

L'électricité est un bien de consommation banal, mais derrière la « prise de courant », il y a un processus industriel complexe. Le réseau d'énergie électrique fait partie des plus grands systèmes construits par l'homme. Ces grands systèmes sont soumis à des perturbations de toutes sortes (variations de charge, pertes de ligne, conditions atmosphériques, etc.). La sécurité consiste à faire face à toutes ces perturbations. En général, les réseaux électriques actuels sont très fiables mais les conséquences des pannes peuvent être catastrophiques pour la société [1]. Ils sont de plus en plus sollicités et fonctionnent souvent près de leurs limites à cause des contraintes diverses auxquelles ils sont soumis. La production décentralisée et sa dispersion dans les réseaux donnent lieu à une nouvelle approche d'exploitation qui fait qu'ils doivent être intelligents. Ce concept nouveau que les anglo-saxons désignent par smart grids fait que des outils de gestion de réseau de plus en plus performants sont utilisés. Les Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication (NTIC) font leur entrée dans les réseaux qui deviennent donc, grâce en partie à cette technologie, intelligents (smart). On les dit aussi communicants [2]. Les problèmes que peuvent rencontrer ces réseaux ne sont pas si différents de ceux des réseaux conventionnels : la notion de qualité de service et de continuité de service est toujours présente dans leur utilisation d'autant plus que les usagers de ce type de réseau sont très exigeants et sont partie prenante dans la gestion de ce nouveau type de réseaux. En effet, ces consommateurs sont aussi acteurs d'où l'appellation « consom'acteurs » souvent utilisée pour ce type de clientèle. Le contexte économique, le développement des sources d'énergie dispersées, la volonté de sécuriser l'exploitation des réseaux et l'arrivée à maturité de beaucoup de technologies (compteurs intelligents ou communicants entre autres) renforcent donc l'évolution des réseaux électriques conventionnels vers les réseaux intelligents (smart grids) qui ont pour objectif de générer et distribuer de l'énergie de façon plus efficace, plus économique et plus durable [3]. L'un des objectifs les plus attendus de ce type de réseau est donc de produire et distribuer l'énergie électrique dans des conditions aussi bien économiques que de fiabilité en maintenant la tension et la fréquence du réseau dans les limites permises. Nous nous intéressons quant à nous au deuxième aspect du problème, à savoir maintenir la fréquence du réseau dans les limites permises et ce suite à n'importe quelle variation de charge observée dans le réseau. C'est donc un réglage de la fréquence en charge du réseau que nous sommes amenés à étudier. Notre travail a été réparti en quatre chapitres.

Le premier chapitre intitulé « Généralités sur les réseaux intelligents » fait le point sur les différentes technologies apportées aux réseaux électriques qui font que ces derniers deviennent intelligents en mettant en lumière les différents aspects liés à ce type de réseaux.

Le deuxième chapitre intitulé « Réglage de la fréquence d'un réseau isolé » introduit la notion de réglage de fréquence d'un réseau en charge d'une manière générale. Cette approche concerne tout type de réseau qu'il soit conventionnel ou intelligent.

Le troisième chapitre intitulé « Réglage de la fréquence d'un système à deux zones » permet de comprendre le comportement d'un réseau à deux zones interconnectés dans le cas de variation de charge que celle-ci se passe dans une seule zone ou dans les deux à la fois. Nous étudions comment ces zones influent l'une sur l'autre du point de vue fréquence et du point de vue répartition énergétique.

Le quatrième et dernier chapitre intitulé « Commande optimale » montre qu'il est possible de commander d'une manière optimale le système. Nous nous sommes intéressés particulièrement à la commande linéaire quadratique (LQR : Linear Quadratic Regulation).