

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 79 (1988)

Heft: 19

Artikel: Disjoncteurs HT : point de vue d'un exploitant

Autor: Genier, M. / Muller, P.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-904083>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 01.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Disjoncteurs HT: point de vue d'un exploitant

M. Genier, P. Muller

Cet article rappelle le rôle prépondérant joué par les disjoncteurs HT sur la qualité de service d'un réseau moderne. Dans ce contexte, il aborde les diverses technologies utilisées, le comportement des appareils, l'importance de leur entretien quant au bon fonctionnement et à la durée de vie. Enfin, quelques critères de choix, fondés sur le retour d'exploitation, sont énoncés en vue de la réalisation de nouvelles implantations ou de renouvellements.

Dieser Artikel hebt die überwiegende Bedeutung der Hochspannungsschalter auf die Betriebsqualität eines modernen Netzes hervor. Die verschiedenen Technologien, ihr Verhalten, die Wichtigkeit des Unterhaltes für einen guten Betrieb und eine lange Lebensdauer werden aus dieser Sicht angegangen. Den Schluss bilden einige Wahlkriterien aus der Betriebserfahrung für neue Anlagen oder Erneuerungen.

Adresse des auteurs

Maurice Genier, ingénieur-électricien diplômé EPFL,

Pierre Muller, ingénieur-électricien diplômé EPFL,
SA Energie de l'Ouest-Suisse (EOS),
1001 Lausanne.

1. Introduction

La SA Energie de l'Ouest-Suisse (EOS), dont le siège est à Lausanne, exploite un réseau de lignes à haute tension 220, 125 et 65 kV, représentant un total de 1800 km de lignes dont env. 1200 km en 220 kV. De plus, elle gère un outil de production constitué de centrales hydrauliques et thermiques en nom propre ou en participation. Cet ensemble lui permet de remplir ses engagements contractuels de fournisseur et de transporteur d'énergie envers ses clients, soit les principales entreprises électriques de Suisse romande.

Dans les postes de couplage et de transformation où aboutissent les lignes de transport, les disjoncteurs jouent un rôle capital pour la sécurité et la bonne marche des réseaux. Ces appareils doivent être conçus pour pouvoir maîtriser les sollicitations extrêmes, par exemple lors de défauts apparaissant sur les lignes ou les transformateurs suite à des décharges atmosphériques, lors de tempêtes, de givre sur les conducteurs, d'avalanches, etc. Ces situations de contraintes extrêmes peuvent être dictées tant par des causes électriques passagères que climatiques exceptionnelles.

Le présent article se limite à passer en revue le comportement des disjoncteurs HT sous ces différents régimes de contraintes et à rappeler l'importance de l'entretien quant à leur bonne tenue en service et l'incidence favorable sur la durée de vie. Les disjoncteurs considérés sont installés aussi bien à l'extérieur que dans des postes blindés isolés au SF₆.

2. Comportement en service

Au point de vue de l'exploitant, il y a lieu de différencier entre le mécanis-

me de commande et le dispositif de coupure des courants.

2.1 Les divers types de commandes

- *Commande à air comprimé*: équipement traditionnel des grands postes aériens durant la période 1955 à 1965 (Chamoson, Verbois, Chandoline).

Ces postes sont pourvus d'une installation centralisée de compression de l'air jusqu'à 32 bars avec réserve de stockage dans des réservoirs sphériques. Des détendeurs abaissent ensuite le niveau à 16 bars env. non sans avoir auparavant extrait les condensats, de sorte qu'un deuxième stockage d'air pratiquement sec s'effectue au pied des disjoncteurs, dans des réservoirs allongés alimentant directement les commandes pneumatiques et les chambres de coupure au travers d'isolateurs creux. Le principe du fonctionnement à deux niveaux de pression permet de bénéficier d'un air sec (deux fois moins d'humidité relative) sans intervention physico-chimique spécifique de déshydratation.

- *Commande hydraulique à très haute pression* (Hauterive, Bitsch, Galmiz, Veytaux, Foretaille).

L'énergie nécessaire à la commande des pôles est assurée par un accumulateur oléo-pneumatique comportant un piston libre. Une pompe hydraulique à très haute pression (300 bars) comprime l'huile, réduisant le volume de gaz tout en augmentant son énergie potentielle. Celle-ci est utilisée pour la fermeture des contacts et l'armement du ressort de déclenchement.

- *Commande à ressort* (Romanel, Chavalon, Galmiz).

Avec ce type de commande, l'énergie est emmagasinée dans un ressort spiral entraîné par un réducteur mû au

moyen d'un moteur à courant continu alimenté par la source permanente du poste (batterie). Le processus de fonctionnement s'apparente à celui des commandes hydrauliques.

D'une manière générale, ces différentes commandes fonctionnent bien. Il faut toutefois signaler quelques améliorations originales apportées en cours d'exploitation aux installations à air comprimé: par exemple l'introduction de dispositifs de purge automatique des condensats, l'évacuation manuelle pouvant conduire à des difficultés lorsque les condensats sont gelés en hiver; l'utilisation d'huile de graissage de très haute performance (huiles de synthèse) dans le but de limiter les usures et encrassements de soupapes et, partant, diminuer la fréquence de révision des compresseurs. Par ailleurs, la ventilation forcée des têtes de cylindres, assortie de la surveillance des températures induisant le fonctionnement en alternance des compresseurs (cycle d'env. 20 min), a permis de subvenir aux exigences exceptionnelles d'exploitation en période estivale.

2.2 Redondance du circuit de déclenchement

Afin de garantir une grande fiabilité, la tendance de doubler les relais de protection des réseaux 220 et 380 kV est apparue ces dernières années. Corrélativement, les sources permanentes et les circuits de déclenchement doivent être doublés, afin d'assurer deux voies distinctes et autonomes à l'ordre de déclenchement. On a cependant pu vérifier, dans une installation munie d'un seul relais de protection avec disjoncteur doté de deux bobines de déclenchement et sources distinctes, une ouverture différée lors d'un défaut de réseau, malgré la défectuosité d'une des deux bobines, et grâce à l'action du dispositif de surveillance de l'anticorrespondance de position des pôles. Mais ce palliatif n'est utilisable que sur un départ où l'on pratique le déclenchement triphasé définitif, c'est-à-dire sans réenclenchement automatique. En outre, il implique un temps d'opération n'excédant pas celui dévolu au 3ème stade de la protection de distance.

2.3 Chambres de coupure

Les disjoncteurs à gros volume d'huile ayant été mis hors service dans le réseau considéré depuis 1960 env.,

les appareils exploités actuellement sont à faible volume d'huile, au SF₆ ou à air comprimé.

- Chambre à faible volume d'huile (fig. 1)

De graves difficultés sont apparues lors des grands froids de l'hiver 1956 à cause de l'huile dont le degré de viscosité n'était pas adapté aux températures extrêmement basses. D'où la décision de remplacer ces huiles par un type dit «arctique» correspondant en fait à la classe III des recommandations de l'ASE. Une douzaine d'années plus tard sont apparus, de façon concomitante avec l'accroissement des charges, sur certains types d'appareils orthoprojecteurs à une chambre, des gonflements de tige de contact dus à l'échauffement exagéré des contacts de la tulipe, aggravés par des phénomènes chimiques liés à une teneur excessive de soufre dans l'huile. L'argentage des contacts et le contrôle de la fourniture du diélectrique ont résolu le problème. Il faut encore signaler la dégradation de tenue diélectrique de certains tubes de décharge en fibre de verre polymérisée liée à l'augmentation d'humidité survenant graduellement en cours d'exploitation. L'accroissement simultané de la tg δ est alors sanctionné par un défaut grave (amorçage interne) apparaissant lors d'une coupure associée à une tension de rétablissement importante.

- Chambre à SF₆ (fig. 2)

Le retour d'informations de l'exploitation dans le réseau EOS est plus limité, puisque les premiers disjoncteurs blindés 220 kV ont été mis en service en 1976 et que les disjoncteurs extérieurs 220-125 kV datent de 1979 à 1981. Les exploitants ont toutefois noté avec satisfaction une amélioration (dont bénéficient également les

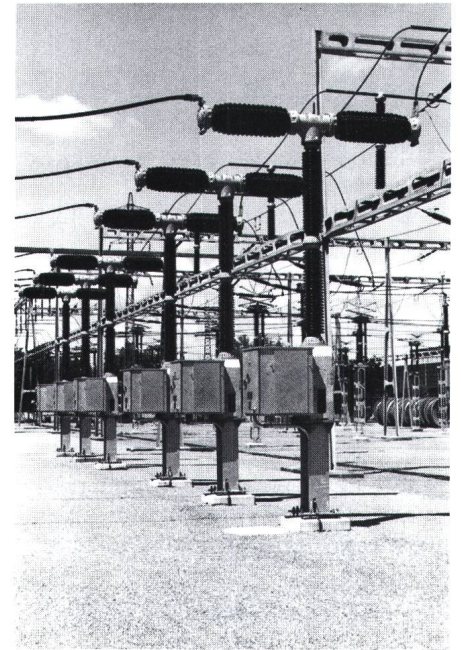


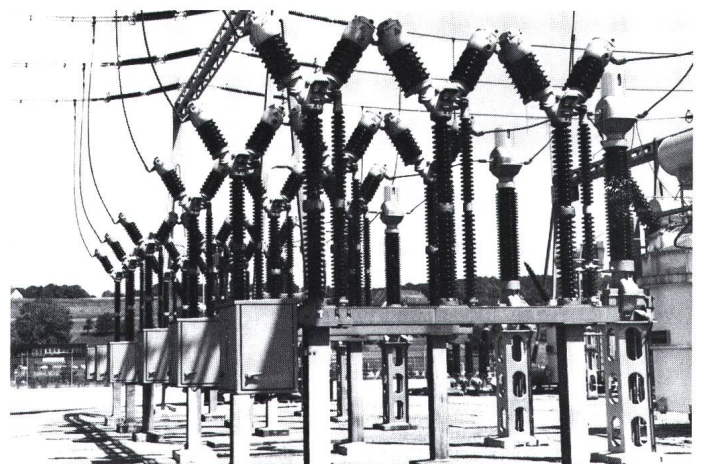
Figure 2 Disjoncteurs SF₆ 220 kV
2 chambres en série

disjoncteurs à air comprimé), à savoir la séparation entre les doigts de contacts servant au passage du courant de service et le contact pare-étincelles ou d'arc. Les contacts de service ne sont ainsi plus soumis à l'érosion de l'arc.

Dans les installations blindées, la présence d'enveloppes sous pression fait craindre un amorçage phase-terre pouvant conduire à l'explosion ou à la perforation de celles-ci. Aussi sont-elles systématiquement conçues et réalisées avec une protection de jeu de barres garantissant un temps de déclenchement très bref. La localisation du défaut constitue ensuite la difficulté majeure à résoudre.

Figure 1
Disjoncteurs à faible
volume d'huile
220 kV

6 chambres en série



- **Chambre à air comprimé** (fig. 3)

Le médium d'extinction et de refroidissement est renouvelé lors de chaque déclenchement, permettant d'atteindre des pouvoirs de coupure très élevés; toutefois, on doit tenir compte de certaines contingences propres à cette technologie, par exemple:

- d'implantation eu égard au bruit de fonctionnement
- une certaine complexité et durée de révision.

Par contre, il faut relever que ce matériel n'est soumis à aucune prescription en vigueur vis-à-vis de la pollution de l'environnement.

3. Importance de l'entretien

3.1 Moyens modernes de contrôles préventifs

Si les prescriptions du fournisseur indiquent les critères de révision d'un disjoncteur, l'exploitant doit pouvoir surveiller le comportement de son appareil par des contrôles ponctuels ne nécessitant pas de démontage ou d'intervention importante. Parmi ces moyens, citons:

- la mesure de l'échauffement par caméra de thermovision infrarouge avec détermination des points chauds et comparaison entre les trois phases;

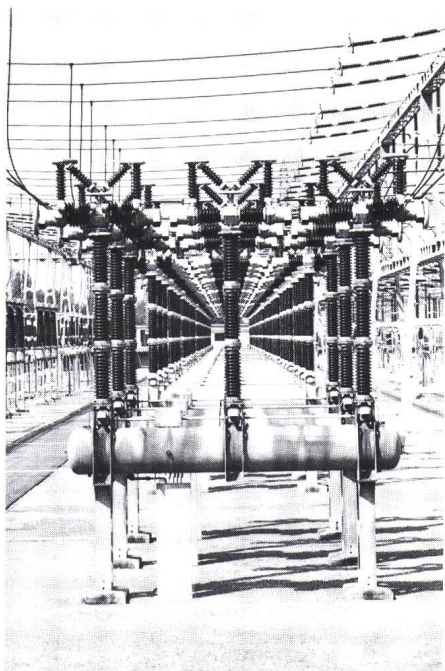
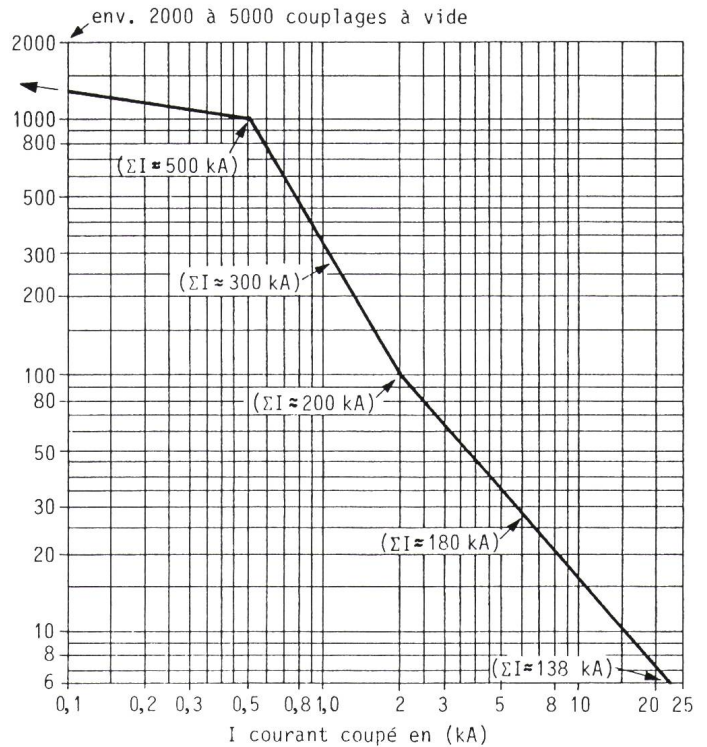


Figure 3 Disjoncteurs à air comprimé 220 kV

6 chambres en série; contacts auxiliaires en «M» commutant sur résistances non linéaires

Figure 4 Valeurs guides pour le remplacement des contacts

Nombre de coupages pour le remplacement des contacts d'extinction en fonction du courant coupé. Disjoncteur à air comprimé type DHVF 220 kV, 1500A. Pouvoir de coupure 10 000 MVA. Selon l'importance des courants coupés, ΣI varie entre 138 kA (au pouvoir de coupure nominal) et 500 kA (coupure à 0.33 I_n).



- le contrôle visuel ou par ultrasons des colonnes d'isolateurs lorsque la configuration de montage le permet, afin de mettre en évidence d'éventuelles fissures ou porosités de porcelaine nécessitant un remplacement;
- la mesure de la résistance des contacts par micro-ohmmètre (pont de Kelvin portatif avec possibilité d'injecter plusieurs centaines d'ampères).
- la mesure de l'isolement en courant continu: Megger et la mesure de $\text{tg } \delta$ à pôles ouverts.

Ces opérations s'effectuent normalement tous les trois à cinq ans, et de façon systématique avant et après révision. Elles sont aussi complétées par:

- la mesure et l'ajustage des temps de manœuvres;
- la mesure de la pression et du taux d'humidité dans les disjoncteurs SF₆ (annuellement);
- l'observation du fonctionnement (réamorçages éventuels au déclenchement, etc.) au dépouillement des enregistrements de l'oscilloperturbographe du départ, pour autant que ce matériel ait une fréquence d'échantillonnage élevée.

3.2 Critères de révision

Les disjoncteurs atteignent rarement, à l'exception de ceux de groupes tournants, les limites en nombre de manœuvres ou la somme des courants

coupés indiquée par le constructeur avant un entretien. Par conséquent, la durée admise entre révisions représente souvent le critère d'intervention. Il est à relever que la détermination de l'intégrale du courant coupé n'est pas aisée à réaliser; le recours à des oscilloperturbographes évolués et précis dotés de dispositif de mémorisation permettra de mieux remplir cette tâche à l'avenir.

Dans ce contexte, on a observé que la détérioration des contacts principaux répond à des lois que l'on peut reporter sur des graphiques appropriés d'où il est possible de tirer des valeurs guides utiles pour décider de l'opportunité d'une révision (fig. 4). Le retour d'exploitation fourni par des disjoncteurs à air comprimé a permis de vérifier la bonne correspondance de ces valeurs avec la réalité (fig. 5). Pour les disjoncteurs à faible volume d'huile, l'observation directe selon les méthodes d'échantillonnage (démontage d'une chambre) s'est révélée plus utile.

3.3 Formation du personnel

Compte tenu de la grande diversité des types de disjoncteurs rencontrés dans un réseau, la maîtrise des interventions et révisions par le personnel d'exploitation peut s'avérer délicate. Ainsi, si une équipe peut être formée de manière approfondie dans les installations comportant un grand

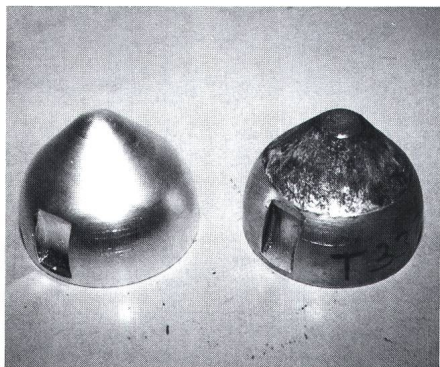


Figure 5 Embouts de contacts principaux avant et après utilisation

Matériel provenant de disjoncteurs illustrés à la figure 3, respectivement correspondant au graphique de la figure 4.

nombre d'appareils du même type, il est par contre nécessaire d'avoir recours au constructeur pour les autres cas: matériel de petite série ou exécutions spéciales. En outre, la mise en œuvre des moyens de contrôle décrits sous 3.1, principalement en ce qui concerne l'intervention sur des circuits hydrauliques et pneumatiques, demande un personnel hautement qualifié et bien outillé. En particulier, avec la technique des disjoncteurs SF₆, la manière de travailler et d'opérer sur les différents composants doit être adaptée tout en respectant les précautions

d'usage (détecteur, pompe à vide, si nécessaire masque, gants, aspirateur, etc.).

4. Perspectives d'avenir

La révision d'un disjoncteur, bien que peu fréquente (en moyenne tous les 8 à 10 ans), représente en général une longue durée de mise hors service d'un champ de ligne ou de transformateur. Dans les postes non équipés de barres auxiliaires avec disjoncteur «by-pass» il faut, en vue de limiter la durée d'immobilisation, pouvoir opérer rapidement un échange standard avec un matériel en parfait état. On se limite par exemple à l'échange des parties actives les plus sollicitées, soit les chambres de coupure dans le cas d'un disjoncteur de ligne. Par conséquent, on devra vouer un soin tout particulier d'abord au stade de la préparation du travail puis lors de l'exécution en vue de minimiser, dans toute la mesure du possible, les éventuels réglages entre armoire de commande et chambres de coupure qui pourraient résulter d'une telle manutention.

Dans le choix d'un nouveau matériel, on doit aussi tenir compte de l'utilisation toujours plus fréquente des dispositifs de réenclenchement mono et triphasé en ce qui concerne les lignes ainsi que de l'évolution des puissances de court-circuit du réseau. Celles-ci

ont, d'ailleurs, une incidence directe quant à la rapidité de fonctionnement des disjoncteurs à installer sur les gros transformateurs, où l'on cherche à opérer le déclenchement par des voies directes, sans relais intermédiaires, lors de défauts internes provoquant le fonctionnement des Buchholz, de la protection de cuve (type EDF), éventuellement des soupapes de décharge, etc.

Enfin, s'il s'avère possible d'utiliser des disjoncteurs proches de leur limite de coupure en ayant recours à des débouclages de réseaux ou à des disjoncteurs de séparation de barres actionnés par des relais à maximum de courant ultrarapides, le nouveau matériel doit être choisi avec un pouvoir de coupure suffisant de façon à être exploitable sans restriction particulière durant les prochaines décennies.

Bibliographie

- [1] Y. Porcheron: Le SF₆ et les autres techniques de coupure. Revue Générale d'Électricité, tome 86 N° 11, novembre 1977 (p. 846 à 849).
- [2] P. Muller: Essais d'endurance en exploitation d'un disjoncteur SF₆ pour l'extérieur, effectués dans un poste de 125 kV. Bull. ASE/UCS 70(1979)9 (p. 441 à 444).
- [3] G. Koepl, R. Vogt: Les disjoncteurs BBC pour postes extérieurs. Revue Brown Boveri 65 1978(4) (p. 243 à 247).