Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 47 (1956)

Heft: 14

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: 22.08.2025

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

Production et distribution d'énergie

Les pages de l'UCS

Rapport sur les premiers résultats obtenus dans les champs d'essais en plein air de l'UCS concernant divers procédés d'imprégnation des poteaux en bois

(3e communication)

par *O. Wälchli*, St-Gall

621.315.668.1.004.4

Préambule

Dans un rapport antérieur [1][1]), on avait développé des considérations générales sur les conditions à respecter dans la mise en œuvre et l'exécution d'essais en plein air. La présente communication rend compte des observations faites jusqu'ici au cours des expériences organisées par l'*Union des centrales suisses d'électricité* dans les champs d'essais de *Rathausen-Est* et *Rathausen-Ouest* près d'Emmenbrücke. A côté des essais en plein air proprement dits, on a procédé à quelques expériences complémentaires, dont nous mentionnerons également les résultats acquis à ce jour.

Les essais en cours ont pour but de fournir les *bases de comparaison permettant de juger de la qualité des procédés d'imprégnation les plus importants actuellement en usage.* Il s'agit avant tout de *comparer* divers procédés d'imprégnation *au procédé par élimination de la sève avec le sulfate de cuivre,* dont on connaît les avantages et les inconvénients. Il fut d'avance évident qu'on ne pourrait atteindre ce but que par étapes successives. Les résultats obtenus jusqu'ici permettent cependant de répondre, du moins en partie, à différentes questions, de sorte qu'il paraît opportun d'en donner un résumé.

Contrôles et essais effectués jusqu'à présent

Rappelons [1] que les premiers essais furent répartis en deux champs distincts par les propriétés du sol, notamment quant à leur réaction (p_H), l'apport de matières nutritives et la teneur en calcaire. Le champ 1 (champ Est), à réaction légèrement acide, sans calcaire à la surface, est plus pauvre en matières nutritives que le champ 2 (champ Ouest), au sol calcaire et à réaction plutôt faiblement alcaline.

Les procédés d'imprégnation qui font l'objet des essais peuvent être classés comme suit:

A) Imprégnations simples
B) Imprégnations doubles
C) Traitements ultérieurs

[1]) Voir bibliographie à la fin de ce rapport.

Nous avons déjà dit [1] que ces essais ne satisfont pas à toutes les exigences. Faute d'échantillons, la composition de différents produits d'imprégnation n'a pas pu être précisée; d'autre part, nous n'avons pas d'indications sur les quantités de matière injectées dans chaque poteau essayé. Dans la mesure du possible, on cherche à remédier à ces lacunes par l'examen chimique de sections de poteaux. Nous ne disposons de données exactes sur la quantité de produit d'imprégnation injectée que pour quelques essais commencés après coup, ainsi que pour les éprouvettes des procédés d'imprégnation double et des traitements ultérieurs, à l'essai depuis l'automne 1954.

La plupart des essais décrits ci-après se rapportent à des poteaux définitivement imprégnés d'avance en dehors de notre contrôle, dont nous avons pour tâche d'examiner l'état au cours des années. Dans la plupart des cas, un contrôle du processus de répartition, c'est-à-dire de l'avancement de la pénétration des produits d'imprégnation dans le bois n'entre pas en ligne de compte.

Les procédés d'imprégnation sont jugés d'après les résultats des *contrôles approfondis effectués chaque automne.* Ces résultats ont montré l'utilité d'infecter chaque année le sol à l'entour des poteaux avec un bouillon de culture contenant un mélange de champignons lignivores sur copeaux de bois.

Jusqu'à présent, on a procédé à 4 contrôles [3, 4, 5]:

les 11 et 12 mai 1953,
donc 9 mois après le début des essais
le 5 novembre 1953,
donc 1 an et 3 mois après le début des essais
le 11 novembre 1954,
donc 2 ans et 3 mois après le début des essais
le 14 novembre 1955,
donc 3 ans et 3 mois après le début des essais

Lors de ces contrôles, on déchausse les poteaux jusqu'à 20 ou 30 cm de profondeur, puis les nettoie soigneusement. L'examen du bois se fait à l'aide d'un marteau pointu, d'un ciseau triangulaire effilé et d'un vilebrequin. Si les poteaux donnent des signes de pourriture, on en prélève des éprou-

Résultats d'essais observés sur des poteaux non traités et sur des poteaux simplement imprégnés

Tableau I

Imprégnation	Champs d'essais de Rathausen							
	1 (Est)				*2* (Ouest)			
	planté	attaqué			planté	attaqué		
		1953	1954	1955		1953	1954	1955
Poteaux non traités	6	6	6	6	4	4	4	4
Sulfate de cuivre, procédé Boucherie	22	6	8	10	8	2	2	2
Sel UA, procédé par osmose	6	0	2	3	4	1	1	1
Sel UA, procédé par piqûres (Cobra)[3]	2	—	—	0	4	—	—	0
Sel UA, procédé en vase clos	6	1	1	1	4	0	0	0
Sel Bolide (chrome-arsenic), procédé Boucherie[1]	3	0	0	1	—	—	—	—
Sublimé corrosif, procédé par immersion (kyanisation)	6	0	1	3	4	0	0	0
Créosote, méthode en vase clos	6	0	0	0	4	0	0	0
Créosote, procédé Estrade[1]	4	0	0	0	—	—	—	—
Créosote, injection en autoclave	4	0	0	0	4	0	0	0
Xylophène SGR, en vase clos	6	0	0	0	4	0	0	0
Bandages Tutzal imprégnés d'émulsion salée[2]	—	—	—	—	3	0	0	0
Emulsion salée DD[3]	6	0	0	0	—	—	—	—

Les poteaux furent plantés entre juillet et septembre 1952.
Exceptions: [1]) plantés en été 1953.
[2]) plantés en automne 1953.
[3]) plantés le 3 juin 1954.

vettes destinées à l'examen microscopique.

Nous classons et décrivons ci-après les résultats les plus importants de ces contrôles.

A. Poteaux traités par imprégnation simple

Les résultats sont groupés dans le tableau I. Les poteaux traités au *sulfate de cuivre* par le procédé de *refoulement de la sève* sont relativement nombreux, car il s'agit là du procédé qui est appliqué de préférence en Suisse. L'effet des *sels UA* (sels arsenicaux insolubles) est observé sur 3 séries de poteaux, où ils sont appliqués respectivement par *osmose*, par *injection* («Cobra»), par *vide et pression en cuve*. A côté de l'imprégnation avec des sels et mélanges de sels, les essais portent aussi sur des *produits de conservation huileux* et sur des *émulsions*.

Le tableau I contient les résultats numériques des contrôles de poteaux effectués au mois de novembre des années 1953, 1954 et 1955.

Lors du premier contrôle des 11 et 12 mai 1953, dont les résultats ne figurent pas au tableau I, tous les poteaux imprégnés étaient intacts. Les poteaux-témoins non traités accusaient des colorations superficielles grises, brunes ou gris-brun et quelques très légères amorces superficielles de pourriture.

En automne 1953, soit 1 an et 3 mois après le début des essais, la situation était déjà sensiblement différente. Tous les poteaux-témoins — dans les deux champs d'essais — étaient affectés de pourriture plus ou moins marquée; de même, un pourcentage relativement élevé de poteaux imprégnés au sulfate de cuivre étaient attaqués par places assez fortement.

Jusqu'aux contrôles d'automne de 1954 et 1955, la détérioration des poteaux non traités progressa rapidement. Parmi les poteaux sulfatés, le nombre d'échantillons attaqués dans les deux champs d'essais était de 10 (33 %) en automne 1954 et de 12 (40 %) en automne 1955. Parmi les poteaux traités par osmose avec des sels UA, 3 étaient attaqués par les champignons en automne 1954 et 4 en automne 1955. Seuls quelques rares exemplaires des poteaux traités par d'autres procédés d'imprégnation montraient des traces de champignons. Jusqu'en automne 1955, 3 échantillons (30 %) de la série d'essais par kyanisation au sublimé corrosif furent attaqués par les champignons.

Sur la base des contrôles du 14 novembre 1955, donc au bout de 3 ans et 3 mois, l'*état des essais* est le suivant:

Tous les *poteaux-témoins non traités* — dans les deux champs d'essais — sont généralement fortement et en partie très fortement attaqués et détruits par les champignons. La pourriture n'est pas seulement superficielle mais s'étend le plus souvent à toute la section du poteau, dans une zone comprise entre environ 40 cm au-dessous et 50 cm au-dessus du sol. L'exemple du poteau n° 4, de 15 cm de diamètre, montre à quel point la destruction du bois a progressé en un laps de temps relativement court: au moment du contrôle de 1955 ce poteau s'est brisé au niveau du sol sans effort spécial.

L'*imprégnation au sulfate de cuivre* selon le procédé de refoulement de la sève a donné des résultats franchement mauvais. Au bout de 3 ans et 3 mois, 10 des 22 poteaux plantés dans le champ 1 — soit 45,5 % — étaient déjà très fortement attaqués, presque exclusivement par le bolet destructeur poreux *(Poria vaporaria)*, insensible au sulfate de cuivre. Dans le champ 2, les pertes sont plus réduites, puisque 2 des 8 poteaux (25 %) seulement étaient attaqués. Aucun doute ne subsiste sur la cause du mauvais comportement des poteaux imprégnés au sulfate de cuivre. Elle est due à la résistance aux sels de cuivre de certaines espèces de champignons, telles que le *Poria vaporaria* et le *Poria incarnata*. Les pertes de poteaux dans les réseaux des services d'électricité et des PTT sont plus faibles, puisque la durée moyenne des poteaux traités selon le procédé Boucherie est de 22 ans environ. Cet écart entre les essais et la pratique doit être attribué, en partie tout au moins, au fait

Résultats des essais de procédés d'imprégnation double et de traitements ultérieurs

Tableau II

Imprégnation	Champs d'essais de Rathausen							
	1 (Est)				*2* (Ouest)			
	planté	attaqué			planté	attaqué		
		1953	1954	1955		1953	1954	1955
Procédés d'imprégnation double								
Sulfate de cuivre + sel UA, procédé par osmose	5	1	1	1	4	0	0	0
Sulfate de cuivre + sel UA, procédé Boucherie	3	1	1	1	2	0	0	1
Sulfate de cuivre + sel Cobra, procédé par piqûres[1])	6	0	0	0	4	0	0	0
Sulfate de cuivre + sel Cobra, procédé par piqûres + brûlé	4	0	0	0	—	—	—	—
Sulfate de cuivre + sel Cobra, procédé par piqûres + goudronné	3	0	0	1	3	0	0	0
Sulfate de cuivre + Fournose	5	0	0	0	4	0	0	0
Sulfate de cuivre + goudronné	—	—	—	—	4	0	0	0
Kyanisation profonde + créosote, procédé Estrade[1])	3	0	0	0	—	—	—	—
Sulfate de cuivre + Bandage Tutzal[2])	—	—	—	—	2	0	0	0
Sulfate de cuivre + traitement préalable par diffusion d'émulsion salée DD[3])	2	—	0	0	3	—	0	0
Procédés de traitement ultérieur								
Sulfate de cuivre + bandage enduit de sel UA (Wecker)	6	0	0	0	4	0	0	0
Sulfate de cuivre + bandage enduit de Penetrit U	6	0	0	0	4	0	0	0

Les poteaux furent plantés entre juillet et septembre 1952.
Exceptions: [1]) plantés en été 1953.
[2]) plantés en automne 1953.
[3]) plantés le 3 juin 1954.

que les champignons résistant au cuivre ne sont pas encore répandus partout. C'est ainsi que les dégâts sont plus nombreux dans les régions où le *Poria vaporaria* est plus répandu qu'ailleurs. Il faut s'attendre toutefois à une extension de ces sortes de champignons dans les réseaux utilisant des poteaux traités suivant le procédé Boucherie. Dans cette perspective, vu les résultats d'essais obtenus à ce jour et la forte prolifération par endroits des champignons insensibles au sulfate de cuivre, il faut considérer l'imprégnation des poteaux en bois au sulfate de cuivre comme étant à la longue insuffisante et incertaine à elle seule.

Les dégâts sont nombreux aussi parmi les poteaux traités par *osmose avec sels UA*. Sur 6 poteaux dans le champ 1, 3 (50 %) et sur 4 poteaux dans le champ 2, 1 (25 %) étaient plus ou moins gravement attaqués. Les raisons de ce résultat défavorable inattendu ne sont pas encore éclaircies. Un contrôle de la qualité des sels s'est révélé impossible, parce qu'il n'en existait plus d'échantillons. Peut-être l'imprégnation n'a-t-elle pas été faite convenablement, ou bien a-t-on utilisé un mélange de sels impropre. Nous espérons pouvoir déceler la cause réelle en examinant chimiquement les sections de poteaux.

Parmi les poteaux imprégnés au *sublimé par kyanisation*, les premières altérations ne sont apparues qu'au bout de 3 ans et 3 mois. Dans le champ 1, 3 poteaux sur 6 (50 %) présentaient de légers signes de pourriture, attribuables dans 2 cas à une attaque du *Lenzites abietina*. Avec le procédé de kyanisation, l'imprégnation est relativement peu profonde, de sorte que les fentes par retrait du bois permettent aux espèces de champignons Lenzites de pénétrer à l'intérieur du tronc, où elles provoquent une putréfaction interne typique.

Parmi les poteaux traités par *vide et pression en cuve avec sels du type UA* un seul accusa déjà au bout d'une année un foyer d'attaque par champignons, lequel est toutefois demeuré jusqu'ici stationnaire et isolé. Il n'est pas indiqué de tirer de ce cas particulier une conclusion défavorable à l'égard du procédé en question, qui a du reste été encore perfectionné durant ces dernières années.

Les poteaux en bois de pin imprégnés par le *procédé Boucherie avec un mélange de sels de chrome et d'arsenic (Bolide)* font partie d'une série d'essais ayant pour but d'éclaircir si le mélange de sels en question se répartit suffisamment bien dans le bois par le procédé par refoulement de la sève. Mais des difficultés surgirent: au bout de 2 ans environ, l'un des trois échantillons présentait un foyer de très légère attaque superficielle par champignons. Il n'est pas encore possible de se prononcer sur ce mode de protection.

Les poteaux traités au *Xylophène SGR* (produit huileux) sont restés intacts jusqu'à ce jour.

Les *imprégnations de créosote* — en autoclave selon Ruping, d'après le procédé Estrade et par injection en autoclave — ont également empêché jusqu'ici tout dommage. Selon ce dernier procédé, on perce dans la zone d'encastrement dans le sol avec un foret de 4 mm de diamètre des trous dans le bois le long des génératrices du cylindre; ces trous sont distants de 10 cm environ, les rangées successives étant espacées de 8 cm environ et les trous de deux rangées voisines étant déplacés verticalement de 5 cm les uns par rapport aux autres. L'examen des poteaux ainsi traités a montré une imprégnation sensiblement meilleure que celle obtenue par créosotage normal des poteaux en bois de pin. Mais il reste à examiner si et dans quelle mesure les trous affaiblissent mécaniquement les poteaux.

B. Procédés d'imprégnation double

En Suisse, pour le moment, on procède généralement à une première imprégnation des poteaux avec du sulfate de cuivre. Mais comme celle-ci est partiellement inopérante contre certains champignons, il faut traiter la zone où ceux-ci prolifèrent, c'est-à-dire la partie inférieure, par une imprégnation supplémentaire.

Le tableau II contient les résultats d'essais portant sur des poteaux traités de cette façon.

Sur les 9 poteaux ayant subi un traitement additionnel par *osmose de sels UA*, l'un d'eux a été fortement attaqué par le *Poria vaporaria*. Si ce traitement est effectué convenablement, il améliore indubitablement la protection. Quant à savoir si une osmose de ce genre à la suite du traitement selon le procédé Boucherie est techniquement rationnelle, c'est là une tout autre question.

Trois séries de 20 poteaux au total ont subi une injection additionnelle de *sel Cobra par piqûres*. A cet effet, on a utilisé des mélanges de sels avec et sans bichromate. Au bout de 3 ans et 3 mois, 1 poteau présentait une bande verticale de 2 à 3 cm de largeur et d'environ 20 cm de longueur où le bois était pourri jusqu'à 1 cm de profondeur. La zone attaquée va du niveau du sol jusqu'à 20 cm au-dessus et se trouve exactement entre deux rangées de piqûres distantes de 8 cm, c'est-à-dire trop loin l'une de l'autre. Tous les autres échantillons étaient intacts. Ces résultats montrent que les piqûres additionnelles améliorent nettement la protection des poteaux, comparativement au seul traitement par imprégnation de sulfate de cuivre, à condition toutefois qu'elles soient faites correctement. Or, étant donné qu'il n'est pas possible de contrôler facilement la quantité de sels injectée dans les poteaux, c'est là affaire de confiance: un travail soigné et un bon fonctionnement de l'appareil injecteur sont indispensables. Comme la diffusion des sels dans le bois est plus lente tangentiellement que longitudinalement, l'écartement des rangées de piqûres ne devrait pas dépasser 4 à 5 cm. Sinon, il faut s'attendre à ce que des zones allongées intermédiaires soient plus ou moins attaquées. Ainsi que d'autres essais l'ont prouvé [6, 7, 8], le procédé Cobra n'affecte aucunement l'élasticité des poteaux, ni leur résistance à la flexion et à la rupture.

En relation avec l'essai en plein air du comportement des poteaux traités par le procédé Cobra, on a examiné également si c'est le bois sec ou le bois vert qui est plus sensible aux piqûres, c'est-à-dire si la quantité de sels absorbée est différente dans les mêmes conditions d'imprégnation [9]. Cette question se posait avant tout pour les poteaux qui doivent être injectés en dépôt, soit chez l'imprégnateur, soit chez les entreprises électriques. Les résultats d'essais montrent nettement que, pour une même densité des piqûres, on peut injecter de plus grandes quantités de sels protecteurs — jusqu'à 40 % de plus — dans les poteaux secs que dans les poteaux verts. Sur les échantillons secs, on a mesuré en moyenne une absorption de 13,0 kg/m^3 et sur les échantillons verts 9,3 kg/m^3. L'une et l'autre de ces quantités se trouvent bien au-dessus des valeurs-limite mycologiques déterminées pour les sels du type UA [10]. Mais en regard des avantages résultant d'une absorption plus grande de produits désinfectants par les poteaux secs, il convient de ne pas oublier certains inconvénients, tels que le risque plus élevé d'endommager la structure du bois par les aiguilles d'inoculation et la vitesse réduite de diffusion des sels à l'intérieur du bois sec. Il semble donc recommandable d'opérer sur des poteaux moyennement desséchés.

On peut réaliser une autre imprégnation double exclusivement par *refoulement de la sève* en traitant les poteaux pour commencer avec du sulfate de cuivre suivant le procédé Boucherie, puis immédiatement après, également par élimination de la sève, en imprégnant le poteau sur 3 à 4 mètres à partir du pied au moyen d'une *solution de sel UA*. Sur les 5 poteaux imprégnés de cette manière, 2 d'entre eux, dont un dans chaque champ d'essais, ont été attaqués par les champignons. Bien entendu, une partie du sulfate de cuivre encore en solution dans le pied du poteau est chassée par la solution de sel UA qui suit. Mais on a pu déterminer expérimentalement qu'une partie du sulfate de cuivre demeure dans le pied imprégné de sel UA [11]. L'examen mycologique de ces poteaux a montré une bonne efficacité aussi contre les champignons résistant au cuivre. Dans un autre cas, on a constaté en revanche que, le bois agissant comme filtre, la vitesse de dispersion de certains composants se trouve être ralentie, de sorte que la concentration des sels diminue vers le haut et par conséquent aussi l'effet protecteur. Pour réaliser une bonne protection, il convient d'appliquer un mélange adéquat de sels à des poteaux de bois réellement vert.

Jusqu'à présent, tous les poteaux imprégnés au sulfate de cuivre dont le pied a été carbonisé superficiellement par le *procédé Fournose* puis traité à l'*huile d'anthracène*, comme ceux qui furent traités ensuite *seulement à l'huile d'anthracène*, n'ont pas été touchés par les champignons. Il s'agit dans les deux cas de procédés relativement faciles à appliquer. Mais la carbonisation d'après le procédé Fournose peut entraîner le cas échéant une diminution notable de la solidité du poteau, de sorte qu'il convient d'être prudent.

Sont également restés intacts les poteaux *kyanisés en profondeur*, puis traités à la créosote par le *procédé Estrade*.

De même, les poteaux enduits avant la pose avec l'*émulsion Tutzal*, puis munis de bandages, ainsi que ceux qui furent traités à l'*émulsion diffusive DD* n'ont encore subi aucun dommage. Pour ces deux types de protection, on a examiné sur des éprouvettes prélevées dans le bois le pouvoir pénétrant du fluor à l'aide du réactif alizarinesulfonate/oxychlorure de zirconium. Ce réactif a été dosé pour une sensibilité de 0,2 % de fluorure de sodium dans le bois [12]; on en a badigeonné soigneusement les éprouvettes et mesuré au bout de 20 minutes les zones colorées en jaune.

Dans les deux cas, on a décelé que dans de bonnes conditions d'humidité les profondeurs de pénétration du fluorure sont considérables après 2½ à 9 mois.

C. Procédés de traitements ultérieurs

Ces essais concernent seulement deux séries de 10 poteaux chacune, imprégnés au sulfate de cuivre, qui furent plantés en juillet 1952 et traités ultérieurement le 11 mai 1953 [3].

Dans la première série, on a placé des *bandages imprégnés de sel UA (système Wortmann)* selon les prescriptions. La zone protégée s'étendait entre 40 cm au-dessous et 20 cm au-dessus du sol. Ces bandages en carton sont enduits d'un côté de 450 à 550 g d'un mélange de sels UA.

Comme il ressort du tableau II, tous les poteaux ayant subi un traitement ultérieur étaient encore intacts lors du contrôle d'automne 1955.

Il était précieux de pouvoir observer, dans les mêmes conditions de sol et d'humidité, la *diffusion du sel de fluor,* suivant qu'il est associé à un mélange de sels ou à une émulsion [13]. A cet effet, on a prélevé sur tous les poteaux, 6 et 13 mois après le traitement, 2 éprouvettes chaque fois en vue de déterminer, comme on l'a vu plus haut, la profondeur de pénétration du sel de fluor. Les résultats figurent au tableau III.

Profondeur de pénétration du fluorure de sodium dans des poteaux imprégnés au sulfate de cuivre puis traités ultérieurement soit par sels UA, soit par émulsion sous bandage

Tableau III

Traitement ultérieur	Nombre de poteaux	Pénétration moyenne en mm après	
		6 mois	13 mois
sel UA	10	41 ± 15	41 ± 10
émulsion	10	32 ± 9	39 ± 9

Les profondeurs de pénétration moyennes du fluorure de sodium pour les poteaux traités au sel UA sont pratiquement égales au bout de 6 et de 13 mois. Il s'ensuit que la profondeur définitive était déjà atteinte 6 mois, ou même moins, après le traitement. Par contre, pour les poteaux traités à l'émulsion, les profondeurs moyennes de pénétration du fluorure de sodium sont nettement plus grandes après 13 mois qu'après 6 mois, bien que tous les poteaux soient placés dans les mêmes conditions de sol et d'humidité. La vitesse de diffusion du fluorure de sodium semble être plus grande avec les sels qu'avec les émulsions. Mais dans les deux cas on a constaté pratiquement la même profondeur finale.

La durée des essais est encore trop courte pour permettre de porter un jugement sur la qualité des deux types de traitement ultérieur des poteaux. Mais il est évident qu'on peut réaliser une amélioration efficace de la protection de ces derniers tant avec l'un qu'avec l'autre des deux procédés.

D. Observations sur les genres de champignons recueillis sur les poteaux

Comme nous l'avons décrit antérieurement [1], la terre entourant le pied des poteaux est infectée périodiquement par un mélange de 7 champignons lignivores incorporés à des copeaux. Le développement des champignons s'en trouve naturellement favorisé. Il est intéressant de rechercher dans quelle mesure les différents champignons prolifèrent sur les poteaux, selon qu'ils sont laissés tel quel ou bien imprégnés, et si d'autres espèces de champignons que ceux préalablement introduits peuvent encore se développer.

Jusqu'à présent, nous n'avons retrouvé dans les deux champs d'essais qu'une partie des espèces de champignons utilisées. L'attaque des poteaux dépend en grande partie du type d'imprégnation.

On a identifié à ce jour sur les poteaux attaqués les espèces suivantes de champignons contenus dans le mélange d'infection: *Poria vaporaria, Poria incarnata, Coniophora cerebella* et *Lenzites abietina.* En revanche, on n'a pas encore observé les espèces suivantes: *Poria ferruginosa, Lentinus lepideus* et *Trametes serialis.* Sur différents poteaux on a identifié en outre les espèces suivantes, absentes dans le mélange infecté: *Lenzites sepiaria* et *Exidia glandulosa.*

Sur tous les poteaux bruts non traités s'est développé comme parasite le plus actif le *Lenzites abietina,* qui produit des spores en abondance au bout de 2 à 3 ans. A côté du *Lenzites abietina* on a trouvé aussi quelquefois le *Lenzites sepiaria.* La présence du *Poria vaporaria* et du *Coniophora cerebella* fut aussi décelée sur quelques poteaux. L'*Exidia glandulosa,* qui se développa également sur différents poteaux, s'est révélé comme un parasite du bois agissant relativement lentement. Sur les poteaux non traités, il s'est développé en règle générale toujours deux espèces de champignons différentes, ou même davantage, à côté l'une de l'autre.

L'attaque des poteaux imprégnés est plus uniforme. Ici, les divers traitements antiseptiques ont une certaine action sélective sur les champignons. C'est notamment le cas pour l'imprégnation au sulfate de cuivre, qui n'a pas ralenti la prolifération des espèces *Poria vaporaria* et *Poria incarnata,* résistantes au cuivre. A part cela, on a seulement décelé la présence du *Coniophora cerebella* sur un poteau traité selon le procédé Boucherie.

Sur les différents poteaux imprégnés de sels UA, on a trouvé suivant les cas le *Poria vaporaria,* le *Lenzites abietina* et le *Coniophora cerebella.* La sélection des espèces de champignons est donc moins accusée ici qu'avec l'imprégnation au sulfate de cuivre.

E. Influence du sol sur l'attaque des poteaux imprégnés

Il est frappant de constater que dans le champ d'essais 1 à Rathausen, où le sol a une légère réaction acide (p_H de 6,6) et est plus pauvre en matières nutritives, bien plus de poteaux accusent des signes de pourriture par les champignons que dans le champ 2, au sol légèrement alcalin (p_H de 7,4) et plus riche en matières nutritives (voir tableaux I et II). Ceci est valable non seulement pour les poteaux imprégnés au sulfate de cuivre, mais aussi pour ceux traités d'une autre manière. Les meilleurs résultats furent obtenus dans le champ 2, bien qu'il soit arrosé de purin deux fois par année, alors qu'aucun engrais n'est répandu sur le champ 1.

On n'a pas encore de points de repère certains au sujet des causes possibles de ce phénomène. A notre avis, la *nature du sol* et avant tout la *réaction du sol* jouent ici un rôle essentiel. De plus, il est connu que les conditions de développement et de croissance des champignons sont plus favorables dans les terres légèrement acides que dans les terres légèrement alcalines. C'est pourquoi il faut s'attendre à une plus grande agressivité des champignons en terrain acide. Il semble qu'un bon engraissement du terrain a moins d'influence que la réaction du sol sur la sensibilité des poteaux aux champignons lignivores.

Si nos essais ont décelé un meilleur comportement des poteaux imprégnés de sulfate en sol légèrement alcalin, cela concorde d'ailleurs avec les observations recueillies dans les réseaux de lignes aériennes. Ainsi que le montrent les enquêtes des PTT et des entreprises électriques, on constate en moyenne dans le *Jura* — où le sol est calcaire — une durée plus longue des poteaux que sur le *Plateau*. L'une des raisons peut résider dans la fréquence, variable selon les régions, des champignons résistant aux sels de cuivre. Mais à notre avis la nature du sol doit aussi jouer un rôle important, sinon plus important encore.

Conclusions

Les résultats obtenus jusqu'ici lors de nos essais en plein air montrent qu'à la longue la seule imprégnation des poteaux au *sulfate de cuivre* doit être considérée comme insuffisante pour protéger ceux-ci contre l'attaque des champignons. Faute d'une méthode d'imprégnation appropriée à tous points de vue aux conditions rencontrées en Suisse, nous devons essayer pour le moment d'améliorer autant que possible la situation à l'aide de *procédés d'imprégnation double* adéquats. Comme les essais l'ont montré, ces procédés assurent en partie une amélioration sensible de la protection escomptée; ils ne peuvent néanmoins être considérés comme une solution définitive, étant donné que leur application suppose toujours deux opérations.

Pour éviter la mise hors d'usage prématurée des poteaux et augmenter leur durée, un *traitement ultérieur* peut aussi être très efficace. Plusieurs sont à l'étude depuis l'automne 1954 dans les champs d'essais aménagés à Starkenbach (Toggenburg) et à Rathausen. Les résultats de ces observations feront l'objet d'une communication ultérieure.

La solution la plus favorable étant donné les conditions rencontrées dans notre pays consisterait à trouver un désinfectant à grande marge d'efficacité, embrassant aussi les champignons insensibles au sulfate de cuivre, susceptible d'être appliqué par le *procédé de refoulement de la sève*. Il serait indifférent qu'il s'agisse d'un sel uniforme ou d'un mélange de sels. Mais il devrait pouvoir vaincre la résistance de pénétration relativement élevée qu'offrent nos sapins et nos pins, et résister lui-même au délavage.

Qu'un désinfectant remplissant entièrement ces conditions soit découvert ou non tôt ou tard, nous avons pour tâche de rechercher, en attendant, les possibilités techniques les plus avantageuses de l'imprégnation des poteaux en bois. Il y a pénurie de bois actuellement et il est toujours plus difficile de s'en procurer; notre économie a donc tout intérêt à voir se développer des méthodes d'imprégnation capables de prolonger la durée des poteaux de lignes aériennes en freinant la destruction du bois par les champignons.

Bibliographie

[1] *Wälchli, O.:* Champs d'essais en plein air de l'UCS pour l'étude des méthodes d'imprégnation des poteaux en bois. Bull. ASE t. 45(1954), n° 23, p. 985...989.
[2] *Wälchli, O.:* Les champignons sur les poteaux en bois avec mention particulière du bolet destructeur poreux (polypore) (Poria vaporaria). Bull. ASE t. 44(1953), n° 1, p. 14...20.
[3] Rapport VII/852 A de l'EMPA C, St-Gall, du 5 mai 1954, à l'UCS, Zurich.
[4] Rapport VII/852 E de l'EMPA C, St-Gall, du 12 mai 1955, à l'UCS, Zurich.
[5] Rapport VII/852 F de l'EMPA C, St-Gall, du 2 mai 1956, à l'UCS, Zurich.
[6] *Dölger, F. W.:* Neue Erkenntnisse und Möglichkeiten für das Impfverfahren. Holz als Roh- und Werkstoff t. 12(1954), n° 4, p. 382...385.
[7] *Dölger, F. W.:* Tiefimpfung von Freileitungs-Holzmasten. Elektro-Technik t. 36(1954), n° 39.
[8] *Est-Lumière, Réseau de Seine et Marne:* Essais de résistance mécanique d'un poteau en bois avant et après traitement par le procédé «Cobra» (1937).
[9] Rapport VII/852 D de l'EMPA C, St-Gall, du 2 mars 1955, à l'UCS, Zurich.
[10] *Schulze, B., Theden, G.* et *Starfinger, K.:* Ergebnisse einer vergleichenden Prüfung der pilzwidrigen Wirksamkeit von Holzschutzmitteln. Wiss. Abh. d. deutschen Materialprüfungsanstalten II. Folge (1950), n° 7, p. 1...40.
[11] Rapport VII/888 de l'EMPA C, St-Gall, du 24 novembre 1954, à l'UCS, Zurich.
[12] *Mahlke-Troschel-Liese:* Handbuch der Holzkonservierung, Berlin (1950), p. 375.
[13] Rapport VII/852 C de l'EMPA C, St-Gall, du 27 novembre 1954, à l'UCS, Zurich.

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

Communications de nature économique

L'OECE analyse les problèmes que posent les besoins croissants de l'Europe en énergie

La consommation d'énergie — sous toutes ses formes — augmente avec une telle rapidité en Europe que, traduite en équivalent-charbon, on estime qu'elle atteindra 1200 millions de tonnes en 1975, alors qu'elle n'était que de 730 millions de tonnes en 1955.

Ces prévisions sont formulées dans un rapport de la *Commission de l'Energie* [1]) de l'OECE, qui a été instituée par le Conseil des Ministres de l'OECE le 10 juin 1955 et est présidée par *Sir Harold Hartley*, président de la *Conférence Mondiale de l'Energie*.

Considérant que les pays membres ne pourront maintenir leur position concurrentielle dans une économie mondiale en expansion et relever le niveau de vie de leurs populations sans une augmentation continue de la consommation d'énergie, la Commission a établi des prévisions quant aux *esoins de l'Europe en énergie pour 1960 et pour 1975*. Quatre méthodes différentes ont été utilisées pour établir ces prévisions.

La commission a ensuite cherché à savoir, sur la base des plans actuels, quelle part des besoins totaux pourrait être assurée en 1975 par la *production d'énergie primaire* de l'Europe Occidentale; elle a trouvé que cette part était de

[1]) Ce rapport est publié sous le titre «l'Europe face à ses besoins croissants en énergie».

750 millions de tonnes environ d'équivalent-charbon, contre 580 en 1955, abstraction faite du développement de l'énergie nucléaire. Le rapport souligne que ce serait une erreur de croire à la possibilité pour l'énergie nucléaire d'apporter dans les vingt années qui viennent une contribution importante aux besoins en énergie de l'Europe occidentale, car il estime que cette contribution ne dépassera pas en 1975 le chiffre de 80 millions de tonnes d'équivalent-charbon, soit moins de 8 % des besoins à satisfaire.

A moins d'un effort spécial visant à accroître la production européenne d'énergie primaire, l'écart entre les besoins en énergie et la production locale devra être comblé par des *importations de charbon et de pétrole;* le coût de ces importations atteindra en 1975 quelque 5 milliards de dollars aux prix actuels. Pareille dépense risque de grever sérieusement la balance des paiements de certains pays membres.

Au vu de ces conclusions, et considérant la vitesse à laquelle s'accroît pour l'Europe occidentale la nécessité d'importer de l'énergie pour couvrir ses besoins — avec tous les risques que comporte cette situation —, ainsi que la certitude d'une hausse des prix, la commission estime que les pays membres doivent *augmenter encore leur production d'énergie* sous toutes ses formes, compte tenu de considérations d'économie et de sécurité.

Dans l'avenir, il sera nécessaire de faire appel à toutes les sources d'énergie, et *le charbon* demeurera le principal fondement de l'économie énergétique de l'Europe occidentale pendant de nombreuses années. Pour accroître la production de charbon, il faudra donc procéder à des investissements à long terme, mettre au point des méthodes d'extraction améliorées, offrir aux mineurs des conditions de travail et des salaires satisfaisants et faire de l'industrie charbonnière une branche d'activité moderne et stable qui puisse attrirer un jeune personnel de valeur.

Par la suite, des modifications interviendront probablement dans la position concurrentielle de l'industrie charbonnière, et il n'est pas douteux qu'après 1975 *l'énergie nucléaire* remplacera de plus en plus le charbon dans les centrales thermiques. On aura cependant besoin de ce charbon pour d'autres usages pour lesquels l'énergie nucléaire ne saurait le remplacer.

Entre temps, étant donné l'importance que l'énergie nucléaire aura finalement et les problèmes techniques inédits et difficiles que pose l'exploitation de cette forme d'énergie, il convient que les pays membres *fassent ensemble et isolément un effort technologique immédiat et considérable dans le domaine nucléaire.*

Il faut également s'attacher davantage à *équiper les ressources hydro-électriques non exploitées* et à rechercher *de nouveaux gisements de pétrole et de gaz naturel.* Etant donné que les carburants sont de plus en plus utilisés pour les transports de tous ordres, qu'ils sont plus avantageux pour certains usages et qu'ils sont employés de plus en plus souvent à la place du charbon tant en raison du prix plus faible du pétrole que de la pénurie de charbon, la part du pétrole dans la consommation énergétique de l'Europe occidentale augmente rapidement. Les réserves mondiales de pétrole pourront sans doute fournir les quantités de pétrole brut nécessaires, mais les compagnies pétrolières devront effectuer de vastes investissements en Europe occidentale aussi bien que dans les pays d'outre-mer.

La commission attache une importance toute particulière à la *valorisation de l'énergie primaire en formes secondaires* comme le gaz et l'électricité; l'offre de ces produits en quantités suffisantes conditionne non seulement la productivité de nombreuses industries, mais aussi le relèvement du niveau de vie. Ils permettent d'obtenir, à partir des ressources limitées d'énergie primaire, le meilleur rendement et la meilleure adaptation à la demande. Enfin, ces produits peuvent être obtenus à partir de plusieurs sources d'énergie primaire, ce qui donne une souplesse accrue à l'économie énergétique qui, dans certains cas, pâtit de la rigidité inhérente à l'industrie charbonnière.

D'autre part, de l'avis de la commission, de grandes possibilités s'offrent encore d'*économiser l'énergie à tous les stades,* depuis l'extraction et la transformation dans les industries énergétiques jusqu'à l'utilisation finale dans l'industrie consommatrice ou les foyers domestiques. Ces économies peuvent aider à réduire l'écart menaçant entre la production européenne locale et les besoins en énergie, elles ne pourront être obtenues que par des efforts systématiques dans chaque pays membre. L'Agence Européenne de Productivité de l'OECE est appelée à apporter, dans ce domaine, une aide appréciable.

S'adressant plus particulièrement aux gouvernements des pays membres, la commission souligne l'intérêt qu'il y a à *laisser jouer pleinement la concurrence,* afin que le consommateur puisse choisir avec une entière liberté entre les sources d'énergie. Cela implique, d'une part, que chaque pays membre élabore une politique de l'énergie adaptée à sa situation particulière et à ses besoins et ressources propres afin de traiter efficacement les problèmes urgents que posent l'offre et la demande d'énergie. L'adoption par chaque pays d'une telle politique, comportant certaines mesures de coordination entre les différentes formes d'énergie, est la condition préalable à la coordination des politiques des gouvernements en matière d'énergie qui est recommandée par la commission et qui résultera d'une coopération internationale accrue. Il faut, d'autre part, que les gouvernements s'efforcent d'éviter les restrictions législatives ou administratives susceptibles de freiner le développement des sources d'énergie ou de compromettre l'efficacité de leur emploi. En élaborant leur politique générale, économique, sociale et financière, les pays membres devraient peser avec soin les conséquences des régimes fiscaux, des prix-plafonds et de la structure des salaires sur la production et l'utilisation rationnelles de l'énergie.

Le rapport recommande encore aux pays membres plusieurs autres modes de coopération et s'attaque d'une manière nouvelle aux *aspects financiers* du problème de l'énergie. Aussi trouve-t-on dans le rapport, d'importants chapitres sur les prix de l'énergie, sur les incidences que peuvent avoir sur la balance des paiements les importations d'énergie et sur les besoins d'investissements dans l'industrie énergétique pendant la période étudiée. A ce propos, il est recommandé aux pays membres de coopérer par l'apport de capitaux nécessaires à la production d'énergie, et l'élaboration de programmes communs de recherche et d'applications.

La commission, d'autre part, estime que tous les pays membres auraient un égal intérêt à intensifier leur collaboration sous la forme d'échanges d'énergie, d'échanges de main d'œuvre spécialisée dans la production d'énergie, d'échanges enfin d'informations et de données d'expérience.

Dans le chapitre final du rapport, la commission signale qu'elle n'a pu examiner que succintement certains problèmes généraux fort importants touchant à l'énergie et qui nécessiteraient une étude plus détaillée. Elle propose donc la création d'un comité de personnalités choisies pour leur expérience en la matière et qui joueraient auprès de la commission le rôle de conseillers. Ce comité serait appelé, dans l'esprit de la commission, non seulement à étudier les conclusions du rapport et à en suivre la mise en application, mais encore à faire périodiquement le point de la situation et à renseigner la commission sur toute considération d'intérêt majeur qui pourrait se dégager de l'étude de rapports établis par d'autres instances de l'OECE ou de l'étude des statistiques générales concernant l'énergie.

Nous nous réservons de revenir plus en détail sur ce très intéressant rapport, qui traite d'un problème fondamental pour l'avenir de l'Europe Occidentale.

Extrait 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

	Nordostschweizerische Kraftwerke A.G. Baden		Elektra Birseck Münchenstein		Städtische Werke Zofingen		Société des Usines de l'Orbe Orbe	
	1954/55	1953/54	1955	1954	1955	1954	1955	1954
1. Production d'énergie . kWh	985 556 000	877 174 900	—	—	—	—	6 147 000	5 891 000
2. Achat d'énergie . . . kWh	1 659 381 100	1 556 949 900	306 614 000	278 523 300	28 521 000	26 882 100	454 000	703 000
3. Energie distribuée . . kWh	2 477 263 000	2 277 714 000	306 614 000	278 523 300	28 521 000	26 882 100	6 601 000	6 594 000
4. Par rapp. à l'ex. préc. . %	+ 8,8	+ 15,9	+ 10,0	+ 11,93	+ 6,10	+ 6,08	+ 1,06	+ 26
5. Dont énergie à prix de déchet . . . . . kWh	—	—	3 510 300	2 983 700	—	—	1 296 000	1 622 000
11. Charge maximum . . kW	563 300	494 400	61 000	54 700	5 480	5 321	1 100	1 100
12. Puissance installée totale kW	—	—	?	?	—	—	7 984	7 522
13. Lampes . . . . . nombre	1)	1)	479 598	453 443	49 810	48 430	20 560	20 340
13. Lampes . . . . . kW			23 980	22 672	2 107	2 050	647	640
14. Cuisinières . . . . . nombre			18 616	16 896	1 232	1 070	436	417
14. Cuisinières . . . . . kW			104 851	92 800	8 198	7 026	2 985	2 852
15. Chauffe-eau . . . . . nombre			12 915	11 350	2 101	1 886	420	392
15. Chauffe-eau . . . . . kW			27 859	24 400	2 826	2 544	690	649
16. Moteurs industriels . . nombre			32 743	29 944	5 962	5 366	420	305
16. Moteurs industriels . . kW			110 318	103 576	6 818	6 654	1 542	1 418
21. Nombre d'abonnements . . .	—	—	30 470	30 500	2 870	—	1 330	1 300
22. Recette moyenne par kWh cts.	2,67	2,74	4,49	4,37	5,43	5,46	6,3	6,2
Du bilan:								
31. Capital social . . . . . fr.	53 600 000	53 600 000	—	—	—	—	712 000	712 000
32. Emprunts à terme . . . »	145 000 000[2])	145 000 000[2])	—	—	—	—	550 000	575 000
33. Fortune coopérative . . »	—	—	2 483 930	2 376 707	—	—	—	—
34. Capital de dotation . . . »	—	—	—	—	—	—	—	—
35. Valeur comptable des inst. »	241 066 173	242 292 156	12 420 004	9 570 004	490 000	512 800	1 587 826	1 647 826
36. Portefeuille et participat. »	80 125 100	70 813 100	8 008 002	5 500 002	—	—	51 935	53 390
37. Fonds de renouvellement »	89 121 212	83 355 865	—	—	—	—	—	—
Du compte profits et pertes:								
41. Recettes d'exploitation . fr.	70 731 661	66 632 350	13 674 469	12 090 761	1 588 200	1 483 000	602 895	586 743
42. Revue du portefeuille et des participations . . . »	3 056 252	3 025 735	456 141	378 992	—	—	5 003	2 598
43. Autres recettes . . . . »	1 097 081	1 021 581	231 165	196 936	—	—	269 465	480 736
44. Intérêts débiteurs . . . »	5 858 238[3])	5 668 528[3])	467 943	377 312	—	—	37 423	36 008
45. Charges fiscales . . . . »	2 357 333	2 659 117	279 849	267 505	—	—	7 279	16 390
46. Frais d'administration . »	3 317 266	2 417 533	574 066	523 003	182 000	171 100	130 355	203 841
47. Frais d'exploitation . . »	5 740 362	7 843 379	622 450	823 464	128 500	112 900	512 002	446 012
48. Achat d'énergie . . . . »	39 429 878	44 783 548	8 237 241	8 000 960	947 000	908 615	19 767	29 498
49. Amortissements et réserves »	15 191 690	8 829 403	3 196 424	1 682 819	220 900	180 700	88 270	268 737
50. Dividende . . . . . »	2 680 000	2 680 000	—	—	—	—	42 720	42 720
51. En %	5	5	—	—	—	—	6	6
52. Versements aux caisses publiques . . . . . »	—	—	—	—	49 500	71 500	33 509	23 139
Investissements et amortissements:								
61. Investissements jusqu'à fin de l'exercice . . . . . fr.	279 268 756	277 556 613	31 200 475	25 192 491	3 415 500	3 217 500	2 212 826	2 212 826
62. Amortissements jusqu'à fin de l'exercice . . . . . »	38 202 583[5])	35 264 457[4])	18 780 471	15 622 487	2 925 500	2 704 700	625 000	565 000
63. Valeur comptable . . . »	241 066 173	242 292 156	12 420 004	9 570 004	490 000	512 800	1 587 826	1 647 826
64. Soit en % des investissements	86,3	87,3	39,8	38,0	14,3	16,0	71,75	74,5

[1]) pas de vente au détail
[2]) y compris prêt AVS de fr. 60 000 000.—
[3]) y compris les intérêts des fonds
[4]) sans le fonds d'amortissement de fr. 10 280 219.—
[5]) sans le fonds d'amortissement de fr. 10 995 630.—

Rédaction des «Pages de l'UCS»: Secrétariat de l'Union des Centrales Suisses d'Electricité, Seefeldstrasse 301, Zurich 8, téléphone (051) 34 12 12; 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.