Étude anatomique des différences entre les stomates de la feuille et de la tige chez les Solanées

Autor(en): **Duruz, Albert**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles = Bulletin der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg**

Band (Jahr): **48 (1958)**

PDF erstellt am: **20.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-308370

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Etude anatomique des différences entre les stomates de la feuille et de la tige chez les Solanées

Avec 19 figures

par Albert Duruz

TABLE DES MATIÈRES

I. Introduction et historique 244
II. Recherches personnelles 247
1. Atropa belladonna L., varietas lutea 247
2. Browallia demissa L. 249
3. Capsicum annuum L. 249
4. Datura stramonium L. 251
5. Nicotiana glutinosa L. 254
6. Nicotiana paniculata L. 255
7. Nicotiana tabacum L. 259
8. Physalis alkekengi L. 260
9. Physalis peruviana L. 261
10. Solanum dulcamara L. 262
11. Solanum lycopersicum L., varietas pyriforme 262
12. Solanum tuberosum L. 265
III. Tableau synoptique. 268
IV. Résumé et conclusions 268
Bibliographie 271

I. Introduction et historique

L'importance des appareils stomatiques, au point de vue physiologique, chez les végétaux, est un fait connu depuis longtemps.

Le premier anatomiste qui étudia les stomates fut Grew en 1682. Il constata déjà le rôle respiratoire de ces pores de la feuille. Puis ce fut Guettard en 1747 qui étudia les épidermes des feuilles. Il

observa sur les feuilles des quantités de points microscopiques qu'il appela « glandes miliaires ». En 1762, De Saussure appela ces appareils « glandes corticales », il les trouva de forme ovale, plus ou moins allongés. Il pensa déjà que ces pores doivent permettre au végétal de transpirer, d'éliminer des vapeurs. Il entrevit déjà leurs fonctions assimilatoires et excrétrices. Hedwig appela les pores de la feuille des pores évaporatoires. Link, le premier, les appela stomates, du grec στόμα, στόματ-ος, bouche.

De Candolle, vers 1827, parla des stomates sur et sous la feuille. Il parla de pores corticaux. Il constata l'exhalaison d'eau par les stomates. Il remarqua que la lumière excite cette exhalaison. Il montra que l'air humide ralentit cette transpiration et que l'obscurité complète la supprime. En 1850, Garreau insista sur le rapport qui existe entre le nombre des stomates et l'intensité transpiratoire sur les diverses parties d'une feuille. Ses expériences sur la feuille, en présence d'H_2SO_4, sont bien connues. Puis Stahl et Darwin étudièrent spécialement la transpiration des feuilles, Schwendener, vers 1881, étudia la structure et les fonctions mécaniques des appareils respiratoires. Les auteurs tels que Schellenberg et Leitgeb étudièrent encore la physiologie des stomates. Schellenberg, vers 1896, pense comme Schwendener que la lumière est le seul facteur pouvant faire ouvrir les stomates, par suite d'une élévation de la turgescence due à l'activité photochlorophyllienne des cellules stomatiques ou de fermeture.

Citons ensuite un travail de Tschirch, en 1880, sur l'anatomie de quelques types de stomates. En 1899, Westermaier publia un travail sur les stomates et leurs cellules annexes. Il montra le rôle que jouent les cellules annexes dans le fonctionnement des pores respiratoires. En 1904, Haberlandt publia son grand ouvrage sur la physiologie des plantes. Il consacra une partie de son étude aux pores respiratoires. Il étudia leur mécanisme, l'influence des facteurs extérieurs sur leur ouverture et leur fermeture, leurs relations avec le climat, le lieu et la position que ces orifices occupent sur leurs feuilles.

Le travail de Haberlandt fut le plus précieux pour la préparation de notre étude comparée des stomates de la tige et de la feuille chez les Solanées.

Citons également les thèses et travaux de Clauditz, Buck, Damm, Lona, Leupin, Lohr, Mariana, Mohl, Naegeli, Solereder, Zie-

GENSPECK et PORSCH. Certains de ces travaux ont pu nous fournir des indications importantes sur l'anatomie de la feuille et ses fonctions physiologiques. STRASBURGER a, entre autres, étudié le développement phylétique des pores respiratoires. CZECH a calculé la fréquence des stomates, au mm^2, chez quelques végétaux. Des travaux semblables ont été faits par SALISBURY et ECKERSON. HRYNIEWIECKI étudia, en 1912, l'anatomie des stomates de la feuille. Il décrivit quelques familles de Dicotylédonées. Les descriptions sont souvent très sommaires. L'auteur dit simplement si le stomate est normal, surélevé ou enfoncé. Il s'occupa surtout des cotylédons et des feuilles. Il ne décrit pas les différences entre stomates de la tige et de la feuille. Une très intéressante thèse, sur l'anatomie des stomates de la feuille, dans certaines familles de plantes, a été publiée en 1917 par REHFOUS. L'étude de cette thèse nous a permis d'acquérir d'importantes connaissances dans l'anatomie du stomate. Citons aussi les travaux de CHODAT, en 1921, sur les principes de botanique et sur les stomates. Pour cet auteur, l'évaporation des pores dépend de la surface, de l'humidité, de la sécheresse ou de la température ; la lumière ne jouerait aucun rôle. Par contre, la lumière jouerait un rôle considérable dans la transpiration, c'est elle qui réglerait l'ouverture et la fermeture des stomates. En 1924, WASSERMANN étudia la morphologie de l'appareil respiratoire dans plusieurs familles de plantes : Liliacées, Caryophylacées, Renonculacées, Légumineuses, entre autres, et aussi les Gymnospermes.

Citons aussi des travaux plus récents. En 1949, OPPENHEIMER étudia, au moyen de réactifs, le pouvoir d'ouverture et de fermeture des pores respiratoires chez la tomate. WEBER, en 1949, parlant de la répartition des pores sur les organes de la plante dit : « Wenn auch das Blatt als Träger von Spaltöffnungen naturgemäß an erster Stelle steht, so bieten doch auch die Sproßachsen krautiger Pflanzen interessante Verhältnisse dar, die bis heute in der Literatur kaum Beachtung gefunden haben. » C'est une des raisons pour lesquelles notre travail de recherche étudie, principalement, les différences anatomiques entre les pores respiratoires de la tige et ceux des faces supérieure et inférieure du limbe ; et pour commencer dans la famille des SOLANACEAE.

Il s'agit de voir quelle est la répartition des pores sur et sous la feuille ainsi que sur la tige et d'en tirer des conclusions physiologiques.

Il s'agit aussi d'étudier les différences de structures en rapport avec les fonctions de l'organe, le milieu, le climat, les influences extérieures et les tensions de surface auxquelles sont soumises les Solanées, plantes originaires de pays chauds, réparties principalement dans la zone torride et humide de la terre. Le calcul des dimensions des stomates sur les différents épidermes est important aussi, afin de pouvoir mieux comprendre leur rôle, en rapport avec la forme et la position de l'organe aérien, ainsi que leurs fonctions physiologiques dans un certain climat. Ensuite, dans des coupes microscopiques, certaines étant examinées sous l'huile d'immersion, les structures anatomiques sont étudiées, dessinées et comparées.

II. Recherches personnelles

1. Atropa belladonna L. (varietas lutea)

Sur le pétiole, les stomates sont rares, ils ont 34 μ de large sur 50 μ de long et sont disposés irrégulièrement. La disposition irrégulière des pores respiratoires se rencontre aussi sur la tige, sur et sous la feuille.

Sur la tige les pores sont également rares, leur longueur est de 56 μ et leur largeur 44 μ environ.

Sur et sous la feuille, les stomates sont plus petits que sur la tige et le pétiole.

Sur la feuille, il y a peu de pores aérifères ; leurs dimensions sont 24 μ de large sur 45 μ de long. Sous la feuille, les pores sont nombreux, ils ont en moyenne 32 μ de large sur 43 μ de long. Ici, les membranes des cellules annexes sont très ondulées. Les cellules stomatiques sont toujours plus petites que les cellules annexes de l'épiderme. Le nombre des cellules annexes autour des stomates est le suivant : pour la tige, 4 ou 5 (les membranes sont rarement ondulées), pour la partie inférieure de la feuille, 3, pour la face supérieure de la feuille, 3 ou 4 (les membranes sont moins ondulées que sous la feuille), pour le pétiole, 4 (les membranes des cellules annexes ne sont pas ondulées).

Les échanges gazeux doivent être faibles, ainsi que l'assimilation, dans la tige d'Atropa belladonna, car les ostioles sont rares. On en trouve 0 à 1 par mm^2, le plus souvent 0. La fréquence des pores est la même pour le pétiole.

Sur la feuille, dans la partie la plus étalée du limbe, on trouve 16 stomates par mm². Sous la feuille, il y en a en moyenne 62 par mm².

Dans l'épiderme supérieur de la feuille, les stomates sont entourés de cellules épidermiques 2 à 3 fois aussi longues que la cellule stomatique. Ces cellules sont beaucoup plus longues que hautes et leur forme est rectangulaire. Les becs supérieurs des cellules stomatiques sont bien marqués. Dans l'épiderme supérieur d'une nervure de la feuille, les stomates sont entourés de cellules annexes plus hautes que larges, en forme de croissant aux extrémités arrondies, souvent plus petites que les autres cellules épidermiques et environ une fois aussi larges que les cellules stomatiques (fig. 1). Le stomate est suspendu par de fines articulations et les membranes anticliniques des cellules stomatiques sont fortement bombées vers l'intérieur des cellules annexes.

Grâce à ce dispositif, une forte tension de la nervure n'empêchera pas le stomate de fonctionner. On trouve ici une fermeture à becs cutinisés dans la partie supérieure de l'ostiole. Ces becs sont bien prononcés et leurs pointes sont légèrement arrondies. C'est une protection contre une trop grande perte de vapeur d'eau. La position surélevée du stomate dans l'épiderme est due ici à la forme arrondie de la nervure. Le stomate est au niveau de l'épiderme. Il s'agit donc ici d'une plante non-xérophyte. Le canal de l'ostiole est court et aboutit dans une chambre sous-stomatique peu étendue, mais entourée de nombreuses lacunes. L'épiderme est épais, plus que les cellules annexes typiques. La cutine est bien marquée et sa surface est crénelée. Le lumen des cellules stomatiques est grand, il facilitera les échanges avec les cellules annexes.

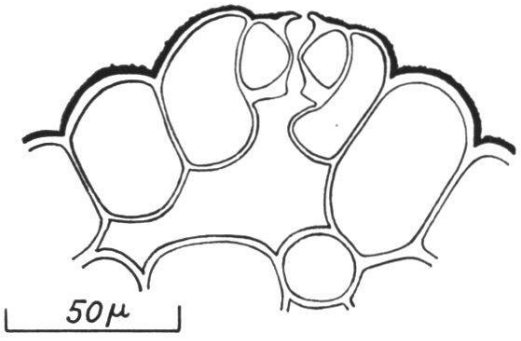


Fig. 1. Section transversale équatoriale dans un stomate d'une nervure, dans la face supérieure de la feuille.

Les membranes cellulosiques des périclines externes et internes sont épaisses, les anticliniques latérales et anticlines ventrales, au contraire, sont très minces pour faciliter la fermeture de l'ostiole lorsque l'eau commence à manquer à la plante. Les cellules annexes

typiques du stomate ont des renflements sous l'ostiole. Ces bourrelets se rapprochent passablement et augmenteront ainsi la protection contre une trop forte déperdition d'eau par temps sec. Sous l'épiderme supérieur de la feuille, les cellules sont oblongues, verticales, palissadiques et forment une seule couche. Sous l'épiderme de la nervure, les cellules sont arrondies ; vers l'intérieur de la nervure, elles forment plusieurs couches jusqu'aux vaisseaux conducteurs. Certaines cellules, sous le stomate, sont très grandes, deux à trois fois plus grandes que les cellules épidermiques.

2. Browallia demissa L.

Sous la feuille, les stomates sont répartis irrégulièrement. Les plus grands pores ont 38 μ de long et 24 μ de large. Leur nombre est de 280 par mm^2. Les cellules annexes ont leurs parois très ondulées et possèdent en général quatre insertions par orifice respiratoire. Sur la feuille, les cellules épidermiques sont grandes et les pores répartis irrégulièrement. Les plus grands ont 39 μ de long et 25 μ de large. Les cellules annexes ont trois à quatre insertions et leurs membranes cellulosiques sont très ondulées. On compte douze stomates au mm^2.

Sur la tige, le stomate est bien plus long que sur la feuille, mais la largeur est restée la même. Cette longueur du stomate doit certainement faciliter son fonctionnement pendant les tensions auxquelles peut être soumise la tige. Le pore, long et mince, mesure 46 μ sur 25. Les cellules épidermiques sont oblongues, les cellules annexes n'ont pas d'ondulations et leurs insertions sont, le plus souvent, au nombre de quatre. Au mm^2, on trouve, en moyenne, dix-huit orifices respiratoires.

3. Capsicum annuum L.

Ici également, les stomates sont disposés par plages irrégulières, aussi bien sur la tige que sur et sous la feuille. Leurs dimensions sont, pour la partie supérieure de la feuille, en moyenne, 34 μ de long sur 24 μ de large, sous la feuille 32 μ de long sur 24 μ de large et sur la tige 44 μ de long sur 32 μ de largeur.

Sur la tige, le stomate est entouré de quatre à cinq cellules annexes avec autant d'insertions sur les cellules stomatiques. Les mem-

branes des cellules annexes sont très peu ondulées. Les membranes des cellules annexes sont beaucoup plus ondulées autour des stomates de la feuille, spécialement sous le limbe.

Chez Capsicum annuum, les stomates sont entourés de trois à quatre cellules annexes, le plus souvent il y en a trois.

On trouve sur la feuille 120 stomates par mm^2 ; sous la feuille, ils sont beaucoup plus nombreux et atteignent la moyenne de 300 par mm^2. Sur la tige, leur nombre diminue considérablement pour tomber à 52 par mm^2. La coupe transversale équatoriale du stomate de la tige permet les observations suivantes : dans la région de la chambre sous-stomatique, qui est assez étendue, les cellules ont des parois minces, il n'y a plus de collenchyme. Le stomate est très légèrement enfoncé dans l'épiderme. Capsicum annuum est une Solanée des régions tropicales. L'enfoncement du stomate est d'environ 5 à 6 μ au-dessous du niveau de l'épiderme (fig. 2). Il y a donc là un léger puits ou une petite crypte au-dessus de l'ostiole. La raison de ce petit puits doit être l'abaissement de la transpiration. Le stomate est entouré de cellules annexes typiques. Dans la feuille, les stomates sont au niveau de l'épiderme.

La coupe transversale de la tige permet de voir que les arêtes sont renforcées par des bourrelets de collenchyme. Ces renforcements sont formés d'environ dix couches de cellules collenchymatiques. Entre

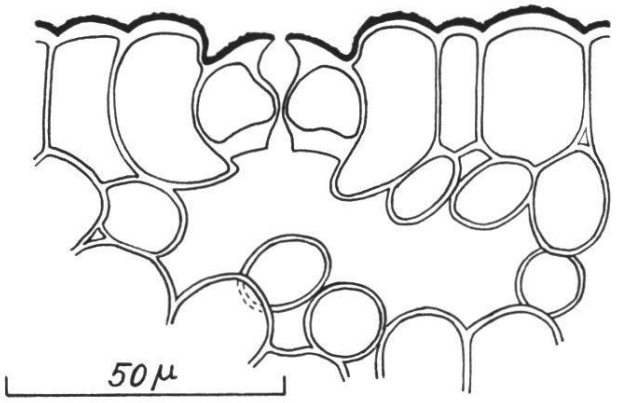


Fig. 2. Section transversale équatoriale d'un stomate de la tige.

les arêtes, les assises de cellules collenchymatiques, sous l'épiderme, sont de trois à quatre seulement. La cutine est peu épaisse et atteint 1 à 2 μ d'épaisseur. L'épiderme a une épaisseur de 25 à 30 μ. Le stomate est suspendu par des articulations verticales très fines et possède une simple fermeture à becs cutinisés. Les périclines internes n'ont pas de becs. On constate que les stomates sont plus hauts et plus étroits que dans la feuille, ceci pour des raisons mécaniques probablement.

Le lumen des cellules stomatiques est large et haut, il permettra des échanges rapides avec les cellules annexes. Ici également, les périclines externes et internes sont épaisses, tandis que les anticlines ventrales et latérales sont très minces pour assurer le mécanisme du pore respiratoire. Les feuilles sont percées de stomates des deux côtés.

4. Datura stramonium L.

Sur la feuille, les pores sont répartis par plages irrégulières, les membranes des cellules annexes aux stomates ne sont pas ondulées. On voit trois à quatre cellules annexes par stomate. Elles se fixent aux cellules stomatiques par trois à quatre insertions. Le pore a 24 μ de large sur 34 μ de long et on trouve, en moyenne, 200 stomates par mm².

Le dessous de la feuille montre également une distribution très irrégulière des stomates. Les membranes de leurs cellules annexes sont fortement ondulées. Le nombre des cellules annexes est le plus souvent trois, assez souvent quatre, moins souvent deux ou cinq et rarement une ou six. Nous avons trouvé, en effet, dans l'épiderme inférieur de la feuille, des stomates entourés de six cellules annexes avec six insertions sur les cellules stomatiques. Sous la feuille, le stomate a environ 29 μ de long sur 19 μ de large. Certains stomates peuvent atteindre exceptionnellement 39 μ de long sur 32 μ de large, d'autres ne mesurent que 24 μ de long sur 17 μ de large. La fréquence des pores respiratoires est en moyenne de 299 par mm².

L'épiderme de la tige a très peu de stomates, environ un par mm². Les membranes des cellules annexes ne sont pas ondulées. Le nombre des cellules annexes ainsi que le nombre d'insertions est de quatre à cinq. Sur le pétiole de la feuille, les pores sont très rares. Sur la tige, on trouve des stomates d'une longueur de 46 μ et d'une largeur de 32 μ.

Sur environ 50 coupes minces dans la tige, il est difficile de rencontrer un stomate en coupe transversale équatoriale. Pour pouvoir distinguer excatement la structure des cellules stomatiques, il faut traiter les coupes minces à l'eau de Javel.

La cutine est particulièrement épaisse sur la tige et l'ostiole. Une partie de la chambre sous-stomatique est souvent obstruée par une sécrétion qui doit être de la cire. Sous l'épiderme de la tige on trouve

un hypoderme aux grandes cellules, plus grandes que celles de l'épiderme. Cet hypoderme est interrompu sous les stomates. Sous l'hypoderme suit un collenchyme aux parois cellulosiques assez épaisses.

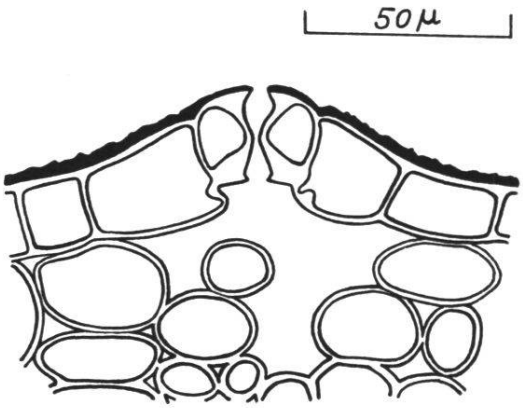


Fig. 3. Coupe transversale équatoriale du stomate de la tige.

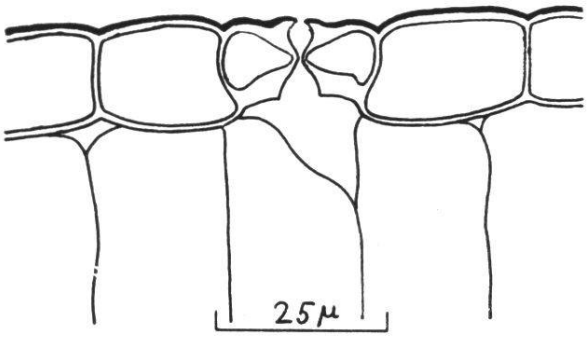
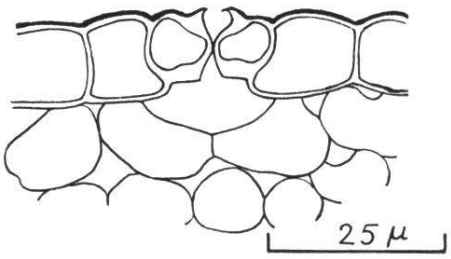


Fig. 4. Stomate de l'épiderme supérieur de la feuille en coupe transversale équatoriale.

Fig. 5. Stomate de l'épiderme inférieur de la feuille en coupe transversale équatoriale.



Les cellules épidermiques de la tige et de la face supérieure de la feuille sont environ deux fois plus grosses, en moyenne, que les cellules épidermiques de la face inférieure de la feuille. Dans la tige, les stomates sont suspendus par de fines articulations. Les charnières sont entourées de bourrelets cellulosiques. Les stomates des épidermes supérieur et inférieur de la feuille n'ont pas ces articulations, la feuille n'étant pas soumise à des tensions semblables à celles de la tige. Dans la tige, les stomates sont plus longs, plus larges et en coupe également plus hauts que ceux des épidermes du limbe (fig. 3). Cette structure doit faciliter la flexibilité de l'appareil respiratoire de la tige.

Dans la tige, le stomate a une double fermeture à becs, en haut cutinisés, en bas cellulosiques. C'est une meilleure protection contre la transpiration. Le nombre des stomates est également très diminué dans la tige. Le maximum d'évaporation aura donc lieu dans la feuille. Les stomates des épidermes supérieur et inférieur de la feuille n'ont qu'une paire de becs cutinisés dans la partie externe de l'ostiole. Partout, dans la tige comme dans la feuille, les stomates sont sensiblement au niveau de l'épiderme. Il s'agit donc bien d'une plante non-xérophyte. Le canal de l'ostiole est légèrement plus long dans les stomates de la tige que dans ceux de la feuille. Dans la tige, l'épiderme est plus épais que dans la feuille. Il en est de même pour la cuticule beaucoup plus prononcée, crénelée dans la tige et surmontée d'une faible couche de cire. Dans la tige, le stomate est légèrement surélevé. Dans l'épiderme de la tige également, le lumen des cellules stomatiques est plus haut que large lorsque le stomate est fermé.

Dans les cellules stomatiques des épidermes de la feuille, il est, au contraire, plus large que haut, les anticlines ventrales se touchant. Partout le lumen est grand et permet facilement les échanges avec les cellules annexes. On trouve les mêmes épaississements cellulosiques des membranes périclines dans tous les stomates de la tige et des deux épidermes foliaux. Les membranes anticlines sont partout très minces. Sous les stomates de la tige, la chambre sous-stomatique est spacieuse et entourée de lacunes. Sous la feuille, les chambres sous-stomatiques sont plus petites mais entourées également de nombreuses lacunes. Sur la feuille, les chambres sous-stomatiques sont assez restreintes et il n'y a plus de lacunes importantes, le tissu lacuneux étant remplacé par de longues cellules palissadiques serrées les unes à côté des autres. Les stomates de l'épiderme inférieur ont des becs cutinisés, aux extrémités pointues, tandis que dans les stomates de l'épiderme supérieur, les becs sont légèrement arrondis à leurs extrémités (fig. 5 et 4). Dans l'épiderme supérieur de la feuille, le stomate étant fermé, le lumen des cellules stomatiques est plus étroit en direction des anticlines ventrales que dans le lumen des cellules stomatiques de l'épiderme inférieur.

5. Nicotiana glutinosa L.

La face inférieure de la feuille est richement recouverte de poils glandulaires, la répartition des pores est très irrégulière. On trouve trois dimensions pour les stomates. Les plus grands ont 35 μ sur 28 μ, les autres 35 μ sur 25 μ, et les plus petits 28 μ sur 21 μ. Le nombre de cellules annexes est de trois ou quatre ainsi que le nombre d'insertions. Les cellules épidermiques, sous la feuille, sont à contours très sinués. Le nombre de stomates par mm² est de 180. Sur la feuille, il y a peu de poils glandulaires et les stomates sont dispersés irrégulièrement, on en trouve 114 au mm². La dimension du stomate est le plus souvent 36 μ de long sur 29 μ de large. Les cellules annexes sont peu ondulées et, en général, au nombre de quatre avec quatre insertions sur le stomate. Sur la tige, les pores respiratoires sont aussi répartis d'une façon irrégulière. Les poils glandulaires pluricellulaires sont extrêmement nombreux. Les cellules épidermiques sont oblongues, polygonales et sans ondulations dans leurs parois de cellulose. La dimension du stomate est 42 μ de long sur 30 μ de large. Ici, le stomate est allongé et assez mince. Il y a en général trois cellules annexes autour du pore avec trois insertions sur les cellules stomatiques. Au mm² on trouve en moyenne vingt pores respiratoires. Dans la tige, certaines grosses cellules de la moelle peuvent dépasser 190 μ de diamètre. Le stomate de la tige a un ostiole de 17,5 μ de longueur, la chambre sous-stomatique, pas profonde mais très large, s'étend sous l'épiderme, horizontalement (fig. 6). Il y a de nombreuses lacunes dans le tissu lacuneux. Sous la feuille, les stomates sont sensiblement

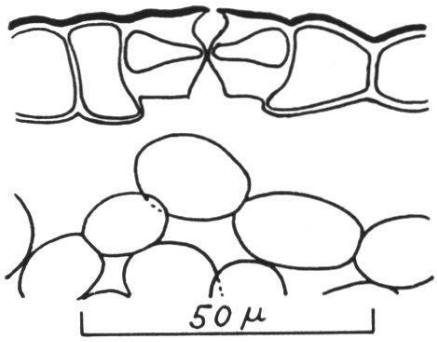


Fig. 6. Section transversale équatoriale du stomate de la tige (Nicotiana glutinosa).

de même forme que sur la tige. Ils sont très légèrement surélevés, leurs cellules stomatiques sont plus petites que celles des pores de la tige. La chambre sous-stomatique est très large, mais peu profonde, comme dans la tige. Certaines cellules de l'épiderme inférieur de

la feuille ont environ 100 μ de diamètre et portent des poils glandulaires. Les autres cellules épidermiques ont des diamètres variant entre 25 μ et 35 μ environ. Les cellules stomatiques ont de fines articulations, des becs cutinisés sur les périclines externes. Dans la tige, le stomate est au niveau de l'épiderme. Le lumen des cellules stomatiques est étroit mais allongé, permettant un facile échange avec les cellules annexes. Périclines externes et internes sont épaisses, anticlines ventrales et latérales sont très minces. La cutine est assez faiblement marquée.

6. Nicotiana paniculata L.

Sur la feuille, l'épiderme est recouvert de nombreux poils pluricellulaires et de glandes. Les stomates manquent quasi totalement. Sous la feuille, les stomates sont nombreux et disposés en plages

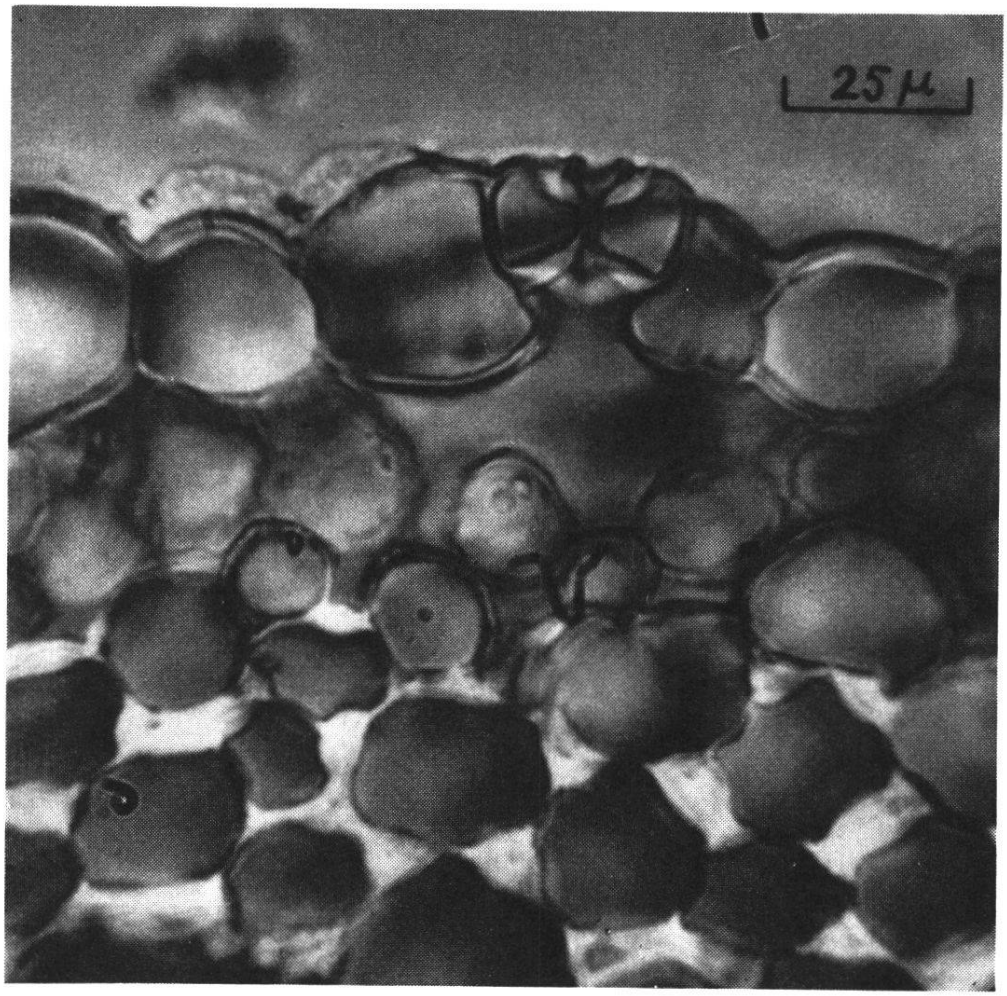


Fig. 7. Section transversale équatoriale d'un stomate de la tige de Nicotiana paniculata. Sous la chambre sous-stomatique on voit le collenchyme à parois cellulosiques épaisses.

irrégulières. L'épiderme est, ici aussi, recouvert de nombreux poils enchevêtrés. Ces poils ont des longueurs variant entre 320 à 560 μ. Sur la tige on trouve de nombreux poils et des stomates répartis irrégulièrement. Sous la feuille, le stomate a en moyenne 32 μ de

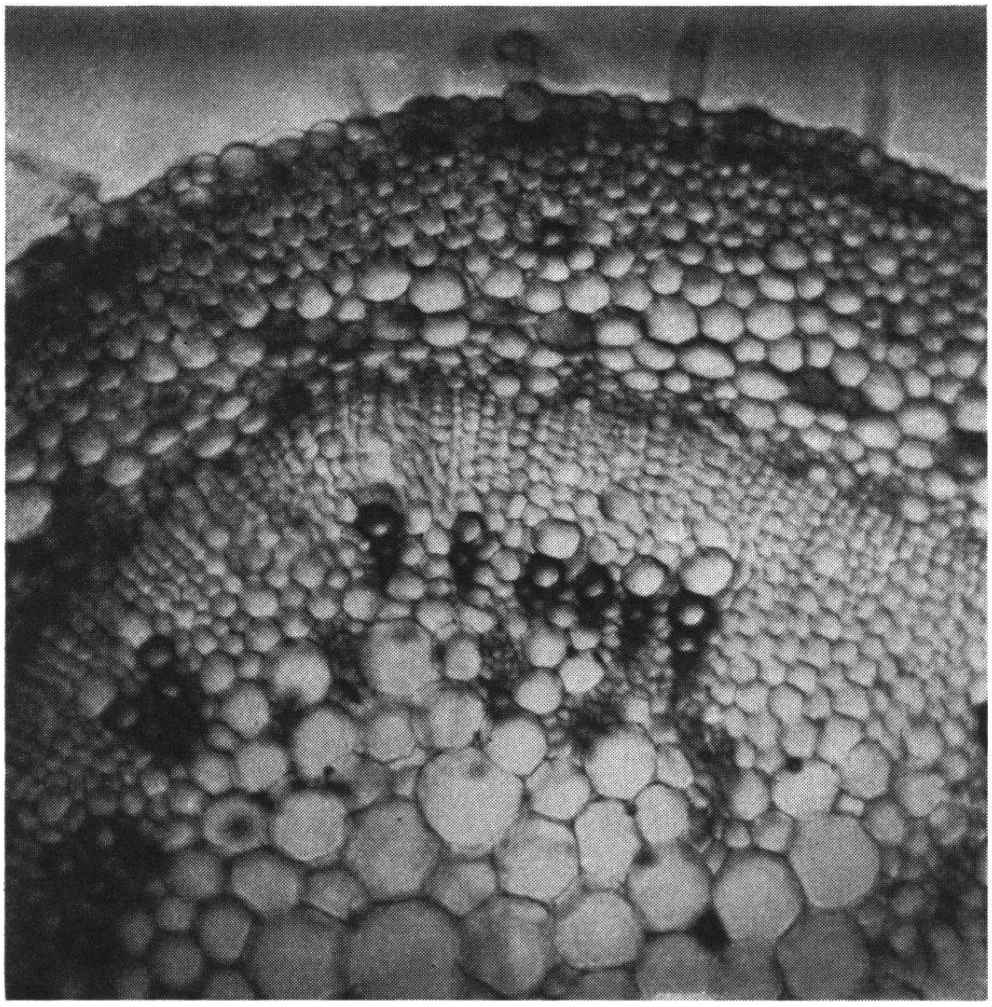


Fig. 8. Section transversale de la tige de Nicotiana paniculata L. 70 : 1.

long pour 28 μ de large, sur la tige 34 μ de long sur 29 μ de large. La différence entre la longueur et la largeur du stomate est très minime. Ces stomates sont de forme presque ronde, vus de face, et non nettement ovales comme chez les autres Solanées étudiées. L'ostiole forme un ovale bien net au centre du stomate, sa largeur est la même que celle d'une des cellules stomatiques et sa longueur est environ égale à la moitié de la longueur du stomate. Vu le grand nombre de poils qui recouvrent l'épiderme inférieur de la feuille, l'observation est ici plus difficile et l'huile d'immersion peut rendre de bons services. Sur le pétiole, on rencontre très peu de stomates.

Dans l'épiderme inférieur de la feuille, les stomates ont quatre à cinq cellules annexes ; dans l'épiderme de la tige, il y en a trois à quatre. Dans l'épiderme supérieur de la feuille, les cellules épidermiques, dont certaines atteignent 68 μ de long, ont des membranes cellulosiques passablement ondulées. Dans l'épiderme inférieur, sous un épais rideau de poils enchevêtrés, les cellules ont aussi des parois passablement ondulées. Sur la tige, les cellules épidermiques n'ont pas de contours ondulés, elles sont oblongues et ont en moyenne 110 μ de long sur 25 μ de large. Par mm² on trouve, en moyenne, 323 pores respiratoires sous la feuille et 28 sur la tige.

La section transversale équatoriale d'un stomate de la tige permet de voir que les cellules stomatiques sont suspendues, par de fines articulations verticales, afin d'assurer l'élasticité du stomate suivant les tensions de l'épiderme ou suivant l'état hygrométrique de l'air. Le stomate n'est donc pas un simple pore mais un petit appareil sensible et automatique comparable à une soupape microscopique.

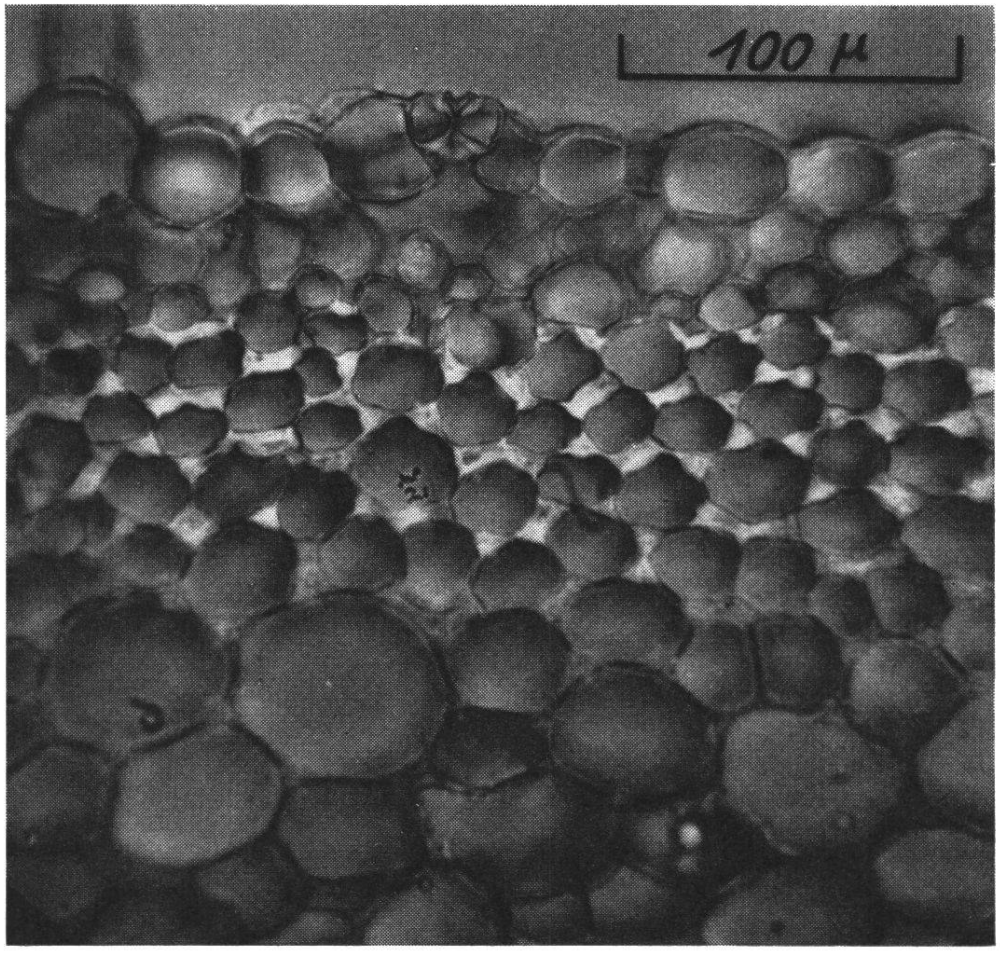


Fig. 9. Un stomate légèrement surélevé. Section de la tige.

Le stomate a une seule fermeture à becs cutinisés. Le stomate n'est pas enfoncé dans l'épiderme, il s'agit d'une non-xérophyte bien protégée contre une trop forte transpiration et contre le froid par un important revêtement de poils, par la cutine et les becs cutinisés

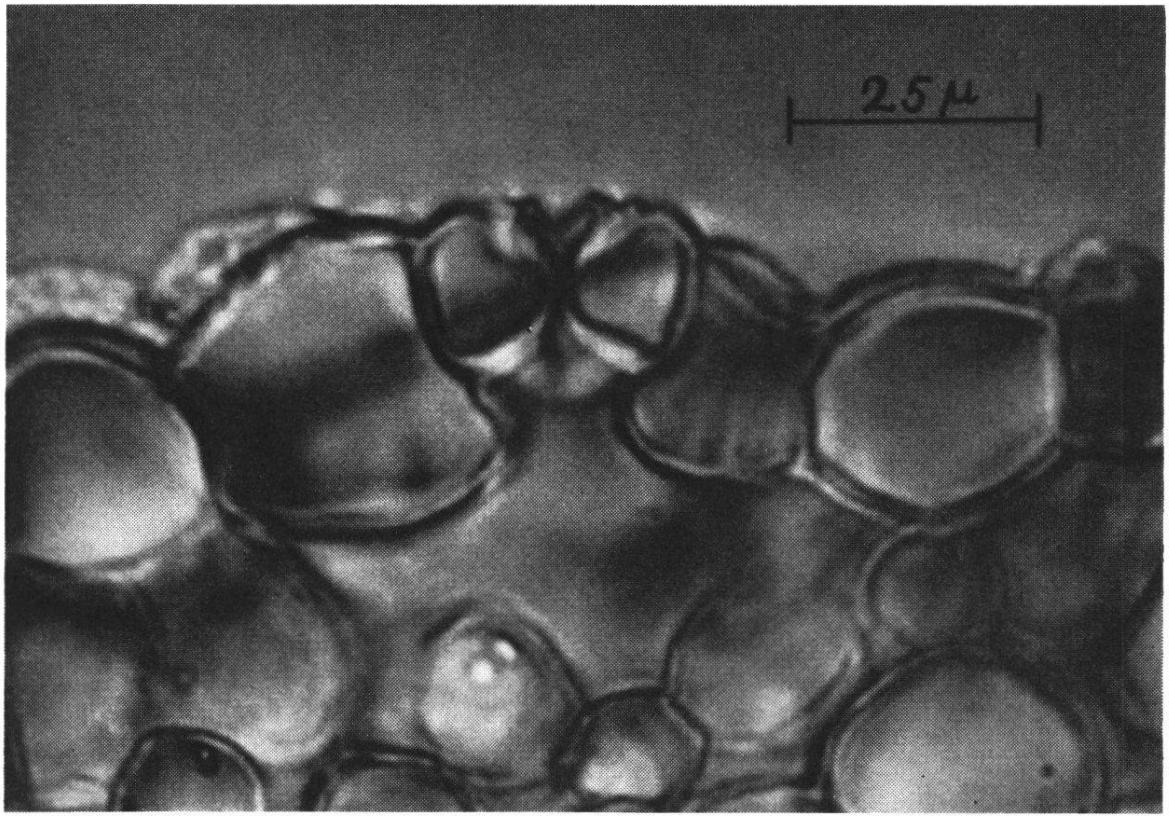


Photo R. Bersier, Fribourg.

Fig. 10. Stomate et chambre sous-stomatique de Nicotiana paniculata. Section de la tige (grossissement 960 : 1).

des pores respiratoires. Les canaux des ostioles sont assez courts dans la tige mais l'épiderme est plus épais que dans la feuille. Le lumen des cellules stomatiques est grand et allongé. Périclines externes et internes sont épaisses, anticlines ventrales et anticlines dorsales sont fines (fig. 10). La cutine est bien marquée, crénelée mais peu épaisse, la chambre sous-stomatique est grande, assez large. La feuille n'étant percée de pores que d'un côté, la protection contre une trop forte transpiration sera encore accrue.

7. Nicotiana tabacum L.

Sous la feuille, les stomates assez gros sont répartis par plages irrégulières. Ils sont entourés de poils gluants, pluricellulaires et terminés par une petite capsule glandulaire. Le pore a 43 μ de long et 31 μ de large. On trouve le plus souvent trois à quatre cellules annexes avec parois cellulosiques très ondulées et trois à quatre insertions sur les cellules stomatiques. Le nombre de pores par mm² est de 85 en moyenne.

Sur la feuille, on trouve des poils glandulaires de près de 500 μ de long. Ils sont assez nombreux. Les cellules épidermiques sont grandes, certaines ont une longueur de 200 à 220 μ. Les stomates, peu nombreux, sont répartis en plages irrégulières. Il y en a environ 27 au mm² et leurs dimensions sont de 44 μ sur 32 μ. Les cellules annexes ont des contours irréguliers comme les cellules épidermiques. Le plus souvent, le pore est entouré de trois cellules annexes avec trois insertions sur les cellules stomatiques.

Sur la tige, les poils glandulaires sont nombreux, les pores sont répartis irrégulièrement. Les stomates sont surélevés, quelque peu, au-dessus de l'épiderme (fig. 11). Cette structure permettra une plus

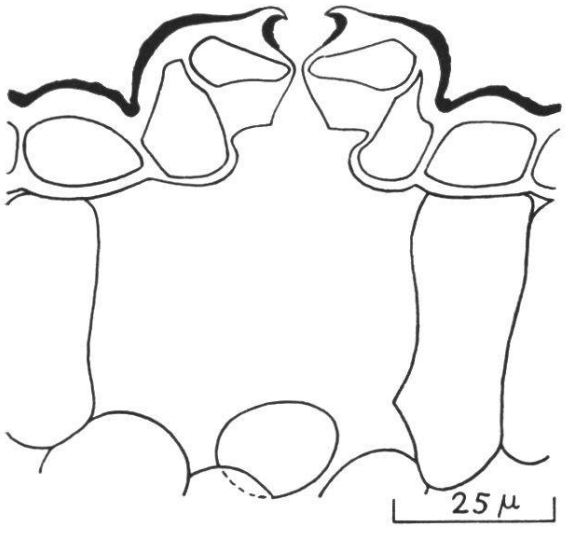


Fig. 11. Section transversale équatoriale d'un stomate de la tige de Nicotiana tabacum. Vu sous l'huile d'immersion.

forte transpiration. Le stomate a 45 μ de long sur 38 μ de large. Ses cellules annexes sont oblongues, sans ondulations, au nombre de trois avec trois insertions. Il y a en moyenne 21 stomates par mm².

Ici encore, on retrouve de fines charnières assurant l'élasticité des cellules stomatiques. L'ostiole est surmonté d'une simple fer-

meture à becs cutinisés. Le stomate n'est pas au niveau de l'épiderme. Dans l'épiderme inférieur et dans l'épiderme supérieur de la feuille, les stomates sont également surélevés, mais moins que sur la tige. Leur position, au-dessus de l'épiderme, confirme le caractère non-xérophyte de Nicotiana tabacum, plante à forte transpiration, à feuilles percées de pores des deux côtés. La cellule stomatique, en s'élevant au-dessus du niveau épidermique, vient s'asseoir sur sa cellule annexe typique.

Cette cellule annexe est plus haute que large, contrairement aux autres cellules épidermiques et aux cellules stomatiques. La cellule annexe forme, avec la péricline interne, l'articulation très fine qui donnera de la souplesse au mécanisme d'ouverture et de fermeture de l'ostiole. Le lumen des cellules stomatiques est étroit, allongé, permettant des échanges faciles avec les cellules voisines. Les périclines internes sont particulièrement épaisses, bien plus épaisses que les périclines externes. Les membranes cellulosiques des anticlines ventrales et anticlines latérales dorsales sont ici encore très minces, mais alors beaucoup plus courtes que dans les stomates des autres Solanées. Les anticliniques latérales sont bombées en direction des cellules annexes comme chez tous les stomates examinés jusqu'ici. La cutine est bien marquée mais, par places, assez mince. La chambre sous-stomatique est profonde et grande, entourée de grandes cellules oblongues.

8. Physalis alkekengi L.

Sous la feuille, les stomates sont au niveau de l'épiderme, leur répartition est irrégulière et leurs cellules annexes, aux contours très ondulés, forment sur eux trois à quatre insertions. L'épiderme est surmonté d'assez nombreux poils pluricellulaires. Le nombre des stomates trouvés au mm^2 est en moyenne de 207. Les plus grands pores respiratoires ont 35 μ de long sur 21 μ de large. Sur la feuille, les poils sont rares, les cellules épidermiques sont polygonales, aux membranes très peu ondulées et presque droites. Il n'y a pas de stomates (sauf rares exceptions). Sur la tige, les pores sont au niveau d'un épiderme glabre, aux cellules polygonales et à membranes presque droites. Les pores, disposés irrégulièrement, ont 39 μ de long sur 25 μ de large et leur nombre atteint 20 par mm^2.

9. Physalis peruviana L.

Sous la feuille, la répartition des pores est irrégulière. Les stomates ont trois cellules annexes dont les membranes sont très ondulées. Le nombre des insertions sur les pores est presque toujours de trois. Les orifices respiratoires ont différentes dimensions. On en trouve qui ont 35 μ sur 28 μ ou 35 μ sur 25 μ, 28 μ sur 25 μ et encore 32 μ sur 25 μ. Les plus grands ont 38 μ de long sur 28 μ de large. Au mm² on en trouve en moyenne 176.

Sur la feuille, la disposition des pores est irrégulière. Ils mesurent 38,5 μ sur 26 μ et certains, les plus grands, même 39 μ de long sur 26 μ de large. On compte trois cellules annexes avec trois insertions par pore respiratoire. Les membranes des cellules épidermiques sont peu ondulées. Le nombre de pores par mm² est de 36.

Sur la tige, les stomates sont répartis irrégulièrement par plages. La dimension des pores est de 39 μ de long et de 32 μ de large (fig. 12). Les cellules annexes, au nombre de trois à quatre, ont le plus souvent trois insertions. Les cellules sont oblongues aux parois non ondulées. Leur longueur varie entre 50 et 100 μ env. Leur forme est celle de

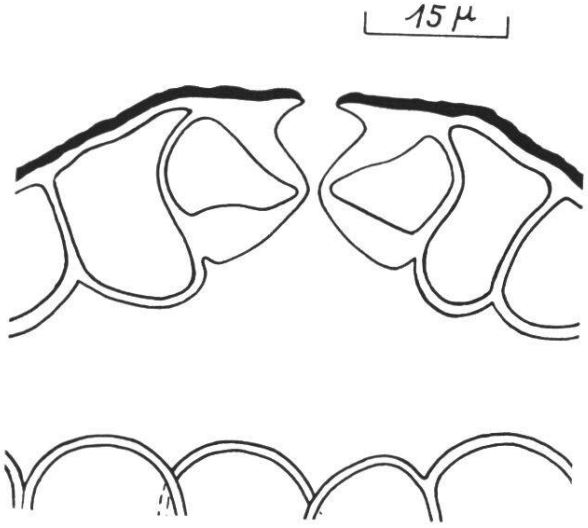


Fig. 12. Coupe transversale équatoriale d'un stomate de la tige de Physalis peruviana.

longs rectangles aux parois parallèles. Certaines ont la forme de longs trapèzes étroits. La largeur des cellules n'est ici que de 28 à 35 μ. D'assez grandes régions de la tige sont privées de stomates. D'autres régions en possèdent quelques-uns. La moyenne des pores au mm², pour la tige, atteint 8.

10. Solanum dulcamara L.

Sous la feuille, les cellules épidermiques ont des contours très ondulés. L'épiderme est surmonté d'assez nombreux poils courts et pointus. Les stomates sont très nombreux et dispersés en plages irrégulières. Les cellules annexes aux stomates ont le plus souvent trois ou quatre insertions sur les cellules stomatiques, dont les dimensions sont 24 μ de long sur 17 μ de large et dont le nombre est 477 au mm².

Sur la feuille, l'épiderme est formé de cellules polygonales, pentagonales et hexagonales le plus souvent, aux membranes très peu ondulées, souvent droites. La cutine est recouverte d'assez nombreux poils et la répartition des pores est irrégulière. Les plus longs stomates ont 24 μ de long et 17 μ de large, beaucoup n'ont que 21 μ de long. Les cellules annexes ont, le plus souvent, quatre insertions sur les cellules stomatiques. La fréquence des pores est de 21 au mm². Sur la tige, l'épiderme a des cellules polygonales aux membranes cellulosiques épaisses mais pas ondulées. Les poils sont très peu nombreux et la répartition des pores respiratoires irrégulière. Les stomates, très peu nombreux, sont fixés aux cellules annexes par quatre insertions le plus souvent. La taille des pores est de 35 μ sur 24 μ, le nombre de 9 au mm².

11. Solanum lycopersicum L. (var. pyriforme)

Sur toute la feuille, sur l'épiderme du pétiole et de la tige, les stomates sont distribués par plages irrégulières. On remarque immédiatement, aux faible grossissement du microscope, que les stomates de la tige sont moins nombreux que ceux de la feuille. Ils sont également plus grands. On voit aussi que les stomates aérifères sont plus nombreux sous la feuille que partout ailleurs sur les autres organes. Sur la feuille, dans son épiderme arraché, on trouve des stomates qui ont environ 34 μ de long sur 18 μ de large. Certains ont 25 μ de large. Sous la feuille, leur longueur est d'env. 24 μ sur 17 μ de largeur. Sur le pétiole, les stomates ont env. 32 μ de long et, sur la tige, ils atteignent une longueur de 48 μ sur 29 μ de large. Certains ont 35 μ de large (fig. 13). La longueur varie ici entre 42 et 48 μ. Ces différences de taille entre pores des feuilles et pores des tiges pourraient, ici également, être dues à des causes mécaniques. Les cellules stomatiques de

la tige sont accompagnées le plus souvent de cinq ou quatre cellules annexes, rarement de trois. Le nombre d'insertions est également de cinq ou quatre et les membranes des cellules annexes ne sont pas ondulées.

Dans l'épiderme inférieur de la feuille, nous avons trouvé, cas très rare, deux stomates accolés par leurs membranes polaires. Ces deux stomates « siamois » sont entourés de six cellules annexes (fig. 14). Leurs membranes sont très ondulées et forment six insertions stomatiques. Sous la feuille, en général, les stomates sont entourés de quatre ou cinq cellules annexes dont les membranes ont de fortes ondulations. Sur la feuille, les pores respiratoires sont entourés de trois ou quatre cellules annexes seulement avec trois ou quatre insertions sur le stomate. Les membranes ont des contours plus faiblement ondulés.

Comme chez Solanum tuberosum, nous constatons que chez Solanum lycopersicum les stomates sont moins nombreux sur la tige que sur les feuilles. On trouve, en effet, par mm^2 34 stomates sur la tige, 53 sur la feuille et 352 sous la feuille. Ces chiffres prouvent, de nouveau, le rôle capital des feuilles dans les échanges gazeux de la plante, dans la respiration, la transpiration et l'assimilation photochlorophyllienne.

Sous la chambre stomatique assez large, dans la tige, on voit du collenchyme dont les cellules très souples ont les angles renforcés par des membranes de cellulose plus épaisses. Le stomate de Solanum lycopersicum, sur la tige, possède aussi deux articulations verticales

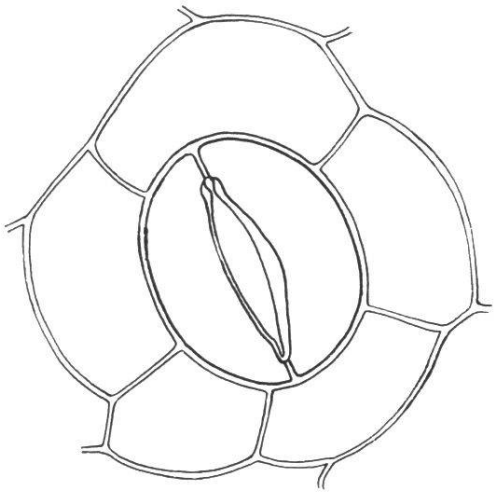


Fig. 13. Stomate de la tige vu de face. 550 : 1. Celui-ci est un peu plus large et un peu plus court que la moyenne des pores respiratoires.

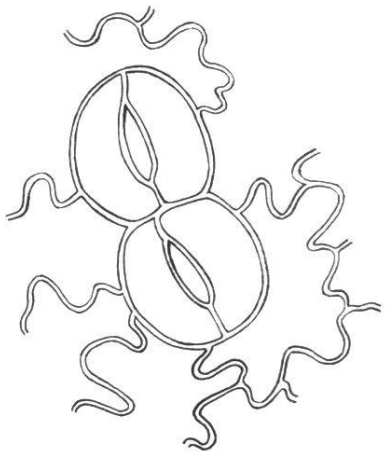


Fig. 14. Deux stomates accolés, sous la feuille, vus de face. Ils sont plus larges que les stomates isolés, presque arrondis. 540 : 1.

internes comme les stomates de Solanum tuberosum. Ces charnières extrêmement fines doivent assurer un fonctionnement très sensible du stomate, malgré les tensions auxquelles il est soumis, et bien que les cellules stomatiques soient isolées de l'épiderme. Sur les

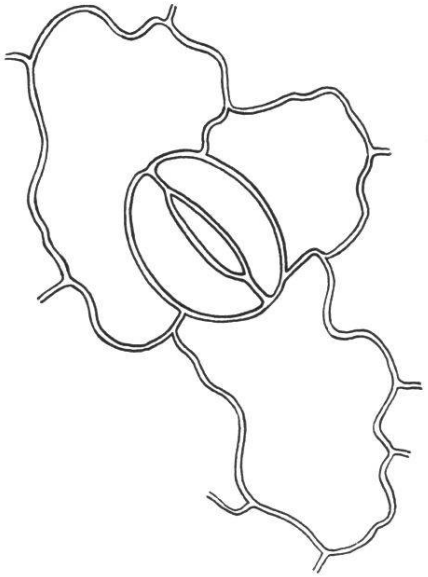


Fig. 15. Stomate de l'épiderme supérieur de la feuille, vu de face, 500 : 1. Celui-ci est particulièrement large.

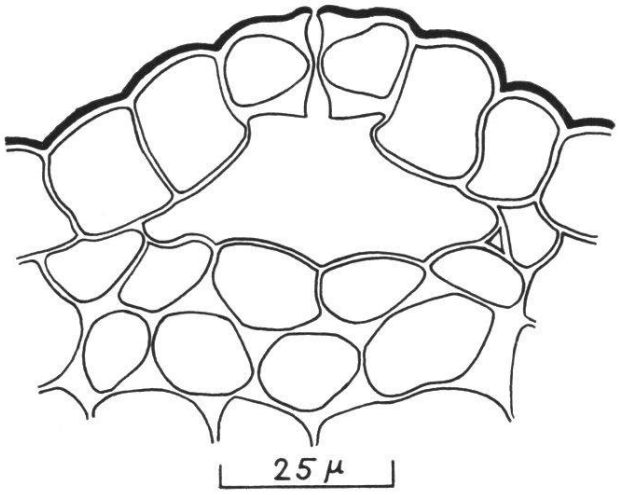


Fig. 16. Coupe transversale équatoriale dans un stomate de la tige.

périclines externes, on trouve deux becs cutinisés dont les extrémités sont arrondies. Sur les périclines internes, il n'y a pas de véritables becs pouvant réduire la transpiration. Dans les tiges des plantes xérophytes, les stomates sont enfoncés plus ou moins dans l'épiderme pour mieux protéger la plante contre une trop forte déperdition d'eau par transpiration. Ici, au contraire, et comme chez Solanum tuberosum, le stomate est au niveau de l'épiderme et même légèrement surélevé. Cette disposition du stomate doit certainement favoriser la transpiration et empêcher son occlusion par l'eau. Ces Solanées sont donc non-xérophytes. Dans la feuille, les stomates ne sont pas surélevés mais disposés à la même hauteur que les cellules épidermiques. Les échanges gazeux seront intenses, car les stomates se trouvent principalement sous la feuille, où l'eau et les poussières les atteignent beaucoup plus difficilement. L'ostiole a un canal court. L'épiderme de la feuille est moins épais que celui de la tige. Dans la tige, le lumen des cellules stomatiques est large et facilitera les échanges avec les cellules voisines (fig. 16). Les épaississements cellulosiques des

membranes périclines externes et périclines internes sont assez prononcés. Les anticlines ventrales et anticliniques latérales ou dorsales sont, au contraire, très minces. Ces parois stomatiques inégalement extensibles permettront, à des pressions internes variées du lumen, de mieux agir sur ce petit appareil respiratoire. La cutine lisse est bien marquée sur toutes les cellules épidermiques, sur les cellules stomatiques et leurs becs. Sur l'ostiole, la pellicule de cutine est interrompue, percée d'un pore infiniment petit. Ajoutons que la feuille de Solanum lycopersicum, varietas pyriforme, percée de stomates des deux côtés, facilitera le courant d'air à travers ses parenchymes et aura, par le fait même, des échanges gazeux plus grands, une plus forte transpiration et aussi, pour la formation de grosses réserves alimentaires dans les baies, une plus forte assimilation des éléments carbonés.

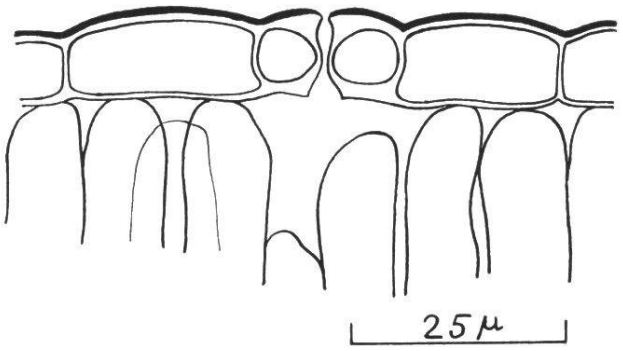


Fig. 17. Stomate de l'épiderme supérieur de la feuille, en section transversale équatoriale.

Le stomate de l'épiderme supérieur de la feuille est accompagné de longues cellules épidermiques annexes. Ce sont ces grandes cellules à membranes ondulées que l'on voit bien dans le dessin du stomate vu de face (fig. 15). Sous l'épiderme supérieur de la feuille se voient les cellules palissadiques qui ménagent entre elles quelques lacunes pour la circulation de l'air (fig. 17). Le stomate est, en principe, construit comme celui de la tige, mais sans articulations typiques et sans surélèvement. Il est moins large d'une dizaine de microns environ.

12. Solanum tuberosum L.

La longueur des stomates sur la tige est de 56 μ env. et la largeur de 40 μ. La fente de l'ostiole occupe les deux tiers de la longueur du stomate.

Sur le pétiole, les stomates ont, en moyenne, 42 μ de long (fig. 18).

Sous la feuille, les stomates très nombreux ont une longueur moyenne de 35 μ et une largeur de 24 μ.

Sur la feuille, les stomates sont beaucoup moins nombreux, ils ont une longueur d'environ 40 μ sur 24 μ de large.

Ces différences de dimensions entre stomates de la feuille et stomates de la tige ont très probablement des causes mécaniques. Les stomates de la tige sont plus longs pour mieux supporter les tensions plus grandes, dues à la flexibilité accrue, de la tige par rapport à la feuille.

Sur la tige, les pores aréifères sont disposés irrégulièrement et peu nombreux. La tige a, en effet, des échanges gazeux moins importants que les feuilles. Sur le pétiole, sous et sur les feuilles, les pores sont distribués par plages irrégulières.

Trois cellules annexes entourent les cellules stomatiques. Elles ont trois insertions sur le stomate. Les anticlines ventrales peuvent se voir à l'intérieur de l'ostiole par la mise au point.

Les cellules stomatiques sont nettement plus petites que leurs cellules annexes. L'épiderme est recouvert de cuticule et forme, sur les périclines externes, des becs cutinisés dont les pointes sont légèrement arrondies. Les périclines externes et internes ont des parois cellulosiques plus épaisses que les membranes anticlines ventrales, du côté de l'ostiole, et anticliniques latérales. Cette structure des membranes de la cellule stomatique est bien en rapport avec la phy-

Fig. 18. Stomate du pétiole vu de face, 350 : 1.

siologie de cet appareil. Les anticliniques latérales sont convexes, en direction des cellules annexes, convexité qui pourra s'accentuer par manque de pression dans les cellules stomatiques et lors de la fermeture de l'ostiole.

La péricline interne, munie de becs très peu accentués, possède, à ses extrémités externes, des articulations verticales très fines qui assureront, malgré les tensions de la tige, le fonctionnement du stomate.

Les cellules stomatiques ont un grand lumen. La lacune, ou chambre sous-stomatique, est assez grande. Le stomate se trouvant au niveau des cellules épidermiques, on peut conclure que Solanum tuberosum est une non-xérophyte. Le surélèvement du stomate, en effet, semble favoriser la transpiration et s'opposer à une occlusion capillaire trop prolongée de l'ostiole par l'eau (fig. 19).

L'épiderme de la tige est plus épais et plus cutinisé que celui de la feuille, dans laquelle il est plus difficile d'obtenir de très bonnes coupes minces. La zone chlorophyllienne est moins importante sous l'épiderme de la tige que sous l'épiderme de la feuille. Dans la tige, les échanges gazeux seront donc moins intenses et l'assimilation sera plus faible que dans le limbe de la feuille. Ceci est aussi confirmé par la densité des pores sur les différents épidermes : sur la tige, on trouve en moyenne 4 stomates par mm^2, sur la feuille, il y en a environ 31 par mm^2, sous la feuille, nous en avons trouvé, en moyenne, après les avoir comptés sur 7 mm^2, 290 par mm^2.

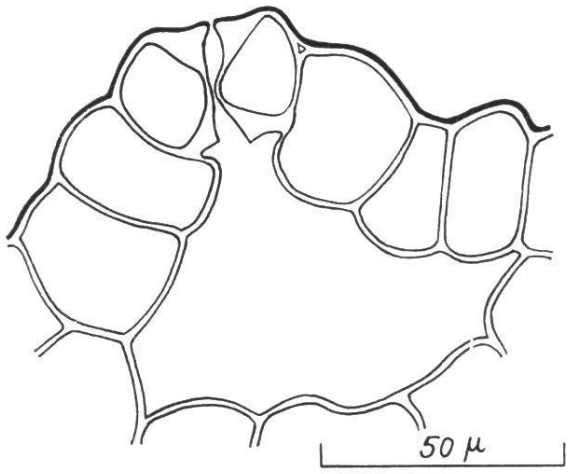


Fig. 19. Stomate surélevé de l'épiderme de la tige chez Solanum tuberosum. Section transversale équatoriale.

Le fait qu'il y a, chez Solanum tuberosum, des stomates répartis des deux côtés de la feuille prouve, indubitablement, que la transpiration est assez intense chez cette plante. Une circulation d'air plus intense est favorisée par le tamis que représente ici le limbe.

III. Tableau synoptique du nombre et des dimensions des stomates chez les Solanaceae

l. = longueur la. = largeur f. = feuille

	Nombre de stomates par mm²			Dimensions des stomates en µ		
	Tige	Sur f.	Sous f.	Tige	Sur f.	Sous f.
				l. la.	l. la.	l. la.
1. Atropa belladonna L. varietas lutea.	1	16	62	56/44	45/24	43/32
2. Browallia demissa L.	18	12	280	46/25	39/25	38/24
3. Capsicum annuum L.	52	120	300	44/32	34/24	32/24
4. Datura stramonium L.	1	200	299	46/32	34/24	29/19
5. Nicotiana glutinosa L.	20	114	180	42/30	36/29	35/28
6. Nicotiana paniculata L.	28	0	323	34/29	—	32/28
7. Nicotiana tabacum L.	21	27	85	45/38	44/32	43/31
8. Physalis alkekengi L.	20	0	207	39/25	—	35/21
9. Physalis peruviana L.	8	36	176	39/32	39/26	38/28
10. Solanum dulcamara L.	9	21	477	35/24	24/17	24/17
11. Solanum lycopersicum L. varietas pyriforme.	34	53	352	48/29	35/18	24/17
12. Solanum tuberosum L.	4	31	290	56/40	40/24	35/24

IV. Résumé et conclusions

Nos recherches personnelles, qui avaient pour but d'examiner spécialement les structures anatomiques des stomates, nous ont amené à plusieurs constatations. On sait que les feuilles des Dicotylédonées, aux structures dorso-ventrales, ont leurs stomates placés principalement dans l'épiderme inférieur. Or, chez les Solanées, nous remarquons que le nombre des stomates rencontrés aussi sur les feuilles n'est pas négligeable, au contraire. Ce fait aura une influence certaine sur la transpiration de ces végétaux. En effet, la moyenne des stomates au mm² est la suivante pour les douze espèces de Solanées étudiées : tige 18, dessus de la feuille 52, partie inférieure de la feuille 252. Cette répartition des pores montre que les Solanées sont des plantes faites pour vivre dans des milieux chauds et humides, où la transpiration est intense. Elles ont de très nombreux stomates sous la feuille, d'assez nombreux sur la feuille. Elles ne sont donc pas construites pour vivre en un milieu sec ou très sec. Atropa belladonna fait cepen-

dant exception. Elle est commune dans les pays chauds et elle croît le long des rochers, des haies, des murs, dans les taillis. Elle est donc passablement exposée à la sécheresse et à l'évaporation. C'est probablement la raison pour laquelle Atropa n'a qu'un stomate au mm² sur la tige, pas plus de 16 sur la feuille, et sous la feuille seulement 62 au mm².

Solanum tuberosum, originaire du Chili, pays exposé en presque toutes saisons aux vents humides de l'ouest, a au contraire un très grand nombre de pores pour faciliter la transpiration : 290 stomates au mm² ont été trouvés sous sa feuille. Chez Capsicum, le piment ou poivre d'Espagne, originaire de pays chauds et à climat tropical humide, le nombre des stomates au mm², sous la feuille, monte même à 300. Dans toutes les feuilles de Solanées étudiées, nous trouvons des pores des deux côtés sauf chez Physalis alkekengi et Nicotiana paniculata. Cette perforation des deux épidermes du limbe doit favoriser, sans aucun doute, les échanges gazeux et surtout la transpiration de ces plantes, réparties principalement dans la zone torride du globe. Le Datura stramonium, avec ses 200 stomates au mm² sur la feuille et ses 299 pores au mm² sous la feuille, semble bien prouver cette adaptation des feuilles au milieu très chaud et très humide.

Cependant, d'après Haberlandt, il ne faut pas s'attendre toujours à un parallélisme entre le nombre des stomates et le degré hygrométrique du milieu ambiant. Chez Physalis peruviana, par exemple, la longueur de la fente ostiolaire oscille entre 17,5 μ et 21 μ et le nombre des pores est de 176 au mm² sous la feuille. Chez Solanum dulcamara, nous constatons que les pores sont beaucoup plus nombreux sous la feuille que chez Physalis peruviana, il y en a 477 au mm². Mais leurs dimensions sont inférieures ! 24 μ sur 17 μ pour Solanum dulcamara au lieu de 38 μ sur 28 μ chez Physalis peruviana. Les fentes ostiolaires sont également de taille inférieure chez Solanum dulcamara et n'atteignent que 10,5 μ de long. Chez Physalis peruviana, la fente ostiolaire peut donc atteindre deux fois la longueur de celle d'un stomate de Solanum dulcamara. Cette taille plus grande de l'ostiole compense donc le nombre plus faible de stomates au mm². Cela montre que les échanges gazeux doivent être sensiblement aussi intenses chez Physalis peruviana que chez Solanum dulcamara. Le nombre plus faible de stomates peut être compensé par des cellules stomatiques plus grandes et des ostioles plus longs. Mais, en règle générale, le

nombre des orifices respiratoires est décroissant avec l'augmentation du degré de sécheresse du milieu. Il y a aussi, au sein d'une même famille de végétaux, pour la structure et le nombre des stomates, une fixité plus ou moins grande qui doit découler de caractères ancestraux plus que d'adaptations temporaires. Pour les Solanées, c'est le stomate à structure du type « Iris » qui domine.

Les Solanées des pays chauds, vivant dans une zone tempérée, boréale, ne peuvent se développer que pendant les mois les plus chauds de l'année. Elles se protègent contre les nuits fraîches au moyen de poils, de glandes, de pores plus rétrécis et d'une cuticule plus épaisse. Ces plantes ont, en général, de très nombreux stomates qui leur permettent, dans leurs pays chauds d'origine, grâce à une forte transpiration, de croître plus intensément que dans nos régions. D'autres constatations ont été faites chez les Solanées : plus il y a de stomates dans un épiderme, plus les membranes des cellules épidermiques et annexes aux pores respiratoires sont ondulées. Chez toutes les plantes étudiées, le nombre le plus faible de stomates se rencontre sur la tige, sauf chez Nicotiana paniculata, Browallia demissa et Physalis alkekengi. Bien que verte, la tige a un rôle bien inférieur à celui de la feuille dans l'assimilation, la transpiration et la respiration. Le maximum de pores se rencontre, chez toutes, sous le limbe. C'est sur la tige, chez toutes les Solanées examinées, que l'on trouve les stomates aux dimensions les plus grandes. Ces stomates, légèrement surélevés, ou alors un peu enfoncés dans l'épiderme, seront plus aptes à se plier lors des tensions de la tige. Ils subiront même les tensions, dans l'épiderme, tout en continuant à fonctionner. C'est enfin sous les feuilles, chez toutes les Solanées étudiées, sauf chez Solanum dulcamara où ils ont la même dimension moyenne que sur la feuille, que l'on trouve les plus petits stomates. Les dimensions les plus petites, pour les appareils respiratoires, ont été trouvées sous les feuilles de Solanum lycopersicum et de Solanum dulcamara. Il y a, sous ces deux épidermes, des pores de 24 μ de long sur 17 μ de large. A noter, également sous les feuilles de ces deux plantes, le nombre le plus élevé de stomates. Il y en a 352 au mm^2 chez Solanum lycopersicum et 477 au mm^2 chez Solanum dulcamara. Avec l'augmentation du nombre des pores, on constate donc également la diminution de leur volume. Inversement, avec la diminution du nombre des stomates, sur un organe, leur volume augmente. Chez Datura stra-

monium, par exemple, nous faisons les constatations suivantes, dans la section du stomate de la tige, fig. 3, et les sections des stomates de la feuille, fig. 4 et 5 : le stomate de la tige est surélevé, suspendu par des articulations. Il fonctionnera donc malgré les courbures mécaniques de l'épiderme. L'ostiole est plus profond que dans les pores de la feuille, il y a deux paires de becs et une cutine épaisse crénelée. Tous ces arrangements adaptatifs ralentissent, dans la tige, les échanges gazeux et surtout la transpiration. On trouve, autour des pores de la tige, des cellules annexes typiques. Ce n'est pas le cas pour la feuille. Dans la feuille, la cutine est lisse, le pore est au niveau de l'épiderme, l'ostiole est peu profond, le stomate n'est pas suspendu par de fines articulations. Dans la tige, le stomate est isolé et par conséquent non soumis aux tensions de surface, aux pressions de l'épiderme et aux torsions. Son fonctionnement est donc assuré.

Bibliographie

Buck D. (1902), Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Durchlüftungssystems der Pflanzen. Jahresb. Lehr. Erz. Anst. Einsiedeln, 3-33.

Candolle (de) A. P. (1827), Organographie végétale, p. 78.

— — (1832), Physiologie végétale, **1,** 107-116.

Chodat R. (1921), Principes de botanique, 3e éd. Atar, Genève, 319-326.

Clauditz J. (1902), Blattanatomie canarischer Gewächse, Diss. Univ. Basel.

Czech N. (1865), Untersuchungen über die Zahlenverhältnisse und die Verbreitung der Stomata. Bot. Ztg. **23,** 101-107.

Damm O. (1901), Mehrjährige Epidermen. Diss. Univ. Basel.

Darwin F. (1913), The effect of Light on the Transpiration of Leaves. Proc. Roy. Soc. Bot. B, **87,** 281.

— — and Pertz M. (1911), On a new Method of estimating the operture of stomata. Proc. Roy. Soc. Bot. B, **84,** 136.

Eckerson S. H. (1908), The number and size of stomata. Bot. Gaz. **46,** 221-224.

Garreau M. (1850), Recherches sur l'absorption et l'exhalation des surfaces aériennes des plantes. Ann. soc. sc. nat. 3e sér. **13,** 336.

— — (1854), Mémoire sur la formation des stomates. Ann. soc. sc. nat. 14e sér., **1,** 213.

Grew N. A. (1682), The Anatomy of Plants. Proc. Roy. Soc. Bot. B, **4,** 2-153.

Guettard M. (1747), Observations sur les plantes. Mém. Acad. Roy. Sc., Paris.

Haberlandt G. (1909), Physiologische Pflanzenanatomie, W. Engelmann, 4. Aufl., Leipzig, 407-430.

Hryniewiecki B. (1912), Anatomische Studien über Spaltöffnungen bei den Dikotyledonen. Bull. Acad. Sc. Cracovie, Cl. Sc. Math. nat., sér. B, sc. nat., **52,** 545-597.

Leitgeb H. (1886), Beiträge zur Physiologie des Spaltöffnungsapparates. Mitt. Bot. Inst. Graz, Iena, 182.

Leupin C. (1932), Anatomie des Laubblattes (Papilionatae), Diss. Univ. Basel.

Link H., Ann. Muséum, XIX, pl. 17, f. 11 (d'après L. Rehfous).

Lohr P. (1919), Blattanatomie von Alpenpflanzen. Diss. Univ. Basel.

Lona F. (1953), Prefioritura della canapa nel quadro del foto-termoperiodismo. Estr. Riv. Humus, n. 10, Ed. Seat, Milano.

Mariana G. (1902), The influence of humidity on the formation and development of stomata. Alt. Inst. Bot. Univ. Paris, sér. 2, **8,** 32.

Mohl (von) H. (1838), Über die Entwicklung der Spaltöffnungen, Linnaea, p. 544.

— — (1828), Über die Poren des Pflanzen-Zellgewebes, H. Laupp, Tübingen, 1-36.

Naegeli C. (1842), Sur le développement du stomate, Linnaea.

Oppenheimer H. R. (1949), La détermination de l'ouverture stomatique chez la tomate. Palestine J. Botany (Rehovot Ser.) **7,** 63-68.

Porsch O. (1904), Der Spaltöffnungsapparat von Casuarina und seine phyletische Bedeutung. Verh. Zool. Bot. Ges., Wien, 125.

Rehfous L. (1917), Etude sur les stomates. Thèse N° 605, Impr. Jent, Genève, 1-110.

Salisbury E. J. (1927), On the causes and ecological significance of stomatal Frequency. Phil. Trans. Roy. Soc. Bot. B, **216,** 1-65.

Saussure (de) H. B. (1762), Observations sur l'écorce des feuilles et des pétales, p. 60, Genève.

Schellenberg H. (1896), Beiträge zur Kenntnis von Bau u. Funktion der Spaltöffnungen. Bot. Zeit. **54,** 183.

Schwendener S. (1881), Über Bau u. Mechanik der Spaltöffnungen. Mon. Berl. Akad.

Solereder H. (1899), Systematische Anatomie der Dikotyledonen, F. Enke, Stuttgart.

— — (1908), Systematic Anatomy of the Dicotyledons. Clarendon Press, Oxford, **1,** 644.

Strasburger E. (1867), Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Spaltöffnungen. Jahrb. wiss. Bot. **5,** 297-342.

Tschirch A. (1880), Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Spaltöffnungsapparates. Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg, Berlin, 116.

Wassermann J. (1924), Beiträge zur Kenntnis der Morphologie der Spaltöffnungen. Bot. Arch. **5,** 26-69.

Weber H. (1949), Über die Verteilung der Spaltöffnungen an den Sprossachsen krautiger Pflanzen. Sitzgsber. Heidelberger Akad. Wiss. Math.-naturwiss. Kl., 6. Abh., 161-188.

Westermaier M. (1899), Über Spaltöffnungen und ihre Nebenapparate. Festsch. Schwendener, **27,** 61.

Ziegenspeck H. (1938), Spaltöffnungen. I. Teil, Bot. Arch., **39,** 294.