

SOUTENANCE DE THÈSE

M. Ayyoub Imakhlaf

Soutiendra sa thèse de doctorat sur le sujet :

**Utilisation des diagrammes de décision binaires dans
l'analyse des arbres de défaillance cohérents et
non-cohérents en présence d'imprécision**

Unité de recherche : *Heudiasyc – UMR CNRS 7253*

Le jeudi 11 mars 2021 à 8h30

En Visio conférence en suivant ce lien :

<https://utc-fr.zoom.us/my/mohamed.sallak>

Devant le jury composé de :

M. Georges Oppenheim, professeur émérite, membre examinateur,
Université Gustave Eiffel, Champs Sur Marne

M^{me} Julie Beugin, chargée de recherche, membre examinateur
IFSTTAR de Lille

M. Walter Schön, professeur des universités, président de jury,
Université de technologie de Compiègne, Heudiasyc, UMR CNRS 7253,

M. Éric Chatelet, professeur des universités, membre rapporteur,
Université de technologie de Troyes, UMR CNRS 6279

M. Jérémie Guiochet, maître de conférences, membre rapporteur,
Université de Toulouse III, IUTA-GEII, LAAS-CNRS

M. Mohamed Sallak, maître de conférences, directeur de thèse,
Université de technologie de Compiègne, Heudiasyc, UMR CNRS 7253

M. Sébastien Destercke, chargé de recherche, membre invité
Université de technologie de Compiègne, Heudiasyc, UMR CNRS 7253

Résumé

Les études de sûreté de fonctionnement sont intrinsèquement liées à la présence des incertitudes. Des études ont porté sur l'analyse du type d'incertitude auquel on peut se confronter et elles ont mis en avant une différence entre une incertitude provenant de la variabilité d'une variable (ou phénomène) et une incertitude épistémique provenant d'un manque d'information (ignorance). Le fait de pouvoir prendre en compte cette différence permet aux ingénieurs de faire des études plus fidèles aux données réellement disponibles. Le choix d'une représentation des données s'effectue tout d'abord selon la nature des données à représenter. Dans le cadre de nos travaux, la méthode d'analyse choisie est celle des arbres de défaillance. Un événement indésirable est donc représenté par une formule Booléenne fonction des événements de base. Ces événements de base sont représentés grâce à des variables Booléennes. Dans la théorie classique de l'analyse par arbres de défaillance, les arbres de défaillances sont des fonctions Booléennes monotones (appelés arbres de défaillance cohérents). Cependant, cette théorie a été étendue à des arbres de défaillances non monotones (non-cohérents).

Dans le cadre de cette thèse, nous nous sommes posé la question suivante "quelle est la probabilité d'occurrence d'un événement indésirable si les probabilités d'occurrence de ses événements de base sont imprécises?" Autrement dit si ces probabilités sont données sous forme d'intervalles. En tentant de répondre à cette question nous nous sommes rendus compte que la difficulté provient de la structure de l'arbre de défaillance qui lie cet événement indésirable à ses événements de base. En effet, les arbres de défaillance se décomposent en deux catégories : arbres de défaillance cohérents et arbres de défaillance non-cohérents.

Prendre en considération les arbres de défaillance non-cohérents dans le cas où les probabilités d'occurrence des événements de base sont imprécises crée un réel défi calculatoire et répondre à ce défi fût la principale motivation de cette thèse.

D'un autre côté, les arbres de défaillance non-cohérents créent aussi un défi au niveau du calcul des facteurs d'importance des événements de base. Concernant ce point, un travail de recherche est nécessaire, que ce soit dans le cas où les probabilités d'occurrence des événements de base sont imprécises mais aussi dans le cas où elles sont précises.

Actuellement, le calcul de la probabilité d'occurrence d'un événement indésirable dans le cas imprécis est traité seulement dans le cas cohérent. Quelques chercheurs ont tenté de traiter le cas non-cohérent, mais les méthodes proposées nécessitent de grands calculs ce qui les rends inutilisable.

En ce qui concerne le calcul des facteurs d'importance, il existe actuellement un facteur d'importance pour les événements de base d'un arbre de défaillance non-cohérent mais il nécessite la réécriture de la fonction de structure de l'arbre de défaillance dans une forme particulière pour donner le bon résultat. Un autre facteur d'importance a été publié récemment en parallèle de nos travaux, ce facteur donne le bon résultat sans condition.

La contribution de cette thèse est de proposer des méthodes pour pouvoir répondre à la première question qu'on s'est posée, mais aussi de proposer des solutions pour calculer les facteurs d'importance des événements de base d'un arbre de défaillance non-cohérent et ceci dans le cas : précis et imprécis.

Nous proposons deux méthodes qui permettent de calculer la probabilité d'occurrence d'un événement indésirable. La première est développée dans le cadre de la théorie des fonctions de croyance et elle est basée sur une des méthodes trouvée dans la littérature. Nous avons eu l'idée d'utiliser les diagrammes de décision binaire pour réduire la quantité de calcul effectué dans la méthode originale. Quant à la seconde, elle est donnée dans le cadre de la théorie des probabilités imprécises et elle permet de donner des résultats satisfaisants dans un temps relativement court (le même temps qu'aurait pris le calcul si les probabilités étaient précises).

Nous proposons aussi une réinterprétation du facteur d'importance de Birnbaum qui n'est défini que pour les événements de base d'un arbre de défaillance cohérents. Cette réinterprétation permet d'étendre ce facteur d'une manière triviale aux événements de base d'un arbre de défaillance non-cohérent. Le résultat obtenu est le même que ceux qu'on trouve avec les deux méthodes proposées dans la littérature.