

Une méthode de mesure de surface foliaire

Autor(en): **Pilet, Paul-Emile / Meylan, André**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse**

Band (Jahr): **68 (1958)**

PDF erstellt am: **25.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-47922>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Une méthode de mesure de surface foliaire

Par *Paul-Emile Pilet* et *André Meylan*

Laboratoire de Physiologie végétale de l'Université de Lausanne

Manuscrit reçu le 6 septembre 1958

Avant-propos

Les chercheurs qui eurent à mesurer des surfaces de feuilles adoptèrent diverses techniques plus ou moins commodes, rapides et précises; nous en dirons brièvement quelques mots plus loin. Nous avons été amenés à utiliser une nouvelle méthode de détermination de surface lorsque nous avons songé à mettre au point un test biologique basé sur l'accroissement de fragments foliaires en présence de substances de croissance. La description de ce test auxinique fera l'objet d'une autre publication. Nous exposerons ici le principe de notre technique, l'appareillage utilisé et quelques applications de cette méthode de mesure.

Méthodes usuelles

Les techniques généralement utilisées sont soit des méthodes gravimétriques, soit des méthodes planimétriques.

Méthodes gravimétriques. On applique sur la feuille à mesurer du papier d'étain, qu'on découpe très soigneusement et qu'on pèse. Connaisant le poids P de cette feuille d'étain, son épaisseur e et son poids spécifique p , on en tire sa surface S qui est aussi celle de la feuille qu'on veut mesurer:

$$S = P / (e \cdot p)$$

Une technique voisine consiste à placer la feuille sur un papier photographique, qu'on éclaire rapidement par-dessus (Shadographie). Après révélation, on découpe la silhouette de la feuille et on pèse le fragment de papier obtenu. Par un calcul identique à celui que nous exposons plus haut, on trouve la valeur de la surface.

Méthodes planimétriques. Une première technique très simple consiste à placer la feuille sur une plaque de verre; on dépose sur cette plaque une feuille de papier millimétrique transparent et on éclaire vivement par-dessous. On dessine alors sur le papier le contour de la feuille et on compte le nombre de carrés contenus dans l'aire ainsi délimitée. Chaque carré correspond à 1 mm². On peut aussi déposer la feuille sous une

plaque de verre et, à l'aide d'un planimètre, on en suit le pourtour. On évalue rapidement la surface foliaire. Citons une dernière méthode, plus longue et plus précise: on photographie la feuille et on en fait un cliché négatif qu'on projette sur un écran en s'arrangeant d'obtenir un agrandissement de 4 à 6 fois. A l'aide d'un planimètre vertical on détermine la surface et la valeur obtenue sera réduite d'autant.

Principe

On fait tomber sur une cellule photo-électrique particulièrement sensible un faisceau lumineux donné par une lampe dont l'intensité réglable est maintenue constante durant l'expérience. On intercale entre la source de lumière et la cellule un diaphragme dont l'ouverture peut varier et une plaque de verre. On mesure pour une intensité lumineuse et une ouverture de diaphragme données la valeur lue sur un galvanomètre branché sur la cellule photo-électrique. On dépose alors sur la plaque de verre, exactement en son centre, un fragment de feuille dont on veut déterminer la surface, on note à nouveau la valeur fournie par le luxmètre. On fait alors varier la surface des fragments. On comprend facilement que si la surface s'accroît, l'intensité de la lumière qui tombe sur la cellule va diminuer. On peut ainsi construire, pour une feuille donnée, la courbe étalon.

Description de l'appareillage

Schéma général (figure 1). Le montage comprend quatre appareils principaux: la chambre (CH) tout d'abord, à l'intérieur de laquelle se trouve la source lumineuse (SL); le diaphragme (D); le support de verre (S) et la cellule photo-électrique (C). Puis le luxmètre proprement dit (L) avec son galvanomètre (G) et l'échelle de mesure et le rhéostat (R) permettant plusieurs sensibilités, enfin le rhéostat (R) assurant le réglage de l'intensité de la lampe, ainsi que le voltmètre (V) et l'ampèremètre (A) servant de contrôle de l'alimentation de la source lumineuse; pour terminer le stabilisateur (ST).

La chambre. C'est une boîte de bois ($21 \times 25 \times 30$ cm) hermétique et peinte intérieurement en noire, comprenant plusieurs compartiments parfaitement obscurs et avec lesquels on peut communiquer de l'extérieur indépendamment. Il s'agit tout d'abord du compartiment contenant la lampe ($13 \times 22 \times 16$ cm), puis celui portant la plaque de verre qui peut se glisser dans un système de coulisses et dont le centre est gravé d'une croix ($8 \times 16 \times 22$ cm). Enfin celui qui contient la cellule ($16 \times 16 \times 5$ cm).

La source lumineuse. Il s'agit d'une lampe Tungstram (H. 64 du type Minora) de 230 V, 25 W et 230 lumens.

Le luxmètre. L'appareil utilisé a été construit par la maison Weka à Wetzikon. Le galvanomètre comprend six sensibilités permettant de

faire des mesures de 0 à 10, de 0 à 25, de 0 à 100, de 0 à 250, de 0 à 1000 et de 0 à 2500 lux, avec une précision de $\pm 0,02$ à ± 5 lux suivant les deux échelles extrêmes. La cellule circulaire a un diamètre de 9,5 cm. Les valeurs données par l'échelle graduée sont valables pour une température inférieure à $+35^{\circ}$ C.

Le stabilisateur. La valeur de la méthode et la constance des résultats obtenus dépendent essentiellement de la régularité de la source de lumière

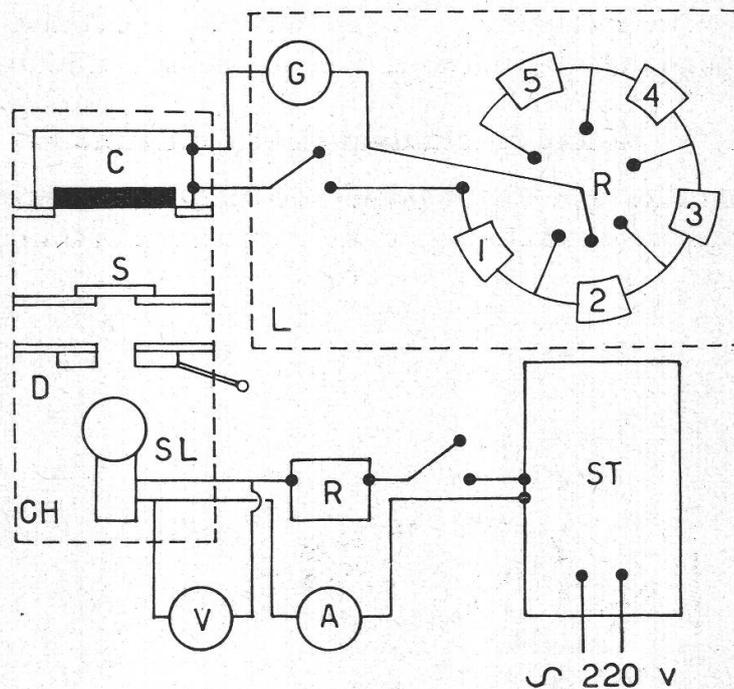


Figure 1

Schéma de l'appareillage

CH: chambre; SL: source; D: diaphragme; S: support et verre; C: cellule; L: luxmètre; G: galvanomètre; R: rhéostat; V: voltmètre; A: ampèremètre; R: rhéostat (ces trois instruments permettent d'assurer exactement le zéro de la source lumineuse); ST: stabilisateur.

et tout spécialement de la qualité de la tension sous laquelle la lampe fonctionne. Il nous a paru indispensable d'utiliser à cet effet un stabilisateur de voltage que nous avons spécialement fait construire à cet usage. Il s'agit d'un stabilisateur électronique dont voici les principales caractéristiques:

Tension moyenne d'alimentation: 220 V; 40-60 Hz

Variations de tension d'alimentation tolérée: $+/- 20$ V

Tension de sortie: 215 V (continu)

Stabilité de la tension: 1:10000 dans l'intervalle d'utilisation (0,5 à 35 W).

Disons encore quelques mots de la composition de l'appareil :

On distingue comme source d'énergie un redresseur général, puis un système d'information (diviseur μ), un amplificateur qui augmente la sensibilité du dispositif et produit l'inversion de phase totale, un comparateur de tension alternatif et un élément de référence de tension. La tension différentielle obtenue aux bornes du comparateur modifie et règle la résistance interne du système asservi dans un sens tel que la tension de sortie soit rétablie à sa valeur primitive. A condition que la tension de l'étalon ne subisse pas les variations de la tension d'entrée, le diagramme fonctionnel permet de prévoir, entre certaines limites physiques, l'indépendance des tensions d'entrée et de sortie du stabilisateur.

Mesures préliminaires et sensibilité

Il va sans dire que tout changement dans l'intensité de la source et dans le diamètre du diaphragme d'ouverture va entraîner des modifi-

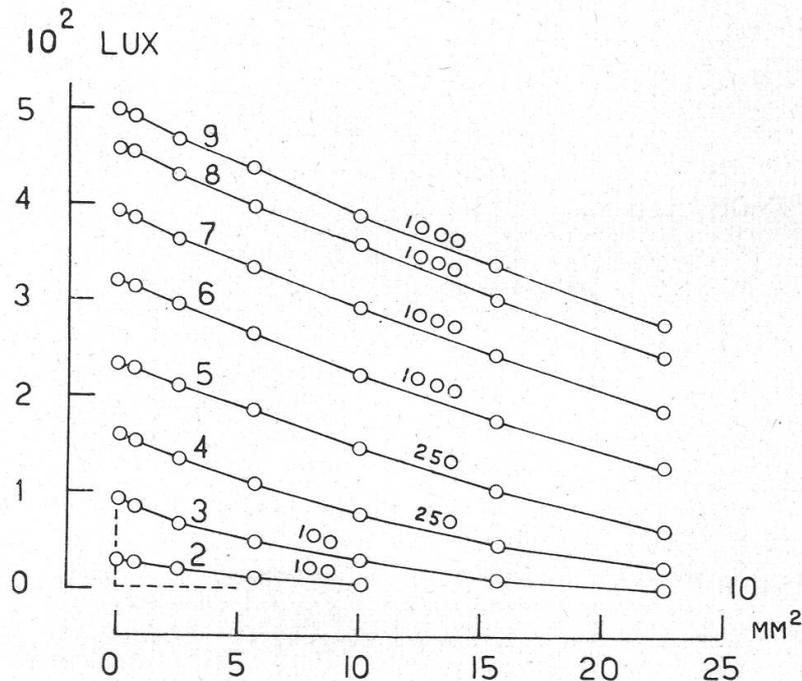


Figure 2

Mesures préliminaires

Intensité en lux en fonction de la surface en mm², pour diverses échelles (1000, 250 et 100) et divers diaphragmes (9 à 2)

cations dans les valeurs de lecture. Pour les essais préliminaires nous avons tout d'abord fait varier l'intensité lumineuse et nous avons pu constater qu'une forte lumière (500 lux par exemple) permettait d'obtenir des courbes de forte pente, c'est-à-dire qu'à une variation de lumière maximum correspondait une variation de surface minimum. Partant de cette

intensité initiale (qu'il convient de contrôler au début de chaque mesure), nous l'avons fait varier et nous avons utilisé des ouvertures de diaphragme de plus en plus petites (types 9 à 2), en utilisant par conséquent les diverses sensibilités que pouvait nous donner le luxmètre. Les essais réalisés à l'aide de fragments de bristol opaque soigneusement calibrés (figure 2) permettent de tirer les conclusions suivantes: le diaphragme largement ouvert ($D = 9$) conviendrait le mieux, mais la sensibilité du luxmètre pour cette intensité est relativement faible puisqu'il nous faut utiliser l'échelle 1000. Avec un diaphragme moins ouvert ($D = 2$), la sensibilité est améliorée, mais la pente de la courbe est alors trop faible. Il nous a paru finalement préférable d'employer un diaphragme d'ouverture intermédiaire (par exemple entre 5 et 6), ce qui nous permet d'utiliser l'échelle 250 (intensité initiale de 250 lux au maximum) avec une sensibilité de $\pm 0,5$ lux.

Approximation des mesures

Intensité. Travaillant avec l'échelle de 250, l'erreur absolue de chaque mesure est donc de l'ordre de $\pm 0,5$ lux. Elle est constante quelle que soit la valeur lue sur le galvanomètre; l'erreur relative est donc variable et croît lorsque cette valeur diminue. En effet, pour une intensité de 200 lux, elle vaut 0,25%; pour une intensité de 50 lux, on trouve 1%. Comme on utilise un stabilisateur, l'aiguille demeure parfaitement immobile et l'erreur sur la lecture est bien celle qu'on vient d'évaluer. Donc si l'intensité de la lumière qui tombe sur la cellule diminue (par conséquent si la surface du fragment mesuré augmente) l'erreur absolue demeure constante, alors que l'erreur relative augmente.

Surface. La détermination du degré de certitude dans la mesure de la surface est moins simple. On peut tout d'abord évaluer à $\pm 0,3$ mm l'erreur absolue que l'on commet en cherchant la longueur et la largeur des fragments employés. Si la section augmente, l'erreur absolue liée au calcul de cette surface va augmenter et l'erreur relative va diminuer. En effet, supposons un fragment de 5 sur 10 mm, les erreurs relatives concernant la mesure de la largeur seront de $(0,3/5) \cdot 100 = 6\%$ et de la longueur de $(0,3/10) \cdot 100 = 3\%$. Il s'ensuit que l'erreur relative pour l'évaluation de la surface sera de $6 + 3 = 9\%$. Comme cette surface mesure 50 mm^2 , elle sera donnée avec une erreur absolue de $\pm 4,5 \text{ mm}^2$. Prenons un fragment plus grand de 10×10 par exemple. L'erreur relative vaudra 6% et cette surface de 100 mm^2 sera connue à $\pm 6 \text{ mm}^2$. Donc si la surface du fragment utilisé augmente (par conséquent si l'intensité de la lumière qui tombe sur la cellule diminue), l'erreur absolue augmente alors que l'erreur relative diminue.

Quelques valeurs de ces approximations sont données dans le tableau ci-après.

Tableau

Recherche de l'approximation

Echelle: 250 Diaphragme D = 5,5 E.A.: erreur absolue E.R.: erreur relative en %

Dimensions des fragments E. A. = $\pm 0,3$				Surface des fragments en mm ²			Insensité de la lumière en lux E. A. = $\pm 0,5$ lux	
Largeur/mm		Longueur/mm		Valeur	E. R.	E. A.	Valeur ¹	E. R.
Valeur	E. R.	Valeur	E. R.					
2,5	12	5,0	6	12,5	18	2,25	248,4	0,20
5,0	6	5,0	6	25,0	12	3,00	240,3	0,21
5,0	6	7,5	4	37,5	10	3,75	231,5	0,22
5,0	6	10,0	3	50,0	9	4,50	220,6	0,23
7,5	4	10,0	3	75,0	7	5,25	204,3	0,25
10,0	3	10,0	3	100,0	6	6,00	181,5	0,27
10,0	3	12,5	2,4	125,0	5,4	6,75	163,7	0,31
10,0	3	15,0	2	150,0	5	7,50	148,2	0,35

¹ Chaque valeur correspond à la moyenne de 40 déterminations faites sur quatre séries de fragments.

Applications

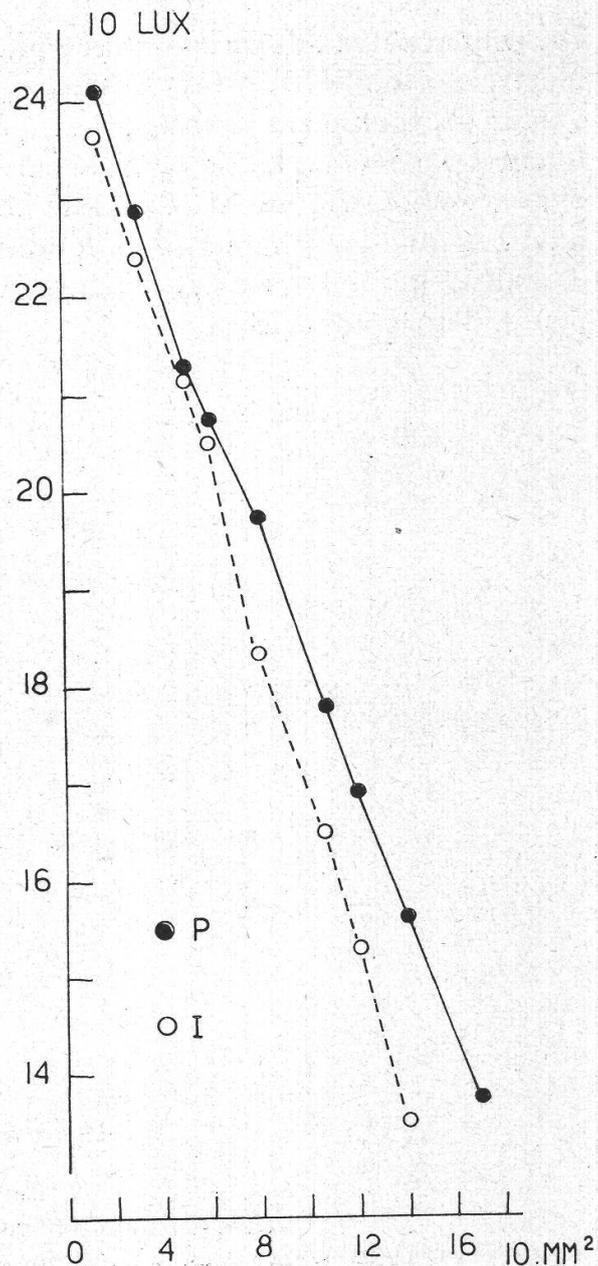
Cette méthode a permis diverses applications que nous voulons très brièvement décrire ici:

Mesure directe de la surface. On peut découper des fragments de feuilles à l'aide d'emporte-pièce calibré et déterminer la variation correspondante en lux. De tels essais ont été faits pour de nombreux types de feuilles et les courbes obtenues sont très voisines de celles reportées dans la figure 3 pour *Pteris cretica* (P) et *Iris spuria* (I). Par cette méthode, on peut encore déterminer la surface de feuilles entières à condition d'avoir préalablement calibré l'appareil. Des observations ont été par exemple réalisées pour des feuilles de petite taille qui se prêtent particulièrement bien à ce genre d'essais (*Lemna*, *Rhoicissus*, *Tradescantia*, etc.).

Mesure indirecte de la surface. La détermination de la surface des feuilles entières par la méthode précédente est discutable et l'erreur systématique qui est liée aux manipulations est relativement élevée. Nous préférons utiliser la technique suivante: on applique tout d'abord les feuilles dont on veut déterminer la surface sur un tampon encreur et à l'aide d'un journal, on appuie fortement de façon à couvrir toute la feuille d'encre. On place ensuite la feuille sur un papier opaque (bristol p. ex.), la face encrée collée contre le papier. A l'aide d'un papier journal on frotte la feuille pour obtenir la silhouette la plus parfaite sur le bristol². On découpe ensuite le papier en suivant le contour de l'image de la feuille.

² Cette méthode a été mise au point par le Dr W. Wurgler qui nous l'a aimablement communiquée.

Figure 3
 Courbes de calibration
P. Pteris cretica I. *Iris spuria*



Ayant primitivement établi la courbe étalon (v. plus haut), on peut savoir en mesurant l'intensité de lumière qui tombe sur la cellule, la surface du bristol et par conséquent celle de la feuille. Cette technique a été utilisée par exemple pour mesurer la surface de feuilles d'*Oxalis corniculata* dont les plantes avaient été traitées par de l'acide gibberellique.

Mesure de la transparence. Au lieu d'utiliser directement des sections de feuilles, on peut réaliser l'expérience suivante: on intercale une feuille (ou un fragment assez volumineux) entre une plaque de verre et un plateau opaque percé d'un trou au diamètre connu. On détermine alors la valeur de l'intensité de la lumière qui tombe sur la cellule et qui a traversé la feuille sur une surface correspondant à celle de l'ouverture du plateau.

On peut répéter l'expérience avec plusieurs feuilles superposées ou ne pas mettre de feuille du tout. Ces essais nous permettront de connaître la valeur du coefficient d'absorption, pour une surface constante, du limbe foliaire. La recherche de la transparence a été faite pour des feuilles du *Pteris cretica* (figure 4). Par une technique semblable, on a pu ainsi montrer que des fragments de feuilles mis en contact avec des solutions d'acide β indolyl-acétique pendant 48 h, avaient tendance à perdre un peu de leur transparence.

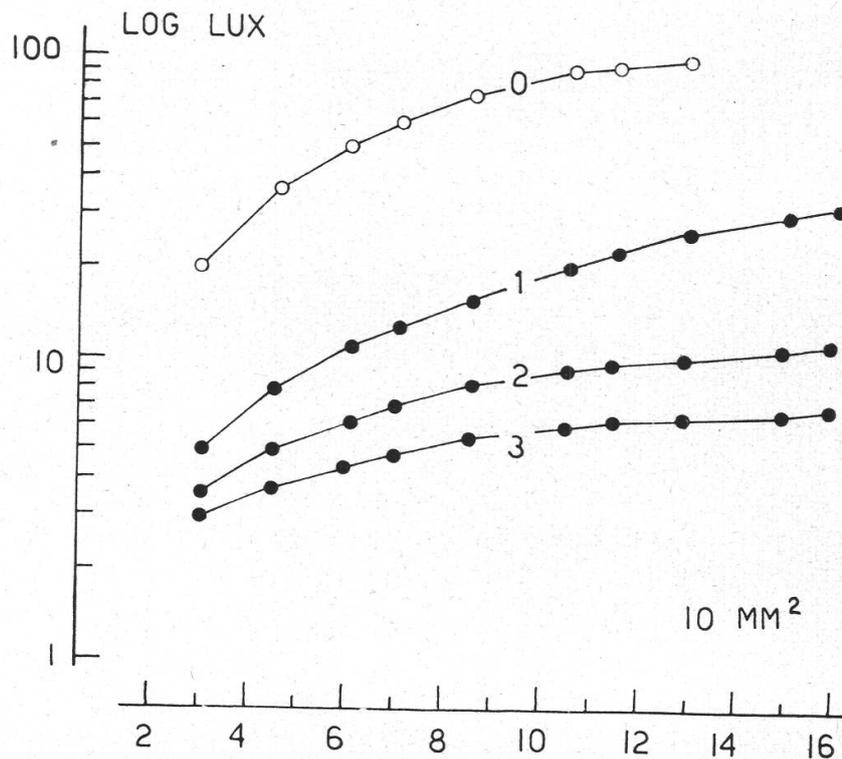


Figure 4

Recherche du coefficient de transparence

Intensité en log lux en fonction de l'ouverture de l'orifice de filtration de la lumière (en mm²). 0 pas de feuilles, 1, 2 et 3 essais avec une, deux ou trois feuilles superposées.

Test auxinique foliaire. Ce test fera l'objet d'une autre publication¹, en voici très brièvement le principe: des fragments de feuilles du *Pteris cretica* soigneusement calibrés, sont déposés dans des boîtes de Petri en présence de solutions d'acide β indolyl-acétique à diverses concentrations. Au bout de 48 h, on détermine la variation de surface. En fait, les résultats finaux corrigés (compte tenu des variations de transparence) sont exprimés directement en pour-cent à partir de valeurs obtenues en lux.

¹ P.-E. Pilet et M. Gaschen. Un test auxinique foliaire. Bull. Soc. bot. suisse, 68, 315-322, 1958.