

Noria Smail-Saadoun

Laboratoire Ressources naturelles,
Université Mouloud Mammeri,
Tizi-Ouzou,
Algérie
<saadoun_n2002@yahoo.fr>

Réponse adaptative de l'anatomie des Chénopodiacées du Sahara algérien à des conditions de vie d'aridité extrême

Résumé

Une étude de l'anatomie foliaire ou raméale de Chénopodiacées recensées au Sahara septentrional algérien a permis de dégager un sens d'évolution adaptative au sein de ces espèces. Cette adaptation anatomique est corrélée à une adaptation physiologique : plusieurs espèces de Chénopodiacées se caractérisent par une voie photosynthétique de type C₄.

Mots clés : Agrophysiologie, Stress hydrique, Phytologie, Ressources végétales, Sahara.

Abstract

Anatomical adaptation of Algerian Sahara Chenopodiaceae to severe drought conditions

A study of the stem or of the leaf anatomy of Chenopodiaceae inventoried in the Northern part of Algerian Sahara showed a specific organization of the assimilating parenchyma of these species. This anatomical adaptation is correlated to a physiological one, many species being characterized by a C₄ pathway of carbon fixation.

Keywords: Agrophysiology, Water stress, Phytology, Vegetal Resources, Sahara.

Parmi les familles représentées au Sahara septentrional algérien et plus précisément dans la région de Béni-Abbès, à 250 km au sud de la ville de Béchar, les Chénopodiacées méritent une attention toute particulière. En effet, plusieurs des groupements qu'on peut y recenser sont constitués essentiellement d'espèces représentantes de cette famille. L'adaptation de ces espèces au climat difficile de la région où elles vivent est nécessaire. En effet, l'indice xérothermique pour cette région est de 345 [1]. Pour plusieurs auteurs, les épidermes et l'architecture tissulaire plus profonde des parties aériennes de ces espèces développent des structures plus ou moins complexes afin de diminuer les pertes d'eau du végétal [2-4]. Une approche de la structure anatomique de ces mêmes parties chez quelques Chénopodiacées sahariennes nous a paru intéressante à considérer.

Matériel et méthode

La présente étude concerne 14 espèces de Chénopodiacées (tableau I). Ces dernières ont été récoltées dans la région de Béni-Abbès et déterminées grâce à la « flore du Sahara » [5].

Les coupes anatomiques ont concerné les feuilles. Dans le cas des espèces à feuilles petites ou rapidement caduques, les coupes ont été faites sur les rameaux (tableau I). Pour chaque espèce, le matériel végétal a été récolté sur une dizaine d'individus, lequel matériel a été conservé dans de l'alcool à 70°.

Des coupes transversales et longitudinales ont été faites au microtome, après inclusion à la paraffine. Elles ont ensuite été colorées à la safranine aqueuse et au vert rapide FCF (*Fast green*). Les préparations ont été observées au microscope photonique.

Tableau 1. Liste des espèces concernées par la présente étude.

Espèces concernées	Répartition géographique [5]	Partie du végétal utilisée pour cette étude
<i>Anabasis articulata</i> Moq.	saharo-sindienne	Rameau
<i>Atriplex dimorphostegia</i> Karelina & Kirilloff	saharo-sindienne	Feuille
<i>Atriplex halimus</i> L.	cosmopolite	Feuille
<i>Bassia muricata</i> (L.) Asch.	saharo-sindienne	Feuille
<i>Cornulaca monacantha</i> Del.	saharo-sindienne	Feuille
<i>Fredolia aretioides</i> Cross & Dur	endémique	Feuille
<i>Haloxylon articulatum</i> Boiss.	méditerranéenne	Rameau
<i>Salicornia fruticosa</i> L.	cosmopolite	Rameau
<i>Salsola foetida</i> Del.	saharo-sindienne et soudano-deccanienne	Feuille
<i>Salsola tetragona</i> Del.	saharo-méditerranéenne	Feuille
<i>Salsola vermiculata</i> L.	saharo-sindienne et méditerranéenne	Feuille
<i>Suaeda fruticosa</i> Forsk.	cosmopolite	Feuille
<i>Suaeda mollis</i> (Desf.) Del.	saharo-sindienne	Feuille
<i>Traganum nudatum</i> Del.	saharo-sindienne	Feuille

Résultats

L'observation des coupes anatomiques faites au niveau des feuilles ou des rameaux de quelques Chénopodiacées montre que la structure du parenchyme assimilateur est variable au sein de cette famille.

Chez *Salicornia fruticosa*, le parenchyme assimilateur est constitué de plusieurs assises de cellules allongées toutes semblables (figure 1-1). Pour les treize autres espèces étudiées (tableau 1), le parenchyme assimilateur s'organise en deux assises de cellules, une assise externe de cellules allongées et une assise interne de cellules cubiques (figures 1-2 à 1-6).

Le parenchyme assimilateur peut se situer directement sous l'assise épidermique. C'est le cas chez *Atriplex dimorphostegia*, *Bassia muricata*, *Salicornia fruticosa* et les deux espèces étudiées du genre *Suaeda* (figure 1-2). Pour les autres espèces étudiées, à savoir *Anabasis articulata*, *Atriplex halimus*, *Cornulaca monacantha*, *Fredolia aretioides*, *Haloxylon articulatum*, *Salsola foetida*, *S. tetragona*, *S. vermiculata* et *Traganum nudatum*, le parenchyme assimilateur est séparé de l'épiderme par un hypoderme (figures 1-3 à 1-6) dont les cellules apparaissent riches en cristaux d'oxalate de calcium organisés en macles. L'éloignement du parenchyme assimilateur de la surface des feuilles ou des rameaux s'accroît chez *Anabasis articulata*, *Cornulaca monacantha*, *Fredolia aretioides*, *Haloxylon articulatum* (figures 1-5 et 1-6) par une pluristratification de l'épiderme qui provoque l'enfoncement des stomates. Chez *Anabasis articulata* et *Fredolia aretioides* (figure 1-6), les stomates ne sont plus visibles ; nous n'apercevons que des puits plus ou moins profonds qui représentent en

fait de profondes chambres substomatiques. Les cellules épidermiques montrent des parois épaisses recouvertes d'une cuticule. Des cristaux d'oxalate de calcium sous forme de macles y sont observés.

Discussion

L'examen des coupes faites au niveau des feuilles ou des rameaux de quatorze espèces de Chénopodiacées, récoltées dans la région de Béni-Abbès (tableau 1), montre que la structure du parenchyme assimilateur est variable. Il peut être constitué de plusieurs assises de cellules semblables, ou seulement de deux assises : une externe à cellules allongées et une interne à cellules cubiques. Ces observations sont confirmées par les travaux de Fahn et Broïdo [6] sur les genres *Salsola* et *Suaeda*, Welkie et Caldwell [7] pour les genres *Atriplex*, *Bassia*, *Haloxylon*, *Salicornia* et *Suaeda*, ainsi que ceux de Bokhari et Wendelbo [8] concernant le genre *Anabasis*.

Welkie et Caldwell [7] ainsi que Lyshede [11] associent l'anatomie foliaire des Chénopodiacées et la voie photosynthétique empruntée. Les espèces dont le parenchyme assimilateur est composé de cellules allongées semblables optent pour la voie photosynthétique de type C_3 , celles dont le parenchyme assimilateur est organisé en deux assises, une à cellules allongées et une à cellules cubiques, pour la voie photosynthétique de type C_4 [9, 10]. Les deux assises du parenchyme assimilateur ne sont pas différentes uniquement du point de vue de la forme des cellules. Leur contenu cellulaire n'est pas le même. Les cellules cubiques de l'assise interne se caractérisent par un plus grand nombre de

chloroplastes et de mitochondries que dans les cellules allongées de l'assise externe. La spécialisation structurale est plus importante au niveau des cellules de l'assise interne [12]. Les différences de forme et de structure existant entre ces assises leur confèrent des fonctions distinctes. En effet, pour la voie photosynthétique de type C_4 , le CO_2 incorporé par la plante subit une carboxylation au niveau de l'assise externe du parenchyme assimilateur : il y a ainsi formation d'acides dicarboxyliques. Ces derniers gagnent l'assise interne du parenchyme assimilateur. À ce niveau, ils se décarboxylent : le CO_2 libéré entre dans le cycle de Calvin [13]. Le fonctionnement photosynthétique des plantes en C_4 semble une bonne adaptation à la sécheresse. En effet, les cellules de la première assise du parenchyme assimilateur étant bien exposées à la lumière par leur situation au niveau de la feuille, réalisent activement la fixation du CO_2 . Le cycle de Calvin et la synthèse de glucides se produisent en profondeur et au voisinage des vaisseaux, ce qui implique un approvisionnement plus facile en eau et une évacuation plus rapide des glucides. L'hypoderme présent chez certaines espèces étudiées éloigne le parenchyme assimilateur de la surface des feuilles ou des rameaux. Cela accentue l'adaptation à un environnement chaud et sec. La fonction de cette assise, d'après Lyshede [11], consiste en une diminution de la transpiration. La translocation de l'eau des couches cellulaires internes vers l'épiderme est empêchée de cette manière, réduisant ainsi les pertes d'eau. La pluristratification de l'épiderme permet une protection plus importante du parenchyme assimilateur et des stomates : ces derniers se localisent dans de profondes chambres substomatiques et ne sont plus exposés directement au soleil.

Conclusion

Les Chénopodiacées étudiées montrent une grande adaptation à la sécheresse du milieu. Ces espèces sont en majorité pérennes, prenant une forme en boule ou en coussinet afin de réduire l'échauffement. Les parties aériennes sont donc maintenues, dans la majorité des espèces étudiées, pendant la saison sèche. Cela impose au végétal un ensemble de dispositifs qui ont pour but de diminuer les pertes d'eau par transpiration. Les feuilles, chez ces espèces, sont de très petite taille et peuvent même disparaître complètement. Dans ce cas, l'assimilation chlorophyllienne est assurée par les rameaux. Notons que sur les quatorze espèces étudiées, seule *Salicornia fruticosa* opte

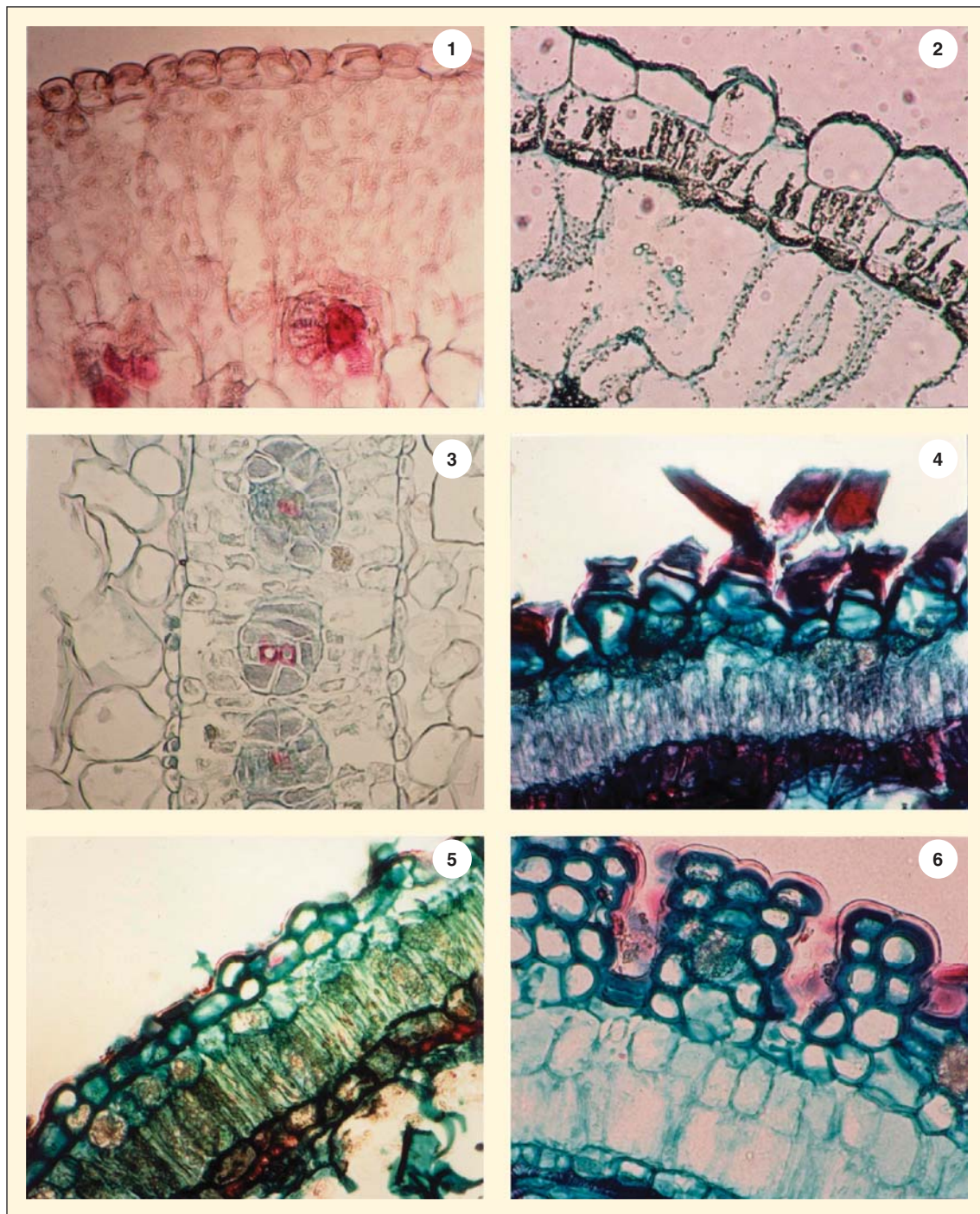


Figure 1. Structure anatomique des feuilles ou rameaux de quelques Chénopodiacées étudiées (x 290).

1. : *Salicornia fruticosa* L. ; 2. : *Suaeda fruticosa* Forsk ; 3. : *Atriplex halimus* L. ; 4. : *Salsola tetragona* Del. ; 5. : *Haloxylon articulatum* Boiss. ; 6. : *Anabasis articulata* Moq.

pour une voie photosynthétique de type C_3 . Cette espèce est cosmopolite. Elle semble réagir à la sécheresse par constitution de réserves d'eau à l'intérieur des tissus. L'épiderme est couvert soit de poils, soit de cires, soit enfin d'une cuticule épaisse et cela afin de permettre une économie d'eau plus importante. Sous cet épiderme peut s'installer une assise hypodermique afin d'éloigner le parenchyme assimilateur

de la surface foliaire ou raméale, ce qui permet de réduire encore plus les pertes d'eau par transpiration.

Lorsque l'aridité devient extrême, la quantité d'eau perdue à travers l'ostiole des stomates peut aussi être réduite par un enfoncement de ces derniers dans de profondes cavités réalisées par une pluristratification de l'épiderme. ■

Références

1. Guinet P. *Carte de végétation de l'Algérie, feuille de Béni-Abbès au 1/200 000*. Alger : Gouvernement général de l'Algérie, Institut national géographique, 1954.
2. Oppenheimer HR. *Adaptation to drought : xerophytism*. UNESCO *Arid Zone Research* 1960 ; 15 : 105-38.

3. Fahn A. Some anatomical adaptations of desert plant. *Phytomorphology* 1964 ; 14 : 93-102.
4. Fahn A. *Plant anatomy*. Oxford : Pergamon Press, 1967 ; 534 p.
5. Ozenda P. *Flore du Sahara*. Paris : Centre national de la recherche scientifique (CNRS), 1977 ; 622 p.
6. Fahn A, Broido S. The primary vascularization of the stems and leaves of the genera *Salsola* and *Suaeda* (Chenopodiaceae). *Phytomorphology* 1963 ; 13 : 156-65.
7. Welkie GW, Caldwell M. Leaf anatomy of species in some Dicotyledon families as related to C₃ and C₄ pathway of carbon fixation. *Can J Bot* 1970 ; 48 : 2135-46.
8. Bokhari MH, Wendelbo P. On anatomy, adaptation to xerophytism and taxonomy of *Anabasis* inclusive *Estandiara* (Chenopodiaceae). *Bot Not* 1978 ; 131 : 279-92.
9. Ting IP. Physiological adaptation to water stress in desert plant. In : Vernberg FJ, ed. *Physiological adaptation to the environment*. New York : Intext Educational Publishers, 1975 : 99-109.
10. Deputit DJ. *Photosynthesis and respiration of plant in the arid ecosystem*. Cambridge : Cambridge University Press, 1978 ; 509-36.
11. Lyshede OB. Structure of epidermal and subepidermal cells of some desert plants of Israel : *Anabasis articulata* and *Calligonum comosum*. *Israel J Bot* 1977 ; 26 : 1-10.
12. Liu Y, Dengler NG. Bundle sheath and mesophyll cell differentiation in the C₄ Dicotyledon *Atriplex rosea* : quantitative ultrastructure. *Can J Bot* 1994 ; 72 : 644-57.
13. Hatch MD. C₄ photosynthesis : a unique blend of modified biochemistry, anatomy and ultrastructure. *Biochim Biophys Acta* 1987 ; 895 : 81-106.