Amagnétique ( labo de magnétisme )
- Fabrication d'une nouvelle technologie de pile hydrogène miniature qui à fait l'objet d'un dépôt de brevet
- Prototypage de pièces opto-mécanique
- Création d'appareil propre a nos recherches modification d'imprimante à un autre usage



## Métal

- **Nous sommes à l'origine de plusieurs innovations 'matériaux' pour la fabrication additive.** [Institut Jean Lamour (IJL)DR5]
- Réalisation d'échangeur de chaleur (chaud et froid) réaliser en impression métallique (inox , alu) de forme complexe avec passage de cartouches chauffantes et de circuit d'eau intégré
- Nous a permis de valider des prototypes qui ont été réalisés en métal et sont en fonction. Entre autres, création d'un pistolet laser LIBS (analyse matériaux), commercialisé par la société IVEA.
- Compatibilité UHV d'éléments en 316 L réalisés en FA par SLM Réalisation d'un mesureur de position de faisceau pour accélérateur (BPM)

# Votre retour d'expérience sur l'impression 3D

## Résine

- C'est un très bon complément à l'usinage sur machines-outils. Mais pour le moment tout ne peut pas être fait en impression par manque de précision. Ça permet de faire évoluer le métier de mécanicien vers de nouvelles technologies.
- Mon retour d'expérience concerne principalement la résolution des pièces résultantes via un contrôle de la chimie (diffusion des espèces au cours de la polymérisation) et le développement de nouveaux matériaux (intégration d'une fonction capteur dans une pièce finale 3D: micro-capteur chimique, de pression, ...).
- Utile pour accélérer la mise en place de prototype. Il faut bien prendre en compte les contraintes d'impression. Les machines évoluent vite et il est nécessaire d'avoir un suivi régulier des dernières technologies disponibles.
- C'est une nouvelle façon de concevoir les pièces. Je pense qu'il faut avoir une vue systémique de l'i3d.
- Très utile, libère l'imagination, la créativité
- J'ai pu créer à l'institut Curie, un nouveau service pour aider la communauté des biologistes
- Retour très positif, a accéléré temps de cycle de développement dispositifs médicaux, ouvert la voie à nouvelles solutions, dans notre cas avec multi matériaux.
- C'est une technologie innovante mais qui nécessite une bonne maîtrise des paramètres d'impression si on veut aboutir à une structure fonctionnelle et durable.

## Métal

- Enrichissement énorme depuis plus de 10 ans : à la fois scientifique, technologique et source de créativité et d'innovation.
- Incontournable
- Les critères de qualifications des poudres ne sont pas encore suffisamment pertinents aux regards de l'aptitude à l'étalement du lit de poudre
- Pour l'impression métallique, on constate une très forte variabilité des résultats en fonction d'un nombre considérable de paramètres allant des réglages de la machine à la qualité de la matière première.
- La FA métallique demande d'autres compétences en BE et les machines nécessitent également des compétences spécifiques. Quand on veut obtenir une qualité professionnelle, l'investissement est beaucoup plus lourd en termes d'équipement, de moyens humains et de formation.
- car l'impression 3D métallique a ses contraintes propres de fabrication qui sont nouvelles, et que le concepteur doit appréhender; "il est possible de faire de nouvelles choses, mais pas n'importe comment". **Un point pratique: pour la réalisation de trous taraudés de petits diamètres, il vaut mieux éviter "d'imprimer" les avant-trous, mais de les faire conventionnellement par perçage/taraudage.**
- **On a besoin d'impression métallique**

# Plastique

## Votre retour d'expérience sur l'impression 3D

- Surtout un moyen supplémentaire de tester des idées, de faire des petites adaptations sans avoir à mobiliser un mécanicien quand la précision recherchée ne le justifie pas.
- Très complémentaires aux outils classiques de la mécanique (production de pièces fonctionnelles).
- Permet aussi, un prototypage dans un projet, à des fins de communication techniques
- Gain de temps considérable pour la fabrication de prototypes et de pièces fonctionnelles -Simplicité d'utilisation et personnalisation de pièces
- Gain considérable sur les coûts des pièces -Evolution de l'impression 3D vers l'impression 4D où les matériaux actifs sont utilisés
- **Super, Gain de temps, Réactivité, Autonomie, Innovation ...**
- Connaissance sur divers matériaux et divers logiciels de tranchage
- Indispensable et très facile d'utilisation. Bon outil, facile à prendre en main.
- C'est un domaine pleins de nouveauté et une spécialité à part entière dont j'aimerais devenir spécialiste
- **Technique à développer de façon intensive dans les labos**
- La construction de prototypes fonctionnels est fréquente en recherche. L'impression 3D y autorise la création de pièces de géométrie complexes difficile à obtenir en travail unitaire par d'autre techniques (boitier pour système électronique support divers canaux de ventilation...) La qualité de finition de nos systèmes est grandement améliorée par ce nouveau moyen de fabrication. Le faible investissement d'une machine FDM et sa simplicité d'usage est parfaitement justifié par le bénéfice procuré.
- **Cette méthode de fabrication a changé ma façon de concevoir mes pièces et mes ensembles. Se serait difficile de m'en passer maintenant.**
- Très utile pour la conception de prototypes robotiques. Nous nous en servons quotidiennement
- La technologie de l'imprimante 3D apporte de nouvelles possibilités pour répondre au besoin des chercheurs. **Malheureusement ces technologies sont mal gérées et génèrent des problèmes de santé sur les utilisateurs sans que quelque chose soit concrètement fait pour la santé des agents.**
- L'impression 3D FDM avec du PLA (rose et vert... pour changer) m'a permis d'être autonome sur la conception et la fabrication de collecteurs d'eau pour la réalisation d'une maquette de cible liquide. Cette technologie est intéressant mais il ne faut pas négliger **la formation des concepteurs** et le temps nécessaire pour l'entretien qui est pour notre laboratoire une charge en plus pour l'atelier. Pour les machines FDM avec du PLA la technologie est bien au point.
- C'est une technologie **indispensable** dans nos projets IRM.
- Il faut faire une grande différence entre l'impression 3D polymère et la FA métallique. L'impression 3D polymères permet la fabrication de prototypes, de petites séries pour des pièces impossibles à usiner mais sans grande résistance mécanique. Cette technologie est accessible à la plupart des mécaniciens de nos labos.

- Excellent, dans mon activité l'impression 3D a permis : 1)- pour le travail de laboratoire quotidien de créer des outils et des instruments introuvables dans les géométries et/ou les dimensions nécessaires 2)- de faciliter la mise en place d'expériences et de protocoles de microscopie 3)- nous a permis de développer de nouvelles thématiques scientifiques (levée de verrous technologiques).
- L'impression 3d m'a permis de concevoir des projets scientifiques pour les polymères précéramiques et donc d'être encore d'avantage **un acteur de la recherche**.
- L'impression 3D autorise des formes et des designs complexes ouvrant le champ des possibles aux créatifs. Concernant la technologie FDM, c'est parfait pour le prototypage ou le showroom. **Mais la qualité est insuffisante à mon sens pour une utilisation fonctionnelle, notamment pour les petites pièces.**
- L'imprimante demande une précision dans les paramètres d'impression. Les fournisseurs nous accompagnent relativement bien dans cette difficulté avec leurs retours d'expériences. Elle permet de concurrencer la production de pièce dans des domaines qui reste particulier. L'imprimante 3D est un acteur productique actuel qui sera dépassé par d'autre technologie dans le futur. La veille technologie est en perpétuelle évolution.
- Extrêmement positive, Indispensable, Très bien pour certains cas.
- Notre modèle est bien pour faire des maquettes, mais il y a trop de paramètres de réglage et rend son utilisation plus difficile, il faut être souvent dessus. C'est un modèle à deux têtes de fusion, idéal pour certaines applications.
- **Manque énorme de méthodes de calibration pour obtenir les meilleurs réglages associés à chaque fil. Réglages distance buses/plateau difficiles et peu reproductibles.**
- Très importantes modifications de l'ensemble de la chaine de valeur de la mécanique
- Outil désormais indispensable surtout dans la réalisation de petits systèmes unitaires pour la recherche ou l'enseignement.
- Revoir la conception des pièces en fonction de sens de l'impression. Le réglage des paramètres d'impression est délicat en fonction du fabricant de filament. L'impression 3D apporte beaucoup de "fantaisie" dans les formes et dimensions des pièces 3D réalisées par rapport à une fabrication conventionnelle (Tournage et fraisage sans MOCN).
- Un super outil dans beaucoup de domaine d'application et autre que la recherche !
- Utile dans le cas de prototypage ou dans le cas de petites pièces de support à formes particulières
- J'ai mis beaucoup de temps avant de maîtriser mon imprimante 3D et le paramétrage du Slicer. Aujourd'hui, il y a encore des incidents d'impression que je peux pas expliquer : arrêt inopiné de l'imprimante (rare), arrêt de l'extrusion suite à la création d'un méplat sur le fil (plus fréquent), bouchage de la buse (plus fréquent aussi). La machine ne permet pas les reprises d'impression... L'impression 3D n'est pas aussi simple que ce que les médias veulent laisser croire. **Il y a un vrai savoir-faire à acquérir**, surtout pour le paramétrage du Slicer (Simplify3D dans mon cas)
- Utilisateur d'une imprimante 3D depuis 2010, initialement une Stratasys Uprint SE, celle-ci me permet d'intégrer au mieux les divers actionneurs et capteurs dans le cadre du service d'instrumentation électronique du LRGP.
- Technicien dans la recherche biologique l'imprimante nous à permis beaucoup **d'économie, de gain de temps et la création de système introuvable sur le marché**
- Outil COMPLEMENTAIRE aux moyens traditionnels. Simplicité, rapidité, efficacité avec des connaissances de mécaniciens

## Votre retour d'expérience sur l'impression 3D (suite)

### Autres R-Ex

- Plus de 10 ans, mise ne place de la première imprimante 3D en 2006, service I3D au CEMES mon ancien laboratoire
- **Juste 35 ans...**
- Pratique pour des petites pièces, mais globalement la précision et la finesse n'est pas suffisante pour remplacer les techniques traditionnelles d'usinage et de micro usinage.
- **A chaque machine une utilisation et un coût particulier.**
- Très bon, avec une limitation lie à des défauts de surfacage interne des pièces
- C'est un moyen pour les doctorants et ITA d'être beaucoup plus indépendant, de prendre plus d'initiatives. Toutes les pièces que nous avons produites auraient pu l'être autrement. Nous disposons d'un parc de plus de 10 imprimantes, je ne peux pas prendre le temps de rentrer tous les détails dans votre formulaire, il est trop détaillé.
- Pour les deux pièces réalisées en impression 3D, j'ai dû faire appel à des sous-traitants (la première pièce a été faite par un labo CNRS et la deuxième par une entreprise) ce qui m'a permis d'avoir le choix sur la technologie d'impression 3D.
- Intégrer les méthodes dans le projet d'étude de conception le plus tôt possible: il faut travailler de concert avec le prestataire d'impression 3D lors de la conception des pièces
- L'impression 3D plastique est un bon moyen d'obtenir de petites pièces pour de l'optique par exemple ou quelque support d'électronique mais le cout de la maintenance reste très cher (3600€ par an). En posséder une machine permet de se familiariser avec la techno. Concernant l'impression 3D métal, actuellement peu de pièces seraient intéressantes à réaliser surtout vu le cout de fabrication. Aussi, il est trop top pour acheter une machine 3D métallique car la technologie est en plein évolution. Le prix d'achat (1M€) et de maintenance reste excessif avec une infrastructure importante.
- Impression 3D de grilles métalliques (Inox) de renfort de fenêtre entrée de détecteur gazeux sous pression. Possibilité d'obtenir des géométries complexes et de faibles dimensions (inf. au mm). Impression 3D de pièces plastiques soumis à de faibles efforts (Support câble, support source, capot étanchéité optique pour photomultiplicateur...). De mon point de vue **l'impression 3D est un outil complémentaire aux outils de fabrication par enlèvement de matière.**
- Plusieurs essais pour 2 ou 3 projets. Taille petite, fin, mais avec des détails important. Solution du moment est l'imprimante par prestation sur le web, design en interne. On manque l'aide des mécaniciens, qui ne sont pas formés sur la variété de logicielles qu'on utilise pour la création des modèles 3d, et présent peut de motivation de l'apprendre...

## Votre retour d'expérience sur l'impression 3D (suite)

### Autres R-Ex

- **Facilite la création de pièces complexes. Permet aussi de se passer des services de l'atelier mécanique pour des pièces simples** en plastique et de gagner du temps. Permet aussi d'avoir des pièces simples mais sur mesure qui s'adaptent à nos besoins spécifiques (capots connecteurs,...)
- L'impression 3D est un outil supplémentaire dans notre service. Elle nous permet de faire quelques pièces pour différents supports pour l'AIT. **On évite ainsi des usinages chronophages.** Certaines fois, nous n'hésitons pas revoir la morphologie de la pièce pour intégrer les fonctions et utiliser les capacités de l'imprimante.
- Très utile pour faire un prototype rapidement et est peu coûteux (apparemment au niveau matière et machines mais demande du temps en réalisation) mais nécessite une conception particulière car très difficile de faire des pièces fines (ex: 0.35mm)
- Pratique pour prototypage rapide sur manipe
- L'impression 3D me permet d'obtenir et de tester rapidement des pièces prototypes. Les pièces sont légères et modulaires, ce qui est appréciable lors de voyages à l'étranger.
- Pour l'instant nous avons utilisé l'imprimante 3D pour faire un prototype de magnétomètre. Cela a été un gain de temps très appréciable. De plus, cela revient vraiment à un faible coût ce qui n'est pas négligeable. Il est possible de faire des pièces peu sensibles à la variation de la température ce qui est un très bon point pour un prototype peu cher.
- Outil permettant une mise en œuvre plus rapide à condition de maîtriser les outils de CAO mécanique
- Je n'y ai eu recours que très ponctuellement - Faible
- Les directeurs de laboratoires ou les responsables d'équipes me paraissent un peu "frileux" concernant l'achat d'une imprimante 3D, peut-être à cause d'un manque de connaissances. **Une action à envisager par le RDM: un petit flyer ("L'impression 3D pour les nuls") résumant les principales différences entre FDM et SLA, les capacités des 2 principaux types de machines, les types de matières usinables, etc.**
- L'impression 3D est très mal comprise : 1) on considère que c'est un substitut aux réalisations mécaniques classiques , 2) on considère que si on peut imaginer la pièce, on peut la réaliser , 3) on considère qu'une culture de base en mécanique n'est pas nécessaire



Christophe Aquilina (Dijon), Damien Le Guidec (Orsay), Romain Mathon (Toulouse),  
Philippe Repain (Paris), Sébastien Royer (Paris), Vincent Tissot (Besançon)