

Résumé :

Les progrès technologiques ont conduit à des avancées sur deux dimensions majeures : spatiale et spatio-temporelle. Cette expansion a engendré une accumulation de données issues de diverses sources (bases de données, séries d'images, capteurs). Ces flux de données sont riches en détails et en informations et sont souvent sujettes à de l'incertitude. L'extraction des informations pertinentes à partir de ce volume de données incertaines et le suivi de la dynamique des objets (les changements aux niveaux des propriétés, de l'agencement spatial, etc.) demeurent un défi majeur. L'exploitation de ces données nécessite des méthodes adaptées, permettant non seulement d'extraire des informations pertinentes, mais aussi de les structurer efficacement. Ainsi, la problématique ne se limite plus au stockage, mais s'oriente vers une valorisation intelligente des données, soulignant l'importance du choix du mode de représentation. L'analyse et l'interprétation de ces données deviennent plus compliquées. Ce processus doit passer par trois étapes essentielles : (i) la reconnaissance des divers objets pertinents (le quoi), (ii), la définition de leur agencement spatial (le où), ainsi que (iii) l'identification du moment du changement (le quand). La prise en compte du caractère complexe (temporel, spatial et incertain) pose des problèmes de modélisation et d'analyse des informations.

Mes travaux de recherche s'inscrivent dans ce contexte, se situant à l'intersection de trois axes de recherche à savoir, (1) la modélisation et la représentation des connaissances, (2) l'analyse et la fouille de données complexes en se basant sur les CSP, et (3) le raisonnement dans un environnement incertain. Ils s'articulent autour des travaux suivants :

Approche 1 : Graphes et CSP pour le raisonnement spatio-temporel

Cette approche vise à concevoir et développer un système d'interprétation spatio-temporelle des images satellitaires capable d'extraire des objets géographiques complexes et de suivre leurs changements au cours du temps, en utilisant les réseaux de contrainte et une modélisation sous forme de graphes. Ce système combine deux modules complémentaires s'inscrivant sur deux volets différents : sur le volet statique ou mono-date, il s'agissait de proposer un système de reconnaissance des objets complexes en se basant sur un raisonnement spatial et contraint, sur le volet dynamique ou multi-date, il s'agissait de proposer un système de suivi et d'analyse des évolutions des objets initialement identifiés en utilisant toujours les CSP.

Approche 2 : Ontologie et CSP

Une autre approche a consisté à combiner les ontologies aux CSP pour la reconnaissance d'objets complexes. Nous avons développé une ontologie évolutive qui alimente le module CSP. Ce processus fonctionne en boucle fermée : l'ontologie enrichit le module CSP, et les résultats obtenus sont exploités pour mettre à jour l'ontologie via un raisonnement intra- et extra-taxonomique.

Approche 3 : GNN et CSP

Cette approche vise à extraire les motifs d'artificialisation du territoire en exploitant les Graph Neural Networks (GNN) et les algorithmes de résolution de CSP. Cette approche permet non seulement d'identifier des motifs complexes, mais aussi de générer des explications factuelles et contrefactuelles pour aider à la prise de décision.

Approche 4 : Traitement des incertitudes

Enfin, le dernier axe de recherche porte sur l'utilisation de l'analyse de sensibilité et la propagation des incertitudes pour quantifier les incertitudes affectant les paramètres d'entrée des modèles de prédiction de changements de l'occupation du sol.

Cette présentation vise à exposer mes activités de recherche passées et actuelles. Je commencerai par présenter mes thématiques de recherche et mon domaine d'application, avant de détailler chaque axe exploré.