

Zeitschrift:	Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber:	Association suisse des électriciens
Band:	52 (1961)
Heft:	20
Rubrik:	Production et distribution d'énergie : les pages de l'UCS

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: 09.02.2026

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

Production et distribution d'énergie

Les pages de l'UCS

Les assurances dans le domaine des entreprises d'électricité: responsabilité civile, bris de machines, incendie

Rapport sur la 23^e assemblée de discussion de l'UCS, du 30 mai 1961 à Zurich et du 28 juin 1961 à Lausanne

Quelques expériences pratiques d'un exploitant en matière d'assurance des choses

Par M. Baumgartner, Olten

368 : 621.311.1

L'auteur attire tout d'abord l'attention sur quelques points essentiels dont il y a lieu de tenir compte lors de la conclusion, de la surveillance courante et de la révision de contrats d'assurance. Il examine ensuite quelques questions particulièrement importantes qui se posent aux entreprises d'électricité en relation avec diverses assurances de choses: assurance mobilière contre l'incendie, assurance contre le bris de machines, assurance de la responsabilité civile d'entreprises, assurance des véhicules à moteurs, assurance contre le vol et l'effraction.

1. Généralités

C'est en élaborant les documents suivants que la personne ou le service chargé des questions d'assurance dans une entreprise d'électricité peut préparer la signature d'un contrat en cette matière:

- proposition concrète à l'intention de l'instance à qui incombe la décision, précisant ce qui doit être assuré, où l'assurance doit être prise et comment elle doit l'être; à cet effet, on consultera éventuellement les services techniques;
- proposition relative à l'étendue de la couverture de l'assurance, au montant de la somme assurée et à l'inclusion de l'ensemble ou d'une partie seulement des installations dans l'assurance.

Une telle proposition doit être préparée dans tous ses détails, afin que l'autorité chargée de prendre la décision dispose d'un aperçu sur la totalité des biens à assurer. Les documents en question seront conservés soigneusement dans le dossier des assurances, avec la décision ultérieure intervenue.

Avant de soumettre une proposition, on étudiera attentivement tout contrat de faveur éventuel, ou les conditions générales offertes par l'assureur. Dans la formule de demande adressée à la Compagnie d'assurance, on fixera en particulier les exceptions ou les désirs spéciaux éventuels, par exemple l'inclusion de la propriété de tiers, d'employés ou de locataires; il ne faut pas oublier que cette formule sera déterminante en cas de contestation.

Si l'on prévoit des franchises, on examinera si l'assurance doit inclure les menus dommages, ou s'il est préférable de choisir une franchise d'un montant tel que l'assurance puisse être considérée véritablement comme une assurance en cas de catastrophe. En arrêtant la durée du contrat, on tiendra compte, d'une part, des rabais qui sont consentis pour des contrats de longue durée et pour le versement anticipé des primes,

Der Autor weist einleitend auf einige Punkte hin, die beim Abschluss, bei der laufenden Überwachung sowie bei der Neuordnung von Versicherungen zu beachten sind und bespricht anschliessend einzelne Fragen aus dem Gebiet von Versicherungen, die für die Elektrizitätswirtschaft von besonderer Bedeutung sind (Mobilair-Feuerversicherung, Maschinenversicherung, Betriebshaftpflichtversicherung, Autoversicherungen, Einbruch- und Diebstahlversicherung).

sans oublier de se renseigner, d'autre part, sur la possibilité de réadapter d'un commun accord les conditions d'assurance (étendue de la couverture, somme assurée, primes) durant la validité de la police d'assurance.

En cas de révision de l'ensemble des assurances d'une entreprise ou lors de la signature de contrats additionnels, on peut se demander s'il n'y aurait pas lieu de grouper diverses polices conclues auprès de sociétés différentes en un contrat unique, en choisissant une société comme compagnie «pilote», et en réservant éventuellement une participation équitable aux anciens assureurs. Le versement périodique d'une participation aux bénéfices peut être un facteur décisif en l'occurrence. Lorsqu'une police d'assurance comprend plusieurs additifs, on englobera périodiquement ceux-ci, pour plus de clarté, dans une nouvelle police.

Plus étroitement une entreprise dépend-elle d'une installation génératrice, plus il est justifié de conclure une assurance contre le «chômage» ou assurance contre les interruptions de service.

Un tableau groupant les différentes polices d'assurances en vigueur donnera à tout moment à l'exploitant une vue d'ensemble de la situation. Il y aura avantage à tenir ce tableau à la disposition des chefs de service pour leur permettre, en cas de sinistre, de voir si le dommage est couvert ou non par une assurance. L'obligation n'en subsistera pas moins de signaler tout dommage quel qu'il soit, pour permettre au service compétent de décider en connaissance de cause de la procédure à suivre dans les cas-limite. Ces tableaux n'ont évidemment de valeur que s'ils sont tenus constamment à jour.

Une liste des primes versées par l'assuré, ainsi que de toutes les prestations de l'assureur, peut renseigner sur la valeur des assurances contractées. Il est indispensable de soumettre les contrats d'assurance à un exa-

men périodique durant leur validité. A cet effet, il vaut la peine de rester en contact avec les représentants compétents et responsables des Compagnies d'assurance.

Signalons, d'autre part, que grâce à sa longue expérience, l'UCS est en mesure de fournir de précieux renseignements en matière d'assurances.

2. Quelques assurances de choses

a) Assurance mobilière contre l'incendie

Il convient d'examiner tout d'abord quels sont les biens meubles qui sont englobés obligatoirement dans le contrat par les établissements cantonaux d'assurance contre l'incendie, ou qui peuvent être assurés d'entente avec ceux-ci.

Lorsqu'on désire transformer une police d'assurance contre l'incendie en passant de l'assurance à la valeur du moment des biens assurés à celle à la valeur de neuf, on peut éviter une estimation nouvelle sur la base d'un inventaire en convenant avec les sociétés d'assurance d'un supplément global, égal à un certain pourcentage de la valeur du moment assurée jusque là. Cette solution est beaucoup plus simple.

En cas de sinistre, on se souviendra que certaines prescriptions cantonales exigent que le dommage soit constaté par les organes de police dans un délai déterminé.

Tout dommage doit être signalé sans retard à l'assureur, pour lui permettre de visiter les lieux avant qu'on entreprenne les travaux de réfection. Il est possible de s'entendre avec l'assureur pour faire estimer et rembourser les réparations qui ne sont pas immédiatement réalisables, mais qui doivent être remises à plus tard à cause des trop longues interruptions de service qu'elles entraîneraient.

Pour éviter une sous-assurance ou une sur-assurance éventuelle, il est recommandé — même si les installations sont assurées dans leur ensemble — d'établir une liste interne détaillée des différentes parties de l'installation, afin d'être constamment au clair sur les additions et suppressions. Les changements doivent aussi être signalés aux établissements cantonaux d'assurance contre l'incendie, qui font généralement procéder dans ces cas à des estimations officielles complémentaires.

La couverture des sinistres dus aux éléments naturels englobe également les dégâts occasionnés par la tempête et par la grêle.

Une assurance mobilière contre l'incendie «au premier risque» est indiquée entre autres pour les effets du personnel et les frais de déblaiement.

Les assureurs remboursent le remplissage des extincteurs qui ont été utilisés pour combattre l'incendie, mais non pas celui des appareils utilisés au cours d'exercices. Les établissements cantonaux d'assurance contre l'incendie accordent des subventions pour l'achat d'appareils d'alarme et d'extinction.

En calculant le montant du dommage, on fera valoir aussi les frais causés par l'intervention des services techniques (salaires des techniciens ou des ingénieurs) pour la réparation des dégâts.

L'assurance extérieure couvre les dommages causés au matériel déposé par exemple sur des chantiers et qui n'est pas mentionné expressément dans la police d'assurance. Toute modification importante des stocks

assurés contre l'incendie doit être signalée à l'assureur. Ceci peut empêcher une sous-assurance ou permettre d'économiser des primes. La propriété de l'Administration des Téléphones (appareils et installations, toutefois sans les conduites) peut atteindre une somme considérable dans une exploitation, et il convient de l'inclure clairement dans la police d'assurance contre l'incendie.

En règle générale, les compteurs et interrupteurs installés chez l'abonné doivent être assurés avec le mobilier du propriétaire de l'immeuble; les prescriptions de l'établissement cantonal d'assurance contre l'incendie sont déterminantes à cet égard.

b) Assurance contre le bris de machines

Le contrat de faveur renseigne en principe sur cette assurance. Lorsqu'on fixera l'étendue de la couverture et la somme assurée, on fera bien, dans ce cas également, de recourir aux services techniques.

Autant que possible, le montant assuré des différentes parties de l'installation coïncidera avec celui de l'assurance contre l'incendie. Lorsqu'on fixe l'étendue de la couverture de l'assurance contre le bris de machines, la couverture des dégâts consécutifs à un sinistre relevant de l'assurance mobilière contre l'incendie peut être déterminante.

Il est possible de réaliser d'importantes réductions sur les primes, en tenant compte des rabais pour le chômage des machines et pour les machines de réserve, ainsi que des garanties encore valables des fournisseurs. On peut éviter un contrôle périodique étendu, relatif par exemple aux rabais pour chômage des machines, en convenant avec l'assureur d'une procédure simplifiée, comportant l'application d'une formule basée, par exemple, sur les puissances installées et le nombre de kilowattheures effectivement produit.

c) Assurance de la responsabilité civile d'entreprises

L'une des questions essentielles qui se pose dans ce secteur est celle du montant de la somme à assurer; à cet égard une garantie globale (pour les dommages corporels et matériels ensemble) peut présenter des avantages, notamment en cas de blessure ou de mort. Lors de la fixation des franchises, on examinera si les menus dommages survenant dans un service d'installation doivent être inclus ou non dans l'assurance.

L'assureur couvre également les dommages patrimoniaux, y compris — à certaines conditions — les suites des interruptions de fourniture d'énergie pour des tiers. Mais on s'abstiendra de promettre une indemnité aux personnes lésées, avant que l'assureur ait pris lui-même une décision. La protection offerte par l'assureur contre les prétentions injustifiées en dommages-intérêts épargne à l'assuré nombre de désagréments. A condition de s'entendre au préalable avec l'assureur, on peut dans des cas déterminés se libérer vis-à-vis de la personne lésée, en lui versant une certaine somme.

d) Assurance des véhicules à moteurs

Contre une très légère prime supplémentaire, l'assurance de la responsabilité civile pour automobiles donne une garantie illimitée. En établissant la liste des dommages par véhicule, on obtiendra des indications intéressantes sur les ristournes versées en l'absence d'accidents.

L'assurance des occupants, qui couvre les personnes accompagnantes et les proches, peut se justifier pour

des motifs humanitaires ou des raisons d'intérêt de l'entreprise, notamment lorsqu'une prétention de responsabilité civile n'entre pas en ligne de compte.

Pour l'*assurance contre l'incendie*, il s'agit de savoir si les voitures doivent être assurées au repos, en marche ou dans les deux cas. La décision pourra être influencée par l'étendue du parc automobile, et la façon dont il est entretenu, ainsi que par le genre de garage, l'équipement en extincteurs, etc.

L'*assurance des transports* peut être conclue pour un camion déterminé, au lieu du parc automobile entier; on devra mettre le personnel chargé des transports expressément au courant de cette restriction. Au cas où la valeur des marchandises transportées dépasse la garantie de base, la somme assurée peut être majorée

en conséquence. Lorsqu'il ne s'agit pas de transports réguliers, on peut se contenter aussi d'assurer ces transports isolément de cas en cas.

e) Assurance contre le vol simple et par effraction

Cette assurance couvre la perte, la déterioration ou la destruction de choses à désigner dans la police. L'*assurance contre le vol simple*, c'est-à-dire sans effraction (par exemple ouverture forcée de coffre-forts, tiroirs, etc.), demande un accord spécial. Les objets appartenant à des tiers doivent en outre être expressément mentionnés dans le contrat d'*assurance*.

Adresse de l'auteur:

M. Baumgartner, vice-directeur de l'Aar et Tessin S. A. d'Electricité, Olten.

Documentation



Der Energieversorgungsvertrag. Par L. Hose. Darmstadt, Fach-verlag Dr. N. Stoytscheff, 1961. 8°, 207 p.

Il s'agit d'une thèse présentée à la Faculté de droit de l'Université Johann-Wolfgang-Goethe à Francfort-sur-le-Main. L'auteur désire avant tout fixer la nature juridique du contrat de fourniture d'énergie en Allemagne. Ce sujet soulève à la vérité une discussion qui a suscité déjà les opinions les plus diverses, ainsi qu'en font foi les publications en matière de jurisprudence. Aussi l'auteur a-t-il sans aucun doute choisi la bonne voie, en faisant précéder ses considérations sur la nature légale du rapport entre l'entreprise électrique et ses abonnés, par la description de l'approvisionnement en énergie tant au point de vue technique

qu'économique, et par le caractère juridique du contrat que lui confèrent les conditions générales d'approvisionnement en électricité (contrairement à ce qui se passe en Suisse, on sait qu'en Allemagne des conditions obligatoires sont en vigueur à ce propos). L. Hose arrive à la conclusion qu'aucune des normes du droit allemand ne convient au contrat de fourniture d'énergie et qu'il s'agit par conséquent ici d'une relation de caractère spécial. Il existe bien des cas où la nature juridique de ce contrat a une réelle importance. Malheureusement, l'auteur examine ensuite seulement les conséquences qu'entraîne ce contrat dans la procédure de faillite et de conciliation vis-à-vis de l'abonné. Un dernier chapitre est consacré à la distribution d'énergie à la lumière du droit d'autres pays.

U. Flury/Bq.

Communications de nature économique

Risques d'interaction entre réseaux voisins télécommandés

Par J. Pelpel, Montrouge

Nous recevons la communication suivante concernant cet article, paru dans le Bull. ASE t. 52(1961), n° 9, p. 355...357.

Résumé

L'auteur de cette communication est d'accord avec J. Pelpel sur l'impossibilité de choisir une fréquence de télécommande différente pour chaque installation, afin d'éliminer tout risque d'interaction. Il soumet les paramètres utilisés dans l'étude de J. Pelpel à un examen critique, dont il ressort que les bases du calcul de ce dernier sont trop favorables aux fréquences extrêmement basses et que la condition de non-interaction qu'il énonce est insuffisante dans le cas général; conformément à une publication antérieure d'un collaborateur de l'EDF, elle doit être remplacée par une condition trois fois plus sévère, qui est difficilement remplie en pratique.

Ainsi que le montre l'auteur, les doutes de J. Pelpel quant à l'efficacité de la protection des réseaux télécommandés aux fréquences moyennes et élevées par la cellule de couplage court-circuitant à la fréquence de télécommande le jeu de barres à moyenne tension sont injustifiés. Dans un grand nombre de réseaux importants, cette protection a fait ses preuves en pratique.

Enfin, l'auteur de la communication démontre qui si interaction il y avait, on en viendrait à bout dans le cas de 1000 Hz avec une dépense ne dépassant pas un douzième de ce qu'il faudrait investir dans le cas de 175 Hz.

I

L'auteur de l'article cité examine un problème essentiel de la télécommande centralisée, celui qui consiste à limiter strictement le rayon d'action d'un émetteur de télécommande au réseau dans lequel il se trouve et d'empêcher toute influence de cet émetteur sur les récepteurs se trouvant dans des réseaux voisins. Jusqu'à présent, il n'a été publié que fort peu de chose sur ce problème.

Au début de la télécommande centralisée, il n'avait qu'une importance pratique réduite, car les installations réalisées étaient disséminées, et le risque d'interaction entre réseaux voisins, de ce fait, fort réduit. La technique de la télécommande centralisée se généralisant dans beaucoup de pays d'Europe et d'outre-mer, le problème prend de plus en plus d'importance au fur et à mesure de la mise en service de nouvelles installations. Un exemple est celui de la Nouvelle-Zélande, pays qui présente certainement la plus forte concentration d'installations de télécommande et qui a été équipé en grande partie à une époque relativement ancienne, où les précurseurs n'avaient pas attaché suffisamment d'importance à ce problème. Il en est résulté un nombre important d'interactions entre installations voisines, avec toutes les fausses manœuvres que cela comporte.

On ne peut qu'être d'accord avec l'auteur quand il exprime l'opinion que l'on ne peut envisager pratiquement de choisir une fréquence distincte pour chacune des installations à réaliser, afin d'éviter l'interaction entre émetteurs voisins. En effet, étant donné les limitations qu'imposent la propagation des impulsions ainsi que la présence d'un certain nombre d'harmoniques particulièrement prononcés de la tension 50 Hz et compte tenu de la sélectivité des filtres que l'on peut réaliser avec des moyens et une complication raisonnables, le nombre de fréquences employables pour la télécommande centralisée est assez limité. Si la télécommande centralisée doit se généraliser — et tout porte à croire qu'elle le fasse — il est donc impossible d'envisager d'utiliser une fréquence distincte pour chaque installation de télécommande reliée à un seul et même réseau à haute tension; ce réseau a d'ailleurs une tendance marquée à s'accroître et à se mailler de plus en plus.

Il faut donc s'occuper du reste de tension d'impulsion qui s'échappe de chaque installation de télécommande en direction du réseau d'amont, et en particulier du reste de tension présent dans les réseaux à moyenne tension voisins. Il faut le faire dès le début, et prendre les mesures voulues pour le limiter à une

valeur non dangereuse, sans attendre que des fausses manœuvres se soient produites, car, en règle générale, il est impossible d'y remédier rapidement.

II

L'avantage est évident à n'utiliser à l'intérieur d'une *seule et même entreprise de distribution* une fréquence et un système de télécommande unique: simplification des stocks, standardisation du matériel, problème des frontières. Cet avantage disparaît quand on veut appliquer l'unification de fréquence à des entreprises diverses. La rédaction des pages de l'UCS a montré¹⁾ que le problème de la variabilité de la frontière entre distributeurs voisins n'existe pratiquement pas en Suisse, et que la création de nouveaux postes de transformation haute tension / moyenne tension à cheval sur deux réseaux appartenant à des distributeurs différents n'était pas sérieusement envisagée en pratique. Cette affirmation peut être étendue à tous les autres pays où la distribution de l'énergie n'a pas été nationalisée.

Il peut certes arriver que, lors d'un incident, une partie du réseau d'un distributeur donné soit alimenté pendant quelques heures par le réseau du distributeur voisin. Des situations de ce genre sont toutefois très rares et leur durée est très brève, ne serait-ce que pour des raisons de facturation d'énergie. Dans un tel cas, les récepteurs de la zone reprise ne fonctionnent que pour autant que les deux réseaux voisins aient la même fréquence. Mais il ne suffit pas que les récepteurs démarrent, il faut encore qu'ils exécutent un programme raisonnable: cela suppose une unification non seulement des codages (diagramme d'impulsions), mais encore de l'attribution des ordres à chacune des impulsions; cette unification semble, dans l'état actuel des choses, pratiquement impossible à réaliser.

Remarquons d'ailleurs que, dans un certain nombre de pays et avant tout en Allemagne, en Autriche et en Suisse, on rencontre souvent l'arrangement suivant: un distributeur régional (en Suisse: cantonal) distribue l'énergie à moyenne et à basse tension dans toute une région à l'exception d'un certain nombre de communes, généralement les plus importantes, qui ont leurs propres services de distribution et qui achètent l'énergie électrique au distributeur régional pour la redistribuer ensuite à leur propre compte. Cet achat se fait généralement en moyenne tension. Autrement dit, les réseaux à moyenne tension du distributeur régional et des revendeurs communaux sont fortement imbriqués et, comme les distributeurs communaux désirent, dans la plupart des cas, avoir leurs propres installations de télécommande, il ne reste pas d'autre solution que d'utiliser pour les revendeurs une autre fréquence que pour le distributeur régional. Il faut donc dans ces cas au moins deux fréquences de télécommandes, puisqu'il n'y a pas de barrière naturelle entre les réseaux des distributeurs régionaux et ceux des revendeurs communaux et que les impulsions de télécommande ne tiennent aucun compte des limites purement juridiques.

Quant aux avantages pour le constructeur du matériel de télécommande de l'utilisation d'une fréquence unique, ils sont bien minces: les différences concernant la tension à 50 Hz, l'équipement en contacts des relais récepteurs, la langue à utiliser sur les plaquettes signalétiques, la plaquette de propriété ainsi que les désirs particuliers de tout ordre imposent de toute façon au constructeur de grouper par commande les relais récepteurs sur la chaîne de fabrication. Que les fréquences soient multiples ou qu'il n'y en ait qu'une seule, change donc fort peu le système de fabrication, et n'a une incidence que sur l'équipement du local d'essais en fin de fabrication.

III

J. Pelpel fait ressortir l'influence sur le risque d'interaction du rapport entre la tension émise et la tension de seuil des récepteurs. Il indique que ce rapport, pour le récepteur le plus défavorisé, dépend de la fréquence utilisée et atteint

1,36 à 175 Hz
2,5 à 485 Hz
4,8 à 1000 Hz.

¹⁾ Bull. ASE t. 52(1961), n° 9, p. 355 (note au bas de la page).

Ces chiffres, tirés de l'article de F. Cahen et H. Prigent [1]²⁾, sont valables pour un réseau à basse tension chargé à son extrémité par une charge purement ohmique produisant une chute de tension à 50 Hz de 10 % (réseau aérien d'une section homogène de 100 mm²). Ce sont des conditions particulièrement défavorables pour les fréquences élevées, mais anodines pour 175 Hz. H. Schmid [2] et W. Kruse [3] ont montré que, dans des réseaux comportant une charge de moteurs asynchrones importante, il faut s'attendre à des chutes de tension à 175 Hz nettement plus importantes (plus de 50 %). C'est d'ailleurs certainement cette raison qui a poussé l'Electricité de France à faire passer la valeur maximum tolérable de la tension de seuil des relais de la valeur de 1 % de la tension à 50 Hz à l'origine dans la circulaire H 60, à la valeur de 0,9 % dans le projet de spécification HR 4.039 de juillet 1959 (tension d'émission normale à 175 Hz en 15 kV: 2,3 %). Une comparaison faite sur la base des valeurs indiquées dans le tableau ci-dessus ne correspond ni à des conditions extrêmes pour les unes et les autres fréquences, ni à des conditions moyennes.

Remarquons d'ailleurs que quand J. Pelpel avance que la condition qu'il propose — à savoir que la tension d'émission doit être égale ou supérieure à 5,3 fois la tension de fonctionnement des récepteurs — n'est que rarement remplie par les installations de télécommande suisses à 1000 Hz, il est mal informé. En effet, la très grande majorité des installations de télécommandes suisses utilisant une fréquence de 1050 Hz a été réalisée par la société Zellweger. Or, dans ce système, la tension d'émission est généralement choisie égale à 3 % de la tension 50 Hz; rapportée à 220 V, elle est donc égale à 6,6 V. Quant au seuil de fonctionnement des récepteurs, il est égal en moyenne à 1,25 V; le rapport est donc bien de 5,3. Les récepteurs de ce système ont, en outre, la propriété peu connue d'avoir un seuil de fonctionnement défini avec une grande précision et une grande stabilité dans le temps par l'allumage d'une lampe à décharge. Cet élément élimine complètement la zone de fonctionnement incertain propre à tous les systèmes où c'est un élément mécanique qui détermine le seuil de sensibilité.

IV

Dans la deuxième partie de son article, J. Pelpel détermine les conditions qui, selon lui, assurent la non-interaction d'émetteurs voisins à très basse fréquence. Qu'il nous soit permis de faire ci-après une critique des paramètres et du résultat de son calcul:

1. «Dans le cas des émissions en série, $U_P \approx U_{P_0}$, et le niveau reçu sur le réseau voisin est sensiblement le même que celui relevé sur le réseau d'interconnexion.» Ceci n'est vrai que pour des fréquences extrêmement basses, et à condition qu'il n'y ait pas de capacité importante en bout de la ligne à basse tension; une telle capacité peut provoquer une élévation notable du niveau de la tension de télécommande en basse tension. L'utilisation de coffrets de condensateurs destinés à améliorer la tenue de la tension à 50 Hz, telle qu'elle a été proposée par P. Gaussens [4], peut provoquer une remontée de la tension de télécommande à 175 Hz d'un facteur de 1,6.

2. L'auteur fonde son calcul sur la supposition que l'impédance du réseau télécommandé est la même à la fréquence de télécommande qu'à 50 Hz. Ceci n'est vrai que pour un réseau dont la charge est avant tout ohmique, ou est constituée par des moteurs compensés par batteries de condensateurs. Si une part importante de la charge est constituée par des moteurs non compensés, ou si le réseau comprend des machines synchrones pour une part non négligeable de la puissance totale (petites centrales raccordées au réseau à moyenne tension ou compensateurs synchrones), l'impédance à 175 Hz tombe à une valeur inférieure, par exemple à 60 % de l'impédance à 50 Hz pour un réseau dont la charge se compose de 60 % de moteurs et de 40 % de charge ohmique (voir à ce sujet les calculs cités par H. Kitten [5]).

3. De plus, l'auteur admet que l'impédance du réseau d'amont à 175 Hz est représentée par l'impédance de court-circuit à 50 Hz multipliée par le rapport des fréquences

$$Z_{am, 175 \text{ Hz}} \approx Z_{CC, 50 \text{ Hz}} \cdot \frac{f}{50} = \frac{U^2}{P_{CC}} \cdot \frac{f}{50}$$

²⁾ Voir la bibliographie à la fin de cette communication.

Ainsi que nous l'avons montré à une autre occasion [6], cette approximation est admissible pour tous les cas où la capacité du réseau d'interconnexion est négligeable à la fréquence de télécommande choisie. Mais cela n'est pas toujours le cas, même à 175 Hz.

Dans cet ordre d'idées, citons qu'en Suisse, par exemple, quelques batteries de condensateurs importantes sont reliées au réseau à 50 kV; elles ont une influence importante sur l'impédance à 175 Hz de ces réseaux. La capacité répartie de câbles souterrains à très haute tension (à partir de 50 kV, mais surtout aux tensions de 110, 150 et 220 kV) peut faire augmenter dans de fortes proportions l'impédance du réseau d'amont et accroître ainsi les dangers d'interaction. Il convient donc d'être très prudent en employant cette formule approchée.

4. Si l'on reprend le calcul de l'auteur en admettant une remontée de tension dans les réseaux à basse tension d'un facteur de 1,6 ainsi qu'une impédance du réseau télécommandé égale à 60 % de son impédance à 50 Hz, et si l'on suppose que la capacité du réseau d'interconnexion est négligeable, la tension d'émission égale à 2,3 % de la tension à 50 Hz (valeur normalisée par l'EDF), le seuil de non-fonctionnement certain des récepteurs égal à 0,5 % de la tension à 50 Hz (valeur exigée par l'EDF), on trouve qu'à 175 Hz la puissance de court-circuit doit être supérieure ou égale à 37 fois la puissance du réseau télécommandé — et non pas 10,5 fois comme indiqué par J. Pelpel. Remarquons que H. Prigent [7] cite un chiffre très proche du nôtre, soit 35 fois.

L'auteur nous apprend que la centaine d'installations à 175 Hz réalisée par l'Electricité de France ne soulèvent aucun problème d'interaction. Qu'il nous soit permis de penser que l'on doit se trouver en France assez souvent dans des conditions relativement proches de l'interaction, car sinon on ne trouverait pas d'explication à la tendance qu'à l'Electricité de France de resserrer les tolérances de la sensibilité des récepteurs. Après avoir exigé à l'origine le non-fonctionnement certain pour une tension de télécommande égale à 0,5 % de la tension à 50 Hz (circulaire H 60 de août 1955), l'Electricité de France fait figurer dans son projet de spécification pour la fourniture de relais récepteurs (circulaire HR 4.039 du 10 juillet 1959) un non-fonctionnement certain pour une amplitude de 0,6 %, en remarquant que cette valeur sera ultérieurement portée à 0,7 %. De plus, presque toutes les publications traitant de la télécommande à 175 Hz, en particulier un précédent article de J. Pelpel [8] et la spécification technique de l'EDF pour la fourniture des circuits d'injection et des baies de commandes, indiquent différents artifices pour se prémunir contre des interactions entre émetteurs voisins, tels que l'émission en opposition de phase, l'émission par tranches successives et l'emploi de circuits d'absorption dans le réseau d'amont. On peut donc admettre que l'on se trouve en pratique dans bien des cas au moins au voisinage immédiat des conditions réelles d'interaction.

V

Voyons maintenant comment se présente en pratique le même problème aux environs de 1000 Hz.

La fig. 1 représente deux postes de transformation haute tension / moyenne tension équipés chacun d'un émetteur de télécommande avec injection en parallèle; ces postes sont reliés entre eux en haute tension par un réseau d'interconnexion. Quand l'émetteur du poste A émet en parallèle sur le jeu de barre à moyenne tension avec une tension U_E , on retrouve sur le jeu de barres à haute tension un niveau de tension qui est déterminé par l'impédance totale du réseau d'interconnexion Z'_{am} vue depuis le poste A et l'impédance du transformateur Z_T . S'il est pratiquement impossible de donner des renseignements d'ordre général sur l'impédance Z'_{am} — on peut toutefois la calculer sur la base d'un schéma du réseau en tenant compte de sa variabilité en fonction des divers états d'exploitation — il est facile de voir que Z_T est une inductivité dont l'impédance croît avec la fréquence.

$$Z_T = \frac{U^2}{P_T} \frac{f}{50} \varepsilon_{CC}$$

P_T étant la puissance nominale du transformateur et ε_{CC} la tension relative de court-circuit de ce dernier.

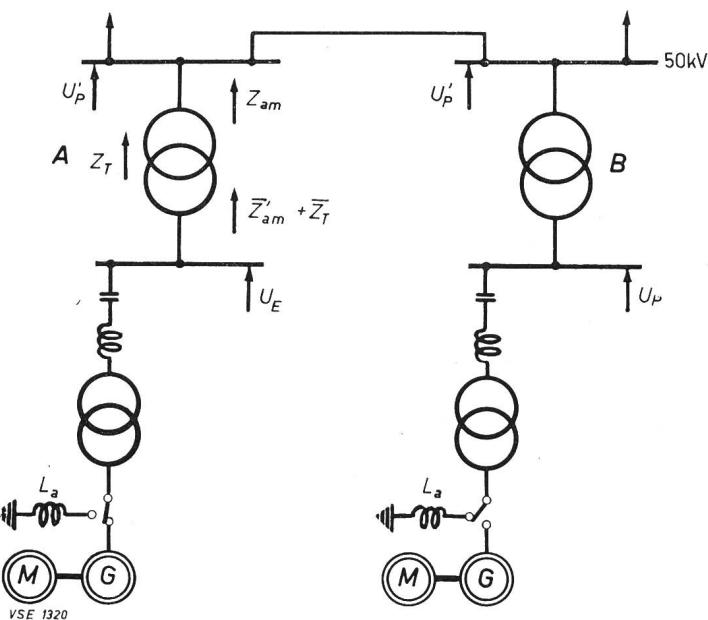


Fig. 1
Interaction entre deux émetteurs de télécommande centralisée voisins

A, B	postes de transformation haute tension/moyenne tension
G	générateurs de télécommande centralisée
M	moteurs d'entraînement
L_a	selfs d'appoint
U_E	tension du signal de télécommande sur le jeu de barres à moyenne tension
U'_P	tension résiduelle sur le jeu de barres à haute tension
U_P	tension perturbatrice dans le réseau voisin
Z_{am}	impédance du réseau d'interconnexion à la fréquence de télécommande
Z_T	impédance du transformateur
Z'_{am}	impédance totale du réseau d'interconnexion vue depuis le poste A

La tension présente dans le réseau d'interconnexion sera donc

$$U'_P = U_E \frac{\overline{Z'_{am}}}{\overline{Z'_{am}} + \overline{Z_T}}$$

Z_T croissant avec la fréquence, il y a d'autant moins de chance que U'_P prenne une valeur élevée que la fréquence choisie est élevée, ceci non pas pour un cas particulier mais pour l'ensemble des réseaux. La tension U'_P se propage dans le réseau d'interconnexion et arrive sous une forme plus ou moins atténuée — dans certains cas amplifiée par des phénomènes d'ondes stationnaires — au jeu de barres à haute tension du poste B, où elle traverse l'impédance de fuite du transformateur haute tension / moyenne tension et rencontre enfin une impédance très faible représentée par la cellule de couplage du poste B, qui — supposons le tout d'abord — n'émet pas en cet instant précis. En effet, entre les impulsions actives, les trois phases de la cellule de couplage sont fermées, par l'intermédiaire de contacts de repos du contacteur d'impulsion, sur trois petites selfs branchées en étoile et réglées de façon à réaliser la résonance sur la fréquence de télécommande, c'est-à-dire de façon à présenter un minimum d'impédance. La cellule de couplage forme donc un court-circuit sélectif à la fréquence de télécommande, empêchant pratiquement toute tension parasite provenant d'émetteurs voisins fonctionnant à la même fréquence de se propager dans le réseau à moyenne tension télécommandé.

J. Pelpel craint que cette absorption, qu'il nomme un avantage théorique, ne soit souvent illusoire, car il pense que les deux conditions qu'il énonce ne sont pas réalisées en pratique. Examinons de plus près ces deux conditions:

A. «L'accord du circuit de couplage du poste B doit être exactement à la fréquence de l'émetteur A, car s'il y a désaccord, il pourrait se produire une résonance avec l'impédance du transformateur Z_T , de sorte qu'on aurait, au lieu de la chute de tension parasite recherchée, une élévation de tension.» J. Pelpel craint que les variations de fréquence des émetteurs — généralement sans réglage de fréquence — et les variations de capacité et d'inductivité dues aux variations de température créent cette élévation de tension qu'il redoute. Tel n'est pas le cas, pour autant que l'on ait choisi convenablement la capacité du condensateur de couplage. Avec une cellule de couplage normalement dimensionnée, on peut assurer un rapport de tension entre le réseau interconnecté et le réseau à moyenne tension protégé par la cellule de couplage d'au moins 5 pour toute les fréquences comprises dans une bande large de 5 % autour de la fréquence d'accord de la cellule de couplage.

Les variations de la fréquence d'accord du circuit en fonction de la température sont minimes: le coefficient de température d'un condensateur au papier imprégné d'huile minérale se situe aux environs de $4 \cdot 10^{-4}$ par °C. Celui de la bobine d'accord (bobine dans l'air) aux environs de $16 \cdot 10^{-6}$ par °C. Il en résulte une variation de la fréquence d'accord de 0,8 %, pour des températures ambiantes comprises entre 0 et 40 °C.

Les variations de fréquence de l'émetteur voisin se composent des variations de fréquence du réseau et des variations du glissement du moteur d' entraînement du générateur à fréquence musicale. La fréquence du réseau a tendance à devenir de plus en plus stable du fait de l'interconnexion de groupes de centrales de plus en plus importants et de l'introduction généralisée du réglage fréquence-puissance. En étant très prudent, on peut fixer comme limite $\pm 2\%$. Le glissement du moteur du groupe convertisseur peut être très réduit sans grande difficultés; un glissement maximum de 0,6 % est normal, ce qui signifie qu'en pratique, à fréquence de réseau stable, la fréquence de l'émetteur variera de $\pm 0,2\%$ autour de la valeur moyenne, entre les émissions faites aux heures de pointe et celles faites lorsque la charge est très faible. On peut donc considérer que la largeur totale des variations de fréquence et d'accord est de 5,2 %.

Aux alentours de la fréquence de résonance f , l'impédance de la cellule de couplage servant de circuit d'absorption est donnée avec une très bonne approximation par la formule

$$\overline{Z_R} = \frac{1}{2\pi f \cdot C} \left(\frac{1}{Q} + j \cdot 2 \frac{\Delta f}{f} \right)$$

dans laquelle

C représente la capacité du condensateur de couplage,
 Q le coefficient de surtension du circuit (≈ 80),
 Δf la différence entre la fréquence du signal parasite et la fréquence d'accord f de la cellule.

Le coefficient d'absorption, c'est-à-dire le rapport entre la tension parasite dans le réseau d'interconnexion et la tension dans le réseau à moyenne tension protégé par la cellule est donc

$$\frac{U'_P}{U_P} = \frac{\overline{Z_R} + \overline{Z_T}}{\overline{Z_R}}$$

ou, sous forme approchée, tant que Z_R reste petit par rapport à Z_T :

$$\frac{U'_P}{U_P} \approx \frac{Z_T}{Z_R}$$

Comme Z_R est d'autant plus petit que la fréquence et que la capacité du condensateur de couplage sont élevées et que Z_T est proportionnel à la fréquence, on trouve que

$$\frac{U'_P}{U_P} \approx Cf^2$$

Le coefficient d'absorption est donc proportionnel au carré de la fréquence et à la capacité du condensateur de couplage.

S'il est facile de réaliser une absorption efficace à 1000 Hz ou plus, il est donc beaucoup moins facile de le faire à 500 Hz, car cela nécessiterait une capacité 4 fois plus grande, coûtant donc 4 fois plus cher qu'à 1000 Hz.

Remarquons qu'il n'y a pas d'artifice de circuit qui puisse améliorer l'absorption. Les cellules de couplages à plusieurs circuits accordés (passe-bande) peuvent permettre dans certains cas (charge ohmique) de faire une économie sur la capacité du condensateur de couplage pendant l'émission. Ces artifices n'améliorent pas l'absorption des tensions parasites en comparaison de la cellule de couplage composée d'un simple circuit résonnant série.

B. La seconde condition posée par J. Pelpel est que «les émetteurs des réseaux voisins doivent avoir des horaires d'émission nettement décalés ou, au contraire, parfaitement synchronisés, car au moment où l'alternateur est relié au circuit de couplage, il désaccorde ce dernier, qui ne remplit plus sa fonction de shunt résonnant».

Cette condition n'est pas nécessaire au bon fonctionnement de l'absorption, et ceci pour deux raisons:

- Si l'on choisit l'impédance de la self d'appoint L_a (voir la fig. 1) égale à l'impédance de fuite de l'alternateur de la télécommande, l'accord reste le même, qu'il y ait émission ou non. L'absorption reste efficace dans les deux cas, le courant absorbé se referme une fois dans la self d'appoint, l'autre fois dans le générateur. En appliquant la loi de superposition des tensions et des courants, on voit très rapidement ce qui se passe.
- Même s'il y avait désaccord pendant l'émission, cela n'aurait guère d'importance, car un tel désaccord ne provoquerait que de légères variations de la tension d'émission, sans qu'il n'en résulte de danger quelconque de fausse manœuvre. Ce point a été traité en détail par O. Grob [9].

Il ressort de ce qui précède qu'à 1000 Hz, et malgré les doutes de J. Pelpel, l'absorption des restes de tensions provenant d'émetteurs voisins est réellement efficace. Cela est prouvé par l'expérience puisque on trouve, entre autres,

en *Suisse Centrale*, 11 émetteurs de construction Zellweger utilisant la fréquence de 1050 Hz et tous interconnectés par un même réseau à 50 kV

dans le *Canton de Zurich*, 5 émetteurs à 1050 Hz et 5 émetteurs à 750 Hz interconnectés par un réseau à 50 kV

dans la région d'*Anvers*, 8 émetteurs à 1350 Hz interconnectés par un réseau à 70 kV

à *Berlin*, 14 émetteurs à 750 Hz interconnectés par un réseau à 30 kV

en *Australie*, dans la région de *Sydney*, 9 émetteurs à 1050 Hz interconnectés par un réseau à 33 kV

dans la région de *Newcastle*, 13 émetteurs à 1050 Hz interconnectés par un réseau à 33 kV

dans la région de *Brisbane*, 13 émetteurs à 1050 Hz interconnectés par un réseau à 33 kV

Dans tous ces cas, on n'a jamais constaté d'interaction, bien qu'aucune mesure particulière n'ait été prise.

VI

Après cet exposé théorique et compte tenu de ces résultats pratiques, nous pensons qu'il est permis de se dispenser des essais systématiques que propose de faire J. Pelpel.

A fréquence élevée, en admettant un rapport de tension d'émission au seuil de fonctionnement des récepteurs de 5,3, un coefficient d'absorption de 5, une élévation de tension parasite dans des réseaux comportant des condensateurs de 2, et enfin un coefficient de sécurité de 1,4, la condition de non-interaction entre émetteurs voisins se ramène à ceci:

La tension qui se retrouve dans le réseau d'interconnexion ne doit pas dépasser le tiers de la tension d'émission à 1000 Hz.

A 175 Hz elle est la suivante:

La tension qui se retrouve dans le réseau d'interconnexion ne doit pas dépasser le septième de la tension d'émission.

Il serait certainement stérile de discuter plus longtemps pour savoir si une de ces conditions est plus facile à réaliser que l'autre. Seule l'analyse d'un très grand nombre de cas pratiques peut donner une réponse à cette question, qui, à notre avis, n'est pas primordiale. En effet, il faut tout d'abord examiner quels sont les remèdes possibles si ces conditions ne sont pas réalisées. A quoi cela sert-il de savoir si, de deux maladies, l'une est plus contagieuse que l'autre, lorsque la première est guérie par une simple piqûre, tandis que le cours de la seconde ne peut être enrayer que par une amputation massive?

A 175 Hz, il y a deux remèdes: l'émission différentielle en opposition de phase ou le shunt résonnant d'amont (voir la description de J. Pelpel dans [8]).

Les inconvénients de la première méthode ont été analysés par O. Grob [10]. Rappelons les en deux mots: cette méthode impose des limitations sévères à la liberté d'exploitation des réseaux à moyenne tension, par suite de la nécessité de créer pour chaque poste haute tension / moyenne tension deux réseaux à moyenne tension non interconnectés et aussi symétriques que possible avec, comme corollaire, une augmentation des pertes dans les transformateurs et éventuellement une augmentation des investissements en transformateurs. La capitalisation des pertes supplémentaires conduit à des chiffres très élevés.

La deuxième méthode nécessite la mise en place en amont du transformateur d'injection d'une batterie de condensateurs très importante — d'une puissance environ égale à 17 % de la puissance de pointe du réseau télécommandé à 175 Hz, avec régulation de fréquence, et de 20 % à 198 Hz, sans régulation de fréquence — combinée avec un jeu de bobines de self très puissantes elles aussi. Le coût d'un tel ensemble dépasse, et de loin, celui d'un émetteur de télécommande. On évitera donc de recourir à cette méthode.

Aux environs de 1000 Hz il est beaucoup plus simple de venir à bout d'une telle difficulté:

On se servira de préférence, dans les cas très rares où cela s'avère nécessaire, d'un shunt résonnant d'amont; ce shunt comporte, pour de telles fréquences, une batterie de condensateurs beaucoup plus légère qu'à 175 Hz. Il suffit de prévoir une batterie dont la puissance ne dépasse pas 1 à 1,5 % de la puissance des transformateurs haute tension / moyenne tension des postes équipés en télécommande. Citons deux cas, l'un en Afrique, l'autre en Nouvelle-Zélande, où pour se prémunir contre des pertes exagérées d'amont, on a prévu dès l'avant-projet un circuit d'absorption d'amont, qui n'a d'ailleurs pas coûté plus de 18 % du prix des émetteurs. Si la méthode du circuit d'absorption en haute tension n'est pas applicable pour une raison quelconque, on a le loisir de monter en série avec les transformateurs haute tension / moyenne tension des circuits-bouchons du côté de la moyenne tension, ce qui, tout en restant une solution économiquement viable, est plus coûteux que la méthode du circuit d'absorption d'amont (environ 35 % du prix de l'émetteur).

Remarquons, enfin, que la méthode de l'émission différentielle en opposition de phase est tout aussi applicable en émission parallèle à 1000 Hz qu'elle l'est à 175 Hz en injection série. Nous avons eu l'occasion d'en faire l'essai avec de bons résultats. Mais, à notre connaissance, elle n'a été jamais employée à fréquence élevée en raisons de ses inconvénients inhérents, indépendants de la fréquence employée.

On voit donc qu'il est infiniment moins coûteux de venir à bout d'une interaction entre émetteurs voisins à fréquence élevée (1000 Hz) qu'aux fréquences très basses (175 Hz).

Conclusion

Les conclusions de l'article de J. Pelpel peuvent être considérées comme trop optimistes en ce qui concerne l'emploi de fré-

quences de télécommande très basses. La condition posée par J. Pelpel comme excluant toute possibilité d'interaction à 175 Hz, à savoir que la puissance de court-circuit du réseau amont doit être supérieure à 10,5 fois la puissance du réseau télécommande, n'est pas suffisante. Elle est en contradiction avec une publication antérieure d'un collaborateur de l'EDF, où l'on parle de 35 fois — chiffre qui se trouve confirmé dans le présent travail.

A 1000 Hz, par contre, la cellule de couplage — si elle est correctement dimensionnée — protège parfaitement, en court-circuitant le jeu de barres pour la fréquence de télécommande, le réseau contre l'introduction de restes de tension d'impulsion provenant d'émetteurs voisins. Cela a été prouvé par le calcul et l'expérience de très nombreuses installations travaillant dans des réseaux alimentés par un seul et même réseau d'interconnexion à haute tension, telle que celles du Canton de Zurich (5 émetteurs à 1050 Hz et 5 à 750 Hz), de Berlin (14 émetteurs à 750 Hz), d'Anvers (8 émetteurs à 1350 Hz), de Suisse centrale (11 émetteurs à 1050 Hz), de Sydney (9 émetteurs à 1050 Hz), de Brisbane et de Newcastle (chacun 13 émetteurs à 1050 Hz). Cette protection reste valable pour des variations de la fréquence du réseau et de la température ambiante dépassant largement les variations effectives de ces grandeurs dans la pratique. Enfin, si interaction il y avait, il serait infiniment plus économique et plus facile d'en venir à bout à 1000 Hz qu'à 175 Hz.

En résumé, le problème de l'interaction d'émetteurs de télécommande voisins reste bien plus facile à résoudre aux fréquences élevées qu'aux basses fréquences. A 1050 Hz, il peut être résolu de façon économique dans tous les cas, en conservant au réseau une totale liberté d'exploitation et de couplage. R. Kniel

Bibliographie

- [1] Cahen, F. et H. Prigent: Le nouveau système de télécommande centralisée à 175 hertz adopté par Electricité de France. Rev. gén. Electr. t. 64(1955), n° 10, p. 475...484.
- [2] Schmid, H.: Die wesentlichen Grundgedanken für den Aufbau eines Rundsteuersystems. Bull. SEV t. 50(1959), n° 25, p. 1253...1258.
- [3] Kruse, W.: Stand der Rundsteuertechnik in der Bundesrepublik Deutschland. Elektr.-Wirtsch. t. 60(1961), n° 8, p. 264...269.
- [4] Gaußens, P.: Amélioration des conditions d'exploitation des réseaux de distribution d'énergie électrique par l'utilisation des condensateurs-shunt. Bull. Soc. franç. Electr. 7^e série, t. IV(1954), n° 47, p. 675...699.
- [5] Kitten, H.: Zur Frage der Bestimmung einer optimalen Frequenz für Tonfrequenz-Rundsteueranlagen. E u. M t. 75(1958), n° 15/16, p. 469...474; n° 17, p. 491...497; n° 19, p. 556...561.
- [6] Kniel, R., Intervention lors de la discussion de la conférence de H. Prigent: La télécommande centralisée à 175 Hz de l'Électricité de France. Ses origines. — Ses applications. — Ses premières réalisations. Bull. Soc. franç. Electr. 7^e série, t. VI(1956), n° 71, p. 727...738.
- [7] Prigent, H.: loc. cit.
- [8] Pelpel, J.: La nouvelle télécommande centralisée à 175 hertz. Le système Pulsadis. Rev. gén. Electr. t. 65(1956), n° 2, p. 69...79.
- [9] Grob, O.: Die Planung von Netzkommmandoanlagen mit überlagerten tonfrequenten Steuerimpulsen für grosse und grösste Netze. E u. M t. 73(1956), n° 13, p. 340...345.
- [10] Grob, O.: Prinzipielle Anforderungen an Netzkommandoanlagen für extrem tiefe Steuerfrequenzen. Bull. SEV t. 50(1959), n° 2, p. 41...47.

Désirant mettre fin à cet intéressant débat sur les risques d'interaction entre réseaux voisins télécommandés, nous reproduisons ci-après la réponse de l'auteur de l'article en cause à la communication de R. Kniel. Pour chacun des points traités, on a indiqué les passages de cette communication auquel se réfère l'auteur. Bien entendu, nous laissons à ce dernier l'entièreté de responsabilité de ce qu'il avance.

Chap. III, 2^e al.

Les conditions les plus défavorables à la fréquence de 1000 Hz sont celles résultant de la présence, sur le réseau, de condensateurs de très faibles valeurs non compensés, et dont la valeur globale est supérieure à 2 % de la puissance du transfor-

mateur à basse tension. En considérant une charge ohmique, nous avons voulu nous placer dans des conditions comparables pour les différentes fréquences envisagées.

Chap. IV, point 1

Le facteur de surtension de 1,6 envisagé n'est à redouter que sur les réseaux fonctionnant à vide ou à faible charge. A fréquence basse, les émissions sur un réseau déterminé risquent d'être la source d'interactions sur les réseaux voisins lorsque la charge de ce réseau est importante. Il ne semble pas raisonnable de supposer qu'aux même heures les réseaux voisins sont à faible charge.

Chap. IV, point 3

L'éventualité où de grandes batteries de condensateurs sont reliées aux bornes du réseau primaire — éventualité que nous n'avons encore jamais rencontrée dans les réseaux que nous avons étudiés — a déjà été examinée par *H. Prigent*¹⁾: il montre que ces batteries ne peuvent devenir gênantes, à 175 Hz, que si la remontée de tension qu'elles provoquent à 50 Hz est elle-même prohibitive.

Chap. IV, point 4

La condition indiquée par *H. Prigent*²⁾

$$\frac{P_{CC}}{P} \geq 35, \text{ est nécessaire pour avoir } \frac{U_E}{U_P} > 10$$

Ce rapport est indiqué à titre d'exemple comme étant celui de l'installation de Nice décrite dans l'article, mais non comme une condition impérative. Il importe, par contre, que la relation $\frac{U_E}{U_P} > \frac{U_E}{U_S}$ soit satisfaite avec sécurité. Si $\frac{U_E}{U_S} = 3$, la valeur indiquée par *H. Prigent* confirme exactement la condition $\frac{P_{CC}}{P} > 10,5$.

Chap. IV, dernier al.

Les émissions en opposition de phase sont intéressantes non seulement par la réduction des risques d'interaction entre réseaux, mais aussi par l'économie qu'elles procurent sur le matériel d'émission; elles sont applicables, sans aucune réserve sur les conditions d'exploitation, dans les réseaux à moyenne tension qui sont exploités en tranches afin de limiter la puissance de coupure de l'appareillage à moyenne tension.

¹⁾ *H. Prigent*: La télécommande centralisée à 175 Hz de l'Électricité de France, ses origines, ses applications, les premières réalisations. Bull. Soc. franç. Electr., 7^e série, t. 6(1956), n° 71, p. 727...738. Voir: Discussion, intervention de M. Kniel, p. 741, et réponse de M. Prigent, p. 746, 1^o.

²⁾ *H. Prigent*: Loc. cit. Voir: Installation de Nice, p. 736, et réponse de M. Prigent dans la discussion, p. 746, 2^o.

Chap. VI, méthode du shunt résonnant amont à 175 Hz

Sur le réseau à 35 kV de Marseille, qui est alimenté par un réseau à 150 kV, les émissions étant faites sur des tranches de 70 MVA, il est apparu, dès le stade de l'étude, la nécessité de prévoir des circuits shunts accordés à 175 Hz, dont le coût représente environ 20 % de celui des postes d'émission.

Conclusion

Je voudrais résumer les points où je suis en accord complet avec *R. Kniel*:

1. L'intérêt de la télécommande centralisée et les précautions qu'il y a lieu de respecter pour permettre sa généralisation.

2. L'intérêt d'utiliser une même fréquence de commande sur des réseaux appartenant à une même entreprise de distribution (les problèmes d'interaction entre postes d'émission de cette même entreprise étant supposés résolus, il n'y a vraisemblablement aucun inconvenient à réutiliser cette même fréquence sur les réseaux de l'entreprise voisine).

3. La nécessité d'utiliser deux fréquences différentes dans le cas de l'équipement des réseaux des revendeurs communaux alimentés par un réseau régional, lui-même équipé (de telles installations ont été réalisées en Allemagne occidentale, les réseaux communaux étant équipés à 210 Hz et le réseau régional à 175 Hz).

4. Les risques d'interaction étant examinés soigneusement dans tous les cas et quelle que soit la fréquence utilisée, nous reconnaissions que, à condition que les circuits de couplage soient convenablement dimensionnés, l'interaction aux fréquences élevées peut être évitée et que les cas signalés en Afrique et en Nouvelle-Zélande doivent être relativement rares.

Par contre, à l'opposé de *R. Kniel*, nous sommes d'avis que parmi toutes les installations réalisées à 175 Hz, les conditions du rapport $\frac{P_{CC}}{P}$ sont telles que les interactions n'ont aucune probabilité de se produire, et ceci sans précautions spéciales.

Nous reconnaissions que dans le cas particulier du réseau de Marseille, nous avons dû prévoir, dès l'origine et pour la période de temps où ce réseau n'était pas encore alimenté en 220 kV, des circuits shunts spéciaux, qui représentent environ 20 % du prix des postes d'émission.

Dans ces conditions, les avantages respectifs des fréquences élevées ou des fréquences basses ayant été commentés par ailleurs, nous croyons qu'une basse fréquence est aussi bien valable pour des entreprises privées, telles que celles rencontrées dans des pays comme la Suisse, que pour un réseau nationalisé, et que les risques d'interaction ne peuvent constituer un argument permettant de la déconseiller. *J. Pelpel*

**Production et distribution d'énergie électrique
par les entreprises suisses d'électricité livrant de l'énergie à des tiers**

Communiqué par l'Office fédéral de l'économie énergétique et l'Union des Centrales Suisses d'électricité

La présente statistique concerne uniquement les entreprises d'électricité livrant de l'énergie à des tiers. Elle ne comprend donc pas la part de l'énergie produite par les entreprises ferroviaires et industrielles (autoproducuteurs) qui est consommée directement par ces entreprises.

Mois	Production et achat d'énergie												Accumulation d'énergie				Exportation d'énergie	
	Production hydraulique		Production thermique		Energie achetée aux entreprises ferroviaires et industrielles		Energie importée		Energie fournie aux réseaux		Déférence par rapport à l'année précédente	Energie emmagasinée dans les bassins d'accumulation à la fin du mois	Variations mensuelles — vidange + remplissage					
	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61		
	en millions de kWh												% en millions de kWh					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Octobre . . .	1067	1587	21	1	39	47	291	39	1418	1674	+18,1	2672	3586	-354	+ 8	175	332	
Novembre . . .	1002	1471	27	1	36	39	341	73	1406	1584	+12,7	2320	3347	-352	-239	129	250	
Décembre . . .	1045	1473	31	1	37	38	338	125	1451	1637	+12,8	1928	2756	-392	-591	122	221	
Janvier . . .	1143	1426	21	3	40	40	233	168	1437	1637	+13,9	1513	1959	-415	-797	108	197	
Février . . .	1039	1259	26	4	32	32	272	121	1369	1416	+ 3,4	1085	1497	-428	-462	94	166	
Mars	1184	1436	8	2	31	32	187	107	1410	1577	+11,8	716	964	-369	-533	124	228	
Avril	1181	1475	0	1	30	37	127	42	1338	1555	+16,2	523	835	-193	-129	133	290	
Mai	1433	1690	5	0	79	68	99	40	1616	1798	+11,3	1020	885	+ 497	+ 50	349	434	
Juin	1650	1767	0	1	105	82	18	13	1773	1863	+ 5,1	2089	1971	+1069	+1086	486	500	
Juillet	1636	1809	1	1	88	78	9	14	1734	1902	+ 9,7	2809	2947	+ 720	+ 976	440	561	
Août	1683		0		94		15		1792			3437		+ 628		461		
Septembre . .	1630		1		66		33		1730			3578 ^{a)}		+ 141		413		
Année	15693		141		677		1963		18474							3034		
Oct.-mars . .	6480	8652	134	12	215	228	1662	633	8491	9525	+12,2			-2310	-2614	752	1394	
Avril-juillet .	5900	6741	6	3	302	265	253	109	6461	7118	+10,2			+2093	+1983	1408	1785	

Mois	Répartition des fournitures dans le pays												Fournitures dans le pays y compris les pertes				
	Usages domestiques, artisanat et agriculture		Industrie en général		Electro-chimie, métallurgie et thermie		Chaudières électriques ¹⁾		Chemins de fer		Pertes et énergie de pompage ²⁾		Fournitures dans le pays y compris les pertes				
	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	
	en millions de kWh												%				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . .	604	650	230	237	184	199	5	21	66	68	154	167	1232	1310	+ 6,3	1243	1342
Novembre . . .	622	648	227	248	185	201	3	13	84	74	156	150	1257	1318	+ 4,9	1277	1334
Décembre . . .	655	706	223	247	182	206	3	10	95	79	171	168	1307	1403	+ 7,3	1329	1416
Janvier	663	716	218	255	183	218	4	10	95	77	166	164	1307	1427	+ 9,2	1329	1440
Février	617	615	219	229	193	191	4	9	88	70	154	136	1259	1238	- 1,7	1275	1250
Mars	627	650	232	252	204	218	4	14	75	64	144	151	1277	1333	+ 4,4	1286	1349
Avril	568	597	208	232	224	214	6	24	61	61	138	137	1190	1235	+ 3,8	1205	1265
Mai	570	614	215	241	214	229	26	57	61	55	181	168	1206	1293	+ 7,2	1267	1364
Juin	539	587	214	243	205	205	63	69	60	59	206	200	1174	1248	+ 6,3	1287	1363
Juillet	559	580	207	225	203	196	68	77	68	69	189	194	1190	1223	+ 2,8	1294	1341
Août	570		205		217		82		70		187		1218			1331	
Septembre . .	597		223		218		52		63		164		1251			1317	
Année	7191		2621		2412		320		886		2010		14868			15440	
Oct.-mars . .	3788	3985	1349	1468	1131	1233	23	77	503	432	945	936	7639	8029	+ 5,1	7739	8131
Avril-juillet .	2236	2378	844	941	846	844	163	227	250	244	714	699	4760	4999	+ 5,0	5053	5333

¹⁾ D'une puissance de 250 kW et plus et doublées d'une chaudière à combustible.

²⁾ Les chiffres entre parenthèses représentent l'énergie employée au remplissage des bassins d'accumulation par pompage.

³⁾ Colonne 15 par rapport à la colonne 14.

⁴⁾ Capacité des réservoirs à fin septembre 1960: 3720 millions de kWh.

Production et consommation totales d'énergie électrique en Suisse

Communiqué par l'Office fédéral de l'économie énergétique

Les chiffres ci-dessous concernent à la fois les entreprises d'électricité livrant de l'énergie à des tiers et les entreprises ferroviaires et industrielles (autoproducteurs).

Mois	Production et importation d'énergie										Accumulation d'énergie				Exportation d'énergie	Consommation totale du pays	
	Production hydraulique		Production thermique		Energie importée		Total production et importation		Différence par rapport à l'année précédente	Energie emmagasinée dans les bassins d'accumulation à la fin du mois	Variations mensuelles — vidange + remplissage						
	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61		1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61		
	en millions de kWh										%	en millions de kWh					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . .	1300	1919	31	9	307	41	1638	1969	+20,2	2897	3940	-387	+ 14	195	369	1443	1600
Novembre . .	1161	1724	38	10	362	80	1561	1814	+16,2	2517	3692	-380	-248	134	275	1427	1539
Décembre . .	1193	1689	41	13	358	132	1592	1834	+15,2	2091	3042	-426	-650	128	239	1464	1595
Janvier . . .	1281	1618	33	15	253	178	1567	1811	+15,6	1640	2176	-451	-866	114	216	1453	1595
Février . . .	1158	1431	38	14	290	124	1486	1569	+ 5,6	1181	1656	-459	-520	104	181	1382	1388
Mars	1345	1656	18	13	202	108	1565	1777	+13,5	769	1054	-412	-602	138	247	1427	1530
Avril	1396	1759	9	8	133	42	1538	1809	+17,6	563	907	-206	-147	163	318	1375	1491
Mai	1781	2053	12	7	100	40	1893	2100	+10,9	1120	963	+557	+ 56	390	478	1503	1622
Juin	2064	2170	6	7	18	13	2088	2190	+ 4,9	2315	2164	+1195	+1201	535	548	1553	1642
Juillet	2047	2227	6	7	9	14	2062	2248	+ 9,0	3099	3248	+ 784	+1084	498	613	1564	1635
Août	2095		6		15		2116			3762		+ 663		525		1591	
Septembre .	2005		8		33		2046			3926 ^{a)}		+ 164		472		1574	
Année	18826		246		2080		21152							3396		17756	
Oct.-mars . .	7438	10037	199	74	1772	663	9409	10774	+14,5			-2515	-2872	813	1527	8596	9247
Avril-juillet .	7288	8209	33	29	260	109	7581	8347	+10,1			+2330	+2194	1586	1957	5995	6390

Mois	Répartition de la consommation totale du pays													Consommation du pays sans les chaudières et le pompage	Différence par rapport à l'année précédente		
	Usages domestiques, artisanat et agriculture		Industrie en général		Electro-chimie, métallurgie et thermie		Chaudières électriques ^{b)}		Chemins de fer		Pertes		Energie de pompage				
	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61			
	en millions de kWh																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . .	613	664	255	271	274	323	6	31	122	123	166	176	7	12	1430	1557	+ 8,9
Novembre . .	634	663	257	283	234	285	4	21	123	119	157	165	18	3	1405	1515	+ 7,8
Décembre . .	668	721	251	280	221	259	4	13	131	133	170	185	19	4	1441	1578	+ 9,5
Janvier . . .	677	731	250	286	210	249	6	12	128	135	163	179	19	3	1428	1580	+10,6
Février . . .	630	630	249	261	209	215	5	12	120	120	156	147	13	3	1364	1373	+ 0,7
Mars	639	665	266	286	234	262	6	20	122	129	155	166	5	2	1416	1508	+ 6,5
Avril	580	611	237	265	278	305	11	38	112	117	147	148	10	7	1354	1446	+ 6,8
Mai	581	629	245	275	324	333	38	74	112	121	166	174	37	16	1428	1532	+ 7,3
Juin	551	601	243	279	330	332	80	84	116	125	178	174	55	47	1418	1511	+ 6,6
Juillet	571	596	237	259	333	338	83	90	123	131	177	175	40	46	1441	1499	+ 4,0
Août	584		236		338		100		122		179		32		1459		
Septembre .	610		256		332		67		121		173		15		1492		
Année	7338		2982		3317		410		1452		1987		270		17076		
Oct.-mars . .	3861	4074	1528	1667	1382	1593	31	109	746	759	967	1018	81	27	8484	9111	+ 7,4
Avril-juillet .	2283	2437	962	1078	1265	1308	212	286	463	494	668	671	142	116	5641	5988	+ 6,2

^{a)} D'une puissance de 250 kW et plus et doublées d'une chaudière à combustible.

^{b)} Capacité des réservoirs à fin septembre 1960: 4080 millions de kWh.

Production et consommation totales d'énergie électrique en Suisse



1. Puissance disponible le mercredi 19 juillet 1961

	MW
Usines au fil de l'eau, moyenne des apports naturels	1790
Usines à accumulation saisonnière, 95 % de la puissance maximum possible	3590
Usines thermiques, puissance installée	200
Excédent d'importation au moment de la pointe —	—
Total de la puissance disponible	5580

2. Puissances maxima effectives du mercredi 19 juillet 1961

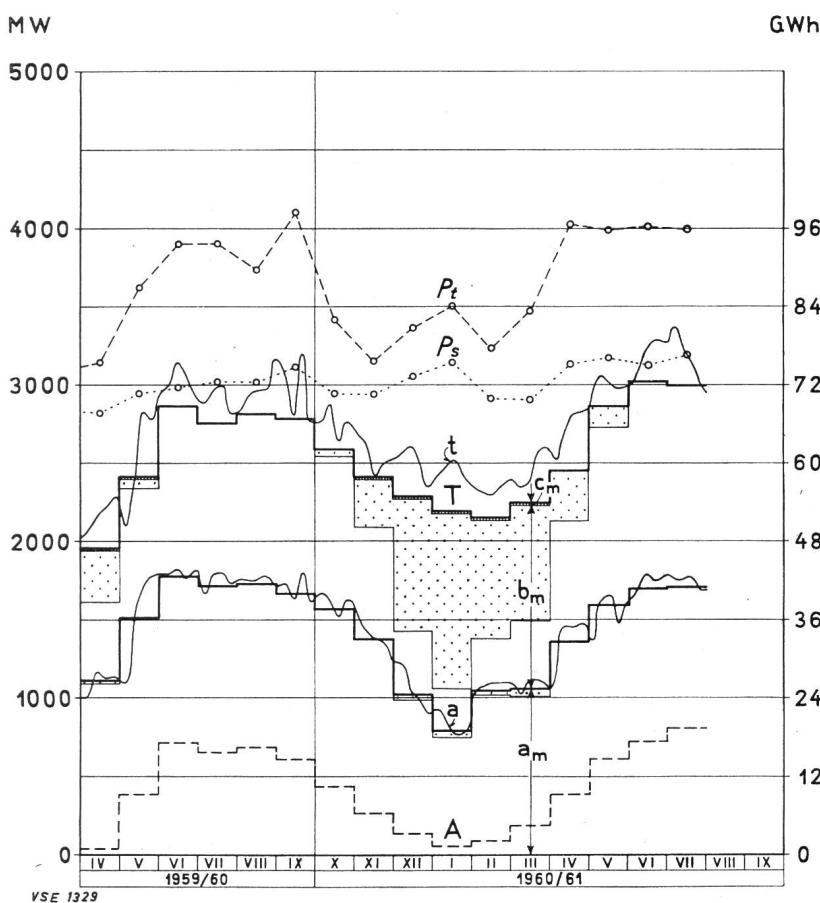
Fourniture totale	4000
Consommation du pays	3200
Excédent d'exportation	840

3. Diagramme de charge du mercredi 19 juillet 1961 (voir figure ci-contre)

- a Usines au fil de l'eau (y compris usines à accumulation journalière et hebdomadaire)
- b Usines à accumulation saisonnière
- c Usines thermiques
- d Excédent d'importation (aucun)
- S + A Fourniture totale
- S Consommation du pays
- A Excédent d'exportation

4. Production et consommation

	Mercredi 19 juillet	Samedi 22 juillet	Dimanche 23 juillet
Usines au fil de l'eau	42,6	41,1	39,2
Usines à accumulation	32,8	26,1	17,9
Usines thermiques	0,3	0,2	0,1
Excédent d'importation	—	—	—
Fourniture totale	75,7	67,4	57,2
Consommation du pays . . .	57,8	48,2	38,1
Excédent d'exportation . . .	17,9	19,2	19,1



1. Production des mercredis

- a Usines au fil de l'eau
- t Production totale et excédent d'importation

2. Moyenne journalière de la production mensuelle

- a_m Usines au fil de l'eau, partie pointillée, provenant d'accumulation saisonnière
- b_m Usines à accumulation, partie pointillée, provenant d'accumulation saisonnière
- c_m Production des usines thermiques
- d_m Excédent d'importation (aucun)

3. Moyenne journalière de la consommation mensuelle

- T Fourniture totale
- A Excédent d'exportation
- T-A Consommation du pays

4. Puissances maxima le troisième mercredi de chaque mois

- P_s Consommation du pays
- P_t Charge totale

Extraits des rapports de gestion des centrales suisses d'électricité

(Ces aperçus sont publiés en groupes de quatre au fur et à mesure de la parution des rapports de gestion et ne sont pas destinés à des comparaisons)

On peut s'abonner à des tirages à part de cette page

	Elektrizitätswerk der Stadt Biel Biel		Wasser- und Elektrizitätswerk Arbon		Services Industriels du Locle Le Locle		Städtische Werke Olten Elektrizitätsversorgung Olten	
	1960	1959	1960	1959	1960	1959	1960	1959
1. Production d'énergie . . . kWh	2 362 800	1 900 000	—	—	10 586 100	8 859 000	—	—
2. Achat d'énergie . . . kWh	109 386 000	100 900 000	54 607 500	49 917 000	13 193 600	13 279 000	69 496 000	65 166 000
3. Energie distribuée . . . kWh	103 320 000	95 880 000	53 557 904	48 823 120	22 959 500	21 387 000	67 418 000	62 816 000
4. Par rapp. à l'ex. préc. . . %	7,75	4,26	+ 9,7	+ 7,8	+ 7,36	+ 0,825	+ 7,3	+ 6,2
5. Dont énergie à prix de déchet kWh	—	—	—	—	86 520	90 610	—	—
11. Charge maximum . . . kW	27 200	24 420	13 960	12 508	5 600	5 120	13 560	11 670
12. Puissance installée totale kW	190 558	175 151	68 908	53 639	4 000	4 000	98 810	90 040
13. Lampes { nombre kW	289 500	277 820	68 136	67 004	—	68 600	142 000	138 000
14. Cuisinières { nombre kW	8 131	7 154	1 597	1 442	—	3 645	9 450	9 220
15. Chauffe-eau { nombre kW	58 639	51 619	10 290	9 405	—	9 750	25 000	23 800
16. Moteurs industriels { nombre kW	10 279	9 663	1 455	1 402	—	3 703	5 130	4 930
17.	30 774	29 293	2 487	2 171	—	4 822	12 070	11 540
21. Nombre d'abonnements . . .	—	—	4 500	4 180	—	—	10 411	10 238
22. Recette moyenne par kWh cts.	8,637	8,304	—	—	11,25	—	5,94	5,66
<i>Du bilan:</i>								
31. Capital social fr.	—	—	—	—	—	—	—	—
32. Emprunts à terme . . . >	—	—	—	—	—	—	—	—
33. Fortune coopérative . . . >	—	—	—	—	—	—	—	—
34. Capital de dotation . . . >	10 700 522	7 858 603	—	—	—	—	—	—
35. Valeur comptable des inst. >	9 044 261	8 445 648	4 069 583	3 873 136	590 000	590 000	1 827 456	2 040 006
36. Portefeuille et participat. >	—	—	290 000	—	1 057 400	955 000	—	—
37. Fonds de renouvellement >	1 730 167	2 059 254	209 293	208 577	1 216 000	920 000	1 469 528	1 368 238
<i>Du compte profits et pertes:</i>								
41. Recettes d'exploitation . fr.	7 155 296	6 852 648	3 065 978	2 737 774	2 331 300	2 175 000	4 005 789	3 557 294
42. Revue du portefeuille et des participations . . . >	73	73	—	—	56 700	65 000	—	—
43. Autres recettes . . . >	9 884	9 884	—	—	—	—	3 239	2 924
44. Intérêts débiteurs . . . >	335 142	319 024	135 127	127 736	26 400	31 500	33 471	33 026
45. Charges fiscales . . . >	2 552	2 535	—	—	—	—	850	850
46. Frais d'administration . . . >	847 372	892 397	153 263	138 791	295 500	285 000	532 444	532 932
47. Frais d'exploitation . . . >	2 175 360	2 122 213	131 305	122 420	720 100	762 500	—	—
48. Achat d'énergie . . . >	3 168 833	2 906 470	2 115 984	1 938 587	619 700	551 500	2 067 833	1 923 189
49. Amortissements et réserves . >	635 994	619 966	489 623	404 715	293 000	254 000	737 282	410 658
50. Dividende	—	—	—	—	—	—	—	—
51. En %	—	—	—	—	—	—	—	—
52. Versements aux caisses publiques >	2 361 356	1 609 047	38 000	—	367 200	312 500	585 604	574 290
<i>Investissements et amortissements:</i>								
61. Investissements jusqu'à fin de l'exercice fr.	20 258 756	18 257 846	6 498 229	6 132 655	—	—	—	—
62. Amortissements jusqu'à fin de l'exercice >	11 214 495	9 812 198	2 428 646	2 259 520	—	—	—	—
63. Valeur comptable >	9 044 261	8 445 648	4 069 583	3 873 135	—	—	1 827 456	2 040 006
64. Soit en % des investissements	45	46	62,6	63,1	—	—	—	—

Rédaction des «Pages de l'UCS»: Secrétariat de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Bahnhofplatz 3, Zurich 1;
adresse postale: Case postale Zurich 23; téléphone (051) 27 51 91; compte de chèques postaux VIII 4355;
adresse télégraphique: Electrunion Zurich. **Rédacteur:** Ch. Morel, ingénieur.

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