Zeitschrift: Mémoires de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles

Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles

Band: 2 (1924-1928)

Heft: 4

Artikel: Le Parahéliotropisme : exposé critique général et recherches spéciales sur le Robinier faux-acacia

Autor: Meylan, Suzanne

Kapitel: V: Étude des mouvements provoqués par une élévation brusque de la température (Série B)

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-248663

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: 16.07.2025

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

Chapitre V

Etude des mouvements provoqués par une élévation brusque de la température (Série B).

Perfectionnements techniques.

Nous avons cherché à diminuer la divergence des cas individuels en préparant les feuilles de la même manière, en les soumettant pendant une nuit au moins au même traitement, en partant de conditions initiales aussi voisines que possible. Les indications qui suivent concernent aussi les expériences D et C décrites au chapitre VI.

Préparation. — Toutes les feuilles ont été coupées l'après-midi, à l'ombre, sous l'eau, au moyen d'un scalpel; nous supprimions aussitôt toutes les folioles, sauf la 4e ou la 5e paire, et la partie supérieure du rachis. Montées comme précédemment, les feuilles passaient la nuit au laboratoire, où l'obscurité régnait continuellement; l'une était disposée dès le soir pour une observation, les autres, conservées sous un bocal opaque jusqu'à l'heure de leur emploi; aucune n'a été utilisée deux fois. Après l'introduction de l'appareil thermo-électrique dans le rachis foliaire, nous nous assurions que les folioles demeuraient immobiles avant de commencer l'observation.

Conditions initiales et générales. — A défaut de moyens qui permissent de partir de la même température et de la même intensité lumineuse, les expériences ont été faites à partir de l'obscurité et de la température du laboratoire.

Les murs du local étaient blanchis, mais d'épais rideaux noirs masquaient portes et fenêtres. La lampe nécessaire pour les observations galvanométriques, ainsi que la feuille étudiée, étaient entourées d'écrans noirs. Pour repérer les positions des folioles, nous les éclairions faiblement par derrière pendant quelques secondes; aucune perturbation des mouvements n'a été observée de ce chef.

La température du sous-sol où se faisaient les observations a varié très régulièrement durant l'été 1923. La température du bain froid du dispositif thermo-électrique a varié de 14.5° C

à 21° C, avec maximum en août et minimum en octobre; l'amplitude de la variation journalière était de 0,5°-1° C. La température de l'air variait régulièrement et croissait d'env. 0,1° C par heure pendant les observations.

Nous n'avons pu tenir compte ni de l'humidité relative, ni de la pureté de l'air. Pendant les expériences B, il fallait éviter tout courant d'air; le local a été peu aéré et l'humidité a probablement peu varié. Pendant les expériences D et C en revanche, une ventilation renouvelait l'air constamment, et par suite l'humidité a varié sans doute fortement avec les conditions météorologiques. Enfin, le laboratoire contenait des conduites de gaz, mais la stabilité relative de la température nous a paru l'emporter sur ce désavantage.

Repérage des positions des folioles. — Nous avons procédé comme précédemment, mais un miroir était disposé au-dessus du cercle gradué afin de nous éviter tout déplacement. La lampe auxiliaire (charbon, 10 bg.) était allumée à distance: les mesures se faisaient en une demi-minute.

Le réglage de la température y a gagné en exactitude, et l'exercice aidant, nous sommes parvenue à la maintenir constante à quelques dixièmes de degrés près. D'ailleurs, nous avons pu constater que lorsqu'une oscillation plus forte (toujours rapide) survenait accidentellement, elle n'exerçait pas d'influence perturbatrice, à condition de ne pas se produire au début d'une expérience.

Mesure de la température de la feuille. — Nous avons signalé plus haut l'erreur que la conductibilité des métaux Au et Pt pouvait introduire dans cette détermination. Ces métaux ont été remplacés par deux alliages, l'acier-nickel et le constantan, dont nous avions constaté la non altération au contact des tissus après un séjour d'une semaine dans une tige de robinier. A leur faible conductibilité thermique, ils joignent encore l'avantage d'être plus rigides sous faible diamètre (0,15 cm.); les fils étaient aussi guidés par des tubes capillaires. En revanche, il fallait les souder à l'étain, ce qui représentait une difficulté vu les dimensions requises de la soudure.

La graduation de l'échelle thermométrique a été faite avec beaucoup de soin et vérifiée fréquemment. D'un étalonnement à l'autre, l'écart entre les résultats pouvait atteindre 2 %, les valeurs du rapport de la déviation de l'index à la différence de température étant régulièrement plus fortes quand la température était plus élevée (probablement en raison d'une légère augmentation de la résistance du shunt).

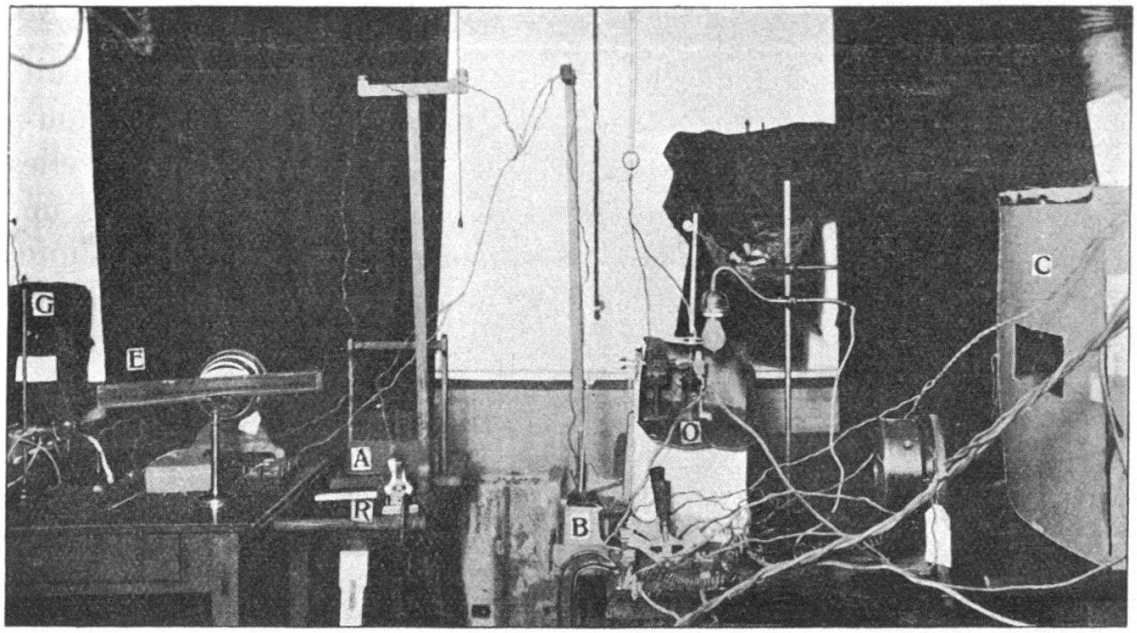

Fig. 15. — Vue d'ensemble de l'installation. O, feuille disposée pour l'observation, cf. fig. 16. A, accumulateurs ; R, rhéostat de réglage ; G, E, galvanomètre et échelle.

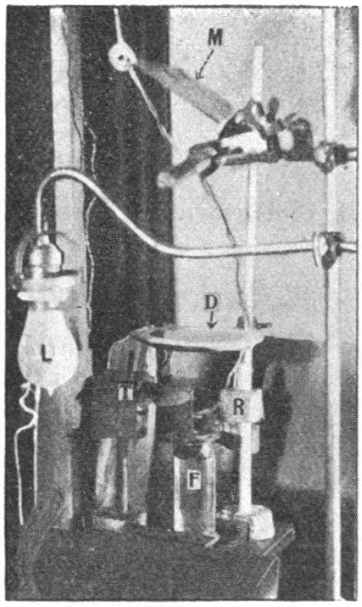

Fig. 16. — F, feuille disposée pour l'observation ; R, résistance de chauffage ; T, thermomètre ; D, disque gradué ; M, miroir ; L, lampe auxiliaire.

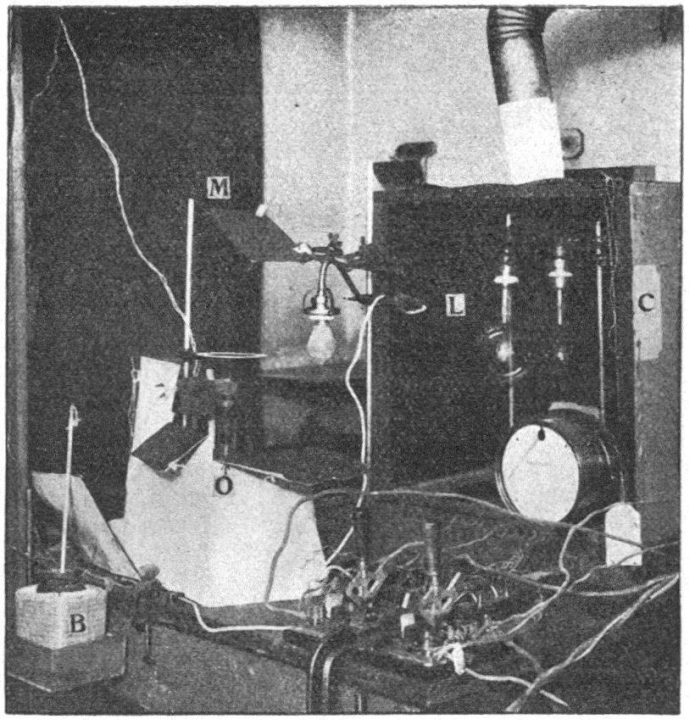

Fig. 17. — O, feuille disposée pour l'observation ; C, caisse renfermant les lampes, L, avec cheminée pour la ventilation ; B, bain froid du dispositif thermo-électrique.

*
* *

Une statistique générale des températures mesurées fournit une bonne confirmation des mesures thermo-électriques. Si nous désignons par T la température de la feuille; par T_1 celle du bain froid; par T' celle de l'air ambiant mesurée par un thermomètre ordinaire, et T'' la même mesurée par le couple thermo-électrique (à l'obscurité), nous trouvons les résultats suivants:

L'écart entre T' et T'' atteint au plus 0,2° C, ce qui est dans la limite des erreurs possibles, les deux thermomètres n'étant pas disposés côte à côte.

Au début d'une expérience:

$T - T_1 = -0{,}9^\circ$ C (moyenne de 145 cas).
6 cas différence +
$T_1 - T' = -0{,}5^\circ$ C (moyenne de 112 cas).
$T - T' = -1{,}5^\circ$ C (moyenne de 112 cas).

donc, $T - T_1 + T_1 - T' = -1{,}4^\circ$ C = env. $T - T'$.

A la fin d'une expérience, après retour aux conditions initiales:

$T'' - T = +1{,}1^\circ$ C (moyenne de 112 cas)
$T_1 - T' = T_1 - T'$ du début, en moyenne.
(différence — dans 4 cas sur 120).

Conformément à ce qu'on peut attendre, la différence $T - T_1$ est plus faible ($-0{,}5^\circ$ C) au début d'une observation, mesurée avec le couple Au. Pt.

On peut conclure de ces mesures qu'à l'obscurité la feuille a une température inférieure d'env. 1° à celle de l'air ambiant [1].

*
* *

Manière de procéder à une expérience. — Nous avons observé à intervalles de 5 minutes, et dans le même ordre, la déviation galvanométrique dans les deux sens, la tem-

[1] BERT (**6**, p. 422) a reconnu que chez le *Mimosa* la température du renflement moteur est plus basse que celle de l'air ambiant et que celle du point de la tige immédiatement voisin. Si cette observation a une portée générale, il en faudrait conclure, puisque nous avons mesuré la température du rachis foliaire, que les renflements moteurs ont une teuipérature encore plus basse.

pérature du bain froid, les positions des folioles, et plusieurs fois au cours d'une expérience la température de l'air ambiant. Ces nombres étaient aussitôt consignés dans un procès-verbal dressé d'avance.

Le but de ces expériences était d'établir comment varie le mouvement provoqué avec l'élévation de la température. Afin d'obtenir des résultats comparables, la température a toujours été amenée en 5 minutes au niveau fixé.

Traitement des résultats numériques. — T désignera la température de la feuille; ΔT, l'amplitude de sa variation; Ar l'amplitude de la réaction.

Les ΔT essayées varient de 1,5° C à 15° C, limites en deçà et au delà desquelles la méthode adoptée ne pouvait plus convenir, pour les $\Delta T < 1,5°$ C, parce que les fluctuations de T étaient comparativement trop fortes, pour les $\Delta T > 15°$ C, parce qu'on ne pouvait que difficilement stabiliser T, et surtout parce que les folioles se desséchaient.

Déduction faite des expériences défectueuses, dont cependant aucune n'est en contradiction avec les autres, cette série comporte 66 observations faites, en alternance avec celles des séries D et C, de juillet à octobre 1923, ou dans les mêmes conditions en juillet 1924.

Malgré l'uniformisation des conditions antérieures, les résultats individuels sont encore très divergents; aussi les avons-nous groupés en 6 catégories suivant les ΔT (dans chaque catégorie les ΔT peuvent différer de 1,5° C, car nous n'obtenions pas toujours exactement au bout de 5 minutes la température voulue) de manière à utiliser le mieux possible ce matériel numérique qui, s'il ne permet pas de faire des réactions étudiées l'analyse exacte, est du moins suffisant pour donner une idée nette de la manière dont leurs caractéristiques varient. Les résultats numériques complets sont consignés dans les tableaux I à VI inclusivement, publiés en appendice.

Résultats.

Courbes de réaction. — Par là nous désignons les courbes obtenues si l'on représente en fonction du temps le déplacement angulaire d'une foliole par rapport à sa position initiale. Les courbes de chaque catégorie forment un faisceau d'abord régulièrement divergent, mais où des irrégularités apparaissent

à mesure que la réaction se prolonge; c'est donc le premier tronçon des courbes qui représente le mieux les réactions. Tout en ne coïncidant pas dans leur tracé, ces courbes sont au moins concordantes dans le temps: la courbe moyenne a donc une signification.

Aux trois tronçons de la courbe de température correspondent dans la courbe de réaction une branche ascendante *a* (échauffement) — l'angle C varie alors très vite et encore un

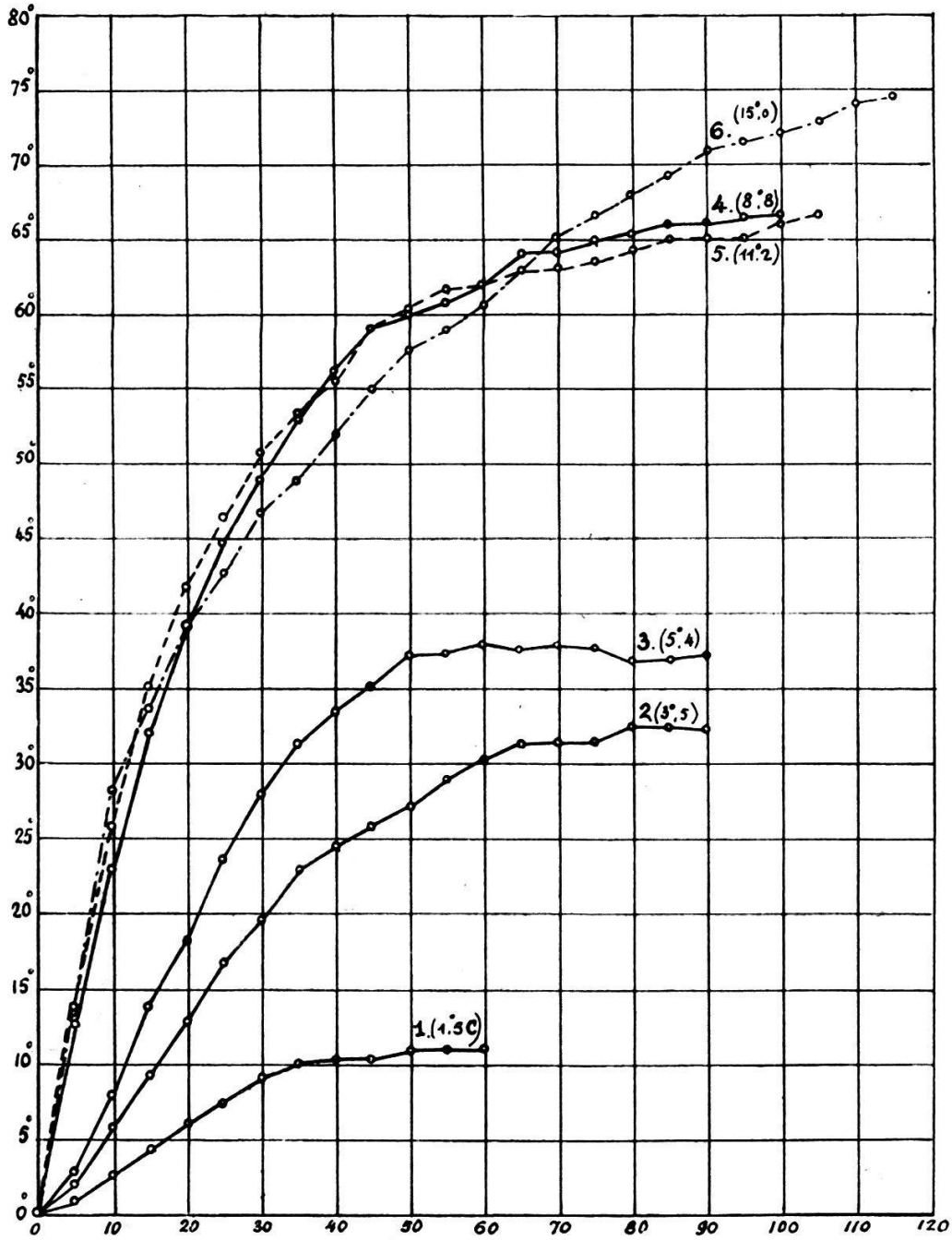

Fig. 18. — Série B. Courbes moyennes de réaction. En abscisse, le temps (en minutes); en ordonnée, le déplacement angulaire de la foliole, C—Ci (en degrés). Chaque courbe est désignée par le numéro d'ordre de la catégorie et l'échauffement moyen (Δt°) correspondant.

certain temps à température stationnaire; une branche *b* (température stationnaire) — C varie encore très lentement, ou oscille autour d'une position d'équilibre; une branche *c* (retour brusque à la température initiale) — C revient plus ou moins vite à sa valeur première; cette partie de la réaction ne nous intéressera pas davantage.

Quoique s'écartant du type général, quelques courbes obtenues dans des conditions normales sont utilisées au même titre que les autres pour établir les moyennes. Les anomalies sont de trois sortes: les branches *a* et *b* sont fondues en un tronçon à peu près rectiligne; il n'y a pas de branche *b*, mais un maximum; le mouvement de sens inverse qui suit le refroidissement ne se produit pas dans le temps où il devrait s'effectuer.

Les courbes moyennes calculées point par point pour chaque catégorie d'observations (vu leur petit nombre il n'est tenu compte ni des différences des positions initiales Ci, ni de celles des températures initiales Ti) sont représentées dans la *fig.* 18. On voit qu'elles se répartissent en deux groupes, Ar croissant d'abord avec AT, puis atteignant une limite.

Catégorie	Nombre d'observations		tr (en minutes)
1	12	1	$25 > tr > 20$
		2	$15 > tr > 10$
		4	$10 > tr > 5$
		5	$5 > tr > 0$
2	11	1	$10 > tr > 5$
		10	$5 > tr > 0$
3	11	2	$10 > tr > 5$
		9	$5 > tr > 0$
4-6	34		$5 > tr > 0$

Temps de réaction, tr. — L'observation à 1,25° près, et à intervalles de 5 minutes, des positions des folioles ne permet d'en fixer que la limite supérieure.

On remarque que pour AT $<$ 8° C, tr ne dépasse 10 minutes que dans la minorité des cas, et que pour AT $>$ 8° C, il est toujours inférieur à 5 minutes.

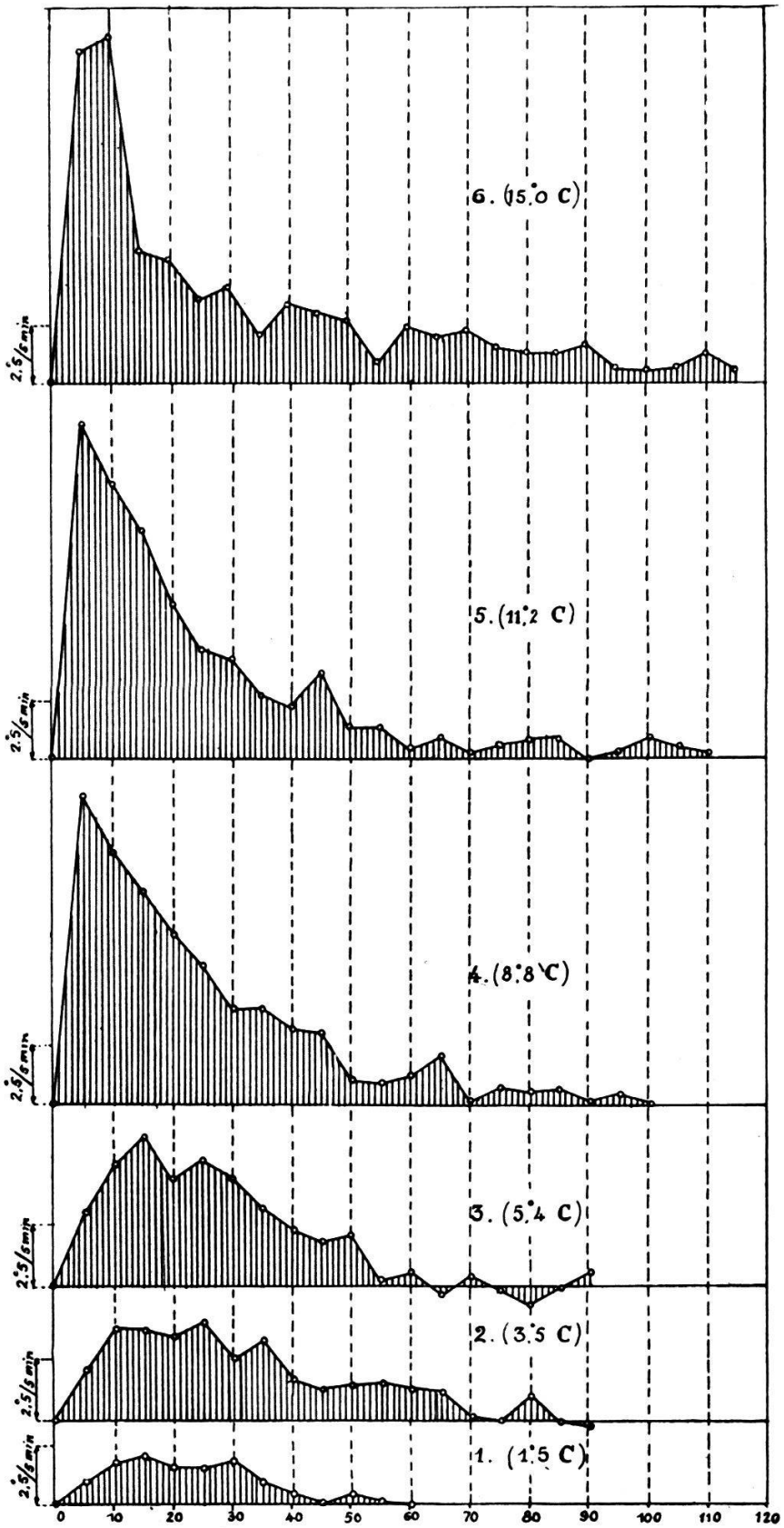

Fig. 19. — Série B. Courbes moyennes de vitesse de réaction.
En abscisse, le temps (en minutes) ; en ordonnée, la vitesse de réaction.

Donc, toujours relativement court, le temps de réaction diminue tandis que croît l'élévation de température qui provoque la réaction.

Vitesse de réaction, Vr. — Comme le montre la *fig.* 19, où sa variation est représentée pour chaque catégorie, Vr croît d'abord rapidement, passe par un maximum, puis diminue peu à peu et s'annule. Des oscillations secondaires irrégulières se superposent à cette oscillation principale. Nous ne saurions dire si elles doivent être considérées comme caractéristiques de la réaction, ou comme une conséquence de ce que la température

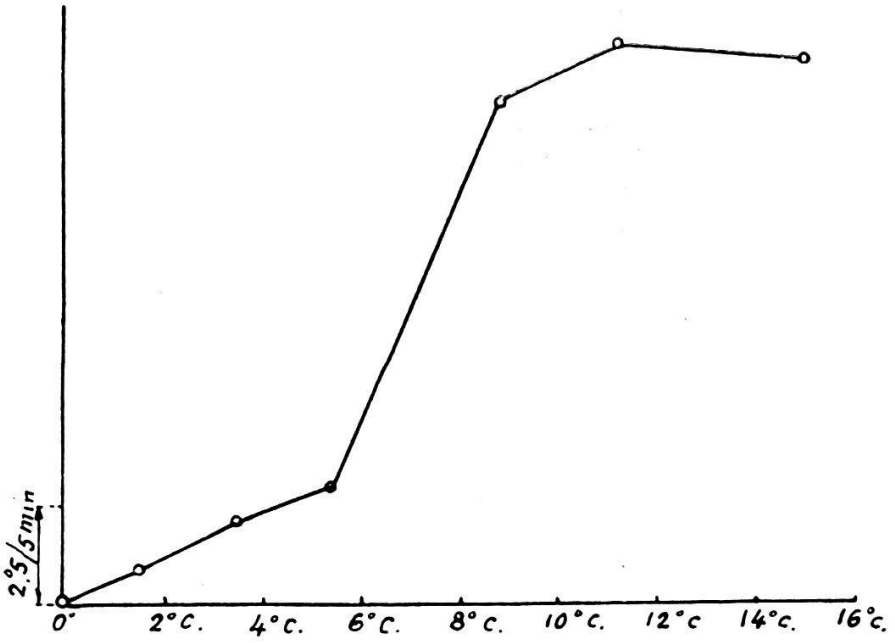

Fig. 20. Série B. Vitesse de réaction initiale Vi, en fonction de la variation de température, AT.

n'était pas rigoureusement constante; mais le fait que T oscillait très rapidement, qu'il n'y a pas coïncidence entre les cas où Vr et T présentent les oscillations les plus marquées (si l'on considère les réactions individuelles), enfin que dans la série D (cf. *fig.* 23) Vr présente aussi des oscillations, rend plus vraisemblable la première supposition.

AT prenant des valeurs croissantes, Vr, d'abord sans maximum défini, prend de plus en plus rapidement une valeur maximum, à partir de laquelle elle diminue d'autant plus vite que cette valeur est plus élevée. Les tracés des courbes ne permettent pas de déterminer assez exactement ce maximum dans chaque catégorie. Considérons la valeur plus caractéristique Vr_i dans le premier intervalle de 5 minutes depuis le début de l'échauffement (*fig.* 20). Proportionnelle à AT tout d'abord, elle augmente ensuite plus vite, puis diminue, tandis

que AT croît. Sa valeur maximum est en moyenne < 17,5°/5 minutes; nous avons cependant observé des vitesses de 20°/5 min. et même 25°/5 min.; mais une forte proportion de réactions tardives abaisse cette moyenne, plus spécialement dans la catégorie 6, de telle sorte qu'on ne peut pas affirmer sans réserve que pour des AT > 11° C Vr diminue. Dans les conditions

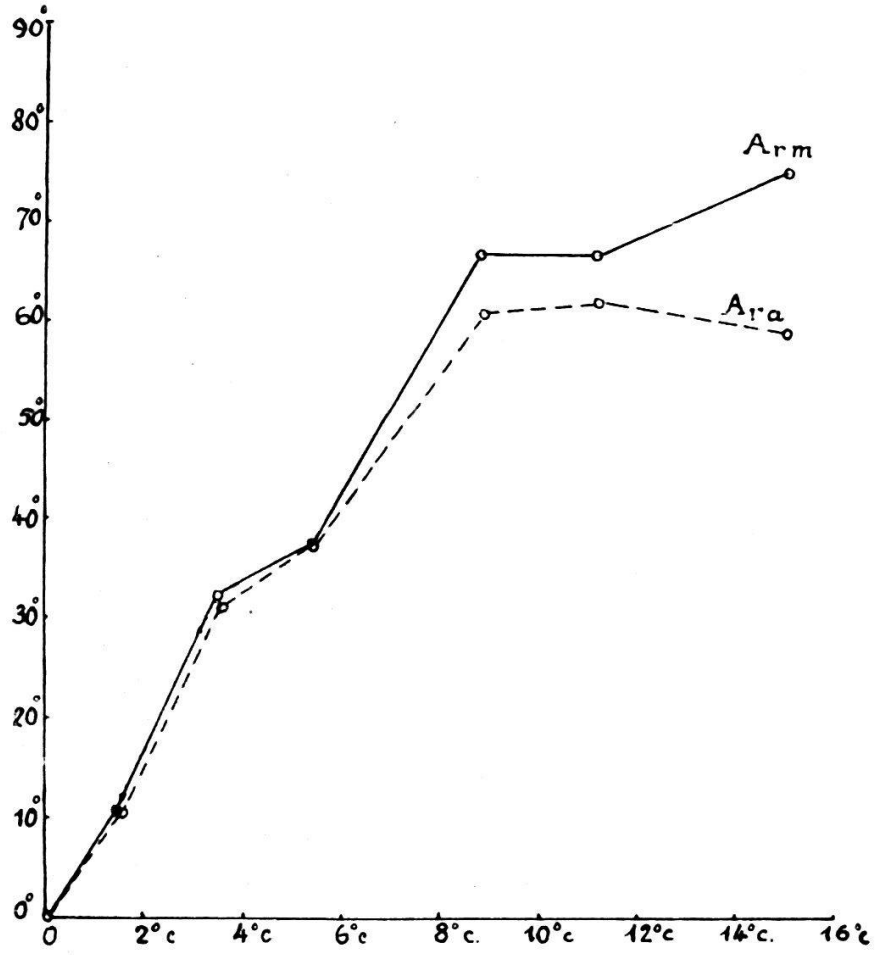

FIG. 21. — Série B. Les deux valeurs définies de l'amplitude de réaction, Ara et Arm en fonction de la variation de température, AT.

où nous travaillions (catégorie 6), les feuilles étaient portées brusquement à température élevée, et il est possible que les retards dans les réactions soient l'effet d'une action paralysatrice de la température trop élevée; nous en voyons un indice dans le fait que Vr augmente encore dans le deuxième intervalle de temps, au lieu de tomber rapidement à une valeur plus faible. Dans quelques essais de AT > 15° C, nous avons observé des Vr_i de 25°-30°/5 min., mais très vite (env. 10 min.) le mouvement cessait net; la limite de la réaction physiologique était déjà dépassée.

Amplitude de réaction, Ar. — D'après ce qui vient d'être dit de Vr, on ne peut définir Ar exactement. Nous en considérons deux valeurs, Ar_a et Ar_m, dont la variation en fonction de AT est représentée dans la *fig.* 21. Ar_a, c'est le déplacement angulaire de la foliole mesuré au passage de la phase *a* à la phase *b* de la réaction, c'est-à-dire au moment où la vitesse prend une valeur minimum, moment qui varie peu d'une réaction individuelle et d'une catégorie à l'autre; Ar_m, c'est la plus grande valeur de Ar dans chaque catégorie. Comme nous l'avons vu, les réactions individuelles divergent fortement dans la phase *b*, aussi Ar_m varie-t-elle plus que Ar_a; en outre, toutes les expériences n'ont pas été poursuivies assez longtemps pour que la valeur de Ar_m soit fixée. Cependant, certaines l'ont été suffisamment pour que nous ayons pu constater que les folioles peuvent conserver pendant 2 heures, et même 3 heures, la position qu'elles ont prise, puis se mouvoir dans le sens opposé dès qu'on les ramène à la température initiale.

Ar_a et Ar_m varient suivant des arcs de parabole, et les deux courbes diffèrent seulement en ce sens que le maximum d'Ar_m n'est pas encore atteint quand celui d'Ar_a est déjà dépassé. Jusqu'ici, nous avons considéré le mouvement comme dépendant de AT seule. Ceci résulte en particulier du fait qu'on trouve approximativement le même écart entre les positions des folioles après réaction qu'entre leurs positions initiales. Une conclusion, qui était suggérée déjà par les observations préliminaires, se trouve ainsi confirmée par ces observations plus précises: *l'amplitude d'une réaction provoquée par une élévation de température dépend en première ligne de l'amplitude de cette variation de température.*

Cependant, on doit songer aussi à une dépendance possible entre Ar et le niveau même de la température stationnaire. Sur un petit nombre d'observations, à partir de températures initiales peu différentes, une influence de cette nature n'est pas facile à déceler. Nous croyons cependant pouvoir interpréter de cette manière la différence entre Ar_a et Ar_m que nous venons d'indiquer, aussi bien que l'allure des branches *b* des courbes moyennes ou individuelles.

L'excitation transitoire (« Uebergangsreiz », AT) aurait une limite et diminuerait au delà (Ar_a): l'action prolongée d'une température élevée (« Dauerreiz »; T) aurait pour effet d'ame-

ner les folioles à une position d'autant plus voisine de *S'*, seule limite de la réaction, que cette température serait plus élevée (cf. KOSANIN, **49**). C'est ainsi que la courbe 6 recoupe les courbes 4 et 5 et s'élève assez rapidement pendant la phase *b*, sans avoir atteint un maximum 2 h. 20 min. après le début de la réaction. De ces expériences de trop courte durée, on ne peut pas conclure à la manière dont T influe sur la position d'équilibre des folioles qui ont réagi à une AT donnée. Mais si l'on en juge par l'allure des courbes au cours de la 2e heure, la position d'équilibre n'est dépassée sous l'impulsion transitoire que pour les AT $<$ 8° C (cf. au contraire **49**, p. 46). D'autre part, on constate que dans chaque catégorie le nombre des cas individuels dans lesquels Ar diminue pendant la phase *b* décroît si l'on passe de T plus basses à des T plus élevées.

Remarquons aussi que Ar et Vr croissent proportionnellement à AT tant qu'elle est faible. L'accroissement plus rapide de Vr, tandis que Ar/AT diminue, pour les valeurs moyennes de AT, est peut-être la manifestation d'un effet accélérateur de la température plus élevée.

Examinons encore les conditions d'apparition, et la fréquence des mouvements $V \rightarrow S'$, c'est-à-dire du sommeil diurne. La position *V* a été dépassée dans 31 cas sur 66, et dans 20 cas l'angle C[1] égalait ou dépassait + 22,5°. Les positions des folioles sont liées à T de la manière suivante :

C $\geq$ + 22,5°	25° C $<$ T $<$ 34° C	20 cas.
+ 22,5° $>$ C $\geq$ O	20° C $<$ T $<$ 30° C	15 cas.

Nous n'avons pas observé d'amplitude de réaction supérieure à 100° (Ar moyen 75°, pour AT = 15° C), comme d'ailleurs dans les expériences précédentes.

Il se confirme qu'*à l'obscurité on ne peut amener les folioles à la position S' par élévation de la température*; mais si elles ont déjà des positions voisines de *V*, on leur fait aisément prendre des positions intermédiaires entre *V* et *S'*, et ceci s'explique sans plus puisqu'il faut agir d'autant plus énergiquement pour les amener à une position donnée qu'elles en sont plus distantes.

[1] Nous rappelons que nous désignons par la lettre C le complément de l'angle formé par la direction de la foliole avec le plan de symétrie de la feuille.

Influence de quelques conditions générales sur les résultats. — Les observations individuelles, avons-nous dit, divergent fortement, malgré les précautions prises pour les rendre comparables. D'où provient cette divergence? Sans doute d'une variabilité inhérente au matériel, et qui apparaît même dans les réactions des folioles observées simultanément (il n'y a pas de liaison systématique entre l'écart de leurs déplacements, qui peut atteindre 30°, et la dissymétrie signalée du radiateur). Mais on peut se demander dans quelle mesure les conditions météorologiques, en modifiant les dispositions des feuilles, la température du laboratoire Ti, la position initiale Ci, qui est l'expression de l'état de turgescence avant la réaction, influent systématiquement sur les résultats. Ces facteurs ne sont pas indépendants: Ti dépend évidemment des conditions météorologiques, et Ci, comme il résulte de la statistique des observations B (que celle des observations D et C confirme) est liée à Ti.

Ti	Nombre de cas	Ci, moyenne
de 12° C à 15° C	10	— 72,5°
» 15° » 18°	17	— 57,5°
» 18° » 19°	19	— 45°
» 19° » 21°	20	— 47,5°

Ti	Index	Nombre de cas
de 12° à 15° C	0,79	11
de 15° à 18° C	0,85	16
de 18° à 21° C	1,08	39

Après un séjour à l'obscurité de 12 h. au moins, la position des folioles est d'autant plus voisine de *V* que la température ambiante est plus élevée; Ci moyen varie avec la saison comme Ti.

Le rapport, pour chaque réaction individuelle, de l'amplitude maximum à l'amplitude maximum moyenne pour la catégorie correspondante (Ar_m déterminée graphiquement) est un index qui permet de comparer entre elles toutes les observa-

tions, trop peu nombreuses pour être comparées dans chaque catégorie. On voit que l'index s'élève avec Ti, c'est-à-dire qu'en règle générale les amplitudes de réaction inférieures à la moyenne corrigée correspondent à une température basse, et réciproquement.

Mois		Nombre d'observations	Ti, moyenne	Ci, moyenne	Index
Juillet	1923	6	19,6° C	— 42,5°	0,83
Août	»	18	19,2°	— 45°	1,05
Septembre	»	8	14,9°	— 72,5°	1,03
Octobre	»	10	14,7°	— 70°	0,53
Juillet	1924	24	18,2°	— 50°	1,09

Cependant, si l'on fait la moyenne des index en groupant les observations suivant leur date, la liaison avec Ti n'apparaît plus: l'index pour octobre est très faible comparé à celui de septembre, pour une Ti moyenne égale. On constate d'autre part que les index pour le même jour varient parfois moins que Ti. Il y a donc, à côté de T, des facteurs variables d'un jour à l'autre, qui influent sur les réactions.

On songe aussitôt à l'humidité de l'air. Les procès-verbaux signalent fréquemment la coïncidence entre des jours pluvieux et froids et des réactions inférieures à la moyenne. On sait que la turgescence excessive exerce sur les mouvements des folioles une action déprimante (Bose, **14**, I p. 54), et que les feuilles submergées, sans avoir perdu leur vitalité, cessent bientôt de se mouvoir. S'il en est ainsi, l'humidité excessive agit comme une température basse; et puisque en été les coïncidences pluvieux et froid, sec et chaud, sont plus fréquentes que pluvieux et chaud, sec et froid, on ne saurait dire si la capacité de réaction des folioles dépend surtout de la température ou surtout de l'état hygrométrique.

*

* *

En règle générale, ces observations concordent avec celles de Jost (**44**) et Kosanin (**49**) qui ont étudié les réactions thermonastiques encore mal connues, en particulier chez le *Robinia*. Jost s'est attaché surtout à montrer l'importance de ces

mouvements, et qu'ils peuvent s'effectuer en opposition avec le mouvement périodique journalier; KOSANIN a porté son attention sur le problème de l'influence d'une température constante sur la position d'équilibre des folioles; mais ni l'un ni l'autre n'ont étudié le mouvement thermonastique lui-même.