

Un réseau de distribution énergétique est un ensemble d'équipements énergétiques interconnectés permettant d'acheminer l'énergie des centres de production aux consommateurs. Le réseau est composé d'une infrastructure de transport et d'une infrastructure de distribution de l'énergie. Ces infrastructures sont spécifiques à l'énergie et sont gérées chacune par un gestionnaire de réseau ou Distribution Source Operator. Son rôle est de maintenir la continuité et la qualité de l'approvisionnement physique des clients c'est-à-dire assurer l'entretien et le développement du réseau. En effet, le gestionnaire de transport achemine, au niveau national, l'énergie depuis son lieu de production à son lieu de consommation à travers le réseau de distribution. Quant au gestionnaire de distribution, il distribue l'énergie aux consommateurs au niveau régional.

Un exemple de réseau énergétique géré localement par un gestionnaire de réseau est un datacenter. Le datacenter a la particularité de contenir un réseau thermique, électrique et informatique. Le réseau électrique alimente les équipements des autres réseaux. La connaissance de son infrastructure est indispensable pour le gestionnaire afin de fournir la puissance nécessaire au fonctionnement d'un équipement et d'éviter les surcoûts de production d'électricité parce que l'électricité ne se stocke pas. Pour ce faire, des sondes sont installées dans le réseau électrique afin de collecter les consommations des équipements dans le temps. Les mesures temporelles des consommations sont intégrées dans un outil de supervision de ce réseau. Cet outil permet d'avoir l'état de tous les équipements à un instant donnée, de connaître la topologie de fonctionnement du réseau et aussi la topologie générale du réseau c'est-à-dire l'ensemble des équipements arrêtés et en fonctionnement.

Malheureusement, l'état du réseau affiché par l'outil de supervision est souvent erroné. En effet, les sondes de certains équipements présents dans le réseau physique ne sont pas repertoriées dans la base de données de l'outil et leurs mesures ne figurent nulle part dans l'outil de supervision. Cela donne l'impression que ces équipements sont en panne et les équipements qui leur sont rattachés sont alimentés par d'autres équipements qui fonctionnent en surcapacité. En outre, les sondes de certains équipements sont interchangeées avec d'autres. Les puissances sont remplacées par des intensités et aussi la puissance d'un équipement est remplacée par celle d'un autre équipement. Ces erreurs humaines impliquent le non respect de la loi de conservation des noeuds et aussi une maintenance complexe parce que nous ignorons les sondes interchangeées. Ces problèmes proviennent d'une faible communication entre les différents métiers dans le datacenter et aussi de la mise à jour erronée ou tardive des maintenances dans la base de données de l'outil. Ceux-ci entraînent la topologie connue n'est pas la topologie réelle, des prévisions élevées de consommation électriques et enfin des coûts de maintenances exorbitants.

Afin de réduire les erreurs humaines dans la découverte du réseau, nous proposons des méthodes pour déterminer la topologie du réseau électrique en se basant uniquement sur les mesures temporelles collectées. Nous allons supposer que

- Toutes les mesures sont connues malgré des valeurs absentes dans certaines séries de mesures et aussi les équipements rattachés à ces mesures sont incorrects,
- Un équipement ne s'alimente pas lui même mais peut alimenter plusieurs autres équipements.
- Le réseau électrique fonctionne en monophasé et en triphasé.
- Le réseau électrique est alimenté à un seul gestionnaire de réseau mais contient plusieurs sources d'énergie (les groupes électrogènes, les onduleurs).

- Les pertes par effets joules au cours du transport de l'électricité sont négligeables.

Nous débutons dans le chapitre 1 par la modélisation du réseau électrique comme un réseau de flots dans lequel les flots sont les mesures électriques et le réseau est un DAG sans circuit déquipements comme sommets et de câbles comme arcs. Les mesures sont décrites par des séries temporelles et une nouvelle loi de conservation ?? est proposée en adéquation avec les lois physiques.

Dans le chapitre 2, nous présentons les analyses effectuées avec les séries temporelles puis nous indiquons que la comparaison de séries temporelles est adaptée à notre problème. Ensuite nous présentons l'ensemble de méthodes de comparaison de séries temporelles et nous retenons la distance de Pearson comme la méthode de calcul des coefficients de similarité entre les mesures. Enfin nous commentons les résultats obtenus avec cette méthode.

Dans le chapitre 3, les coefficients de similarité forment une matrice dite *matrice de corrélation* et le graphe associé à cette matrice est dit *graphe de corrélation*. Cette matrice de corrélation est la matrice d'adjacence du line-graphe du graphe non orienté sous jacent au DAG du réseau électrique à condition que cette matrice ne contienne aucune case erronée. Nous montrons que le line-graphe admet un partitionnement unique en cliques à l'exception de situations d'ambiguïtés décrites dans ce chapitre. Ce partitionnement est appelé la *couverture de corrélation*. Ensuite, nous présentons deux algorithmes (couverture et correction) qui proposent le partitionnement du graphe de corrélation s'il n'y a aucune case erronée, sinon qui retourne le line-graphe le plus proche du graphe de corrélation en cas de cases erronées. Enfin, nous décrivons la construction du graphe non orienté sous jacent au DAG du réseau électrique puis nous orientons les arêtes de ce graphe.

Dans le chapitre 4, nous évaluons les performances de nos algorithmes sur des graphes générés à partir de trois expérimentations. La première expérimentation consiste à modifier des cases dans le graphe de corrélation. La seconde expérimentation consiste à attribuer les coefficients de corrélation entre les arcs en se basant sur la distribution des valeurs des cases de la matrice du graphe de corrélation. La dernière expérimentation se réalise sur des graphes ayant plus de deux couvertures de corrélation. Nous évaluons le nombre de cases corrigées après l'exécution de nos algorithmes.