

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 32 (1941)  
**Heft:** 24

**Artikel:** La coupure sur une des phases d'un réseau triphasé  
**Autor:** Jean-Richard, Ch.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1060051>

### **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:** 03.04.2025

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

cation, exposée en détail dans un article de la revue Siemens, août 1939, sous le titre «Aluminium als Baustoff für Kabelmântel» est certes très intéressante, mais je me permets d'attirer l'attention de l'auditoire sur une propriété de l'aluminium qui n'a pas été mentionnée à cette occasion et qui incite néanmoins à la prudence. Je veux parler de la sensibilité de ce métal aux phénomènes d'électrolyse.

En effet, des essais systématiques de longue durée entrepris par l'Office de contrôle de la Commission de corrosion à partir de 1932, ont mis en lumière la différence fondamentale entre les métaux lourds usuels, fer et plomb d'une part, et les métaux légers, aluminium et ses alliages d'autre part. Tandis que les premiers ne se corrodent sous l'effet de courants continus qu'à l'anode, l'aluminium et ses alliages subissent une désagrégation aussi bien à la cathode qu'à l'anode; ce phénomène est dû à la sensibilité de l'aluminium en milieu alcalin (c'est-à-dire, en particulier, au voisinage de la cathode), lequel attaque le métal sous forme d'aluminate. Une autre propriété intéressante — et qui découle logiquement de la première —, c'est que l'alternance de la polarité ralentit considérablement le processus de la corrosion des métaux lourds, tandis qu'aucune atténuation n'est perceptible sur les métaux légers, du moins pour la bande de fréquences examinée — 1 à 72 changements par heure —, soit pour un renversement du sens du courant toutes les heures ou toutes les 50 secondes: c'est ainsi que la quantité de fer ou de plomb perdue n'est qu'un quart ou un cinquième de celle sous charge continue ou intermittente, tandis que la perte d'aluminium reste exactement la même!

Ces faits ne devront pas passer inaperçus lorsqu'il s'agira de poser des câbles à gaine d'aluminium dans le domaine d'influence de tramways ou d'autres chemins de fer à courant continu; car les courants vagabonds, parfois considérables, qui circulent dans le terrain en empruntant partiellement les canalisations métalliques souterraines comme circuit de retour, sont susceptibles de provoquer de graves avaries sur ces conduites, si l'on ne prend pas à temps les précautions qui s'imposent, soit pour leur couper le chemin, soit pour les drainer sans dommage.

A l'heure qu'il est, on ne peut pas encore affirmer qu'un câble à gaine d'aluminium sera plus exposé à la corrosion électrolytique qu'un câble sous plomb. Cette question, d'un intérêt vital pour l'avenir de l'application envisagée, demeure à l'ordre du jour et de nouveaux essais sont en cours ou en préparation pour l'éclaircir, entrepris en commun par la S. A. pour l'Industrie de l'Aluminium et par la Commission suisse de corrosion.

**Der Vorsitzende:** Ich danke Herrn Bourquin für seine Mitteilungen und anregenden Worte. Ich möchte Herrn Foretay oder Herrn Preiswerk fragen, ob sie etwas zu sagen haben zu dem Problem, das Herr Bourquin angeschnitten hat. Mir ist das Gebiet zu fremd, um mich äussern zu können.

**Herr M. Preiswerk:** Wenn ich mich zu diesem Problem noch äussere, so möchte ich nochmals betonen, dass man sich unter Korrosion gar nicht etwas so Schlimmes vorstellen soll.

Das Eisen rostet; das weiss jedermann. Das Aluminium korrodiert, das glaubt man auch zu wissen. Dass sich auf Kupfer Grünspan bildet, davon spricht man gar nicht. Gewisse Schutzmassnahmen sind eben hier wie dort nötig, um gute Resultate zu erzielen. Aber es ist nicht so, dass, wenn man einmal eine Aluminiumleitung unten und eine Kupferleitung oben hat, nun innert eines Jahres Defekte oder Störungen entstehen sollen. Die Sache wird zehn, auch zwanzig Jahre halten, wenn nicht ganz ungünstige Verhältnisse eintreten. Fürchten Sie sich also nicht zu sehr vor dieser Korrosion.

Die Zusammenhänge, die Herr Bourquin erwähnt hat, sind sehr interessant, und, wie er gesagt hat, sind wir dabei, zu prüfen, ob sich ein Bleikabel oder ein Kabel mit Aluminiummantel im Erdboden unter vagabundierenden Strömen günstiger verhält. Theoretisch ist es richtig, dass beim Aluminium sowohl an der kathodischen als auch an der anodischen Seite Zerstörungen eintreten. Die bisherigen Versuche haben aber auch ergeben, dass unter derselben Streuspannung im Erdboden sogar volumenmässig an Kathode und Anode zusammen bei Aluminium weniger Metall abgeschieden wird als bei Blei. In den erwähnten neuen Versuchen, die möglichst die Verhältnisse, die in Wirklichkeit auftreten, nachahmen, soll gezeigt werden, ob Aluminium sich schlechter, gleich oder sogar günstiger in bezug auf Eignung als Kabelmantel unter Einfluss von Streuspannungen verhält. Es ist tatsächlich zu erwarten — ich will zwar nicht prophezeien —, dass Aluminium nicht ungünstig abschneiden wird.

Bei den erwähnten Versuchen soll auch abgeklärt werden, ob die Streuströme bei armierten Kabeln nur in der Armierung verlaufen oder auch auf den Blei- bzw. Aluminium-Mantel übertreten.

**Der Vorsitzende:** Ich möchte zu dieser Diskussion noch das eine sagen: Wir haben jetzt nur vom Mangel am Rohstoff Kupfer gesprochen. Meine Herren, wir müssen ebenso sehr vom Mangel am Rohstoff Blei sprechen, denn die Einfuhr von Blei ist so selten geworden wie die von Kupfer. Die Frage kann noch wichtig werden, ob wir Blei nehmen wollen oder nicht; wenn wir keines mehr haben, müssen wir auch da Ersatz haben.

Wenn das Wort nicht mehr verlangt wird, möchte ich die heutige Diskussionsversammlung schliessen.

Ich glaube sagen zu dürfen: Wir sind wirklich in einer ersten Stunde und zu einem ebenso ersten Thema zusammengekommen. Die Beschaffung des Ersatzes für das fehlende Kupfer ist eine sehr ernste Sache. Sie nehmen gewiss den Eindruck mit nach Hause, dass die Fragen über die Anwendung von Aluminium grundsätzlich geklärt sind. Sie dürfen mutvoll an die Anwendung herangehen, und ich hoffe, Sie haben die Hemmungen, die bei der Einführung einer neuen Sache immer vorhanden sind, zum Schluss restlos überwinden können.

Noch einmal danke ich allen Referenten herzlichst, ebenso allen jenen, die durch ihre Voten zur Bereicherung der Aussprache und zum regen Austausch von Erfahrungen beigetragen haben.

## La coupure sur une des phases d'un réseau triphasé.

Conférence donnée lors de la journée de brèves conférences de l'ASE, le 21 juin 1941 à Zurich.

Par Ch. Jean-Richard, Berne.

621.3.016.313

*La coupure sur une des phases d'un réseau triphasé est examinée successivement dans le cas de quatre types de réseaux. L'auteur explique l'inversion des tensions qui se produit parfois du côté secondaire d'un transformateur branché sur le réseau dont une des phases est coupée, et termine son exposé par quelques conclusions d'ordre pratique.*

*Für vier verschiedene Drehstrom-Netztypen wird das Abschalten einer Phase untersucht. Bei solchen Abschaltungen einer Phase kann es vorkommen, dass der Drehsinn der Spannungen auf der Sekundärseite des an ein solches Netz angeschlossenen Transformators umkehrt. Das Referat schliesst mit einigen Schlussfolgerungen für die Praxis.*

Les lignes électriques à plusieurs milliers de volts d'un réseau triphasé sont souvent ramifiées. Leurs branches s'approchent autant que possible et pénètrent même dans les localités de leur secteur en partant parfois assez loin de leur base. Dans ces con-

ditions il serait désirable de sectionner automatiquement les branches en cas d'accident. Or ceci présente quelques ennuis, l'installation d'interrupteurs à chaque embranchement étant nettement trop onéreuse, et celle de fusibles pouvant amener la cou-

pure sur une des phases seulement, alors que les deux autres restent intactes.

Une ligne électrique à plusieurs dizaines de milliers de volts d'un réseau triphasé relie ordinairement deux centres d'exploitation. En cas d'accident il est désirable de continuer le service sur deux phases afin de maintenir l'équilibre du réseau ne fût-ce que pendant quelque temps suffisant pour éliminer le défaut.

Ainsi tout le long de l'échelle des tensions la même question se pose, à savoir ce qui arrive lorsque sur une des phases d'un réseau triphasé la coupure se produit.

Nous allons examiner cette question en rapport avec les quatre types de réseaux exploités en Suisse. Nous les avons représentés schématiquement dans les fig. 1, 3, 6 et 8.

Le premier, c'est la ligne à vide, le second la ligne alimentant un transformateur dont le point central est isolé de la terre, le troisième cette même ligne avec son transformateur, mais le point central étant relié à la terre par le moyen d'une bobine d'extinction et le quatrième finalement, cette même ligne encore avec son transformateur, mais le point central relié directement à la terre.

Tant que l'exploitation est normale, le diagramme des tensions entre les phases et entre celles-ci et la terre est sensiblement symétrique. Dans ce diagramme chacune des phases prend la place qui lui convient à égale distance entre chacune et les deux autres et entre chacune et la terre. Lorsque la coupure se produit sur une des phases, la phase coupée, désignée par le chiffre 0, est abandonnée au jeu des capacités et des inductivités multiples du réseau. Ce jeu est régi par la condition que à la fois la somme des courants aboutissant à la phase coupée doit être nulle et la somme des courants aboutissant à la terre doit être nulle.

La situation qui résulte de cette condition est représentée par les fig. 2, 4, 5, 7 et 9 en rapport avec les quatre types de réseaux représentés par les fig. 1, 3, 6 et 8 respectivement.

1.

Dans le cas de la ligne à vide la règle du jeu est facile à remplir. D'après la fig. 2 le point 0 doit se trouver nécessairement à l'intérieur du triangle  $c_g$ , 2, 3. Il est accompagné du point  $n$ . Ces deux points se rapprochent de plus en plus l'un de l'autre et les deux de la barre horizontale 2—3 quand la coupure se rapproche du début de la ligne, laissant de plus en plus de place à la phase coupée.

2.

Dans le cas d'une ligne alimentant un transformateur dont le point central est isolé de la terre, le jeu trouve deux solutions distinctes. La première est représentée par la fig. 4. Celle-ci n'est guère différente de la fig. 2. La seconde solution est représentée par la fig. 5. Celle-ci indique que le point 0 s'est porté aux antipodes du point 1, mettant entre eux deux environ le triple de la tension par phase du réseau. En outre, par son escapade, le

point 0 fait tourner le champ rotatif dans le sens opposé au sens normal.

Nous avons pu constater ces phénomènes sur une des lignes à 16 000 V des Forces motrices bernoises

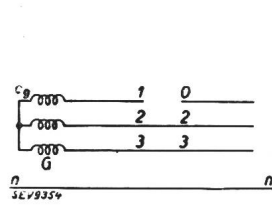


Fig. 1.

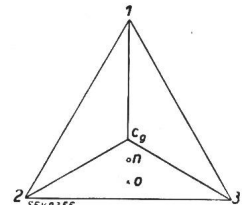


Fig. 2.

Ligne à vide.

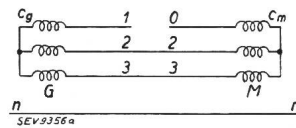


Fig. 3.

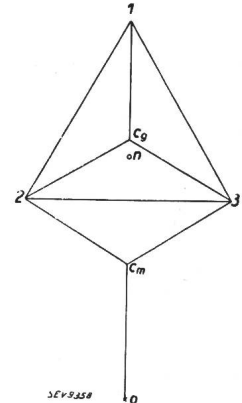


Fig. 5.

Ligne alimentant un transformateur dont le point central est isolé.

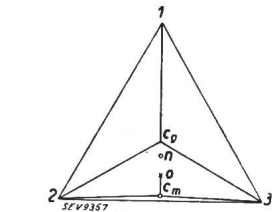


Fig. 4.

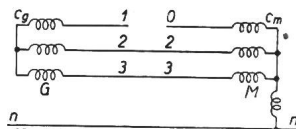


Fig. 6.

Ligne alimentant un transformateur dont le point central est mis à la terre par une bobine d'extinction.

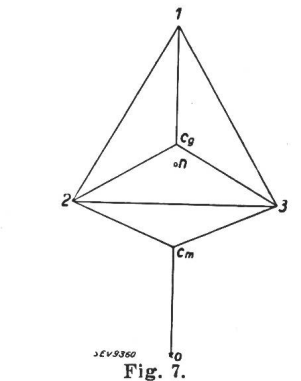


Fig. 7.

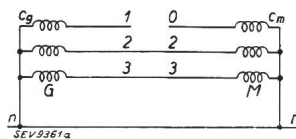


Fig. 8.

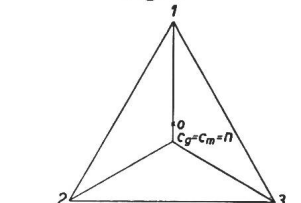


Fig. 9.

Ligne alimentant un transformateur dont le point central est mis directement à la terre.

Fig. 1...9.

Schémas de réseaux et diagrammes de tension.

G Partie «générateur» (secondaire d'un transformateur).

M Partie «recepteur» (primaire d'un transformateur).

1 } Phases saines.

2 } Phases saines.

3 } Phases saines.

0 Phase coupée.

c Point central.

n Point neutre (terre).

(FMB). La tension entre les points 0 et 1 était de 35 400 V.

Le transformateur M alimenté par le réseau dont une des phases va être coupée, étant triphasé, successivement, à tour de rôle les flux magnétiques

des trois phases deviennent nuls, en régime normal.

Au moment où le flux de la phase 1 passe par zéro, ceux des phases 2 et 3 sont égaux l'un à l'autre et se courent après. A ce moment le potentiel du point  $c_m$  se confond avec celui de la terre.

Si la coupure de la phase 1 est opérée au même instant, le régime du transformateur  $M$  n'en sera pas modifié tout de suite. Mais petit à petit la phase 1, devenue la phase 0 à ce moment, subira les effets de la coupure. Au lieu de reprendre la place qui lui revient dans le diagramme des tensions, elle sera comme étouffée, voir Fig. 4. Le peu de tension qui lui reste sera dicté par les condensateurs qui la relient aux deux autres phases et la terre, d'une part, et par l'inductivité de son enroulement dans le transformateur  $M$  d'autre part. Les trois condensateurs à eux seuls voudraient lui assigner la tension identique à celle de la Fig. 2. L'inductivité de l'enroulement corrige cette tension en éloignant davantage le point 0 de la barre 2—3 de la fig. 4.

En s'approchant ainsi du point  $n$  et tant qu'il est dans son entourage immédiat, le point 0 échappe à l'influence de la terre. Il ne reste que l'influence des phases 2 et 3 que l'inductivité de la phase coupée arrive facilement à compenser. De là le peu de tension qui reste à la phase coupée.

Si la coupure de la phase 1 est opérée à l'instant même où le flux de celle-ci atteint son maximum, la coupure trouble profondément le régime du transformateur  $M$ . Brusquement les flux des phases 2 et 3 sont arrêtés avant qu'ils ne reprennent leur allure régulière conformément à la nouvelle situation. Dans l'indécision passagère le point 0 de la fig. 5 peut s'écarter de la barre horizontale 2—3 vers le bas. Là, dans cette région, l'action du condensateur qui relie la phase coupée à la terre, s'ajoute à celle des condensateurs qui relient la phase coupée aux deux autres phases. Et de plus, le condensateur de terre a une forte avance sur les deux autres et sur l'enroulement de la phase coupée dans le transformateur  $M$ . Tant et si bien que le point 0 est porté fort loin de la barre 2—3.

La caractéristique des condensateurs étant linéaire et celle de l'enroulement étant courbe, l'équilibre ne manquera pas de se produire. Il se produira à peu près à la saturation de l'enroulement de la phase coupée, accompagnée de la saturation des enroulements des deux autres phases, de sorte que c'est à peu près le triple de la tension de phase qui sépare le point 0 du point 1 lorsque le point 0 s'échappe vers le bas.

Au cours des essais que nous avons exécutés dans le réseau des FMB, nous avons pratiqué la coupure au moyen d'un sectionneur. Si ce sectionneur était actionné lentement, avec précaution, rien ne bougeait. C'était le cas de la fig. 4. Si ce sectionneur était actionné rapidement, souvent les abords immédiats du sectionneur se mettaient à grésiller. C'était le cas de la fig. 5.

Nous avons aussi interverti l'essai en branchant le transformateur  $M$  brusquement sur le réseau, la phase 1 étant déjà coupée. Ce procédé donnait tantôt le résultat représenté par la fig. 4, tantôt celui

représenté par la Fig. 5, le point 0 pouvant partir de la barre horizontale 2—3 avec autant de facilité soit vers le haut, soit vers le bas.

### 3.

Dans le cas d'une ligne alimentant un transformateur dont le point central est relié à la terre par le moyen d'une bobine d'extinction le point 0, d'après la fig. 7, est rejeté vers le bas, sans qu'il aille se loger aussi loin que sans la bobine. Le danger résultant de la situation représentée par la fig. 6 se produit donc plus régulièrement, mais se trouve être tempéré par le même agent que constitue la bobine d'extinction.

### 4.

Dans le cas d'une ligne alimentant un transformateur dont le point central est relié directement à la terre, le point 0 d'après la fig. 9 remonte vers le point 1. C'est le cas le plus bénin.

Avant de conclure, nous allons consulter la statistique des causes de perturbations d'un réseau triphasé. Cette statistique dit que la plupart des perturbations sont d'ordre atmosphérique et ne frappent qu'une phase pour commencer. Cette statistique dit en outre que les perturbations sont plus fréquentes aux tensions de service plus basses.

Il s'en suit que la coupure sur une des phases d'un réseau triphasé est intéressante dans n'importe quel réseau, les perturbations commençant dans la règle sur une des phases; que la coupure sur une des phases n'est pas admissible tant que le point central n'est pas relié directement à la terre et que la coupure n'est pas nécessaire lorsque le réseau est muni de bobines d'extinction.

Nous en concluons que le réseau complètement isolé de la terre est peu intéressant bien que ce soit un type de réseau souvent adopté jusqu'à maintenant, que le réseau avec bobines d'extinction se prête particulièrement bien en cas de lignes ramifiées et que le réseau relié directement à la terre par le point central a des avantages nettement marqués quand il s'agit de lignes reliant des centres d'exploitation entre eux.

### Diskussion.

Der Vorsitzende, Herr Dr. h. c. M. Schiesser, Präsident des SEV: Ich danke Herrn Jean-Richard für seinen interessanten Kurzvortrag. Er hat Ihnen über praktische Erfahrungen aus dem theoretisch abgeklärten Gebiet der Ferro-Resonanz berichtet. Es wäre interessant, in der Diskussion über weitere Erfahrungen zu hören. Vermutlich sind die Erscheinungen, von denen Herr Jean-Richard berichtete, stark von den Netzuständen und den Belastungsverhältnissen abhängig und es wäre denkbar, dass die vom Referenten dargestellten Netzstörungen wenig häufig auftreten. Mir persönlich sind diese Erscheinungen an normalen Beispielen nicht bekannt; dagegen kennt man Ähnliches seit vielen Jahren bei den Messwandlern, wo Störungen auftraten, die man lange nicht verstand.

Herr Dr. A. Roth, Direktor der Sprecher & Schuh A.-G., Aarau, möchte vermeiden, dass durch die Darlegungen von Herrn Jean-Richard die Meinung aufkommt, es sei allgemein

zulässig, 3-Phasen-Netze bei Unterbrechung einer Phase im Betrieb zu lassen. Dieser Zustand birgt wegen der Wirkung der Kapazität der unterbrochenen Phase, welche mit der Streu- oder in gewissen Fällen Leerlauf-Induktivität des angeschlossenen Transformators zusammen einen Schwingungskreis bildet, die grosse Gefahr von Ueberspannungen mit Betriebsfrequenz oder mit deren Oberwellen in sich.

Aus diesem Grunde ist es ohne genaue Untersuchung nicht zulässig, Freileitungen, deren Länge einige 10 Meter überschreitet, mit angeschlossenen Transformatoren durch einpolige Trenner abzutrennen oder mit einpoligen Sicherungen abzusichern. (Vergleiche auch «Wegleitung für den Schutz von Wechselstromanlagen gegen Ueberspannungen», § 19, Bulletin SEV 1923, S. 314.) Die Möglichkeit solcher Störungen wächst mit abnehmender Transformatorenleistung, da die Induktivität der Leistung angenähert umgekehrt proportional ist; bei kleinen Transformatoren ist die Wahrscheinlichkeit der Gefährdung also grösser als bei grossen.

Herr A. Kleiner, Generalsekretär des SEV und VSE, Zürich: Es hat mich sehr interessiert, dass Herr Jean-Richard dieses Problem, das für den Praktiker etwas theoretisch aussieht, behandelt und so viele Beispiele gebracht hat, in denen dieses «Umschnappen» des Spannungsdreiecks wirklich eintritt. Er hat erwähnt, dass damit eine Aenderung der Phasenfolge und damit der Drehrichtung der sämtlichen angeschlossenen Motoren verbunden ist. Dies ist nun schon etwas bedenklicher. Es würde ausserordentlich interessieren, ob dieses Phänomen auch andernorts beobachtet worden ist.

Ich erinnere mich, dass uns die Niesen-Bahn einmal aus diesem Grunde rückwärts gelaufen ist. Sie ist allerdings dann nicht in die Erde gerutscht, aber es war immerhin so, dass der grosse Motor infolge dieses Umschnappens des Dreiecks eben die umgekehrte Drehrichtung angenommen hatte. Ich habe mich damals bemüht, diese unliebsame Erscheinung abzuklären und glücklicherweise in der ETZ eine entsprechende Abhandlung gefunden, die mich beruhigt und darüber belehrt hat, dass so etwas technisch möglich ist und warum.

Und nun ist es wirklich interessant, dass durch die Versuche der BKW recht viele derartige Fälle festgestellt worden sind, und ich glaube, es dürfte nun manchem Betriebsleiter Kopfzerbrechen ersparen, wenn einmal ein solcher Fall mit dem verkehrten Lauf der Motoren eintreten sollte.

Es wäre interessant, aus dem Schoss der Versammlung mehr zu hören über Beobachtungen und Erfahrungen beim Auftreten der erwähnten Erscheinung.

Herr Prof. W. Frick, Technikum Winterthur: Ein Fall aus der Praxis: Nach einem kurzen Unterbruch in der Energielieferung für eine Fabrik hatten die Drehstrommotoren verkehrte Drehrichtung, ohne dass weder in der Fabrik noch im Verteilnetz und Werk schaltungstechnisch etwas geändert worden war. Es stellte sich dann heraus, dass in der Hochspannungs-Zuleitung zum Fabriktransformator, die teilweise aus Kabel, teilweise aus Freileitung bestand, bei Kurzschluss ein Polleiter durchgeschmolzen und einerseits mit Erdschluss, andererseits isoliert verblieben war. Der Fabrikbetrieb konnte erst wieder voll aufgenommen werden, nachdem das Kabelstück provisorisch durch eine Freileitung ersetzt worden war. Ausser durch Betriebsunterbruch verursacht, entstand noch grösserer Schaden, weil der verkehrte Drehsinn beim Wiedereinschalten z. T. nicht rechtzeitig erkannt worden war.

M. L. Piller, Ingénieur principal d'exploitation des Entreprises électriques fribourgeoises, Fribourg: Je me permets de rappeler qu'en 1934, au congrès de l'Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'énergie électrique à Lausanne, un ingénieur roumain, M. Dimo, avait signalé un cas dans lequel l'interruption d'une phase avait provoqué l'inversion du sens de rotation de tous les moteurs d'un réseau et occasionné de grandes avaries d'ordre mécanique. Ceci confirme les possibilités d'inversion de champ tournant que nous a exposées M. Jean-Richard.

Der Vorsitzende: Ich danke den Herren Diskussionsrednern für ihre Beiträge. Es scheint, dass in der Werkspraxis tatsächlich mehr solche Störungen auftreten, als ich dachte.

## Amélioration des conditions de démarrage de moteurs triphasés par la mise en service simultanée de condensateurs.

Conférence donnée lors de la journée de brèves conférences de l'ASE, le 21 juin 1941, à Zurich.

Par P. Cart, Le Locle.

621.316.722 : 621.319.4

*L'auteur décrit brièvement le procédé utilisé pour l'amélioration du facteur de puissance dans le réseau du Locle. Les gros moteurs sont munis de condensateurs. Ces condensateurs, correctement dimensionnés, réduisent notablement les chutes de tension du réseau.*

*Die Verbesserung des Leistungsfaktors im Netz Le Locle wird kurz beschrieben. Die grossen Motoren werden mit Kondensatoren versehen. Es wird gezeigt, dass diese Kondensatoren, zweckmässig dimensioniert und geschaltet, die Spannungsabfälle des Netzes ganz wesentlich reduzieren.*

### Généralités.

Les récentes études et conférences de MM. Heinkelmann et Riggenbach au sujet du raccordement des moteurs électriques<sup>1)</sup> nous ont fait penser qu'il pourrait être intéressant de signaler une solution pratique du problème du raccordement de moteurs électriques. Cette solution n'a certes pas la prétention d'être inédite, mais il nous paraît qu'on l'oublie trop souvent alors qu'elle pourrait rendre bien des services à l'exploitant:

La plupart des moteurs d'un réseau travaillent normalement à charge réduite malgré tous les soins qu'un distributeur peut apporter à ne pas laisser surdimensionner les appareils raccordés. L'on peut donc estimer que le facteur de puissance moyen d'un réseau de force motrice ne dépasserait pas 0,5 s'il n'était amélioré d'une manière ou d'une autre.

Lorsque cette question de l'amélioration du facteur de puissance s'est présentée dans notre réseau comme une nécessité, nous avons commencé, comme chacun, par installer des batteries de condensateurs dans nos stations de transformation. Mais bien avant d'avoir atteint la valeur de 0,8 pendant la journée, le facteur de puissance du réseau était devenu capacitif pendant la nuit avec la tension trop grande qui en résulte. Nous avons donc été amenés à chercher à produire une compensation de la puissance inductive limitée aux heures d'enclenchement des moteurs.

Comme le problème du raccordement de gros moteurs sur un réseau servant également à la distribution de lumière se posait à la même époque, nous avons décidé que la compensation du facteur de puissance se ferait principalement par branchement direct de condensateurs aux bornes des gros moteurs. Leur inductance devrait être hypercom-

<sup>1)</sup> Bulletin ASE 1941, n° 4, p. 57.