

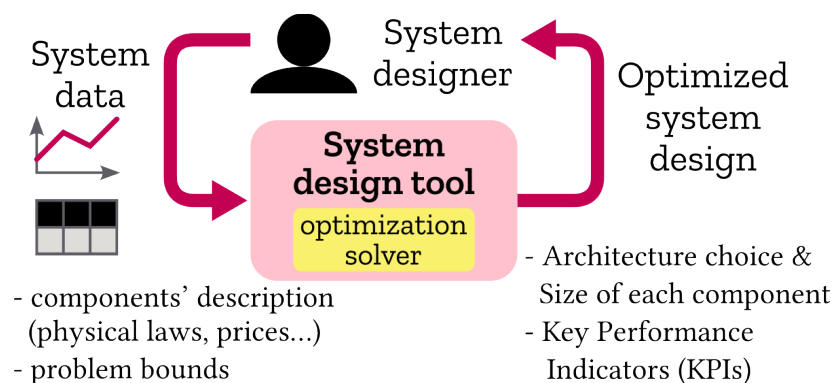
Offre de stage de Master 2024

« Conception Optimale Structurée »

Mots clés : conception système, optimisation globale, problème MINLP, Julia, énergie

1 Contexte et objectifs

En ingénierie, la **conception des systèmes** (avion, moteur électrique, logiciel...), en particulier la phase très amont appelée « préconception », peut se faire par essais erreurs. S'il s'avère des années plus tard que des choix structurants (architecture) étaient inadéquats, les conséquences sont très coûteuses (difficulté de tout changer tardivement). Une alternative plus souhaitable est d'utiliser une **démarche de conception rationnelle** basée sur des outils d'optimisation et de résolution de contraintes. Un tel outil ressemblerait à cela :



Nous souhaitons développer un outil pour l'optimisation de la conception de système, en particulier les choix architecturaux et les paramètres associés à ces choix. Cet outil s'appuierait sur la formalisation du problème de conception sous forme d'un problème d'optimisation caractérisé par les éléments suivants :

1. des **choix architecturaux**, représentables par des variables **discrètes** $z \in \mathbb{Z}$
2. des **inconnues** géométriques (dimensions...), électriques (courant, champ magnétique...) ou autres, représentables par des variables **réelles** $x \in \mathbb{R}$
3. des **objectifs** ou des **contraintes** à satisfaire qui dépendent généralement de façon **non linéaire** des variables précédentes (e.g. physique : saturation ferromagnétique...)

La combinaison de ces éléments constitue un problème d'optimisation de classe **MINLP** : **Mixed Integer** (→ mélange de variables continues et discrètes) **NonLinear Program** ("Program" au sens de la Recherche Opérationnelle, synonyme de problème d'optimisation). Cette classe de problème est particulièrement difficile à résoudre (car avec deux sources de non-convexité : non-linéarités et variables discrètes). La communauté de la Recherche Opérationnelle a fait de grands progrès ces dernières années pour résoudre les MINLP, avec la création de plusieurs solveurs open source ([SCIP](#), [Alpine](#)) et commerciaux ([Baron](#), [Knitro](#)). Néanmoins, l'utilisation de ces solveurs « avancés » nécessite une phase de prise en main.

Objectifs et contributions attendues

L'objectif principal de ce stage est d'identifier et de comparer différents **solveurs d'optimisation** et d'évaluer leur capacité à résoudre un problème d'optimisation MINLP (converge, temps de calcul, dimension...) afin de déterminer s'ils peuvent être utilisés dans le cadre de la conception optimisée.

Un **cas d'étude** du domaine de l'**énergie** et/ou du génie électrique servira de benchmark pour la formalisation du problème d'optimisation et l'étude comparative. Le choix du cas d'étude se fera en collaboration avec le laboratoire de génie électrique [GeePs](#).

Le travail se fera dans l'écosystème du langage open source **Julia**, très dynamique en optimisation (avec [JuMP](#)) et en modélisation physique.

Pour finir, en fonction de l'avancement du premier objectif, le stage pourra explorer l'aspect « structuration » de l'outil de conception que l'on cherche à créer. Il s'agira de voir comment rendre **modulaires** et **réutilisables** les modèles développés pour le cas d'étude, alors que les langages de modélisation d'optimisation (ex. : [JuMP](#)) ont une structure « plate » (liste de variables et de contraintes sans structuration). On pourra s'inspirer du langage [Modelica](#) qui est très bien outillé pour structurer les modèles complexes.

2 Profil recherché

Niveau d'étude : dernière année de formation **Master 2** ou Ingénieur

Le ou la candidate devra disposer de connaissances en optimisation et programmation (calcul numérique) en Python, Matlab ou Julia. Des compétences en génie électrique (pour les cas d'application) serait un plus.

Éléments à transmettre :

- un CV
- relevé de notes (typiquement : L3, Master 1 et début de Master 2 si disponible)

3 Contexte du stage

- **Laboratoire** : Institut d'Electronique et des Technologies du numéRique (**IETR**), UMR CNRS 6164 <https://www.ietr.fr/>
 - équipe AUT : automatique appliquée à l'énergie <https://www.ietr.fr/equipe-aut-automatic-control>
- **Localisation** : CentraleSupélec, campus de **Rennes** http://www.rennes.centralesupelec.fr/index.php/fr/acces_fr
- **Date** de démarrage : **début 2024** (durée de 6 mois)
- **Gratification** : ≈600€/par mois
cf. <https://entreprendre.service-public.fr/simulateur/calcul/gratification-stagiaire>
 - Financement : projet supporté par l'appel à projets exploratoires du laboratoire « PEPS IETR » 2024

4 Contacts

Candidature à envoyer à Pierre Haessig <pierre.haessig@centralesupelec.fr> et Nabil Sadou <nabil.sadou@centralesupelec.fr>, enseignants-chercheurs CentraleSupélec IETR.