

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 29 (1938)
Heft: 9

Artikel: Chauffage électrique du sol dans les cultures forcées : rapport complémentaire
Autor: Strobel, C.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1058972>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 09.02.2026

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

stromlichtbogen, wie aus dem Lichtbogenbild unmittelbar hervorgeht. In der zweiten Halbwelle $0_2 0_3$ treten wieder zuerst Kondensatorenentladungen auf, denen ein Wechselstromlichtbogen folgt (1, 2, 3), dem sich einige Kondensatorschwingungen überlagern, wie aus der verschieden starken, zeitlichen Schwärzung des Lichtbogenbildes zu ersehen ist. Nach 4 treten nur Kondensatorenentladungen auf. Das Oszillogramm ist auch deshalb bemerkenswert,

weil die möglichen Fälle in zwei Halbwellen zu sehen sind.

Die beschriebenen Versuche wurden im Elektrotechnischen Institut der Technischen Hochschule Wien ausgeführt und ich möchte an dieser Stelle Herrn o. ö. Prof. Dr. Ing. E. Wist für sein besonderes Entgegenkommen und die tatkräftige Förderung der Versuche auf das Herzlichste danken.

Chauffage électrique du sol dans les cultures forcées.

Rapport complémentaire

faisant suite à la statistique des couches à chauffage électrique, publiée dans le Bull. ASE 1935, No. 23.

Par C. Strobel, Gruppalto.

621.364.9 : 631.544.4

(Traduction.)

1^o Rétrospective.

Le rapport publié dans le Bull. ASE 1935, No. 23, p. 638 ff., donnait un aperçu des expériences faites à cette époque avec les chauffages électriques des couches. Les positions 1 à 33 h des tableaux indiquaient toutes les données relatives aux couches à chauffage électrique installées en Suisse. Les positions 34 à 78 se rapportaient aux installations étrangères connues.

2^o Les premiers résultats.

Lorsque les différentes données tirées des divers rapports étudiés eurent été classées dans les rubriques I à XV des tableaux, les colonnes VI à X ne continuaient que peu d'indications concordantes au sujet des produits, de la durée de chauffage et des températures, tandis qu'on notait une certaine concordance pour chaque groupe de couches dans les rubriques XIII et XIV, concernant les valeurs spécifiques: W/m^2 de surface de couche et kWh/m^2 et par jour.

Dans la rubrique XV, frais d'installation par m^2 de surface de couche et calculs de rendement économique, l'uniformité faisait à nouveau défaut, ce qui était d'ailleurs naturel dans le cas d'installations d'essai.

Les caractéristiques concernant les trois procédés de chauffage utilisés en Suisse — lit de fumier, eau chaude, électricité — étaient assez concordantes. De plus amples détails sont fournis à ce sujet aux pages 648 à 651 dudit Bulletin.

Les indications relatives aux chauffages installés en Suisse ne donnent que fort peu de renseignements sur la qualification des divers dispositifs et sur la durée du matériel, après ces quelques années de service. Des renseignements plus précis ne pourront être données qu'à la suite de nouvelles enquêtes.

3^o La nouvelle enquête.

Afin de pouvoir établir certaines directives au sujet des couches à chauffage électrique, il était né-

cessaire d'obtenir de plus amples données sur de nouvelles expériences. Le Secrétariat général de l'ASE et de l'UICS adressa donc à quelques entreprises électriques une circulaire, les priant de lui signaler des installations de ce genre et de lui permettre d'obtenir sur place les données nécessaires.

Quatre entreprises déclarèrent ne pas avoir connaissance de chauffages de couches dans leurs réseaux. Six autres fournirent les données désirées.

Pour faire également porter les études sur l'une des grandes installations suisses de cultures forcées, on se renseigna également auprès de la direction de l'Ecole d'Agriculture tessinoise de Mezzana, qui participe à une installation de ce genre.

Les données obtenues figurent aux positions 79 à 90 des tableaux du présent rapport, qui complètent la statistique de 1935.

4^o Les nouvelles données et expériences.

Les nouvelles indications obtenues ne fournissent pas encore tous les détails désirés, car la crise n'a pas permis de demander aux jardiniers des renseignements très détaillés. En Suisse, les couches chauffées à l'électricité ne sont pas très nombreuses, aussi doit-on se contenter des renseignements obtenus, que l'on complètera au besoin par la suite. Ils donnent néanmoins un aperçu des types de couches à chauffage électrique en usage en Suisse. Ces types sont les suivants:

Couches à chauffage par le sol;
Couches à chauffage par le sol et l'air;
Serres à chauffage par le sol;
Chauffages complémentaires de serres par chauffage du sol et de l'air;
Couches d'hivernage;
Serres à espaliers, serres à concombres, blocs.

On a surtout désiré obtenir non seulement des données statistiques, mais également des réponses aux questions suivantes (*a à c*):

a) *Cultures rationnelles.* Pour obtenir une indication sur la durée probable du chauffage, l'époque de la culture forcée et les températures de forçage, et permettre ainsi d'établir le diagramme de charge d'une couche à chauffage électrique, il est nécessaire de pouvoir se baser sur une succession rationnelle des cultures. La consommation d'énergie et les pointes de charge dépendent en effet de la succession et de la simultanéité des cultures. Ainsi, on constate dans le cas 84 une période de forçage durant laquelle la charge dépasse de plusieurs fois la valeur normale.

Quand les cultures se succèdent presque sans arrêt, il est possible d'estimer le revenu et les frais d'une exploitation *annuelle* et de prévoir leur rapport. Malheureusement, il n'a pas été possible d'obtenir des données relatives à des cultures rationnelles. Pour l'instant, il est donc encore impossible de traiter la question du rendement économique de telles installations, à moins de se baser sur des estimations personnelles.

b) *Le fonctionnement des dispositifs électriques.* (En service normal, lors de la mise en service périodique; modifications, réparations); critique des diverses dispositions et du matériel.

Dans le cas 82, le terreau a provoqué une corrosion des pièces de fixation des fils de chauffe nus. Dans le cas de treillis de protection disposés sous le terreau (positions 89 et 90), on n'a pas constaté de corrosions après 2 et 3 ans, bien que dans ce dernier cas le terreau ait dû être maintenu très humide.

Dans les cas 79, 80a, 83b, les câbles de chauffe ont supporté sans dommage des contraintes mécaniques exceptionnelles lors de démontages et de nouveaux montages.

La cause de l'avarie de câble de l'installation 80b n'a pas pu être déterminée avec certitude. Dans d'autres cas, des câbles qui n'étaient pas placés dans un plan horizontal n'ont pas subi de dommage. Dans le cas 80b, de la substance isolante se serait détachée. Les câbles étaient logés dans des tubes, ce qui provoqua un accroissement local de l'échauffement.

Une charge plus faible des câbles de chauffe aurait été plus avantageuse aussi bien pour l'installation 79 que pour l'installation 80b. Dans le cas 81, il se produisit une surchauffe du câble, car la couche inférieure était constituée par des déchets organiques, qui engendrèrent une chaleur supplémentaire par suite de leur fermentation.

La disposition centralisée du dispositif de couplage dans une petite cabine s'est avérée avantageuse pour la durée de ce dispositif (position 79); toutes les connexions sont enfouies dans la terre et le travail du sol a lieu à la fraise.

Dans quelques cas, le chauffage électrique est comparé au chauffage par eau chaude. Ce procédé

standardisé est bien connu des jardiniers, qui n'en ignorent pas les points faibles, ni les modifications qu'il y a éventuellement lieu d'y apporter. Le chauffage électrique des couches est beaucoup plus récent et les jardiniers ne sont pas encore très familiarisés avec certaines parties de son installation.

Il existe encore trop peu d'installations de démonstration. Pour démontrer le fonctionnement de couches modèles, les cultures ne sont pas nécessaires; on peut observer d'autant mieux les diverses parties de l'installation électrique. Il est important de représenter les différentes possibilités de montage et d'indiquer par des graphiques simples les consommations en kWh et les températures en °C. On a noté les opinions de diverses personnes compétentes¹⁾ en horticulture; celles-ci sont généralement d'avis qu'il faut de *couteuses* installations d'essai pour pouvoir constater si les couches à chauffage électrique sont techniquement et économiquement capables de lutter contre la concurrence!

c) *Rendement économique.* Quand les cultures maraîchères s'étendent sur une durée de 2 à 5 mois, on peut tabler sur un bénéfice de 8 à 15 fr. par m², dans les cas indiqués. Ce bénéfice atteint 20 à 50 fr. et même plus, quand il s'agit de plantes ornementales, mais la surface des couches reste plus longtemps occupée. S'il s'agit d'une exploitation pendant toute l'année, ces valeurs augmentent de 10 à 20 fr.

Les frais annuels ont été indiqués dans le Bull. ASE 1931, No. 26. On admettait des frais d'installation de fr. 22.50/m². Les frais annuels atteignaient fr. 7.25/m², en tenant compte de 10 % pour les intérêts, 25 % pour l'amortissement des câbles, 10 % pour l'amortissement du reste de l'installation et fr. 2.— pour 50 kWh. Certains jardiniers indiquent fr. 10.—/m², y compris le travail.

La concurrence tend sans cesse à faire baisser les prix et la qualité des produits. Pour les maraîchers, la marge est très faible (cas 79) ou nulle (cas 87) si les cultures ne se succèdent pas rationnellement durant toute l'année. Pour les plantes ornementales d'un prix plus élevé, le rendement des couches à chauffage électrique est certain. Dans les exploitations de serres à fleurs, où les procédés sont plus délicats, le chauffage électrique est indispensable, à cause des avantages déjà mentionnés d'autre part. Pour les installations 81, 83, 89 et 90, le prix de l'énergie ne jouait donc qu'un rôle secondaire.

Ces installations n'existent toutefois que depuis 3 à 4 ans. Il n'était donc pas possible d'admettre d'autres amortissements que ceux servant de base aux calculs ci-dessus.

¹⁾ Entre autres M. von Wyss, jardinier municipal, Zurich; M. Huber, secrétaire de l'Association des jardiniers professionnels zurichoises; M. Hottinger, jardinier, Zurich; M. Camponovo, directeur de l'Ecole d'Agriculture de Mezzana, etc.

Données concernant des couches à chauffage électrique installées.

Abréviations:

e Chauffage électrique du sol
 a Chauffage électrique de l'air supplémentaire
 chE Chauffage par eau chaude
 S Serre C Couche

No.	Lieu	Objet de l'examen	m ² chauffés	Culture de	Récoltes	Jours jusqu'à récolte	Remarques sur les récoltes	° C			
								Avance meilleur qualité Quant. pl. gr. Plus résist.	à l'extérieur	dans le sol	air de la couche
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
79	Grandes cultures maraîchères Zurich	Ce	Primeurs	800	divers légumes	Pendant la saison la plus défavorable, surtout fin hiver	normal, selon les espèces	satisfaisantes	—	—	—
80a	Horticulteur à Zurich	Chauffage él. de tablettes et chE air	Tablette à multiplication	~ 7	divers genres de fleurs	—	—	—	—	—	—
80b	Horticulteur à Zurich	Se Ce	Primeurs et plantes ornementales	~ 240	divers légumes et plantes	Pendant la saison la plus défavorable	—	—	—	—	—
80c	Ecole d'Agriculture Waedenswil	Ce	Essais	10	chicorées	Fin hiver	8	—	—	—	—
80d	Autres installations du canton de Zurich, p. ex. horticulteur à Erlenbach près Zurich	Ce	Primeurs et plantes ornementales	18	entre autres: concombres; plantes ornementales	—	—	—	—	—	—
81a	Horticulteur à Bassersdorf près Zurich	Se	Fleurs	~ 12	diverses plantes en pots; semis et plantons	Pendant la saison la plus défavorable	normal, selon les espèces	satisfaisantes	—	—	—
81b		Ce	Fleurs	~ 15	id.		—	—	—	—	—
82a	Cultures privées à Winterthour	sSe à chE air	Forçage et hivernage pour besoins personnels	~ 10	s, r, co, m, to, fleurs	Printemps	semis de radis: semis de salades:	très bonnes	++	—	—
82b		Ce	Forçage et hivernage pour besoins personnels	~ 12	s, r, co, m, plantes ornementales				18 à 25	10 à 18	
83a		au début: sSe ↑ à chE air ↓ après transf. sSe + a	Forçage et multiplication de fleurs	26	diverses plantes en pots, id. tulipes, plantons de géraniums	Pendant la saison la plus défavorable	—	—	—	—	15 à 25
83b	Horticulteur à Winterthour		Forçage et multiplication de fleurs	13 (sol) et 26 (air)	id.		normal, selon les espèces	satisfaisantes	—	—	—
84	Horticulteur près St-Gall	Ce	chicorées	5 + 5 = 10	chicorées	Fin hiver	~ 18	280 kg; très satisfaisantes; bonne qualité	—	20; év. jusqu'à 25 au début	—
85	Horticulteur à Zurzach (Arg.)	Ce	Fleurs et légumes	55	divers primeurs et plantes ornementales	—	26 à 30	très satisfaisantes	—	régulièrement 15	—

Abréviations:

s Salades to Tomates
 r Radis
 co Concombres N Tarif de nuit
 m Melons + Satisfaisant

Données concernant des couches à chauffage électrique installées.

Tableau I.

A disposition (courant alternatif)	Dispositifs électriques	Puissance installée		Consommation		Rendement économique et remarques diverses
		W	W/m ²	kWh	kWh/m ² par jour	
XI	XII	XIII	XIV	XV		
6000/380 V Transformateur Δ 100 kW, dans cabine d'un petit poste de couplage	Du côté accessible du poste de couplage se trouvent les compteurs, interrupteurs de blocage et fusibles, interrupteurs et commutateurs. Au total env. 4000 m de câbles de chauffe, recouverts d'un treillis métallique à grandes mailles et 25 cm de terreau. Chaque série de couches réglable $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$. Toutes les connexions sont profondément enterrées, permettant le travail à la fraise (apr. enlev. d. entourages).	~ 100 kW	~ 125	par hiver 1933/34, 34/35 chaque fois env. 17 à 18 000		Frais de chauffage: Fr. —,80/m ² et y compris fumure: Fr. 1,20/m ² par rapport à Fr. 1,50/m ² avec lit de fumier (sans travail). — A cause de cela et de bons débouchés en ville, le rendement est assuré.
220 V jusqu'à ce que le chauffage par eau chaude ait été étendu.	Un câble de chauffe de 60 m, pour 20 W/m.	~ 1200	—	—	—	
— jusqu'à nouvel ordre, par suite de révision.	—	—	—	—	—	
—	Câbles de chauffe par le sol.	—	— 162	~ 2	—	
3 ~ 380 V	36 m tubes de chauffe Zweifel-Oerlikon, en 3 groupes parallèles dans un espace vide ménagé sous le terreau.	4400	~ 240	—	—	
3 ~ 380 V	Sur un tableau installé dans l'anti-chambre se trouvent (avec le dispositif d'éclairage, etc.) tous les fusibles, interrupteurs et commutateurs pour 4 câbles de 65 m chac., ~ 25 W/m, dont la puissance est réglable par échelons. Sous une mince couche de terreau se trouve une couche de déchets de cuir (donnant elle-même une cert. chaleur). Au début, les câbles étaient directement placés sur cette dern. couche; par la suite, ils le furent dans une mince couche de sable séparant ces 2 couch., afin d'éviter une surchauffe.	total ~ 6500	~ 250 en moyenne	—	—	Cette installation très bien disposée est en service depuis 1932. Le guipage des câbles de chauffe s'est désagrégé par suite de la surchauffe du début (voir ci- contre)
18 à 22 V Transformateur Δ 380/220 V A l'époque la plus défavorable de l'année, jusqu'à 9 h N à 4,5 cts./kWh	Contre la paroi intérieure, au-dessus du transformateur se trouvent un coffret de manœuvre, un interrupteur horaire réglable et 6 fusibles; ces derniers servent également à déclencher les 3 circuits de chauffe, servant aussi bien à la serre qu'aux couches. — Fils de chauffe nus, logés sur cadres en bois dans du terreau de feuilles. Aucun réglage de la puissance de chauffe.	3000	110 à 180	pour légumes au 1er trimestre 1934 1450	0,75	Les frais d'installation sont élevés: Fr. 65.—/m ² , par suite de conditions anormales et de longs câbles d'aménée. Durant les grands froids, il est nécessaire de doubler les châssis et de prévoir des paillassons.
220 V A l'époque la plus défavorable de l'année, jusqu'à 9 h N à 4,5 cts./kWh	Interrupt. horaire réglable; interrupt. et commut. individuels et boîtes de connexions p. chauff. du sol et de l'air disposés contre la paroi intér. de la serre. — Au début 4 câbles de chauffe du sol de ~ 110 m chacun (2 par moitié de serre.) Les 2 câbles de chauffe du sol d'une moitié de serre furent ens. démontés et utilisés au chauff. de l'air des deux moitiés de serre. — Chauff. du sol et de l'air régl. séparément. $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$.	4000	~ 150	—	—	
8 h N + év. 1 h midi à 4 cts./kWh; en hiver	Câbles de chauffe du sol.	1500	~ 150	En hiver 1934/35 max. 200	max. 1,2 à 1,35	Frais d'installation Fr. 26.—/m ² . (Pour le forage, on recommande des valeurs jusqu'à 2,0, le reste du temps au maximum $\frac{1}{3}$ de cette valeur.
380/220 V Point neutre directement à la terre. N à 3,75 cts./kWh; en hiver	Câbles de chauffe du sol dans 4 séries de couches; à 3 groupes chacune, réglables $\frac{1}{3} + \frac{2}{3}$.	7700	~ 140	—	—	Frais d'installation Fr. 18.—/m ² . En service depuis le 1er février 1932. Donne toute satisfaction.

Données concernant des couches à chauffage électrique installées.

Abréviations:
 e Chauffage électrique du sol
 a Chauffage électrique de l'air
 s supplémentaire
 chE Chauffage par eau chaude
 S Serre C Couche

No.	Lieu	Objet de l'examen	m ² chauffés	Culture de	Récoltes	Jours jusqu'à récolte	Remarques sur les récoltes	Avance meill. qualifié Quant. pl. gr. Plus résist.	° C		
									à l'extérieur	dans le sol	air de la couche
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
86a	Cultures privées à Olten	Ce	—	—	—	—	—	—	—	—	—
86b	Cultures priv. à Liestal près Olten	Ce	—	—	—	—	—	—	—	—	—
87a	Grandes cultures maraîchères au Tessin	Bloc à légumes à chE air et chaudière électrique	Primeurs	~1200	To, co et autres	—	—	satisfaisantes	—	—	—
87b											
88a	2 horticulteurs à Kloten	Ce Ce	—	—	—	—	—	—	—	—	—
88c	Horticulteur à Clarens	Ce	—	—	—	—	—	—	—	—	—
89a	Horticulteur à Kriens (Lucerne)	sSe à chE air	Fleurs	16,5	diverses fleurs en terre	—	—	—	—	—	réglée par thermostat à 14—15; régulièrement
89b											
90	Horticulteur à Küssnacht (Schwyz)	Se	Culture et hivernage de fleurs	24	diverses fleurs en terre	—	—	très satisfaisantes	—	—	selon temp. air. Durantes grands froids, réglage à 5—6° seulement

Die Elektrizität an der 22. Schweizer Mustermesse vom 26. März bis 5. April 1938 in Basel.

Messebericht, zusammengestellt vom *Generalsekretariat des SEV und VSE* (M. Baumann).

(Fortsetzung von Seite 166 und Schluss.)

Elektrische Maschinen und elektromotorische Anwendungen.

Die Firma H. A. Schlatter & Co., Elektrische Schweissmaschinen, Zollikon, zeigte an ihrem Stand ausser ihren Lichtbogen-Schweisstransformatoren MGCO verschiedene Typen von Widerstands-Schweissmaschinen. Es waren Modelle für jeden Verwendungszweck und jede Leistung vom feinsten Präzisions-Tischschweissapparat bis zur robusten Ständer-Punkt- und Stumpfschweissmaschine zu sehen. Für Mehrfach- und Projektions-Punktschweissung werden solche auch mit paralleler Armführung gebaut. Aufsteckbare Nahtschweissrollenköpfe mit direktem Motorantrieb modernster Bauart und regulierbarem Geschwindigkeitsgetriebe gestatten die Nahtschweissung für jeden Bedarf und die rasche Um-

stellung einer Punktschweissmaschine in eine solche für Nahtschweissung. Zur Regulierung der Schweisszeit dienen die röhrengesteuerten Microterm-Schweisszeitregler mit einem Regelbereich von $3/100$ bis 3 Sekunden für Punktschweissmaschinen und mit bis zu 8 Unterbrechungen pro Sekunde für Nahtschweissmaschinen. Rundeisen bis 25 mm \varnothing und Bänder bis zu 60 mm Breite lassen sich vorteilhaft auf den ausgestellten Abschmelz- und Stumpfschweissmaschinen schweissen.

Die in verschiedenen Modellen ausgestellten *Microweld*-Drahtschweissmaschinen finden in erster Linie in der Drahtindustrie Verwendung und gelangen in der Hauptsache zum Export.

Die MGCO-Lichtbogen-Schweisstransformatoren sind regensicher und leicht fahrbare. Sie werden für 15 bis 160, 20