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: 68 (1977)

Heft: 13

Artikel: Fusibles et disjoncteurs dans les réseaux de distribution en basse tension

Autor: Panchaud, P. D.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-915049

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 17.07.2025

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

schützt im Freien liegen, muss es bei Regenwetter zu Auslösungen kommen. Deshalb muss dem Wasserschutz mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden. Bei Campingplatzverteilern und Baustellenverteilern sind nicht immer die teuersten die besten. Vielfach wird ein grosser Aufwand mit Gummiabdichtungen getrieben. Solche Verteiler können aber nicht ganz dicht gemacht werden. Es gibt immer wieder Öffnungen, bei denen das Wasser eintreten kann, zum Beispiel Steckdosen oder Kabeldurchführungen. Es ist bekannt, dass in solchen Verteilern, die dauernd im Freien stehen, durch Wassereintritt und Sonnenbestrahlung ein Klima herrscht, das viel schlimmer ist als dasjenige in den Tropen. Besser als teure Gummidichtungen sind Wasserschutz, Wasserablauf und vor allem gute Lüftung. Vorteilhaft ist es auch, wenn die Sonne nicht direkt auf den Kasten scheint. Eine helle Farbe hilft, dass die Temperatur nicht zu stark ansteigt.

Adresse des Autors
H. Egger, CMC Carl Maier + Cie AG, 8201 Schaffhausen.

Fusibles et disjoncteurs dans les réseaux de distribution en basse tension

Par P. D. Panchaud

Die wirtschaftlichen Auswirkungen einer mehr oder weniger perfektionistischen Netzschutzkonzeption sollten nicht vernachlässigt werden. Für den Schutz von Mittel-/Niederspannungs-Transformatoren sind einerseits die geringe Störungsanfälligkeit und andererseits die nicht unbeträchtlichen kurzzeitigen Reservekapazitäten über der Nennleistung mitzuberücksichtigen.

In welchem Ausmass kann der Schutz von Niederspannungsnetzen (zumindest in ländlichen Netzen mit Sicherungen günstiger als mit Schaltern zu bewerkstelligen) in Frage gestellt werden infolge des absehbaren Verschwindens von flinken Sicherungen?

Les implications économiques d'une conception plus ou moins sophistiquée de la protection des réseaux ne doivent pas être perdues de vue. Pour la protection des transformateurs MT/BT, il convient de considérer d'une part la faible probabilité d'incident et d'autre part les capacités non négligeables de fonctionnement temporaire au-delà de la puissance nominale.

Dans quelle mesure la protection du réseau BT proprement dit, actuellement moins coûteuse à l'aide de fusibles qu'à l'aide de disjoncteurs, du moins dans un réseau rural, peut-elle être remise en question par une disparition prochaine des fusibles à caractéristiques de fusion rapides?

1. Introduction

Les réseaux à basse tension ne sont pas, à priori, un objet propre à passionner les foules. Guère de réalisations spectaculaires, peu ou pas d'applications de techniques de pointe. Ces installations mériteraient cependant périodiquement des réflexions plus approfondies de la part des exploitants de réseaux. J'en veux pour justification, la part importante que les réseaux à basse tension représentent dans les investissements de nos entreprises de distribution d'énergie électrique. Les réseaux à basse tension représentent souvent plus de 50 % du coût de l'échelon de distribution proprement dit, constitué, rappelons-le, par le réseau à moyenne tension, les stations transformatrices MT/BT et les réseaux locaux à basse tension. Une telle répartition est actuellement constatée pour les réseaux ruraux de la CVE et j'imagine qu'il n'en est guère autrement dans les autres sociétés électriques de notre pays.

Si l'on fait intervenir, par ailleurs, le rôle des différents échelons de tension dans l'importance des interruptions de fourniture à la clientèle, nos statistiques montrent que la part incombant aux défauts et interventions dans le réseau à basse tension n'est que de 8 %, alors que près de 90 % sont à imputer à la moyenne tension.

Le dosage des dépenses pour la basse tension mérite donc une attention toute particulière, tant à cause de la grande place qu'elles occupent dans le bilan des charges d'une société électrique, que par le faible impact relatif qu'elles peuvent avoir sur la qualité du service, considérée de façon globale.

Sous cet angle, les mesures de protection et de sécurité appliquées dans les réseaux à basse tension, peuvent avoir des implications économiques non négligeables, selon les solutions et critères retenus. Il y a là matière à réflexion pour les institutions et commissions responsables des prescriptions et normes sur les installations électriques.

2. Buts de la protection

Les buts essentiels d'un système de protection sont triples:

- éviter tout danger pour les personnes (exploitants et usagers),
- limiter les dégâts matériels,
- limiter la durée et l'étendue des interruptions de fourniture.

Les articles 30 et 31 de l'Ordonnance fédérale de 1933 sur les installations à courant fort, prescrivent l'obligation de dimensionner toutes les parties d'installation de façon qu'elles résistent aux effets du courant de court-circuit jusqu'à son déclenchement, sans qu'il n'en résulte ni danger pour les personnes, ni risques d'incendie, ni détérioration des installations elles-mêmes. Il est précisé de plus, qu'en règle générale, les différentes parties des installations doivent être protégées contre les surintensités au moyen de coupe-circuit à fusibles ou de disjoncteurs automatiques.

En ce qui concerne la sécurité des personnes plus particulièrement, le projet du nouveau chapitre de l'Ordonnance fédérale relatif aux mises à terre, stipule que pour les installations à courant alternatif à basse tension, des dispositions doivent être prises pour que, lors d'un défaut à la terre, la tension de prise de terre n'excède jamais durablement 50 V ou qu'elle soit supprimée par déclenchement dans les 5 s en cas de dépassement.

L'obligation d'éviter tout danger pour les personnes et de limiter au maximum les dégâts matériels causés à des tiers n'est pas à discuter. En ce qui concerne la limitation de la

Avaries de transformateurs MT/BT sur stations aériennes Tableau I

		Sans fusibles MT	Avec fusibles MT
Nombre de stations aériennes en service (juin 1976)		184	375
Nombre d'avaries de transformateurs de 1971 à 1976:	1971	2	2
	1972	–	3
	1973	–	3
	1974	1	–
	1975	–	–
	1976	–	1
	Total	3	9
Taux d'avaries annuel moyen des transformateurs de 1971 à fin juin 1976		2,9 ‰	4,4 ‰
Nombre de cas avec fusion de cartouches MT de 1971 à 1976:			
– lors de défauts au transformateur		–	8
– pour des raisons explicables (oiseaux, branches, etc. ...), à l'exclusion des incidents aux transformateurs		–	20
– sans raisons apparentes		–	51
Nombre de déclenchements permanents de départs MT dans les postes-sources liés aux incidents précités		2	–

durée et de l'étendue des interruptions de fourniture, ainsi que la limitation des dégâts matériels aux installations, une certaine liberté d'appréciation devrait être concédée aux exploitants, qui compareront le coût d'un système de protection avec la probabilité d'apparition d'un incident cause d'interruption de fourniture ou de dégâts matériels.

Dans ce contexte, passons en revue quelques idées relatives à l'usage des disjoncteurs et des fusibles dans les réseaux de distribution à basse tension. De façon à axer nos réflexions sur un tout aussi cohérent que possible et à ne pas perdre de vue une certaine sélectivité des protections, nous inclurons dans nos préoccupations les transformateurs moyenne tension/basse tension qui alimentent le réseau aval.

3. Protection des transformateurs MT/BT (côté MT)

L'article 64 de l'Ordonnance fédérale exige une protection individuelle du côté haute tension pour tout transformateur de puissance, soit par des coupe-circuit insérés dans chaque phase et assurant le déclenchement en cas de court-circuit, soit par un disjoncteur assurant le déclenchement omnipolaire en cas de surcharge ou de court-circuit. Le commentaire de cet article précise, entre autres, que si la protection n'est assurée du côté haute tension que par des coupe-circuit à fusibles, il convient de prévoir du côté basse tension du transformateur, un moyen de protection approprié contre les surcharges, par exemple un disjoncteur à maximum d'intensité.

La Compagnie Vaudoise d'Electricité (CVE) a entrepris, sur une grande échelle et en accord avec l'Inspection fédérale, une simplification des stations transformatrices aériennes, consistant à supprimer toute protection contre les surintensités du côté primaire du transformateur. La motivation essentielle est d'éliminer le risque d'accident inhérent à l'échange de ces fusibles. Le remplacement des cartouches fondues est, en effet, une opération malaisée, qui incite le personnel à ne pas respecter les mesures de sécurité indispensables, à moins de compléter les installations d'accessoires relativement onéreux, souvent compliqués, et dont l'efficacité peut être discutable (tringlerie de mise à terre et en court-circuit depuis le sol, échelle, passerelle de service élargie, etc.). Une expérience de six années montre que rien ne confirme l'utilité des fusibles à moyenne tension pour la protection des transformateurs MT/BT et autres accessoires de station.

Le tableau I résume la statistique des avaries de transformateurs sur stations aériennes.

Mentionnons encore que les douze transformateurs avariés cités dans ce tableau avaient une puissance inférieure à 100 kVA et que leur âge était compris entre 25 et 35 ans, sauf pour l'un d'eux. Il est bien clair que toutes les stations sans fusibles MT sont équipées de parafoudres du côté moyenne tension.

La suppression des fusibles haute tension pose théoriquement le problème des défauts survenant au transformateur proprement dit et au tronçon de câble entre le transformateur et le premier organe de protection côté basse tension (voir fig. 1). L'impédance interne du transformateur est telle qu'un court-circuit sur les bornes basse tension du transformateur ou sur le câble basse tension issu de ces bornes ne sera très vraisemblablement pas perçu comme tel par les organes de protection du réseau à moyenne tension amont; la probabilité de tels incidents est cependant extrêmement rare.

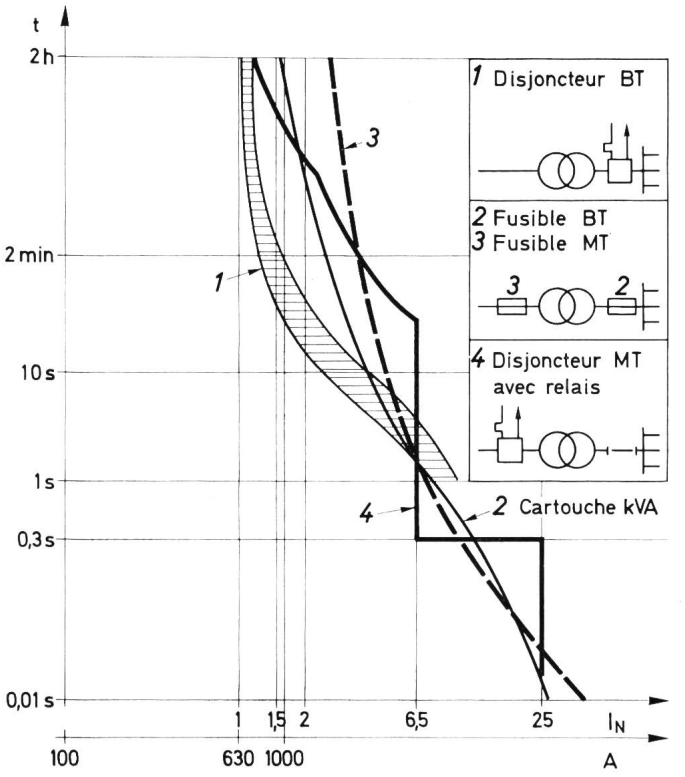

Fig. 1 Exemples de protections pour transformateur MT/BT (400 kVA)
I_N courant nominal
t temps de fusion/déclenchement

Si le défaut se produit dans le transformateur proprement dit, l'appareil est de toute façon avarié et un réenclenchement automatique réussi du disjoncteur de tête de ligne moyenne tension n'est pas impossible, toutefois après destruction plus ou moins grave de l'enroulement du transformateur. L'expérience a montré que ces incidents exceptionnels ne sont pas éliminés totalement par la présence des fusibles MT, mais qu'ils sont sans incidence sur l'environnement.

Actuellement, d'autres distributeurs suisses s'intéressent à des stations transformatrices aériennes sans fusibles haute tension, d'ailleurs courantes dans les pays voisins. Suite à ces expériences, nous pensons que l'allégement concédé pour les stations aériennes mériterait d'être étendu à des stations cabines au sol, alimentées par câble et moins exposées que des stations aériennes. Il y a là une source potentielle d'économie d'investissements non négligeable.

4. Fusibles ou disjoncteurs

Pour assurer la protection dans le réseau à basse tension proprement dit, on peut être partagé entre l'usage de fusibles ou de disjoncteurs. La proposition d'harmoniser la norme ASE actuelle sur les fusibles à haut pouvoir de coupure avec les normes internationales, qui entraînerait notamment la disparition des fusibles à caractéristiques de fusion rapides, peut donner une nouvelle actualité à cette controverse. Il s'agit là d'un problème dans lequel il faut comparer les arguments techniques, d'une part, et les arguments économiques, d'autre part.

Pendant de longues années, la CVE a systématiquement équipé les coffrets à basse tension de ses stations transformatrices MT/BT avec des disjoncteurs. La médiocre qualité des fusibles d'antan et les risques courus par le personnel lors des fréquents échanges de ces derniers, avaient incité les responsables de l'entreprise à préconiser l'usage de disjoncteurs. Or, les appareils utilisés ont successivement disparu du programme de fabrication des constructeurs suisses; la modification des dimensions et formes du dernier matériel moderne normalisé dans notre entreprise, offert par un fournisseur étranger, nous ont incités à repenser le problème.

En prenant comme objet d'une étude économique l'ensemble d'un réseau rural semblable à celui de la CVE, comportant environ 1150 stations transformatrices, réparties à moitié entre des stations sur poteaux et des stations en cabines, et équipées en moyenne de 3 à 4 départs à basse tension, on arriverait à une économie d'investissements d'environ 2 millions de francs de 1977, si toutes les distributions à basse tension étaient réalisées à l'aide de fusibles HPC. Cela correspond à une économie moyenne d'environ 1700 francs par station transformatrice.

Dans une appréciation complète, il importe de faire aussi intervenir la consommation de fusibles, consécutive aux déclenchements sur court-circuit et tentatives de réenclenchement pour localiser les défauts; pour les 1150 stations précitées, il faudrait prévoir une consommation annuelle d'environ 1500 fusibles, soit environ 15 000 à 20 000 francs. Cette somme est à retrancher de l'économie d'environ 200 000 francs en charges annuelles correspondant aux 2 millions précités. Le bilan économique reste encore nettement favorable à l'option «fusibles».

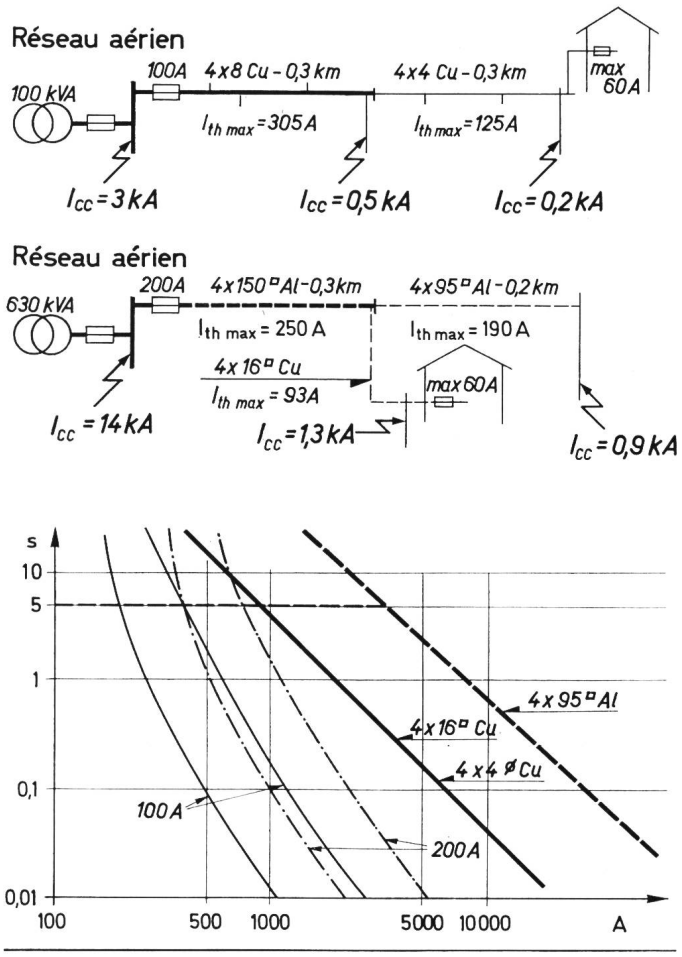

Fig. 2 **Protection des «désectionnements»**
traits gras: Durée admissible des court-circuits (en secondes)
traits fins: Caractéristiques des fusibles (VDE 660 rapide)

Les atouts techniques du disjoncteur sont: sa sécurité de manœuvre, son pouvoir de coupure élevé, en particulier s'il s'agit de disjoncteurs modernes dits «limiteurs», la possibilité d'obtenir des relais à caractéristiques de déclenchement plus ou moins raffinées, la coupure tripolaire. Pour ce qui a trait à la sécurité de manœuvre, les actuelles garnitures porte-fusibles, équipées de mâchoires de sectionnement en charge et de capots de manœuvre, offrent des garanties tout à fait convenables.

La coupure, tri-polaire ou non, fait l'objet d'avis très partagés, le déclenchement monophasé pouvant, dans certains cas, faciliter la recherche de défauts. Les risques d'arbitraire dans le réglage des relais sont tout à fait comparables avec l'arbitraire du calibrage des fusibles; il s'agit là essentiellement de discipline du personnel d'exploitation, qui doit respecter les consignes d'ajustage ou de calibrage données. Nous avons constaté que le mécanisme de déclenchement des disjoncteurs pouvait fortement souffrir du climat ambiant et des conditions parfois précaires d'entretien des stations transformatrices, spécialement en zone rurale, alors que tel n'est pas le cas pour les fusibles.

Ces considérations, ajoutées à la faible charge spécifique moyenne des départs à basse tension, ont incité la CVE à préférer désormais systématiquement les fusibles aux disjoncteurs pour les nouvelles installations et les réfections importantes. La nécessité d'un pouvoir de coupure particuliè-

rement élevé ou «limiteur» n'est à notre avis pas réelle dans la distribution courante, en distribution rurale plus spécialement.

5. Protection des transformateurs contre les surcharges

L'abandon des disjoncteurs BT a incité à repenser le problème de la protection des transformateurs MT/BT contre les surcharges. Les caractéristiques de déclenchement des disjoncteurs basse tension utilisés pour protéger les transformateurs, entraînaient un déclenchement dans des temps compris entre:

3 min et 15 min pour des surcharges de 20 %,
½ min et 2 à 3 min pour des surcharges de 50 %

Les transformateurs de réseaux sont en fait capables de supporter de telles surcharges pendant des durées sensiblement plus élevées. A ce sujet les intéressés sont priés de se référer à la recommandation CEI 354 intitulée «Guide de charge pour les transformateurs».

Des expériences réalisées par un grand réseau étranger ont montré que par une protection à fusibles BT à caractéristique de fusion bien adaptée, conjuguée avec une surveillance des températures à l'aide de thermomètres à maximum plongés dans l'huile, et relevé périodique des charges (p. ex. ampèremètres thermiques à traînard), il était possible d'augmenter très sensiblement le taux d'utilisation de la puissance installée des transformateurs de réseaux.

Si les transformateurs ne sont chargés en moyenne qu'à 50 % de leur puissance nominale pendant les dix heures qui précèdent la surcharge et si la température ambiante ne dépasse pas 40 °C, il est possible d'admettre une surcharge de 40 % pendant une heure ou de 50 % pendant une demi-heure, sans accélérer de façon sensible le vieillissement du transformateur. Les fusibles utilisés pour protéger les transformateurs au secondaire sont étalonnés directement en kVA, ils supportent en permanence et sans vieillissement un courant supérieur de 30 % au courant nominal du transformateur et fondent dans les deux heures en cas de dépassement de 50 %. La figure 1 montre la caractéristique de fusion de ce genre de fusibles, comparée à celle de déclenchement d'un disjoncteur à basse tension et à celle de déclenchement d'un disjoncteur à moyenne tension équipé de relais directs à image thermique.

Des fusibles à haute tension sont une mauvaise protection contre la surcharge des transformateurs parce qu'ils doivent être surcalibrés par rapport à leurs courants nominaux, de façon à pallier le risque de fusion intempestive dû à un vieillissement accéléré par échauffement et à résister à la surintensité transitoire qui peut se produire lors de l'enclenchement.

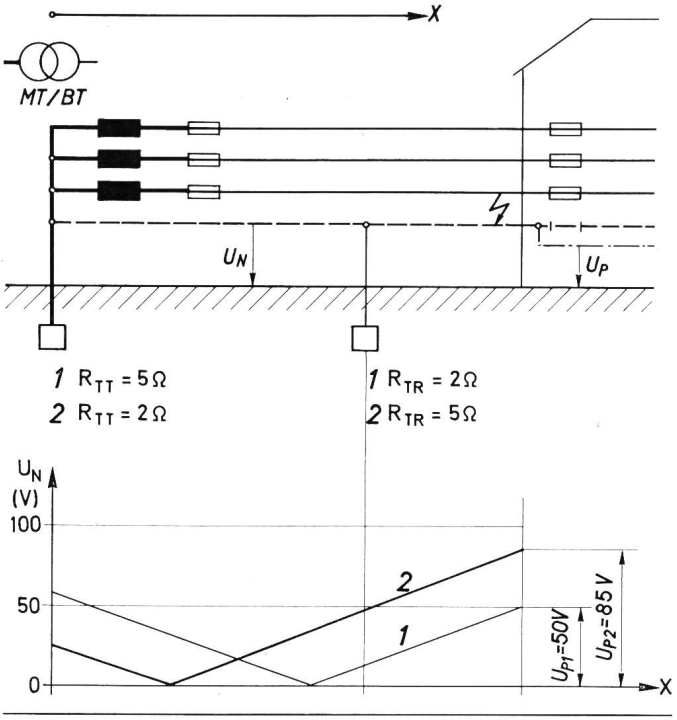

Fig. 3 **Tensions entre neutre et terre**
X distance comptée à partir de la station transformatrice MT/BT

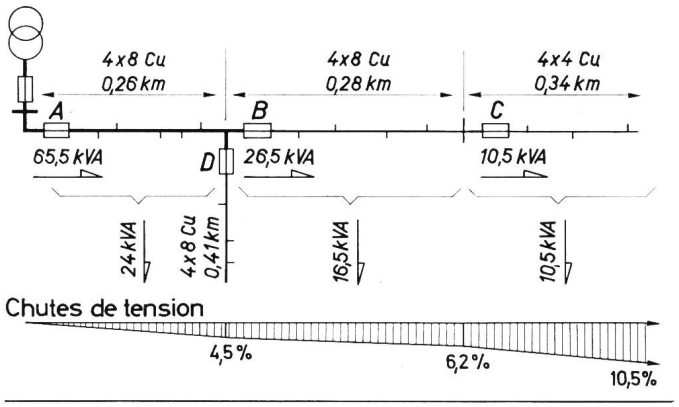

Fig. 4 **Protection d'un réseau BT aérien**

Calibrage des fusibles:

Fusibles en tête de ligne seulement:

Conditions de charge adm. et de sélectivité par rapport au transformateur
A: 160 A (ASE rapide ou CEI 269/1)

Conditions de mise au neutre
A: 50 A (ASE rapide) ou 25 A (CEI 269/1)

Fusibles répartis le long du tracé:

Conditions de charge adm. et de sélectivité par rapport au transformateur
A: 160 A (ASE rapide ou CEI 269/1)

Conditions de mise au neutre
A: 315 A (ASE rapide) ou 125 A (CEI 269/1)
B: 125 A (ASE rapide) ou 60 A (CEI 269/1)
C: 50 A (ASE rapide) ou 25 A (CEI 269/1)

6. Protection du réseau BT proprement dit

La protection du réseau à basse tension proprement dit fait intervenir deux notions différentes:

- protéger le réseau contre les surcharges et les courts-circuits,
- satisfaire aux conditions de mise au neutre.

Surcharges et courts-circuits

Le système de protection devrait permettre le déclenchement des tronçons affectés d'un court-circuit avant que ne surviennent des dégâts prohibitifs dus à la dissipation thermique, en particulier si le défaut se produit en bout de réseau, sur des antennes à section réduite. En ce qui concerne les risques de surcharge, on remarquera que ce sont les têtes de lignes et les tronçons amont des «désectionne-

ments» qui sont les plus sensibles à cause des soutirages intermédiaires. Une qualité convenable du service exige la prévention des surcharges grâce à l'organisation de mesures périodiques des intensités dans les lignes. On peut ainsi planifier sans précipitation les renforcements ou ripages de charges nécessaires et des déclenchements par surcharge devraient être tout à fait exceptionnels.

Dans les réseaux aériens ruraux, où les lignes sont généralement longues, le dépassement des chutes de tension admissibles intervient généralement bien avant que les lignes soient utilisées à leur pleine capacité thermique.

On se pose souvent la question de savoir s'il est opportun de prévoir des fusibles calibrés à un échelon inférieur aux points de désectionnement. La fig. 2 montre que les choses se présentent généralement différemment, selon qu'il s'agit d'un réseau souterrain ou d'un réseau aérien. Dans le réseau souterrain les courants de courts-circuits sont tels que même si le défaut se produit à l'extrémité d'une dérivation en aval du réseau, les fusibles de tête de ligne réagissent avant que le câble dérivé de faible section puisse être endommagé.

Si le câble dérivé est un câble d'introduction, il est en pratique protégé contre les surcharges par les fusibles généraux placés à l'entrée de l'installation intérieure. En outre, les conditions de mise au neutre ne posent pas grand problème dans les réseaux souterrains, dont l'impédance est d'une part bien inférieure à celle des réseaux aériens et qui sont, d'autre part, établis dans des quartiers où l'équipotentialité des conduites d'eau et autres masses métalliques enfouies dans le sol est bonne.

Nous prétendons que si l'on se limite à deux échelons de section pour les lignes principales, plus une ou deux sections réservées aux branchements d'abonnés, il n'est pas nécessaire d'équiper les points de désectionnement ou d'étoilement intermédiaires avec des fusibles, qui compliquent inutilement l'exploitation.

Dans le cas d'un réseau aérien, la situation est moins favorable; dans l'exemple montré, les fusibles de 100 A placés en tête de ligne ne protègent pas convenablement la longue antenne en fil de 4 mm, si un court-circuit se produit à l'extrémité de cette dernière. La condition du déclenchement en 5 s n'est d'ailleurs pas satisfaite. Nous allons examiner d'un peu plus près ce problème dans le contexte des conditions de mise au neutre.

7. Conditions de mise au neutre

La sécurité des réseaux à basse tension mis au neutre repose sur une alternative: ou bien l'on empêche que la tension du conducteur neutre puisse dépasser 50 V contre terre, lors d'un contact fortuit avec un conducteur polaire, ou bien l'on assure le déclenchement en 5 s.

Lorsque le défaut se produit dans une installation intérieure, le déclenchement en 5 s de l'un des coupe-circuit insérés dans l'installation proprement dite ne pose normalement pas de problème. Un contact entre un conducteur de phase et le conducteur neutre est cependant fort possible en amont de l'installation intérieure, surtout s'il s'agit d'un réseau aérien; la tension que prendra alors le conducteur neutre dépend de la qualité et de la répartition des mises à la terre du neutre. La fig. 3 montre qu'il est fort plausible d'obtenir, par exemple, un potentiel du neutre contre terre de 85 V en bout de réseau et de 25 V environ seulement à la station transformatrice. Cette situation est difficile à apprécier par de simples calculs au moment de l'établissement d'un projet de réseau. La condition de déclenchement en 5 s est par contre plus facile à dominer préalablement de façon théorique. Les considérations que nous venons d'évoquer montrent donc que, non seulement les coupe-circuit de l'installation intérieure devraient être pris en considération, mais également ceux qui sont placés dans le réseau. Ces problèmes devraient être bien connus des exploitants de réseaux ruraux. Le soin plus ou moins grand apporté à les résoudre a des conséquences sur la charge utile du réseau, donc finalement sur ses conditions économiques d'exploitation. Examinons un exemple tiré d'un cas réel, tout à fait typique pour un réseau aérien de village avec plusieurs embranchements (fig. 4).

Comme première possibilité, on peut envisager une protection unique par fusibles en tête de ligne. La nécessité d'assurer le déclenchement en 5s, lors d'un défaut survenant en bout de réseau, impose pour ces fusibles, un calibrage qui ne devrait pas dépasser 50 A, ce qui est nettement en dessous des capacités possibles et nécessaires de transport de ce réseau; les charges effectivement constatées ainsi que les chutes de tension en témoignent. L'exploitant désireux de tirer le meilleur parti de son installation sera tenté de se borner à protéger celle-ci contre les conséquences thermiques des courts-circuits, en tout cas dans la partie amont du réseau (p. ex. 160 A), mais sans avoir la garantie que les conditions de mise au neutre seront bien satisfaites en aval. Une autre méthode consiste à prévoir des fusibles intermédiaires près

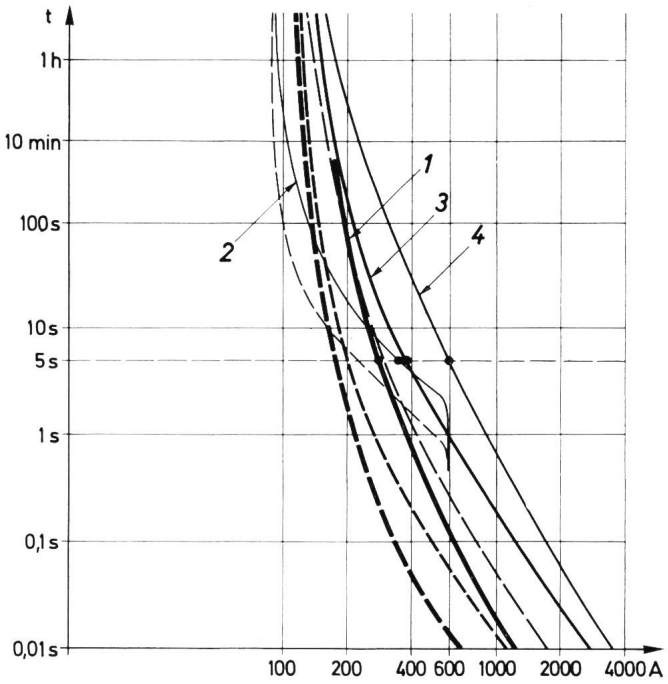

Fig. 5 Caractéristiques de fusion/déclenchement

		Intensités maximales pour déclenchement en 5 secondes
▬▬▬	100 A rapide ASE	300 A (1)
═══	disjoncteur R 0,8 × 100 A	360 A (2)
═══	100 A rapide VDE 660	380 A (3)
═══	100 A CEI 269/1 ou VDE 636	600 A (4)

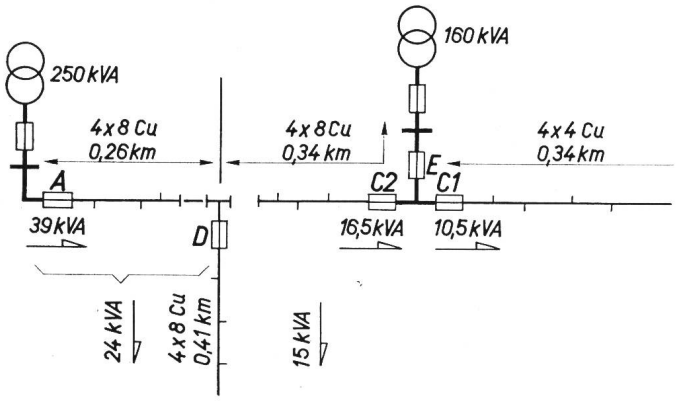

Fig. 6 Protection d'un réseau aérien BT après construction d'une nouvelle station transformatrice

Calibrage des fusibles:

Fusibles en tête de ligne seulement:

Conditions de charge adm. et de sélectivité par rapport au transformateur
A: 160 A (ASE rapide ou CEI 269/1)
E: 160 A (100 A) (ASE rapide ou CEI 269/1)

Conditions de mise au neutre
A: 100 A (ASE rapide) ou 50 A (CEI 269/1)
E: 60 A (ASE rapide) ou 30 A (CEI 269/1)

Fusibles répartis le long du tracé:

Conditions de charge adm. et de sélectivité par rapport au transformateur
A: 160 A (ASE rapide ou CEI 269/1)
C2: 160 A (ASE rapide ou CEI 269/1)
C1: 100 A (ASE rapide ou CEI 269/1)

Conditions de mise au neutre

A: 315 A (ASE rapide)	*D:* 100 A (ASE rapide)
ou 125 A (CEI 269/1)	ou 50 A (CEI 269/1)
C2: 200 A (ASE rapide)	*C1:* 60 A (ASE rapide)
ou 100 A (CEI 269/1)	ou 30 A (CEI 269/1)

des embranchements importants, ce qui permet de bien utiliser la capacité de charge de la partie amont du réseau, sans pour autant risquer de ne pas satisfaire aux conditions de mise au neutre.

8. Normalisation des caractéristiques de fusibles

Cette façon d'apprécier la sécurité des usagers des réseaux ruraux est fortement mise en cause par l'intention de l'Association suisse des électriciens de ne plus considérer, dorénavant, que des fusibles à caractéristiques lentes, selon la nouvelle publication CEI 269–1, et de ne plus admettre sur le marché suisse de fusibles aux caractéristiques rapides, telles que nous les connaissons aujourd'hui.

La fig. 5 montre différentes caractéristiques de fusibles de 100 A, fusibles rapides selon la norme ASE actuelle, fusibles rapides selon l'ancienne norme allemande VDE 660 et fusibles unifiés (lents) selon la nouvelle publication CEI 269–1 (ASE) 1065/1066. Les caractéristiques selon CEI 269–1 sont en fait encore plus lentes que les caractéristiques de fusion lentes de l'actuelle Recommandation ASE.

On constate d'emblée que si la condition du déclenchement en 5 s doit continuer d'être satisfaite sans disposer de fusibles à caractéristiques rapides, la capacité de transport des réseaux sera diminuée dans une proportion inadmissible – la moitié en gros, à moins de renforcer les sections ou de raccourcir les lignes en multipliant les stations transformatrices.

Cette dernière solution, dont la fig. 6 donne une application à l'exemple de réseau précédent et qui peut être rendue nécessaire par ailleurs, par exemple pour les raisons de chute de tension, est de nature à redonner un «sang neuf» à d'anciens réseaux ruraux. Il faut cependant que les prévisions d'augmentation de consommation justifient les investissements et qu'il soit possible de réaliser des stations transformatrices aussi simples et peu coûteuses que possible.

Plusieurs distributeurs ont manifesté leur opposition à l'introduction de la nouvelle normalisation des fusibles en Suisse, qui serait en plus assortie d'une diminution des gammes d'intensités normales. En effet, la dispersion admise par la nouvelle norme conduit à un échelonnement des intensités nominales qui ne garantit plus la sélectivité que pour des rapports de 1 à 2, alors que jusqu'ici la sélectivité était garantie pour des rapports de 1 à 1,6.

Il est essentiel que les distributeurs d'électricité de notre pays prennent conscience de cette situation et apprécient dans quelle mesure les considérations que je viens d'esquisser sont un obstacle majeur à l'introduction de la nouvelle règle. L'harmonisation des règles ASE aux Recommandations CEI peut bien confirmer la volonté suisse de participer à une unification internationale des caractéristiques techniques du matériel. Il serait certes séduisant que les caractéristiques des fusibles soient toutes semblables, tant pour les fusibles à vis que pour les fusibles du type HPC, et que l'on puisse apprécier la sélectivité d'une protection par simple mention des intensités nominales, ce qui n'est pas le cas actuellement. Pour atteindre ce but, il est indispensable de simplifier et d'adopter un seul type de caractéristiques de fusion. Il s'agit de savoir à quel prix et comment nous voulons le faire.

On peut se demander si l'exigence du déclenchement en 5 s des réseaux ou parties d'installation dont le neutre est affecté d'une tension contre terre supérieure à 50 V pourrait être allégée. Les dernières connaissances en matière d'accidents dus à l'électricité montrent que ces 5 s sont la limite supérieure tolérable. Une autre possibilité consisterait à soigner particulièrement les mesures qui permettent d'éviter une élévation dangereuse du potentiel du conducteur neutre. On pourrait envisager le renforcement de la section des conducteurs neutres, en particulier dans les réseaux à basse tension de faible section, par exemple des lignes de 3×4 mm $\phi + 1 \times 6$ mm ϕ. La liaison systématique du neutre aux conduites d'eau et aux autres éléments métalliques des bâtiments permet de réaliser des mises à terre à très faible impédance et créent des zones équipotentielles étendues. En outre, au lieu de se référer aux tensions de prise de terre, comme le font les prescriptions suisses, la CEI envisage de considérer les tensions de contact et de pas dans l'appréciation future de la sécurité des installations intérieures. Il y a là matière à un certain nombre de réflexions fondamentales qui devraient permettre d'apprécier dans quelles mesures les objections formulées contre la suppression des fusibles rapides doivent être maintenues ou, au contraire, peuvent être abandonnées. L'enjeu est de taille et la responsabilité des différentes commissions d'étude mandatées par l'Association suisse des électriciens et l'Union des centrales suisses d'électricité est grande.

Adresse de l'auteur

P. D. Panchaud, chef du Service Etudes, Planification et Normalisation de la Compagnie Vaudoise d'Electricité, 1, rue Beau-Séjour, 1002 Lausanne.