

GROUPE RENAULT



**PROPOSITION DE SUJET DE THESE
CAMPAGNE 2021**

Direction (en clair) : **DEA-TD**

Service : **68193**

Tuteur proposé : **Yves Tourbier**

E-mail : **yves.tourbier@renault.com**

TITRE DE LA THESE : Détection et présentation d'un scénario de crash

1 - Descriptif du thème de recherche et du sujet de thèse associé (1 page maximum) :

Thème et problématique de recherche

La réduction de modèle représente une rupture importante dans les techniques d'optimisation, elle remplacera la méthode des plans d'expériences dans la conception par calcul à brève échéance. Renault développe cette méthode en crash depuis plusieurs années avec des résultats prometteurs pour l'optimisation de la structure du véhicule. Le nombre de calculs crash nécessaire à l'optimisation diminue beaucoup par rapport à la méthode des plans d'expériences.

L'objectif de la recherche est d'exploiter la réduction de modèle pour extraire un scénario de crash, expliquer le fonctionnement d'un calcul et proposer des améliorations des critères du cahier des charges à partir de ce seul calcul.

Question de recherche / verrous scientifiques adressés par la thèse

L'analyse d'un calcul crash est une tâche coûteuse pour les ingénieurs structure, elle limite le nombre de calculs que ceux-ci peuvent gérer en une journée ou dans une étude. La réduction de modèle en cours de développement chez RENAULT et dans le consortium de recherche avec ESI permet de représenter un crash sous une forme simplifiée, en éliminant les phénomènes de second ordre, mais elle ne donne pas une représentation claire du scénario de crash. Les travaux proposés visent à construire un scénario hiérarchique et causal : distinguer les événements (contacts, propagation d'ondes, début de déformation, changement de chemin d'effort, rupture, déchirure...) en premier et second ordre, donner une suite de causes et d'effets. La recherche d'un scénario sera ensuite étendue à un domaine paramétrique (épaisseurs, matériaux, formes, liaisons, trous...) pour montrer les causes des changements de scénario. Par exemple détecter le seuil sur l'épaisseur d'une pièce qui provoque un changement de scénario de crash, détecter le point de soudure critique qui est à l'origine de la dispersion des performances...

Les difficultés identifiées :

- La simulation crash est lourde et génère un grand volume de données, l'extraction d'un scénario s'apparente à de la fouille de données. Le scénario est une suite d'événements qu'il faut séparer en niveaux d'importance ;
- Le calcul crash est numériquement dispersé, répéter un calcul avec les mêmes entrées donne des résultats différents. Chaque répétition a son propre scénario, il faut chercher un scénario « moyen » et / ou détecter les changements de scénario. Par exemple une pièce peut flamber vers la gauche ou vers la droite, ce qui donne une bifurcation dans le scénario ;

Etat de l'art scientifique

La thèse pourra bénéficier des résultats de plusieurs thèmes de recherche actuellement très actifs dans les laboratoires universitaires :

- Explicabilité de l'IA, en particulier la construction de réseaux de neurones hiérarchisés (premier et second ordre de précision) ;
- Topological Data Analysis (TDA). La TDA permet de décrire de façon très concise l'évolution temporelle d'une structure, elle permettra d'extraire des variables explicatives pour estimer un modèle réduit explicatif ;
- Causalité. La recherche de relations causales dans des gros volumes de données permettra de trier les nombreuses corrélations constatées dans un calcul.

2 - Objectifs et contribution aux axes R&AE de Renault (1/4 page(s) maximum) :

Au travers du plan « Drive the Future », RENAULT est engagé dans la réduction des délais de conception. La durée des études d'optimisation de la structure, pour en réduire la masse à iso performances, doit aussi être réduite. L'objectif est de mieux intégrer ces études dans le processus V3P pour les rendre systématiques. Le travail proposé vise à accélérer l'analyse des résultats de calcul crash, et mieux détecter les causes de défaillance (root causes).

3 - Intérêt du travail de Recherche pour l'Entreprise (3/4 page(s) maximum) :

Etat de l'art chez Renault

La détection de root causes et les contremesures associées sont des tâches coûteuses dans le processus de conception par calcul. Une étude de recherche de causes prend en général plusieurs semaines.

Complémentarité des travaux proposés / existant chez Renault

La recherche de root causes est actuellement manuelle et nécessite de nombreux calculs crash. La constitution d'une base de données des cas problème / solution est envisagé mais cette méthode ne peut détecter que des cas déjà rencontrés. L'extraction automatique d'un scénario de crash ne nécessiterait pas d'entretenir une base de connaissances.

Retombées attendues pour Renault / Evaluations des retombées

La thèse proposée complètera les outils existants pour améliorer la qualité des simulations. Les outils développés pourront être intégrés à l'outil de réduction de modèle d'ESI (fournisseur du logiciel PAM-CRASH utilisé pour la simulation du crash chez RENAULT et NISSAN). L'outil pourra accélérer et automatiser l'analyse des résultats de crash.

4 - Description des activités de recherche (1 page maxi) :

Liste des activités de recherche et méthodes utilisées

- Détection d'un ensemble d'événements élémentaires (initiation d'un contact entre deux pièces, rupture d'un point de soudure...). Cette partie exploitera des connaissances métier et la Topological Data Analysis ;
- Assemblage des événements en un scénario par sélection des événements élémentaires permettant de prédire les critères de cahier des charges (scénario expliquant les résultats). Cette partie exploitera les outils réduction de modèle 3D et causalité ;
- Présentation du scénario de façon synthétique, du global au local. Cette partie implique les travaux sur l'explicabilité de l'IA ;
- Proposition de directions d'amélioration des critères de cahier des charges (partie « intervention » dans le thème causalité).

Articulations des activités entre RSA et labo

La partie applicative de la thèse, nécessitant l'utilisation des modèles de simulation RENAULT et de moyens de calcul importants, sera réalisée principalement dans les locaux de RENAULT (TCR, CTL, CA). Une répartition du temps de travail de 80% chez RENAULT et 20% au laboratoire sera proposée, à négocier.

Principaux livrables

Le travail de thèse requiert principalement des compétences en mathématiques appliquées mais la mise en œuvre concrète nécessite de solides compétences en informatique (programmation de maquettes uniquement).

- Apprentissage des outils RENAULT de calcul, en particulier la dynamique rapide. Le résultat est un document présentant des scénarios de crash types ;
- Etat de l'art des méthodes de réduction, en particulier celles développées dans le consortium ESI / RENAULT ;
- Contribuer au consortium de recherche ESI / RENAULT sur la réduction de modèle, adapter la méthode de réduction de modèle à la construction d'un scénario ;
- Proposer des méthodes de visualisation d'un scénario de crash simple à comprendre et manipuler par un expert calcul ;
- Publier les travaux dans la communauté des chercheurs sur la réduction de modèle pour faire accepter les méthodes proposées, participer aux échanges inter-constructeurs via la SIA.

5 - Choix du ou des laboratoire(s) de recherche

- Y a-t-il un ou plusieurs laboratoires sélectionnés. Justifiez votre choix
 - o Laboratoire de mathématiques de l'UTC (spécialistes des systèmes dynamiques et de la réduction de modèle)
 - o ENSAM Paris (spécialiste des systèmes dynamiques et de la réduction de modèle)
- Liens éventuels avec « chaires » et/ou instituts collaboratifs
 - o A priori aucun. RENAULT a une chaire avec l'UTC mais pas dans le domaine des mathématiques appliquées

6 - Compétences requises du futur thésard

Connaissances requises

Le travail de recherche est principalement dans le domaine « mathématiques appliquées », en particulier les modèles dynamiques, la statistique et le machine learning. Le lien avec les applications métier est cependant indispensable, la connaissance de la dynamique rapide serait appréciée.

Formation souhaitée

Ecole d'ingénieur généraliste avec option mathématiques appliquées, ou formation universitaire en mathématiques appliquées à la physique.

Aptitudes personnelles souhaitées

- Grande autonomie en programmation, capacité à tester rapidement des idées nécessitant de la programmation et l'usage de packages open source ;
- Capacité à travailler en groupe

7- Avez-vous déjà présélectionné un ou plusieurs candidats ? Si oui, veuillez joindre CV et lettre(s) de motivation

Non.

Un stage sur la réduction de modèle 3D commencera en Mars, qui permettra de tester les motivations et les capacités d'un premier candidat.

Avis du ou des Experts Leaders porteurs du sujet (dont niveau de priorité)**Nom/Prénom : Bécamel William****Avis argumenté de façon détaillée :**

L'enjeu des années à venir est double, réduire nos couts de développement / validation et être de plus en plus rapide pour la mise sur le marché de nos projets. Dans ce cadre, nous revoyons nos plans de développement avec des boucles de conception toujours plus courtes. Pour répondre à cette tendance, il nous faut être capable d'analyser les résultats de calculs rapidement, comprendre les défaillances et concevoir bon du premier coup pour éviter des remises en cause tardives dans la phase physique.

Les travaux proposés dans cette thèse sont une voie importante pour répondre à l'objectif d'analyse rapide des calculs crashes qui peuvent nécessiter plusieurs semaines. Le gain de temps permettra d'assurer une convergence technico-économique robuste, en amont des phases physiques. En fonction des résultats, cette approche devra ensuite se généraliser à d'autres physiques : endurance / fiabilité, aérodynamique, NVH, ...

Signature :

Noms/Prénoms + signatures		
Demandeur	Directeur opérationnel	Directeur Partenariats R&AE & Financements publics
Yves Tourbier	Olivier Colmard	Eric Lebeau
		