
Chapitre 3

Planification du système Production-Transport

Chapitre III

Planification du système Production- Transport

III.1. Introduction

Le réseau de transport désigne l'ensemble des infrastructures de réseau opérées à des tensions supérieures à 50 kV. Il a pour fonction d'acheminer l'électricité depuis les installations de production de puissance importante jusqu'aux centres de consommation et de la répartir sur l'ensemble du territoire. Du fait de la longueur et de la puissance des lignes et des postes électriques composant le réseau de transport, ces infrastructures nécessitent des investissements conséquents et sont prévues pour durer un demi-siècle à un siècle. Elles constituent des axes particulièrement stratégiques pour le système électrique : un problème sur une ligne ou encore une mauvaise anticipation de l'évolution des besoins d'acheminement peut conduire à la fragilisation de l'ensemble du système. Ce sont donc des infrastructures critiques. C'est pourquoi il est essentiel de planifier les investissements dans le réseau de transport avec le plus grand soin afin d'assurer la sécurité du système électrique.

III.2. Contribution de la planification du système Production- Transport

- Faire prendre des bonnes décisions aux bons moments : quels nouveaux ouvrages faut-il introduire, à quel endroit sur le réseau et à quelle date.
- Définir le temps de réalisation, le niveau probable de ventes à cet horizon et au-delà, les nouveaux moyens de productions, la date où ils seront localisés.
- Tenir compte aussi avec une précision raisonnable des événements à caractères aléatoires qui peuvent survenir sur un réseau comme la panne d'ouvrages (groupe de production, ouvrage de transport), les aléas d'hydroélectricité. Les aléas de la demande (liées à la température par exemple), les décisions d'entretien des groupes de production, des ouvrages de transport.
- Effectuer d'analyse de prévision de charges (détermination de la demande de crête annuelle pour tout le système, pour chaque région, chaque poste existant et en prévision) et d'études économiques en accord avec une planification globale selon le schéma, pour prendre la décision d'implantation de nouvelles liaisons. L'objectif clé étant la limitation des coûts d'exploitation en maintenant un niveau de fiabilité "adéquat" avec des contraintes liées à l'environnement.

III.3. Le cadre de la planification du système de Production-Transport

L'opération de planification d'un système production –transport concerne :

- Le développement du réseau électrique pour assurer son adéquation avec la prévision de la demande, le raccordement de nouvelles centrales de production et en vue de garantir une capacité adéquate par rapport aux besoins de transit et de réserve.
- L'identification des problèmes de congestion pouvant engendrer l'augmentation des indisponibilités et/ou les coûts de service de façon significative.
- L'analyse de l'impact du raccordement d'une nouvelle installation tel que centrales de production, charges, lignes de transport ou postes de transformation ;

La planification doit tenir compte à la fois les paramètres suivants :

- + choix techniques disponibles existants et futurs
- + Le coût des ouvrages et matériels
- + La sûreté de fonctionnement cible et les méthodes qui permettent de l'assurer
- + Le coût des pertes
- + Le coût de l'énergie non distribuée
- + La qualité du produit
- + Les plans et systèmes de protection, de contrôle-commande
- + L'exploitation et la conduite
- + Les influences croisées en matière de gestion de la charge entre la forme de la courbe de charge journalière et la tarification.

III.3. La planification long terme

❖ Horizon de la planification

En fonction des objectifs recherchés, la planification d'un système production transport peut être séparée en deux principales étapes:

- Les investissements à court et moyen terme sur un délai de cinq ans comprennent des projets déjà planifiés ou autorisés.
- Les concepts et études à long terme sur un horizon dépassant en général 10 ans et plus comprennent tous les projets futurs, autorisés ou non. En effet, Un système production-Transport peut avoir plusieurs prévisions, chacune ayant un horizon de planification différent. Cela permet aux gestionnaires de système de les utiliser pour prendre des décisions fondées sur des délais d'exécution différents. Il est important que les décisions à court terme doivent mener vers les objectifs établis par les décisions à long terme.

❖ Etat du réseau

L'état du réseau doit être simulé pour tous les cas de figure jugés critiques pouvant survenir au cours d'une année (charges, contingences), y compris les cas extrêmes peu probables.

❖ Configuration du réseau et dégradations possibles

Les calculs réseau doivent être effectués en prenant en compte les défaillances ou non-disponibilités des éléments du réseau. Les différents cas de figure jugés probables ou peu probables mais possible sont à évaluer en tenant compte des différentes durées de non disponibilité des équipements pour défaut, maintenance ou remplacement. Les travaux de maintenance ou de terrassement à proximité des lignes peuvent engendrer la mise hors tension des éléments pour des raisons de sécurité. Le cas échéant, des combinaisons de non-disponibilités des différents éléments et/ou d'éléments similaires sont à prendre en compte.

❖ Scenarios de charge et de production

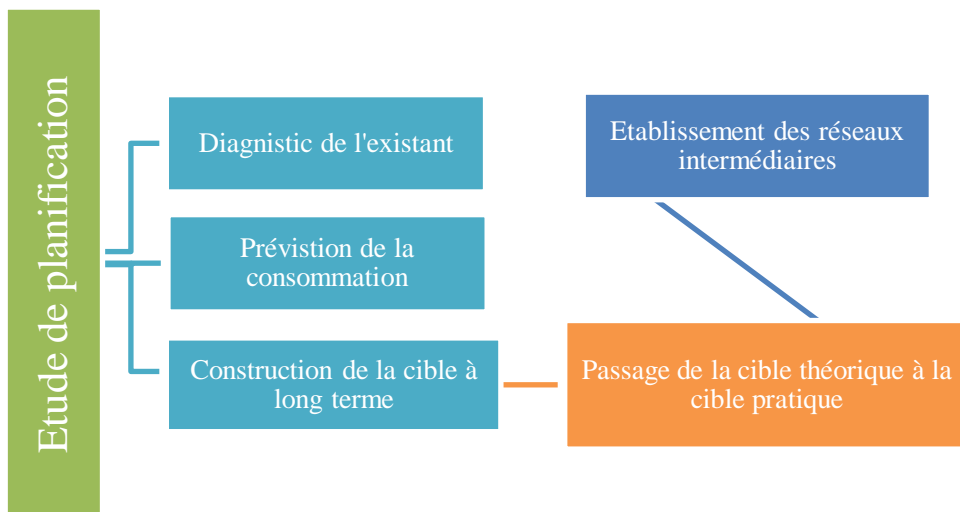
Des analyses de flux de charge sont à calculer pour le scénario saisonnier suivant:

- Charges maximales estimées sur 10 ans et 20 ans durant l'année en tenant compte des effets saisonniers. L'impact des variations de charges et d'injections locales, principalement les productions décentralisées tels que les parcs éoliens (minimum et maximum) sont à évaluer régionalement ainsi que les flux résultant des modes opératoires des unités de production (stations de pompage, centrales thermiques, renouvelables...). Les estimations de consommation/production sont basées sur des prévisions prenant en compte l'évolution de la charge de consommateurs regroupés en catégories.

❖ Scenario de transit

En cas d'interconnexion avec plusieurs pays, la planification du réseau à haute tension et à très haute tension doit prendre en compte les flux échangés entre les réseaux limitrophes sur base des études de marché et d'une modélisation des flux du réseau. Parallèlement des cas de flux « marché » extrêmes mais réalistes sont à analyser suivant les différentes topologies opérationnelles du réseau.

III.3. Etapes de planification d'un réseau électrique



III.4. Méthodologies de la planification d'un système production-transport

L'étude de planification d'un réseau de transport de l'électricité se fait méthodiquement en respectant les phases illustrées dans l'organigramme ci-dessous.

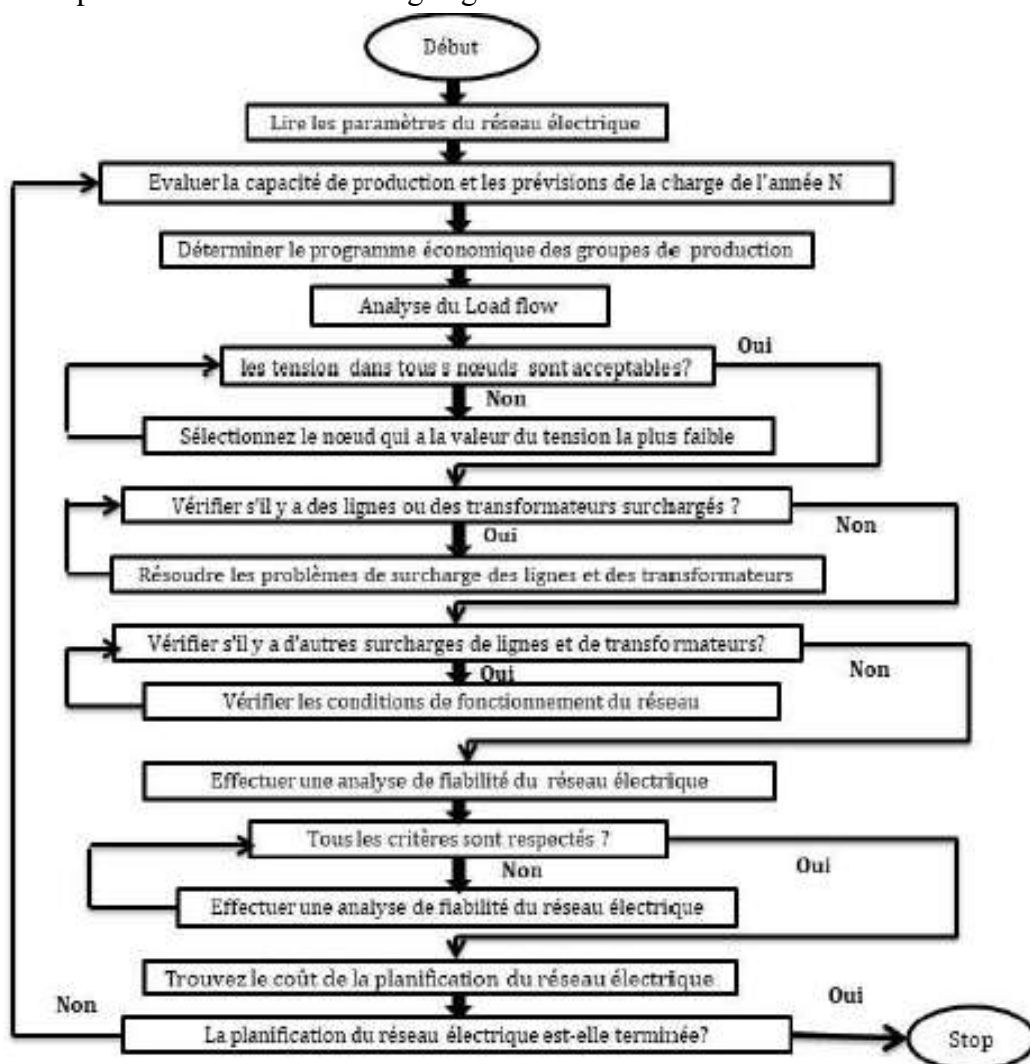


Figure 3.2. Méthodologie de planification d'un réseau de transport

III.5. Planification du système production-transport par la règle de sécurité N-1

La planification d'un réseau électrique doit être élaborée pour garantir le transport de toute la puissance des unités de production d'électricité vers les lieux de la consommation. La règle de sécurité N-1 est l'une des méthodes utilisées pour la planification des réseaux électrique Haute tension. Cette règle signifie qu'en cas de défaillance d'un élément du réseau de transport ou d'une unité de production, l'électricité sera acheminée par une autre partie du réseau ou fournie depuis une autre unité de production et donc sans conséquence pour l'ensemble des clients raccordés au réseau.

Les conditions et contraintes techniques considérées pour la planification d'un réseau électrique, en situation (N-1), sont :

- Pour la simple défaillance d'un composant du réseau de transport de l'électricité (ligne, transformateur, ou une unité de production);
- le taux de charge des lignes de transport restant en service et influencées par la défaillance ne doit pas excéder 100% de la capacité nominale permanente saisonnière des lignes.
- La défaillance simultanée des deux circuits des lignes de transport double ternes, ne doit pas engendrer des problèmes de stabilité du réseau de transport de l'électricité, dont le fonctionnement doit rester dans les marges admissibles;
- La défaillance simultanée d'un groupe de production d'électricité dans une région et d'une ligne d'interconnexion avec les autres régions, ne doit pas altérer la stabilité du système électrique global tout en maintenant les paramètres de fonctionnement dans les marges admissibles.
- Toute la demande d'électricité doit être fournie à l'ensemble des points de raccordement au réseau;
- En cas de perturbations sur le système électrique, les déclenchements en cascade d'ouvrages ne doivent pas se produire
- Les niveaux de tension aux postes en situation de défaillance doivent être maintenus dans des limites acceptables.

Pour chaque événement probable qui conduit à la perte d'éléments du réseau, le système ne doit pas mettre en danger la sécurité de l'exploitation du système interconnecté, c'est-à-dire démarrer une cascade de déclenchement ou la perte de quantité significative de consommation.

Les autres composants de réseau qui restent en service devraient être à même de supporter la charge additionnelle ou les changements de génération, les déviations de tension et supporter un régime de stabilité transitoire causé par la défaillance initiale.

La contingence simple se réfère à la perte d'un générateur ou d'un élément de transmission (transformateur, ligne, câble). La contingence simple est aussi appelée critère N-1. Les conséquences sur le système sont explicitées ci-après/

- Aucun délestage ou coupure de charge (consommation) n'est autorisé.
- Le système doit rester stable suite à la perte de l'élément en défaut et les fluctuations de tension et de fréquence doivent rester dans les plages de fonctionnement acceptables.
- Le système doit être à même de revenir dans sa plage de fonctionnement normal.

III.6. Critères d'évaluation technique d'une étude de planification

Le réseau doit être capable de résister aux contingences les plus probables sans violation des plages de fréquence et de tension, des limites thermiques et sans causer de déclenchements en cascade.

- Plages de tensions

Les plages de tension de fonctionnement sont de [-5%, +5%] en conditions normales et de [-10%, +10%] en conditions de **post-contingences** par rapport à la tension nominale au point de raccordement.

- Tenue aux courts-circuits et régime de neutre

Afin de s'assurer de la tenue des équipements haute tension en cas de défaut, les niveaux de court-circuit doivent être calculés pour les défauts triphasés ainsi que les défauts monophasés à la terre.

Les niveaux de **court-circuit** calculés doivent être inférieurs à 90% de la valeur de dimensionnement des équipements, soit pour tout équipement futur:

90% de 63 ka, soit 57 ka pour le 220 kv;

90% de 40 ka, soit 36 ka pour le 65 kv.

- Contingences

Afin de développer un système de transmission d'énergie fiable pour le futur, des scénarios pour un ensemble de cas de charge doivent être testés dans une série de situations dégradées afin de vérifier la robustesse du réseau.

- Situation normale

Dans toutes les conditions de fonctionnement, le système doit être maintenu dans toutes les plages opérationnelles de fonctionnement. Cette vérification est réalisée à l'aide de scénarios de charge cités précédemment.

- Contingences

⇒ Contingence simple

La contingence simple se réfère à la perte d'un générateur ou d'un élément de transmission (transformateur, ligne, câble). La contingence simple est aussi appelée critère n-1.

Les conséquences sur le système sont explicitées ci-après:

- aucun délestage ou coupure de charge (consommation) n'est autorisé.
- le système doit rester stable suite à la perte de l'élément en défaut et les fluctuations de Tension et de fréquence doivent rester dans les plages de fonctionnement acceptables.
- le système doit être à même de revenir dans sa plage de fonctionnement normal.

- **Contingence double**

La contingence double se réfère à la perte deux éléments de réseau. Cette situation est aussi appelée critère N-2. Les impacts acceptables sur le système sont similaires aux impacts de la contingence simple hormis qu'une perte de consommation peut être acceptable.

- **Contingence exceptionnelle**

La contingence exceptionnelle couvre les défauts jeux de barres conduisant à une perte de deux ou plus d'éléments réseaux. L'impact acceptable sur le système est explicité ci-après:

- Perte de charge (consommateurs) possible et autorisée.
- Le système doit rester transitoirement et dynamiquement stable.
- Pas d'effondrement de tension et pas de déclenchements en cascade

III.7. Etudes et modélisations

Pour tous les projets d'investissements, les études suivantes sont entreprises afin de vérifier les critères de planification:

- Calculs de flux (Load-Flows);
- Court-circuits;
- Etude de stabilité.