

Stations transformatrices et réseaux basse tension (BT)

Autor(en): **Fonjallaz, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins : gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV) und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)**

Band (Jahr): **61 (1970)**

Heft 4

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-915909>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Stations transformatrices et réseaux basse tension (BT)

Par A. Fonjallaz, Lausanne

621.311.42:621.316.1.027.4

Lorsqu'on quitte le niveau des tensions élevées pour celui des stations transformatrices et des réseaux à basse tension, il faut être conscient que l'on aborde un domaine en fait relativement différent des précédents, en tout cas par son environnement. En effet, on a alors à faire aux installations qui sont les plus anciennes historiquement parlant en même temps qu'elles se trouvent le plus proche des abonnés. De ce fait, on est aussi dans le domaine le plus réglementé par l'Ordonnance fédérale sur les installations à fort courant du 7. 7. 1933.

Ainsi l'étude de la protection d'un puissant transformateur à THT peut se faire en ignorant pratiquement cette Ordonnance, alors qu'il en est tout autrement pour un petit transformateur MT/BT. S'occuper d'installations MT et surtout BT implique entre autre une connaissance attentive des divers articles de l'Ordonnance, ainsi que de ses commentaires. Or, ce texte légal est daté de 1933, à l'exception de quelques petites révisions ultérieures, ce qui revient à dire qu'il codifie une situation d'il y a bientôt un demi-siècle, c'est-à-dire du début de l'entre-deux-guerres! Nous aurons l'occasion d'y revenir au cours de l'exposé dans lequel nous ne nous proposons pas de donner des détails étendus sur le réglage des relais ou le calibrage des fusibles, mais plutôt de présenter divers problèmes généraux englobant la protection des réseaux.

Alors qu'une vue superficielle pourrait faire croire que la BT ne pose plus de problèmes, force est de constater que ce n'est de loin pas le cas. D'une façon très générale, on constate une importante évolution de tous les critères influençant les solutions adoptées pour la réalisation des stations ou des réseaux BT, et cela sur tous les plans économique, technique, de la main-d'œuvre, etc. Il s'en suit logiquement la nécessité de repenser bon nombre de problèmes résolus il y a plusieurs décennies et dont la solution peut sembler définitive à celui qui ne se pose pas de questions. Le simple fait de l'évolution du marché de la main-d'œuvre qualifiée ou pas, implique certainement des changements de politiques importants. En même temps qu'intervient la révision de la structure des entreprises, il devient indispensable d'étudier la rationalisation et de rechercher l'optimisation de la distribution.

Ainsi que l'a relevé, il y a deux ans environ, un des chefs de la distribution de l'Electricité de France dans la RGE, «il existe une grande diversité de matériel et d'ouvrages, mais il y a une sorte de constance du produit $n \times p$ du prix p d'un matériel ou d'un ouvrage par le nombre n d'exemplaires nécessaires de ce matériel ou de cet ouvrage. Il est souvent tout aussi payant d'améliorer la technique de réalisation d'un branchement que celle d'un disjoncteur à très haute tension. Il n'est donc pas du tout rationnel de négliger des matériaux ou des installations unitairement peu spectaculaires, mais qui par leur grand nombre conduisent à des investissements de plus en plus importants.»

De même que l'on applique le calcul des probabilités dans l'établissement des programmes de construction de centrales électriques, il est également intéressant et même nécessaire de

tenir compte d'éléments du même ordre dans les études relatives à la protection. L'exemple suivant montre la nécessité d'envisager les problèmes d'équipement dans une optique non seulement technico-économique, mais encore probabilistique: si l'on se donne comme objectif une sélectivité sans défaut, on peut être amené à devoir installer des disjoncteurs avec déclencheurs magnéto-thermiques plutôt que des cartouches fusibles. Or, si l'expérience montre que le nombre des fonctionnements de ces appareils est très faible, on en vient à convenir que le «jeu n'en vaut pas la chandelle», c'est-à-dire que l'investissement effectué est disproportionné au résultat; on a fait du «perfectionnisme»! Ce défaut qu'on dit helvétique est certainement lié à notre structure fédéraliste où les unités ne sont pas suffisamment étendues pour qu'on y pense «grands nombres».

Parmi les éléments non négligeables qui ne facilitent pas les possibilités d'évolution des réseaux BT, l'Ordonnance précitée en est un. Sans vouloir faire le procès de ce texte légal, il faut bien admettre qu'il contient beaucoup trop de détails liés à la technique et à la technologie d'il y a longtemps, et de ce fait, devenus désuets. Par ailleurs, le grand nombre des appareils et installations, ainsi que leur éparpillement jouent un rôle considérable. Il faut être conscient que l'introduction de tout nouveau type d'appareil dans la distribution implique beaucoup de choses: augmentation des articles en stock (rien n'est supprimé de ce qui existe), mise à jour du catalogue interne, élaboration de directives quant au choix, au montage, à l'entretien et à l'exploitation. Des principes de sécurité peuvent être touchés; il faut en tenir compte. L'instruction du personnel sera d'autant plus difficile qu'il est dispersé géographiquement. Une difficulté importante réside dans le fait que l'appareillage des stations transformatrices est fixé sur des châssis préassemblés, que ceux-ci ne sont pas toujours complètement équipés à la mise en service, des emplacements libres étant prévus pour le montage ultérieur de disjoncteurs par exemple.

On s'imagine facilement les réactions des intéressés à quel niveau qu'ils soient lorsqu'ils apprennent que le fournisseur d'un de ces appareils a décidé de le modifier, afin d'en améliorer les caractéristiques. C'est-à-dire que pour l'exploitant, cette nouvelle version ne correspond plus aux nombreux points d'utilisation répartis dans le réseau. Tout le travail de rationalisation entrepris est donc perdu.

Ceci me donne l'occasion de demander aux fabricants d'appareillage électrique de regarder à deux fois avant de modifier tant les cotes des points de fixation que celles des points de raccordement des appareils dont on veut «normaliser» la construction.

Stations transformatrices

La plupart des entreprises électriques assurant la distribution rurale utilisent et construisent encore un grand nombre de stations transformatrices sur poteaux en bois, en béton ou même encore métalliques.

Il faut toutefois admettre que cette solution pratique dans le cas des réseaux MT et BT aériens, n'est pas pleinement satisfaisante quant à la prévention des accidents en général. Dans la grande majorité des cas, le changement des cartouches moyenne tension représente une opération non dénuée de dangers électriques ou autres lorsqu'un monteur seul procède à cette opération qui peut avoir lieu à toute heure du jour ou de la nuit, par la belle ou la mauvaise saison. La récente étude que nous avons entreprise à ce sujet, conséquence d'un accident mortel survenu à l'un de nos monteurs, nous a amenés à envisager différentes solutions, dont la pose de couteaux de mise à terre commandés par la manœuvre de mise en état d'utilisation de l'échelle d'accès. Nous ne sommes, sauf erreur, pas les seuls à avoir eu cette idée. Notre conclusion, dans l'attente d'essais approfondis, est que la solution radicale consiste à supprimer purement et simplement les dites cartouches sur les stations du type précité, l'échelle et la plate-forme devenant de ce fait superflues. Or, pour le moment, l'Ordonnance fédérale n'autorise pas de faire chez nous ce qui est pratiqué couramment dans les pays voisins.

Que se passe-t-il avec les cabines basses?

Tout d'abord des besoins impératifs d'en diminuer le volume afin de pouvoir trouver l'emplacement ou le local nécessaire, puis, dans le cadre d'une recherche générale d'optimisation de la distribution, des études quant à la simplification et l'amélioration de l'équipement, c'est-à-dire augmentation des qualités intrinsèques et de comportement dans l'environnement. Que n'économiserait-on pas si l'on avait de l'appareillage continuant à fonctionner impeccablement sous 10 cm de poussière! En attendant, les fabricants, souvent en étroite collaboration avec les exploitants, ont déjà trouvé diverses solutions tendant à diminuer le volume des installations en réalisant des équipements partiellement et même pleinement isolés. L'ennui est que si l'air est gratuit, les matières isolantes (solides ou liquides) sont coûteuses et qu'il faut encore se poser des questions quant à la diminution du coût du génie civil, d'où les petites cabines compactes qui arrivent toutes montées sur leur emplacement. Les travaux de montage sur place en sont pratiquement annulés; il ne reste que le raccordement des câbles MT et BT. Cette recherche de la miniaturisation s'achoppe aussi à certains articles de l'Ordonnance (cas des parafoudres et des transformateurs de potentiel raccordés sur le jeu de barres par exemple). A ce sujet, on ne peut que se référer à l'excellent exposé de l'ingénieur en chef de l'Inspection fédérale des installations à courant fort, prononcé lors de l'assemblée de discussion de l'UCS le 7. 6. 1968 à Zurich, publié dans le N° 19/1969 du Bulletin de l'ASE et annonçant l'adoption probable de dérogations aux textes légaux actuellement en vigueur.

On peut encore mentionner le fait que plusieurs entreprises électriques et en tout cas une entreprise privée romande se sont organisées pour effectuer le nettoyage complet du local et de l'appareillage, ainsi que le contrôle du serrage des nombreux raccords des cabines et stations transformatrices, et tout cela sous tension. L'utilité de ce travail périodique s'avère particulièrement opportun dans les stations urbaines construites en sous-sol et dont les entrées d'aération sont au niveau du trottoir, mais le coût de l'opération est relativement élevé.

Toujours dans le cadre de l'optimisation de la distribution, les responsables cherchent à résoudre les nouveaux problèmes posés par la réalisation de groupes de bâtiments — tours par exemple.

Différentes idées sont actuellement en cours d'études; ainsi un SE pense réaliser des groupes de petites stations où l'on supprimerait les organes de couplage du côté MT, un autre SE va plus loin puisqu'il estime la qualité des transformateurs suffisante pour justifier d'en faire faire une exécution débrochable, la protection MT contre les courts-circuits étant commune au groupe de stations.

Il n'y aurait également beaucoup à dire sur le vaste et important sujet des mises à terre du point neutre du transformateur, du châssis de l'appareillage BT, des boîtes d'extrémité et de l'armature des câbles BT etc. D'une part, les caractéristiques techniques du matériel (gaine PVC autour du plomb des câbles par exemple) et, d'autre part, les connaissances quant aux critères de danger pour les personnes ont passablement évolué ces dernières années. Une révision de tout le chapitre «mise à terre» de l'Ordonnance est actuellement en cours; je laisse donc délibérément cette question de côté qui sera développée demain par M. Homberger.

Réseaux BT

Précisons tout d'abord de façon très schématique les caractéristiques des réseaux ruraux, urbains ou industriels en se souvenant que tous les cas intermédiaires sont possibles.

Le réseau rural dessert une zone à faible densité de population et partant de puissance absorbée. Il est réalisé en lignes aériennes à fils nus donc à forte réactance spécifique. Leur longueur peut souvent dépasser le kilomètre ce qui entraîne une forte variation de la puissance de court-circuit entre les barres BT de la station et le tableau de l'abonné le plus éloigné. Les perturbations dues surtout aux intempéries et à diverses circonstances extérieures correspondent pour les $\frac{3}{4}$ environ à des défauts fugitifs. Le dimensionnement de ce type de réseau est fonction de la chute de tension.

Le réseau urbain alimente une zone à forte densité de puissance; les stations transformatrices se rapprochent tout en augmentant sensiblement de puissance. Les lignes, en câbles souterrains, sont nettement plus courtes. La réactance étant pratiquement négligeable, la section des conducteurs ayant considérablement augmenté, les chutes de tension ne jouent plus le rôle principal dans les calculs mais bien la charge à transporter, ainsi que la puissance de court-circuit qui ne varie que peu le long de la ligne. Dans ce genre de réseau, les perturbations, en dehors des déclenchements par surcharge, sont dues dans la plupart des cas à l'emploi des machines de chantier et sont à classer dans la catégorie des défauts permanents.

Dans le réseau industriel la densité de puissance s'accroît encore, d'où de gros transformateurs et des câbles ou barres à forte section; il en résulte inévitablement une puissance de court-circuit considérable qu'il est parfois nécessaire de diminuer par des dispositions particulières. Les pannes ne sont pas fréquentes, dans la mesure en tout cas où le propriétaire a jugé nécessaire de faire des investissements adéquats.

Ce rapide passage en revue des caractéristiques de ces trois types de réseau laisse bien prévoir des solutions différentes pour l'équipement et la conception de la protection.

Comme dans chaque entreprise électrique on n'a jamais à faire à un seul des types précités, il s'en suit inévitablement des systèmes différents dans des entreprises apparemment semblables, ceci étant encore aggravé par l'application de critères de choix extrêmement variés et variables. C'est ainsi que l'on trouve des réseaux à caractère urbain dont la protection des lignes BT est assurée par des disjoncteurs et des réseaux de type rural où l'on n'utilise que des cartouches fusibles, alors que le contraire peut sembler plus logique aux yeux de certains en tout cas.

L'équipement de la protection des départs BT est toujours l'objet de discussion entre les tenants des coupures unipolaires et ceux estimant indispensable de pouvoir systématiquement compter sur un déclenchement omnipolaire. Dans le premier cas, on maintient le service aux consommateurs monophasés raccordés à la ou aux phases saines et dans le second, on élimine radicalement tout risque d'accident aux personnes (surtout au personnel d'exploitation) et de dégâts aux appareils (moteurs mal protégés, dispositifs de commande perturbés par manque d'une ou l'autre des phases). A ceci est partiellement liée la controverse sur l'emploi des cartouches fusibles ou des disjoncteurs.

Il serait intéressant de connaître l'opinion d'une entreprise électrique qui, au cours de ces dernières années, a eu l'occasion de repenser cet important problème dont, et c'est le moins qu'on puisse dire, l'ensemble des éléments d'appréciation a considérablement évolué. Ainsi, depuis l'époque lointaine pour de jeunes techniciens, où les décisions quant aux systèmes actuellement en vigueur ont été adoptées, la main-d'œuvre a renchéri beaucoup plus que le coût du matériel, la sûreté des installations s'est accrue en même temps que les exigences de la clientèle, les caractéristiques des défauts sont mieux connues etc. En bref, il s'agit typiquement d'un problème méritant une complète révision basée sur des éléments et des critères nouveaux, plus nombreux et mieux déterminés.

Une preuve de plus, s'il en faut, que les choses évoluent rapidement est le fait signalé lors des Journées de discussion sur les réseaux de distribution à Liège en mai 1969, à savoir le vif intérêt de grandes entreprises belges pour le système dit à conducteurs isolés, torsadés, préassemblés, que l'EdF utilise depuis plusieurs années, aussi bien en ville qu'à la campagne. Il s'agit de câbles constitués d'un neutre isolé et en alliage d'aluminium à résistance mécanique élevée (Al-mélec), de conducteurs de phase en aluminium, isolés et enroulés autour du neutre porteur. La ligne ainsi formée peut être supportée ou tendue le long des façades ou tendue entre des supports aériens. Il y a certainement là un problème intéressant à examiner, en particulier de voir si son aspect économique et pratique est aussi intéressant chez nous que dans les pays voisins; je précise tout de suite qu'il serait vain de vouloir recommencer les études et expériences de plus de dix ans d'une entreprise qui a les moyens de recherche que l'on connaît à EdF.

Il faut se souvenir que la protection des réseaux n'a pas pour but unique de protéger les installations contre les effets des surcharges thermiques et des courts-circuits, mais également de protéger les êtres vivants.

L'article 26, ch. 4, de l'Ordonnance et ses commentaires traitent des servitudes qu'implique le système de la mise à terre par le neutre des réseaux. Et force est bien de cons-

tater que pour les longues lignes rurales, la solution (il faut tenir compte des impératifs économiques) n'est pas toujours facile à trouver. Une entreprise, afin d'éviter la pose de coupe-circuit intermédiaires insérés dans les longues lignes et dont le calibrage n'est pas toujours aisé à déterminer, est en train d'essayer un dispositif de protection actionné par le courant de défaut s'écoulant dans le fil neutre, immédiatement à l'aval du transformateur. Cette solution ne paraît, pas plus que les autres, pleinement satisfaisante.

La révision actuellement en cours du chapitre «mise à terre» de l'Ordonnance va apporter des vues nouvelles sur la question. Aux moyens déjà préconisés (mise à terre améliorée à chaque bâtiment, disjoncteur à courant de défaut dans les cas appropriés etc.), l'usage des «câbles torsadés préassemblés» semble constituer un élément complémentaire intéressant, qu'il s'agit encore de vérifier.

Un nouvel élément qui va entraîner une brutale évolution de la conception des réseaux MT/BT est l'apparition du chauffage électrique des locaux, surtout s'il est à accumulation et cela tout particulièrement dans les grands lotissements de locatifs et même de villas. Les entreprises électriques d'outre-Rhin en savent quelque chose et ont déjà dû trouver des solutions économiquement valables afin d'éviter des investissements locaux disproportionnés, compte tenu du bas prix de l'énergie mise à disposition pour ce genre d'utilisation. Une des façons de faire, pratiquée entre autres à la RWE, consiste à multiplier des petites stations transformatrices «compactes» et à y raccorder des câbles BT très courts, à forte section et sans aucune possibilité de bouclage. Ce cas est proche de celui rencontré chez nous pour l'alimentation des bâtiments-tours.

Il faudrait encore parler des réseaux maillés exploités dans certaines villes en vue d'une utilisation optimum des lignes et transformateurs. La configuration des réseaux MT et BT y joue un rôle primordial dans la détermination du système de protection, qui est encore fonction des puissances de court-circuit. Ainsi, avec des stations transformatrices équipées de plusieurs départs BT, il est nécessaire de prévoir une protection BT du transformateur avec dispositif directionnel, alors que s'il n'y a que deux départs on peut s'en passer comme l'indique une intéressante étude italienne présentée également aux journées de Liège ce printemps. Il n'en subsiste pas moins que la meilleure utilisation de l'équipement ne s'acquiert qu'au prix d'un appareillage de protection nettement plus complexe à concevoir et à réaliser d'où des charges annuelles plus élevées. Nous revoici dans un problème d'optimisation!

Les divers problèmes évoqués ne sont pas simples et sont imbriqués (par exemple le temps de déclenchement des disjoncteurs de lignes MT influence la qualité requise pour les mises à terre). Leur solution nécessite la connaissance d'éléments statistiques valables, c'est-à-dire basés sur un grand nombre de cas. Or, la petitesse relative de nos entreprises électriques suisses est un handicap à cet égard et également à celui des moyens d'étude et de recherche à mettre en œuvre. Peut-on souhaiter que l'information réciproque de nos entreprises soit développée et, mieux encore, que des études soient menées en commun?

Adresse de l'auteur:

A. Fonjallaz, chef de la distribution, Compagnie Vaudoise d'Electricité, 1002 Lausanne.