

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 59 (1968)  
**Heft:** 21

**Rubrik:** Production et distribution d'énergie : les pages de l'UCS

### **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:** 18.01.2025

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

# Production et distribution d'énergie

## Les pages de l'UCS

### Expériences d'exploitation faites avec les câbles à isolation en matière synthétique

Rapport sur la 33<sup>e</sup> Assemblée de discussion de l'UCS du 14 décembre 1967 à Zurich et du 4 juillet 1968 à Lausanne

#### Expériences faites en exploitation avec les câbles à haute tension au polyéthylène dans le réseau d'Altdorf

Par E. Germann, Altdorf

621.315.211.9.004.4

Suite du N° 20/68

Le câble au polyéthylène le plus long, tiré en une pièce dans l'enveloppe tubulaire, mesure 720 m avec une section de  $3 \times 70 \text{ mm}^2$ . La plus grande longueur de câble tirée pour une section  $3 \times 95 \text{ mm}^2$  mesure par contre 565 m seulement et pèse 4740 kg. A titre de comparaison, un câble sous plomb isolé au papier correspondant, de même longueur et de même section, pour la même tension nominale, pèse 7850 kg, ce qui correspond à un poids supplémentaire de 165 %. Nous n'aurions jamais osé poser en une seule longueur un câble de ce poids. Mais il est bon d'ajouter que le degré de difficulté du tracé du câble et le nombre des coudes influencent fortement les tensions lors de la traction mécanique, de sorte que la longueur à tirer doit être pesée en conséquence.

Dans différentes stations de transformateurs, nous avons utilisé à la place de barres collectrices nues des conducteurs à haute tension isolés au polyéthylène. Il s'agit de câbles unipolaires dépourvus d'écrans, qui permettent de très fai-

bles distances entre phases et contre la terre, ce qui nous a valu une économie sensible en hauteur. Ce fait prend d'autant plus d'importance que, dans les villes et les villages, il arrive souvent qu'on ne puisse plus ériger des postes de transformateurs individuels, mais que ces postes doivent être aménagés dans les caves, où l'on ne dispose que d'une hauteur limitée. En pareil cas, le câble au polyéthylène nous a permis de trouver une solution avantageuse.

Nous sommes conscients que les améliorations apportées au cours des années au câble au polyéthylène, tant en ce qui concerne sa construction que le matériau lui-même, sont

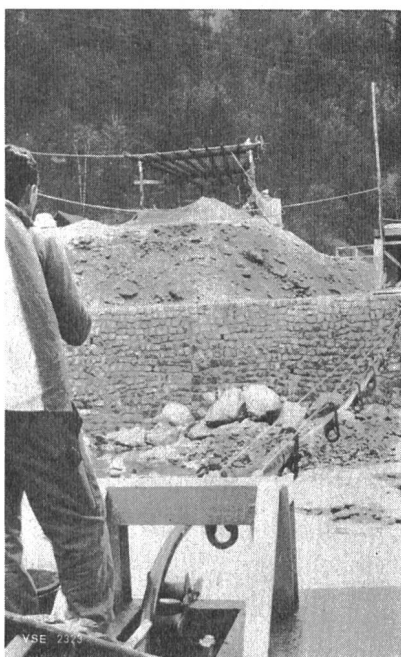


Fig. 7

Traversée d'une rivière, câble suspendu, et tirage consécutif du câble PET 20 kV tripolaire en tuyaux

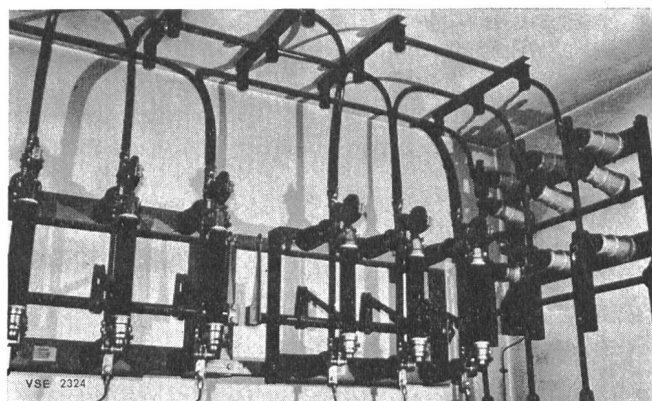


Fig. 8

Barres isolées au PET, sans écrans, dans station transformatrice

d'une nécessité absolue, afin que les avantages précités puissent être mis bien en évidence. Les premiers câbles au polyéthylène, encore pourvus d'une gaine de plomb, laissaient beaucoup à désirer à cause de celle-ci. Aujourd'hui, d'après nos expériences, le câble utilisé ne pose plus de problèmes à cet égard. Il ressort de la constitution du câble que toutes les mesures constructives ont été prises pour exclure aux bords de l'isolation les vides dangereux dont l'orateur précédent a parlé. Depuis des années, nous utilisons des câbles qui sont équipés d'un écran sur le conducteur. Il faut considérer comme progrès important que cet écran est également en polyéthylène comme l'isolation elle-même, rendu conducteur par l'adjonction de noir de fumée et posé en une seule opération sur le conducteur. Ainsi, l'écran et l'isolateur sont soudés l'un à l'autre et forment un tout homogène, de façon à empêcher la formation de cavités sous l'isolant,

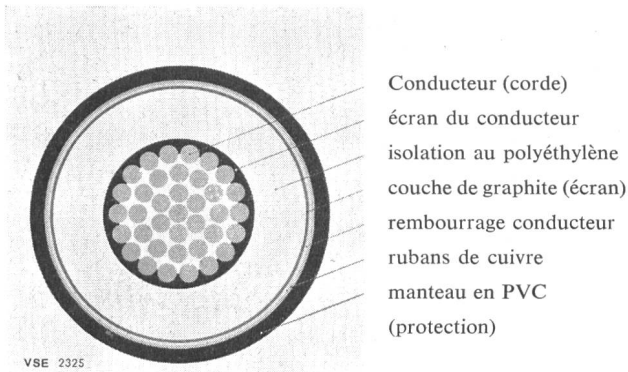


Fig. 9

Construction d'un câble PET à haute tension

par le jeu des températures en service ou par le déplacement mécanique lors de la traction du câble. A la surface extérieure de l'isolant, une fine couche conductrice en graphite remplit le même but et fonctionne comme protection Höchststaedter. Le câble unipolaire terminé est complété par un ruban conducteur, un ruban en cuivre et un manteau en polyéthylène.

La température admissible en permanence est de 60 °C pour le câble au polyéthylène, et le courant admissible est également plus élevé étant donné la conductibilité de chaleur de 60 % supérieure du câble au polyéthylène par rapport au câble à masse isolé au papier. Nous avons entièrement utilisé ces possibilités pour des câbles installés dans une centrale, sans que la thermoplasticité du matériel isolant en eût souffert.

Vous ne doutez pas, Messieurs, que durant 18 ans des courants de court-circuit ont souvent parcouru les câbles au polyéthylène de notre réseau à moyenne tension. Or, jusqu'ici nous n'avons encore jamais eu à déplorer des dommages dus à cette cause, bien que la section des conducteurs n'ait pas été choisie supérieure à celle qui eut été choisie pour un câble isolé au papier. Il faut croire que l'écran très

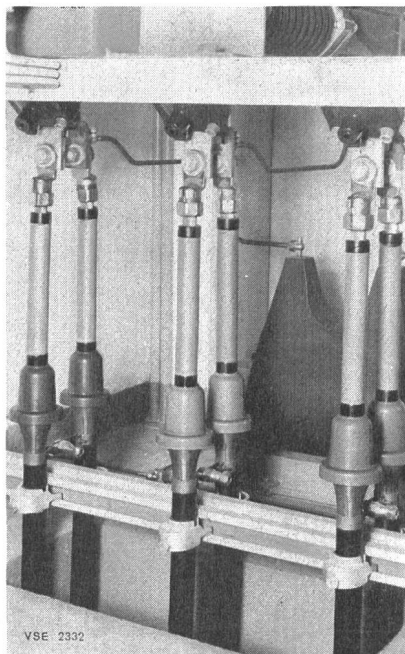


Fig. 10

Garnitures terminales de câbles d'alternateurs

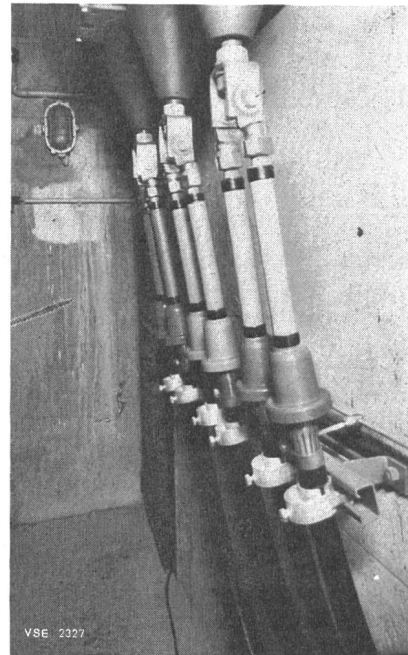


Fig. 11

Raccordement aux bornes de l'alternateur

résistant à la chaleur augmente la résistivité aux courts-circuits du câble au polyéthylène, de sorte que le ramollissement de l'isolant seul ne peut pas servir de critère.

Notre réseau à moyenne tension est équipé de disjoncteurs à réenclenchement rapide. Alors que le premier déclenchement est instantané, il faut compter après le réenclenchement avec une durée d'enclenchement selon l'emplacement de 0,3 à 1,5 s, à laquelle s'ajoute encore le temps propre du disjoncteur. Les sections des câbles sont elles échelonnées selon les puissances de court-circuit en jeu. La puissance de court-circuit maximum actuelle de 260 MVA (plus tard 350 MVA) interviendra à la nouvelle centrale de Bürglen. Les câbles qui en sortent ont tous une section de  $3 \times 95 \text{ mm}^2$ . Plus loin dans le réseau, nous utilisons des sections de  $3 \times 50 \text{ mm}^2$  et, dans les petits réseaux latéraux, la section la plus faible est de  $3 \times 35 \text{ mm}^2$ .

A mesure que notre expérience s'enrichissait, notre confiance dans le câble au polyéthylène devenait plus ferme. Nous savons, il est vrai, que d'autres entreprises ne peuvent pas en dire autant et nous avons cherché à savoir pourquoi. Ajoutons-donc que si nous avons introduit les premiers câbles au polyéthylène voici déjà plus de 18 ans, nous sommes

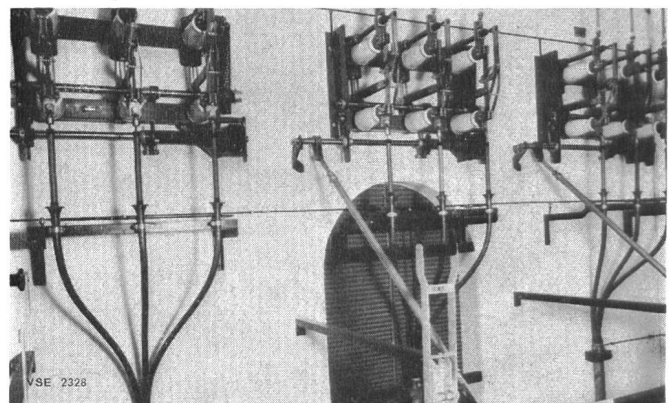
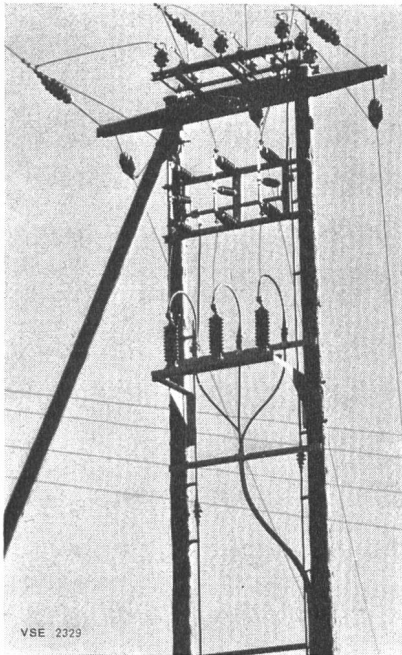
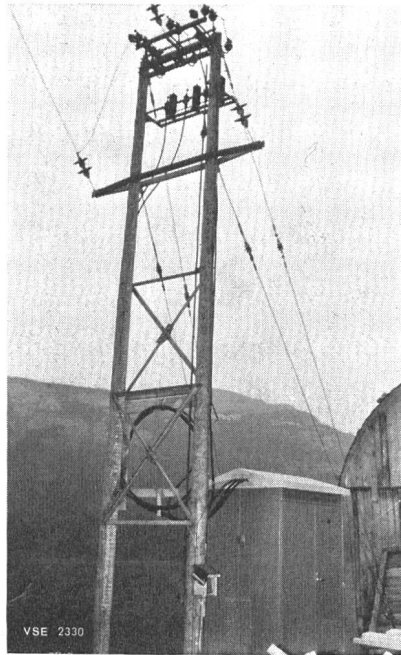


Fig. 12

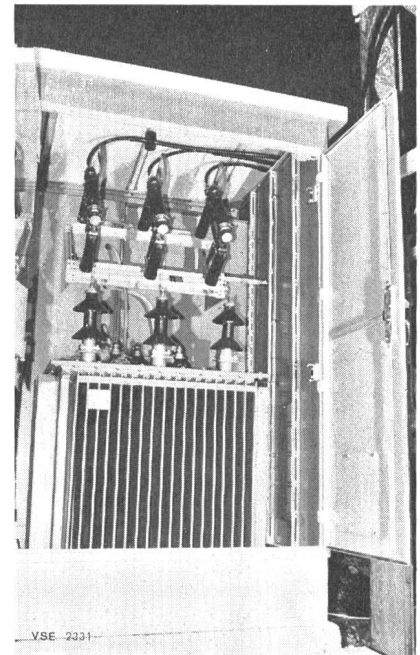
Extrémités de câbles des débuts de la technique des câbles PET



**Fig. 13**  
Départ d'un câble PET  
protégé par des parasurtensions



**Fig. 14**  
Station-bloc transportable  
avec câbles d'alimentation PET



**Fig. 15**  
Vue intérieure d'une  
station-bloc transportable

toutefois allés de l'avant prudemment et non sans hésitation.

Nous n'avons utilisé le câble sous plomb au polyéthylène qu'en très faible quantité, et nous étions aussi réservés avec les premiers câbles à manteau en matière synthétique. Mais depuis plusieurs années, nous employons exclusivement des câbles au polyéthylène dans le réseau à 15 kV.

Les premières garnitures terminales, elles aussi, n'inspiraient pas grande confiance et nous les avons remplacées en partie depuis lors. Cependant, quelques-unes d'entre elles sont encore en service aujourd'hui. C'est surtout la résistance à l'humidité de l'isolation en polyéthylène que l'on semble avoir d'abord surestimée. A cet égard les fabricants ne sauraient échapper à un reproche. Pour notre part, nous étions très circonspects et avons entravé la pénétration d'eau dans les conducteurs aux boîtes extérieures d'extrémité, en donnant une forme adéquate avec des grandes courbures à celles-ci. Cette mesure nous aura épargné sans aucun doute mainte perturbation.

Pendant un certain temps, nous avons aussi mis à l'essai des garnitures d'extrémités de câble en porcelaine, mais avons fait les mêmes expériences négatives que le Service de l'électricité du canton d'Argovie. Des fissures entre la porcelaine et la masse de remplissage ont provoqué des perturbations, de sorte que nous sommes revenus aux garnitures d'extrémités sous forme de coiffes en polyéthylène. Des centaines de ces extrémités, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur, fonctionnent depuis des années sur notre réseau sans défaillance. Il est vrai qu'il faut pour cela un montage exécuté avec soin.

Le complément de la protection contre les surtensions dans notre réseau à moyenne tension n'a toutefois pas eu lieu uniquement en vue d'éviter les perturbations aux câbles au polyéthylène, mais de façon toute générale pour réduire les interruptions de courant. Mais il a sa part au bon résultat obtenu.

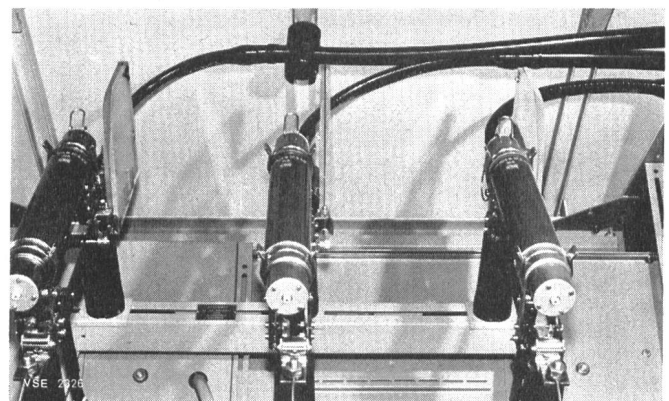
Une grande importance doit être attribuée à l'emplacement correct des parasurtensions. Des essais exécutés sur

le modèle de réseau de la maison Sprecher et Schuh nous ont donné là-dessus de précieuses indications. J'en réfère aux communiqués de cette maison qui ont déjà été mentionnés par l'ingénieur en chef M. Homberger.

Une qualité élevée et constante des câbles ne peut être garantie que par des méthodes de fabrication appropriées. L'existence d'installations de fabrication des plus modernes nous a convaincus que quelques-unes des fabriques suisses de câbles ont la volonté de rester à la hauteur du développement sur le plan international. Sans cette attitude, nos expériences n'auraient guère été aussi positives.

La construction et l'exploitation de la route nationale No 2 va nous placer ces prochaines années en face de nombreuses tâches. D'après nos expériences, pour l'éclairage et l'aération, nous poserons du câble au polyéthylène en grandes longueurs, parce que la stabilité de ce câble aux vibrations permet d'espérer une sécurité d'exploitation accrue. Le tracé emprunte alternativement des tunnels, des ponts et des viaducs d'épaulement.

Afin d'approvisionner le plus rapidement possible en énergie électrique les différents chantiers de la route du Gothard et de la route nationale, nous avons acquis pour des puissances



**Fig. 16**  
Arrivée des câbles PET dans station-bloc

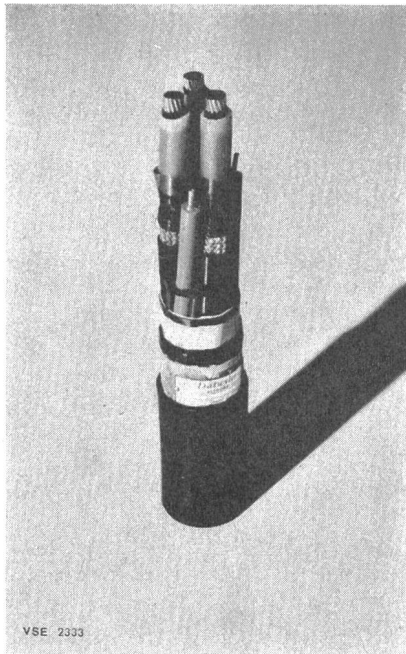


Fig. 17

**Câble PET avec fils de commande pour l'alimentation d'une installation d'excavation flottante**

jusqu'à 250 kVA des stations — blocs transportables. Le raccordement de ces stations au réseau aérien se fait au moyen de câbles unipolaires au polyéthylène équipés de deux côtés de garnitures d'extrémité préfabriquées. Cette solution nous permet de réutiliser le câble ailleurs, sans démontage des extrémités.

Pour terminer, je tiens à mentionner une application spéciale du câble au polyéthylène, comme liaison électrique à une grande installation flottante d'extraction et de concassage de gravier dans la baie d'Uri. Il s'agit, à notre connaissance, de l'installation de ce genre la plus puissante en Suisse et de la seule qui soit alimentée de la rive en énergie électrique à haute tension. Cette fabrique flottante de concassé extrait jusqu'à 120 m de profondeur et transforme la roche déposée au fond du lac, pour en faire un composant précieux du béton. Sa capacité est de 240 m<sup>3</sup> à l'heure, les matériaux étant directement chargés sur des péniches. L'arrivée d'énergie du rivage a lieu par un câble lacustre spécial isolé au polyéthylène, sous une tension de 4,3 kV. Dans la coque du bateau, un puissant tambour permet d'enrouler 800 m de ce câble. Les deux postes de transformateur, qui totalisent une puissance de 1600 kVA, sont alimentés à partir de ce tambour au moyen de bagues collectrices, également par câbles d'amenée au polyéthylène. Avec cet équipement, l'installation dispose d'un rayon d'action d'environ 1100 m. Afin de pouvoir, en dehors de la période d'exploitation, déclencher depuis le bateau l'apport d'énergie de la terre ferme, trois fils de commande sont toronnés avec les conducteurs principaux. Le travail de l'installation est entièrement automatique, les deux godets étant commandés par écho sous-lacustre. L'exploitation a débuté en été 1966. Depuis lors l'installation fonctionne irréprochablement.

Dans le domaine à 50 kV, nous n'avons presque pas

d'expérience avec les câbles au polyéthylène. Nous utilisons ceux-ci comme câbles unipolaires entre disjoncteurs et transformateurs, aux usines de Bürglen et d'Isenthal, ainsi que dans une sous-station. Pour la liaison en câble établie voici une année de Bürglen à Altdorf, nous avons employé un câble à huile sous pression de 50 kV. Par la suite, des pertes d'huile ont affecté ce câble; elles étaient dues à une fissure du manteau de plomb dans la section la plus basse, où la pression d'huile est d'environ 7 atm. Il a fallu remplacer un tronçon de 200 m, ce travail compliqué ayant entraîné une interruption de service de 10 jours. Nous avons eu de la chance que ce câble soit placé dans une installation tubulaire. Cet incident soulève chez nous le problème très actuel d'une pollution possible des eaux par l'huile s'échappant de tels câbles. C'est pourquoi, pour d'autres lignes à 50 kV projetées, nous envisageons également l'application de câbles au polyéthylène, qui posent pour nous moins de problèmes, tant en montage qu'en exploitation. Mentionnons que pour un nouveau projet de pose d'un câble dans le lac d'Uri, nous n'avons pu obtenir l'autorisation qu'à condition d'utiliser un câble isolé en polyéthylène.

Quoiqu'il en soit, le câble au polyéthylène a fait ses preuves dans notre réseau à moyenne tension. Il est vrai que les maladies d'enfance n'ont pas manqué. Mais les accessoires et méthodes de fabrication defectueux du début ont été éliminés

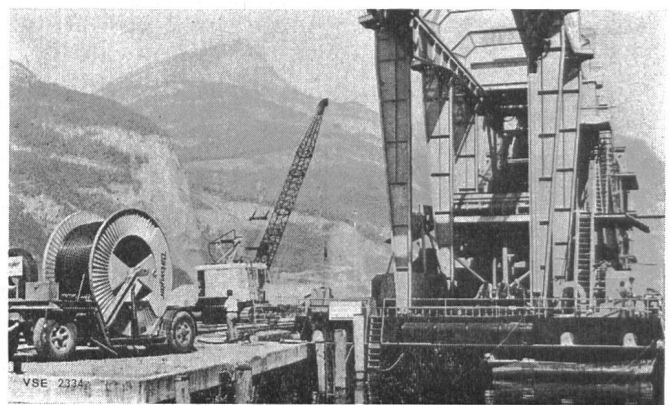


Fig. 18

**Installation d'excavation flottante avec câble PET spécial pour l'alimentation**

en grande partie, et il ne peut plus être mis en doute aujourd'hui que le polyéthylène se prête sans autre à l'isolation des câbles. Les recherches de l'orateur précédent ont porté, sur 12 km de câble isolé en polyéthylène et sur la période de 1951 à 1961. On peut donc admettre que les multiples améliorations des écrans, de l'isolation de la protection extérieure et surtout des méthodes de fabrication réalisées ces dernières années n'ont pas été prises en considération.

Nous pouvons par contre nous fier à nos expériences sur 18 ans jusqu'à ce jour et sur plus de 30 km de câbles polyéthylène en service.

La décision d'utiliser également des câbles isolés en polyéthylène dans votre réseau vous incombe.

**Adresse de l'auteur:**

*E. Germann*, chef de division au Service de l'électricité d'Altdorf, 6460 Altdorf.

**Rédaction des «Pages de PUCS»:** Secrétariat de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Bahnhofplatz 3, Zurich 1;

adresse postale: Case postale 8023 Zurich; téléphone (051) 27 51 91; compte de chèques postaux 80 - 4355;

adresse télégraphique: Electrunion Zurich. **Rédacteur:** *A. Ebener*, ingénieur.

Des tirés à part de ces pages sont en vente au secrétariat de l'UCS, au numéro ou à l'abonnement.