

## FICHE DE SOUMISSION PRC

### PROJET DE RECHERCHE COLLABORATIFS (PRC) 2017

**Date limite de dépôt : 01/06/2017 ; Les porteurs de projet devront présenter leur projet lors de la réunion du CA en juin 2017 (5mn + 5mn de questions)**

Cette description ne doit pas dépasser 4 pages

#### 1 Description courte du projet

**Titre du projet : Nouveau Paradigme d'Eco Conception de Systèmes Complexes** .....

**Type de projet :**      Projet de Recherche Collaboratif (<=30KE)      Pré-PRC Exploratoire (<=10KE)

**Subvention demandée :**      28,7 KE

**Porteur universitaire : SUPMECA /COSMER / D. Millet** .....

**Téléphone :**      04 83 16 66 17 ..... **Mél. :**      dominique.millet@univ-tln.fr .....

**Porteur industriel : EVEA / S. LePochat** .....

**Téléphone :**      ..... **Mél. :** s.lepochat@evea-conseil.com .....

#### 2. Enjeux scientifiques et techniques du projet de recherche collaboratif:

De nombreuses méthodes d'écoconception ont été développées depuis 30 ans pour concevoir des produits plus compatibles avec le concept de développement durable. Mais ces méthodes d'éco-conception s'adressent majoritairement à des systèmes simples (méthodes génériques type ACV simplifiée, EcoPas, LIDS Wheel ou méthodes plus spécifiques type Design for (Df) recycling, Df low energy in use, Df eco-logistique, Df cleaner production). De plus, leur logique conduit généralement à une intervention limitée à une évaluation a posteriori et ne permettent généralement pas une intervention dans les phases amont du processus de conception.

Parmi les initiatives visant à développer des méthodologies d'aide à la conception focalisé sur une phase du cycle de vie, on peut citer l'approche de *Favi et al*, qui propose une approche multi-objectifs dont les critères sont les matériaux, la fabrication et l'assemblage. Sur la phase d'utilisation *Wang et al*, utilise l'approche CSP afin d'aider l'équipe de conception à concevoir une gamme de produits qui répondent à différents scénarios d'usage réels. *Popoff et al*, propose de pondérer l'importance des critères fonctionnels à partir de l'attractivité des utilisateurs. Pour la fin de vie, *Marconi et al*, ont développé un algorithme permettant d'attribuer au composant d'un produit le scénario de fin vie le mieux adapté. En considérant les matériaux, le type de composants, les coûts de fabrication la stratégie de l'entreprise ou encore la durée de vie résiduelle. *Tchertchian et al*, ont développé un algorithme de classification des composants (recyclable ou remanufacturable) ou de regroupement modulaires par affinité en fonction des critères de cout, d'impacts environnementaux, de fiabilité, d'obsolescence et de commonalité au sein d'une gamme.

Pour éviter de longues et coûteuses itérations entre conception de systèmes et évaluation environnementale a posteriori, nous avons la conviction de la nécessité de faire émerger un nouveau paradigme d'écoconception pour les systèmes complexes. Ce changement de paradigme résulte du constat que les optima (multicritères puisque correspondant à une large variété de catégories d'impact) dans les combinatoires de choix en matière de matériaux, procédés de fabrication, de modes de transport, de scénarios d'utilisation et de segments d'utilisateurs, de business models, de types de maintenance et de modes de traitement en fin de vie ne peuvent être identifiés intuitivement ni résulter d'un processus séquentiel de sélection d'optima locaux successifs.

Dans cet esprit de changement de paradigme, nous proposons dans ce PRC une solution basée sur une hybridation du raisonnement CSP (Constraint Satisfaction Problem) avec les méthodes et outils de l'écoconception.

L'objectif de ce PRC est d'établir la faisabilité de cette hybridation en démontrant sur des cas concrets que les contraintes peuvent être formalisées de façon générique.

Cette rupture méthodologique nécessite des travaux de recherche coordonnant des expertises en optimisation de systèmes et en modélisation des aspects environnementaux et une confrontation aux réalités industrielles d'un concepteur de systèmes complexes.

## FICHE DE SOUMISSION PRC

### PROJET DE RECHERCHE COLLABORATIFS (PRC) 2017

**Date limite de dépôt : 01/06/2017 ; Les porteurs de projet devront présenter leur projet lors de la réunion du CA en juin 2017 (5mn + 5mn de questions)**

Cette description ne doit pas dépasser 4 pages

#### 3. Finalités et Objectifs du projet de recherche collaboratif:

Dans ce PRC nous proposons de repenser le processus de raisonnement d'écoconception, en agrégeant rigoureusement dès le départ l'ensemble des contraintes associées aux impacts environnementaux pour préciser le problème de conception de manière systémique et pouvoir lancer un processus d'exploration systématique et informatisé des solutions satisfaisant tous les objectifs à la fois. Techniquement, cette nouvelle approche d'écoconception prend appui sur une modélisation du problème environnemental par contrainte (CSP) et une résolution par une propagation des contraintes basée sur un algorithme d'optimisation adapté à la complexité de la problématique environnementale.

Ce changement de paradigme de méthode d'écoconception proposé se traduit par des objectifs ambitieux, novateurs et porteurs d'un gisement important :

- En considérant l'impact des problématiques environnementales sur un raisonnement CSP. Pour cela il est nécessaire de faire une étude des besoins de modélisation en éco-conception. Puis de comparer ces besoins aux capacités de modélisation de l'approche CSP. Deux types de problème de conception de systèmes seront étudiés : le dimensionnement et la synthèse d'architecture. Pour ces 2 types de problèmes, l'objectif est d'identifier les variables de conception, leur nature et les contraintes qui leurs sont associées.
- En identifiant et en modélisant les différentes composantes qui régissent une évaluation environnementale dans le but d'optimiser les performances environnementale du système. Pour cela nous proposons de formaliser les contraintes significatives qui influent sur les impacts environnementaux lors des 3 blocs de phases du cycle de vie (Extraction + fabrication + logistique, Utilisation + maintenance, Fin de vie) :

1. Sur la phase d'extraction fabrication logistique, les impacts seront sensibles à des caractérisations détaillées de la conception du produit comme les dimensions qui régissent la quantité de matériaux à utiliser, leur localisation, les procédés de fabrication ...
2. Sur la phase d'utilisation / maintenance, les impacts seront sensibles au profil de comportement des utilisateurs, aux dérives d'usage potentielles permises par le système, à l'efficacité de modules d'éco-feedback, à une maintenance rigoureuse...
3. Sur la phase de fin de vie (exemple illustré par la figure 1), les impacts seront sensibles à la stratégie choisie (recyclage, remanufacturing, ...), à l'état du produit, aux nombres de cycle d'utilisation, à l'efficacité réelle de la filière de valorisation retenue.

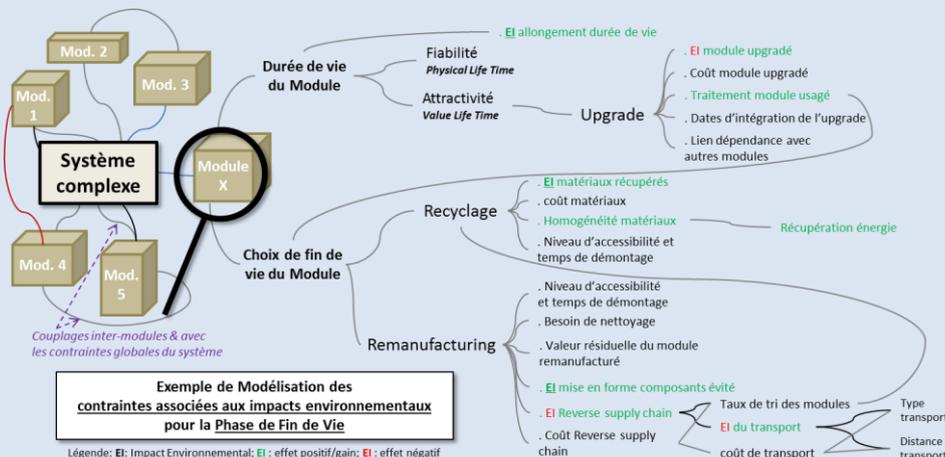


Figure 1 : Exemple de modélisation pour la phase de fin de vie

Il devient ainsi possible d'explorer différentes configurations de problèmes, favorisant la capacité d'éco-innovation. En effet en traduisant le problème en contraintes de conception que l'on peut faire varier, c'est tout un pan d'explorations nouvelles qui peut être mené.

## FICHE DE SOUMISSION PRC

### PROJET DE RECHERCHE COLLABORATIFS (PRC) 2017

**Date limite de dépôt : 01/06/2017 ; Les porteurs de projet devront présenter leur projet lors de la réunion du CA en juin 2017 (5mn + 5mn de questions)**

Cette description ne doit pas dépasser 4 pages

#### 4. Descriptif détaillé des tâches du projet de recherche collaboratif:

Nous proposons avec ce PRC de spécifier le cadre et les exigences de modélisation pour l'écoconception de systèmes complexes ; ce qui permettra d'identifier puis de définir les briques manquantes au sein de l'environnement de résolution des modèles CSP.

En parallèle nous proposerons une démarche pour formaliser un système complexe sous forme de Contraintes Environnementales (CE) génériques propres à chaque phase du Cycle de vie (extraction-fabrication- logistique, utilisation – maintenance et fin de vie). Une modélisation par contraintes sera mise en œuvre sur 3 modules/produits, issus de différents secteurs industriels (à identifier au début du PRC).

Il conviendra, enfin, d'établir les bénéfices réels par rapport aux moyens à mettre en œuvre pour modéliser le système à l'aide de CSP. Pour cela nous proposons de comparer les résultats obtenus en terme de résultats mais aussi de moyens par rapport à une ACV paramétrée.

N°	Intitulé de la tâche	Responsable de tâche + Participants actifs	Autres membres du groupe de travail	Intitulé du livrable avec valeur créée pour le Réseau EcoSD	Délais de livraison
1	Analyse des problèmes d'écoconception en CSP	Supmeca/COS MER LS2N	EVEA	* Spécifications des briques manquantes au sein de l'environnement de résolution pour traiter des CE * Identification des cas d'étude	2 mois (L1)
2	Modélisation des contraintes associées aux impacts environnementaux d'un SC	LS2N Supmeca/COS MER	EVEA	* Formalisation des Contraintes Environnementales (CE) génériques -phases extraction + fabrication+ logistique -phases utilisation + maintenance -phase de fin de vie	2 mois (L2)
3	Etude de cas *secteur petit appareil  *secteur automobile	Supmeca/COS MER LS2N	EVEA PSA ...	* Modélisation CSP des 3 cas d'application (L3.1) -composant simple (dimensionnement) -sous-ensemble (config & dim) -Système complexe (granularité forte) : véhicule électrique * Analyse des bénéfices/ coûts d'une modélisation CSP par rapport à une ACV paramétrée (L3.2)	6 mois (L3)

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8
Tache 1		L1						
Tache 2			L2					
Tache 3								L3.1 L3.2
Ingénieur								
Master								

Figure 2 Planning des tâches

## FICHE DE SOUMISSION PRC

### PROJET DE RECHERCHE COLLABORATIFS (PRC) 2017

**Date limite de dépôt : 01/06/2017 ; Les porteurs de projet devront présenter leur projet lors de la réunion du CA en juin 2017 (5mn + 5mn de questions)**

Cette description ne doit pas dépasser 4 pages

#### **5. Coût total du PRC, subvention demandée à EcoSD et justification des moyens envisagés:**

*(Précisez les principales dépenses – stagiaires, cdd, mois\*personne considérés avec le taux mensuel, consommables, petits équipements, déplacements... et l'utilité de ces dépenses dans la réalisation des tâches)*

- 1 Ingénieur de recherche pendant 6 mois (21.6KE)
- 1 Master recherche 6 mois (3.5KE)
- 3 réunions d'avancement du projet (1KE)

#### **5. Mode de valorisation des résultats du PRC et perspectives du PRC**

*(indiquez sous quelle forme les résultats seront publiés, notamment dans le cadre de la collection EcoSD / Presse des Mines ;*

*Précisez les perspectives en terme de réponse à des appels à projets futurs (ADEME, ANR, UE...) ou en terme de reconnaissance pour EcoSD ou ... )*

Les résultats seront livrés sous la forme de rapport, un rapport par livrable.

Quatre livrables seront rédigés : L1, L2, L3.1 et L3.2. Le contenu sera soumis pour une publication scientifique dans une revue de type Journal of Cleaner Production.

Les études menées durant ce PRC devront valider le choix d'une approche CSP comme moyen de modélisation de systèmes complexes dans un but d'écoconception. Avec le support de 3 cas de conception dans différents secteurs nous avons l'ambition de fournir, pour chaque cycle de vie du produit/ système, une formalisation des Contraintes Environnementales génériques. L'objectif, avec ce PRC est de montrer que EcoSD, acteur reconnu pour l'amélioration et enrichissement de méthodologies existantes (LCA, DFR, DFS...) est aussi un acteur majeur pour faire émerger de nouveaux concepts/nouvelles approches révolutionnaires de type NPECS.

Les développements accomplis au cours de ces 8 mois d'étude permettront de soumettre un projet à l'AAP ANR en 2018. L'objectif de soumettre un programme de recherche à l'ANR est de pouvoir développer les outils nécessaires aux concepteurs afin qu'ils puissent exprimer le plus naturellement possible les problèmes d'écoconception au moyen d'une approche CSP. Cela implique le développement d'un environnement de résolution (ou l'adaptation d'un environnement de résolution existant) incluant une interface de programmation adaptée au langage du concepteur et de nouveaux éléments algorithmiques permettant de traiter les nouveaux éléments de modélisation.

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

Académiques : Supmecca/COSMER .....

LS2N (en cours d'adhésion) .....

Industriels : EVEA, PSA.....

**Partenaire hors réseau ECOSD impliqués :** .....

**Organisme gestionnaire envisagé :**

Supmecca/COSMER.....