

STRATEGIES D'ADAPTATION ANATOMIQUE DE QUELQUES AMARANTACEAE VIVACES SPONTANÉES DU SUD-EST ALGERIEN

HOUARI E. K. D.¹, CHEHMA A.¹, LABADI S.²

1. Université Kasdi Merbah Ouargla, Laboratoire des Bio-ressources Sahariennes : Préservation et Valorisation, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers, , Algérie.

2. Université Kasdi Merbah Ouargla, Département des Sciences de la Nature et de la Vie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers, Algérie.

Résumé : La présente étude porte sur les stratégies d'adaptation anatomique de quelques espèces d'*Amarantacées* spontanées vivaces du sud-est algérien. En plus des mécanismes d'adaptation morphologique qui visent en majorité à préserver le maximum d'eau possible, soit par la succulence, soit par la réduction de la taille des organes, les plantes sahariennes présentent d'autres mécanismes encore plus complexes. En effet, cette étude montre que la structure tissulaire offre d'autres opportunités d'adaptation aux plantes sahariennes : en premier lieu, par la présence de cuticule ou l'existence d'un épiderme pluristratifié et d'un hypoderme qui provoque l'enfoncement des stomates ; en deuxième lieu, par la variation de la structure du parenchyme qui détermine le type de la voie photosynthétique. Ainsi l'anatomie raméale montre que les espèces étudiées présentent divers mécanismes d'adaptation anatomique, entre autres, la variation de la structure du parenchyme qui détermine le type de la voie photosynthétique, avec la présence des espèces de type C₃ (composé d'une assise de cellules toutes allongées) et de celles de type C₄ (organisé en deux assises différentes, une à cellules allongées et une à cellules cubiques).

Mots clés : *Amarantacées*, spontanées vivaces, Adaptation, Sahara, sud-est algérien.

ANATOMICAL ADAPTATION STRATEGIES OF SOME PERENNIAL SPONTANEOUS AMARANTHACEAE IN SOUTHEAST OF ALGERIA

Abstract: This study focuses on the anatomical adaptation strategies of some spontaneous perennial *Amarantaceae* species in Algerian south east. Despite the morphological adaptation mechanisms aimed mainly at preserving as much water as possible, either by the succulence, or by reducing the size of organs, these Saharan plants present other mechanisms even more complex. Indeed, this study shows that tissue structure offers even more opportunities to adapt to the Saharan plants: first, by the presence of cuticle or the existence of a multilayered epidermis and Hypoderm that causes the depression of the stomata; second, by varying the structure of the parenchyma, which determines the type of photosynthetic pathway. So the stem anatomy shows that the species studied have various coping mechanisms Anatomy, among others, they vary in parenchymal structure that determines the type of photosynthetic pathway, with the presence of C₃ species (composed of a layer of cells all lying) and that of C₄ (organized in two different seats elongated cell and cubic cell).

Key words: Spontaneous perennial *Amarantaceae*, Adaptation, Sahara, Algerian south east

Introduction

Malgré l'hostilité des conditions sahariennes, un couvert végétal assez impressionnant subsiste toujours grâce à des mécanismes d'adaptation morphologiques, physiologiques et anatomique. En effet, les plantes spontanées vivaces utilisent des mécanismes anatomiques très particuliers pour la stabilisation de leur mode de vie dans la région saharienne.

Pour lutter contre le manque d'eau, les plantes développent plusieurs stratégies

adaptatives qui varient en fonction de l'espèce et des conditions du milieu [1].

Parmi les familles représentées au Sahara septentrional algérien et plus précisément dans la région du sud-est, les *Amarantacées* (*Chénopodiacées*) méritent une attention toute particulière. En effet, la plus grande partie des groupements qu'on peut y recenser sont constitués

essentiellement d'espèces représentantes de cette famille. La résistance de ces espèces au climat difficile de la région passe par le développement de stratégies d'adaptation.

En effet cette végétation présente un ensemble de dispositifs anatomiques, qui servent selon Faye *et al.*, 1999 [2], à diminuer leur pertes par évaporation en réduisant soit, la surface foliaire et le nombre de feuilles (ainsi elles deviennent minuscules parfois transformées en épines, ou même complètement aphyllées), soit, la vitesse d'évaporation par la formation de cuticule épaisse et des assises cellulaires sclérifiées ou huileuses sur les stomates, ce qui rend la plante coriace [3] et [4]. Pour plusieurs auteurs, les épidermes et l'architecture tissulaire plus profonde des parties aériennes de ces espèces développent des structures plus ou moins complexes dont le but est de diminuer les pertes d'eau du végétal [5], [6], [7], [8] et [9]. Cet article vise à donner une idée sur les principaux mécanismes d'adaptation de quelques Amarantacées spontanées vivaces les plus répandues dans le sud-est algérien, grâce à l'étude de l'anatomie des parties aériennes (rameaux).

1. Matériel et méthodes

La présente étude concerne 6 espèces spontanées vivaces d'Amarantacées les plus dominantes, les plus réparties et les plus appréciées par le dromadaire [4]; [10] et [11], (tableau I). Ces espèces ont été récoltées dans les différentes formations géomorphologiques du sud-est algérien et identifiées grâce à la flore du Sahara [4] et le catalogue de [11]. Le site d'étude est situé entre le 3^{ème} et le 5^{ème} degré Est de longitude et dans le 32^{ème} degré Nord de latitude, sur trois transits (Touggourt, Ghardaia et Oued N'sa) représentatifs des formations géomorphologiques suivantes : sols salés, sols sableux et lits d'oued. Les coupes anatomiques sont faites sur les rameaux

des espèces. À l'aide de lame dissicatrice nous avons effectué des coupes fines que nous avons traitées à l'hypochlorite de sodium puis à l'acide acétique pour vider les cellules de leurs contenus et avons procédé à une double coloration avec le vert de méthyle et le rouge Congo. Une fois colorées, les préparations sont observées au microscope optique [12].

2. Résultats et discussion

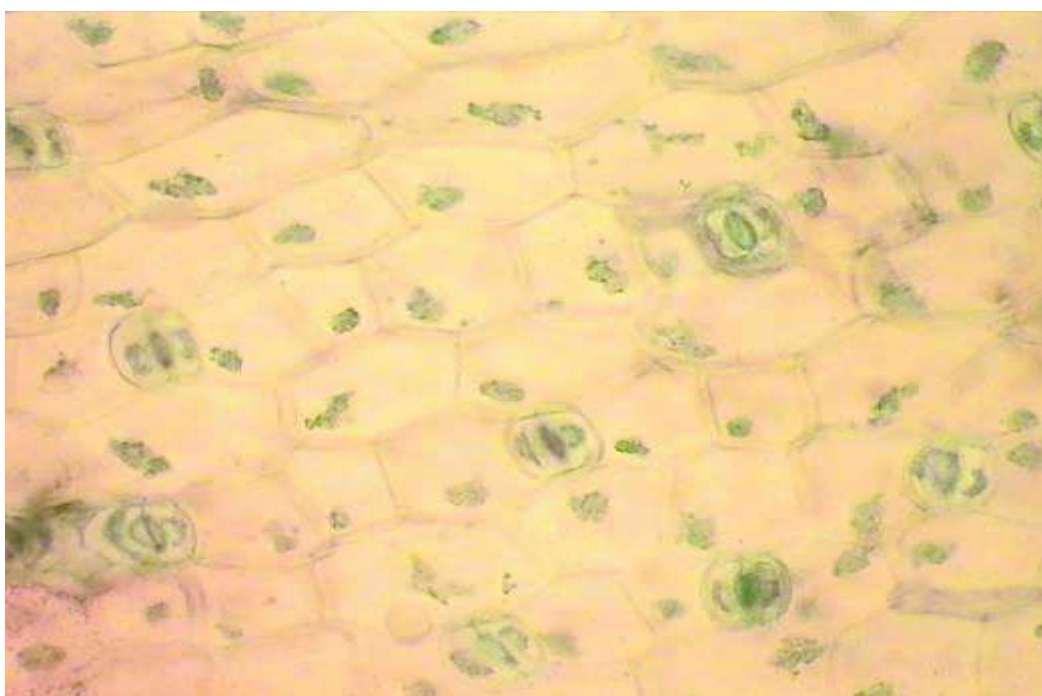
L'examen des coupes faites au niveau des rameaux de six espèces d'amarantacées récoltées dans le sud-est algérien, montre que chez *Arthrocnemum macrostachyum*, la structure du parenchyme assimilateur est constituée de plusieurs assises de cellules allongées (PrA) toutes semblables (Figure 3). Pour les cinq autres espèces étudiées à savoir *Cornulaca monacantha*, *Soueda fruticosa*, *Halocnemum strobilaceum*, *Traganum nudatum* et *anabasis articulata* (tableau I) le parenchyme s'organise en deux assises: une externe à cellules allongées (PrA) et une interne (PrC) à cellules cubiques (Figure 2).

Le parenchyme assimilateur peut se situer directement sous l'assise épidermique (Ep). C'est le cas chez *Soueda fruticosa* et *Arthrocnemum macrostachyum* (Figure 3). Pour les autres espèces étudiées à savoir *Cornulaca monacantha*, *Halocnemum strobilaceum*, *Traganum nudatum* et *anabasis articulata*, le parenchyme assimilateur est séparé de l'épiderme par un hypoderme (Hy) (Figures 2).

Une pluri stratification (plusieurs assises de cellules épidermiques) de l'épiderme (PSE) est observée chez *Cornulaca monacantha*, *Halocnemum strobilaceum*, *Traganum nudatum* et *anabasis articulata* (Figures 2). Nous avons aussi observé la présence d'une cuticule plus ou moins épaisse et des stomates entrouverte pour la plus part des espèces étudiées.

Tableau 1 : Liste des espèces étudiées

Zone prélèvement	Espèce concernée	Date de prélèvement
Zone1 Ouargla-Touggourt	<i>Cornulaca monacantha</i> Del.	02-01-2010
	<i>Suaeda fruticosa</i> Forsk.	02-01-2010
	<i>Traganum nudatum</i> Del.	02-01-2010
Zone 2 Ouargla-Ghardaia	<i>Halocnemum strobilaceum</i> Pall.	04-01-2010
	<i>Arthrocnemum macrostachyum</i> Moric.	04-01-2010
Zone 3 Oued N'sa	<i>Anabasis articulata</i> Moq.	09-01-2010

**Figure 01** : stomates d'un rameau de *Halocnemum strobilaceum* (×400)

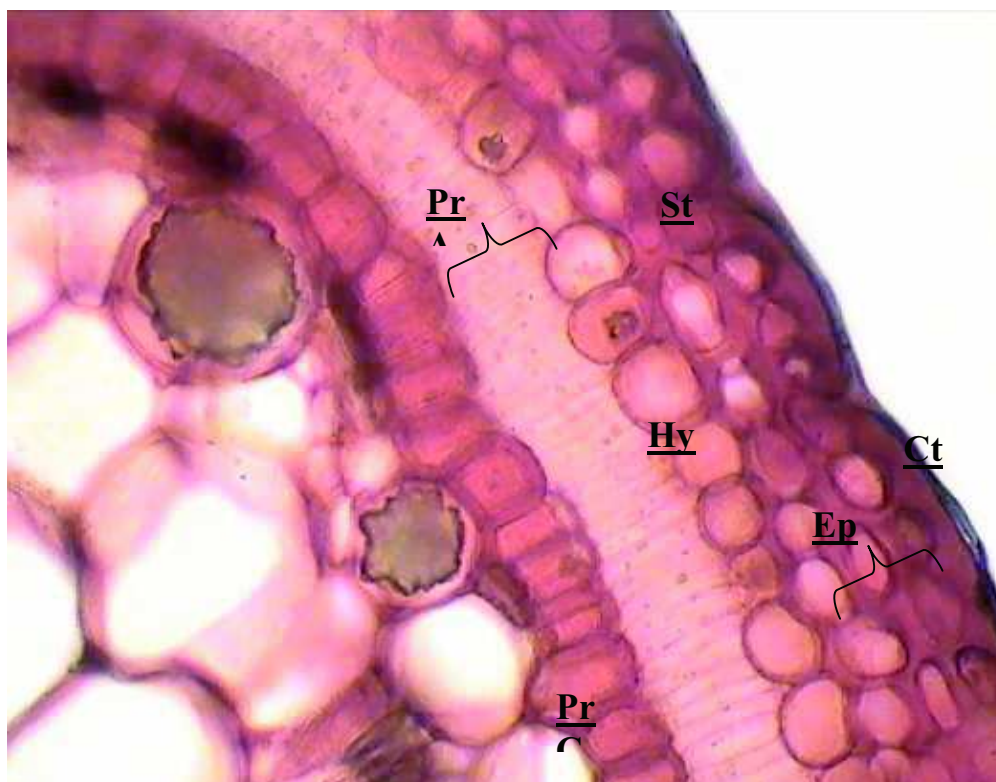


Figure 02 : Structure anatomique d'un rameau de *Cornulaca monacantha* (×400)
 PrA : parenchyme à cellules allongées ; PrC : parenchyme à cellules cubiques ; PrR : parenchyme de réserve ; PSE : pluri stratification de l'épiderme ; Hy :hypoderme ; CSS :chambre sous stomatique ;

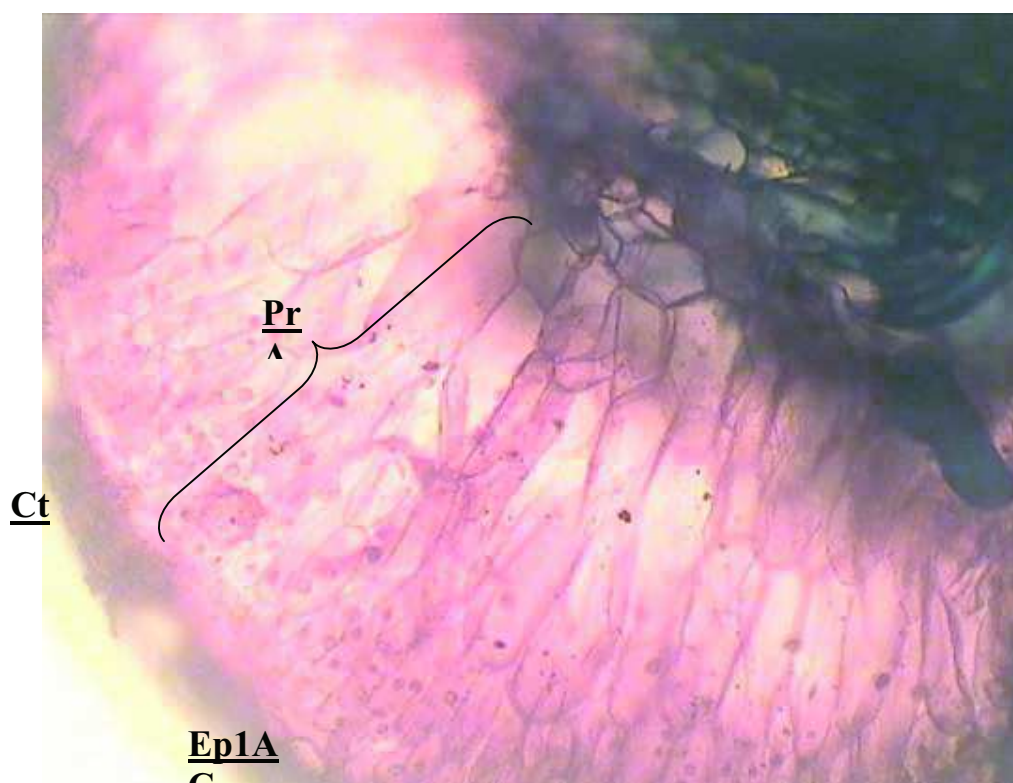


Figure 03: Structure anatomique d'un rameau de *Arthrocnemum macrostachyum* (×400)
 PrA : parenchyme à cellules allongées; Ep : épiderme avec une seul assise de cellules Ct :cuticule

La présence de deux différentes structures du parenchyme assimilateur s'explique par la présence de deux voies photosynthétiques. Ces observations confirment les travaux de Fahn et Brido, [13]; Smail-Saadoun, [7]; Muhaidat et al., [8] et Houari et al [14].

En effet il existe différents modes de fixation du CO₂ au cours de la photosynthèse. Ces mécanismes diffèrent par l'efficacité de l'étape de carboxylation [14]. Le type de la voie photosynthétique d'une plante est déterminé par le nombre d'atomes de carbone de la première molécule organique formée lors de la fixation du CO₂ [15] et [8]. Dans la voie du type C₄, le CO₂ forme un acide à 4 molécules de carbone (et non à 3 molécules de carbone) et deux types de cellules sont impliquées; cellules allongées et cellules cubiques [8] et [9].

Selon Ting, [5]. et Deput, [6]., les espèces dont le parenchyme assimilateur est composé de cellules allongées semblables, optent pour la voie photosynthétique de type C₃, alors que 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 C₄.

Les deux assises de 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 [7]. et [8]. L'activité photosynthétique est plus intense de ce fait au niveau des cellules de l'assise interne [16] et [8].

Le fonctionnement photosynthétique des plantes en C₄ semble être une bonne adaptation à la sécheresse [15]. [7]. et [17]. En effet à la différence des plantes en C₃, la photosynthèse des plantes en C₄ n'est pas diminuer par les fortes températures. De

plus les stomates restent toujours entrouvertes (*Figure 1*) sans pour autant augmentées les pertes en eau [18].

L'hypoderme présent chez ces espèces éloigne le parenchyme assimilateur de la surface des rameaux. Ce qui accentue l'adaptation à un environnement chaud et sec. D'après Lysthed, [19], la fonction de cette assise consiste en une diminution de la transpiration. La translocation de l'eau des couches cellulaires internes vers l'épiderme est, de cette manière, empêchée, réduisant ainsi les pertes d'eau. Selon Smail-Saadoun [7], les cellules de l'hypoderme apparaissent riches en cristaux d'oxalates de calcium sous forme de macles, cela peut expliquer la teneur élevée du calcium chez les plantes sahariennes, ce qui leur donne une grande rigidité [20].

L'épiderme qui est, en général, le tissu superficiel des rameaux ne comporte qu'une seule assise cellulaire. La paroi externe des cellules est épaissie d'une couche imperméable, ou cuticule, qui réduit les pertes d'eau par évaporation [21].

Dans notre cas, la plupart des espèces étudiées présentent une pluri stratification de l'épiderme en plus de la cuticule ce qui permet une protection plus importante du parenchyme assimilateur et des stomates qui sont enfoncés vers l'intérieur: De ce fait, ces derniers se localisent plus profondément à l'intérieur de l'organe (*figure 2*) et ne sont plus directement exposés au soleil [18].

Conclusion

Les ressources en eau sont limitées. La recherche de plantes plus adaptées à la sécheresse est un enjeu fondamental pour la production agricole dans les prochaines décennies. L'étude de l'adaptation des plantes à la sécheresse est au carrefour de la physiologie, de l'agronomie et de la génétique.

A l'issue de cette étude nous pouvons dire que pour les *Amarantacées* étudiées, l'épiderme est couvert 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 raméale, ce qui permet de réduire encore plus les pertes d'eau par transpiration. Pour la plupart des espèces étudiées, la quantité d'eau perdue à travers l'ostiole des stomates est réduite par un enfoncement de ces derniers dans de profondes cavités réalisées par une pluri stratification de l'épiderme. La structure du parenchyme assimilateur est variable. Il peut être

constitué de plusieurs assises de cellules semblables allongées, ou seulement de deux assises, une externe à cellules allongées et une interne à cellules cubiques. Il faut aussi signaler que l'adaptation n'a aucun lien avec les familles botaniques. Le but est l'économie d'eau, quelque soit le niveau évolutif du taxon.

Le présent travail n'est qu'une introduction à un grand axe de recherche autour des différents modes d'adaptations (morphologique, physiologique et anatomique) des principales plantes spontanées vivaces du sud-est algérien ainsi que les relations qui existent entre ces différents modes d'adaptation.

Références bibliographiques

- [1] Turner NC. 1986 . Adaptation to water deficit: a changing perspective. Aust J Plant Physiol ; 13 : 175-90.
- [2] Faye B, Bengoumi M, Saint Martin J, Boni B et Dya M, 1999. *Guide de l'élevage camelin*. Ed. sanofi, Montpellier.
- [3] Polunin N, 1967. *Elément de géographie botanique*. Ed. Gauthier-Villard. Paris.
- [4] Ozenda P, 1991. *Flore de Sahara*, 3ème édition mise à jour et augmentée, Paris : C.N.R.S.
- [5] Ting IP, 1975. Physiological adaptation to water stress in desert plant. In: Vernberg FJ, *Physiological adaptation to the environment*. New York: Intext Educational Publishers.
- [6] Deput DJ, 1978. *Photosynthesis and respiration of plant in the arid ecosystem*. Cambridge University Press.
- [7] Smail-Saadoun N, 2005. Réponse adaptative de l'anatomie des Chénopodiacées du Sahara algérien à des conditions de vie d'aridité extrême. *Sécheresse* : 16 (2) :121-4.
- [8] Muhaidat R, Sage RF, Dengler NG, 2007. Diversity of Kranz anatomy and biochemistry in C4 Eudicots. *Am. J. Bot.*, 94(3) : 362-381.
- [9] Su P, Cheng G, Yan Q, Liu X, 2007. Photosynthetic regulation of C4 desert Haloxylon ammodendron under drought stress. *Plant Growth Regulation* 51 : 139-147.
- [10] Chehma A, 2005. Etude floristique et nutritive des parcours camelin du Sahara spatiotemporelle des parcours sahariens du Sud-est Algérien. *Sécheresse* 16 (4) : 1-11.
- [11] Chehma A, 2006. *Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional Algérien*. Laboratoire de protection des écosystèmes en zones arides et semi arides, université de Ouargla, Dar El Houda (Ain Mlila. Algérie).
- [12] Furelaud G, Rubinstein J.P et Prat R, 2011. *Colorations de cellulose et lignine*, vie, Paris.
- [13] Fahn A et Brido S, 1963. The primary Vascularization of the stems and leaves of the genera Salsola and suaeda (Chenopodiaceae). *Phytomorphology* 13:156- 65.
- [14] Houari K.D., Chehma A., Zerria A., 2012. Etude de quelques paramètres d'adaptation anatomique des principales plantes vivaces spontanées dans la région de Ouargla (Algérie). *Sécheresse* : 23 : 284-8.

- [15] Sage F, 2004. The evolution of C4 photosynthesis. *New Phytol*, 161:341-370.
- [16] Liu Y, Dengler NG, 1994. Bundle sheath and mesophyll cell differentiation in the C4 Dicotyledon *Atriplex rosea* : quantitative ultra-structure. *Can J Bot*; 72: 57-64.
- [17] Heller R, Esnault R et Lance C. 1989. *Physiologie végétale*. Masson, Paris.
- [18] Hopkins WG, 2003. *Physiologie végétale*. Ed. américaine par serge Ramlour.
- [19] Lysthed O B, 1977. Structure of epidermal and sub-epidermal cells of some desert plants of Israel. *Israel J Bot*; 26: (1): 10-11.
- [20] Houari K D, 2006. *Impact de la nature des sols sahariens sur la composition chimique de quelques plantes de la région de Ouargla*, Mémoire de Magister. Université de Ouargla. Algérie
- [21] Yves T, Michel B, Max H et Catherine T, 2003. *Le monde des végétaux, organisation, physiologie et génomique*, Dunod, Paris.