

APPEL A PROJETS DE RECHERCHE COLLABORATIFS (PRC)
2016-2017



DECLARATION D'INTENTION

Date limite de dépôt : juin 2016

Cette description doit tenir en 2 pages

TITRE DU PROJET : Caractérisation environnementale des moyens de prototypage

Porteur universitaire : Olivier KERBRAT, ENS Rennes

Téléphone : 02.99.05.52.75 Mél. : Olivier.Kerbrat@ens-rennes.fr.....

Porteur industriel ou partenaire : Marc VAUTIER, Orange

Téléphone : 02.99.12.47.22/06.75.75.18.34..... Mél. : marc.vautier@orange.com

1. Objectifs :

Dès lors qu'on souhaite caractériser les impacts environnementaux d'un produit tout au long de sa vie, il convient de connaître les impacts liés à sa phase de développement et de prototypage. C'est notamment le cas pour des **boîtiers de l'Internet des objets** (petits systèmes électroniques en matériaux polymères) pour lesquels la phase de production est très majoritairement la plus impactante. Ainsi il est nécessaire de **maîtriser l'ensemble des impacts liés à la fabrication du boîtier**, depuis les phases de prototypage (impression 3D, stéréolithographie, coulée sous vide dans moules silicones, ...) jusqu'aux phases de production industrielle grande série (généralement injection plastique).

Les moyens de prototypage sont très peu étudiés du point de vue de leur caractérisation environnementale. En effet, ces technologies sont généralement pilotées par le triplet {coût-qualité-délai}, mais l'approche cycle de vie nécessite de s'intéresser de près aux consommations et rejets de ces procédés.

L'ENS Rennes développe actuellement une **méthode de caractérisation environnementale des machines d'impression 3D** (thèse de Mazyar Yosofi, co-financée par la région Bretagne et l'ENS Rennes). Cette méthode se base sur une analyse expérimentale des consommations et rejets des machines lors de la fabrication d'objets, suivie d'un traitement des données qui permet d'aboutir à des modèles prédictifs des impacts environnementaux et des coûts liés à la fabrication d'objets par des moyens de prototypage.

Ce projet de recherche collaboratif a pour ambition de déployer la méthode sur les machines des partenaires du réseau afin d'aboutir à une comparaison des performances environnementales des moyens de production de prototypes pour boîtiers en matériaux polymères. En complément seront étudiés d'autres technologie adaptés à la réalisation de ces pièces prototypes telles que la coulée sous vide de résine dans moules silicones ou l'usinage par enlèvement de matière.

Les finalités de ce PRC sont donc les suivantes :

- **Exploiter et améliorer la méthodologie de caractérisation développée à l'ENS Rennes ;**
- **Caractériser le parc machines des partenaires du réseau grâce à cette méthodologie ;**
- **Aboutir à des cartographies permettant de faire des choix de technologies de prototypage en prenant en compte le volet environnemental, associé à des données technico-économiques ;**
- **Développer un démonstrateur informatique utilisable par les concepteurs.**

APPEL A PROJETS DE RECHERCHE COLLABORATIFS (PRC)
2016-2017



DECLARATION D'INTENTION

Date limite de dépôt : juin 2016

Cette description doit tenir en 2 pages

2. Planning :

Le planning envisagé est le suivant :

- **M0 – M +1** : définition du cas d'étude (boitier représentatif de l'Internet des objets, en lien avec les besoins d'Orange) et recensement des machines de prototypage de l'ensemble des partenaires ;
- **M+1 – M+2** : première campagne d'acquisition chez les partenaires pour les technologies d'impression 3D ;
- **M+3** : traitement des données ;
- **M+4** : première version du démonstrateur informatique et de l'outil cartographie ;
- **M+5** : rédaction d'article sur la méthodologie ;
- **M+6 – M+8** : seconde phase d'acquisition chez les partenaires pour couvrir les autres technologies de prototypage ;
- **M+8 – M+9** : traitement des données et finalisation des outils d'exploitation des résultats ;
- **M+9 – M+11** : rédaction du second article, préparation rapport final et perspectives.

Rôle des différents partenaires :

Orange : fournit la modélisation 3D du cas d'étude et pilote l'analyse des résultats

ENS Rennes : apporte la méthodologie, les moyens de prototypage, et développe le démonstrateur informatique

Partenaires : mettent à disposition le parc machine pour réalisation des essais

Tous : contribuent aux réunions (lancement, avancement, finales) et à la rédaction des articles

3. Livrables :

Les livrables attendus sont :

- **Rapport sur la méthodologie employée (premier article)**
- **Cartographie de la performance technico-économique et environnementale du parc machine des partenaires du projet**
- **Démonstrateur informatique de l'utilisation en conception pour faire un choix de machine de prototypage**
- **Rapport sur le cas d'étude lié à l'Internet des objets (second article)**

APPEL A PROJETS DE RECHERCHE COLLABORATIFS (PRC)
2016-2017



DECLARATION D'INTENTION

Date limite de dépôt : juin 2016

Cette description doit tenir en 2 pages

3. Justification des moyens envisagés:

Ce projet sera réalisé en majeure partie par Mazyar Yosofi, doctorant à l'ENS Rennes, qui travaillera à plein temps sur ce projet (coût supporté par l'ENS : 70 k€). Les moyens envisagés couvrent l'achat de matériel expérimental complémentaire à celui déjà mis à disposition par l'ENS (dispositif de mesure de la consommation et traitement de données, machines d'impression 3D), les consommables associés aux essais chez les différents partenaires et les déplacements pour les phases d'acquisition chez les partenaires.

La subvention demandée au réseau EcoSD pour ce projet est estimée à 35 k€ :

- Acquisition expérimentale (wattmètre, sondes de tension, sondes ampèremétrique, PC pour traitement) : 6 k€
- Machines complémentaires au parc existants (si nécessaire) : 10 k€
- Déplacements pour les mesures chez les partenaires : 7 k€
- Consommables et coûts exploitation machine pour essais chez partenaire 1 : 3 k€
- Consommables et coûts exploitation machine pour essais chez partenaire 2 : 3 k€
- Consommables et coûts exploitation machine pour essais chez partenaire 3 : 3 k€
- Consommables et coûts exploitation machine pour essais chez partenaire 4 : 3 k€

Synthèse budget : 105 k€ (apport ENS Rennes : 2/3, subvention demandée à EcoSD : 1/3)

En fonction du nombre de partenaires impliqués dans le projet et leur parc machine, la répartition du budget pourra être amenée à évoluer.

4. Perspectives du PRC (en terme de réponse à des appels à projets futurs (ADEME, ANR, UE...) :

Deux articles à soumettre en revue internationale à comité de lecture seront rédigés au cours de ce projet : un sur la méthodologie, un sur les résultats comparatifs des machines

Une proposition de contribution à la commission de normalisation UNM 920 (fabrication additive) dans laquelle nous sommes impliqués est envisagée, sur le modèle des normes d'évaluation environnementale des machines-outils (ISO 14955-1 et 14955-2) auxquelles nous avons contribué.

Des poursuites de projets (ADEME par exemple) sur le couplage de la performance environnementale et des performances technico-économiques des moyens de production sont également envisagées.

Partenaires du réseau ECOSD impliqués (préciser le nom du contact) :

Académiques : Supmeca (D. Millet), I2M (N. Perry), Arts&Métiers Paris (F. Segonds), autres partenaires à identifier lors du lancement du projet en septembre 2016

Industriels/partenaires : Orange (M. Vautier), autres partenaires à identifier lors du lancement du projet en septembre 2016

Partenaire hors réseau ECOSD impliqués :

Organisme gestionnaire souhaité :

ENS Rennes.....