

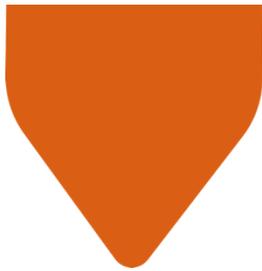
Interreg



Sudoe

ADDITool

European Regional Development Fund



D3.1.1: Rapport de formation

www.additool.eu

INDEX

1. INTRODUCTION	3
2. Conception des modules de formation	4
2.1. Vue d'ensemble.....	4
2.2. Modules de formation	5
2.3. Accessibilité et contenu des cours de formation	6
3. Organisation des modules de formation.....	7
3.1. Formation 1 : ENIT – Du 24 janvier au 04 février 2022	8
3.2. Formation 2 : ESTIA – Du 07 au 18 Mars 2022.....	9
3.3. Formation 3 : FADA - CATEC – Du 23 Mai au 02 Juin 2022	10
3.4. Formation 4 : UPV/EHU - du 06 au 16 Juin 2022	12
3.5. Formation 5 : IPLEIRIA – Du 14 au 22 Juillet 2022.....	13
3.6. Formation 6 : ENIT – Du 16 au 20 janvier 2023.....	14
4. Évaluation des résultats	15
4.1. Conception du questionnaire.....	15
4.2. Évaluation des résultats	16
5. Conclusions	18

1. INTRODUCTION

Ce livrable vise à rendre compte de l'activité de création et d'enseignement des modules d'apprentissage transnationaux sur la Fabrication Additive Métallique (FAM). L'activité est dédiée au transfert de connaissances pour les étudiants de chaque université et école d'ingénieurs en créant de nouveaux modules de formation axés sur la fabrication additive métallique pour l'industrie de l'outillage.

Bien que les technologies de fabrication additive métallique ne remplacent aucun procédé de fabrication traditionnel, elles constituent un catalyseur essentiel pour la création et l'innovation et agissent comme un bon complément pour améliorer la compétitivité. Cependant, bien que le potentiel d'adoption de ces technologies dans tous les secteurs (et en particulier dans le secteur de l'outillage) soit considéré comme très important et puisse avoir un réel impact, le niveau de connaissance et d'adoption de la FAM reste faible, en particulier pour les PME.

Plusieurs analyses mettent en évidence la demande de formation aux procédés de FAM, mais l'une des plus récentes et des plus directes a été publiée par Thomas-Seale et al. qui affirme littéralement qu'"un changement de paradigme dans l'éducation est nécessaire pour accroître la compréhension de la fabrication additive par les diplômés" et identifient ensuite l'éducation comme l'un des obstacles à la mise en œuvre des procédés de FAM. La plupart des fabricants de moules et matrices en Europe sont encore des PME avec une grande capacité d'innovation mais un manque de formation sur les procédés de FAM.

Ainsi, l'activité 3.1 a impliqué la création d'un nouveau programme éducatif pour les étudiants ingénieurs, dupliqué dans toutes les universités et écoles d'ingénieurs des partenaires ADDITool. Ce programme comprend des cours théoriques, des travaux expérimentaux en laboratoire et des visites de l'écosystème local de chaque partenaire.

Les modules de formation ont été dispensés par ENIT, ESTIA, FADA CATEC, IPLEIRIA et UPV/EHU dans leurs propres installations. En outre, le CEIT et LORTEK ont également participé à la conception et à la création des modules et aux visites des étudiants dans leurs installations.

2. Conception des modules de formation

2.1. Vue d'ensemble

Les modules de formation proposés comprennent une formation spécifique à la FAM pour le secteur des moules et des matrices. Un cours de 10 jours a été conçu pour les ingénieurs et les techniciens ayant une certaine expérience dans le secteur et une formation diplômante préalable. L'objectif est d'approfondir les aspects spécifiques des procédés de FAM applicables au secteur de l'outillage, comprenant les règles de conception, d'inspection, etc. Ainsi, l'objectif final est d'accélérer l'introduction des technologies de FAM dans les entreprises de moules et de matrices par le biais de la formation de personnes spécialisées. Dans le cadre de cet objectif, l'accent est mis sur le recrutement de personnes dans les PME.

Pour atteindre cet objectif, le cours de formation a été divisé en 6 modules principaux, eux-mêmes divisés en sujets plus spécifiques. L'objectif est de couvrir tous les aspects pertinents de la FAM et de son application potentielle dans le secteur de l'outillage. La documentation, créée par tous les participants au projet, est distribuée à tous les étudiants et sert de base à la partie théorique du cours.

En outre, le cours comprend une partie pratique de trois jours, au cours de laquelle les étudiants peuvent analyser des systèmes de fabrication additive réels, observer des pièces réelles in situ et effectuer des mesures de validation. Ce contenu, étant donné qu'un équipement expérimental est nécessaire, est adapté à chaque centre qui enseigne le cours, en utilisant l'équipement disponible dans chaque laboratoire. Enfin, une visite d'une plate-forme ou d'une entreprise industrielle travaillant avec une technologie de FAM est prévue.

Le contenu du cours a été sélectionné en fonction des retours des différents partenaires. Lors d'une série de réunions, les modules ont été convenus pour couvrir l'ensemble de la chaîne de valeur de la FAM. Le contenu général comprend les sujets suivants :

- Introduction au secteur de l'outillage et aux technologies de FAM
- Matériaux pour la FAM adaptés au secteur de l'outillage, y compris les poudres et les fils
- Règles de conception multi-procédés pour le PBF, le DED Wire Arc, le DED Wire Laser, le DED Powder Laser, ...
- Optimisation topologique adaptée à la FAM
- Programmation de trajectoires pour les machines-outils cartésiennes et les robots
- Travaux pratiques, qui s'appuieront sur l'équipement de chaque partenaire
- Visites de l'écosystème local

Une fois les modules définis, ils ont été distribués aux partenaires afin que chacun puisse élaborer les diapositives et les contenus détaillés.

2.2. Modules de formation

La formation est divisée en 6 modules avec une série de contenus. Tous les modules comprennent une série de diapositives et du matériel supplémentaire (médias, liens Internet, références, ...) pour aider les étudiants à suivre le contenu.

Le cours a été conçu selon une méthodologie en face à face, dans le but d'impliquer les étudiants dans les cours théoriques ainsi que dans les travaux pratiques et les visites d'ateliers. Toutefois, le contenu théorique est préparé en vue d'une éventuelle mise en œuvre sur des plates-formes d'enseignement en ligne et de la possibilité d'enseigner le cours à distance. En ce qui concerne le nombre d'étudiants, la limite est fixée par les installations où les travaux pratiques sont effectués, mais dans tous les cas, le nombre d'étudiants par cours est limité à 15. Le tableau suivant présente le contenu de chaque module :

Sujet / Titre du module	Programme
Introduction au secteur de l'outillage	Définition du marché Type d'outillage en fonction de l'activité Types d'outils Opportunités des technologies de FAM
Introduction aux technologies de Fabrication Additive Métallique	Aperçu des procédés de FAM Matériaux pour l'outillage et critères de choix Matières premières pour la FAM Définition du marché Introduction à la métallurgie
Règles de conception multi-procédés pour la FAM et Méthode de fabrication	PBF Laser Binder Jetting DED Wire Arc DED Wire Laser DED Powder Laser FFF Métal Post-traitements
Optimisation Topologique	Concepts généraux Application pour les moules et les matrices FAM et Optimisation topologique
Programmation de trajectoires	Cinématique des machines Machines hybrides Programmation FAO - Robot et machines cartésiennes Étape FAO PBF : Mise en couches et programmation Étape FAO FFF : Mise en couches et programmation
FAM pour l'outillage	Choix de la technologie et du matériau Potentiel / avantages Procédures de fabrication Contrôle, monitoring et jumelage numérique Caractérisation et métallurgie Inspection des pièces Fiches de formation pratique

2.3. Accessibilité et contenu des cours de formation

La préparation des modules de formation était terminée depuis janvier 2022, de sorte que les cours ont pu commencer à partir de ces dates. Par conséquent, la mise en œuvre des cours s'est déroulée sans heurts et selon le calendrier prévu. De plus, à la fin d'un cours, une évaluation des étudiants a été effectuée, recueillant leurs impressions, les aspects à améliorer, etc. Les résultats ont été analysés et transmis aux autres partenaires pour être pris en compte dans la mise en œuvre du cours suivant.

Tous les modules de formation et les informations pertinentes ont été partagés sur la plateforme Teams. Les diapositives et le contenu ont été organisés par jour et les présentations comprennent également des commentaires pour expliquer les différents sujets.

Documents > General > ADDITOOL > WP3 Formation > Act.3.1 Students training module			
	Nom ▾	Modifié ▾	Modifié par ▾
	Day 1	26 novembre 2021	eukar.ehu
	Day 2	26 novembre 2021	eukar.ehu
	Day 3	26 novembre 2021	eukar.ehu
	Day 4 & 5	26 novembre 2021	eukar.ehu
	Day 6, 7 & 8	26 novembre 2021	eukar.ehu
	Term of References	5 mai 2021	Pierre DIAZ
	ADDITOOL Ejemplo presentacion WP3.pptx	29 septembre 2021	Pierre DIAZ
	Training Module structure.docx	29 septembre 2021	Pierre DIAZ
	WP3 - Training Course Content.xlsx	16 février	Fábio Jorge Pereira...

Dans tous les cas, chaque entité était libre d'adapter le planning et de modifier la programmation, en fonction de la disponibilité des ateliers, des créneaux horaires, etc.

3. Organisation des modules de formation

Une fois la conception et le contenu du cours disponibles, un calendrier a été proposé aux différents partenaires qui ont participé à l'activité. Les cours ont commencé en février 2022 et se sont terminés en juin 2022. Un cours supplémentaire (non prévu dans la proposition) a été organisé en janvier 2023 par ENIT. La liste suivante montre le calendrier pour chaque partenaire.

Ordre	Partenaire	Dates
1 ^{ère} formation	ENIT	Du 24 janvier au 04 février 2022
2 ^{ème} formation	ESTIA	Du 07 mars au 18 mars 2022
3 ^{ème} formation	FADA CATEC	Du 23 mai au 2 juin 2022
4 ^{ème} formation	UPV/EHU	Du 6 au 16 juin 2022
5 ^{ème} formation	IPLEIRIA	Du 14 au 22 juillet 2022
6 ^{ème} formation	ENIT	Du 16 janvier au 20 janvier 2023

Au total, 60 étudiants ont été formés pendant deux semaines, principalement des ingénieurs de dernière année et des PhD, mais aussi des industriels.

En ce qui concerne l'évaluation, un questionnaire ouvert a été téléchargé pour les étudiants afin de recueillir diverses informations et leurs opinions sur les modules.

Questionnaire : Evaluation of the Training pilot

This questionnaire is for the evaluation of the Educational pilot realized by the consortium of ADDITool. It concerns all the Educational pilots of the project. We thank you to select the pilot you attended and to be as exhaustive as possible on your answers.

Name : (facultative)

Tu respuesta

What module did you attend?

ENIT
 ESTIA
 FADA CATEC
 IPLEIRIA
 UPV/EHU

Objectives and results of the prestation : (0 : Totally disagree, 5 : Totally agree)

	0	1	2	3	4	5
Your goals and expectations have been understood and taken into account	<input type="checkbox"/>					
The results of the module are in line with your expectations	<input type="checkbox"/>					

Comments :

Tu respuesta

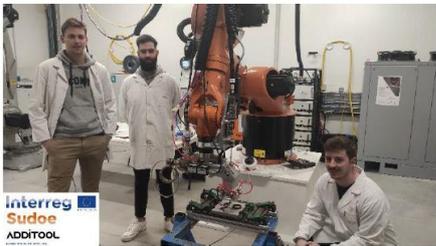
Quality of the prestation : (0 : Totally disagree, 5 : Totally agree)

	0	1	2	3	4	5
The contents are adapted and pertinent.	<input type="checkbox"/>					
The time of the realization of the prestation were enough.	<input type="checkbox"/>					

3.1. Formation 1 : ENIT – Du 24 janvier au 04 février 2022

Lieu	École Nationale d'Ingénieurs de Tarbes – ENIT									
Date	Du 24 janvier au 04 février 2022									
Nombre	12 étudiants									
Formation et visites	Formation sur les installations d'étude et de recherche (LGP et CRTCI de l'ENIT) Visite de la plateforme ESTIA - Addimadour et de la société Lynxter									
Brève description	24/01/2022	25/01/2022	26/01/2022	27/01/2022	28/01/2022	31/01/2022	1/02/2022	2/02/2022	3/02/2022	
	Introduction to the tooling sector (J.Alexis) CRTCI 1	Design rules for mam technologies & manufacturing method (Y. Balcaen) CRTCI 1	MAM for tooling (M. Mokhtari) CRTCI 1	Programming of trajectories (M. Benoussaad) Salle pédagogie active	Visit of associate partners (ESTIA)	Topology optimisation (A.Vezerian) CRTCI 1	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.	
	Introduction to the tooling sector (V. Nassiet) CRTCI 1	Design rules for mam technologies & manufacturing method (Y. Balcaen) CRTCI 1	MAM for tooling (M. Mokhtari) CRTCI 1	Programming of trajectories (M. Benoussaad) Salle pédagogie active	Visit of associate partners (ESTIA)	Topology optimisation (L.Arnaud) CRTCI 1	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.	
	Introduction to MAM Technologies (J.Alexis) CRTCI 1	Design rules for mam technologies & manufacturing method (Y. Balcaen) CRTCI 1	MAM for tooling (M. Mokhtari) CRTCI 1	Programming of trajectories (practical works) (F. Nourredine) Labo Robotique	Visit of associate partners (ESTIA)	Topology optimisation (Practical works) (L.Arnaud) BE1	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.	
	Introduction to MAM Technologies (J.Alexis) CRTCI 1	Design rules for mam technologies & manufacturing method (Y. Balcaen) CRTCI 1	MAM for tooling (M. Mokhtari) CRTCI 1	Visit of associate partners (ESTIA)	Visit of associate partners (ESTIA)	Topology optimisation (Practical works) (L.Arnaud) BE1	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.	
	4 days of lectures				↑	4 days of practical works				
	1 day of partners visit									
Photos										

3.2. Formation 2 : ESTIA – Du 07 au 18 Mars 2022

Lieu	Ecole Supérieure des Technologies - ESTIA			
Date	Du 07 au 18 Mars 2022			
Nombre	10 étudiants			
Formation et visite	Plateforme Addimadour			
Brève description	Jour	Nom du module	Nom intervenant	
	Lundi 07/03/22	9h - 12h30	MODULE 1_01 Introduction_notes	Pierre DIAZ
			MODULE 1_02 Glass Moulds	
			MODULE 1_03 METAL_Forming_Tools	
			MODULE 1_04 Molds For Plastics_notes	
			MODULE 1_05 Intro_Die_Casting_Moulds	
		14h - 18h	Introduction Procédés Fabrication Additive + Visite	
	Mardi 08/03/22	8h30 - 11h	MODULE 2_01 Material for tooling and choice criteria	Pierre MICHAUD
			MODULE 2_02 AM Raw material powder	
		14h - 16h	MODULE 2_03 AM Raw material Wire	
		16h - 18h	MODULE 2_06 Metallurgy Introduction	
	Mercredi 09/03/22	9h - 18h	MODULE 3_01 Design Rules PBF Laser	Pierre DIAZ
			MODULE 3_02 Design Rules Binder Jetting	
			MODULE 3_03 Design Rules WIRE Arc & Laser	
			MODULE 3_04 Design Rules FFF Metal Charged	
			MODULE 3_05 Design_Rules_DED Powder Laser	
	Jeudi 10/03/22	9h - 18h	MODULE 4_01 Topology Optimization	Pierre DIAZ
	Vendredi 11/03/22	9h - 12h30	MODULE 5_02 Hybrid Machine Tools	Fabien POULHAON ou Valentin PEIGNE
MODULE 5_03 DED Powder Programming			Fabien POULHAON	
MODULE 5_04 LPBF Programming				
14h - 18h			MODULE 5_04 LPBF Programming_DED_Wire	ADAXIS
Lundi 14/03/22	9h - 12h30	ADDITool_ENIT_Characterization_and_metallurgy V4	Pierre MICHAUD & Fabien POULHAON	
	14h - 14h30	MODULE 6_05 Monitoring_digital twin	Pierre DIAZ	
	14h30 - 18h	TP Lynxter 2h // Assignment Optim Topo 2h 2 groupes		
Mardi 15/03/22	9h - 18h	TP WAAM Groupe 1	Anais DOMERGUE	
		TP WLAM Groupe 2	Pierre DIAZ	
		TP BeAM Groupe 3	Valentin PEIGNE	
Mercredi 16/03/22	9h - 18h	TP WAAM Groupe 3	Anais DOMERGUE	
		TP WLAM Groupe 1	Pierre DIAZ	
		TP BeAM Groupe 2	Valentin PEIGNE	
Jeudi 17/03/22	9h - 18h	TP WAAM Groupe 2	Anais DOMERGUE	
		TP WLAM Groupe 3	Pierre DIAZ	
		TP BeAM Groupe 1	Valentin PEIGNE	
Vendredi 18/03/22	9h - 18h	Visite LAUAK et SOMOCAP	Pierre DIAZ	
Photos	  			

3.3. Formation 3 : FADA - CATEC – Du 23 Mai au 02 Juin 2022

Lieu	FADA - CATEC																											
Date	Du 23 Mai au 02 Juin 2022																											
Nombre	14 étudiants																											
Formation et visite	Formation dans les locaux de CATEC Visite d'ARUS																											
Brève description	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Day</th> <th>Content</th> <th>Lecturers</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Day 1</td> <td>MODULE 1 - Introduction and visit to CATEC</td> <td>Carlos Galleguillos/ Antonio Perriñán</td> </tr> <tr> <td>Day 2</td> <td>MODULE 2 - Materials</td> <td>Álvaro Nieto/Ignacio González-Barba</td> </tr> <tr> <td>Day 3</td> <td>MODULE 3- Design rules</td> <td>Daniel Hervás</td> </tr> <tr> <td>Day 4</td> <td>MODULE 4 - Topology optimization</td> <td>Jorge Sogorb/Pablo Gómez</td> </tr> <tr> <td>Day 5</td> <td>MODULE 5 - AM programming</td> <td>Javier Santaolaya</td> </tr> <tr> <td>Day 6</td> <td>MODULE 6-- Quality Assurance of AM components</td> <td>Carlos Galleguillos</td> </tr> <tr> <td>Day 7 and 8</td> <td>Practical exercises-labs</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Day 9</td> <td>Visit to ARUS</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Day	Content	Lecturers	Day 1	MODULE 1 - Introduction and visit to CATEC	Carlos Galleguillos/ Antonio Perriñán	Day 2	MODULE 2 - Materials	Álvaro Nieto/Ignacio González-Barba	Day 3	MODULE 3- Design rules	Daniel Hervás	Day 4	MODULE 4 - Topology optimization	Jorge Sogorb/Pablo Gómez	Day 5	MODULE 5 - AM programming	Javier Santaolaya	Day 6	MODULE 6-- Quality Assurance of AM components	Carlos Galleguillos	Day 7 and 8	Practical exercises-labs		Day 9	Visit to ARUS	
Day	Content	Lecturers																										
Day 1	MODULE 1 - Introduction and visit to CATEC	Carlos Galleguillos/ Antonio Perriñán																										
Day 2	MODULE 2 - Materials	Álvaro Nieto/Ignacio González-Barba																										
Day 3	MODULE 3- Design rules	Daniel Hervás																										
Day 4	MODULE 4 - Topology optimization	Jorge Sogorb/Pablo Gómez																										
Day 5	MODULE 5 - AM programming	Javier Santaolaya																										
Day 6	MODULE 6-- Quality Assurance of AM components	Carlos Galleguillos																										
Day 7 and 8	Practical exercises-labs																											
Day 9	Visit to ARUS																											
Photos	   																											

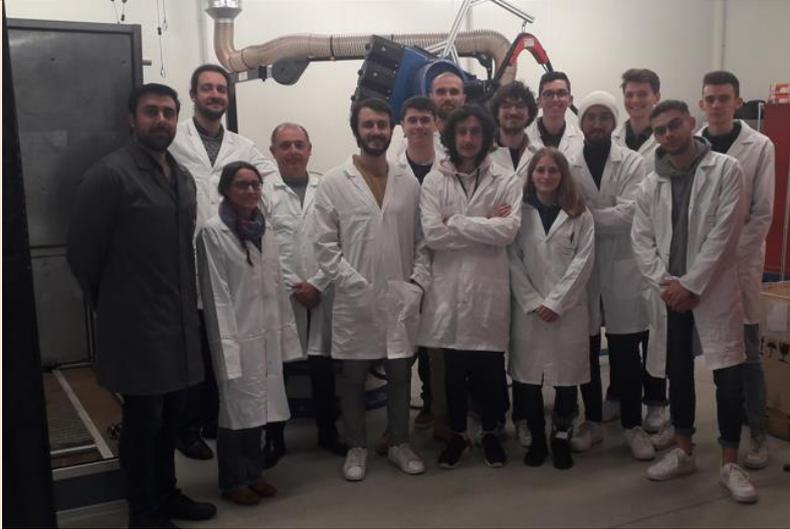
3.4. Formation 4 : UPV/EHU - du 06 au 16 Juin 2022

Lieu	UPV/EHU																																																				
Date	Du 06 au 16 Juin 2022																																																				
Nombre	11 étudiants																																																				
Formation et visite	Formation à la faculté d'ingénierie et au CFAA (UPV/EHU) Visite à LORTEK (MODULE Topologie) et BIEMH'22																																																				
Brève description	   <table border="1" data-bbox="475 719 1332 1187"> <thead> <tr> <th></th> <th>Lunes 6 de junio</th> <th>Martes 7 de junio</th> <th>Miércoles 8 de junio</th> <th>Jueves 9 de junio</th> <th>Viernes 10 de junio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9:00-9:30</td> <td>AulaMH T1 – Introducción Sector Molde</td> <td rowspan="2">AulaMH T4 – Intro AM T5 – Mercado de AM T6 – Metalurgia</td> <td rowspan="2">LORTEK Optimización topológica Práctica de Optimización topológica VISITA LORTEK</td> <td rowspan="2">AulaMH T1 – Intro. Máquinas T1.5 – Maq Hta LPBF y DED</td> <td rowspan="2">AULA AIMS - CFAA T4 – Programación LPBF VISITA CFAA- Aula AIMS</td> </tr> <tr> <td>9:30-10:00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10:00-10:30</td> <td>AulaMH T2 – Metal Forming T3 – Plastic Moulds</td> <td rowspan="4">AulaMH Práctica de ANSYS Workbench</td> <td rowspan="4"></td> <td rowspan="4">AulaMH T2 – Maq. Híbridas T2.5 – Monitorización</td> <td rowspan="4"></td> </tr> <tr> <td>10:30-11:00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11:00-11:30</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11:30-12:00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>12:00-12:30</td> <td>AulaMH T1 – Materiales Molde T2 – Fabricación Polvo T3 –Hilo para AM</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>12:30-13:00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>14:30-15:00</td> <td rowspan="5">Taller EIB Práctica de Materiales de aporte</td> <td>AulaMH T1 – Design rules PBF T2 – Design rules BJ</td> <td rowspan="5">BEC VISITA BIEMH y Addit3D</td> <td rowspan="5">AulaMH - Taller Práctica de NX – Laser DED Aporte con Monitorización</td> <td rowspan="5"></td> </tr> <tr> <td>15:00-15:30</td> <td>AulaMH T3 – Design rules WAAM T4 – Design Rules FFF</td> </tr> <tr> <td>15:30-16:00</td> <td>AulaMH T5 – Design Rules L- DED</td> </tr> <tr> <td>16:00-16:30</td> <td>AulaMH T6 – Postprocessing</td> </tr> <tr> <td>16:30-17:00</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Lunes 6 de junio	Martes 7 de junio	Miércoles 8 de junio	Jueves 9 de junio	Viernes 10 de junio	9:00-9:30	AulaMH T1 – Introducción Sector Molde	AulaMH T4 – Intro AM T5 – Mercado de AM T6 – Metalurgia	LORTEK Optimización topológica Práctica de Optimización topológica VISITA LORTEK	AulaMH T1 – Intro. Máquinas T1.5 – Maq Hta LPBF y DED	AULA AIMS - CFAA T4 – Programación LPBF VISITA CFAA- Aula AIMS	9:30-10:00		10:00-10:30	AulaMH T2 – Metal Forming T3 – Plastic Moulds	AulaMH Práctica de ANSYS Workbench		AulaMH T2 – Maq. Híbridas T2.5 – Monitorización		10:30-11:00		11:00-11:30		11:30-12:00		12:00-12:30	AulaMH T1 – Materiales Molde T2 – Fabricación Polvo T3 –Hilo para AM					12:30-13:00						14:30-15:00	Taller EIB Práctica de Materiales de aporte	AulaMH T1 – Design rules PBF T2 – Design rules BJ	BEC VISITA BIEMH y Addit3D	AulaMH - Taller Práctica de NX – Laser DED Aporte con Monitorización		15:00-15:30	AulaMH T3 – Design rules WAAM T4 – Design Rules FFF	15:30-16:00	AulaMH T5 – Design Rules L- DED	16:00-16:30	AulaMH T6 – Postprocessing	16:30-17:00	
	Lunes 6 de junio	Martes 7 de junio	Miércoles 8 de junio	Jueves 9 de junio	Viernes 10 de junio																																																
9:00-9:30	AulaMH T1 – Introducción Sector Molde	AulaMH T4 – Intro AM T5 – Mercado de AM T6 – Metalurgia	LORTEK Optimización topológica Práctica de Optimización topológica VISITA LORTEK	AulaMH T1 – Intro. Máquinas T1.5 – Maq Hta LPBF y DED	AULA AIMS - CFAA T4 – Programación LPBF VISITA CFAA- Aula AIMS																																																
9:30-10:00																																																					
10:00-10:30	AulaMH T2 – Metal Forming T3 – Plastic Moulds	AulaMH Práctica de ANSYS Workbench		AulaMH T2 – Maq. Híbridas T2.5 – Monitorización																																																	
10:30-11:00																																																					
11:00-11:30																																																					
11:30-12:00																																																					
12:00-12:30	AulaMH T1 – Materiales Molde T2 – Fabricación Polvo T3 –Hilo para AM																																																				
12:30-13:00																																																					
14:30-15:00	Taller EIB Práctica de Materiales de aporte	AulaMH T1 – Design rules PBF T2 – Design rules BJ	BEC VISITA BIEMH y Addit3D	AulaMH - Taller Práctica de NX – Laser DED Aporte con Monitorización																																																	
15:00-15:30		AulaMH T3 – Design rules WAAM T4 – Design Rules FFF																																																			
15:30-16:00		AulaMH T5 – Design Rules L- DED																																																			
16:00-16:30		AulaMH T6 – Postprocessing																																																			
16:30-17:00																																																					
Photos	 																																																				

3.5. Formation 5 : IPLEIRIA – Du 14 au 22 Juillet 2022

Lieu	IPLEIRIA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Date	Du 14 au 22 Juillet 2022																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Nombre	6 étudiants																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Formation et visite	Formation sur les installations du CDRSP Visites à Moldetipo, Vidrimolde, EROFIO et NM3D Ibérica																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Brève description	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="12">ADDITool – TRAINING</th> </tr> <tr> <th colspan="3">INTRODUCTION TO THE TOOLING SECTOR & MAM TECHNOLOGIES 5</th> <th colspan="3">DESIGN RULES FOR MAM TECHNOLOGIES & MANUFACTURING METHOD 6</th> <th colspan="2">TOPOLOGY OPTIMIZATION & PROGRAMMING OF TRAJECTORIES 2</th> <th colspan="4"></th> </tr> <tr> <th colspan="3">14-07-2022</th> <th colspan="3">15-07-2022</th> <th colspan="2">16-07-2022</th> <th colspan="1">17-07-2022</th> <th colspan="2">18-07-2022</th> <th colspan="1"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="12">09:15:00 AM Welcome</td> </tr> <tr> <td colspan="3">09:30:00 AM Introduction (30min)</td> <td colspan="3">Manuel Oliveira</td> <td colspan="3">PBF Laser (20 min)</td> <td colspan="2">António Silva</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="3">10:00:00 AM Metal Forming Tools (30min)</td> <td colspan="3">Fábio Simões</td> <td colspan="3">Binder Jetting (20 min)</td> <td colspan="2">Ruben Silva</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="3">10:30:00 AM Moulds for Glass (20 min)</td> <td colspan="3">Pedro Sereno</td> <td colspan="3">DED Wire Arc & Laser (45 min)</td> <td colspan="2">António Silva Pedro Sereno</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="12">11:00:00 AM Coffee break</td> </tr> <tr> <td colspan="3">11:30:00 AM Moulds for Plastics / Composites (40 min)</td> <td colspan="3">Pedro Custódio / Fábio Simões</td> <td colspan="3">Coffee break</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="3">12:00:00 PM Moulds for Die Casting (20 min)</td> <td colspan="3">Fábio Simões / Fábio Simões</td> <td colspan="3">DED Powder Laser (30 min)</td> <td colspan="2">Jácome Brito Pedro Sereno</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="3">12:30:00 PM Lunch</td> <td colspan="3"></td> <td colspan="3">Lunch</td> <td colspan="2">Lunch</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="12">01:30:00 PM</td> </tr> <tr> <td colspan="3">02:00:00 PM INTRODUCTION TO MAM TECHNOLOGIES – AM processes overview + Simultaneous tour CDRSP</td> <td colspan="3">Artur Matos / Fábio Simões / António Silva / Olivier Gouveia / Pedro Sereno</td> <td colspan="3">FFF Metal - Material extrusion (30 min)</td> <td colspan="2">Pedro Carreira</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="12">03:00:00 PM Coffee break</td> </tr> <tr> <td colspan="3">04:00:00 PM Market admission – Opportunities study (15 min)</td> <td colspan="3">Fábio Simões Paulo Novo</td> <td colspan="3">Visits to companies: Vidrimolde - Moulds for glass and Moldetipo - Moulds for Plastics</td> <td colspan="2">Pedro Custódio Pedro Martinho Fábio Simões</td> <td colspan="2">Topology optimization, Theory + Exercises in PC</td> </tr> <tr> <td colspan="3">04:30:00 PM Material for Tooling and choice criteria (30 min)</td> <td colspan="3">Fábio Simões</td> <td colspan="3"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">Olivier Gouveia António Silva</td> </tr> <tr> <td colspan="3">05:00:00 PM AM Raw material - Powder (30min)</td> <td colspan="3">Fábio Simões</td> <td colspan="3"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="3">05:30:00 PM AM Raw material - Wire (30 min)</td> <td colspan="3">Paulo Novo</td> <td colspan="3"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <th colspan="3">L-PBF WORKFLOW 3</th> <th colspan="3">L-PBF WORKFLOW 4</th> <th colspan="3">DED PROGRAMMING AND WORKFLOW 5</th> <th colspan="3">MAM FOR TOOLING 6</th> </tr> <tr> <th colspan="3">19-07-2022</th> <th colspan="3">20-07-2022</th> <th colspan="3">21-07-2022</th> <th colspan="3">22-07-22</th> </tr> <tr> <td colspan="3">Machine Kinematics (20 min)</td> <td colspan="3">Filipe Castanheira</td> <td colspan="3">Hybrid Machine Tools (20 min)</td> <td colspan="3">Fábio Simões</td> </tr> <tr> <td colspan="3">L-PBF Programming (30 min)</td> <td colspan="3">António Silva</td> <td colspan="3">DED Powder Laser Programming (30 min)</td> <td colspan="3">Olivier Gouveia</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Practical Application – SLM Programming (Project Part)</td> <td colspan="3">Visit to Company: EROFIO</td> <td colspan="3">Workflow and Practical Application - DED Plasma - CNC</td> <td colspan="3">Olivier Gouveia</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Lunch + Mesa redonda com convidados</td> <td colspan="3">Lunch</td> <td colspan="3"></td> <td colspan="3">António Silva</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td colspan="3">Robot assisted manufacturing</td> <td colspan="3"></td> <td colspan="3">AM post-processing</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td colspan="3">Robot programming</td> <td colspan="3">Filipe Castanheira Filipe Castanheira</td> <td colspan="3">Paulo Novo</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td colspan="3">Workflow and Practical Application - DED Plasma - Robot</td> <td colspan="3">Olivier Gouveia António Silva</td> <td colspan="3">AM Part inspection</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td colspan="3"></td> <td colspan="3"></td> <td colspan="3">Visit to Company: NM3D Ibérica</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td colspan="3"></td> <td colspan="3"></td> <td colspan="3">Paulo Novo Pedro Custódio Fábio Simões</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td colspan="3"></td> <td colspan="3"></td> <td colspan="3">Closing session</td> </tr> </tbody> </table>	ADDITool – TRAINING												INTRODUCTION TO THE TOOLING SECTOR & MAM TECHNOLOGIES 5			DESIGN RULES FOR MAM TECHNOLOGIES & MANUFACTURING METHOD 6			TOPOLOGY OPTIMIZATION & PROGRAMMING OF TRAJECTORIES 2						14-07-2022			15-07-2022			16-07-2022		17-07-2022	18-07-2022			09:15:00 AM Welcome												09:30:00 AM Introduction (30min)			Manuel Oliveira			PBF Laser (20 min)			António Silva				10:00:00 AM Metal Forming Tools (30min)			Fábio Simões			Binder Jetting (20 min)			Ruben Silva				10:30:00 AM Moulds for Glass (20 min)			Pedro Sereno			DED Wire Arc & Laser (45 min)			António Silva Pedro Sereno				11:00:00 AM Coffee break												11:30:00 AM Moulds for Plastics / Composites (40 min)			Pedro Custódio / Fábio Simões			Coffee break							12:00:00 PM Moulds for Die Casting (20 min)			Fábio Simões / Fábio Simões			DED Powder Laser (30 min)			Jácome Brito Pedro Sereno				12:30:00 PM Lunch						Lunch			Lunch				01:30:00 PM												02:00:00 PM INTRODUCTION TO MAM TECHNOLOGIES – AM processes overview + Simultaneous tour CDRSP			Artur Matos / Fábio Simões / António Silva / Olivier Gouveia / Pedro Sereno			FFF Metal - Material extrusion (30 min)			Pedro Carreira				03:00:00 PM Coffee break												04:00:00 PM Market admission – Opportunities study (15 min)			Fábio Simões Paulo Novo			Visits to companies: Vidrimolde - Moulds for glass and Moldetipo - Moulds for Plastics			Pedro Custódio Pedro Martinho Fábio Simões		Topology optimization, Theory + Exercises in PC		04:30:00 PM Material for Tooling and choice criteria (30 min)			Fábio Simões								Olivier Gouveia António Silva		05:00:00 PM AM Raw material - Powder (30min)			Fábio Simões										05:30:00 PM AM Raw material - Wire (30 min)			Paulo Novo										L-PBF WORKFLOW 3			L-PBF WORKFLOW 4			DED PROGRAMMING AND WORKFLOW 5			MAM FOR TOOLING 6			19-07-2022			20-07-2022			21-07-2022			22-07-22			Machine Kinematics (20 min)			Filipe Castanheira			Hybrid Machine Tools (20 min)			Fábio Simões			L-PBF Programming (30 min)			António Silva			DED Powder Laser Programming (30 min)			Olivier Gouveia			Practical Application – SLM Programming (Project Part)			Visit to Company: EROFIO			Workflow and Practical Application - DED Plasma - CNC			Olivier Gouveia			Lunch + Mesa redonda com convidados			Lunch						António Silva						Robot assisted manufacturing						AM post-processing						Robot programming			Filipe Castanheira Filipe Castanheira			Paulo Novo						Workflow and Practical Application - DED Plasma - Robot			Olivier Gouveia António Silva			AM Part inspection												Visit to Company: NM3D Ibérica												Paulo Novo Pedro Custódio Fábio Simões												Closing session		
ADDITool – TRAINING																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
INTRODUCTION TO THE TOOLING SECTOR & MAM TECHNOLOGIES 5			DESIGN RULES FOR MAM TECHNOLOGIES & MANUFACTURING METHOD 6			TOPOLOGY OPTIMIZATION & PROGRAMMING OF TRAJECTORIES 2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
14-07-2022			15-07-2022			16-07-2022		17-07-2022	18-07-2022																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
09:15:00 AM Welcome																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
09:30:00 AM Introduction (30min)			Manuel Oliveira			PBF Laser (20 min)			António Silva																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
10:00:00 AM Metal Forming Tools (30min)			Fábio Simões			Binder Jetting (20 min)			Ruben Silva																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
10:30:00 AM Moulds for Glass (20 min)			Pedro Sereno			DED Wire Arc & Laser (45 min)			António Silva Pedro Sereno																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
11:00:00 AM Coffee break																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
11:30:00 AM Moulds for Plastics / Composites (40 min)			Pedro Custódio / Fábio Simões			Coffee break																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
12:00:00 PM Moulds for Die Casting (20 min)			Fábio Simões / Fábio Simões			DED Powder Laser (30 min)			Jácome Brito Pedro Sereno																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
12:30:00 PM Lunch						Lunch			Lunch																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
01:30:00 PM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
02:00:00 PM INTRODUCTION TO MAM TECHNOLOGIES – AM processes overview + Simultaneous tour CDRSP			Artur Matos / Fábio Simões / António Silva / Olivier Gouveia / Pedro Sereno			FFF Metal - Material extrusion (30 min)			Pedro Carreira																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
03:00:00 PM Coffee break																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
04:00:00 PM Market admission – Opportunities study (15 min)			Fábio Simões Paulo Novo			Visits to companies: Vidrimolde - Moulds for glass and Moldetipo - Moulds for Plastics			Pedro Custódio Pedro Martinho Fábio Simões		Topology optimization, Theory + Exercises in PC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
04:30:00 PM Material for Tooling and choice criteria (30 min)			Fábio Simões								Olivier Gouveia António Silva																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
05:00:00 PM AM Raw material - Powder (30min)			Fábio Simões																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
05:30:00 PM AM Raw material - Wire (30 min)			Paulo Novo																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
L-PBF WORKFLOW 3			L-PBF WORKFLOW 4			DED PROGRAMMING AND WORKFLOW 5			MAM FOR TOOLING 6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
19-07-2022			20-07-2022			21-07-2022			22-07-22																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Machine Kinematics (20 min)			Filipe Castanheira			Hybrid Machine Tools (20 min)			Fábio Simões																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
L-PBF Programming (30 min)			António Silva			DED Powder Laser Programming (30 min)			Olivier Gouveia																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Practical Application – SLM Programming (Project Part)			Visit to Company: EROFIO			Workflow and Practical Application - DED Plasma - CNC			Olivier Gouveia																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Lunch + Mesa redonda com convidados			Lunch						António Silva																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
			Robot assisted manufacturing						AM post-processing																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
			Robot programming			Filipe Castanheira Filipe Castanheira			Paulo Novo																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
			Workflow and Practical Application - DED Plasma - Robot			Olivier Gouveia António Silva			AM Part inspection																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
									Visit to Company: NM3D Ibérica																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
									Paulo Novo Pedro Custódio Fábio Simões																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
									Closing session																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Photos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				

3.6. Formation 6 : ENIT – Du 16 au 20 janvier 2023

Lieu	École Nationale d'Ingénieurs de Tarbes – ENIT
Date	Du 16 au 20 janvier 2023
Nombre	12 étudiants
Formation et visite	Formation sur les installations d'étude et de recherche (LGP et CRTCI de l'ENIT) Visite de la plateforme ESTIA - Addimadour et de la société Lynxter
Brève description	Non prévu initialement. 2ème cours à l'ENIT. 2 jours de cours magistraux et 2 jours de cours expérimentaux 1 journée de visite sur la plateforme d'Addimadour (ESTIA) : présentation des équipements de FAM.
Photos	

4. Évaluation des résultats

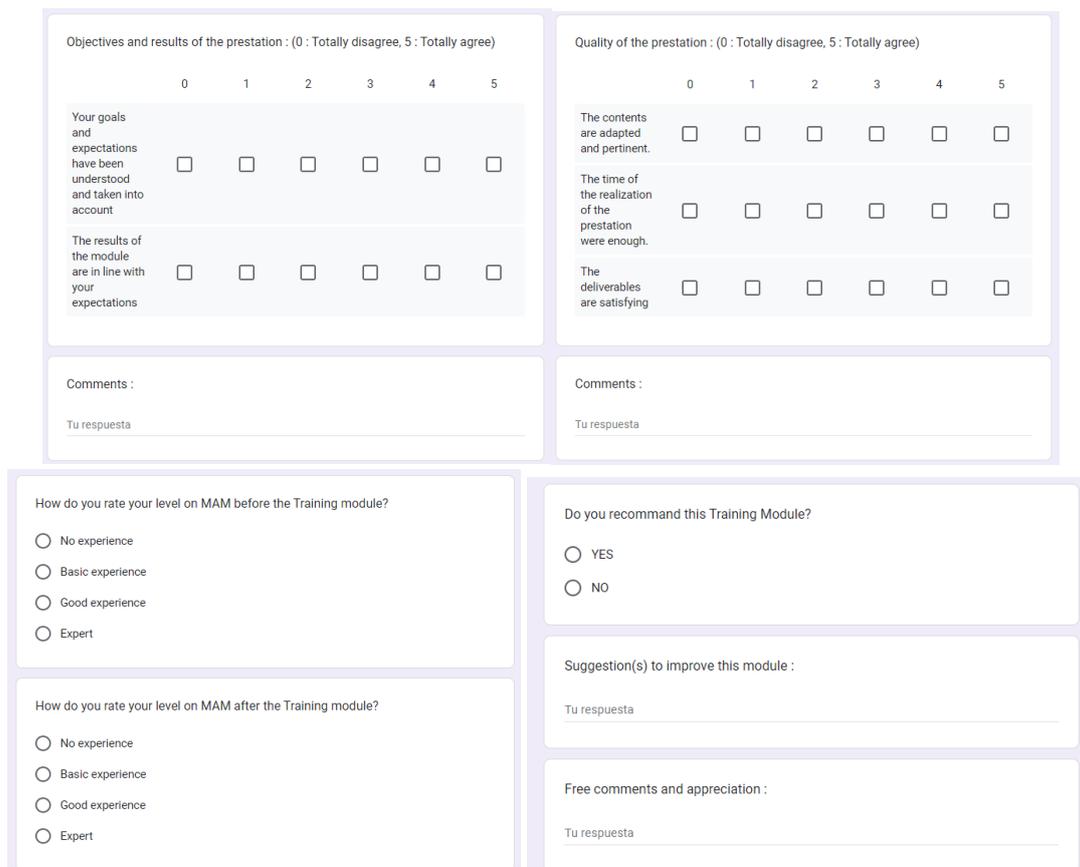
Dans la section suivante, les résultats du questionnaire d'évaluation sont présentés. Les résultats sont basés sur les réponses que les étudiants ont choisies à la fin du module. Les résultats sont présentés pour une vue d'ensemble, mais ils peuvent être analysés individuellement pour chaque module de formation ou en se concentrant sur chaque question.

4.1. Conception du questionnaire

Le questionnaire a été conçu et téléchargé à l'aide de l'outil Google Forms, où tous les étudiants pouvaient avoir accès.

Le formulaire a été conçu avec le double objectif d'obtenir un maximum d'information en un minimum de temps. Par conséquent, chaque étudiant pouvait remplir le questionnaire en moins de 3 minutes.

Quelques exemples de questions et de format sont présentés ci-dessous.



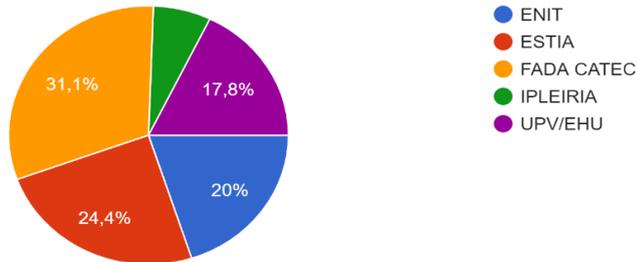
The image shows a preview of a questionnaire form with the following sections:

- Objectives and results of the prestation :** (0 : Totally disagree, 5 : Totally agree)
 - Your goals and expectations have been understood and taken into account. Scale: 0 to 5.
 - The results of the module are in line with your expectations. Scale: 0 to 5.
- Quality of the prestation :** (0 : Totally disagree, 5 : Totally agree)
 - The contents are adapted and pertinent. Scale: 0 to 5.
 - The time of the realization of the prestation were enough. Scale: 0 to 5.
 - The deliverables are satisfying. Scale: 0 to 5.
- Comments :** (Two text input fields labeled "Tu respuesta")
- How do you rate your level on MAM before the Training module?**
 - No experience
 - Basic experience
 - Good experience
 - Expert
- How do you rate your level on MAM after the Training module?**
 - No experience
 - Basic experience
 - Good experience
 - Expert
- Do you recommend this Training Module?**
 - YES
 - NO
- Suggestion(s) to improve this module :** (Text input field labeled "Tu respuesta")
- Free comments and appreciation :** (Text input field labeled "Tu respuesta")

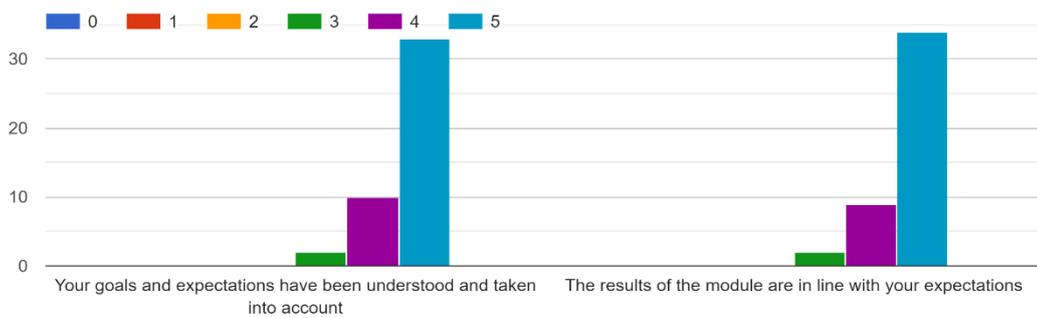
4.2. Évaluation des résultats

Les résultats de l'évaluation du cours sont présentés ci-dessous.

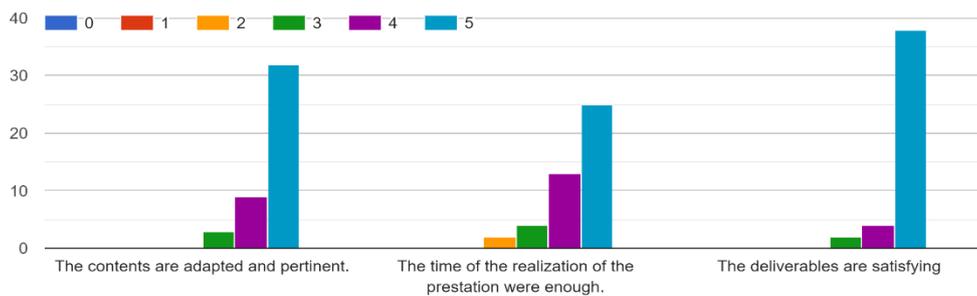
What module did you attend?
45 réponses



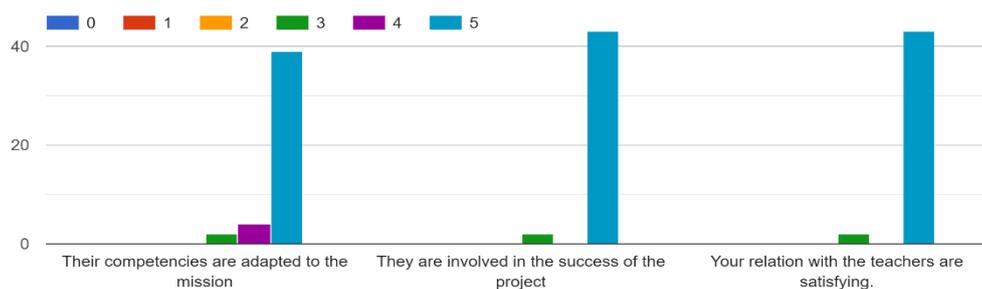
Objectives and results of the prestation : (0 : Totally disagree, 5 : Totally agree)



Quality of the prestation : (0 : Totally disagree, 5 : Totally agree)

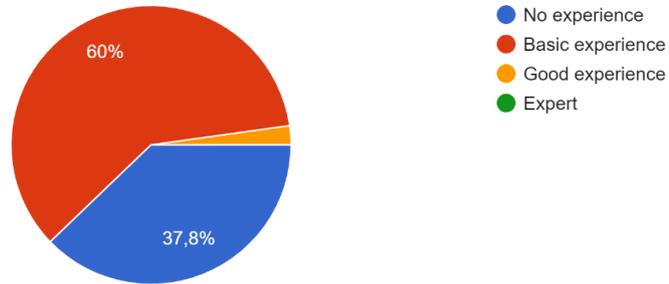


Satisfaction with teachers : (0 : Totally disagree, 5 : Totally agree)



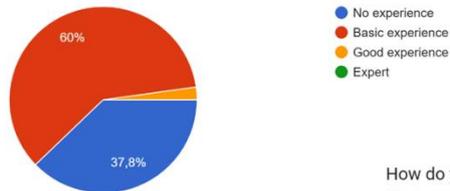
How do you rate your level on MAM before the Training module?

45 réponses



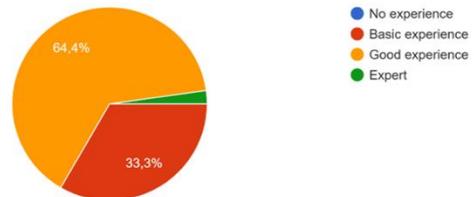
How do you rate your level on MAM before the Training module?

45 réponses



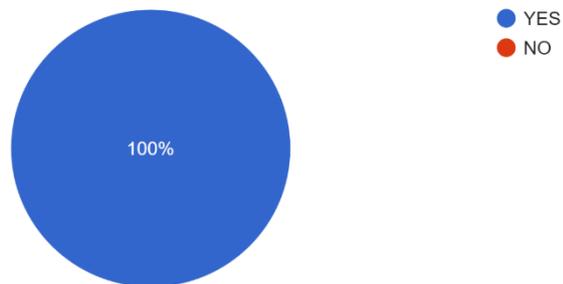
How do you rate your level on MAM after the Training module?

45 réponses



Do you recommend this Training Module?

45 réponses



5. Conclusions

L'activité "Formation" du projet ADDITool s'est achevée avec des résultats qui dépassent les attentes initiales. Tout d'abord, plus de 60 personnes ont été formées aux technologies de FAM, ce qui peut aider les entreprises à adopter ces technologies plus facilement et progressivement. D'autre part, les connaissances et l'expérience ont été partagées entre les différents partenaires du projet, afin d'obtenir un cours de formation avancée sur les technologies de FAM qui a suscité un grand intérêt chez les étudiants.

En outre, des visites et des activités ont été ajoutées au cours lui-même, ce qui a enrichi à la fois les étudiants et les personnes qui ont organisé et enseigné les cours.

Une évaluation finale a conclu qu'une utilisation très efficace des ressources a été faite, puisque différents partenaires avec différentes équipes et spécialités ont été impliqués. Ainsi, chaque partenaire a développé une section du cours dans laquelle il était spécialisé, ce qui a permis d'obtenir un ensemble de documents et de pratiques d'une grande valeur pour les étudiants. Il a été conclu que l'obtention de ce résultat par un seul partenaire aurait été extrêmement complexe et coûteux.

Le cours a été donné dans 5 centres différents avec 6 éditions et dans tous les cas, il y a eu un grand intérêt de la part des étudiants participants. Les résultats des enquêtes s'accordent sur la qualité et le degré de capacité.

En résumé, grâce au projet ADDITool, 60 personnes ont été formées en un an pour aider à intégrer les technologies de fabrication additive dans les entreprises. En outre, la conception et le développement du cours ont permis de créer des liens de collaboration entre les partenaires et les partenaires associés.

**Interreg
Sudoe**



EUROPEAN UNION

ADDITOOL

European Regional Development Fund

www.additool.eu