

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 26 (1935)
Heft: 22

Artikel: Variations admissibles de la tension dans les réseaux d'éclairage
Autor: Werdenberg, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1058486>

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: 25.12.2024

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

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION:
Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens
et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

EDITEUR ET ADMINISTRATION:
S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zurich 4
Stauffacherquai 36/40

Reproduction interdite sans l'assentiment de la rédaction et sans indication des sources

XXVI^e Année

N^o 22

Vendredi, 25 Octobre 1935

Variations admissibles de la tension dans les réseaux d'éclairage.

Par W. Werdenberg, Kilchberg.

621.3.015.2 : 621.316-722

Les Services électriques du Canton de Zurich ont procédé avec un certain nombre de personnes à des essais, en vue de constater de quelle grandeur et de quel genre peuvent être les variations de la tension des réseaux de distribution, sans que les usagers se plaignent d'une «mauvaise lumière». Ces essais ont montré que les variations admissibles de la tension peuvent atteindre 1 à 6 % de la tension normale selon leur «genre» (durée de la transition d'une tension à une autre). Cette limite ne dépasse pratiquement pas 6 %, car au-dessus l'usager ne se plaint plus de la variation, mais bien d'une lumière trop faible.

Die Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ) führten mit einer Reihe von Personen Versuche durch, um festzustellen, wie gross und welcher Art die in den Verteilnetzen auftretenden Spannungsschwankungen sein dürfen, damit die Bezüger nicht über «schlechtes Licht» klagen. Die Versuche ergaben, dass die zulässige Spannungsschwankung je nach ihrer «Art» (Dauer des Ueberganges von einer Spannung zur andern) zwischen 1 % und 6 % der Normalspannung liegt; sie steigt praktisch nicht über 6 %, weil bei 6 % Spannungsschwankung der Bezüger nicht über die Schwankung, sondern über zu schwaches Licht überhaupt klagt.

1^o Introduction.

L'enclenchement et le déclenchement de machines ou d'appareils, ainsi que les modifications de la charge, provoquent dans le réseau des variations de tension qui peuvent être désagréables pour les usagers. Dans la règle, ce sont les lampes à incandescence qui sont les plus sensibles aux variations de la tension. Le consommateur d'énergie exige un éclairage aussi constant que possible et ne présentant en aucun cas des variations d'intensité lentes ou rapides. Le fournisseur de l'énergie s'efforce donc de prescrire les à-coups de courant admissibles dans le réseau d'éclairage ou dans le réseau mixte (éclairage-force).

La grandeur et le genre de la variation de tension provoquée par les machines et appareils raccordés dépendent de l'étendue du réseau et du genre de variation de la charge de ces machines et appareils. La sensibilité de l'usager détermine l'importance des variations admissibles de la tension, au point de vue de l'éclairage. Les variations de tension ont déjà fait l'objet de nombreux essais, dont les résultats ont été publiés. Toutefois, on ne trouve dans la littérature que de rares indications sur la valeur admissible des variations de tension pour les lampes à filament métallique utilisées actuellement pour l'éclairage. La connaissance de ces limites ayant une importance primordiale pour l'établissement des prescriptions relatives à ces variations, les Services électriques du Canton de Zurich ont entrepris des essais systématiques à ce sujet.

2^o Exécution des essais.

Les essais ont été exécutés de façon à obtenir des renseignements utiles sur tous les genres et sur toutes les grandeurs des variations de tension qui se

présentent en pratique. La grandeur de la variation de la tension est définie par la différence de tension en % de la tension normale entre la tension la plus élevée et la plus basse, qui se maintient un certain temps à une valeur constante. Elle dépend principalement du dimensionnement du réseau et diffère selon l'emplacement de la machine ou de l'appareil raccordés. Quant au genre de la variation de tension, il s'agit du genre de la transition d'un état stationnaire à un autre état stationnaire de la tension. Il dépend surtout du genre de la machine

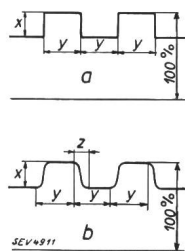


Fig. 1.

- x Grandeur de la variation de tension en %.
- y Durée de la variation en secondes.
- z Durée de la transition.

ou de l'appareil raccordés et de leur fonctionnement en service. Ainsi, le démarrage et l'arrêt des moteurs provoquent un seul passage brusque à un autre état de tension. Par contre, les moteurs dont la charge varie fortement (p. ex. moteurs de scies verticales) provoquent un passage graduel et continuellement répété d'un état de tension à un autre. Les essais ont donc été exécutés pour divers genres de variations, dont la durée de la transition allait de 0 à 2 secondes. La figure 1 montre l'allure générale des courbes utilisées au cours de ces essais. La courbe a est un cas particulier de la courbe b, avec durée de transition $z=0$.

En outre, on a fait varier la durée de la variation, c'est-à-dire le temps qui s'écoule entre le début de la première variation de tension et le début de

la variation suivante. Les essais préliminaires ayant montré que toutes les variations de tension d'une durée supérieure à 30 secondes, jusqu'à environ 5 minutes, ne présentent pas de différences notables au point de vue de leur valeur admissible, la durée de la variation n'a été modifiée qu'entre 1 et 30 secondes. Les variations de tension qui ne se produisent qu'une seule fois à de longs intervalles (enclenchement et déclenchement de certains moteurs) n'ont pas été considérées, car ce sont surtout les variations se succédant à de brefs intervalles qui sont désagréables, et dans les réseaux comportant de nombreux moteurs on peut toujours s'attendre à une succession rapide des variations.

On pouvait supposer, d'autre part, que le genre d'éclairage exerce également une influence, aussi les essais ont-ils été exécutés avec un éclairage individuel et un éclairage général. L'éclairage individuel (place de travail) consistait en une lampe portable, à la lumière de laquelle la personne désignée pour les essais devait lire. Dans le cas de l'éclairage général, la personne désignée n'était pas obligée d'observer un objet déterminé, mais pouvait diriger ses regards sur des objets quelconques. Enfin, sachant que les différences d'éclairage des corps violemment éclairés s'observent moins facilement que celles des corps faiblement éclairés, les essais ont également eu pour but de constater si l'on observe une différence entre une faible et une forte intensité lumineuse. Une partie des essais a donc eu lieu avec des lampes de 40 et de 150 watts.

Ces essais ont porté sur un grand nombre de personnes, car les impressions subjectives varient selon les individus. Les personnes désignées étaient des dessinateurs, des techniciens, des commerçants et des employées de bureau.

Chacune de ces personnes devait signaler le moment où elle remarquait une variation de la tension et le moment où cette variation aurait motivé une réclamation au fournisseur de l'énergie, ceci sans connaître la grandeur, ni le genre de la variation de tension. La limite de constatation ainsi déterminée donne la valeur des variations de la tension, au-dessous de laquelle on ne risque certainement pas

de recevoir des réclamations. La limite de réclamation est donc caractérisée par les variations de tension qui, en pratique, provoqueraient très probablement des réclamations.

Tous ces essais ont été effectués avec des lampes normales à filament métallique, dépolies intérieurement, tension nominale 220 volts.

3° Disposition des essais.

Dans le but de réaliser des conditions d'essai nettement définies, les variations de tension n'ont pas été provoquées par des machines ou appareils raccordés, tels qu'ils existent pratiquement, mais à l'aide d'un potentiomètre ohmique, la lampe servant à l'essai étant raccordée selon les figures 2 ou 3. Pour les essais de variation brusque, l'interrupteur «a» était enclenché, resp. déclenché, conformément à la durée de la variation. La grandeur de la varia-

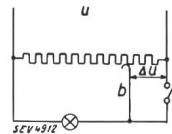


Fig. 2.

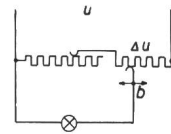


Fig. 3.

Disposition des essais pour variations de tension brusques (figure 2) et graduelles (figure 3).

U Tensions normales.
 ΔU Grandeur des variations de tension.

tion était réglée à l'aide du curseur «b», jusqu'à ce que la personne désignée réagisse. Les variations de tension graduelles ont été produites en déplaçant le curseur «b» dans un sens et dans l'autre à l'aide d'une commande spéciale, conformément à la durée z de la variation et à sa grandeur x . En outre, la commande a été construite de façon que l'allure de la variation corresponde aussi exactement que possible aux variations de tension qui surgissent en pratique; cette allure était sensiblement sinusoidale.

4° Résultats des essais.

Les valeurs obtenues sont relevées dans les tableaux suivants I à IV. Le tableau I indique les plus faibles variations brusques de la tension que l'on peut déjà observer, pour différentes intensités

Variations de tension observables en % de la tension normale en cas de modification brusque de la tension.

Tableau I.

| Puissance des lampes | | 40 watts | | | | | | | 150 watts | | | | | | |
|-----------------------------------|----------------|-----------------------------------|------|------|------|-------------------|------|------|-----------------------|------|------|-------------------|------|------|------|
| | | Eclairage particulier | | | | Eclairage général | | | Eclairage particulier | | | Eclairage général | | | |
| Genre d'éclairage | | Durée de la variation en secondes | | | | | | | | | | | | | |
| Durée de la variation en secondes | | 30 | 4 | 2 | 1 | 30 | 4 | 2 | 30 | 4 | 1 | 30 | 4 | 1 | |
| Personne désignée pour les essais | a | 1,4 | 1,5 | — | 1,4 | 0,5 | 1 | 1,4 | 1,4 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | |
| | b | 1 | 1 | 0,8 | 0,9 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| | c | 1,9 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,9 | 1,9 | 0,9 | 1,4 | 1,3 | 1,1 | 0,8 | 0,8 | |
| | d | 1 | 1 | 1,3 | 1 | 1,3 | 1,3 | 1,4 | — | — | — | — | — | — | |
| | e | 0,5 | 0,5 | 0,7 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,9 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,5 | 0,5 | |
| | f | 0,9 | 1 | 0,9 | 0,7 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| | g | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1 | 1,4 | 1 | — | — | — | — | — | — | |
| | h | 1 | 1 | 0,9 | 0,8 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| | i | 1,4 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,1 | 1,4 | 0,8 | 0,7 | 0,9 | 0,8 | |
| | k | 1,9 | 1 | 0,9 | 0,8 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 1,6 | 1,5 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | |
| | Valeur moyenne | | 1,24 | 1,12 | 0,97 | 1,03 | 0,94 | 1,16 | 1,17 | 1,18 | 1,16 | 0,88 | 0,84 | 0,74 | 0,72 |

lumineuses des lampes, différents genres d'éclairage et différentes durées. Le tableau II renferme les valeurs des plus faibles variations graduelles de la tension que l'on peut déjà observer, pour différentes durées de la variation, avec une lampe de 40 watts.

Variations de tension observables en % de la tension normale pour une modification graduelle de la tension.

Tableau II.

| Genre d'éclairage | | Eclairage particulier | | | Eclairage général | | |
|-----------------------------------|----------------|-----------------------|-----|-----|-------------------|-----|-----|
| | | 0,5 | 1 | 2 | 0,5 | 1 | 2 |
| Personne désignée pour les essais | a | 2 | 4 | 4,5 | 2,5 | 4 | 4 |
| | b | 2,5 | 4 | 3,5 | 2,3 | 4 | 4 |
| | c | 2,5 | 3,5 | 4 | 1,5 | 3,5 | 4 |
| | e | 1,5 | 3 | 3,5 | 1,5 | — | — |
| | g | 2 | 3 | 4 | 2,8 | 4 | 6 |
| | i | 2 | 3,2 | 3,5 | 1,5 | 3,7 | 4 |
| | l | 2 | 3 | 4 | 2,5 | 4 | 6 |
| | m | 1,5 | 3 | 3,5 | 1 | 3,8 | 4 |
| | Valeur moyenne | | 2 | 3,3 | 3,8 | 2 | 3,9 |

La valeur observable étant pratiquement indépendante de la durée de la variation, les essais n'ont eu lieu que pour une seule durée de variation d'environ 15 secondes. Le tableau III contient les valeurs des variations brusques de la tension, au sujet des-

quelles les personnes désignées firent des réclamations, pour différentes intensités lumineuses des lampes, différents genres d'éclairage et différentes durées. Le tableau IV indique les valeurs des variations graduelles de la tension, au sujet desquelles les personnes désignées firent des réclamations, pour différentes durées de la variation, avec une lampe de 40 watts.

D'après ces tableaux, la personne désignée «c» constate ainsi une brusque variation de tension d'une durée de 30 secondes, dans le cas d'une lampe d'éclairage général de 40 watts, dès que la tension varie d'au moins 1,4 %. Quand il s'agit d'une variation graduelle de la tension dont la durée de transition est de 1 seconde et la durée de variation de 30 secondes, cette même personne réclame dès que la tension varie de 5 % ou plus.

En considérant les chiffres de ces tableaux, on constate nettement de grandes différences entre les appréciations des différentes personnes désignées, bien que les conditions des essais fussent identiques. Ces différences proviennent des faits suivants:

a) Dans le cas de l'éclairage particulier, les variations de la tension sont observées, resp. provoquent des réclamations, d'autant plus tardivement (c'est-à-dire à des valeurs d'autant plus éle-

Variations de tension donnant lieu à des réclamations, en % de la tension normale, en cas de modification brusque de la tension.

Tableau III.

| Puissance des lampes | | 40 watts | | | | | | | 150 watts | | | | | |
|-----------------------------------|----------------|-----------------------|------|------|------|-------------------|-----|------|-----------------------|------|------|-------------------|------|------|
| | | Eclairage particulier | | | | Eclairage général | | | Eclairage particulier | | | Eclairage général | | |
| Durée de la variation en secondes | | 30 | 4 | 2 | 1 | 30 | 4 | 2 | 30 | 4 | 1 | 30 | 4 | 1 |
| Personne désignée pour les essais | a | — | — | — | — | 4,2 | 4,2 | 3,8 | 3,2 | 2,3 | 2,3 | 3,3 | 2,1 | 1,9 |
| | b | 1,9 | 1,4 | 1,4 | 1,2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | c | 4,5 | 3,3 | 2,7 | 2,8 | 4,2 | 3,3 | 2,8 | 3,3 | 2,8 | 2,4 | 3,3 | 1,9 | 1,7 |
| | d | 1,9 | 1,4 | 1,4 | 1,3 | 2,8 | 1,5 | 1,9 | — | — | — | — | — | — |
| | e | 3,8 | 2,4 | 1,4 | 1,4 | 3,3 | 1,9 | 1,9 | 2,8 | 1,9 | 2,7 | 1,9 | 2,0 | 1,0 |
| | f | — | 3,7 | 3,2 | 1,9 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | g | 5,7 | 4,7 | 4,7 | 4,2 | 5,2 | 2,8 | 2,4 | — | — | — | — | — | — |
| | h | 3,7 | 2,3 | 1,7 | 1,8 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | i | 3,3 | 2,8 | 3,3 | 2,4 | 4,2 | 3,3 | 2,4 | 4,2 | 4,2 | 2,6 | 2,8 | 2,8 | 2,3 |
| | k | 3,7 | 1,9 | 1,4 | 0,8 | 2,8 | 1,4 | 1,0 | 4,3 | 2,7 | 1,6 | 3,2 | 1,4 | 1,4 |
| | Valeur moyenne | | 3,56 | 2,65 | 2,35 | 1,97 | 3,8 | 2,62 | 2,32 | 3,56 | 2,78 | 2,32 | 2,90 | 2,04 |

Variations de tension donnant lieu à des réclamations, en % de la tension normale, en cas de modification graduelle de la tension.

Tableau IV.

| Genre d'éclairage | | Eclairage particulier | | | | | | Eclairage général | | | | | |
|------------------------------------|----------------|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 0,5 | | 1 | | 2 | | 0,5 | | 1 | | 2 | |
| Durée de la transition en secondes | | 30 | 4 | 30 | 2 | 30 | 4 | 30 | 4 | 30 | 2 | 30 | 4 |
| Personne désignée pour les essais | a | 5,3 | 4,7 | 7 | 6,5 | 8 | 6,5 | 4,5 | 4 | 7,5 | 6 | 9 | 6,5 |
| | b | 3,8 | 3 | 4 | 4,5 | 4 | 3,5 | 3,5 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5,5 |
| | c | 4,2 | 3,5 | 5,5 | 4 | 6 | 7 | 3,8 | 3,5 | 5 | 4 | 5 | 4,5 |
| | e | 4,5 | 3 | 5 | 4 | 5,5 | 4 | 2,5 | 2 | 5 | 4 | 6 | — |
| | g | 5,2 | 4,8 | 8,5 | 6 | 9 | 7 | 5,3 | 4,3 | — | 7,5 | 9 | 10 |
| | i | 4,5 | 3,5 | 7,3 | 4,8 | 5,5 | 6,5 | 3 | 3,5 | 8 | 5 | 5 | 4,5 |
| | l | 3,5 | 3 | 4,5 | 4,5 | 5,5 | 5,5 | 3,5 | 2 | — | 4,5 | 7 | 5,5 |
| | m | 4,5 | 3 | 6,6 | 4,3 | 5,5 | 5,5 | 3 | 3 | 8,5 | 5 | 6 | 4,5 |
| | Valeur moyenne | | 4,4 | 3,5 | 6,0 | 4,8 | 6,1 | 5,7 | 3,6 | 3,0 | 6,5 | 4,3 | 6,5 |

vées) que la lecture est plus intéressante pour la personne désignée.

- b) Dans le cas de l'éclairage général, la valeur observable et la réclamation dépendent de la couleur de l'objet considéré et du fait que le regard est fixe ou mobile.
- c) La valeur provoquant la réclamation dépend du tempérament et de la patience de la personne désignée.

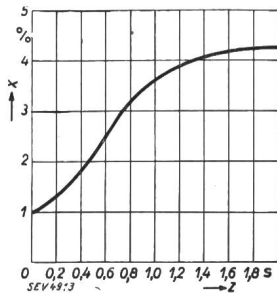


Fig. 4.

Limite de la valeur observable des variations de tension.

Grandeur des variations (x) en % des tensions normales, en fonction de la durée de transition (z).

Toutefois, malgré ces facteurs défavorables, ces essais permettent de tirer des conclusions d'ordre général. Dans ce but, les valeurs moyennes des résultats des essais ont été reportées graphiquement sur les figures 4 à 6, en partant de divers points de vue. Ces tableaux et ces diagrammes permettent de constater ce qui suit:

1° Selon le tableau I, on ne constate pas de différence notable au point de vue de la valeur observable pour différentes intensités lumineuses des lampes. La valeur observable des variations qui entrent en ligne de compte à ce point de vue est donc indépendante de l'intensité lumineuse.

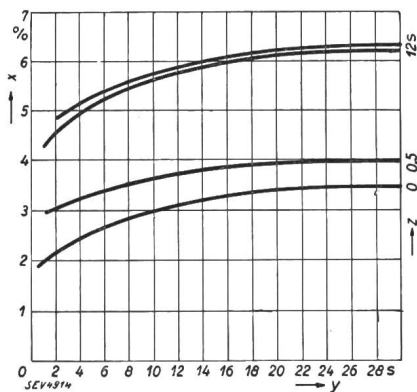


Fig. 5.

Variations de tension donnant lieu à des réclamations.

Grandeur des variations (x) en % des tensions normales et durée de transition (z), en fonction de la durée des variations (y).

2° Selon le tableau III, la réclamation se produit pour des variations de tension du même ordre de grandeur aussi bien pour les lampes de 40 watts, que pour celles de 150 watts; elle a donc également lieu indépendamment de l'intensité lumineuse normale.

3° Selon les tableaux I et II, il n'y a pas une différence sensible entre la valeur observable des variations de tension pour l'éclairage particulier et celle pour l'éclairage général.

4° De même, selon le tableau IV, la valeur provoquant des réclamations ne dépend pas du genre de l'éclairage.

5° Selon la figure 4, les variations de la tension encore observables dépendent de la durée de la

transition. L'allure de la courbe montre que la limite de la valeur observable passe de 1 % à 2 % lorsque la durée de la transition passe de 0 à 0,5 seconde, tandis que, dans le cas de transition d'une durée supérieure à 1 seconde, la limite de la valeur observable reste constante.

6° La valeur donnant lieu à des réclamations varie, selon les figures 5 et 6, avec la durée de la variation de la tension et avec la durée de la transition. Toutefois, lorsque la durée de la variation dépasse 20 secondes, il ne se produit plus de modifications notables. D'autre part, les variations sont d'autant plus désagréables qu'elles se succèdent plus rapidement. La grandeur de la variation de tension donnant lieu à des réclamations augmente au début très rapidement avec la durée de transition. Cependant, pour un accroissement de cette durée de plus

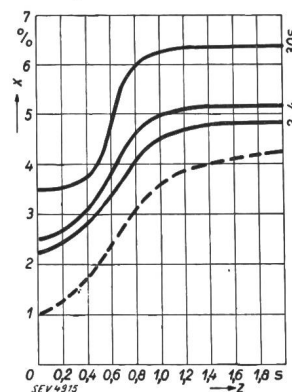


Fig. 6.

Variations de tension donnant lieu à des réclamations.

Grandeur des variations de tension (x) en % des tensions normales et durée des variations (y), en fonction de la durée de transition (z).
— — — Limite de la valeur observable.

de 1 seconde, la grandeur de la variation de tension donnant lieu à des réclamations n'augmente plus sensiblement.

5° Conclusions.

On peut admettre comme variations admissibles les variations de tension inférieures aux valeurs qui donnent lieu à des réclamations. D'autre part, les variations de tension admissibles sont certainement supérieures aux valeurs observables. On ne peut pas fixer une valeur qui soit valable d'une façon générale pour tous les objets raccordés, car la variation admissible dépend de la caractéristique et du mode de fonctionnement de la machine ou de l'appareil raccordés. Selon son genre, la variation admissible est de 1 à 6 % de la tension normale; elle ne dépasse pratiquement jamais 6 %, car les variations de cet ordre ne donnent plus lieu à des réclamations au sujet d'une variation de la tension, mais bien au sujet d'une intensité lumineuse trop faible et inadmissible. Il s'ensuit en outre que les chutes de tension supérieures à 6 % ne sont pas admissibles dans les réseaux d'éclairage.

Lorsque des machines ou appareils pouvant provoquer des variations de tension inadmissibles doivent être raccordés à un réseau d'éclairage, ce raccordement peut être rendu possible, le cas échéant, en faisant en sorte que la durée de transition des variations soit accrue. Dans le cas de moteurs, cette exigence peut être par exemple réalisée par le montage de masses formant volant.