

| | |
|---------------------|---|
| Zeitschrift: | Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles |
| Herausgeber: | Société Vaudoise des Sciences Naturelles |
| Band: | 63 (1945-1948) |
| Heft: | 266 |
| Artikel: | Dispositif d'étude de l'action biologique du champ électrique terrestre |
| Autor: | Joyet, Gustave |
| DOI: | https://doi.org/10.5169/seals-273567 |

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: 16.01.2026

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

BULLETIN DE LA SOCIETE VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

Vol. 63

1946

N° 266

Dispositif d'étude de l'action biologique du champ électrique terrestre

PAR

Gustave JOYET

(Séance du 11 juillet 1945)

Résumé.

Des recherches antérieures ayant montré qu'il n'est pas possible de mettre en évidence une action biologique nette des ions contenus dans l'air ambiant, nous avons voulu compléter nos travaux en examinant l'action de l'élément champ électrique de l'électricité atmosphérique. Dans ce but, nous avons réalisé une installation expérimentale de plein air qui comporte des plans d'essai pour végétaux soumis à des champs électriques artificiels verticaux positifs ou négatifs, moyens ou intenses, ou encore nuls. Les divers champs créés, agissant en permanence sur les végétaux d'essais — dans le cas particulier des blés — durant le développement complet de la plante, doivent permettre de mettre nettement en évidence l'action ou la non-action biologique du champ électrique terrestre.

§ 1. Introduction.

Cette étude se situe en marge de l'orientation générale habituelle des travaux du Centre anticancéreux romand. Commencée en 1936, elle avait été suscitée par une série de recherches de VLÈS *) et DE COULON^{1, 2, 3} où ces auteurs tentaient de démontrer une action de l'électricité atmosphérique sur l'apparition des cancers spontanés dans un grand élevage. VLÈS faisait dépendre cette action d'une fonction, le *coefficient de circulation efficace*

$$\sigma = a V \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right)$$

*) FRED VLÈS, professeur de physique biologique à Strasbourg, déporté par l'occupant, n'est pas rentré en France. Il fut durant une dizaine d'années — jusqu'à la mort d'ANDRÉ DE COULON — l'initiateur et le collaborateur de nombreux travaux du Centre anticancéreux romand. Esprit d'une grande ampleur, imagination scientifique fertile, il laisse derrière lui un nom-

où V est le potentiel positif ou négatif du sujet par rapport au sol, λ la conductibilité de l'air ambiant, a et λ_0 des constantes fixées par les conditions expérimentales particulières. Des valeurs déterminées de σ , établies statistiquement par des mesures périodiques de λ et de V , favoriseraient la cancérisation.

Comme, d'une part, la méthode statistique et d'observation de VLÈS et DE COULON nous avait paru fournir des résultats contestables, et que d'autre part la notion de coefficient de circulation efficace de VLÈS, si ingénieuse qu'elle soit, n'avait pas une signification physique précise, nous avons été amenés à poser différemment le problème de l'action biologique de l'électricité atmosphérique. Nous avons substitué la méthode expérimentale à la méthode d'observation de variations concordantes et nous avons, dans nos expériences, séparé les deux éléments fondamentaux de l'électricité atmosphérique : *le champ électrique et les charges électriques*.

En ce qui concerne les *charges* ou *ions* de l'air ambiant, nous avons montré antérieurement^{4, 5}, en faisant vivre longuement des animaux dans des atmosphères artificiellement chargées, positives ou négatives, surionisées ou sous-ionisées, que l'on ne parvient pas à mettre nettement en évidence une action du signe ou de la densité des charges, soit sur le développement de l'animal normal, soit sur le développement des cancers greffés ou mieux des cancers provoqués par voie chimique. La surionisation des atmosphères artificielles a atteint, en permanence, 40 000 ions légers par cm^3 positifs ou négatifs dans les atmosphères unipolaires, des deux signes dans les atmosphères bipolaires. Les tests biologiques observés étaient la température animale, l'accroissement pondéral, la vitesse de sédimentation des hématies, le taux d'hémoglobine, la sensibilité des sujets aux différences d'ionisation, l'accroissement en volume des greffes de tumeurs et enfin, la courbe statistique d'apparition des papillomes et des cancers provoqués par voie chimique⁶. Quelques-uns de ces tests ont paru tout d'abord très légèrement sensibles aux différences d'ionisation, mais ces différences ne se sont pas confirmées dans les expériences ultérieures⁶. Dans l'ensemble, notre enquête expérimentale a donné un résultat négatif. Il n'est pas possible de mettre nettement en évidence une action biologique quelconque des ions légers de l'air ambiant.

bre considérable de publications scientifiques ayant trait à des sujets de physique, de physico-chimie biologique et de cancérologie. Son nom restera surtout attaché à l'introduction en France de l'enseignement de la physique biologique et médicale, enseignement qui a été heureusement publié.

A.-L. TCHIJEVSKY⁷, seul ou en collaboration avec VASSILIEV⁸, affirme pourtant, en observant des tests souvent analogues aux nôtres, que ces tests sont presque toujours modifiés par une exposition à l'air ionisé. Mais à supposer que les résultats positifs de TCHIJEVSKY et de ses collaborateurs soient confirmés par d'autres expérimentateurs, il faut remarquer que la méthode de production de l'air ionisé est tout à fait différente de celle que nous avons appliquée. TCHIJEVSKY⁹ place au-dessus des sujets reliés au sol une sorte de grille métallique pourvue de pointes et connectée à une haute tension, positive ou négative de 60 à 80 kV. L'effluve électrique issu des pointes soumet le sujet à un arrosage intense d'ions soit positifs, soit négatifs, de 10^5 à 10^{10} ions par cm^2 et par sec. Mais le sujet ne se trouve pas seulement plongé dans une atmosphère ionisée unipolaire ; il est en outre soumis, sur sa surface, à un champ électrique de l'ordre de quelques centaines de volts par centimètre et parcouru par un courant électrique de 0,1 à 0,5 mA qui peut, biologiquement, n'être plus négligeable. Par ailleurs, l'effluve produit une transformation chimique de l'air, par la production d'ozone notamment. L'ensemble du traitement est analogue à un traitement médical par effluve ou faradisation. Son action n'autorise aucune déduction sur le rôle des ions de l'électricité atmosphérique où les charges sont soumises à un champ faible ou nul.

Cette absence d'action biologique décelable des ions de l'air ambiant s'explique par la forte ionisation des tissus des êtres vivants. Ces tissus contiennent des cristalloïdes ionisés et des colloïdes également chargés, positivement ou négativement. Les densités de charge positive ou négative par unité de volume sont d'un ordre de grandeur tout à fait différent de celui que l'on trouve dans les gaz. La seule présence de potassium dans le sang, par exemple, où l'on en trouve environ 2 milligrammes par centimètre cube, donne 10^{19} cations de potassium pour le même volume. L'air atmosphérique qui pénètre dans les poumons contient 3 à 600 paires d'ions légers par cm^3 et 5 à 10 000 ou 20 000 paires d'ions lourds. A supposer que les ions aériens de l'un ou de l'autre signe soient complètement captés dans les alvéoles, et même en considérant une durée assez longue, ils ne pourraient cependant pas modifier d'une façon notable la charge ionique positive ou négative du sang.

Nous avons vu ailleurs¹⁰ que les ions légers sont des édifices polymoléculaires dont la nature matérielle varie avec le signe. La capture d'un ion par la paroi pulmonaire pourrait alors être accompagnée de l'adsorption d'un groupe de molé-

cules dont la nature chimique varie avec le signe de l'ion. La capture ionique peut provoquer une adsorption matérielle, de vapeur d'eau ou d'oxygène par exemple, pour les ions négatifs. En 24 heures, un homme adulte qui respire 25 fois par minute un $\frac{1}{2}$ litre d'air, absorberait un poids de l'ordre de 10^{-9} mg d'oxygène supplémentaire par la capture ionique, si les ions négatifs sont formés de deux molécules d'oxygène.

Cette quantité est non seulement négligeable eu égard aux 6 à 800 g d'oxygène absorbés par la respiration dans le même temps, mais même si les ions étaient doués d'une activité biologique particulière, l'on n'a pas d'exemple de substance biologiquement active pour l'homme à dose aussi faible (milliardième de mg).

Les charges n'ayant pas d'action, on doit se demander si l'élément *champ électrique* de l'électricité atmosphérique en exerce une.

Sur la surface du globe, dans le voisinage du sol, en terrain découvert et horizontal, on sait que l'on peut observer habituellement un champ électrique vertical de 100 à 200 V/m, dirigé le plus souvent de haut en bas, la terre étant négative relativement à l'espace. Ce champ qui varie constamment en grandeur, peut être annulé ou changer de signe en période orageuse. Il est annulé ou très atténué par la présence de tout obstacle conducteur : maison, arbre, buisson, végétation, homme ou animal, ces obstacles constituant une déformation de la surface équipotentielle de la terre. La figure 1 esquisse l'allure des sur-

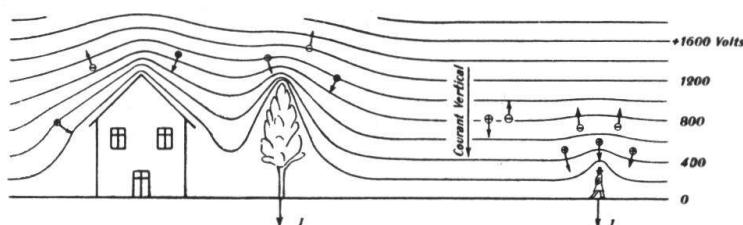


FIG. 1. — Surfaces équipotentielles du champ électrique terrestre et courant vertical.

faces équipotentielles au voisinage du sol plan et des obstacles en période tranquille non orageuse.

On sait encore que la faible teneur en produits radioactifs du sol et de l'atmosphère engendre un rayonnement ionisant qui détermine une production constante d'ions dans l'atmosphère. Cette production, maintes fois mesurée, à laquelle s'ajoute l'effet ionisant des radiations cosmiques, est de l'ordre de 5 à 15 I (paires d'ions par cm^3 et par sec ; ST. MEYER u. E.

SCHWEIDLER¹¹⁾. Les ions formés disparaissent par recombinaison ou sont adsorbés par les noyaux hygroscopiques ou les poussières en suspension, transformant ces éléments en ions lourds. Sous l'effet du champ, les ions positifs descendant, les ions négatifs montent dans l'atmosphère, avec une vitesse de déplacement uniforme proportionnelle au champ vertical E et à la mobilité k de l'ion considéré. Ce double mouvement de charges engendre le *courant vertical* dont l'intensité i mesurable est donnée par la formule :

$$i = eE(n_+ k_+ + n_- k_- + N_+ K_+ + N_- K_-)$$

e étant la charge élémentaire, n et N les densités des petits et des gros ions, k et K les mobilités de ces deux types d'ions. La mobilité des ions lourds étant 1000 à 10 000 fois plus faible que celle des ions légers, leur contribution au courant vertical n'est de l'ordre que du pour cent malgré une densité 10 à 20 fois plus élevée.

On peut établir mathématiquement et vérifier assez bien expérimentalement l'équilibre qui s'établit entre la production d'ions et leur disparition par les phénomènes de recombinaison, d'adsorption sur les noyaux et d'entraînement par le champ.

Dans ces conditions, il arrive sur sol plan un courant de $2 \cdot 10^{-16}$ A/cm² environ *). Toute la végétation située en terrain découvert est donc non seulement soumise au champ électrique terrestre, mais encore traversée — arrosée en quelque sorte — par le courant vertical qui la parcourt de la cime à la base. Ce courant est ainsi très faible. Pour un homme en terrain découvert également, on peut calculer, en l'assimilant à un ellipsoïde de révolution, d'axe vertical, qu'il est de l'ordre de 10^{-10} A. Comme terme de comparaison, parmi les courants physiologiques les plus faibles, signalons que l'électroencéphalographie met en évidence à la surface du crâne des courants ondulés de l'ordre de 10^{-7} à 10^{-8} A. Si le courant vertical a une action biologique quelconque, on peut s'attendre à ce que celle-ci soit très difficile à déceler.

En milieu aérien, les radiations ionisantes étant toujours présentes, il n'est pas possible d'instaurer un champ électrique sans engendrer simultanément un transport d'ions, c'est-à-dire un courant. On ne peut donc pas séparer l'étude biologique de l'action du champ de celle du courant — il est vrai très faible —, qui l'accompagne.

Par ailleurs, l'étude de l'action du champ électrique ter-

*) Ce courant atteint 10^{-14} A/cm² en montagne (C. DORNO¹²).

reste présente une autre difficulté qui est celle de sa grande variabilité. Par temps orageux ou même par temps clair, le champ varie constamment et déjà d'un instant à un autre, en présentant assez fréquemment des changements de signe. La figure 2 montre un enregistrement du champ au cours de 24

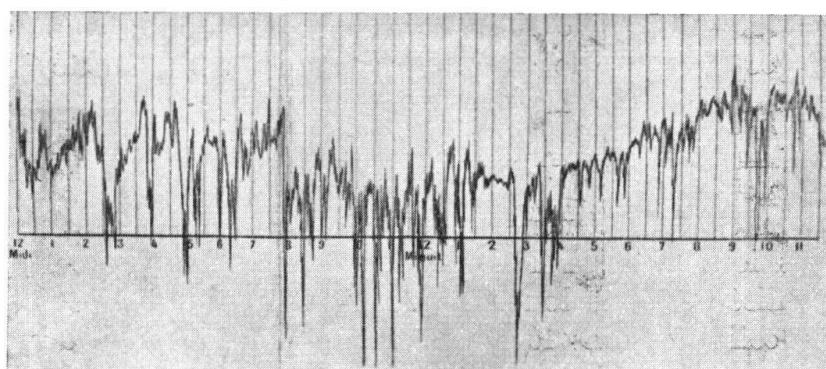


FIG. 2. — *Enregistrement du champ électrique terrestre au cours de 24 h.* (B. CHAUVEAU).

heures, effectué à Paris (B. CHAUVEAU¹³, t. II). D'autre part, les tests biologiques que l'on peut observer tels que développement de la taille, du poids, de la teneur en telle ou telle substance d'un sujet, sont des phénomènes à marche très lente. Il n'est pas possible, de mettre en relation les variations brusques du champ avec les variations lentes et à retardement des tests biologiques observés.

Cette difficulté nous a conduits à repousser la méthode d'*observation* des variations concomitantes du champ naturel pour adopter une méthode *expérimentale* où l'on substitue, au champ naturel, des champs électriques artificiels constants, de valeur ou de sens variables d'une expérience à l'autre.

§ 2. Position du problème expérimental.

Comme les animaux habituels d'expérience, souris, rat, cobaye, lapin, vivent normalement à l'abri du champ terrestre, il n'était pas indiqué de les prendre comme sujet d'étude. Nous leur avons préféré un végétal qui croît en terrain découvert où il se trouve toujours soumis aux intensités habituelles du champ électrique terrestre : *le blé*. Ce choix était encore favorisé par le fait que la Station Fédérale d'Essais de Semences, à Lausanne, pouvait mettre à notre disposition des semences déjà étudiées, sélectionnées, ainsi qu'un terrain avantageusement disposé pour les essais.

Le champ électrique vertical, créé au-dessus de chaque plan d'essai, est réalisé entre deux grilles métalliques planes et carrees (180×180 cm), disposées l'une au-dessus de l'autre dans des plans parallèles et quasi-horizontaux, à 180 cm de distance. L'une des grilles, fixée sur le sol et reliée électriquement à un conducteur soigneusement mis à la terre, délimite le plan de chaque essai. C'est dans les mailles de celle-ci (9×9 cm, fil de fer galvanisé de 2 mm) que les blés sont ensemencés, à raison d'un plant sur deux mailles, en quinconce. La grille supérieure isolée de chaque essai, est chargée à une tension continue convenable, positive ou négative. Cette charge engendre le champ électrique vertical désiré dans l'espace situé entre les deux grilles.

Comme il s'agit de mettre en évidence l'action du champ terrestre, *l'ordre de grandeur* du champ artificiel appliqué aux essais, doit être le même que celui dont on veut étudier l'action. Dans les essais à champ artificiel moyen, les grilles supérieures chargées à 400 V engendent un champ moyen de 200 V/m environ. Il est intéressant d'*intensifier* ce champ en le triplant pour examiner si les actions biologiques recherchées croissent avec lui (grille supérieure chargée à 1300 V). Il est d'autre part tout naturel d'*inverser* le champ en lui gardant sa valeur absolue, et aussi d'*intensifier* le champ inversé en le triplant comme le champ positif. Enfin, il est normal d'*annuler* le champ terrestre en constituant des essais en cage de Faraday.

Par ailleurs, comme le terrain et le milieu ambiant peuvent présenter des différences de propriétés physiques ou chimiques d'un plan d'essai à un autre susceptibles d'influencer la végétation, il convenait de *doubler* les essais à conditions électriques semblables en les plaçant à une certaine distance les uns des autres. En tenant compte de ces directives, l'installation complète a comporté les 10 essais suivants :

| | |
|---------------------------------|-----------------|
| 2 essais à champ moyen direct, | E |
| 1 essai à champ fort direct, | $3,25 \cdot E$ |
| 2 essais à champ moyen inverse, | $-E$ |
| 1 essai à champ fort inverse, | $-3,25 \cdot E$ |
| 2 essais en cage de Faraday, | $E = 0$ |
| 2 essais à champ naturel. | |

La figure 3 représente la disposition de principe des divers essais alignés sur une même bande de terrain d'une trentaine de mètres de longueur. Il convenait de placer aux extrémités de la bande les essais à champ naturel pour les soustraire, de même que les cages de Faraday, à l'influence à distance des champs

artificiels. D'autre part, les essais voisins à champs inverses devaient être plus éloignés les uns des autres que les essais à champs de même sens. Nous verrons plus loin, par les mesures de champ, les déformations des surfaces équipotentielle qui sont résultées de la proximité réciproque des plans d'essais.

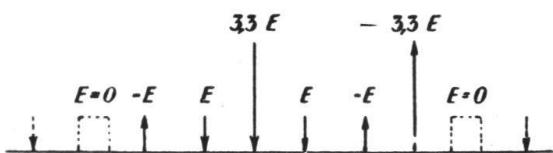


FIG. 3. — Schéma de principe de l'installation à champs électriques variés.

périeure de chaque plan d'essai était portée par 4 poteaux de bois, par l'intermédiaire d'isolateurs de porcelaine, vissés sur la tête du poteau (isolateurs courants de lignes aériennes à basse tension). Nous nous sommes avisés ultérieurement que cette disposition était défective. Les poteaux de bois étant passablement conducteurs relativement à la porcelaine se trouvent être, jusqu'à leur sommet, à peu près au potentiel du sol. Il résulte de cette disposition des surfaces équipotentielle en

forme de cuve esquissées dans la figure 4. Le champ artificiel créé est intense dans le voisinage de la grille, mais très faible au niveau du sol. Il n'agit véritablement sur les plants de blé que lorsque ceux-ci ont atteint la taille adulte, n'ayant qu'une faible action pendant la période la plus active de la croissance. Cette disposition, qui avait l'avantage d'être simple et peu coûteuse, ne fut utilisée que pour les expériences de 1937. Elle fut remplacée dans les essais suivants par l'installation plus rationnelle de la figure 5.

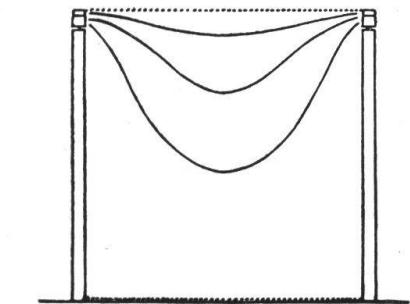


FIG. 4. — Esquisse des surfaces équipotentielles dans l'installation d'essai, avec grille supérieure sur poteaux.

Dans celle-ci, l'ensemble des grilles chargées est suspendu à deux câbles porteurs tendus entre 4 poteaux. Les grilles suspendues se trouvent à peu près dans un même plan, légèrement incliné et parallèle au plan du sol. 4 tirants obliques, vissés aux câbles en des points bien déterminés, soutiennent chaque grille par l'intermédiaire de 4 isolateurs. Avec sa portée d'une vingtaine de mètres, le dispositif ressemble à un petit pont sus-

§ 3. Installation expérimentale.

Dans une première réalisation de l'installation d'étude, la grille su-

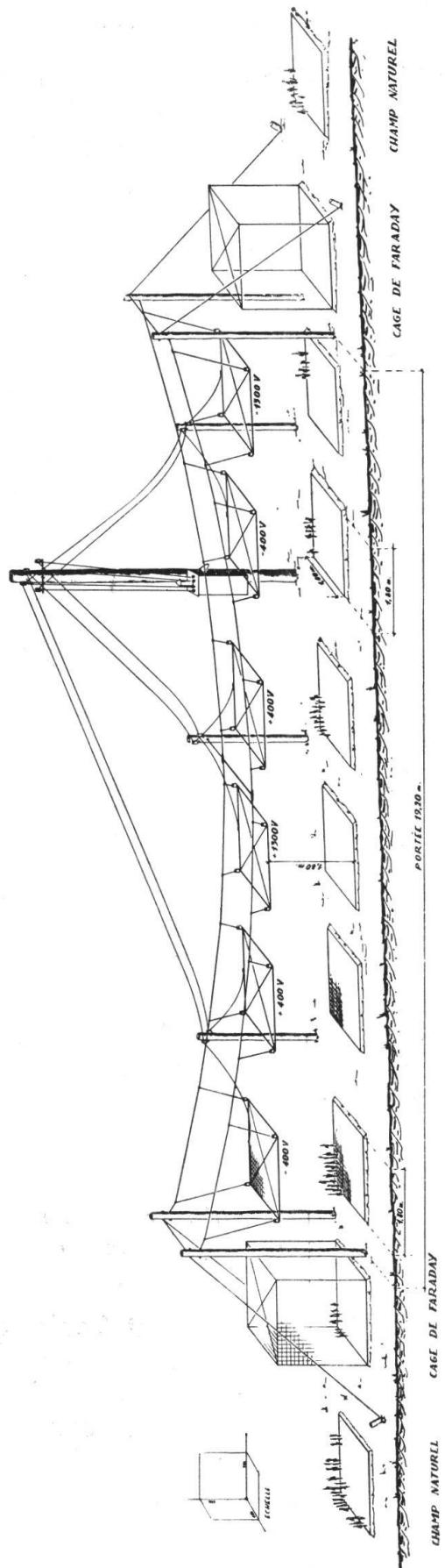


FIG. 5. — Installation pour l'étude du champ électrique terrestre.
Les grilles différemment chargées sont suspendues à deux câbles porteurs.

pendu, les grilles supérieures formant le tablier du pont. On trace, avec la méthode appliquée en génie civil, et après avoir effectué un relevé du terrain, la figure d'équilibre du câble et des pièces suspendues. Le tracé permet de déterminer à l'avance les longueurs des câbles et des tirants, avec la position des nœuds de suspension, pour éviter tout tâtonnement au cours du montage, les pièces détachées étant préparées à l'avance. Des tirants latéraux assurent la stabilité de l'ensemble et sa résistance au vent.

Les cages de Faraday sont placées entre les tirants des poteaux porteurs et les essais à champ naturel aux deux extrémités de l'installation, orientée de l'ouest à l'est.

La distribution électrique s'effectue à partir d'un poste central qui livre 4 tensions continues de ± 400 et ± 1300 V. Ces tensions sont connectées aux grilles par des fils aériens qui montent tout d'abord à un poteau élevé puis en redescendent sur des petits poteaux latéraux d'où la distribution aux différentes grilles s'effectue. Les lignes sont naturellement latérales et extérieures pour éviter toute déformation notable des champs.

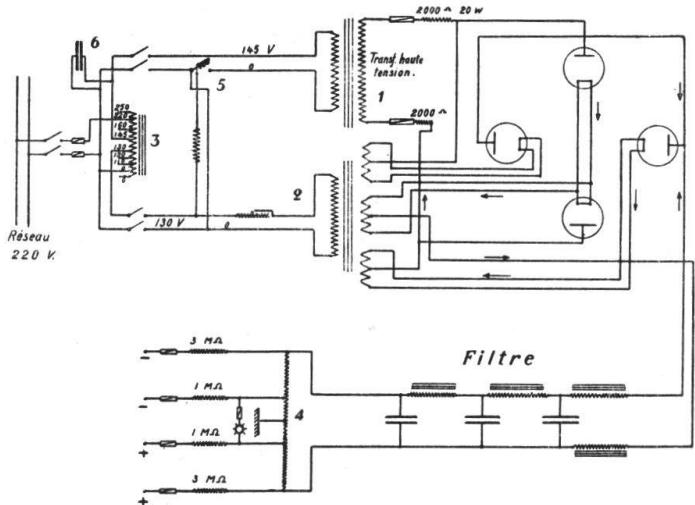


FIG. 6. — Schéma des connexions du poste redresseur pour tensions continues.

Malgré les tensions relativement élevées qui sont employées, les grilles chargées peuvent être touchées à la main sans danger. Des résistances de protection de 1 et 3 mégohms intercalées en série à la sortie de l'appareil à tensions élevées (voir le schéma de la figure 6) limitent à quelques dixièmes de milliampères le courant en cas de mise à la terre accidentelle. Des essais ont montré que ce courant est parfaitement supporté par l'homme.

Par ailleurs, la capacité électrostatique des grilles et des conducteurs est trop faible pour qu'il se produise une décharge au moment du contact.

La présence des résistances de protection imposait des isolateurs de résistance ohmique très élevée pour que, même en

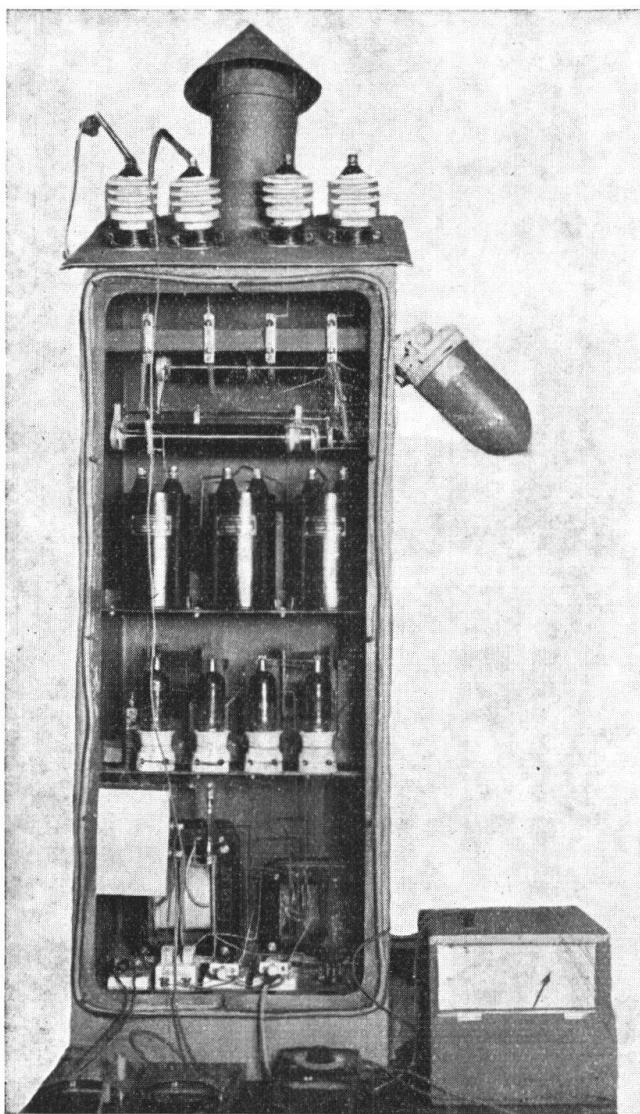


FIG. 7. — Poste redresseur étanche pour tensions continues.

temps de pluie, les tensions soient pleinement maintenues sur les grilles. Des isolateurs-supports de porcelaine, de ligne électrique aérienne à basse tension, de 10 cm de hauteur, ont parfaitement satisfait à cette exigence. Une grosse pluie ou une charge de neige ne modifiaient pas la tension des grilles.

Le poste d'alimentation en tensions continues dont le schéma

est représenté par la figure 6 est constitué par un transformateur et un redresseur de tension du type *Graetz* à 4 lampes redresseuses à gaz (redressement à 2 voies). Les transformateurs de haute tension 1 et de chauffage 2 sont séparés. Un auto-

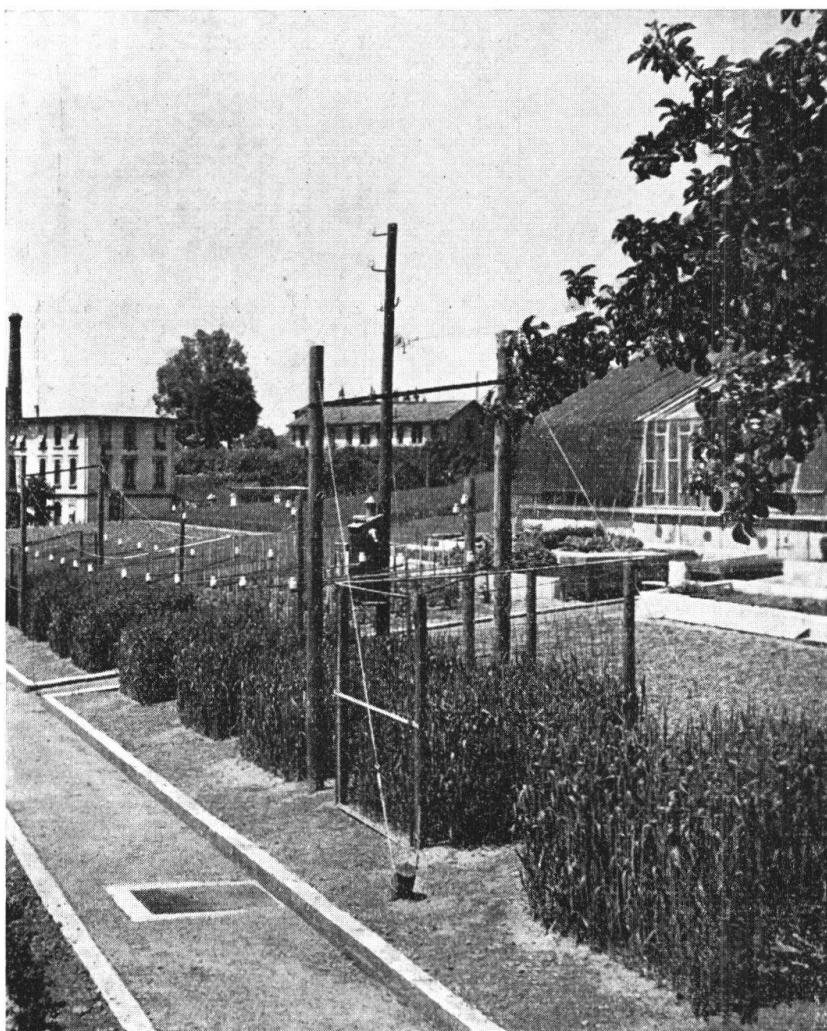


FIG. 8. — Vue générale de l'installation d'expérimentation.

transformateur 3 permet un ajustage de la tension. Le courant redressé est filtré par un filtre à 3 cellules qui comporte 3 condensateurs de $1 \mu F$ et 4 self-induction de 20 Hy. Il en est résulté une fluctuation des tensions de sortie que nous avons mesurée inférieure au millième. Les tensions de sortie qui alimentent les grilles sont prises sur un potentiomètre 4 dont le point milieu est relié au sol. Un relais à action différée 5 enclenche le transformateur à haute tension 1, 90 secondes après la mise sous tension de l'appareil, pour permettre un chauff-

fage préalable des lampes redresseuses à vapeur de mercure (Philips DCG 1/125). Un condensateur 6 à l'entrée, ramène le $\cos \varphi$ de l'installation à 1.

L'ensemble de l'appareil est logé dans une boîte de tôle à fermeture étanche, suspendue au poteau central à hauteur d'homme pour faciliter les contrôles de fonctionnement. Des trous percés en quinconce dans un plancher double, et une cheminée, également double, assurent la ventilation de l'appareil tout en excluant l'humidité.

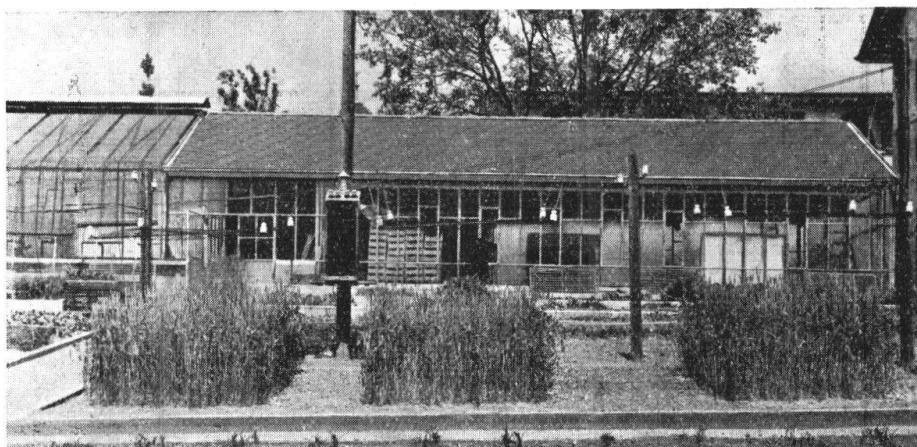


FIG. 9. -- Vue partielle de 3 plans d'essai, avec champs artificiels.
En arrière, sur poteau, le poste redresseur.

La figure 7 donne une vue extérieure de l'appareil ouvert. Une lampe-témoin latérale signale à distance les interruptions. Celles-ci ont été limitées à 2 ou 3 au cours de plusieurs années de fonctionnement.

* * *

Les figures 8 et 9 donnent une vue générale et une vue partielle de l'installation d'expérimentation.

§ 4. Relevé des champs électriques.

Comme tout corps conducteur ou semi-conducteur annule ou déforme considérablement un champ électrique statique, il importait de préciser par des mesures, la configuration véritable des champs créés par l'installation. Il fallait notamment s'assurer que l'influence des grands poteaux de bois, des cages de Faraday, ou l'interaction des conducteurs diversement chargés entre eux, n'étaient pas préjudiciables à l'idée même d'obtenir des champs variés bien définis.

Pour tracer les surfaces équipotentielles au-dessus des essais, nous avons fixé dans le plan vertical médian un réseau

de points dont le potentiel a été mesuré par la méthode de la sonde radioactive, méthode courante en électricité atmosphérique. Une couche mince de substance radioactive émettant des particules α à courte distance, et supportée par un conducteur lui-même isolé à l'ambre, ionise fortement l'air dans son voisinage immédiat. Tant qu'il y a une différence de potentiel entre la sonde et l'espace environnant, la sonde se charge en capturant les ions formés de l'un ou de l'autre signe. Elle tend donc à prendre le potentiel du point auquel elle se

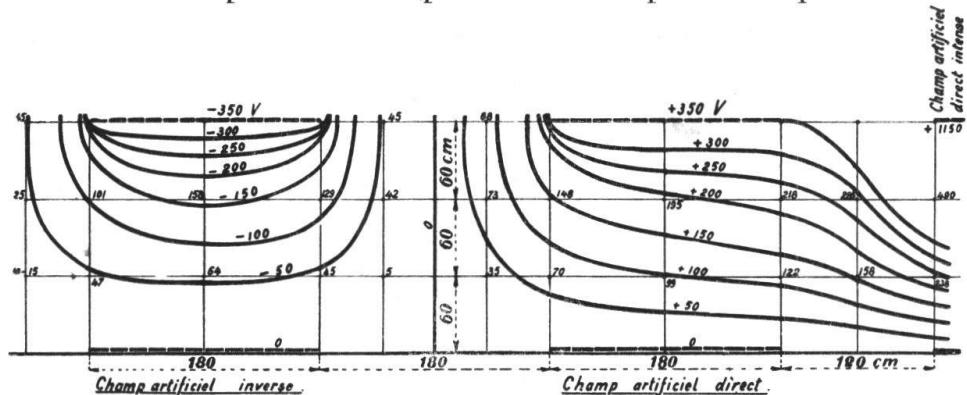


FIG. 10. — Surfaces équipotentielles au-dessus de 2 essais à champs artificiels.

trouve. On mesure ce potentiel à l'aide d'un électromètre de faible capacité. Pour ne pas déformer le champ dans le voisinage de la sonde, l'électromètre, placé à bonne distance, est relié à la sonde par un conducteur horizontal situé à peu près dans une surface équipotentielle.

Nous avons utilisé comme électromètre le voltmètre électrostatique à cadran construit par la maison Trüb, Tauber & Cie, de Zürich ; l'appareil très simple et déjà étalonné, avec des étendues de mesure variées, bien isolé et de capacité réduite, convient parfaitement à ce genre de détermination.

La figure 10 donne le spectre des surfaces équipotentielles au-dessus des deux essais à champs moyens, l'un étant positif, l'autre négatif. On voit que le champ est assez éloigné d'être uniforme. Immédiatement au-dessous de la grille négative il est 3 à 4 fois plus intense qu'au voisinage du sol. Il est un peu plus homogène au-dessous de la grille positive mais légèrement oblique au lieu d'être vertical. Cette déformation est due au voisinage de la grille à champ artificiel direct intense — sur la droite de la figure —, au-dessous de laquelle les surfaces équipotentielles vont en se resserrant.

Nous avons également effectué des mesures sur les essais

à champ naturel pour étudier dans quelle proportion le champ y était atténué par les cages de Faraday voisines.

Comme le champ naturel varie constamment dans le temps, le tracé du spectre s'opère de la manière suivante : les mesures

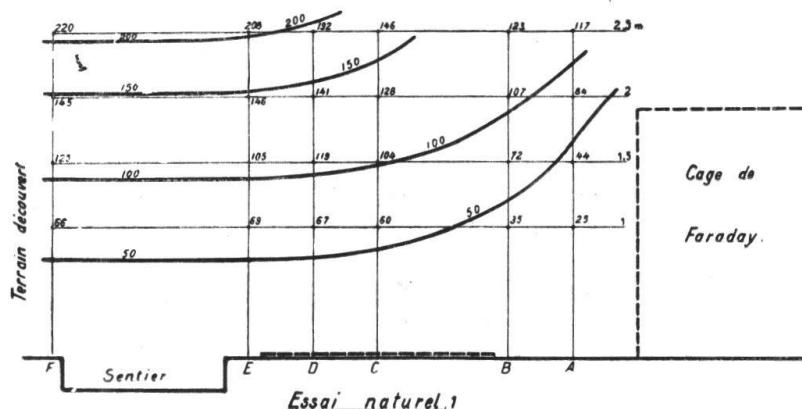


FIG. 11. — Surfaces équipotentielles au-dessus d'un essai à champ naturel.

de potentiel sont effectuées simultanément par deux observateurs en deux postes de mesure dont l'un est situé sur le terrain d'essai, l'autre à une trentaine de mètres de l'installation, en terrain bien découvert. La sonde au second poste est fixe ; elle sert à établir les variations du champ naturel au cours des mesures autour d'une valeur moyenne que l'on détermine. La sonde du premier poste occupe successivement tous les points de l'espace dont le potentiel est à déterminer. À chaque mesure du premier poste correspond une mesure du second. La première

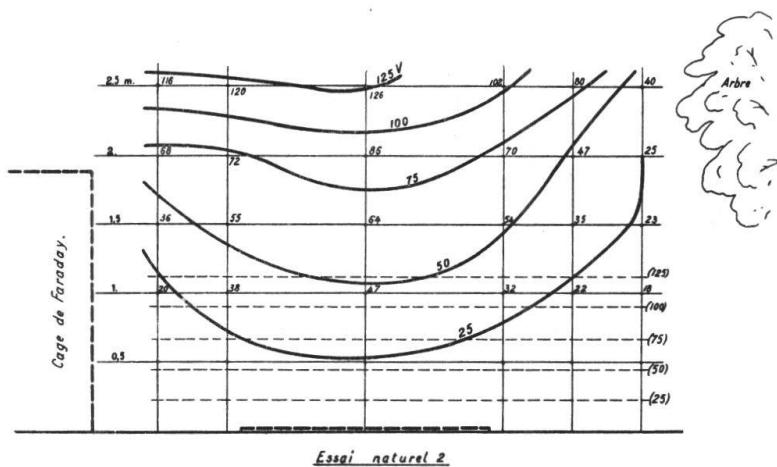


FIG. 12. — Surfaces équipotentielles au-dessus d'un essai à champ naturel. Effet du voisinage d'un arbre.

mesure est ensuite corrigée de l'écart en pour cent, positif ou négatif, de la seconde mesure, relativement à la moyenne arithmétique de toutes les mesures effectuées au second poste. On ramène ainsi le spectre du champ étudié à un champ terrestre moyen fixe.

La figure 11 montre, déterminées par cette méthode, les surfaces équivalentes situées au-dessus de l'un des essais à champ naturel. Horizontales en terrain découvert, les surfaces s'élèvent et s'espacent au-dessus de l'essai pour aller contourner la cage de Faraday voisine.

Sur le second essai, la figure 12 montre que le champ est encore plus atténué par la présence simultanée d'une cage de Faraday et d'un arbre situé assez près de l'essai.

Il n'a donc pas été possible, étant donné l'exiguïté du terrain, de réaliser des conditions parfaites d'essais à champ naturel.

Remarquons encore que les spectres déterminés dans les essais à champs artificiels, en l'absence des végétaux, seront transformés au cours de la croissance de ceux-ci. Les surfaces équivalentes se resserreront au-dessous des grilles, le champ croîtra avec le développement des blés, ceux-ci élevant avec leurs tiges, la surface équivalente du sol.

* * *

Les cages de Faraday, cubes grillagés de 180 cm de côté, réalisées avec le même treillis métallique galvanisé que les essais à champs artificiels, si elles annulent bien le champ, introduisent malheureusement des conditions physiques supplémentaires susceptibles de fausser complètement les résultats biologiques obtenus. L'ombre portée par un poteau et le treillis latéral diminuent de 5 à 10 % au minimum le rayonnement solaire direct ; par ailleurs, les poteaux et le treillis latéral engendrent un rayonnement thermique supplémentaire auquel les autres plants ne sont pas exposés.

Pour éviter ces inconvénients qui faussent ou annulent les résultats obtenus avec les cages de Faraday, nous avons préconisé, pour des essais à champ nul ultérieurs, une disposition identique à celle des champs artificiels, mais où la grille supérieure, reliée électriquement à la terre, se trouve au potentiel zéro.

§ 5. Les résultats biologiques et leur interprétation.

Dans l'ensemble — les cages de Faraday et les essais à champ naturel exceptés pour les raisons déjà indiquées —,

l'installation a fort bien convenu au but qui lui était assigné, si bien, qu'au cours du développement des plants, il était impossible de noter des différences nettes de croissance d'un essai à un autre. Dans chaque essai, les plants de blé ont germé et se sont développés normalement, sans qu'il apparaisse de modification nette, visible à l'œil, d'un essai à l'autre. Les photographies de chaque plan, effectuées périodiquement dans des conditions identiques, n'ont pas non plus montré de variation systématique. Les grandes différences de conditions électriques, l'intensification du champ ou son renversement, ne provoquent donc pas de modification apparente de la croissance. Si une telle action existe, elle est faible et doit être mise en évidence par des mesures statistiques où l'on montre que les écarts observés sont suffisamment supérieurs aux écarts à craindre sur la moyenne arithmétique des tests mesurés.

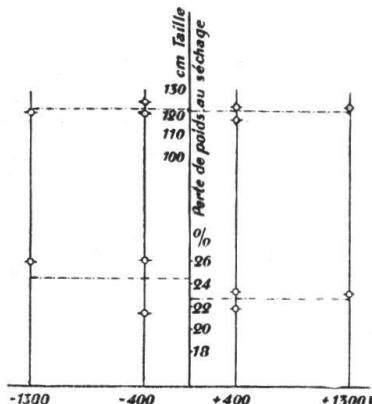


FIG. 13. — *Effet des champs artificiels sur 2 tests biologiques : Taille et perte de poids au séchage. (1939, mesures de P. MERCIER.)*

A l'aide de l'installation décrite, M. MERCIER¹⁴ a récolté de nombreux résultats biologiques qui sont présentés dans son travail. Ce que l'on remarque tout d'abord, c'est la faible variation des résultats d'un plan d'essai à un autre. Et si l'on considère les moyennes des essais relatifs à un champ d'un signe ou de l'autre, on s'aperçoit que ces moyennes ne diffèrent guère plus entre elles que les valeurs ne varient d'un essai à un autre lorsque l'essai est doublé.

Parmi les tests observés, deux apparaissent comme importants : la taille des plantes d'une part et la teneur en eau qu'elles perdent par séchage à l'air d'autre part. P. MERCIER croit pouvoir retenir une action du champ sur ces deux éléments. Pour rendre les mesures moyennes plus clairement lisibles,

nous avons reporté les résultats de l'année 1939 dans la figure 13 ; en abscisse le champ électrique moyen, positif ou négatif, en ordonnée les deux tests observés. Nous laissons de côté les résultats relatifs aux essais à champ naturel et aux cages de Faraday qui s'exposent aux critiques que nous avons formulées. La figure montre nettement que soit pour la taille, soit pour la perte de poids par séchage, on ne peut affirmer aucune action systématique du champ, soit de signe, soit d'intensité. Par ailleurs, les valeurs moyennes (tracés en pointillé) ont entre elles des écarts faibles, très inférieurs aux écarts qui se présentent pour des raisons fortuites, entre deux points à mêmes conditions électriques.

Dans l'ensemble, le résultat de cette enquête expérimentale doit donc être considéré comme négatif. L'installation décrite n'a pas permis de démontrer une action nette du champ électrique terrestre sur la croissance végétale.

CENTRE ANTICANCÉREUX ROMAND,
Service des Recherches expérimentales.

Bibliographie.

1. F. VLÈS et A. DE COULON. — *Arch. de Phys. Biol.* VIII, Nos 3-4, 282-85, 1930.
2. F. VLÈS et A. DE COULON. — *C. R. Acad. Sc.*, **194**, 750, 1932.
3. F. VLÈS et A. DE COULON. — Sur les relations entre certaines conditions électriques et le cancer expérimental. Congrès de Madrid, 1933.
4. P. MERCIER et G. JOYET. — *Arch. de Phys. Biol.* XIII, 220-64, 1936.
5. G. JOYET et P. MERCIER. — *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* **61**, 47-88, 1940.
6. G. JOYET. — *Schw. Med. Wochenschr.* no 39, 1042-43, 1942.
7. A.-L. TCHIJEVSKY : cf. M. PIÉRY. — *Traité de climatologie I*, 661.
8. L.-L. VASSILIEV et A.-L. TCHIJEVSKY. — *Rev. de Path. comp. et d'Hygiène générale*, 955 et 1093, 1934.
9. A.-L. TCHIJEVSKY. — *Acta Medica Scandinavica*, suppl. LXXXVII, 1938.
10. G. JOYET. — Thèse (Rouge, Lausanne, 1944).
11. St. MEYER u. E. SCHWEIDLER. — *Radioaktivität* (Teubner, Leipzig u. Berlin, 1927).
12. C. DORNO. — *Zeitschr. f. wiss. Bäderkunde*, 1927, 2.
13. B. CHAUVEAU. — *Electricité atmosphérique* (Paris, 1925).
14. P. MERCIER. — *Bull. Soc. Vaud. Sc. nat.* **63**, 181, 1946.