

Plateforme partenariale SUPMICROTECH-ENSMM : la pédagogie ren-contre le monde de l'entreprise.

Joël Imbaud, David Vernier, Karim Haouchin, Bernard Cretin, Fabrice Sthal
jimbaud@ens2m.fr

SUPMICROTECH-ENSMM, 26 Rue de l'Épitaphe, 25030 Besançon cedex

RÉSUMÉ : Cet article décrit un dispositif à but pédagogique pour l'accompagnement d'entreprises sur des projets innovants au travers de stages longs que propose l'école d'ingénieur SUPMICROTECH-ENSMM.

Mots clés : plateforme, partenariat, industriel, entreprise, pédagogie, stage, projet de fin d'études.

1 INTRODUCTION

SUPMICROTECH ou École Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques (ENSMM) est une école d'ingénieurs qui recrute principalement à Bac + 3 sur les concours des grandes écoles. Elle forme des ingénieurs généralistes à dominante mécanique [1].

La Figure 1 résume le parcours des étudiants suite au concours d'entrée pour la filière dite initiale. Pour des raisons d'efficacité, la scolarité de cette formation est organisée en semestres, la promotion, pouvant varier de 200 à 250 étudiants, est partagée en deux. Les semestres académiques sont nommés par des couleurs. Ainsi, les semestres de premières années sont le bleu et le jaune, le semestre de deuxième année le vert et celui d'option le violet. Ces semestres sont entrecoupés d'un semestre de stage et la scolarité se termine avec un semestre de projet de fin d'études (PFE). Chaque demi-promotion va alors suivre l'enchaînement des semestres académiques et de stage dans un ordre donné. Alors qu'une demi-promotion va parcourir le semestre bleu, jaune, vert, stage, option et PFE, l'autre demi-promotion fera jaune, bleu, stage, vert, option et le PFE. Le stage de deuxième année est alors possible sur la période septembre-janvier ou février-août, alors que le PFE ne sera possible que sur la période février-août (figure 1). Suivant les modalités définies dans le règlement de scolarité de l'établissement, les étudiants sont autorisés à redoubler seulement deux semestres sur l'ensemble de la scolarité. Les étudiants qui ont alors un semestre de retard peuvent au choix faire leur PFE en avance de phase ou encore faire un semestre de césure avec un stage non obligatoire pour se remettre en phase dans leur scolarité : c'est généralement cette deuxième solution qui est plébiscitée par les étudiants.

Le concours n'est pas la seule voie d'entrée à SUPMICROTECH-ENSMM, la figure 2 montre les différents types de recrutements et les différents types de formations possibles pour l'étudiant. Ainsi, il sera tout à fait possible de choisir une des deux filières par alternance, une formation continue ou encore un des cinq Masters proposés.

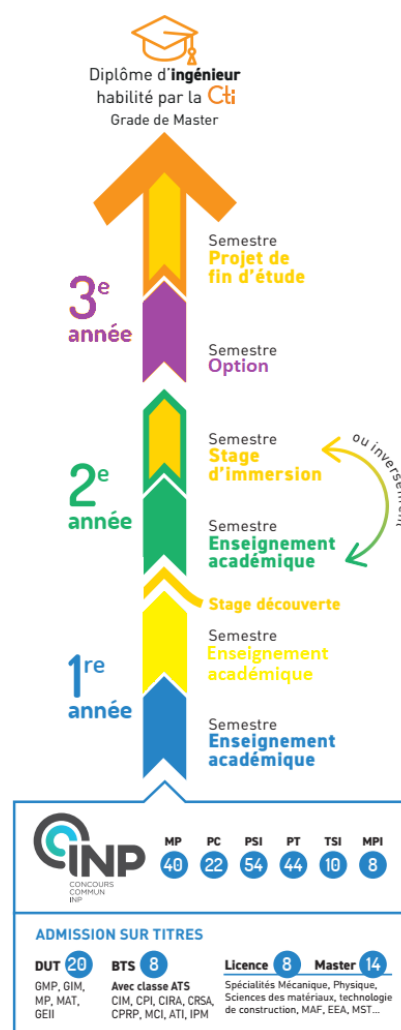


fig 1 : Enchaînement des semestres depuis le recrutement sur concours de SUPMICROTECH-ENSMM.

Durant le semestre d'option de 3^{ème} de la formation initiale, les étudiants font un mini projet pour un volume horaire de 90 heures qui est inclus dans la maquette pédagogique comme une unité d'enseignement. Huit options sont disponibles (figure 2).

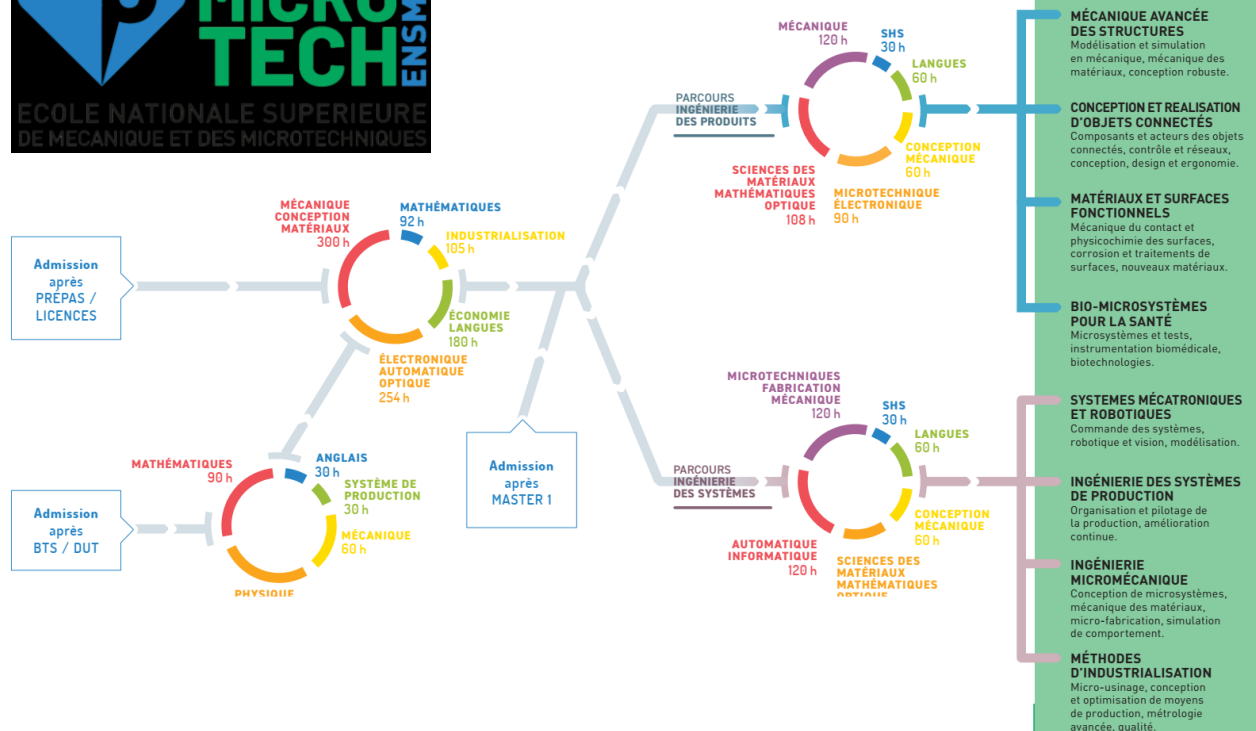
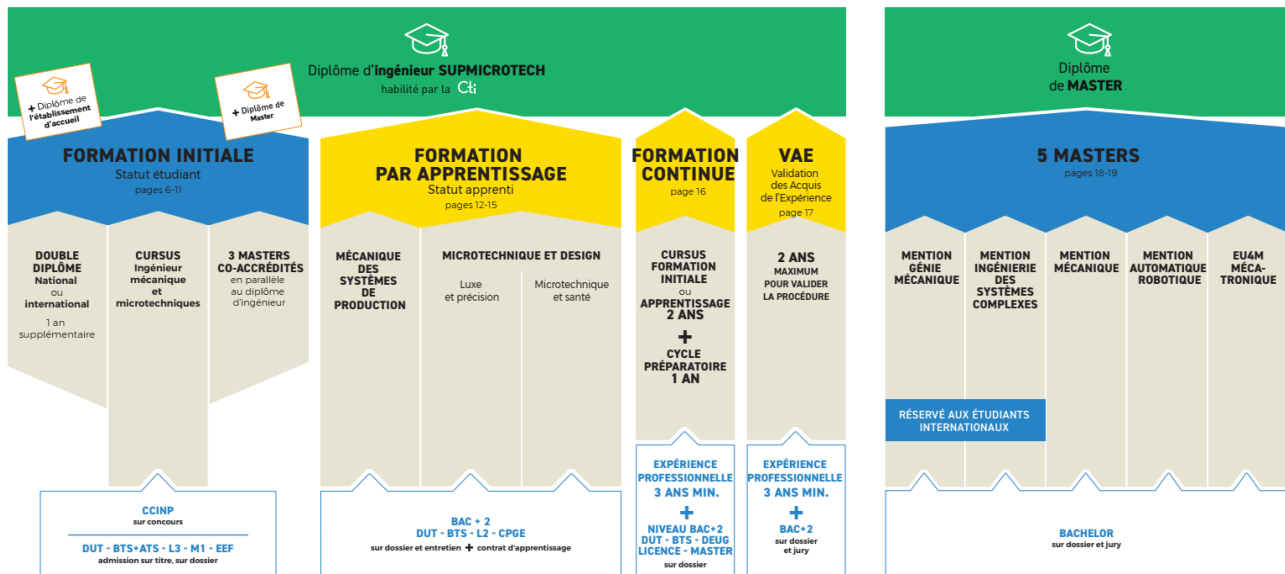


fig 2 : Différents cursus possibles, répartition horaire et listes des options au sein de SUPMICROTECH-ENSMM.

La présentation des cursus est essentiellement centrée sur le déroulement de la formation initiale et des Masters, car c'est essentiellement ces formations qui sont concernées par le dispositif plateforme partenariale. En effet, la formation par apprentissage est déjà fortement imbriquée avec le monde de l'entreprise et son organisation ne permet pour l'instant pas la réalisation de projet plateforme partenariale.

2 LA PLATEFORME PARTENARIALE

Le dispositif plateforme partenariale [2] a été lancé en 2012 au sein de l'établissement, son logo est visible Figure 3. Ce dispositif offre les ressources nécessaires à la préservation et à l'amélioration de la compétitivité des entreprises. Elle permet d'apporter un supplément de capacité d'innovation. C'est un dispositif original de SUPMICROTECH-ENSMM qui permet de prendre en charge des projets industriels par des élèves ingénieurs en bénéficiant d'un co-encadrement industriel et péda-

gologique. Cette plateforme diffère ainsi de l'association d'une junior entreprise et d'un fablab par le fait que ses activités sont intégrées dans le cursus de formation. La plateforme partenariale offre :

- Un espace dédié, ergonomique et pluridisciplinaire assurant une confidentialité des projets.
- Un accès à l'ensemble des ressources matérielles et logicielles à la pointe de la technologie de l'école et de ses partenaires.
- Une opportunité de disposer du fort soutien d'une équipe d'experts : techniciens, ingénieurs, enseignants et enseignants-chercheurs.



fig 3 : Logo plateforme partenariale.

2.1 Objectif

Le dispositif plateforme partenariale permet de pallier à un manque entre les projets de recherches directement adressés à l'institut de recherche et les prestations réalisés par les différentes plateformes techniques. En effet, un projet de recherche est bien souvent ambitieux et coûteux, et oblige à une copropriété des résultats ou tout du moins une discussion de la propriété intellectuelle entre les parties. La prestation de service dans les plateformes techniques permet l'utilisation de moyens de mesures ou de fabrication bien souvent sans répondre complètement à l'aspect interprétations scientifiques des résultats.

Le dispositif plateforme partenariale se place entre les deux, il propose de faire traiter un projet par un ou plusieurs étudiants tout en offrant l'opportunité d'accéder aux ressources matérielles, aux savoir-faire et connaissances scientifiques de l'établissement d'enseignement. L'engagement prioritaire des parties est pédagogique. Aucune propriété intellectuelle ne sera réclamée à l'entreprise, en contrepartie, l'établissement ne s'engage qu'à une obligation de moyen envers l'entreprise sur le projet.

2.2 Les types de projets possibles

Comme vue dans la partie introduction, il existe trois types de projets :

- Les stages longs ingénieur de 20 semaines minimum à SUPMICROTECH-ENSMM et 6 mois maximum (délai légal) en deuxième année ou en projet de fin d'études. Le stagiaire est gratifié pendant la durée du stage. La CTI impose 28 semaines sur le cursus complet, dont 14 minimum en immersion entreprise [3].
- Le mini projet d'option de dernière année d'une durée de 90H. Pas de gratification à prévoir.

- Le stage de Master 1, en parallèle du semestre académique, semblable au mini projet d'option.
- Le stage de Master 2, semblable au stage ingénieur sans la contrainte CTI.

2.3 L'environnement de la plateforme partenariale

La plateforme partenariale dispose d'un espace dédié dans les bâtiments de l'établissement, il est composé de quatre parties distinctes :

- Une première partie (figure 4) composée d'un espace ouvert modulable à volonté. Il comporte 13 postes informatiques, donc potentiellement 13 places. Il est possible de rajouter des tables ou de positionner des manipulations expérimentales en fonction des projets traités dans cet espace.

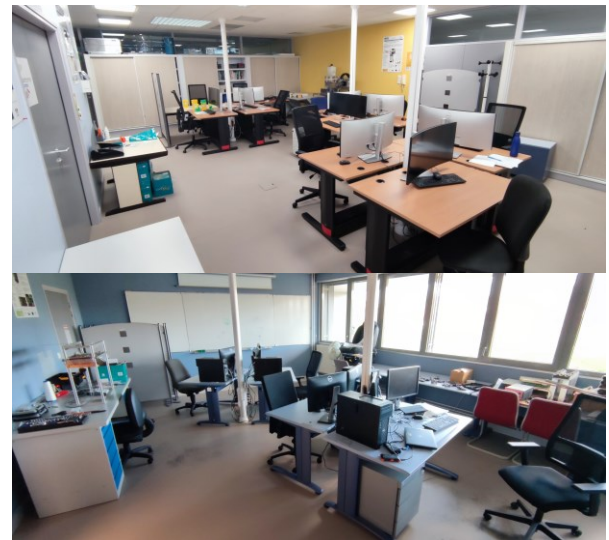


fig 4 : Accueil des étudiants : espace ouvert.

- Un second espace de prototypage orienté mécanique est visible figure 5. Il comprend de l'outillage standard (tournevis, clés, visseuse, scie...), trois imprimantes 3D à fils chauds, un petit centre d'usinage, une perceuse à colonne, un tour et une fraiseuse. Les équipements dangereux ne sont pas en libre-service, mais utilisable après formation avec un accompagnement.



fig 5 : Espaces de prototypage mécanique.

- Un espace réunion visioconférence (figure 6).



fig 6 : Salle de réunion/visioconférence.

- Enfin un dernier espace dédié au prototypage et au test électronique unique dans l'établissement est visible figure 7. Il est à noter que ce dernier espace est aussi mutualisé avec l'enseignement d'électronique au sein des formations de l'école [4-5].



fig 7 : Espace de prototypage/test pour l'électronique.

2.4 Les modalités de tarifications

Une tarification est proposée à l'entreprise pour la réalisation du projet. Le forfait d'accompagnement comprend :

- La mise à disposition d'équipements et de moyens matériels et logiciels,
- L'accueil des élèves ingénieurs dans des locaux adaptés au bon déroulement des projets,
- L'encadrement scientifique et technique.
- La gratification pour l'élève ingénieur (dans le cas des stages),

- Les consommables nécessaires à l'exécution du projet (Réalisation de prototypes, utilisation des moyens spécifiques, plateforme technique [6-7]).

Le montant total est intégralement éligible au crédit impôt recherche (30% en 2023) [8].

Pour les projets courts (Master 1 ou projet d'option), un forfait général est appliqué pour participation aux frais d'établissement.

Pour les projets longs (stages ingénieurs ou Master 2), le montant comprend la gratification de l'étudiant, le coût employeur de l'équivalent de 24 h TD qui sera reversé aux encadrants académiques du projet et un forfait de participation aux frais de l'établissement fonction de la taille de l'entreprise. (PME, ETI, Grandes Entreprises).

2.5 Organisation des projets

Le projet est totalement organisé autour de l'étudiant, il a une place centrale. C'est en effet lui qui va prendre le rôle de chef de projet entouré par le pilote de la plateforme (autrement dit le responsable), l'encadrement académique, l'encadrement de l'entreprise et les services supports de l'école, voir Figure 8.

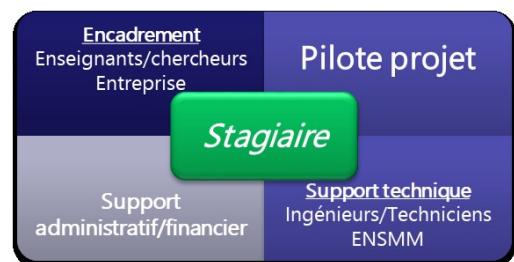


fig 8 : Constitution de l'équipe projet.

Dans un projet long, une réunion de l'équipe projet est organisée pendant 30 minutes chaque lundi matin durant un créneau réservé. À cette occasion, l'étudiant présente en 3 minutes le travail de la semaine écoulée et les propositions pour la semaine à venir. Le reste du temps sert pour les éventuels questions et commentaires sur le rapport hebdomadaire envoyé préalablement par le stagiaire à l'équipe projet le vendredi. À cette réunion hebdomadaire s'ajoutent trois points intermédiaires composés d'une réunion de démarrage, d'une réunion de mi-parcours et enfin d'une présentation de

fin de parcours. Les deux derniers points sont l'occasion pour l'étudiant de présenter l'avancement technique de son projet et d'éventuellement proposer un ajustement du planning.

Dans un projet court, les différentes parties se mettent d'accord sur le démarrage pour la fréquence d'un point régulier. Au minimum une réunion finale a lieu pour présenter les avancements du projet.

Dans tous les cas, une documentation technique sous la forme d'un rapport est remise à l'entreprise par l'étudiant à la fin du projet.

2.6 Cadre légale, Contrat de collaboration

Ce type de projet est encadré par un contrat de collaboration type signé entre l'établissement et l'entreprise. Il précise la nature des travaux (le sujet du projet/stage), les livrables (une réunion finale et un rapport technique), la confidentialité, la durée, la propriété intellectuelle et les éventuels recours légaux.

Pour les projets longs, en parallèle à ce contrat de collaboration, une convention de stage tripartite est signée entre l'étudiant, l'entreprise et l'établissement.

3 RETOUR ÉTUDIANTS – ENSEIGNANTS - ENTREPRISES

3.1 Étudiants

Dans un souci d'amélioration continue et de qualité, un sondage est effectué chaque semestre (Figure 9), le retour étudiant est très positif. Il est de 100% de satisfaction sur les 3 dernières années.



Questionnaire de satisfaction stagiaires Plateforme ENSMM

	Très satisfait	Satisfait	Assez satisfait	Insatisfait	Sans avis
1 Suivi et encadrement du projet					
2 Outils mis à disposition					
3 Espace d'accueil de projet					
4 Ambiance de travail					
5 Recommanderiez-vous la Plateforme					
6 Partenariale aux élèves-ingénieurs ENSMM ?	Oui	Non			Sans avis
7 Commentaires					

fig 9 : Questionnaire de satisfaction étudiant.

Ils apprécient le lien fort entre enseignements, réalisations et projet. Le retour global est qu'un projet à la plateforme leur permet de prendre conscience du panel technique et scientifique qui se trouve dans leur école. Le double encadrement apporte une grande satisfaction aux étudiants, il leur permet notamment de découvrir une autre facette du métier de leurs enseignants. Les sujets très innovants plaisent, et présentent de plus un aspect garanti de qualité, car déjà discuté et mis au point par l'équipe de la plateforme partenariale et l'entreprise et donc en parfaite adéquation avec le profil ingénieur SUPMICROTECH-ENSMM.

Le dispositif permet aussi à une catégorie d'étudiant à faibles moyens financiers de réduire le coût éventuel d'un changement de situation géographique, ou encore à d'autres en manque de confiance de se rassurer quant à leurs capacités à gérer un projet. Les étudiants en

décalage dans leur scolarité à cause d'un redoublement ou d'un accident peuvent eux aussi profiter de stages de qualité sans avoir de changement de situation géographique à supporter.

Les étudiants sont très satisfaits de pouvoir compter sur des méthodologies d'organisations et de travail proposés par la structure plateforme (réunions et rapport hebdomadaires, outils de gestion, diagramme de Gantt ...).

Le point plus négatif de cette structure et qu'elle compte pour la CTI comme une expérience de laboratoire et ne valide donc ni la condition des 14 semaines en entreprise et évidemment les 17 semaines de mobilité à l'international. C'est un point bloquant pour les étudiants bien que les sujets proposés à la plateforme les intéressent et que l'expérience soit très différente d'un stage en laboratoire.

En 2021, avec l'aide du service communication, les étudiants alors présents à la plateforme ont réalisé une vidéo de présentation à destination des autres étudiants, elle est visible en [9].

3.2 Enseignants

Le ou les enseignants impliqués dans l'encadrement d'un projet sont rétribués par 24 heures équivalent TD facturé à l'entreprise. Ces vingt-quatre heures sont partagées en fonction de l'implication de chacun dans le suivi du projet. Pour éviter toute surcharge du personnel, le nombre d'encadrements annuels de projets à la plateforme est limité à deux par enseignant (limité par le référentiel horaire de l'établissement).

L'encadrement des projets externes proposés par des entreprises par les enseignants est une parfaite source d'inspiration pour les futures évolutions des enseignements dispensés à SUPMICROTECH-ENSMM. Il permet entre autres de se confronter aux besoins réels de l'entreprise et de découvrir de nouveaux secteurs d'activités.

C'est aussi une opportunité pour démarrer de nouvelles collaborations avec les entreprises qui peuvent déboucher sur de l'apprentissage, des projets recherche (financement de bourses CIFRE...) et autres.

Le retour est globalement positif en ce qui concerne les enseignants, même si l'encadrement est évidemment chronophage, le personnel tire systématiquement un retour positif de ces collaborations.

3.3 Entreprises

Côté entreprise, tout comme pour les étudiants, un sondage leur est proposé (Figure 10). Le retour sur les trois dernières années est positif, les projets apportent entière satisfaction aux entreprises. C'est une façon pour certains de faire une veille technologique, de tester des solutions techniques innovantes, ou encore de préconcevoir des systèmes. C'est aussi un moyen mettre en contact le monde de l'entreprise avec la génération d'étudiants actuelle, ce qui parfois ne semble pas si simple pour le monde de l'entreprise. C'est aussi une façon de préparer d'éventuels recrutements.

1	Le suivi et l'encadrement du projet
2	La communication avec l'équipe projet
3	L'espace d'accueil de projet
4	La mise à disposition des ressources technologiques au projet
5	La gestion de projet (transmission des rapports, réunions, ...)
6	Niveau global de satisfaction du service rendu par la Plateforme Partenariale Note (0 à 10)
7	Seriez-vous prêt à solliciter la Plateforme Partenariale à nouveau dans le cadre de vos projets ?
8	Commentaires

Très satisfait	Satisfait	Assez satisfait	Insatisfait	Sans avis

Oui	Non	Sans avis

fig 10 : Questionnaire de satisfaction entreprise.

4 CONCLUSION

Ce papier présente le dispositif pédagogique Plateforme Partenariale de SUPMICROTECH-ENSM de Besançon. C'est un dispositif qui propose de mettre en relation le monde de l'entreprise et les étudiants au travers de stages ou de projets académiques courts au sein d'un espace dédié dans l'établissement. Le projet est encadré par du personnel de l'entreprise et des enseignants, l'entreprise a accès aux moyens technologiques dont dispose l'établissement.

L'expérience montre que le dispositif est bien adapté pour les entreprises qui ont l'habitude du cheminement de recherche et développement. Pour les autres entreprises, elles ont tendance à voir le dispositif comme un dispositif de sous-traitance, ce qu'il n'est pas. Il est donc de la vigilance du responsable du dispositif de veiller à sélectionner les projets qui rentrent dans le cadre de l'accompagnement plateforme pour garantir aux étudiants un projet et un suivi de qualité.

C'est un dispositif qui a fait ses preuves, puisque depuis 2012, une dizaine de projets sont réalisés chaque semestre et de nombreux partenariats ont pris naissance à la suite de ces projets.

Bibliographie

- [1] Supmicrotech-ENSM : <https://www.supmicrotech.fr>, consulté en mars 2023.
- [2] Plateforme partenariale : <https://www.supmicrotech.fr/fr/plateforme-partenariale>, consulté en mars 2023.
- [3] Commission des titres d'ingénieurs : <https://www.cti-commission.fr>, consulté en mars 2023.
- [4] J. Imbaud, D. Vernier, P. Abbé, F. Sthal, "Objet Connecté Personnel : ObCP", J3eA Vol. 21 pp. 2019, 2022, DOI: 10.1051/j3ea/20222019.
- [5] J. Imbaud, F. Sthal, D. Vernier, "Initiation à la conception de circuits imprimés en école d'ingénieurs", CET-SIS, Le Mans France, 2017.
- [6] Plateforme technologique MIMENTO : <https://www.femto-st.fr/fr/Plateformes-technologiques/Mimento-presentation>, consulté en mars 2023.
- [7] Autres plateformes technologiques disponibles : <https://www.femto-st.fr/fr/Plateformes-technologiques/autres-plateformes>, consulté en mars 2023.
- [8] Crédit impôt recherche : <https://entreprendre.service-public.fr/vosdroits/F23533>, consulté en mars 2023.
- [9] Vidéo de présentation des étudiants : <https://mediacenter.ens2m.fr/videos/?video=MEDIA210726120631446>, consulté en mars 2023.