

• **Description du tutoriel (2 phrases) :** Présentation et application de la théorie des fonctions de croyance dans le cadre de l'apprentissage automatique.

• **Description détaillée du tutoriel :** L'objectif de ce tutoriel est de présenter les concepts de base de la théorie des fonctions de croyance (également nommée théorie de Dempster-Shafer ou théorie de l'évidence) et de les mettre en œuvre dans le cadre de l'apprentissage automatique. Cette théorie, qui est une alternative à la théorie de probabilité et à la théorie des possibilités, permet de modéliser des informations élémentaires à l'aide de fonctions de croyance et de les combiner à l'aide de différents opérateurs selon des hypothèses sur les sources produisant ces informations. Elle est donc non seulement bien adaptée pour la fusion d'informations mais elle permet également, dans le cadre de l'apprentissage, de modéliser les incertitudes sur les données (par exemple pour l'apprentissage partiellement supervisé) et sur les prédictions (sortie de classifieurs évidentiels). Ainsi dans le cadre de cet atelier, outre une présentation et la mise en œuvre des principes de base de cette théorie, nous présenterons et utiliserons des algorithmes évidentiels classiques d'apprentissage automatique (E-KNN, ECM, ...).

• **Programme détaillé :**

Partie théorique

1. Modélisation des informations via des fonctions de croyance,
2. Règles de combinaison de fonctions de croyance
3. Prise de décision
4. Classifieurs évidentiels

Partie Pratique : Pour cette partie pratique, nous mettrons en œuvre des algorithmes de ML basés sur les fonctions de croyance sur les bases de données UCI.

1. Manipulation des croyances : modélisation, fusion, décision
2. Mise en œuvre d'algorithmes de classification évidentiels
3. Mise en œuvre d'algorithmes de clustering évidentiels

• **Public visé (avec connaissance pré-requises) :**

Personnes souhaitant découvrir des outils formalisés permettant de gérer les imperfections (imprécision, incertitude, ...) sur les données.

• **Intérêt de la thématique pour le public de PFIA :**

Ce tutoriel motive et explique l'intérêt de la gestion de données incertaines via la théorie des fonctions de croyance et permet d'initier le public, connaissant déjà l'IA, aux concepts de base et à des algorithmes d'apprentissage automatique développés dans le cadre de cette théorie.

• **Intervenants :**

- David Mercier (LGI2A, Université d'Artois), david.mercier@univ-artois.fr, co-responsable du thème scientifique Décision et Fusion d'Informations du LGI2A, membre du bureau de l'association Belief Functions and Applications Society (BFAS), cours aux écoles de Printemps de BFAS en 2015 et 2017.
- Eric Lefevre (LGI2A, Université d'Artois), eric.lefevre@univ-artois.fr (tél: 03/21/63/23/00 poste 121318), directeur adjoint du LGI2A, membre de BFAS, cours sur les fonctions de croyance en Master2 à l'Institut Supérieur de Gestion de Tunis en 2017, conférencier invité école EGC en 2025.

• **Publication des intervenants :**

1. T.-A. Vu, S. Afifi, E. Lefevre, F. Pichon, "Optimization problems with uncertain objective coefficients using capacities", *Annals of Operational Research*, n°344(1), pp. 383-412, 2025.
2. F. Grina, Z. Elouedi, E. Lefevre, "Re-sampling of multi-class imbalanced data using belief function theory and ensemble Learning", *International Journal of Approximate Reasoning*, n°156, pp 1-15, 2023.
3. T. Vu, S. Afifi, E. Lefevre, F. Pichon, "Optimization problems with evidential linear objective", *International Journal of Approximate Reasoning*, n°161, pp 108987, 2023.
4. A. Trabelsi, Z. Elouedi, E. Lefevre, "An ensemble classifier through rough set reducts for handling data with evidential attributes", *Information Sciences*, n°635, pp. 414-429, 2023.
5. S. Ben Ayed, Z. Elouedi, E. Lefevre, "CIMMEP: constrained integrated method for CBR maintenance based on evidential policies", *Applied Intelligence*, Vol. 52, n°6, pp. 6939-6954, 2022.
6. S. Ben Ayed, Z. Elouedi, E. Lefevre, "An evidential integrated method for maintaining case base and vocabulary containers within CBR systems", *Information Sciences*, Vol. 529, n°3, pp. 214-229, aout 2020.
7. M. Irhoumah, R. Pusca, E. Lefevre, D. Mercier, R. Romary, "Detection of the stator winding inter-turn faults in asynchronous and synchronous machines through the correlation between harmonics of the voltage of two magnetic flux sensors", *IEEE Transactions on Industry Applications*, Vol. 55, n°3, pp. 2682-2689, mai-juin 2019.
8. P. Minary, P. Pichon, D. Mercier, E. Lefevre, B. Droit, "Evidential joint calibration of binary SVM classifiers", *Soft Computing*, Vol. 23, n°13, pp. 4655-4671, 2019.
9. A. Trabelsi, Z. Elouedi, E. Lefevre, "Decision tree classifiers for evidential attribute values and class labels", *Fuzzy sets and Systems (FSS)*, Vol. 366, pp. 46-62, 2019.
10. N. Helal, F. Pichon, D. Porumbel, D. Mercier, E. Lefevre, "The capacitated vehicle routing problem with evidential demands" *International Journal of Approximate Reasoning (IJAR)*, Vol. 95, pp. 124-151, 2018.
11. M. Irhoumah, R. Pusca, E. Lefevre, D. Mercier, R. Romary, C. Demian, "Information fusion with belief functions for detection of inter-turn short circuit faults in electrical machines using external flux sensors", *IEEE Transaction on Industrial Electronics (IEEE-TIE)*, Vol. 65, n°3, pp. 2642-2652, mars 2018.
12. P. Minary, P. Pichon, D. Mercier, E. Lefevre, B. Droit, "Face pixel detection using evidential calibration and fusion", *International Journal of Approximate Reasoning (IJAR)*, Vol. 91, pp. 202-215, 2017.
13. A. Trabelsi, Z. Elouedi, E. Lefevre, "Comparing dependent combination rules under the belief classifier fusion framework", *Soft Computing*, Vol. 21, n°23, pp. 6919-6932, 2017.
14. S. Hachour, F. Delmotte, D. Mercier. "A robust credal assignment solution based on the generalized Bayes' theorem", *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems (IJUFKS)*, Vol. 25, n°6, pp. 947-971, Decembre 2017.
15. M. Bou Farah, D. Mercier, F. Delmotte, E. Lefevre, "Methods using belief functions to manage imperfect information concerning events on the road in VANETs", *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol. 67, pp. 299-320, 2016.
16. F. Pichon, D. Mercier, E. Lefevre, F. Delmotte, "Proposition and learning of some belief function contextual correction mechanisms", *International Journal of Approximate Reasoning (IJAR)*, Vol. 72, pp. 4-42, 2016.