Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 44 (1953)

Heft: 1

Artikel: Assemblée de discussion de l'UCS au sujet des procédés modernes d'imprégnation des poteaux de bois : Les champignons sur les poteaux de bois avec mention particulière du bolet destructeur poreux (polypore) (Poria vaporaria)

Autor: Wälchli, O.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1058041

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: 14.12.2025

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

oder weniger gleichmässig ansteigende Kurve des Umsatzes auf. Unter diese Apparate fallen ferner die Kaffee- und Teekocher mit einer Zunahme von 4 %, die Brotröster mit der besonders starken Zunahme von 50 % nach einer verhältnismässig geringen Vermehrung seit 1947, und die Tauchsieder mit 17 % Zunahme. Die Steigerung des Jahresverkaufs von Heizöfen beträgt bei den Schnellheizern 12 %, den Strahlern 32 %, den Wasser- und Ölradiatoren 27 %. Halb- und Vollwärmespeicher-Öfen sind in den letzten fünf Jahren ungefähr bei gleichen Jahreszahlen geblieben, nachdem sie vorher ebenfalls die verhältnisbedingten erhöhten Umsätze verzeichneten. Wie bereits in den letzten Jahren, hat die Zahl der verkauften Waschkessel, Waschherde und Waschmaschinen weiterhin zugenommen, nur zu einem kleinen Teil bedingt durch die steigende Anzahl der in den Erhebungen dieser Apparate erfassten Firmen. Bügeleisen wurden rund 18 % mehr verkauft als im Vorjahre; die Summe des Anschlusswertes stellt mit 41 023 kW das bisherige Maximum der Jahresumsätze. Etwas zurückgegangen gegenüber dem Vorjahr sind Tischbacköfen, Grills und Dörrapparate; die Zahlen sind aber in den letzten sechs Jahren für Tischbacköfen ziemlich konstant; bei den Dörrapparaten ist in diesem Zeitabschnitt im allgemeinen eher ein Steigen zu verzeichnen.

Die Position 28, «Bügelmaschinen», wurde bisher unter den «Verschiedenen Spezialapparaten für Gewerbe» mitgezählt; für Position 6, «Heizkissen», sind nach wie vor nur unvollständige Zahlen vorhanden, da stets einer der grossen Fabrikanten an der Erhebung sich nicht beteiligt, so dass diese Zahlen nicht mehr veröffentlicht werden.

Die Erhebungen des Verbandes erfassen 81 Firmen, gegenüber 80 im Vorjahre [1]).

[1]) vgl. Bull. SEV Bd. 43(1952), Nr. 1, S. 11.

Assemblée de discussion de l'UCS au sujet des procédés modernes d'imprégnation des poteaux de bois

Introduction

La sixième assemblée de discussion de l'UCS au sujet des procédés modernes d'imprégnation des poteaux de bois a eu lieu le 15 novembre 1951 à Berne, en présence de plus de 200 délégués d'entreprises.

Nous publions dans ce numéro du Bulletin de l'ASE ainsi que dans le prochain les différents exposés présentés à cette occasion, ainsi qu'un bref résumé de la discussion.

Répondant au désir exprimé lors de cette assemblée, le comité de l'UCS a élu, dans sa séance du 5 décembre 1951, une commission chargée d'étudier les procédés d'imprégnation et de traitement ultérieur des poteaux de bois. Cette commission s'est mise immédiatement au travail et des essais pratiques ont été entrepris l'été passé. Les entreprises affiliées à l'UCS seront tenues au courant des résultats de ces essais.

Secrétariat de l'UCS

Les champignons sur les poteaux de bois avec mention particulière du bolet destructeur poreux (polypore) (Poria vaporaria)

Conférence donnée à l'Assemblée de discussion de l'UCS, le 15 novembre 1951 à Berne,
par *O. Wälchli*, St-Gall

621.315.668.1.004.4

Aperçu sur les champignons les plus importants vivant sur les poteaux de bois, et sur les conditions dans lesquelles ils se développent. En Suisse, pour protéger les poteaux, on les imprègne en général d'après le procédé par élimination de la sève avec du sulfate de cuivre. En face des avantages, ce procédé présente le désavantage qu'il protège insuffisamment contre le bolet destructeur poreux (Poria vaporaria) résistant au sulfate de cuivre. Il existe plusieurs possibilités de combattre ce destructeur, dont l'auteur donne un bref aperçu.

Es wird eine Übersicht über die wichtigsten Pilze, die auf Holzmasten vorkommen, sowie über die Bedingungen, unter denen sie sich entwickeln können, gegeben. Zum Schutz der Stangen wird in der Schweiz vorwiegend das Saftverdrängungsverfahren mit Kupfersulfat angewendet. Neben Vorteilen weist es den Nachteil auf, dass es gegen den kupferresistenten Porenhausschwamm (Poria vaporaria) ungenügend schützt. Zur Bekämpfung dieses Pilzes gibt es verschiedene Möglichkeiten, die zusammenfassend diskutiert werden.

I. Introduction

Comme l'expérience pratique le démontre toujours à nouveau, les champignons destructeurs sont les plus grands ennemis des poteaux de bois, même si ces derniers ont été imprégnés. La plupart de ces poteaux deviennent fatalement un jour la proie des champignons, soit que l'imprégnation ne fut pas exécutée avec tous les soins indispensables, soit qu'on employa des moyens de protection inadéquats, soit encore que le produit de préservation fut peu à peu lessivé — au fil du temps — par la pluie et l'humidité du sol.

II. Les champignons et les conditions de leur développement

Les champignons destructeurs du bois sont des éléments végétaux se composant d'un feutrage dense formé d'un grand nombre de filaments microscopiques appelés hyphes. Ils appartiennent sans exception à ce qu'on est convenu d'appeler les basidiomycètes, c'est-à-dire aux champignons les plus évolués. Les champignons inférieurs (moisissures, hyphomycètes) et aussi les bactéries jouent un rôle moins important dans la destruction du bois. L'aptitude typique et spécifique de pouvoir détruire le

bois provient, chez les genres de champignons dont il est question ici, de la génération des ferments appelés cellulase et ligninase, au moyen desquels ils parviennent à désagréger la cellulose et la lignine du bois et à s'en servir de nourriture.

Ces ferments sont excrétés par les hyphes des champignons. La cellulose et la lignine, qui représentent des substances insolubles dans l'eau, sont décomposées par les ferments — en dehors des corps des champignons — en produits de dédoublement; c'est la raison pour laquelle ces ferments sont désignés comme ectoferments. Ce n'est que lorsque la cellulose et la lignine sont devenues solubles que les filaments des champignons peuvent les assimiler et s'en nourrir.

Bien entendu, ces parasites du bois ne peuvent vivre uniquement de cellulose et de lignine. Il leur faut également des substances nutritives minérales. Attendu qu'en ce qui concerne ces dernières leurs exigences sont les mêmes ou analogues à celles des végétaux plus avancés, les sels minéraux qu'ils trouvent dans le bois leur suffisent amplement. Si l'on lessive le bois à fond dans l'eau, on pourra constater un certain ralentissement dans la prolifération des champignons, dû à ce que les matières minérales solubles ont été séparées.

Généralement parlé, les matières de la substance cellulaire du bois, se composant surtout d'albumines, sont extrêmement importantes pour l'alimentation des champignons. Elles sont indispensables à la synthèse de leur substance vivante, c'est-à-dire du protoplasme.

Le développement des champignons n'est possible que dans certaines conditions d'ambiance bien déterminées. Le facteur le plus important limitant ce développement est l'humidité; sans elle il n'y a pas de croissance des champignons du tout. Sur la base des pertes de poids maxima, le degré d'humidité optimum [1]) pour le bois se situe pour

Merulius lacrimans . . .	à environ 20 %
Poria vaporaria	à environ 35 %
Daedalea quercina . . .	à environ 40 %
Agaricus melleus . . .	à environ 45 %
Stereum purpureum . .	à environ 45...50 %
Coniophora cerebella . .	à environ 50...60 %

Comme c'est le cas de toute activité vitale, la croissance des champignons ne peut avoir lieu que dans certaines limites de température. C'est ainsi que la limite inférieure est d'environ 3 °C, alors que la limite supérieure se rencontre vers 35 ou 40 °C. La meilleure température varie selon le genre du champignon et se trouve entre 20 et 30 °C.

Toute une série de champignons trouve sur les poteaux non imprégnés toutes les conditions dont ils ont besoin pour leur développement, soit humidité suffisante, substances nutritives, oxygène, température adéquate, etc. Les conditions les plus favorables se rencontrent sur la partie inférieure des poteaux de bois, car on y trouve réunis suffisamment d'humidité du sol, des sels minéraux provenant de la terre et aussi de l'oxygène. Au-dessus du sol, les conditions requises sont en général remplies en ce qui concerne l'oxygène, mais souvent l'humidité n'y est pas assez prononcée, à part lors de longues périodes de pluie. A l'encontre de ce qui précède, les conditions sont ordinairement favorables dans la terre même, pour ce qui est de l'humidité et des substances nutritives, encore que l'approvi-

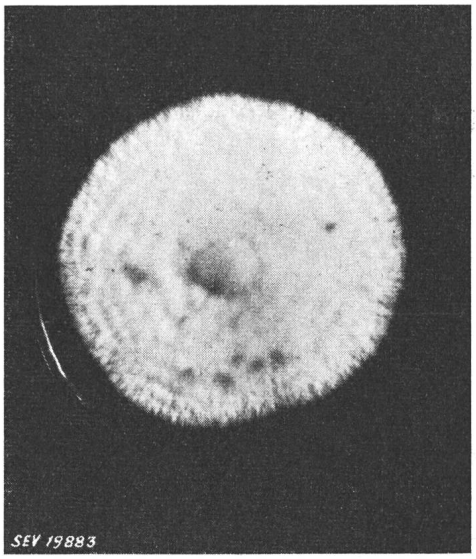

Fig. 1
Merulius lacrimans
Mycèle superficiel cotonneux avec formation typique de zones

sionnement en oxygène y soit plutôt maigre. C'est pourquoi, plus on avance en profondeur, plus les champignons ont de peine à se développer. C'est surtout le cas dans la terre bien battue. Il est fréquent de constater que le développement le plus marqué a lieu dans la zone des anneaux de pierre,

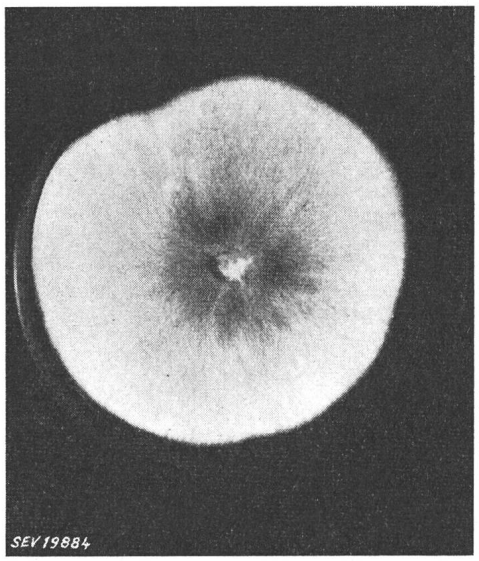

Fig. 2
Coniophora cerebella
Mycèle de couleur brun clair accolé au milieu nutritif

où l'on rencontre souvent des espaces vides assez vastes, remplis d'air.

Il arrive aussi en mainte occasion que les moisissures, c'est-à-dire les hyphomycètes, revêtent une certaine importance, en ce sens qu'ils préparent le terrain de culture aux véritables destructeurs du

[1]) cf. *Mahlke-Troschel-Liese:* Handbuch der Holzkonservierung, 3e édition (1950).

bois qui sont les champignons. Ce sont les espèces suivantes qui fournissent les destructeurs de poteaux le plus fréquemment rencontrés:

Coniophora cerebella
Poria vaporaria
Lentinus lepideus
Lenzites abietina
Lenzites sepiaria
Trametes serialis

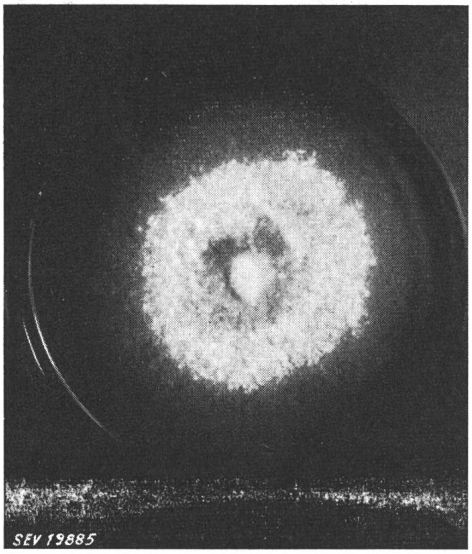

Fig. 3
Lentinus lepideus
Mycèle superficiel blanc et floconneux

On compte environ 70 espèces lignicoles.

Afin d'obtenir les bases nécessaires à la lutte contre les destructeurs du bois, il est absolument indispensable de procéder en connaissance parfaite des parasites, de leurs besoins en substances nutri-

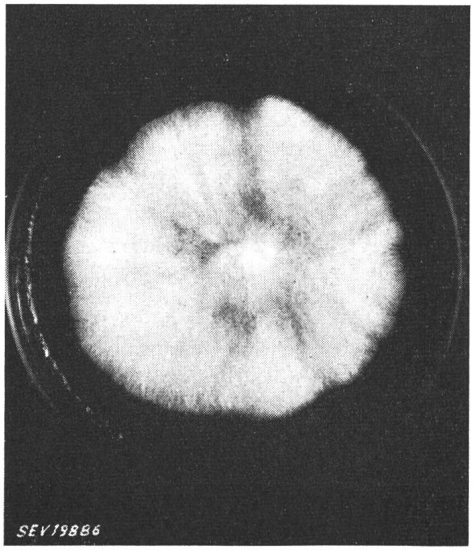

Fig. 4
Poria vaporaria
Mycèle cotonneux et bouclé d'un blanc pur

tives, en humidité et en température, et avant tout de leur comportement vis-à-vis des produits préservateurs du bois dont il peut s'agir en l'occurrence. Il est souvent bien difficile de déterminer le genre du champignon. Cette détermination n'est simple que si l'on se trouve en présence de fructifications. Une détermination faite uniquement sur la base de mycèles, voir selon le genre de destruction du bois, manque de précision dans beaucoup de cas, parce que la croissance peut se présenter fort différemment selon le genre des conditions ambiantes, com-

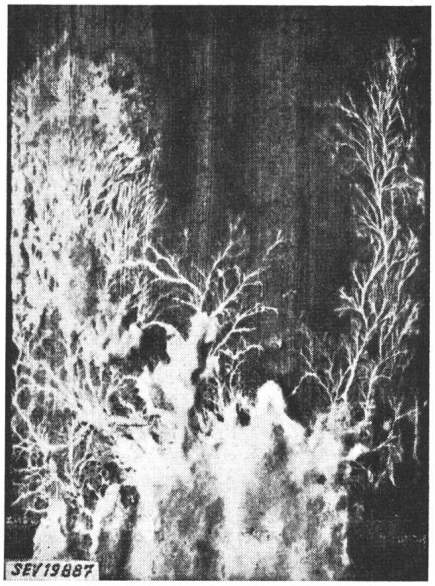

Fig. 5
Poria vaporaria
Mycèle ramifié en forme de cordons fixé sur du bois

me par exemple le terrain de culture ou le degré d'humidité. Pour cette raison, il est très souvent nécessaire d'établir des cultures pures de champignons prélevés sur le bois atteint et de les comparer ensuite à des cultures existantes et connues. Si l'on ne possède pas de cultures de comparaison, on devra essayer d'obliger le champignon isolé à produire, sur des terrains de culture appropriés, des fructifications qui permettront ensuite de déterminer son identité. Les figures 1 à 4 montrent quelques cultures de champignons avec développement du mycèle superficiel typique, sur agar de malt.

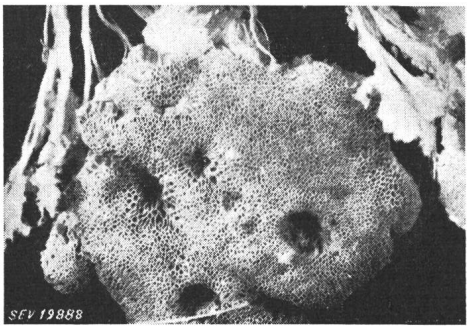

Fig. 6
Fructifications du Poria vaporaria
avec développement caractéristique des pores

La croissance sur le bois est généralement un peu différente de ce qu'elle est sur un terrain artificiel de culture; la figure 5 montre un mycélium typique, blanc, ramifié, se présentant sous forme de cordons,

de Poria vaporaria sur bois. Alors que les fructifications du Poria vaporaria (fig. 6), qui présentent un développement caractéristique des pores, sont au début de leur croissance d'un blanc pur, puis légère-

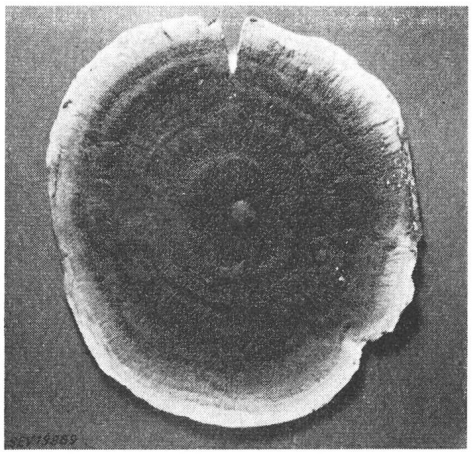

Fig. 7
Fructifications du Merulius lacrimans

ment jaune, l'hyménium des fructifications du Merulius lacrimans est d'un brun-rouille (fig. 7).

La formation de fructifications n'a ordinairement lieu que lorsque les conditions d'évolution deviennent défavorables.

La destruction, resp. la vermoulure du bois, provoque une diminution considérable de la résistance

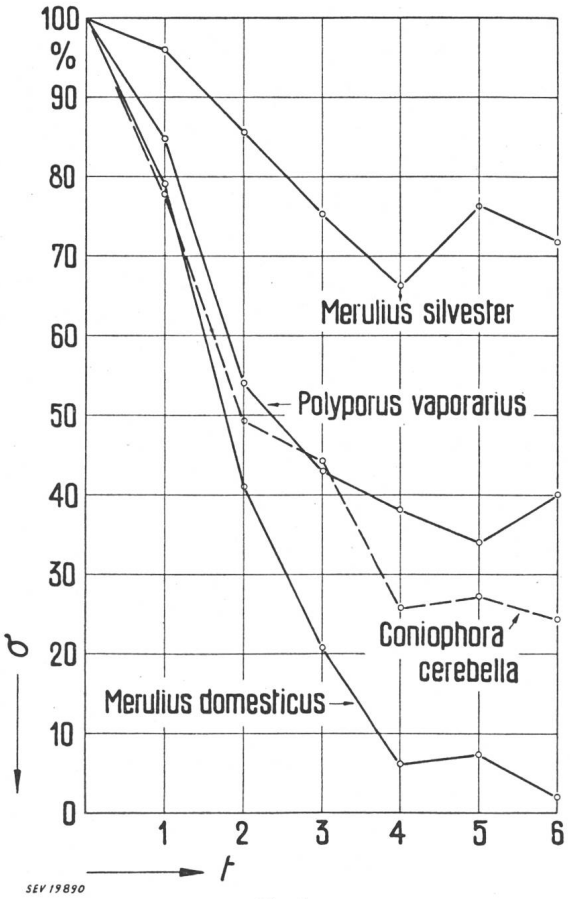

Fig. 8
Diminution de la résistance du bois de pin causée par l'action plus ou moins longue de champignons lignivores
σ résistance restante; t temps d'action en mois

et du poids. En trois mois, cette diminution peut atteindre jusqu'à 40 %. L'intensité de la décomposition est différente d'un champignon à l'autre, ainsi que la figure 8 le démontrera clairement [2]). La durée du bois atteint se trouve toujours considérablement réduite.

III. Avantages et désavantages du procédé par élimination de la sève

Afin de se protéger des attaques des champignons et pour augmenter la durée des poteaux, ces derniers peuvent être imprégnés d'après différents procédés. En Suisse, ils sont surtout traités selon le procédé Boucherie ou par élimination de la sève, au moyen de sulfate de cuivre. Cette façon d'opérer présente divers avantages par rapport à d'autres:

1. Son exécution est relativement aisée.
2. Elle ne requiert pas d'installations trop coûteuses; c'est pourquoi elle peut au fond être pratiquée partout, de façon décentralisée, même dans de petites entreprises.
3. Ces petites entreprises peuvent se procurer le bois dans les forêts des alentours. Comme le transport n'est pas long, il est d'autant plus facile d'effectuer l'imprégnation sur du bois dont la sève est encore fraîche.
4. La qualité de l'imprégnation peut être facilement vérifiée au moyen du test au ferrocyanure de potassium.

En face de tous ces avantages, nous n'enregistrons qu'un seul désavantage, mais malheureusement il est de taille et il présente une importance considérable. Parmi environ 70 espèces de champignons qui peuvent s'attaquer aux poteaux de bois, il en est un, le bolet destructeur poreux (Poria vaporaria), qui est insensible au sulfate de cuivre.

L'efficacité d'un produit préservateur du bois est définie par sa valeur-limite. On entend par là la quantité minimum de produit préservateur en kg par m³ de bois qui parvient à empêcher la prolifération des champignons. Cette valeur-limite diffère d'un produit à l'autre, mais aussi, pour un même produit, d'un genre de champignon à l'autre. Le tableau I indique les valeurs-limites du sulfate de cuivre employé dans le procédé Boucherie pour certains champignons.

Les valeurs-limites du sulfate de cuivre

Tableau I

Champignon	Valeur-limite kg/m³
Aubier de sapin	
Coniophora cerebella . . .	3,24...4,09
Poria vaporaria	25...50
Lenzites abietina	0,38...0,80
Lentinus lepideus	0,38...0,80
Merulius lacrimans . . .	1,68...3,06
Hêtre	
Stereum hirsutum	2,25...2,78
Polystictus versicolor . . .	0,57...1,42

Ce qui frappera surtout, c'est le chiffre extrêmement élevé nécessaire contre le Poria vaporaria. Afin d'obtenir également une protection sûre contre ce champignon, il faudrait que le bois soit imprégné de solutions concentrées d'environ 4 à 8 %, et même plus, de sulfate de cuivre, avec une absorption de la solution de 600 kg/m³ (pleine saturation). Pour arrêter la prolifération de ce cham-

[2]) cf. *Kollmann:* Technologie des Holzes. 1re édition (1936).

pignon, il faut 10 à 60 fois autant de sulfate de cuivre que pour les autres champignons. Aucun autre produit ne présente de telles différences de valeurs-limites pour les différents champignons. Le Poria vaporaria possède le pouvoir de détruire les propriétés nocives du sel à base de cuivre, au fur et à mesure de sa pénétration dans le bois. Nous n'avons pas encore d'explication exacte pour ce phénomène. Fort probablement la séparation de l'acide oxalique par le champignon joue un rôle décisif. En présence de l'acide oxalique, le sulfate de cuivre qui se trouve dans le bois se transforme en oxalate de cuivre, qui, du fait de son insolubilité, ne peut avoir aucune influence fongicide. Un cas analogue, quoique moins frappant, est la résistance à la créosote du Lentinus lepideus.

Ce fait ne joue évidemment aucun rôle dans les contrées non infectées par le Poria vaporaria, car l'action du sulfate de cuivre s'avère efficace contre les autres champignons mentionnés. Mais il devient dangereux dans les contrées où règne le bolet destructeur poreux. Le fait que ce champignon est répandu de façon inégale explique les différences de durées des poteaux téléphoniques traités au sulfate de cuivre.

Le Poria vaporaria est un destructeur intensif du bois isolé ou employé dans les constructions. Lorsque les conditions d'humidité et de température lui sont favorables, comme c'est le cas en général du printemps à l'automne lorsque le soleil est de la partie, il peut croître de 16 mm par jour. Par conséquent, le bois est vite attaqué de part en part, ce qui peut obliger souvent à remplacer des poteaux atteints après un an déjà.

IV. Causes premières de l'expansion du Poria vaporaria

Où chercher les causes qui pourront expliquer pourquoi le traitement au sulfate de cuivre, qui donna d'excellents résultats comme protection contre l'atteinte des champignons pendant si longtemps, ne peut plus conférer qu'une sécurité insuffisante à cause de la résistance d'un seul champignon dans des contrées de plus en plus étendues? Car il est certain que le Poria vaporaria se répand de plus en plus.

Il s'agit là d'un problème qui provoque des désagréments dans tous les domaines de la désinfection chimique [3]). Par les mesures de protection chimiques nous empoisonnons l'espace vital des organismes qui nous sont indésirables. Or il arrivera toujours que les concentrations d'un moyen de protection ne s'avèrent pas assez fortes à l'usage pour tuer un à un tous les agents provocateurs. Certains agents, plus résistants que d'autres, peuvent survivre et continuer à végéter dans leur espace vital, quoique ce dernier soit empoisonné. Il y a donc deux possibilités:

1. Soit que l'agent plus résistant s'adapte de mieux en mieux, dans son métabolisme, à l'entourage empoisonné et s'y habitue. Les descendants de l'agent immunisé, produits par voie asexuée, posséderont également cette propriété. Toutefois, l'immunité acquise est réversible et peut être vaincue peu à peu. On peut constater les mêmes phénomènes dans le comportement de certaines souches bactériennes vis-à-vis des acides phéniques chlorés ou chez le fumeur en présence de la nicotine.

2. Soit que l'immunité, ancrée par l'hérédité et irréversible, puisse tirer son origine de mutations accidentelles, c'est-à-dire de changements héréditaires dans la substance génétique. Ces changements peuvent naître de l'influence du poison lui-même. Nous trouvons ce phénomène aussi dans la résistance au DDT de certaines souches de mouches domestiques ayant subi une mutation, puis chez des bactéries vis-à-vis de la thérapeutique chimique.

De tels organismes devenus résistants trouvent dans l'espace vital empoisonné des conditions quasi idéales pour leur évolution. Ils peuvent se développer sans en être empêchés par leurs concurrents naturels, qui ont été écartés par le traitement de protection. On comprendra donc facilement que dans de telles circonstances les organismes ainsi favorisés puissent proliférer et se répandre très rapidement.

Une telle immunité qui fait nouvellement son apparition peut, le cas échéant, rendre sans valeur — ou presque — des traitements de protection éprouvés, car les organismes résistants se développent dans un espace pour ainsi dire vide, dépeuplé et rien n'empêche donc qu'ils s'y étendent de plus en plus.

V. Mesures prises contre le Poria vaporaria

Il se trouve qu'en Suisse nous appliquons une imprégnation des poteaux qui les protège contre toutes les espèces de champignons entrant en ligne de compte, sauf contre le bolet destructeur poreux. On se demande de plus en plus si l'on doit continuer le procédé ancien ou en introduire un nouveau. La décision à prendre n'est certes pas facile, car, à côté de l'efficacité du produit de protection, il existe encore d'autres facteurs à considérer, qui sont d'ordre économique et financier, de même que la question des frais de transformation dans les très nombreuses petites entreprises d'imprégnation. Tout cela joue un rôle qu'il est impossible de négliger. Par contre, une augmentation de prix sur les mâts compensée par une durée sensiblement prolongée pourrait certainement être envisagée dans un sens positif.

Quelles sont les possibilités qui s'offrent en vue d'une amélioration de la protection? A titre d'orientation, le tableau II donne un aperçu des différentes substances protectrices existantes et de leurs propriétés [4]).

La colonne 3 du tableau donne les valeurs $\frac{G_A}{G}$ d'aptitude au délavage, G correspondant à la valeur-limite de l'antiseptique original et G_A après le trinçage dans l'eau. Plus la résistance à l'eau est bonne, plus la valeur $\frac{G_A}{G}$ se rapproche de 1, ou plus la résistance à l'eau est mauvaise, plus les valeurs pour $\frac{G_A}{G}$ seront grandes.

[3]) cf. *E. Gäumann:* Einige Erfahrungen mit boucherisierten Leitungsmasten. Schweiz. Z. f. Forstwesen, nº 9(1950).

[4]) cf. *B. Schulze, G. Theden, K. Starfinger:* Ergebnisse einer vergleichenden Prüfung der pilzwidrigen Wirksamkeit von Holzschutzmitteln. Wiss. Abh. Dtsch. Materialprüfungsanstalten. II, nº 7, S. 1(1950).

Action des fongicides employés pour la préservation du bois Tableau II

Produit antiseptique	Valeur-limite du fongicide kg/m³	Danger de délavage $\frac{G_A}{G}$ [1]	Remarques
Fluorure facilement soluble	1	∞	
Fluorsilicate facilement soluble	1,4	∞	
Fluorure de sodium . . .	1	∞	
Fluorsilicate de sodium . .	1,1	?	
Chlorure de mercure (sublimé)	0,7	1 ou un peu plus de 1	Concentration supérieure à la moyenne.
Composés d'arsenic	2	∞	Les composés d'arsenic sont rarement employés seuls; les valeurs-limites diminuent si l'on ne tient pas compte des champignons insensibles à l'As.
Sulfate de cuivre	5,2	certaine résistance au délavage	Valeur à condition d'exclure les champignons réfractaires au Cu, sinon la valeur-limite est supérieure.
Sulfate de cuivre	25...50	—	Pour le polypore.
Certains composés zincifères	16	∞	
Chlorure de zinc	14	∞	
Bichromate d'alcali . . .	21	—	Entrent dans des compositions difficilement solubles et anticorrosives.
Ignifuge avec adjonction d'une matière fongicide	2	∞	
Huile de goudron	10	1 ou un peu plus de 1	Sans tenir compte du Lentinus lepideus.
Huile de goudron	25	1 ou un peu plus de 1	En tenant compte du Lentinus lepideus.
Sels UAll [2]	1,4	≈ 10	L'effet de ces produits est basé sur la formation de sels doubles cryolithiques qui sont fixés à 10...30 % sur les fibres du bois.
Sels Ull.	1,4	≈ 30	
Sels UA	1,4	≈ 10	
Sels U	1,4	≈ 30	

[1]) ∞ signifie ici que G_A est supérieur à la plus forte concentration expérimentée: facilement délavable.
[2]) U indique la résistance au délavage, A représente la contenance en arsenic. ll = facilement soluble.

On constatera qu'en dehors des combinaisons zincifères toutes les substances anorganiques indiquées présentent des valeurs-limites inférieures à celles du sulfate de cuivre. Mais à l'exception du sublimé, tous les sels isolés sont facilement lessivés dans l'eau. Par contre, les sels U et surtout UA, les premiers étant des mélanges de bichromate de potassium, de fluorure de sodium et de dinitrophénol et les seconds contenant subsidiairement de l'arséniate de sodium, sont relativement résistants à l'eau. L'action de ces mélanges repose surtout sur le fluorure de sodium et l'arséniate de sodium ainsi que sur le dinitrophénol, alors que le bichromate de potassium entre avec les autres substances dans des combinaisons cryolithiques difficilement solubles et résistantes à l'eau. Le tableau III indique de quelle façon le fluorure de sodium agit sur les différentes sortes de champignons. Les valeurs-limites sont en général basses.

Les valeurs-limites du fluorure de sodium
Tableau III

Champignon	Valeur-limite kg/m³
Coniophora cerebella	0,7
Poria vaporaria	0,35
Lenzites abietina	1
Lentinus lepideus	0,21
Merulius lacrimans	0,21
Poria contigua	2,1

L'huile de goudron, très résistante à l'eau (Tableau II), présente une valeur-limite deux fois plus grande pour le Lentinus lepideus que pour les autres champignons lignivores. Si le bolet destructeur poreux pouvait rester confiné dans certains petits territoires nettement délimités, il serait certes plus avantageux de maintenir le procédé de Boucherie et de soumettre les poteaux destinés aux contrées contaminées à un traitement supplémentaire, soit

a) par la protection des poteaux (couches d'huile de goudron, immersion dans de l'huile de goudron, brûlures des pointes, procédé d'inoculation par injection, saturation double, etc.);
b) par la désinfection du sol ou
c) par des soins ultérieurs aux poteaux.

Parmi tous ces moyens, la protection supplémentaire donnera la meilleure garantie quant à l'amélioration de la protection, surtout si l'on immerge les poteaux dans de l'huile de goudron chaude. Mais pour cela, il faudrait de nouvelles installations, qui occasionneraient un renchérissement des poteaux. La désinfection du sol et les soins ultérieurs donnés aux poteaux constituent des procédés auxiliaires et le resteront toujours. Dans toutes ces opérations, il est évident que le traitement double — ou répété plusieurs fois — nécessitera d'autant plus de main-d'œuvre que l'on y donnera de soins.

Si le Poria vaporaria se répand de plus en plus, il semble indiqué de rechercher un nouveau procédé d'imprégnation qui donnerait de bons résultats contre tous les champignons, y compris le bolet destructeur poreux. Toutefois ce procédé devrait pouvoir être appliqué sans installations trop coûteuses et sans changements essentiels dans la structure de

toutes les nombreuses entreprises d'imprégnation décentralisées. La solution la plus simple et la plus heureuse serait de trouver un produit prophylactique qui pourrait être appliqué aux poteaux par les mêmes moyens que dans le procédé Boucherie employé jusqu'à ce jour et qui, en se fixant sur le bois, exercerait contre tous les champignons, sans exception, une action également salutaire. Malheureusement, ce moyen de protection n'existe pas encore!

Un autre moyen serait d'ajouter au produit employé dans le procédé Boucherie des sels semblables aux sels U et UA. Mais alors les différentes vitesses de pénétration des divers éléments composants, dues à l'effet de filtration des parois cellulaires, présentent les plus grosses difficultés. Il est vrai que ces mélanges de sels pourraient être introduits dans le bois, en diffusion relativement uniforme, par exemple par le procédé de saturation en vase clos, procédé qui devrait peut-être subir dans ce cas certaines transformations. Pour ce genre d'imprégnation, de nouvelles installations seraient également nécessaires, comme c'est le cas dans le système de protection supplémentaire dont il fut question plus haut. Toutefois, dans le procédé de saturation en vase clos, une seule opération suffirait, alors qu'il en faut deux dans le système de protection supplémentaire des poteaux susdit.

Il va de soi qu'il n'est pas possible, sur la base de ces considérations plutôt théoriques, de décider quelle serait la voie à suivre. Cela ne pourra se décider qu'après des essais pratiques soigneusement combinés, qui devraient s'étendre au moins sur quelques années, en corrélation avec des essais de laboratoire. Alors seulement on pourra déterminer si l'on peut arriver à éviter la perte prématurée de poteaux, actuellement relativement fréquente, due aux atteintes du bolet destructeur poreux, et à augmenter de la sorte la durée de service moyenne des poteaux en question.

Adresse de l'auteur:
O. Wälchli, Dr ès sc. nat., chef du département biologique du Laboratoire fédéral d'essais des matériaux et Institut de recherches (EMPA), St-Gall.

Amélioration du facteur de puissance dans les réseaux électriques à haute et basse tension

Par *Ch. Jean-Richard*, Muri près Berne

621.316.722 : 621.316.727

Des moyens techniques d'améliorer le facteur de puissance sont indiqués, ainsi qu'une méthode simple de caractériser le facteur de puissance d'une manière univoque. La terminologie employée satisfait le besoin d'exprimer les phénomènes physiques d'une manière cohérente.

Technische Mittel zur Verbesserung des Leistungsfaktors werden angegeben, ferner eine einfache Methode, den Leistungsfaktor auf eindeutige Weise zu charakterisieren.

1. Exposé du problème

L'essor magnifique de l'électrotechnique est certainement dû à l'extrême facilité avec laquelle le courant électrique, porteur d'énergie active, est distribué depuis les centrales jusqu'aux dernières ramifications de réseaux de plus en plus denses.

Cependant, ce courant est doublé du courant déwatté ou «inactif» [1]) qui provoque une augmentation des pertes d'énergie active pour une même énergie active débitée. L'amélioration du facteur de puissance consiste à faire disparaître le courant inactif. Dans les réseaux à haute et basse tension l'aspect du problème est nuancé. Aussi, la technique a-t-elle dû résoudre d'étape en étape, une quantité de problèmes subordonnés à la grande préoccupation d'améliorer le facteur de puissance.

Une des raisons du courant inactif se trouve dans toute inductance constitutive du réseau. Ainsi, il y a les transformateurs élévateurs et abaisseurs de la tension et tous les transformateurs de distribution qui absorbent du courant inactif, donc inductif à tout instant de leur service. A vide leur courant inductif est essentiellement fonction de la qualité des tôles et de leur assemblage. A pleine charge il dépend de la tension de court-circuit.

Les tôles et leur assemblage ont pu être améliorés dans des proportions étonnantes, si bien que le courant à vide est actuellement au voisinage de 3 à 5 % du courant nominal.

La tension de court-circuit n'est pas aussi maniable. Alors qu'aux transformateurs de distribution on atteint 3 % de la tension nominale, les transformateurs élévateurs et abaisseurs de tension à grande puissance nominale accusent une tension de court-circuit voisine de 10 % de la tension nominale. C'est-à-dire qu'à pleine charge les réseaux sont mis à contribution, à cause de l'inductance des transformateurs, pour près de 13 % du courant actif par du courant inductif.

Puis, il y a les moteurs à induction dont la foule immense répand le mouvement dans d'innombrables endroits. A vide ils absorbent en courant inductif près du 30 % du courant nominal actif. Cette tranche ne peut guère être diminuée, l'entrefer indispensable en étant la cause principale. A pleine charge, une seconde tranche de 30 % s'ajoute à la première. Celle-ci, également, est presque invariable, encore à cause de l'entrefer. Etant donné ces pourcentages considérables il y a lieu de choisir les moteurs au plus juste quant à l'emploi qu'on désire en faire, sans négliger toutefois l'extension toujours possible de l'entreprise.

Les lignes, elles aussi, sont le siège d'inductances notables, partout où il s'agit de lignes aériennes. Aux tensions nominales élevées, de plus de 100 000 V, le pourcentage de l'inductance d'une ligne aérienne, exploitée à 50 Hz, dépasse environ du triple le pourcentage de la résistance ohmique de la ligne. Néanmoins on ne peut songer à la diminuer pour des raisons d'isolation et par conséquent de sécurité du service. Toutefois, à la tension nominale de 220 000 V, on a inséré des condensateurs dans chaque pôle d'une ligne pour diminuer l'inductance de la ligne.

Reste à mentionner la capacitance des lignes aériennes à haute tension. Elle aussi donne lieu à du courant inactif. Mais celui-ci est fourni et non pas absorbé, comme les autres. Pour cette raison on l'appellera capacitif. La somme des courants inactifs des deux sortes est donc plus petite que la plus grande des deux composantes. A ce titre, le courant capacitif peut rendre service pour améliorer le facteur de puissance. Aussi a-t-on disposé deux conducteurs parallèles par phase pour une tension nominale de la ligne de 380 000 V, cette disposition augmentant la capacitance. Seulement, les réseaux n'étant pas chargés en permanence, il arrive aux heures de faible charge que le courant capacitif prévaut. Or, à lui seul il exerce une action préjudiciable à la stabilité du transport du courant actif le long de lignes étendues à haute tension reliant une centrale à un réseau mixte de consommateurs et de producteurs. La centrale est obligée de réduire l'excitation des générateurs en dessous de la valeur qui correspond à la marche à vide à la même tension. Pour éviter cela, il y a lieu de partager le courant capacitif de la ligne de telle façon qu'une partie seulement

[1]) Les expressions «courant réactif» et «puissance réactive» consacrées jusqu'ici font penser à une rotation vectorielle par rapport au courant actif et à la puissance active de 180 °, alors que physiquement cette rotation n'est que de 90 °. Pour éviter ce dilemme l'auteur propose de désigner par «courant inactif» et «puissance inactive» les grandeurs désignées jusqu'ici par «courant réactif» resp. «puissance réactive».