

## ANALYSE ET PLANIFICATION FRACTALES DES RESEAUX ELECTRIQUES DU FUTUR.

### Contexte et problématique :

Le système électrique moderne est complexe. Sa destination est de connecter toute sorte de consommateurs aux sources d'énergie et de fournir l'énergie nécessaire en fonction des besoins. Il doit ainsi couvrir le territoire mais limiter les pertes d'énergie et minimiser les coûts de constructions et d'entretien. Il est ainsi siège de multiples interactions entre les sources d'énergie, les charges, les fonctions d'analyse, de contrôle et de protection qui y sont implémentées. Comprendre cette complexité est nécessaire pour augmenter l'efficacité du système électrique, réduire sa vulnérabilité et accroître sa capacité de résilience, c'est-à-dire sa faculté à retrouver ses propriétés initiales à la suite d'un dysfonctionnement.

Les propriétés du système électrique sont en partie gouvernées par la morphologie du réseau électrique (par exemple, la forme et la taille des motifs qui le constituent) et par sa topologie (la connectivité entre deux points du réseau). Si l'on comprend mieux les liens qui relient la forme du réseau à ses propriétés, la planification du réseau se trouvera facilitée.

La planification d'un réseau électrique doit lui permette d'assurer une couverture à coût faible d'un territoire, tenant compte de la distribution des sources et des points de soutirage. La planification doit aussi s'assurer de la robustesse du réseau et de sa flexibilité.

Notons que ces exigences ne sont pas limitées aux réseaux électriques mais s'inscrivent dans une logique plus large de l'organisation de réseaux inscrits dans l'espace comme les réseaux de distribution d'eau, mais aussi les réseaux de transport.

Dans le cadre de cette thèse, l'approche générale qui sera retenue pour cela est une analyse de graphe tenant compte d'une troisième dimension relative aux flux de puissance dans les branches du graphe. Les résultats attendus seront des préconisations pour la planification des réseaux électriques et la proposition de motif-types intéressants.

### Méthodologie :

Pour l'analyse de graphe, les outils et approches suivants seront privilégiés :

- Analyse fractale et multifractale de la structure du réseau (outils fractalyse, fraggis, genfrac développés par Thema, modélisation fractale des réseaux électriques proposée par le G2Elab)
- Modèles de diffusion, comme les modèles de percolation, le réseau électrique étant alors assimilé à un amas d'éléments interconnectés.

Par ces approches, on cherchera plus précisément à :

- Confirmer la structure invariante d'échelle d'un réseau
  - o Comprendre les raisons de cette structure
  - o Exploiter ce caractère s'il se confirme pour proposer des formes-types à base de structures avec emboîtement d'échelle.
- Evaluer la cohérence d'un réseau électrique par rapport au territoire qu'il dessert
- Analyser des réseaux de différents niveaux (transports, distribution). Identifier les ruptures ou les continuités des résultats obtenus entre les différents niveaux
- Analyser au sein d'un même réseau comment les choses s'organisent (par exemple, comment la dimension fractale peut être différente si l'on considère différentes zones du réseau)

Les cas d'études seront issus des bases de données IGN pour le bâti et la disposition géographique des réseaux, des bases de données IEEE pour des cas tests, des données éventuellement fournies par nos partenaires industriels ou institutionnels.

### Déroulement de la thèse et candidature

La thèse aura pour cadre une collaboration entre les laboratoires G2Elab et ThéMA et sera financée par le projet ANR FractalGrid. Les travaux se dérouleront sur les sites des deux laboratoires (respectivement Grenoble et Besançon) selon un planning qui sera précisé au début de la thèse. La thèse donnera lieu à l'établissement d'un contrat doctoral entre le candidat et l'Université Grenoble Alpes. Les travaux de thèse se concluront par une soutenance conduisant à la délivrance du grade de docteur de l'Université Grenoble Alpes

Les compétences requises pour mener ce travail sont :

- Une forte motivation pour la recherche théorique et opérationnelle en relation avec le domaine des systèmes complexes ;
- Une capacité à travailler en équipe et de manière autonome ;
- Une bonne maîtrise de la communication orale et écrite.

Un plus sera constitué par une connaissance dans le domaine des réseaux ou de la géographie théorique et quantitative.

Pour candidater : envoyer un CV, une lettre de motivation décrivant aussi les travaux de recherche déjà menés ainsi qu'un relevé de notes du master ou d'un diplôme à équivalent à [nicolas.retiere@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:nicolas.retiere@univ-grenoble-alpes.fr)

### Encadrement

Nicolas Retière – G2Elab - [nicolas.retiere@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:nicolas.retiere@univ-grenoble-alpes.fr)

Pierre Frankhauser – ThéMA - [pierre.frankhauser@univ-fcomte.fr](mailto:pierre.frankhauser@univ-fcomte.fr)

