



JB N° 115
2024

Septembre - Octobre
2024

LE JOURNAL DE BOTANIQUE



Société
botanique
de France

REVUE À PARUTION BIMESTRIELLE

Version numérique

ISSN 2741-4884

Version imprimée (annuelle)

ISSN 1280-8202

Dépôt légal à parution

Revue éditée par la Société botanique de France (SBF)

Association type Loi 1901, créée en 1854

et reconnue d'utilité publique le 17 août 1875

PRÉSIDENTE DE LA SBF

Elisabeth DODINET

SECRÉTAIRE GÉNÉRALE

Agnès ARTIGES

RÉDACTRICE

Florence LE STRAT

COMITÉ DE RÉDACTION

Florence LE STRAT, Michel BOTINEAU

RELECTEURS

Michel BOTINEAU (Plantes médicinales),

Michel BOUDRIE (Ptéridophytes),

Bruno de FOUCAULT (Phytosociologie),

Nicolas GEORGES, Guilhan PARADIS (Flore méditerranéenne), Guillaume FRIED (Plantes

invasives), André CHARPIN (Histoire des botanistes)

ABONNEMENT À LA VERSION NUMÉRIQUE ET VENTE DES NUMÉROS

Abonnement inclus dans la cotisation annuelle des adhérents SBF

Abonnement pour les institutions (format numérique et numéro annuel imprimé)

ANCIENS NUMÉROS IMPRIMÉS

Vente au numéro: 20€ (Institution 40€)

Les archives du Journal sont disponibles en ligne sur le site: <https://www.persee.fr/collection/jobot>

GESTION DES ABONNEMENTS ET VENTE AU NUMÉRO

Mme Huguette Santos-Ricard,

Trésorière de la S.B.F.

6 place de l'Église, 65120 Betpouey

CORRESPONDANCE

Pour toute correspondance concernant la publication et l'envoi des manuscrits:

publicationJB@societebotaniquedefrance.fr

EN COUVERTURE

Sacchorhiza polyschides, Oléron 2024.

JOURNAL
DE
BOTANIQUE
115

SOMMAIRE

SOMMAIRE

- La flore ligneuse des régions arides et sahariennes d'Algérie. Systématique, écologie, chorologie.**
par Mohammed KAABECHE 2
- L'organisation histo-cytologique des méristèmes racinaires des Angiospermes: importance sur le plan phylogénétique**
par Jean VALLADE 22
- Fond historique de la Société botanique de France — Analyse d'ouvrage: ALGUES MARINES. Les plus belles plantes de Felix Stenfort, 1874**
par Annette GERVOIS & Florence LE STRAT 30
- Hommage à Jean Laporte-Cru (1938-2024)**
par Gérard LARGIER et Grégory CAZE 35

LA FLORE LIGNEUSE DES RÉGIONS ARIDES ET SAHARIENNES D'ALGÉRIE : SYSTEMATIQUE, ÉCOLOGIE, CHOROLOGIE.

par Mohammed KAABECHE

BP 14 El-Moustabel, Sétif, 19063, Algérie

kaabeche.med@gmail.com

RESUME.

Cette étude s'appuie sur une série de prospections conduites dans les régions arides et sahariennes en vue d'actualiser, par des observations *in situ*, les connaissances sur la flore ligneuse d'Algérie. Déclinés sous forme de compte-rendu, les résultats portent sur 59 taxa ligneux parmi lesquels certains ont été observés, pour la première fois, au-delà des latitudes extrêmes habituellement reconnues. Le contexte écologique des stations inédites est précisé. Les syntaxons de rang supérieur, auxquels participent les espèces citées, sont présentés.

MOTS-CLES.

Algérie, biodiversité, chorologie, Sahara, systématique.

ABSTRACT.

This study is based on a series of surveys carried out in the arid and Saharan regions of Algeria. The aim was to update knowledge of the woody flora of these regions through *in situ* observations. 59 woody taxa were identified, including rare tropical species [*Cocculus pendulus* (J.R. et G. Forst.) Diels, *Maytenus senegalensis* (Lam.) Exell, *Salvadora persica* Garcin ex Linn, *Vachellia nilotica* (L.) P. J. H. Hurter & Mabb, *Warionia saharae* Benth. & Coss]. Some typically Mediterranean species (*Ceratonia siliqua* L., *Vitex agnus-castus* L.) were observed in new stations in the Algerian Western Sahara. The ecological context of the new stations and details of the extreme latitudes reached by Mediterranean and tropical taxa are given. The syntaxonomic status of the species cited is specified.

KEYWORDS.

Algeria, biodiversity, chorology, Sahara, systematics.

INTRODUCTION

Cette étude est basée sur une série de données récoltées au cours de diverses prospections floristiques entreprises dans les régions arides et sahariennes. L'objectif consiste à dresser, par des observations *in situ*, un état des lieux des connaissances (systématique, chorologie, mise à jour nomenclaturale, type d'habitat écologique) sur la flore ligneuse d'Algérie.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Aire d'étude

La nomenclature des espaces arides et sahariens d'Algérie est établie par la réglementation sous la dénomination de « terres arides » et de « terres sahariennes » (Kaabèche *et al.*, 2011). Les itinéraires, les sites prospectés (figure 1) leur localisation et les périodes de prospection sont précisées dans le tableau I.

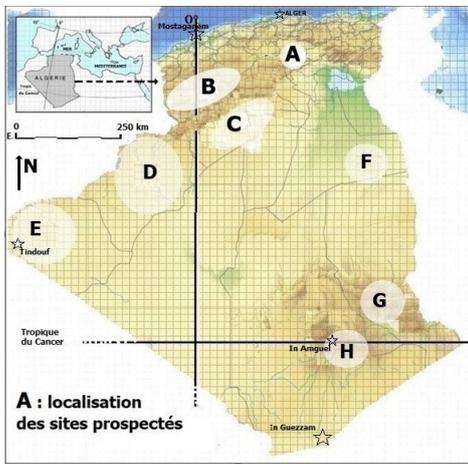


Figure 1. Carte de localisation des sites prospectés. **A :** Bassin du Hodhna et Monts des Ouléd Naïl ; **B :** Hautes Plaines occidentales et Monts des Ksour ; **C :** Région des dhayas et Chèbka du M'Zab ; **D :** Hamada du Guir et Hamada de la Daoura ; **E :** Hamada du Draa et Hamada de Tindouf ; **F :** Hamada de Tinrhert ; **G :** Tassili N'Ajjer ; **H :** Ahaggar

Tableau I

Les terres arides

Selon cette réglementation, constitue une terre aride « toute terre de parcours couverte d'une végétation naturelle dense ou clairsemée comprenant des plantes à cycles végétatifs annuels ou pluriannuels ainsi que des arbustes ou des arbres fourragers ». Ces terres, près de 20 millions d'ha délimités par les isohyètes 400 et 100 mm (Djébaïli, 1978), abusivement qualifiées de Hauts plateaux, correspondent aux Hautes plaines steppiques. À l'exception des reliefs et des dhayas où prédominent des formations ligneuses, l'essentiel du paysage végétal est constitué par une steppe très ouverte à base d'herbacées vivaces microthermiques et xérophiles, parmi lesquelles les graminées cespiteuses tiennent la première place (Kaabèche, 1996).

Les terres sahariennes

Situées de part et d'autre du tropique du Cancer qui les traverse à hauteur d'In-Amquel, ces terres s'étalent sur 2 empires floristiques (*Holarctis* et *Paleotropis*) comme « toute terre située au-dessous de l'isohyète 100 mm ». Par ailleurs, pour évaluer les caractéristiques des terres arides, le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD, 2008) a adopté la définition de Middleton & Thomas (1997) : « les terres arides sont des zones dont l'indice d'aridité est inférieur à 0,65 ». Selon la terminologie retenue par ses auteurs, cet indice (IA : rapport entre les moyennes des précipitations annuelles et de l'évapotranspiration potentielle) distingue au sein des « terres arides » 4 zones : une zone hyperaride qualifiée de « véritables déserts », une zone aride, une zone semi-aride et une zone subhumide sèche. Selon cet indice, 99,50 % du territoire algérien relèvent des zones hyperaride, aride et semi-aride et 0,5 % (djebels de Chréa, Djurdjura, Babor et Edough) de la zone subhumide sèche.

La prospection est conduite par type d'habitat écologique (Kaabèche, 2010). Les ouvrages de Maire (1952 - 1987), de Quézel & Santa (1962 - 63) et d'Ozenda (2004) ont été consultés. Les nomenclatures suivantes ont été adoptées : Yang *et al.* (2022) pour les Gymnospermes et l'APG IV (2016) pour les Angiospermes ; pour les familles, les genres, les espèces et les taxa sub-spécifiques), l'Index synonymique de la flore d'Afrique du Nord (<https://referentiels.tela-botanica.org/referentiel/>) a été retenu. Le nom usuel suivi du statut de protection des espèces {P : protégée, nP : non protégée} sont inscrits entre accolades. Les indications portant sur l'aire globale des taxa, leur répartition en Algérie et l'appréciation de leur degré d'abondance sont dues à Quézel & Santa (1962 - 63). La nomenclature des syntaxons, auxquels participent les espèces citées, est celle en usage dans le référentiel phytosociologique d'Algérie (Géhu *et al.*, 1998). La toponymie est celle en usage dans les cartes topographiques de l'Institut national de cartographie et de télédétection (contact@inct.dz). Des illustrations originales des stations inédites sont présentées.

RÉSULTATS

Diversité taxonomique

Exprimée en termes de ligneux, cette diversité porte sur 59 taxa répartis dans 24 familles et 18 ordres. À l'exception de six rarissimes, 53 taxa ont été observés sur site. Comparée aux 70 taxa arborés que comporte la flore spontanée algérienne inventoriés par l'Institut National de la Recherche Forestière d'Algérie (FAO, 2012), cette diversité permet de constater que, dans ces régions, les ligneux représentent 83 % de l'ensemble de la flore ligneuse indigène d'Algérie.

La répartition des espèces par famille met en évidence l'importance de l'élément tropical représenté, particulièrement, par les *Fabaceae*, les *Apocynaceae*, les *Solanaceae* et les *Tamaricaceae* (figure 2). Certaines familles sont remarquables à plus d'un titre :

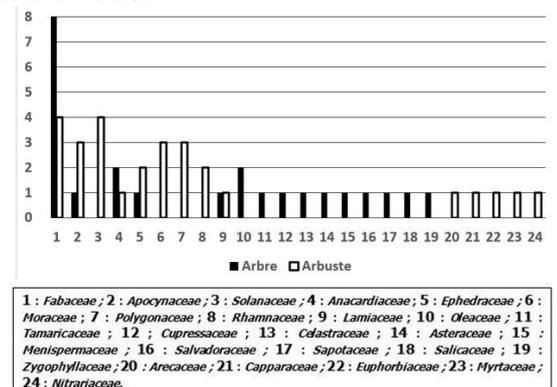


Figure 2. Graphique de distribution des espèces ligneuses par famille.

- Les *Asteraceae* représentent la plus vaste famille de Phanérogames dans le Monde (Botineau, 2010) et dans la flore indigène d'Algérie (Quézel & Santa, 1962 - 1963).

- Les *Menispermaceae* comptent dans la flore d'Algérie une exceptionnelle liane ligneuse (*Cocculus pendulus*) habituellement répandue dans un contexte forestier tropical humide, ce qui n'est pas, ou n'est plus, le contexte actuel de son aire algérienne.

- Les *Salvadoraceae* regroupent 3 genres parmi lesquels *Salvadora* qui compte 5 espèces dans le monde et 1 espèce en Algérie.

Les *Sapotaceae*, famille eurytropicale représentée par les taxa les plus septentrionaux: *Argania spinosa* L. nord-africain et *Sideroxylon marmulano* R. Brown canarien.

Diversité biogéographique

Même si dans ces espaces, les taux de recouvrement, d'abondance et de dominance des végétaux ligneux ne sont pas comparables à ceux des autres régions d'Algérie et au-delà de la valeur numérique (59) de cette richesse floristique, le fait majeur illustré par le spectre biogéographique (figure 3) a trait à la nature de l'élément floristique dominant constitué par un lot important d'endémiques (22%), représentatif des éléments méditerranéen, saharo-arabique et tropical. Ce lot englobe des endémiques remarquables par leur chorologie restreinte aux adrars sahariens (tarout, tafeltast, téloukat, tabakat) et aux Hautes plaines steppiques (*Calobota saharae*, *Saccocalyx satureioides*). Il s'y ajoute des endémiques algéro-marocaines (*Argania spinosa*, *Warionia saharae*) et algériennes à aire ponctuelle (*Calligonum calvescens*, *C. azel* et *Withania adpressa*). La composition de ce spectre illustre la situation à la confluence de 2 ensembles phytogéographiques: l'*Holarctis*

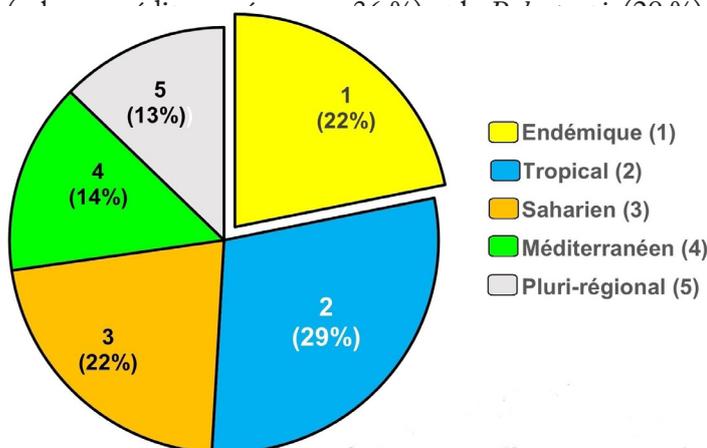


Figure 3. Spectre biogéographique des principaux éléments floristiques.

Les 59 taxa (Gymnospermes, Chlamydospermes, Angiospermes) sont cités par classement alphabétique selon leur ordre et leur famille.

GYMNOSPERMES

Cupressales Link (1829)

☼ *Cupressaceae* Gray (1822)

☼ *Cupressus dupreziana* A. Camus {tarout, P}

Arbre emblématique d'Algérie, le tarout (figure 4) a fait l'objet de nombreux travaux sans pour autant déboucher sur des applications dans des reboisements. Ayant constitué, selon Lhote (1964), un peuplement très étendu au cours des périodes humides antérieures, le tarout est considéré comme une espèce en danger de disparition.

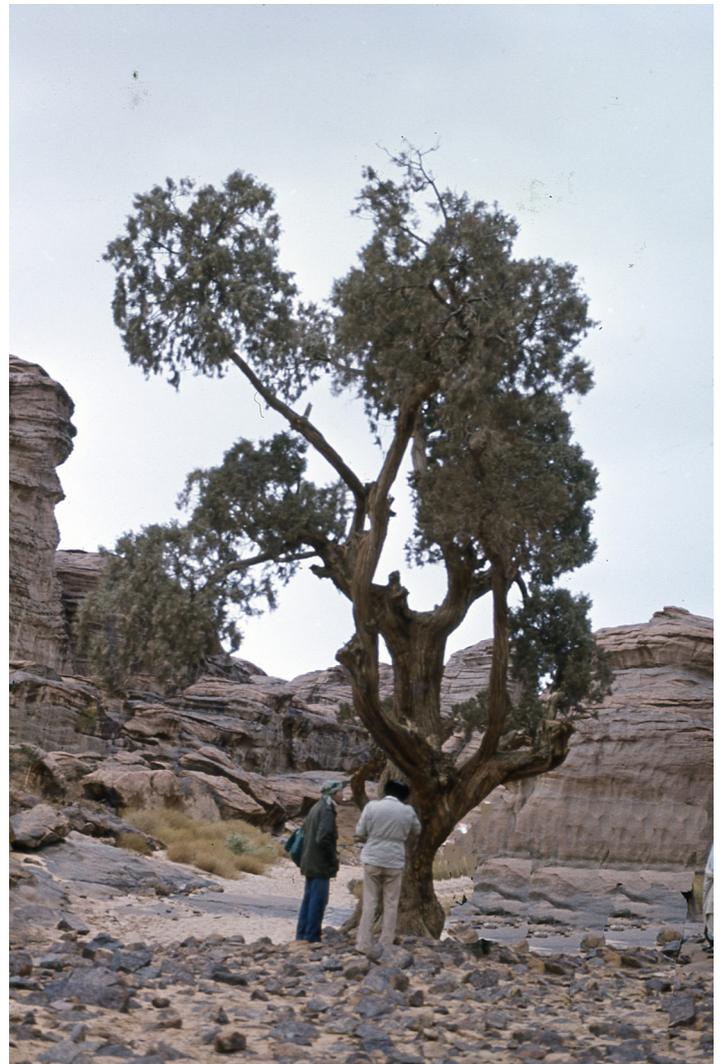


Figure 4. Tarout dont la morphologie a été modelée par l'action de l'Homme (Vallée des cyprés, Tamrit, 10 mai 1982; © Med Kaabèche).

CHLAMYDOSPERMES

Ephédrales Dumortier (1829)

☼ *Ephedraceae* Dumortier (1829)

☼ *Ephedra alata* Decne. {alenda, P}

Cette espèce compte 3 sous-espèces (Quézel & Santa, 1962 - 1963) : 2 rarissimes [subsp. *decaisnei* (Stapf.) Maire; subsp. *montjeauzeana* Dubuis et Faurel] et la 3^e [subsp. *alenda* (Stapf.) Trab.], commune sur les substrats sableux profonds sahariens et arides, a été observée sur les dunes du Grand erg occidental qui longent la vallée de la Zousfana et de la Saoura (Kaabèche & Gharzouli, 1997).

ANGIOSPERMES

Monocotylédones

Arecales Bromhead (1840)

☼ *Areaceae* Bercht. & J. Presl (1820)

☼ *Phoenix dactylifera* L. {nakhla, nP}

Cultivé dans les oasis où il constitue l'espèce « clé de voûte » dans les palmeraies, le palmier spontané est très commun au Sahara. De nombreux individus (de près de 5 m de long) prospèrent à proximité de Hassi Targant au sud de Merkala (Tindouf).

Dicotylédones

Astérales Link (1829)

☼ *Asteraceae* Berchtold & J. Presl (1820)

Cette famille prédomine dans la flore indigène d'Algérie avec 109 genres parmi lesquels *Warionia* Benth. & Coss. genre mono-spécifique considéré comme relique (Katinas *et al.* 2008).

☼ *Warionia saharae* Benth. & Coss. {nP}

Unique *Asteraceae* à port arborescent de la flore indigène d'Algérie, cette endémique algéro-marocaine a été collectée pour la première fois en 1855 près de Ksar Bou-Semghoun (Cosson, 1857). Citée par Debeaux (1899) à Thénia Founassa (un col au sud-ouest de Aïn Séfra), son aire a été élargie aux Monts des Ksour où cette espèce a été observée dans diverses stations (Flahault, 1906). La station la plus méridionale connue à ce jour est située au Djebel Aghlel (Kaabèche, 2022), au nord-ouest de Taghit (figure 5). Ayant des caractères d'Astéracées et faute d'être classée dans les genres connus, cette espèce, considérée comme nouvelle pour la science, a été répertoriée parmi les Astéracées comme « plante hors section » (Battandier & Trabut, 1902). Son intégration au sein du système de classification a nécessité la création d'un genre nouveau (*Warionia*) et d'une sous-tribu nouvelle *Warioniinae*

Gemeinholzer & N. Kilian (IPNI, 2024) au sein des *Cichorieae* Lam. & DC. Cette espèce participe à la définition du *Warionio saharae* - *Withanietalia frutescentis* de Foucault 1993 subordonné aux *Zizypho loti* - *Rhetea oxyacanthae* de Foucault 1993, classe de végétation définie par de Foucault (1993) dans les « synusies arbustives forestières » des confins algéro-marocains.



Figure 5. *Warionia saharae* à port arborescent (nouvelle station la plus méridionale; extrémité occidentale du Djebel Aghlel, Taghit; 15/03/2000; © Med Kaabèche).

Brassicales Bromhead (1838)

☼ *Capparaceae* Juss. (1789)

☼ *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam. ex Poir. {P}

Non observé sur site, cet arbuste est répertorié dans une unique station à l'Oued Oubazar, Timiaouin (Quézel & Santa, 1962 - 1963).

☼ *Capparis ovata* Desf. {kabbar; nP}

Ayant un développement préférentiellement lié aux affleurements rocheux ou, tout au moins, à l'absence de sol proprement dit, le kabbar est répandu depuis le littoral jusqu'aux adrars sahariens. À Taghit, la falaise abrupte du Djebel Baroun, qui délimite à l'est la Hamada du Guir, constitue un refuge pour quelques individus suspendus dans les fissures des barres rocheuses qui surplombent la vallée de la Zousfana. Sur le versant méridional du Djebel Aghlel (nord-ouest de Taghit), les énormes bancs calcaires abritent une dizaine de pieds de kabbar accrochés aux joints de stratification, en laissant pendre leurs rameaux densément feuillés au-dessus d'une source à proximité d'une palmeraie abandonnée. Dans l'Assekrem, de nombreux pieds buissonnants sont éparpillés sur les escarpements rocheux de l'Oued Afilal et sur le pourtour de la zone humide l'aguelman Afilal. Au Tassili N'Ajjer, de très rares pieds de kabbar, parfois associés à des lithophytes herbacés, s'accrochent aux falaises abruptes au-dessus du plan d'eau des aguelmans, à proximité de la gorge d'Essendilène (Kaabèche, 2023).

✚ *Maerua crassifolia* Forssk. {l'atil; P}

Caractéristique de syntaxons subordonnés aux *Zizypho loti* - *Rhetea oxyacanthae* de Foucault 1993, l'atil est répandu au Sahara où il a été observé dans diverses stations. Au Tassili, en face de la cabane de gardiennage à l'entrée du canyon d'Essendilène, un individu arborescent (de 3 m de haut) prospère à la base de la falaise. Au nord de Tamanrasset, en remontant la vallée de l'Oued Outoul sur 32 km depuis la route (N1), un atil remarquable (de 4,50 m de haut) occupe la terrasse alluviale droite. En poursuivant le long de la RN1 vers In Amguel et en bifurquant au niveau de Anou Tilak vers l'amont de l'Oued Tilak, une dizaine de pieds d'atil, rabougris et « taillés » par les camelidés en forme grossièrement conique (1,50 m de haut, près de 2 m de diamètre de base), sont éparpillés dans la zone d'épandage à 1.500 m de la bifurcation; 53 km plus loin, vers les premiers contreforts occidentaux de l'Atakor, d'où surgissent les têtes de l'oued, 3 pieds arbustifs d'atil (de 2 à 3 m de haut) apparaissent sur les escarpements rocheux de la berge droite. Au sud de Tamanrasset, à la périphérie méridionale du village d'Amsel, 5 pieds d'atil de différentes tailles (entre 5 et 8 m de haut, avec des troncs de 20 à 45 cm de diamètre) sont éparpillés le long des berges de l'oued. Dans la Hamada de Tindouf, l'atil, en mélange avec l'argan et le talha, participe à la physionomie du paysage de « forêt-steppe » qui domine à Touaref Bou-Aâm à 14 km à l'est de la Maison forestière. Au-delà de Hassi Targant, un peuplement d'atil arbustif, avec présence de régénérations naturelles, occupe l'amont du lit rocaillieux de l'Oued Targant sur près de 1.500 m. Au sud de Tindouf vers Chénachène, au moment où la route traverse à gué sur près de 300 m la vallée ensablée de l'Oued Talha, 4 atils arborescents (de 1,5 à 2 m de haut) émergent des gros éboulis, à la base des krebs (crêtes des escarpements) qui bordent la rive droite.

☼ *Salvadoraceae* Lindley (1836)

✚ *Salvadora persica* L. {arak, téhok; P}

À l'entrée du canyon d'Essendilène (Djanet), 2 pieds d'arak occupent la base de la falaise gauche. À 41 km au nord de Tamanrasset, en remontant le cours de l'Oued Tilak depuis le pont de la RN 1, 5 arbustes d'arak prospèrent à la lisière de la berge rocheuse.

Caryophyllales Juss. ex Bercht. & J. Presl (1820)

☼ *Polygonaceae* Juss. (1789)

Les *Polygonaceae* réunissent divers taxa caractéristiques de communautés affiliées aux *Calligono* - *Aristidetea* Géhu *et al.* 1994, classe de végétation azonale à déterminisme édaphique d'ordre textural. Initialement typifiée

par les *Aristidetea pungentis* Guin. 1952, de Foucault & Lazare (2020) avaient proposé de « redéfinir l'ordre type » de cette classe par le *Centropodio forsskalii* - *Stipagrostietalia pungentis* de Foucault & Lazare 2020.

✚ *Calligonum azel* Maire {laâzel; nP}

Endémique du Sahara nord-africain, le laâzel a été signalé dans les « ergs de la partie est du Sahara septentrional, jusqu'aux confins nord du Tassili des Ajjer » (Ozenda, 2004). Le long de la façade du Grand erg occidental, entre les oasis de Taghit et de Béni-Abbès, une dizaine d'individus arbustifs sont éparpillés au sommet des dunes (Moreau *et al.*, 2005 c). À Tabelbala, agréable oasis adossée au flanc nord du Djebel Kahal, de nombreux arbustes de laâzel (de près de 2 m de haut) prospèrent sur les dunes périphériques de l'erg Erraoui en face de la palmeraie.

✚ *Calligonum calvescens* Maire {P}

Cette endémique du Grand erg oriental (Ozenda, 2004) n'a pas été observée sur site.

✚ *Calligonum comosum* L'H. {larta; nP}

De distribution saharo-arabique, le larta est commun « dans tout le Sahara jusqu'à la lisière N du Hoggar » (Ozenda, 2004). A Zaouia El-Foukania (nord de l'oasis de Taghit), cette *Polygonaceae* à port buissonnant contribue à la formation de nébkas éparpillées sur le reg à la périphérie du Grand erg.

☼ *Tamaricaceae* Link (1829)

Dans la flore indigène d'Algérie, cette famille compte de nombreuses espèces de *Tamaris* répandues depuis le littoral jusqu'au Sahara. Du fait que « les principaux caractères distinctifs des *Tamaris* n'ont pas une très grande fixité » (Battandier, 1907), leur identification reste délicate, d'autant que ces « caractères distinctifs » utilisés comme clefs de détermination se rapportent à un organe fugace. Les tamaris participent à la définition de nombreux syntaxons des *Nerio oleandri* - *Tamaricetea africanae* Braun-Blanq. & O. Bolòs 1958. Cette classe, initialement associée à la végétation des *bois et buissons riverains des contrées semi-arides et arides des régions méditerranéenne et irano-touranienne* (Braun-Blanquet *et al.*, 1952) a été élargie aux *fouffrés d'affinités sahariennes* par l'intermédiaire du *Tamaricion nilotico-articulatae* de Foucault *et al.*, 2012.

✚ *Tamarix africana* Poir. {tarfa; nP}

Ce tamaris, commun dans les Hautes plaines stepmiques, prospère en bordure de la zone humide de Oglat Edaira (Moreau *et al.*, 2005b) à Aïn Ben-Khelil (Naâma).

✂ *Tamarix amplexicaulis* Ehrenb. {tarfa; nP}

Identifié par le binôme *T. pauciovulata* J. Gay (Quézel & Santa, 1962–1963), ce tamaris a été observé en bordure de la sebkha de Tindouf au niveau de sa jonction avec l'Oued El-Ma.

✂ *Tamarix aphylla* (L.) H. Karst. {thlaya, éthel, tabarek; nP}

L'éthel prospère sur les maâdhers, les terrasses alluviales et les larges vallées sablonneuses des oueds sahariens. À Oglat Lahdeb (sud-est de Béchar), de nombreux individus sont abattus pour servir de poutres aux cabanes des éleveurs (Moreau *et al.*, 2005 c). Dans l'Ougarta sur la bordure méridionale du Djebel Anchal, un bosquet de thlaya prospère sur les terrasses alluviales de l'Oued Anchal à proximité de Kheneg Thlaya. À l'ouest de Djanet, une dizaine de tabarek sont répartis çà et là dans la plaine d'épandage (de près de 2 km de large) de l'Oued Essendilène, au contact de l'Erg d'Admer.

✂ *Tamarix boveana* Bunge (tarfa; nP)

Ce tamaris prospère sur les substrats halins à la périphérie des chotts et des sebkhas où il constitue des peuplements buissonnants, notamment en bordure méridionale du chott Hodhna à Bir Khoubana (Géhu *et al.*, 1993). Dans la Hamada du Guir, à 80 km au sud-est de Béchar, un peuplement de ce tamaris délimite la bordure orientale de la Dhayet Tyour, vaste zone humide alimentée par l'Oued Boudib, située à une vingtaine de km à l'est de Hassi Houimi (Kaabèche, 2015). Au nord-ouest de Tindouf, ce tamaris constitue un peuplement compact sur une grande partie du pourtour d'une zone humide, située à 163 km au nord-ouest de Tindouf à Kheneg Tafagoumet, principale cluse à travers le Djebel Ouarkziz par laquelle l'Oued Mhartia et l'Oued Azam rejoignent l'Oued Draâ (Kaabèche, 2019).

✂ *Tamarix nilotica* (Ehrenb.) Bunge {tarfa; nP}

Ce tamaris, commun au Sahara, forme dans la plupart des grands oueds sablonneux des peuplements en mosaïque, en lisières des banquettes alluviales. À 20 km au nord de Tamanrasset, en remontant l'Oued Outoul vers les premiers contreforts de l'Atakor, ce tamaris constitue, à partir du km 27,2, une tamariçaie fragmentée le long des terrasses graveleuses des berges escarpées.

Celastrales Link (1829)

✂ *Celastraceae* R. Brown (1814)

✂ *Maytenus senegalensis* (Lam.) Exell {nP}

Rare au Sahara occidental, cette espèce a été observée dans la Hamada du Guir au lieu-dit « Magssem Aghlel » (nord-ouest de Taghit) à l'état arbustif. Dans la Hamada de Tindouf à Touaraf Bou-Aâm, un individu de grande taille (de près de 8 m de haut et avec une frondaison abondante) est situé sur la terrasse de l'Oued El-Ma à la limite du périmètre de la Maison forestière (Kaabèche, 2023).

Ericales Bercht. & J. Presl (1820).

✂ *Sapotaceae* Juss. (1789)

✂ *Argania spinosa* (L.) Skeels {argan; P}

Cette endémique algéro-marocaine occupe, au nord-ouest de Tindouf, une aire disjointe répartie entre le canyon de Targant, Merkala et Touaref Bou-Aâm (Kaabèche, 2012; Kaabèche *et al.*, 2013). L'argan fait partie d'un lot de taxa (*Gymnosporia senegalensis*, *Faidherbia albida*, *Acacia tortilis* subsp. *raddiana*) caractéristiques du *Faidherbio* – *Arganietum spinosae* Kaabèche *et al.* 2010, association identifiée dans la ripisylve de l'Oued El-Ma (figure 6) (Kaabèche *et al.*, 2010).



Figure 6. *Faidherbio* – *Arganietum spinosae* Kaabèche et de Foucault 2010 dans le périmètre de la Maison forestière de Touaraf Bou-Aâm de Tindouf: à gauche 2 individus d'argan, au centre *Maytenus senegalensis*, à droite ahètès et talha (22 12 2011, © Med Kaabèche).

Fabales Bromhead (1838)

✂ *Fabaceae* Lindley (1836)

✂ *Mimosoideae* DC. (1825)

Cette sous-famille regroupe plusieurs genres, parmi lesquels *Acacia*, qui compte plus de 1500 espèces dans le monde (Le-Roux *et al.*, 2023). La flore indigène d'Algérie compte 3 genres (*Acacia*, *Faidherbia* et *Vachellia*) réunissant cinq espèces qui participent à la définition de nombreux syntaxons subordonnés aux *Pergulariето* – *Pulicarietea* Quézel 1965.

✂ *Acacia ebrenbergiana* Hayne {tamat; nP}

Rare au Sahara, le tamat prospère dans la Hamada de Tindouf en individus épars, en mélange avec le talha à l'Oued El-Ma (à proximité de la Maison forestière) et en peuplement clairsemé le long de l'Oued Targant, en aval de Hassi Targant.

✂ *Acacia laeta* R. Br. ex Benth. {P}

Non observé in situ, cet acacia, rarissime dans la flore d'Algérie, est cité par Maire (1952 – 1987) au *Hoggar* à l'Oued In Ezzebin et à 25 kilomètres au Sud-Est de Tamanghasset.

✂ *Acacia tortilis* subsp. *raddiana* (Savi) Brenan {talha; P}

Éparpillés sur un territoire immense de près de 60 millions d'ha (Bneder, 2011), les peuplements de talha constituent l'essentiel du paysage végétal saharien, qualifié par Maire (1940) de « savane désertique ». Des exemples remarquables de ce paysage peuvent être observés à l'ouest de Taghit dans les Dhayat Boutleaâ et Talhat Touati (Moreau *et al.* (2005 c) et dans la Hamada de Tindouf à Touaref Bou-Aâm, au nord-est de la Maison forestière. Ce paysage s'observe, également, le long des principales vallées des grands oueds sahariens : à Tamanrasset (Oued Tit, Oued Tahifet, Oued Amded à une vingtaine de km en aval du pont de la route qui jouxte la colline du Mausolée de Tin Hinan à Abalessa), à l'Oued Farès au sud-est de Zéghamra dans les Monts de l'Ougarta (figure 7) et au sud de Tindouf à l'Oued Talha (Gara Djebilet).



Figure 7. Forêt-steppe à *Acacia-panicum* dans Oued Farès (Zéghamra, nord-ouest des Monts de l'Ougarta).

L'importance de la vallée, où coulent épisodiquement aujourd'hui des eaux rares, laissent penser que les masses d'eau charriées furent jadis beaucoup plus considérables (15/03/2000; © Med Kaabèche).

✂ *Faidherbia albida* (Delile) A. Chev. {ahetès; P}

Par ses dimensions, son feuillage et ses gousses qui offrent ombrage et pâturage, l'ahetès représente l'essence forestière idéale dans le contexte saharien. Dans la Hamada de Tindouf, à proximité de la Maison forestière, 5 individus réunis sur une terrasse surélevée sur la rive gauche de l'Oued

El-Ma, constituent un magnifique bosquet verdoyant (Kaabèche, 2023). Au nord de Tamanrasset, en remontant l'Oued Tilak sur 37 km depuis la route (N1), 4 pieds d'ahetès sont éparpillés en bas-versant rocheux de la rive droite.

www ✂ *Acacia nilotica* (L.) Willd. ex Delile {tagart; P}

Cité comme très rare au Tassili N'Ajjer et dans l'Ahaggar (Quézel & Santa, 1962 – 1963), le tagart a été observé au nord-est de Djanet, à l'entrée du canyon d'Essendilène en face de la cabane de gardiennage (Gharzouli & Kaabèche, 1997). Au nord de Tamanrasset, en remontant la vallée de l'Oued Tilak, à partir du pont de la route (N1) sur 42 km, une dizaine de pieds sont éparpillés de part et d'autre de la vallée. Au sud-est de Tamanrasset, au croisement (km 76,4) de la route Tamanrasset-Tahifet, un bel individu en fleurs, donnant ultérieurement une abondante fructification (10/11/2014), prospère à 12 km à proximité d'une terrasse cultivée en aval de l'oued.

✂ *Acacia seyal* Delile {P}

Signalé « commun au Sahara central et occidental » (Ozenda, 2004) le seyal prospère au nord-est de Tindouf, notamment à l'Oued Targant, en individus épars à environ 900 m en aval de Hassi Targant. Dans la dépression de Tindouf, à l'est du Djebel Ouarkziz, de nombreux pieds arbustifs (de moins de 2 m de haut) occupent le lit sablonneux de l'Oued Tassert qui longe la piste vers Oum El-Aâchar.

☼ *Caesalpinioideae* DC. (1825)

✂ *Ceratonia siliqua* L. {kharroub; nP}

Caractéristique des végétations thermo-méditerranéennes telliennes, le kharroub est plus rare dans l'Atlas saharien où il a été signalé au Djebel Aïssa (Bonnet & Maury, 1888). La station la plus méridionale connue (figure 8) est située dans la Hamada de Tindouf (Kaabèche, 2023).



Figure 8. Kharroub (à droite) en association avec un argan buissonnant au fond du canyon de Kreb El-Hamada à l'est de Merkala (Hamada de Tindouf, 31/12/2011; © Med Kaabèche).

☞ *Senna italica* Mill. et *S. alexandrina* Mill. {agerger, sana ; nP}

L'agerger prospère, particulièrement, au sein des maâdhers sablo-limoneux des oueds sahariens. Dans l'Ahaggar ces végétaux forment des taches de verdure éparpillées au sein des vastes plaines d'épandage des oueds de Tamanrasset, d'Amsel, d'Outoul et de Tit.

☞ *Faboideae* Melch. (1964)

Cette sous-famille compte dans la flore indigène d'Algérie 3 rétames et un genêt, caractéristiques de syntaxons affiliés aux *Calligono - Aristidetea* Géhu *et al.*, 1993. Parfaitement adaptés aux substrats sableux profonds, ces arbustes sont utilisés comme matériel végétal de fixation des dunes vives à Zaafrane (Djelfa), à Kef Mokrane (Laghouat) et à Baniou au nord de Bou-Saada (Kaabèche, 2008).

☞ *Calobota saharae* (Coss. et Dur.) Boat. & B.-E. Wyk {el-merkh ; nP}

« Assez rare » au Sahara septentrional, cette endémique nord-africaine est répandue tout au long du cordon dunaire discontinu qui s'étale depuis Bou Saada (Kaabèche, 1990) jusqu'à Ain Séfra.

☞ *Retama raetam* (Forssk.) Webb {r'tem ; nP}

Reconnaissable à ses fleurs à corolle blanche, le r'tem est commun dans les régions arides et sahariennes. À Mougheul, dans la dhayat Oum Chegag (Béchar), les buissons de r'tem assurent la protection de plants de b'tom (Kaabèche, 2012 a).

☞ *Retama sphaerocarpa* (L.) Boiss. {r'tem ; nP}

Endémique ibéro-maurétanien, ce r'tem à petites fleurs jaune soufre est commun dans les « Hauts-Plateaux et rare au Sahara » (Ozenda, 2004). Des buissons (de près de 2 m de haut et 1,5 m de diamètre) apparaissent, çà et là, au sein des parcours ensablés le long de la route Ain Ben-Khelil, Fortassa Gharbya et Sfisifa (Kaabèche, 2006).

Gentianales Juss. ex Berchtold & J. Presl (1820)

☞ *Apocynaceae* Juss. (1789)

☞ *Apocynoideae* Burnett (1835)

☞ *Nerium oleander* L. {élèl, défla ; nP}

Commun depuis le littoral jusqu'aux adrars sahariens, l'élèl est répandu aux abords rocaillieux des aguelmans et des lits d'oueds. Une remarquable nériaie, affiliée aux *Nerio oleandri - Tamaricetea africanae* Braun-Blanq. & O. Bolòs 1958, occupe les marges limono-argileuses de l'aguelman d'Afilal (Assekrem).

☞ *Asclepiadoideae* Burnett (1835)

☞ *Calotropis procera* (Aiton) W. T. Aiton {tirza, kranka ; nP}

Cette « plante admirable de vigueur » (Monod, 1937) est capable de proliférer au point de former des peuplements buissonnants monospécifiques de densité supérieure à 75 % dans des sites favorables au Tassili N'Ajjer, donnant l'impression de parcelles cultivées dans l'Oued Illizi à proximité de la pépinière des services forestiers d'Illizi. Échappant à la dent des camelidés et des caprins, de nombreux individus à port arborescent prospèrent dans l'Oued Bou-Dib au niveau de Oglet Lahdeb (ouest de Taghit) et dans l'Oued El-Ma en aval de la Maison forestière (Hamada de Tindouf). À Amsel (Tamanrasset), des pieds arbustifs se développent dans la vallée sablonneuse de l'oued, en aval du village et parmi les éboulis au pied des escarpements de la vallée encaissée. Le tirza participe à la définition de syntaxons subordonnés au *Tamaricion nilotico - articulatae* de Foucault *et al.* 2012.

☞ *Leptadenia pyrotechnica* (Forssk.) Decne. {r'tam ; nP}

Commun au Sahara, cet arbuste, dont le port évoque inmanquablement le rétame, a été observée au sud de Tamanrasset dans une station située au croisement de la route (N1) et de l'Oued Taghlalet au km 34,7 en direction d'In Guezzam. En remontant cet oued sur 10 km, de nombreux pieds (à fleurs et fruits présents sur le même pied, 11/11/2014) et de taille remarquable (de 4 m de haut et près de 5 m de large) sont répandus au milieu d'une large vallée sablonneuse.

☞ *Periploca laevigata* Aiton {halleb ; nP}

Dans la Hamada du Guir, le halleb est associé à quelques arbustes (j'dari, oléastre) éparpillés sur les escarpements des vallées encaissées des oueds rocaillieux (Aghlel, Manouaâraâr, Kharouaâ). À Touaref Bou-Aâm (Hamada de Tindouf), un pied buissonnant (de 1,30 m de haut) a été observé au niveau de la jonction de l'Oued Gahouane avec l'Oued El-Ma.

Lamiales Bromhead (1838)

☞ *Lamiaceae* Martinov (1820)

☞ *Nepetoideae* Kostel (1834)

☞ *Saccocalyx satureioides* Coss. & Dur. {zaâter ; P}

Endémique d'Algérie, le zaâter colonise le cordon dunaire discontinu qui s'étale depuis Bou Saada jusqu'à Naâma (Kaabèche, 2003). Cette espèce psammophile, signalée par Cosson (1857) sur les dunes à Ain Ben-Khelil (Naâma), est une caractéristique des *Calligono - Aristidetea* Géhu, Kaabèche & Gharzouli 1993. Habituellement

croissant en touffes denses, un individu arbustif (de 1,50 m de long) a été observé au sud-est de Maarif, à proximité de l'oasis de Bir Lakraa (Bou Saada).

☼ *Viticoideae* Briq. (1895)

☼ *Vitex agnus-castus* L. {kharouaâ; nP}

Arbuste aromatique originaire de la Région méditerranéenne et de l'Asie occidentale, le kharouaâ est « assez rare » en Algérie où il atteint « la vallée de la Zousfana » (Ozenda, 2004). Trois stations ont été observées bien au-delà des rives sahariennes dans la Hamada du Guir, en contrebas de Hassi Manouaâraâr au moment où la route (N6) franchit à gué l'Oued Manouaâraâr, trois frères pieds (de 50 à 100 cm de haut) sont localisés au flanc rocaillieux de la berge droite de l'oued. En poursuivant vers Taghit, là où la route traverse à gué l'Oued El-Kharouaâ (rivière du gattilier), arrosé tous les ans par les eaux qui ruissellent des sommets parfois enneigés des Monts des Ksour, une remarquable station (figure 9), située à 13 km en amont du gué, abrite une importante population de gattilier (Kaabèche, 2005). La station la plus méridionale est celle de Khenèg Tafagoumet (Kaabèche, 2023). Située à 165 km au nord-ouest de Tindouf, cette station, accessible par la piste qui longe le versant oriental de l'Ouarkziz depuis Merkala jusqu'à Hassi Mounir, abrite des pieds de kharouaâ de 2,50 m de haut.



Figure 9. Par son feuillage dense et par ses inflorescences en épis allongés d'un bleu très lumineux, le kharouaâ méditerranéen constitue une curiosité botanique dans le paysage minéral de la Hamada du Guir. (Oued El-Kharouaâ, 15/ 05/2005 © Med Kaabèche)

☼ *Oleaceae* Hoffmannsegg & Link (1809)

☼ *Olea europaea* L.

Selon Green (2002), cette espèce comprend, dans la flore d'Algérie, la sous-espèce *laperrinei* à aire restreinte aux adrars sahariens et la sous-espèce *europaea*, de répartition méditerranéenne avec 2 variétés : l'olivier cultivé (var. *europaea*) et l'oléastre (var. *sylvestris*).

☼ *Olea europaea* subsp. *europaea* var. *sylvestris* (Mil.) Lehr. {zebboudj; nP}

Le zebboudj pénètre jusqu'à la lisière nord du Sahara dans de nombreuses stations le long des vallées encaissées des principaux oueds.

La station de Thénia Larouya semble la plus remarquable ; localisée sur le bas-côté gauche de la route (N 107) à une dizaine de km au sud de Khéneg Larouya, Brézina, cette station abrite 5 pieds qui, par leurs dimensions (troncs et houppiers), semblent centenaires ; en outre leur état, robuste et indemne de toute mutilation, laisse penser que ces zebboudj furent de tout temps épargnés, voire préservés par la population.

☼ *Olea europaea* subsp. *laperrinei* (Batt. & Trab.) Cif. {aléou; P}

Endémique des « montagnes sahariennes depuis le Sud Algérien jusqu'au Nord-Est Soudanais » (Besnard *et al.*, 2012) l'aléou est assez commun dans les adrars sahariens (Hoggar, Téfédést, Tassili N'Ajjer). Dans l'Oued In Dalèdje, qui longe sur la droite la piste de Tamanrasset vers la Chapelle, l'aléou présente diverses formes (arbres, arbustes, buissons) éparpillées le long du lit rocaillieux. Au-delà de l'aguelman Afilal, en marge de la piste qui serpente entre les rochers, plusieurs buissons d'aléou sont insérés en gradins dans une profonde entaille verticale, au sein d'un piton grossièrement piriforme. Au pied de ce piton, un énorme tarout arborescent (figure 10) est implanté au milieu d'un amas d'éboulis de gros blocs rocheux. L'aléou participe à la définition de syntaxons subordonnés aux *Lavanduletea antineae* Quézel 1965, classe caractérisant la végétation endémique des « hautes montagnes du Sahara central et méridional ».

Malpighiales Juss. ex Bercht. & J.Presl (1820)

☼ *Euphorbiaceae* Juss. (1789)

☼ *Ricinus communis* L. {kharouaâ; nP - ne pas confondre avec le *Vitex*}

D'aire tropicale, le kharouaâ, commun dans les régions arides et sahariennes, colonise les substrats riches en apports organiques dans la périphérie de nombreuses oasis.

☼ *Salicaceae* Mirbel (1815)

☼ *Populus euphratica* Olivier {safsaf; P}

Rare au Sahara septentrional et occidental (Quézel & Santa, 1962), ce safsaf prospère le long des rives de l'Oued Bougtob entre El-Kheither et Bougtob (Kaabèche, 2023). L'importance de ce peuplier est soulignée par la Commission internationale du peuplier (CIP, 2021), qui a recommandé « l'élargissement des connaissances de base sur



Figure 10. Au-delà de l'aguelman d'Afilal et en marge de la piste vers la chapelle du Père de Foucauld, un énorme tarout arborescent prospère à la base d'une entaille dans un piton basaltique où s'insèrent en gradins des pieds de tarout buissonnant (14/11/2014; © Med Kaabèche).

Populus euphratica, particulièrement pour ce qui concerne les aspects écologiques, physiologiques et génétiques».

Myrtales Juss. ex Bercht. & J. Presl (1820)

☼ *Myrtaceae* Juss. (1789)

☼ *Myrtus nivellei* subsp. *nivellei* Batt. & Trab.
{tafeltast; P}

Endémique des adrars sahariens, le tafeltast prospère dans la vallée de Tamrit (Tassili N'Ajjer) où il participe à la caractérisation de nombreux syntaxons subordonnés aux *Lavanduletea antineae* Quézel 1965.

Ranunculales Juss. ex Bercht. & J. Presl (1820)

☼ *Menispermaceae* Juss. (1789)

☼ *Cocculus pendulus* (J. R. Forst. & G. Forst.) Diels
{nP}

Signalée au Sahara central et occidental (Ozenda, 2004) cette liane a été observée au sud de Tamanrasset au niveau de la route (N1) vers In Guezam qui traverse à gué l'Oued Taghlalet au km 34,7. En remontant l'oued sur 15 km, à partir du gué, de nombreux pieds de *Cocculus* (de 90 à 120 cm de haut), munis à leur extrémité d'une multitude de minces et longs rameaux feuillés s'entassent,

par suite du manque de supports, sur la terrasse alluviale gauche. Dans la Hamada de Tindouf, cette liane occupe diverses stations; dans le canyon de Targant, les interstices humides des bancs rocheux abritent des pousses de *Cocculus* en forme de rameaux filamenteux à feuilles trilobées; à proximité de Hassi Targant, un pied femelle (de près de 1,50 m de haut) fructifié (à baie pourpre de 8 mm de long et 5 mm de large, 22/03/2012) utilise comme tuteur un *Foleyola billotii* Maire, exceptionnel par sa taille (près de 2 m en hauteur et autant en largeur), par sa taxinomie (genre monotypique) et par sa chorologie (rare endémique algéro-marocain). À une centaine de mètres, en aval du puits, les rameaux feuillés de cette Ménispermacée sont suspendus aux djérids (palmes) desséchées d'un palmier de près de 5 m de haut. Plus en aval, sur les berges rocheuses de l'Oued Targant, cette liane, à défaut de supports, étale ses longues et minces tiges (jusqu'à 10 m de long) et ses rameaux grêles qui s'entassent sur le sol. Dans la basse vallée sablonneuse de l'Oued Gahouane, les rameaux feuillés de cette liane recouvrent complètement un j'dari buissonnant. À l'Oued El-Ma, à proximité de la Maison forestière de Touaraf Bou-Aâm, d'énormes tiges (jusqu'à 15 cm de diamètre et près de 4 m de haut) de cette liane enlacent

(figure 11) le tronc de divers arbres (talha, ahètès, argan) jusqu'au sommet, de telle sorte que la cime de ces arbres est complètement recouverte par le feuillage dense de la liane (figure 12). Ces « caractères de forme ou de dimensions » hors norme par rapport à toutes les autres espèces lianoïdes de la flore indigène d'Algérie, présentés par cette Ménispermacée dans cette station uniquement, semblent confirmer cette « tendance au gigantisme » soulignée par Hallé (2010) chez les végétaux tropicaux.

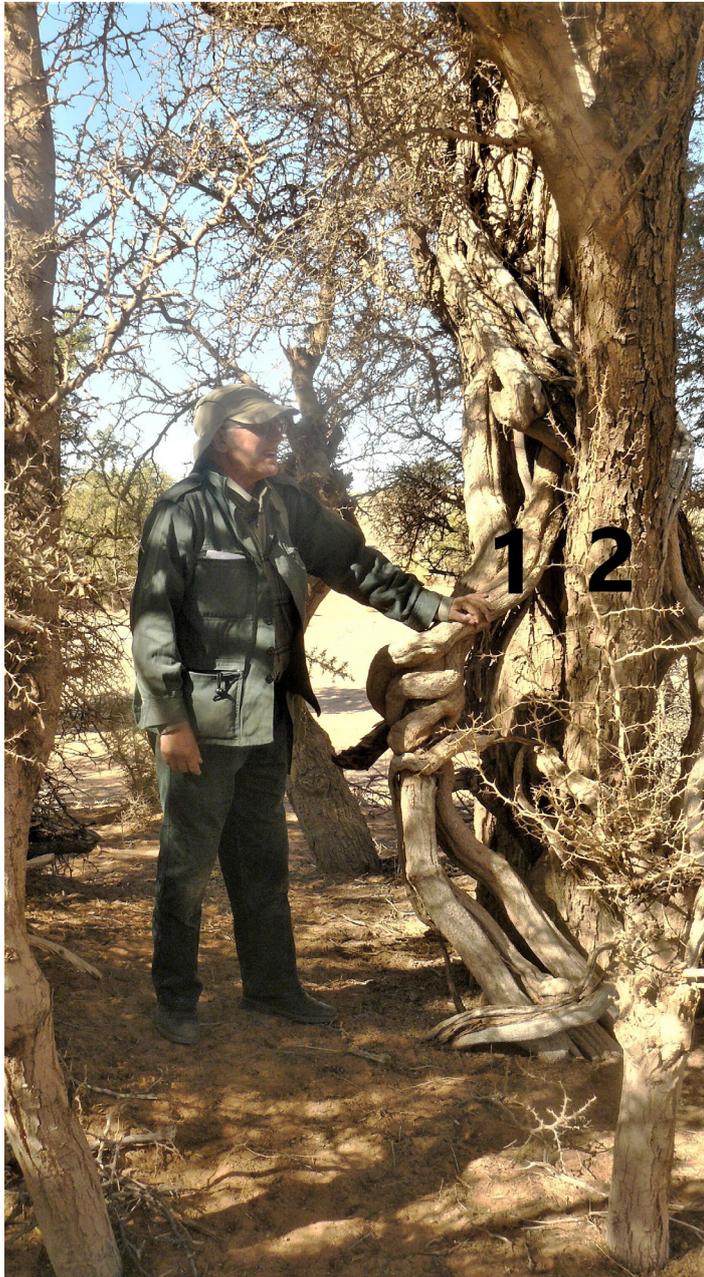


Figure 11. *Cocculus pendulus*, cette Ménispermacée dont la tige (1) enlace le tronc (2) d'un ahètès, présente des dimensions hors norme (tige: 15 cm de diamètre et 4 m de haut) par rapport aux lianes de la flore indigène d'Algérie (Touaraf Bou-Aâm, vallée de l'oued El-Ma, Parc national de Tindouf, 23/12/2011; © Med Kaabèche).



Figure 12. De nombreux pieds de *Cocculus pendulus* grimpent le long des troncs d'un bosquet de talha recouvrent complètement le houppier en étalant dessus leurs branches lianoïdes d'où pendent de nombreux rameaux grêles, très longs et densément feuillés (Parc national de Tindouf, Touaraf Bou-Aâm, vallée de l'oued El-Ma, à 1.100 m en aval de la maison forestière, 23/12/2011; © Med Kaabèche).

Rosales Juss. ex Bercht. & J. Presl (1820)

Comptant dans le monde 9 familles, 263 genres et 8.010 espèces (Stevens, 2001), les Rosales constituent l'un des plus importants ordres des Angiospermes dicotylédones. La flore algérienne en compte 5 familles (Quézel & Santa, 1962 - 63), parmi lesquelles 2 sont représentées dans les régions arides et sahariennes.

☼ *Moraceae* Gaudichaud-Beaupré (1835)

☼ *Ficus carica* subsp. *carica* L. {taguerourt, tin; nP}

D'aire méditerranéenne, le figuier est cultivé en Algérie. Un imposant figuier (de près de 5 m de haut et à frondaison abondante) prospère en marge d'un arrem (jardin potager et fruitier) en bordure de l'Oued Tazrout, à 171 km d'In Amguel.

☼ *Ficus cordata* subsp. *salicifolia* (Vahl) C. C. Berg {téloukat; P}

Caractéristique des adars sahariens, le téloukat a été observé sur la falaise à l'entrée du canyon d'Essendilène (en face de la cabane de gardiennage du parc) où un bel individu laisse pendre ses longs rameaux densément feuillés.

☼ *Ficus ingens* (Miq.) Miq. {nP}

Cette espèce « très rare, signalée au Hoggar » (Ozenda, 2004), n'a pas été observée.

☼ *Rhamnaceae* Juss. (1789)

☼ *Ziziphus lotus* subsp. *lotus* (L.) Lam. {s'der; nP}

Commun dans la flore d'Algérie, le s'der est répandu dans la région des dhayas où il assure la protection des jeunes plants de b'tom. Désigné par les termes de



Figure 13. À 60 km au nord de Tamanrasset, un buisson de tabakat de taille exceptionnelle (près de 7 m de haut sur une vingtaine de long) prospère sur la rive gauche de l'oued Tilak à 51 km de la route (N1) vers l'amont de l'oued, 19/11/2014; © Med Kaabèche).

« facilitation » ou de « nurse effect » (Bertness & Callaway, 1994), ce type d'interaction entre le b'tom et le s'der a été décrit, il y a plus d'un siècle dans les « Hauts plateaux oranais » par Mathieu & Trabut (1891). Habituellement buissonnant, des pieds arbustifs peuvent atteindre près de 2 m de haut (dans la dhayet Grar et la dhayet Kouider Ben Dahou à Lalmaya). Dans les Hamadas du Guir, de la Daoura et de Tindouf, le s'der est souvent associé au talha dans les oueds Daoura, Khebbi et Naga.

☞ *Ziziphus lotus subsp. saharae* (Batt. & Trab.)
Maire {tabakat; nP}

Le tabakat a été observé au nord de Tamanrasset. En remontant la vallée de l'Oued Tilak sur 54,6 km, depuis le pont de la route (N1) vers les premiers contreforts occidentaux de l'Ahaggar, de nombreux buissons de dimensions exceptionnelles (près de 7 m de haut sur une vingtaine de mètres de long) occupent les terrasses à la lisière des berges rocheuses (figure 13).

☞ *Ziziphus mauritiana* Lam. {téhéhent; nP}

Le téhéhent, signalé dans la « partie méridionale du Sahara central et occidental », n'a pas été observé sur site.

Sapindales Juss. ex Bercht. & J. Presl (1820)

☞ *Anacardiaceae* R. Brown (1818)

☞ *Pistacia atlantica* Desf. {b'tom; P}

Qualifié par Fromentin (1856) « d'arbre providentiel », le b'tom constitue l'un des traits physiologiques majeurs de la Région des dhayas, immense plateau asylvatique reconnu par Lavauden (1941) comme la « véritable terra typica du b'tom où il forme de véritables forêts ». Par la luxuriance de leur végétation à l'instar de celle de la Dhayet Tilghemt « une des plus belles, sinon la plus belle » (Bernard, 1896), les dhayas furent qualifiées de « petites merveilles du nord de l'Afrique » (Monjauze, 1980 & 1982). Considérées comme « de véritables jardins anglais », les dhayas furent « rasées » (Paris, 1867) à tel point qu'il n'en demeure que quelques spécimens, plus ou moins conservés, parmi lesquelles la Dhayet Kouider Ben



Figure 14. « Arbre providentiel » dans un espace asylvatique, le b'tom constitue l'un des traits physiologiques majeurs de la région des dhayas (forêt-parc de dhayet N'zouta, Brézina; 27/03/2017; © Med Kaabèche).



Figure 15. Poivrier péruvien : de la cordillère des Andes à l'Adrar de l'Atakor. Rescapés d'une opération de reboisement dans les années 70 dans le plateau de l'Assekrem, 3 individus de ce poivrier semblent bien s'adapter à leur nouvel environnement au nord de l'aguelman Afilal; le 4^e pied, isolé en bordure de la piste de Tamanrasset vers la chapelle du Père de Foucauld, a été taillé pour servir de parasol lors des haltes des visiteurs (20/11/2014; © Med Kaabèche).

Mahi à Lalmaya (Aflou), la Dhayat El-Botma à Aïn Farés (M'sila), la Dhayat Zyania à Messaad, la Dhayat N'zouta à Brézina (figure 14) et la Dhayat Oum Chgag à Moughel. Au nord-ouest de Naâma, un chapelet de dhayas adossées aux versants septentrionaux des djebels (Gaaloul, Aaraar, Kerrouch) abritent des b'tom de taille remarquable.

Au-delà de sa « terra typica » le b'tom est répandu en Algérie où il prospère, soit en peuplement épars (Oued Barjoun à Sidi Bouzid, Aflou), soit en « forêt galerie » le long de l'Oued Messaad (Monjauze, 1982). À Ouaren (Aflou), le b'tom constitue des peuplements éparpillés le long des crêtes rocheuses de Gaadat Enfous; au nord-ouest de Bou Saada, il est associé à l'halfa au Djebel Sélat (Kaabèche, 1995); au Djebel Aïssa (Naâma), il est associé au chêne ballote (Kaabèche, 2017). À 15 km au sud de Bou-Semghoun, de jeunes pieds prospèrent çà et là sur le versant occidental du Djebel Noukhila. Dans les adrars sahariens, entre 1 700 et 2 700 m d'altitude, le b'tom est associé à l'aléou et au j'dari (Quézel, 1965). Le b'tom participe à la définition de divers syntaxons subordonnés aux *Zizipholoti - Rhoetea oxyacanthae* de Foucault 1993 (Kaabèche & de Foucault, 2010) et aux *Lavanduletea antineae* Quézel 1965.

✂ *Rhus tripartita* (Ucria) Grande {tahounek, j'dari; nP}

Commun dans la flore d'Algérie depuis l'Atlas saharien jusqu'aux adrars sahariens, le j'dari a été observé en port arbustif sur des substrats rocheux dans diverses

stations, parmi lesquelles celle de Djebel Selat à Aïn Diss au nord-ouest de Bou Saada (Moreau *et al.*, 2005 a), celle de Thénia Founassa au sud-ouest d'Aïn Séfra (Benkheira *et al.*, 2016) et celle d'El-Kheloua (Kaabèche, 2017), où un j'dari buissonnant, de taille impressionnante (de près de 8 m de haut et 3 m de large), est accolé à la façade occidentale d'un énorme mamelon rocheux situé à 30,5 km d'El-Bayadh, à droite de la route N107. Dans la Hamada du Guir, le j'dari a été identifié dans l'Oued Manouâraâr sur la berge droite en aval de Hassi Manouâraâr, puits situé en bordure de la route (N6) à une vingtaine de km de Taghit. Dans la Hamada de Tindouf, le j'dari forme des buissons énormes (de 4,5 m de haut et 9 m de large) dans le lit majeur de l'Oued El-Ma, à proximité de la Maison forestière de Touaraf Bou-Aâm. Dans l'Assekrem, de nombreux arbustes de tahounek, associés à l'aléou, sont dispersés le long de l'Oued In Dalèdje.

✂ *Schinus molle* L. {nP} : de la Cordillère des Andes à l'Adrar de l'Atakor!

Le faux poivrier a fait l'objet de plantations d'arbres d'alignement dans diverses régions d'Algérie. Dans l'Atakor, 4 individus (figure 15), rescapés d'une opération de reboisement du plateau de l'Assekrem dans les années 70, constituent, dans le paysage minéral, une curiosité par la verdure de leurs houppiers (Kaabèche, 2023).

☼ *Nitrariaceae* Lindley

☼ *Nitraria retusa* (Forssk.) Asch. {damouche, ghardeg; nP}

Affiliée à de nombreux syntaxons subordonnés aux *Pegano harmalae* - *Salsoletea vermiculatae* Braun-Blanquet & Bolòs 1957, classe relative aux végétations arides à caractère sub-nitrophiles, cette espèce atteint des dimensions exceptionnelles (hauteur : 5 m ; diamètre du tronc : 10 cm) dans une station inédite en bordure de la zone humide de Kheneg Tafagoumet.

Solanales Juss. ex Bercht. & J. Presl (1820)

☼ *Solanaceae* Juss. (1789)

☼ *Lycium intricatum* Boiss. {aâoussèdj ; nP}

« Rare dans la région de Béchar » (Ozenda, 2004), ce lyciet méditerranéen a été identifié dans la Hamada de Tindouf dans une station inédite, la plus méridionale observée à ce jour, située sur la rive de l'Oued Gahouane, adjacente au périmètre de la Maison forestière de Touaraf Bou-Aâm.

☼ *Lycium shawii* Roem. & Schult. {aâoussèdj ; nP}

Commun au Sahara septentrional, cet arbuste est habituellement utilisé pour édifier des haies de protection des maraichages dans le bassin du Hodhna (Kaabèche, 1996 a).

☼ *Withania adpressa* Coss. ex. Batt. {ouarouari ; P}

Cette endémique algéro-marocaine à aire restreinte a été observée à 30 km au sud-ouest de Béni-Abbès, au pied de la pointe méridionale du djébel Zéghamra (Monts de l'Ougarta).

☼ *Withania somnifera* (L.) Dunal. {ferkaï ; nP}

Dans l'Assekrem, cet arbuste prospère sur des substrats rocaillieux le long de la piste qui mène de Tamanrasset à la Chapelle, où de nombreux individus ont été observés au-delà de l'aguelman Afilal. Cette espèce fait partie du cortège floristique des *Helianthemo* - *Paronychieta* Quézel 1965, classe de « végétation saharienne constituée de pelouses rocailleuses » endémique du Tassili et de l'Ahaggar.

Zygophyllales Link (1831)

☼ *Zygophyllaceae* R. Brown

☼ *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. {téborak ; nP}

Le téborak a été observé dans 2 stations. Dans l'une, à 15 km au sud de Tamanrasset, des individus arborescents (de 10 m de haut), abondamment fructifiés, sont éparpillés dans la vallée sablonneuse de l'Oued Amsel, à la

périphérie méridionale du village. Dans l'autre, au nord-ouest de Tindouf, un peuplement occupe l'amont de l'Oued Targant à la sortie des gorges au-delà de Hassi Targant.

DISCUSSION

Grâce à la conjonction de facteurs mésologiques favorables, des habitats écologiques remarquables, souvent de superficie restreinte, sont enclavés au sein des régions arides et sahariennes. Ces habitats constituent autant de refuges où une flore ligneuse exceptionnelle, associée à une faune tout aussi emblématique, trouvent « le gîte et le couvert ». En période favorable, ces habitats offrent un « couvert » euprophe à une mosaïque d'herbacées (thérophytes, hémicryptophytes et géophytes) qui vivent, par ailleurs, au voisinage de leurs conditions écologiques extrêmes alors qu'en période défavorable, ils assurent le « gîte » où survivent des ligneux, parfois relictés, au-delà des limites absolues de leur aire. Ces ligneux comptent 13 taxa (*Acacia tortilis* subsp. *raddiana*, *A. ehrenbergiana*, *A. laeta*, *Balanites aegyptiaca*, *Boscia senegalensis*, *Calotropis procera*, *Leptadenia pyrotechnica*, *Faidherbia albida*, *Ficus ingens*, *Maerua crassifolia*, *Salvadora persica*, *Vachellia nilotica*, *Ziziphus mauritiana*), retenus par la FAO (1994) comme des « ressources génétiques ayant une valeur socio-économique pour le développement agricole et la mise en valeur des forêts », notamment dans le Sahara Nord-africain et, par l'Agence Panafricaine de la Grande Muraille Verte (APGMV, 2018), comme des espèces « adaptées aux conditions climatiques du tracé de la Grande Muraille Verte ».

Sur le plan phytogéographique, la présence d'un lot conséquent représentatif de l'élément tropical auquel s'ajoute un élément méditerranéen, enclavés dans la Hamada de Tindouf bien au-delà de leurs limites latitudinales habituelles, témoigne de la complexité phytocénotique et de l'hétérogénéité floristique de ces régions, complexité soulignée à l'échelle du Sahara Nord-africain par Quézel (1965 in Médail & Quézel, 2018).

Les valeurs patrimoniale et écologique des habitats naturels ont été à l'origine de la création d'aires protégées (parcs nationaux, parcs culturels, réserve de biosphère, sites RAMSAR), qui ont bénéficié de divers programmes de conservation de la biodiversité, soutenus par les agences des Nations unies (FEM, PNUD, PNUE, UNESCO) et par des associations (ROSELT, WWF, CEPF), à l'instar du projet « Stratégie et Plan d'Action Nationaux pour la Biodiversité 2016-2030 » (PNUD, 2021).

Cependant, au-delà de la pertinence de cette « stratégie » et des ressources humaines et financières mobilisées pour atteindre les objectifs qui lui ont été assignés, et

quelle que soit la nature du soutien et de l'assistance des agences internationales, l'avenir de la phytodiversité d'Algérie, sa connaissance, sa conservation et la compréhension des processus qui la menacent, reposent sur une condition sine qua non.

Il convient de rappeler que dans la préface de l'ouvrage de Quézel & Santa (1962 – 63), Louis Emberger avait formulé cette condition dans les termes suivants : *connaître exactement l'identité de la plante, étant la base fondamentale de toute recherche botanique ultérieure*. Faut-il souligner que la totalité des travaux traitant de la phytodiversité d'Algérie se réfèrent toujours aux ouvrages (Maire, 1952-1987; Quézel & Santa, 1962 – 63; Ozenda, 2004) qui constituent cette *base fondamentale*? C'est dans ces ouvrages, que l'auteur de ce travail, au même titre que l'ensemble des botanistes avertis ou débutants d'Algérie et d'ailleurs qu'ils soient des professionnels du domaine (instituts, universités, bureaux d'études) ou des gestionnaires des espaces naturels, a puisé les éléments qui lui ont permis de *connaître exactement l'identité* des plantes citées.

Cependant, à ce jour, la connaissance de la flore d'Algérie n'est pas *suffisamment cernée*, comme cela a été souligné par d'éminents botanistes (Guinochet, 1954; Faurel, 1959; Quézel & Bounaga, 1975; Ozenda, 2004). À la lumière des travaux réalisés durant ces dernières décennies, il apparaît que ces remarques sont toujours d'actualité. Les publications traitant de la phytodiversité relèvent en majorité des domaines de la Chimie et de l'Ethnobotanique; les travaux de Botanique et de Phytosociologie qui exigent

une maîtrise de « *l'identité de la plante* » sont devenus rarissimes. L'absence d'un synsystème actualisé de la végétation d'Algérie, d'un herbier de référence et d'une flore récente en sont l'illustration la meilleure.

Il y a plus de trente ans, Bounaga et Brac de La Perrière (1988) avaient noté : *les ressources phylogénétiques du Sahara sont un patrimoine qu'on ne peut continuer à laisser dilapider par ignorance ou négligence*. À présent, ce patrimoine est à la croisée des chemins. Doit-il être conservé par les uns au bénéfice de ces régions considérées par la FAO (<https://www.fao.org>) comme faisant partie des « terres marginales »? Ou sera-t-il « dilapidé » comme une simple matière première, avec « Accès libre » consenti aux autres *qui veulent breveter le vivant* (Pelt et al., 1999), tel que semble le recommander le groupe d'experts et consultants ayant élaboré la « nouvelle stratégie pour la biodiversité » à l'horizon 2030 (PNUD, 2021).

CONCLUSION

Au sein de cet immense espace, dont la majeure partie est asylvatique, l'arbre possède une valeur inestimable. L'ahetès, l'argan, le b'tom, le tafeltast, le tarout et bien d'autres constituent une ressource génétique exceptionnelle dont la valeur ne doit être appréciée qu'à l'aune de la connaissance scientifique. Cette connaissance, dont « l'identité de la plante » est le premier jalon, reste la clef majeure dans la mise en œuvre de tout programme de conservation et de gestion de la phytodiversité.

Tableau I. Régions, itinéraires et périodes de prospection.

	Site	Période
	M'sila : Aïn Diss, Aïn Loghrab, Mergueb, Chott, Oued Maïter, Cordon dunaire, Djebel Kerdada, Aïn Lahnech, Aïn El Melh, Aïn Errich.	10-16/05/2003
A	M'sila : réserve de Mergueb, Djebel Selat, Khetouti Sed El-djir.	03-09/05/2005
	M'sila : Bou-Saada, Messaad, Bensrour, Djebel Zarga, Dhayat el botma (Ain Farès) oasis de Bir Lakraa, Mcif.	07-13/01/2017
	Ain Ben-Khèlil : Oglet Ed daïra, El-Mesdouria ; djebels : Belaaroug, Gtob Lahmara, Kerrouch, Aâraâr et Gaaloul. Fortassa gharbya.	23-30/05/2005
B	Laghouat : Aflou, Bellouta, Djellal, Gueltet sidi Saad, El Haoud, Lalmaya, Tadjrouna, El Ghicha, Ouaren, Taouiala, Brida, Kef el Melh.	25/2 au 4/3/2017
	El-Bayadh : Stitten, Rogassa, Boualem, Sfissifa, Ghassoul, Brezina, Kheneg Larouia, Dayat N'zouta, Bousseghoun, Noukhila.	
	Naama : Tyout, Ain Séfra, djebel Aïssa, Thenièt Founassa, versant occidental du Djebel Mir El Djabel Djenien Bou-Rezgue	24-28/03/2017
C	Laghouat : Tilghemt, Berriane. Oued Zegrir, Guerrara	29–30/03/2017
	Béchar : Mougheul (dhayat Oum Chgag), Taghit (Djebels Moungar, Aghlel, Baroum).	
	Béni Abbès : Zéghamra, Ougarta (djebel Anchal, Kheneg Thlaya, Oued Farès).	10-17/03/2000
D	Taghit : Zousfana (20 km au nord de Taghit) Grand erg occidental (Zaouiya Tahtanya), Oglat Lahdeb, oued Ksiksou, Erg Boudib, oued El-Kharouâ, oued Manouaâraâr, Hassi Houimi, dhayat Tyour, , djebel Aghlel. Djebel El Moungar.	11-17/05/2005

	Tabelbala : Khal Tabelbala, Erg Er-Raoui.	21-23/04/1999
	Tindouf : Merkala, Touaref Bou-Aâm, oueds El-Ma, Gahouane, Bouyadhine	24-27/04/1999
E	Tindouf : Canyon de Targant, Hassi Targant, oued Targant, oued Merkala (affluent de oued Draâ). Dépression de Tindouf : oued Tasert, oued Tammaï, Oum El-Aâchar, oued Mhertia, Kheneg Tafagount, Gara Djéilet, oued Talha, Aouinet Lagraa	17/12/2011 au 02/01/2012
F	Gassi Touil : Hassi Belguebbour, Bordj Omar Driss, Hassi Tabankort, Tin Fouïé, In Aménas,	02-03/05/1982
	Illizi : oued Illizi, Tessat, plateau de Fadnoun, Bordj El-Haouès, Zaouantalaz.	04-06/05/1982
	Djanet : Assakao, Akba Tafelalet, Tamrit, Séfar, Djabbaren, Adjahil.	07-13/05/1982
G	Djanet : Akba Aroum, Djabbaren, Oued Essendilène, Erg Admer, Azelouaz, Tikoubaouine, Tagharghart, In Débirene, Mont Tiska.	05-15/03/1995
	Illizi : oued Illizi, Ihrir	24-28/12/2017
	Assekrem : Sérourénout, Oued Tin tarabine, Idles, Tazrouk, Tahifet, Tamanrasset, Tit, In Amguel, Gorges d'Arak, In Ikker.	14-21/05/1982
H	Tamanrasset : Iharen, Tahabort, Akar Akar, Aguelman Afilal, Oued In Daledj, Chapelle du Père de Foucauld ; Oued Outoul, Oued Tilak, Tit, Abalessa, Oued In Amguel, Hirhafok, Idles, Tazrouk, Tahifet, Amsel, Oued Taghlalet	13-23/11/2014

Régions : **A** : Bassin du Hodhna, Monts des Oulèd Naïl ; **B** : Hautes Plaines occidentales, Monts des Ksour ; **C** : Région des dhayas, Chebka du M'Zab ; **D** : Hamada du Guir, Hamada de la Daoura ; **E** : Hamada du Draa, Hamada de Tindouf ; **F** : Hamada de Tinrhert ; **G** : Tassili N'Ajjer ; **H** : Ahaggar.

REMERCIEMENTS

À toutes les personnes qui m'ont facilité la tâche sur le terrain et au personnel du CBN-Bailleul (59270 Fr) pour leur accueil amical et le précieux soutien en ressources documentaires.

Aux relecteurs attentifs du comité de lecture du Journal de Botanique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- APG IV, 2016 - The Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *The Linnean Society of London, Botanical Journal of the Linnean Society*, 181: 1-20. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>.
- APGMV, 2018 - Initiative de la GMV : réalisations et défis sur la trajectoire 2030. Les Échos de la GMV, NS-001 (<https://www.grandemurailleverte.org/>, consulté le 22 12 2023).
- Battandier J.A. & Trabut L., 1902 - Flore analytique et synoptique de l'Algérie et de la Tunisie. Giralt Édit., Mustapha, Alger, 460 p.
- Battandier J.A., 1907 - Révision des Tamarix algériens et description de deux espèces nouvelles. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 54: 252-257.
- Benkheira A., Ouadah N. & Kaabèche M., 2016 - Changements climatiques et paysages végétaux aux confins saharo-méditerranéens (Monts des Ksour, Algérie). *Le Journal de botanique de la Société botanique de France*, 75: 69-79.
- Bernard F., 1896. - *Deux missions françaises chez les Touareg en 1880-81*. Nouvelle Bibliothèque Algérienne, Édit. Jourdan, Alger.
- Bertness M.D. & Callaway R., 1994 - Positive interactions in communities. *Tree* 9(5), 191 - 193. [http://doi:10.1016/0169-5347\(94\)90088-4](http://doi:10.1016/0169-5347(94)90088-4).
- Besnard G., Anthelme F. & Baali-Cherif D., 2012 - The Laperrine's olive tree (*Oleaceae*): a wild genetic resource of the cultivated olive and a model-species for studying the biogeography of the Saharan. *Acta Bot. Gallica: Botany Letters* Vol. 159, No. 3: 319-328.
- Bneder, 2011 - *Diagnostic écologique des peuplements d'Acacia raddiana et proposition d'un plan d'action pour leur réhabilitation et leur extension*. Phase 1 : Étude descriptive et analytique. Rapport d'expertise, 233 p.

- Bonnet Ed. & Maury P., 1888 - D'Ain Séfra à Djenien-Bou-Resq. Voyage botanique dans le Sud-Oranais. *Journal de Botanique*, N° 17: 277-308.
- Botineau M., 2010 - *Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs*. Éd. Tec/Doc. Paris, 1335 p. + 32 planches.
- Bounaga N. & Brac de La Perrière R.A., 1988 - Les ressources phytogénétiques du Sahara. *Ann. Inst. Nat. Agro.*, El-Harrach, **Vol. 12 (1)**, T. 1, P. 79.
- Braun-Blanquet J., Roussine N., Nègre R., 1952 - *Les groupements végétaux de la France méditerranéenne*, Paris, CNRS.
- CIP, 2021. *Commission internationale du peuplier et autres essences à croissance rapide utiles aux personnes et à l'environnement* (CIP). Stratégie de la CIP (2022-2023), <https://www.fao.org/3/ng573fr/ng573fr.pdf>
- Cosson M.E., 1857 - Itinéraire d'un voyage botanique en Algérie, entrepris en 1856 sous le patronage du ministère de la guerre (12 Partie). *Bull. Soc. Bot. Fr.*, **4-4**: 386-400.
- Debeaux O., 1899 - Sur la végétation spontanée de l'Ouest-Algérien. *Alliance scientifique universelle*. Imprimerie typographique et lithographique Victor Collet, Oran: 25 - 45.
- Djébaïli S., 1978 - *Recherches phytosociologiques et écologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas Saharien algérien*. Thèse Doct., Univ. Montpellier, 229 p.
- FAO, 1994 - *Rapport de la huitième session du groupe FAO d'experts des ressources génétiques forestières* (<https://www.fao.org/3/v3820f/3820F00.htm>, consulté le 22/02/2023).
- FAO, 2012 - *L'état des ressources génétiques forestières mondiales*. Rapport national Algérie, 58 p. <https://www.fao.org/3/i3825e/i3825e0.pdf>
- Faurel L., 1959 - Plantes rares et menacées d'Algérie. *La Terre et la vie*, N° Sup.: 140 - 155.
- Flahault Ch., 1906 - Rapport sur les herborisations de la Société, *Bull. Soc. Bot. Fr.*, **53**, sup 2; <http://doi:10.1080/00378941.1906.10831940>.
- Foucault B. (de) & Lazare J.-J., 2020 - Contribution à une synthèse phytosociologique des steppes d'Afrique du Nord (hors *Lygeo-Stipetea tenacissimae*). *Botanique* **6**: 53 - 116.
- Foucault B. (de), 1993 - Remarques sur la végétation du Maroc et de l'Algérie. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, **NS, 24**: 267-285.
- Foucault B. (de), Bensettiti F., Noble V. & Paradis G., 2012 - Contribution au prodrome des végétations de France: les *Nerio oleandri* - *Tamaricetea africanae* Braun-Blanq. & O. Bolòs 1958. *Le Journal de botanique de la Société botanique de France* **58**: 41- 54.
- Fromentin E., 1856 - *Un été dans le Sahara*. Librairie Plon, 8 rue Garancière, Paris, 302 p.
- Géhu J.M., Kaabèche M. & Gharzouli R., 1993 - Une remarquable toposéquence phytocoenotique en bordure du Chott El Hodna (Algérie). *Fragm. flor. Géobot., suppl.* **2 (2)**: 513-520.
- Géhu J.M., Meddour R., Kaabèche M. & Sadki N., 1998 - *Typologie hiérarchisée des principales unités phytosociologiques d'Algérie*. Direction de la Préservation de la Biodiversité et des Espaces Naturel. Projet FEM / PNUD, annexe 4, Alger.
- Gharzouli R. & Kaabèche M., 1997 - Observations phytosociologiques au Tassili des Ajjer, Sahara central, Algérie. *Colloques Phytosociologiques* Données de la phytosociologie sigmatiste, CRP_CBN Bailleul, **XXVII**: 329-360.
- Green P.-S., 2002 - A revision of *Olea* L. (*Oleaceae*). *Kew Bull.* **57**, 91-140. <http://doi.org/10.2307/4110824>.
- Guinochet M., 1954 - Réflexions sur l'état actuel de nos connaissances phytosociologiques en Afrique du Nord. *Vegetatio Acta Geobot* **5**: 18-22. <https://doi.org/10.1007/BF00299547>.
- Hallé F., 2010 - *La condition tropicale. Une histoire naturelle, économique et sociale des basses latitudes*. Actes Sud, Arles, 573 p.
- IPNI, 2024 - *International Plant Names Index*. The Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries. (<https://www.ipni.org/>, consulté le 15/02/2024).

- Jahandiez É. & Maire R., 1934 - *Catalogue des plantes du Maroc (Spermatophytes et Ptéridophytes)*. Imprimerie Minerva, P. Lechevalier, Alger, 913 p.
- Kaabèche M. & Foucault B. (de), 2010 - Les dayas à *Pistacia atlantica* Desf. d'Algérie. *Braun-Blanquetia*, **Vol. 46**: 291 - 294.
- Kaabèche M. & Gharzouli R., 1994 - Observations phytosociologiques dans le Sahara septentrional algérien. *Colloques Phytosociologiques*: « La Syntaxonomie et la Synsystème Européenne comme Base Typologique des Habitats », **22**: 565 - 594.
- Kaabèche M. & Gharzouli R., 1997 - Observations phytosociologiques au Sahara nord-occidental algérien. *Colloques Phytosociologiques* Données de la phytosociologie sigmatiste, CBN Bailleul, **XXVII**: 361 - 372.
- Kaabèche M., 1990 - *Les groupements végétaux de la Région de Bou-Saada. Essai de synthèse sur la végétation steppique du Maghreb*. Thèse Doct. Univ. Paris-Sud, Orsay, 2 vol.
- Kaabèche M., 1995 - Les forêts de pin d'Alep de l'Atlas saharien (Algérie). Essai de synthèse phytosociologique par application de techniques numériques d'analyse. *Documents Phytosociologiques*, **N. S., 15**: 235-251, Camerino.
- Kaabèche M., 1996 - La végétation steppique du Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). Essai de synthèse phytosociologique par application des techniques numériques d'Analyse. *Documents Phytosociologiques*, **N. S., 16**: 45-58, Camerino.
- Kaabèche M., 1996 a. Les relations climat - végétation dans le bassin du Hodna (Algérie). *Acta bot. Gallica*, Vol., **143 (1)**: 85 - 94.
- Kaabèche M., 2003 - *Conservation de la biodiversité et gestion durable des ressources naturelles: étude sur la réhabilitation de la flore locale de la réserve d'El-Mergueb, M'sila, Algérie*. PNUD, ALG/00/G35/A/1G/99, 45 p.
- Kaabèche M., 2005 - Curiosité botanique du parc de Taghit (Béchar). Projet ALG/00/G35. *Bull.* **4**.
- Kaabèche M., 2006 - Dynamique de la végétation et succession écologique dans le site de Oglet Ed-Daira. Spécial Naâma. Projet PNUD, ALG/00/G35/A/1G/99. *Bulletin* N° 5:10 - 13.
- Kaabèche M., 2008 - Flore et végétation du Grand Erg Occidental: s'adapter ou périr! Projet PNUD, ALG/00/G35/A/1G/99. *Bulletin* n° 7: 6 - 9.
- Kaabèche M., 2010 - *Guide des habitats arides et sahariens: typologie phytosociologique de la végétation d'Algérie*. PNUD, ALG/00/G35/A/1G/99, 45 p.
- Kaabèche M., 2012 - *Diagnostic écologique de l'arganeraie de Tindouf*. Rapport de classement de l'aire protégée. Direction générale des forêts, Alger, 60 p.
- Kaabèche M., 2012 a - Les dayas. Projet PNUD, ALG/00/G35/A/1G/99. *Bulletin* N° 10: 14-15.
- Kaabèche M., 2015 - Typologie phytosociologique des écosystèmes de la région de Béchar. *First International seminar of biology: Applied Biology in Saharan Areas*, **Vol 3**, N. 1, Tahri Mohammed University, FSNV. 6 December, Béchar, Algeria.
- Kaabèche M., 2017 - *Profil environnemental du parc culturel de l'Atlas saharien; Rapport* Projet N° 00078496, Conservation de la biodiversité d'intérêt mondial et utilisation durable des services écosystémiques; PNUD, DNP, ministère de la Culture, Algérie.
- Kaabèche M., 2019 - Typologie phytosociologique des milieux humides d'Algérie. Actes Colloque International: valeurs et usages des zones humides. CBN Bailleul, *Documents Phytosociologiques*, **vol. 12**: 360 - 368.
- Kaabèche M., 2022 - *Guide illustré: flore et végétation d'Algérie: la flore saharienne: s'adapter ou périr!* Éditions Universitaires Européennes, 102 p.
- Kaabèche M., 2023 - *Les arbres du désert. Systématique, Écologie, Chorologie*. Édit. Amazon Fulfillment Poland, 150 p.
- Kaabèche M., Benkheira A. & Foucault, B. (de), 2010 - L'arganeraie d'Algérie: structure, écologie, syntaxonomie, dynamique. *Acta Bot. Gallica*, **Vol. 157 (3)**: 563 - 572.

- Kaabèche M., Benkheira A., Mouzaoui A., Khaznadar M. & Bénia F., 2013 - L'arganeraie de Tindouf: un patrimoine floristique exceptionnel! *Algerian journal of arid environment*. **Vol. 3**, n° 2: 24 - 33.
- Kaabèche M., Moali A. & Benkheira A., 2011 - *Guide Habitats, Flore et Faune des Zones Arides et Sahariennes d'Algérie*. Édit. Altitude Communication, Alger, 156 p.
- Katinas L., Tellería M.C., Susanna A. & Ortiz S., 2008 - *Warionia (Asteraceae): a relict genus of Cichorieae? Anales Jard. Bot. Madrid*, **65(2)**: 367 - 381. <https://www.redalyc.org/pdf/556/55611960010.pdf>
- Lavauden L., 1941 - Les forêts coloniales de la France. Mémoire couronné par l'Académie des Sciences coloniales. In: *Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale*, 21^e année, bulletin n° 239 - 240, Juillet - août 1941: 285-365; <https://doi.org/10.3406/jatba.1941.2133>.
- Le-Roux J., Marchante E. & Richardson D.M. 2023 - *Wattles: Australian Acacia Species Around the World*. Published by CABI Publishing, 560 p.
- Lhote H., 1964 - L'ancienne forêt de cuprès du tassili-N-Ajjer (Sahara central). *Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée* XI (4): 84-90.
- Maire R. 1952 - 1987 - *Flore de l'Afrique du Nord*, Lechevalier, Paris; publiée par: Guinochet, M. et Faurel, L. (vol. I - III); Guinochet, M. (vol. IV); Guinochet, M. et Quézel, P. (vol. V); Quézel, P. (vol. VI - XVI).
- Maire R., 1926 - *Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie* + notice. Baconnier, Alger, 78 p. + 1 carte h. t.
- Maire R., 1940 - Mission scientifique du Hoggar II. Études sur la flore et la végétation du Sahara central. Troisième partie. *Mémoire de la Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, **3**: 273 - 433.
- Mathieu M. & Trabut L., 1891 - *Les hauts-plateaux oranais, rapport de mission*. Imprimerie Pierre Fontana et Cie (Alger), 94 p.: carte; in-8
- Médail F. & Quézel P., 2018 - *Biogéographie de la flore du Sahara. Une biodiversité en situation extrême*. IRD Éditions CJB, Ville de Genève, Collection Référence; 366 p.
- Middleton N. & Thomas D., 1997 - *World Atlas of Desertification*. 2nd Edition, Arnold: Londres, Royaume-Uni. <https://wedocs.unep.org/>; (consulté le 10/05/2024).
- Monjauze A., 1980 - Connaissance du bétoum *Pistacia atlantica* Desf. *Revue forestière française* **32 (4)**: 356-363.
- Monjauze A., 1982 - Le pays des Dayas et *Pistacia atlantica* Desf. Dans le Sahara algérien. *Revue forestière française* **34 (4)**: 277-291.
- Monod T., 1937 - *Méharées, explorations au vrai Sahara*. Réédit. 1989, Actes Sud, 237 p.
- Moreau S., Benziène A.-S., Boudjadja A., Gaouar A., Kaabèche M., Moali A. & Sellami D., - 2005 c - *Plan de gestion du site de Taghit-Guir (Béchar)*. Projet DGF/GEF/PNUD - ALG/G35. Conservation de la biodiversité et gestion durable des ressources naturelles, 224 p. <https://docplayer.fr/79905593.html> (consulté le 10/03/2024).
- Moreau S., Benziène A.S., Boudjadja A., Gaouar A., Kaabèche M., Moali A. & Sellami D., - 2005 a - *Plan de gestion du site de Mergueb (M'sila)*. Projet DGF/GEF/PNUD - ALG/G35/. Conservation de la biodiversité et gestion durable des ressources naturelles, 224 p.
- Moreau S., Benziène A.S., Boudjadja A., Gaouar A., Kaabèche M., Moali A. & Sellami D., - 2005 b - *Plan de gestion du site de Oglet Daïra (Naâma)*. Projet DGF/GEF/PNUD - ALG/G35. Conservation de la biodiversité et gestion durable des ressources naturelles, 204 p. https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/46494350/documents/DZ1426_mgt170817.pdf
- Ozenda P., 2004 - *Flore et végétation du Sahara*, 3 éd. CNRS, Paris, 622 p.
- Paris E.G. 1867 - Vingt-Deux Mois De Colonne Dans Le Sahara Algérien Et En Kabylie. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, **XVI**: 197 - 225; 268 - 290.

- Pelt J.-M., Mazoyer M., Monod T. & Girardon J., 1999 - *La plus belle histoire des plantes. Les racines de notre vie*. Édit. du Seuil, 195 p.
- PNUD, 2008 - *Directives génériques concernant l'intégration de la question des terres arides dans les cadres de développement nationaux*, ONU, Nairobi. Guide french final.pdf (<https://www.undp.org>, consulté le 15/01/2024).
- PNUD, 2021 - *Stratégie et plan d'action nationaux pour la biodiversité 2016-2030*. Ministère de l'Environnement et des Énergies Renouvelables, PNUD, FEM (<https://www.undp.org/> consulté le 15/01/2024).
- Quézel P. & Bounaga D., 1975 - Aperçu sur la connaissance actuelle de la flore d'Algérie et de Tunisie. *Actes du Colloque International du CNRS N° 235*, 4 - 8 juin 1974: la flore du Bassin méditerranéen, essai de systématique synthétique. CNRS, Paris.
- Quézel P. & Santa S., 1962 - 1963 - *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*, 2 vol., CNRS, Paris, 1170 p.
- Quézel P., 1965 - La végétation du Sahara, du Tchad à la Mauritanie. *Geobotanica Selecta II*, Stuttgart, 333 p.
- ROSELT, 2004 - Conception, organisation et mise en œuvre de ROSELT/OSS, *collection document scientifique n°1*, Montpellier, 84 p. + annexes. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers10-02/010036815.pdf
- Stevens P.-F., 2001. *Angiosperm Phylogeny Website*. Version 14, July 2017. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/> (consulté le 10/3/2024).
- Yang Y., Ferguson D-K., Liu, B., Mao K-S., Gao L-M., Zhang S-Z., Wan T., Rushforth K. & Zhang Z.X. - 2022. Recent advances on phylogenomics of gymnosperms and an updated classification. *Plant Diversity*. (<https://doi.org/10.1016/j.pld.2022.05.003>.)

L'ORGANISATION HISTO-CYTOLOGIQUE DES MÉRISTÈMES RACINAIRES DES ANGIOSPERMES: IMPORTANCE SUR LE PLAN PHYLOGÉNÉTIQUE

par Jean VALLADE¹

1 4 rue Gagnereaux, 21000 Dijon;

mail: jean.vallade@orange.fr

RESUMÉ.

Les deux modèles d'organisation des méristèmes racinaires des Angiospermes, structures *liorhize* et *climacorhize*, ont été reconnus comme étant des *caractères dérivés propres* respectivement aux Monocotylédones et aux Eudicotylédones. L'étude histocytologique permet de décrire deux types principaux de développement embryonnaire nommés *pachyembryés* et *leptembryés*, ce dernier type permettant d'établir un lignage cellulaire, de déterminer cinq types cellulaires (initiales autour d'un centre quiescent), de préciser le rôle et l'importance des relations intercellulaires et de proposer la notion d'*épigénèse structurale*. La recherche d'une interprétation non finaliste concernant la diversité des cloisonnements lors de la proembryogenèse a conduit à souligner l'intérêt de la théorie de l'*ontophylogenèse*.

MOTS-CLÉS.

Epigénèse structurale, leptembryé / pachyembryé, liorhize / climacorhize, ontophylogenèse.

ABSTRACT.

The two models for organization of the Angiosperm's root meristems, *liorhizal* and *climacorbizal* structures, have been recognized as being derived characters specific to Monocots and Eudicotyledons respectively. The histocytological study makes it possible to describe two main types of embryonic development called *pachyembryates* and *leptembryates*, the latter type making it possible to establish a cell lineage, to determine five cell types (initials around a quiescent center), to specify the role and importance of intercellular relationships and to propose the notion of *structural epigenesis*. The search for a non-finalist interpretation concerning the diversity of partitions during proembryogenesis has led to the emphasis on the interest of the theory of *ontophylogenesis*.

KEY WORDS.

Leptembryates/pachyembryates, liorhizal, climacorbizal structures, structural epigenesis.

INTRODUCTION

La racine est une innovation évolutive qui a permis l'adaptation des plantes au milieu terrestre en leur donnant la possibilité d'une fixation dans le sol et d'une absorption de l'eau et des sels minéraux. La présence des racines est apparue avec les Trachéophytes, c'est-à-dire les plantes pourvues d'un système conducteur constitué de trachéïdes ou/et de vaisseaux. Parmi les Embryophytes,

les Bryophytes en sont dépourvues de même que certaines Ptéridophytes archaïques (Psilotales).

Chez toutes les Rhizophytes, les racines sont des axes dont la croissance indéfinie est assurée par un méristème sub-apical présentant une organisation histo-cytologique variable selon les groupes considérés mais qui ont en commun un territoire cellulaire capable de percevoir la gravité permettant l'expression d'un géotropisme positif.

Chez un grand nombre de Ptéridophytes le méristème racinaire est pourvu d'une cellule tétraédrique remarquable,

laquelle, en se recloisonnant parallèlement à ses quatre faces, est à l'origine de l'ensemble des tissus racinaires : stèle centrale où se situent les tissus conducteurs (xylème), cortex (dont la couche superficielle joue le rôle d'épiderme), coiffe dont la partie centrale profonde perçoit la gravité. Dans les autres groupes de plantes, « Gymnospermes » *s.l.*, et « Angiospermes » *s.l.*, une telle cellule tétraédrique n'existe pas mais est remplacée par un territoire cellulaire appelé *centre quiescent*, dont les cellules sont mitotiquement peu actives voire totalement inactives. Par contre, les cellules situées à la périphérie du *centre quiescent*, caractérisées par leur activité mitotique itérative et polarisée, sont qualifiées de cellules *initiales* à l'origine des tissus racinaires : stèle, cortex, coiffe et épiderme.

ORGANISATION HISTO-CYTOLOGIQUE DES MÉRISTÈMES RACINAIRES DES EUDICOTYLÉDONES ET DES MONOCOTYLÉDONES

Nous avons montré que l'organisation histo-cytologique des méristèmes racinaires des Eudicotylédones diffère de celle des Monocotylédones en particulier au niveau des relations qui s'établissent entre coiffe, épiderme et cortex (Vallade *et al.*, 1978, Vallade, 1983, Vallade *et al.*, 1983). Cette différence correspond aux structures « liorhize » et « climacorhize » qui caractérisent respectivement les Monocotylédones et les Dicotylédones selon la terminologie de Van Thieghem (Traité de Botanique de 1891) à une exception près, celle des Nymphéacées dont le méristème racinaire est du modèle « liorhize ». Cette différence entre les deux groupes monophylétiques des Eudicotylédones et des Monocotylédones, a été reconnue, sur notre proposition, par G. Lecointre et H. Le Guyader dans la quatrième édition de leur ouvrage « *Classification phylogénétique du vivant* » (2016), comme constituant un *caractère dérivé propre*. Deux schémas (p. 353 et p. 359) de coupes longitudinales axiales des extrémités de racines de *Cyperus fuscus* (Monocotylédone) et *Petunia hybrida* (Eudicotylédone), repris de notre publication de 2011 (M. Charbonnier et J. Vallade), illustrent cette reconnaissance (figures 1 et 2).

Nous avons conservé les termes de « liorhize » et « climacorhize » choisis par Van Thieghem dans la mesure où ils explicitent bien les caractéristiques des deux modèles : absence de relation ontogénique entre l'épiderme et la

coiffe pour la structure « liorhize » et communauté d'origine entre une partie de la coiffe et l'épiderme pour la structure « climacorhize¹ ». Toutefois nous ne partageons pas la signification qu'en donne l'auteur qui considère que *la coiffe est fondamentalement de nature épidermique* (Van Thieghem, 1891), interprétation qui s'est avérée inexacte si l'on tient compte des données embryogéniques (Vallade, 1983).

On ignore la façon dont se sont organisés ces deux types de méristème au moment de la « séparation » des deux groupes d'Angiospermes. L'étude des Angiospermes archaïques ou d'ancêtres présumés des Angiospermes devrait pouvoir nous renseigner sur l'existence éventuelle de structures originales intermédiaires ou appartenant à l'un ou l'autre modèle (« liorhize » ou « climacorhize »). Il convient de remarquer qu'en réalité, les racines d'Angiospermes diffèrent assez peu des racines des Gymnospermes (présence d'initiales autour d'un centre quiescent) auxquelles il ne manque que la présence d'un épiderme de nature protodermique². Mais surtout, il convient de comprendre comment ces deux modèles « liorhize » et « climacorhize » se mettent en place au cours de l'embryogenèse et pour cela les premiers indices qui marquent la différence entre les deux modèles doivent être recherchés.

L'ORIGINE ONTOGÉNIQUE DES DEUX MODÈLES Liorhize ET Climacorhize

La description de l'ontogenèse du méristème racinaire nécessite de prendre en compte les données de l'embryogenèse, ce que nous avons réalisé pour les deux espèces citées plus haut : *Petunia hybrida* (Vallade, 1972, Vallade *et al.*, 1978, Vallade *et al.* 1983) et *Cyperus fuscus* (Juguet et Vallade, 1979). Ces descriptions ont été à nouveau détaillées dans notre article de 2011 (Charbonnier et Vallade) auquel nous renvoyons le lecteur.

On retiendra que chez le *Petunia*, à la fin du stade globulaire le pôle radicaire primordial comporte (figures 4 et 9) quatre types d'*initiales* (**pr**, **a**, **b** et **d**) toutes au contact des cellules du *centre quiescent* (**c**). La suite de l'organogenèse embryonnaire montre que les cellules *initiales* à vocation stélaire (**a**), corticale (**b**) et columellaire (**d**) se divisent de façon itérative tandis que le *centre quiescent* (**c**) demeure indivis. Les cellules à la base du protoderme (**pr**) ont un comportement original : ces cellules à la fois au contact

1 « liorhize » (de *lios* = lisse et *rhizo* = racine), l'aspect lisse soulignant l'absence de relation ontogénique de l'épiderme et de la coiffe ; « climacorhize » (de *klimax* = escalier et *rhiza* = racine) souligne l'origine commune de l'épiderme et de la partie latérale de la coiffe, le contour externe de l'épiderme paraissant entaillé en forme d'escalier, après exfoliation de la partie la plus externe de la coiffe.

2 Le protoderme de paraît pas se différencier au cours de l'embryogenèse des Gymnospermes, toujours pachyembryée

des initiales corticales, du centre quiescent (point fixe) et des initiales columellaires, sont soumises à deux mouvements de croissance à directions orthogonales à l'origine de cloisonnements alternativement périnclines et anticlines engendrant la partie périphérique (= latérale) de la coiffe et l'épiderme racinaire. Ce modèle se caractérise donc par une communauté d'origine entre une partie de la coiffe et l'épiderme racinaire.

Une étude parallèle de l'évolution du pôle radicaire chez *Cyperus fuscus* (figure 6) montre, comme dans le cas précédent, l'existence de quatre types d'initiales (**pr**, **a**, **b** et **d**) et d'un centre quiescent (**c**), à la différence près que les initiales à la base du protoderme (**pr**) ne sont pas au contact direct du centre quiescent comme c'est le cas chez la *Petunia*. Sans entrer dans le détail de l'origine complexe de l'épiderme, l'embryogenèse de ce modèle *Cyperus* montre l'absence de relation ontogénique entre cet épiderme et la coiffe.

La prise en compte de l'embryogenèse conduit donc à situer l'origine des modèles « climacorhize » et « liorhize » à un contact ou non des cellules basales du protoderme avec le centre quiescent. Cette différence, identifiable dès la proembryogenèse, apparemment mineure à son début, va se fixer définitivement et signe une caractéristique qui sépare les deux groupes principaux des Angiospermes. Les multiples variations qui se produiront ultérieurement au cours de l'évolution, au niveau embryonnaire, ne remettront pas en cause cette différence originelle. Ces variations secondaires lui seront constamment subordonnées. De ce point de vue, les structures histo-cytologiques des méristèmes radiculaires qui se mettent en place à la fin du stade proembryonnaire, réalisent deux plans d'organisation bien distincts, l'un propre aux Eudicotylédones et l'autre aux Monocotylédones, constituant donc de bons marqueurs de l'évolution.

LES MODÈLES LEPTEMBRYÉS ET PACHYEMBRYÉS DES ANGIOSPERMES

Les deux espèces (*Petunia* et *Cyperus*) prises comme objets d'étude correspondent au modèle leptembryé caractérisé par une embryogenèse condensée (petit nombre de cellules), régulière (segmentation identique d'un individu à l'autre chez une même espèce) permettant d'établir un lignage cellulaire et donc de repérer chaque cellule de l'embryon individuellement ce qui n'est pas le cas pour les espèces pachyembryées³ chez lesquelles l'embryogenèse

expansée met en jeu un grand nombre de cellules au cours d'une segmentation irrégulière (différente entre deux individus de la même espèce) sans qu'il soit possible dans ces conditions d'établir un lignage cellulaire précis. Nous avons indiqué (Charbonnier et Vallade, 2011, Tableau 2) qu'il n'existe pas de relation directe entre le type embryonnaire et les groupes retenus dans la classification phylogénétique actuelle; les modèles pachyembryés et leptembryés se retrouvent chez les Monocotylédones ainsi que chez les Eudicotylédones (basales, Rosides, Euastérides). Une même famille, les Solanacées par exemple, peut même compter des espèces leptembryées (*Petunia*, *Nicotiana*) et des espèces pachyembryées (*Datura*, *Capsicum*). Ces types embryonnaires ne sont donc pas de bons marqueurs de l'évolution.

Toutefois, la plupart des auteurs s'accorde à penser que le modèle leptembryé dérive d'un modèle pachyembryé plus archaïque. La transformation s'est effectuée par une diminution drastique du nombre des cellules embryonnaires ce qui entraîne un moindre coût énergétique et un raccourcissement sensible de la durée du développement de l'embryon, deux points qui paraissent constituer des avantages sélectifs. Mais ce type de transformation nécessite une grande précision dans l'orientation des cloisonnements cellulaires ce qui n'est pas le cas pour les pachyembryons qui disposent d'une plus grande « souplesse » pour la mise en place des différents territoires du méristème ce qui peut constituer également un avantage sélectif. A vrai dire, on ne peut, à l'heure actuelle, que constater la coexistence des deux modèles parmi les Angiospermes et donc leur capacité à construire des embryons viables.

Si le passage de l'état pachyembryé à l'état leptembryé est tout à fait concevable, puisqu'elle va dans le sens d'une simplification par réduction du nombre des cellules, l'inverse s'avère très improbable. Les leptembryons sont constitués du minimum de cellules nécessaires à la formation d'une racine et peuvent donc être considérés comme arrivés « au terme de leur évolution » ce qui n'est pas le cas des pachyembryons dont « l'avenir » reste encore incertain et sont toujours candidats pour une éventuelle évolution vers l'état leptembryé.

On soulignera, en outre, l'intérêt de l'existence du modèle leptembryé qui nous a permis de situer avec précision l'origine de la structure climacorhize des Eudicotylédones difficilement décelable chez les espèces pachyembryées faute de pouvoir établir un lignage cellulaire précis dans ce type d'embryons. Cette remarque vaut

3 Les termes « pachyembryé » (*pachy* = épais) et « leptembryé » (*leptos* = mince) ont été choisis en tenant compte du volume des proembryons, du nombre des cellules qui les compose et de l'irrégularité ou de la régularité de la segmentation (Vallade *et al.*, 1978).

aussi pour la structure «*liorhize*» des Monocotylédones avec l'exemple du *Cyperus*.

Les modalités du passage évolutif présumé d'un *pachyembryon* en *leptembryon* ne sont pas clairement identifiées. Toutefois, les *premiers cloisonnements périclines* au niveau du jeune proembryon paraissent déterminants : ils correspondent à la mise en place du protoderme (**pr**) qui constitue une couche cellulaire enveloppante⁴ dont la croissance ne se manifeste, pendant toute la durée de la proembryogenèse (et au-delà), que par une augmentation de sa surface résultant des cloisonnements anticlines seuls présents dans ce protoderme. Cette enveloppe cellulaire crée ainsi des *contraintes mécaniques* limitant la croissance de la tête du proembryon globulaire, contraintes qui doivent participer à la réduction du nombre des cellules constitutives du proembryon (cf. Charbonnier et Vallade, 2011).

LA CONSTITUTION D'UN PÔLE RADICULAIRE PRIMORDIAL DANS LES EMBRYONS ISSUS DE PLUSIEURS MODES DE SEGMENTATION

La prise en considération de *leptembryons* appartenant à de nombreuses espèces d'Eudicotylédones et de quelques Monocotylédones nous a permis de reconnaître quatre modèles différents de segmentation (figures 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 9) : *Arabidopsis*, *Petunia* et *Sagina* (et leurs variantes, *Myosurus*, *Papaver* et *Circaea*) pour les Eudicotylédones et *Cyperus* pour les Monocotylédones (et quelques variantes chez *Luzula* et *Lipocarpha*). Ces territoires cellulaires mis en place chez les jeunes proembryons constituent les *pôles radiculaires primordiaux* dans lesquels la disposition des cinq types cellulaires reconnus respecte les modèles «*climacorhize*» (Eudicotylédones) et «*liorhize*» (Monocotylédones).

Si l'on considère les trois modes principaux de segmentation reconnus chez les Eudicotylédones, on constate que, malgré cette diversité des cloisonnements, à la fin de la proembryogenèse, ces trois modèles présentent une *disposition similaire* pour ce qui concerne les *relations entre les initiales et le centre quiescent*.

La similitude constatée entre ces trois modèles (et les variantes) en fin de proembryogenèse, malgré des cloisonnements diversifiés, soulève le problème de l'interprétation

de ce qui apparaît comme la réalisation d'un «*projet finalisé*» obtenue par des voies diverses. Or, la démarche scientifique ne peut se satisfaire en guise d'explication d'un tel «*processus téléonomique*». Une autre explication doit donc être recherchée.

Si on s'en tient au seul groupe des Eudicotylédones, on constate que, dès le début de la proembryogenèse, au stade bicellulaire (**ca** et **cb**), la cellule **ca** se divise selon les trois modalités possibles : verticale (*Arabidopsis*), horizontale (*Petunia*) ou, plus rarement, oblique selon l'orientation du fuseau mitotique. A partir du stade quadricellulaire, le nombre de variations possibles de la segmentation s'accroît. Cette variabilité touche en particulier la *durée des cycles cellulaires* ce qui conduit à une participation variable des différents étages proembryonnaires (**l**, **l'**, **m**, **ci**) à l'édification du proembryon. Par exemple, chez *Arabidopsis* et *Petunia* c'est l'étage **l'** qui prolifère le plus rapidement tandis que chez *Sagina* c'est l'étage **m** qui fournit le plus grand nombre de cellules à l'embryon. Cette activité prolifératrice différentielle des premières cellules embryonnaires n'a pas de conséquences majeures sur l'édification du proembryon et peut donc être qualifiée d'«*ontogéniquement neutre*⁵». Elle résulte soit de l'action de facteurs environnementaux divers en provenance des tissus maternels par exemple, soit d'un contrôle intracellulaire de l'activité mitotique. Cette activité différentielle des cellules proembryonnaires peut aussi être considérée comme résultant de petites *variations aléatoires* fixées et stabilisées au cours de l'évolution.

Cette proposition de *variations aléatoires* pourrait aussi être retenue pour ce qui concerne les cloisonnements diversifiés qui affectent différentes espèces (figures 3, 4 et 5) conduisant néanmoins à une disposition identique des cinq types cellulaires du pôle radical proembryonnaire. Mais dans cette hypothèse, une *sélection* a dû nécessairement s'opérer, ne retenant que les dispositions cellulaires favorables à la réalisation d'un pôle radicaire présentant les caractéristiques du *modèle final*, en l'occurrence «*climacorhize*», c'est-à-dire dont les quatre types de cellules initiales sont directement au contact du centre quiescent.

Cette disposition a été la seule retenue au cours de l'évolution permettant le fonctionnement du méristème racinaire chez les Eudicotylédones. Des tentatives de cloisonnements présentant une autre disposition des cellules ont sans doute eu lieu mais ont «*échoué*» sans laisser de

4 La création d'une telle enveloppe cellulaire est une acquisition évolutive majeure qui concerne l'ensemble des embryophytes qu'on retrouve notamment lors de la formation des gamétanges et des sporanges chez les Ptéridophytes leptosporangées. Par contre une telle enveloppe cellulaire n'est jamais réalisée au cours de la formation des appareils reproducteurs chez les Algues.

5 Cette multiplicité des formes embryonnaires a été reconnue par les embryologistes classiques (Souèges, 1961, Crété, 1964, Lebègue, 1989) qui ont vainement tenté, sur ces bases, d'établir une classification phylogénétique.

traces. Il nous faut donc tenter d'interpréter l'existence d'un processus de sélection à l'échelle cellulaire incompatible avec l'expression d'un programme génétique. L'approche ontophylogénétique développée par J.-J. Kupiek (2008, 2012) peut être envisagée.

L'APPROCHE ONTOPHYLOGÉNÉTIQUE

Selon Kupiek (2008, 2012), *l'évolution dans le temps de la structure est la poursuite de l'ontogenèse, qui n'est jamais totalement terminée. L'ontogenèse et la phylogenèse ne forment qu'un seul processus* (Kupiek, 2008, p. 153). L'auteur réfute l'idée que l'ontogenèse (la genèse des individus) et la phylogenèse (l'évolution des espèces) correspondent à deux processus distincts auxquels s'attachent deux théories explicatives : *d'un côté une théorie pour expliquer l'évolution des espèces (la sélection naturelle) et, de l'autre côté, une théorie pour expliquer l'ontogenèse (la théorie du programme génétique) [...]. Mais s'il y a un mécanisme unique, une seule théorie doit suffire à l'expliquer*, théorie que l'auteur a appelé *darwinisme cellulaire*, en raison du fait *qu'il s'agit d'une extension de la sélection naturelle dans le milieu intérieur des êtres vivants* (Kupiek, 2012, pp. 12, 19 et 34). *La sélection naturelle modèle la structure cellulaire et celle-ci, à son tour, trie les interactions entre molécules non spécifiques qui sont par elles-mêmes aléatoires. Ce processus de sélection permet ainsi à l'ontogenèse de se réaliser.* (Kupiek, 2008, p. 147). Pour cet auteur, *l'ontogenèse est un processus dual intégrant l'action de l'ADN qui fabrique les protéines et l'action de la structure cellulaire qui trie les interactions protéiques* (Kupiek, 2012, p. 33).

Ces quelques citations suffisent à montrer l'intérêt de cette démarche qui ouvre un champ de recherche considérable, encore peu exploré, dans le domaine de la morphogenèse notamment végétale. Dans quelle mesure peut-elle apporter une réponse satisfaisante à la question posée à propos des méristèmes racinaires ? L'aspect unitaire de la théorie liant étroitement en un processus unique ontogenèse et phylogenèse est un point essentiel. La large place accordée à « l'aléatoire » et à « la sélection » permet d'éviter tout « finalisme » dans les modalités de mise en place des méristèmes racinaires dans l'embryon au cours de l'évolution. Mais bien entendu, il reste à préciser les mécanismes mis en jeu dans le « modelage » de la structure cellulaire par la *sélection naturelle* et les mécanismes impliqués dans le processus même de *sélection cellulaire* : élimination des cellules non adaptées à leur « micro-environnement » ou stabilisation des dispositions et interactions cellulaires établies ? Mais la voie est ouverte à un nouveau champ de recherche incluant en particulier une meilleure connaissance dans le domaine de *l'expression des*

gènes impliqués dans ces processus. Le souhait est que cette démarche puisse conduire à une explication rationnelle, excluant tout finalisme, de la mise en place des *relations intercellulaires* complexes qui se sont établies et perfectionnées au cours de l'évolution, pour aboutir à la construction de la racine pour laquelle on a encore beaucoup de mal à retracer l'*histoire*.

CONCLUSIONS

1 — La reconnaissance d'une organisation différente des méristèmes racinaires comme *marqueur de l'évolution* chez les Angiospermes souligne tout l'intérêt de l'étude histo-cytologique en particulier au niveau de l'embryogenèse, période de la mise en place des méristèmes. Les *caractères dérivés propres* de nature morpho-anatomiques sont assez rarement signalés pour ce qui concerne les parties *végétatives* des plantes contrairement aux indications nombreuses recueillies pour les parties *reproductrices* (fleur, pollen par exemple). Les structures « liorhize » et « climacorrhize » nous paraissent donc mériter un intérêt particulier.

On pourrait aussi suggérer de situer les *caractères dérivés propres* en amont de la formation des méristèmes racinaires, dès le stade proembryonnaire, c'est à dire dès qu'il est possible d'observer *s'il existe ou non un contact direct des initiales protodermiques avec le centre quiescent*, particularité qui conditionne la formation des deux modèles de méristèmes racinaires caractéristiques des Eudicotylédones et des Monocotylédones.

2 — L'étude du développement embryonnaire nous paraît être une approche favorable pour progresser dans la connaissance des processus fondamentaux qui caractérisent la morphogenèse végétale. La comparaison de nombreuses espèces d'Angiospermes montre l'existence d'une multitude de *variations de l'expression génique* qui se produisent de façon privilégiée au début de l'ontogenèse embryonnaire : orientation du fuseau mitotique de la première division du zygote, durée du cycle cellulaire des premières cellules proembryonnaires conditionnant la participation différentielle de ces cellules à la construction de l'embryon par exemple. La plupart de ces variations n'ont pas de conséquence majeure sur l'édification de l'embryon. Quelques-unes cependant vont être décisives pour la suite du développement embryonnaire. C'est le cas notamment des premiers *cloisonnements périnclines* réalisés chez le proembryon correspondant à la mise en place du *protoderme*. La précocité de la présence de ce protoderme concourt, par la contrainte mécanique qu'il représente, à l'acquisition de l'état *leptembryé*, fréquemment réalisé chez les Eudicotylédones et les Monocotylédones. Cette

constatation conduit à proposer la notion d'*épigenèse structurale* que nous avons développée dans notre publication précédente (Charbonnier et Vallade, 2011). Ce concept, peut s'utiliser aussi pour interpréter le comportement particulier *des initiales protodermiques* lors de la formation du pôle racinaire chez les Eudicotylédones conditionné par l'existence d'une *paroi glucidique* commune à deux cellules contigües, le maintien du contact avec le centre quiescent et les conséquences d'une double sollicitation de croissance exercée par les initiales corticales et columellaires. L'absence de contact direct entre la base du protoderme et du centre quiescent chez les Monocotylédones conduit au contraire à une totale autonomie de la coiffe et de l'épiderme.

3— Nous avons fait également allusion à des *variations aléatoires* qui affectent les cloisonnements proembryonnaires mais qui aboutissent néanmoins, chez les espèces leptembryées des Eudicotylédones en particulier, à une disposition semblable des cellules constituant le pôle racinaire primordial. Ces processus ne peuvent pas résulter d'un *programme génétique particulier*. Nous avons indiqué alors la nécessité de concevoir la mise en œuvre d'une *sélection à l'échelle cellulaire*, rejoignant par là le concept d'*ontophylogenèse* développé par J.-J. Kupiek (2008, 2011), cette théorie paraissant susceptible de proposer une explication non finaliste de ces processus.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Charbonnier M., Vallade J., 2011 - De l'embryon à la racine des Angiospermes : approche ontophylogénétique. *J. Bot. Soc. Bot. France* **54**: 3-26.
- Crété P., 1964 - L'embryogenèse et son rôle dans les essais de classification phylogénétique. *Phytomorphology* **14**: 70-78.
- Juguet M., 1969 - Embryogénie des Juncacées. Développement de l'embryon de l'embryon de *Luzula pilosa* (L.) Willd. *C. R. Acad. Sc. Paris* **268**: 3036-3039.
- Juguet M., 1970 - Embryogénie des Cypéracées. Développement de l'embryon chez le *Cyperus fuscus* L. *C. R. Acad. Sc. Paris* **271**: 580-583.
- Juguet M., 1970 - Développement de l'embryon chez quelques Cypéracées africaines. *Adansonia* **10**: 271-288.
- Juguet M., Vallade J., 1979 - Origine, organisation et évolution du méristème racinaire dans l'embryon et la plantule d'une Monocotylédone (*Cyperus fuscus* L.). *Bull. Soc. Bot. France, Lettres bot.*, **126**: 45-49.
- Kupiek J.-J., 2008 - *L'origine des individus*. Payard édit., Paris, 316 p.
- Kupiek J.-J., 2012 - *L'ontophylogenèse (évolution des espèces et développement de l'individu)*. Edit. Quæ, Versailles, 77 p.
- Lebègue A., 1989 - Reflections about an embryogenic system: 45-59, In "Some aspects and actual orientations in Plant Embryology". Dedicatory volume to Professor Lebègue. Université de Picardie (Amiens).
- Lecointre G., Le Guyader H., 2016 - *Classification phylogénétique du vivant*, 4^e édition, Tome 1, Belin édit., 582 p.
- Souèges R., 1961 - Embryologie végétale: embryogénie et classification. Notions préliminaires fondamentales. Concepts nouveaux apportés par l'embryogénie, *C. R. Acad. Sc. Paris* **252**: 3906-3911; **253**: 351-356.
- Vallade J., 1972 - Structure et fonctionnement du méristème lors de la formation de la jeune racine primaire chez un *Petunia hybrida* Hort. *C. R. Acad. Sc. Paris*, **274**: 1027-1030.
- Vallade J., 1983 - Les racines ont-elles un épiderme? *Bull. Sc. Bourg.*, **36** (1): 7-17.
- Vallade J., Alabouvette J., Bugnon F., 1978 - Apports de l'ontogenèse à l'interprétation sturcturale et fonctionnelle du méristème racinaire du *Petunia hybrida*. *Rev. Cytol. Biol. végét.-Bot.* **1**: 23-47.
- Vallade J., Bugnon F., Gambade G., Alabouvette J., 1983 - L'activité édifcatrice du proméristème racinaire: essai d'interprétation morphogénétique. *Bull. Sc. Bourg.*, **36** (2): 55-76.
- Van Thieghem Ph., 1891 - *Traité de Botanique* (2^e édit.), Librairie F. Savy, Paris, 1031 p.

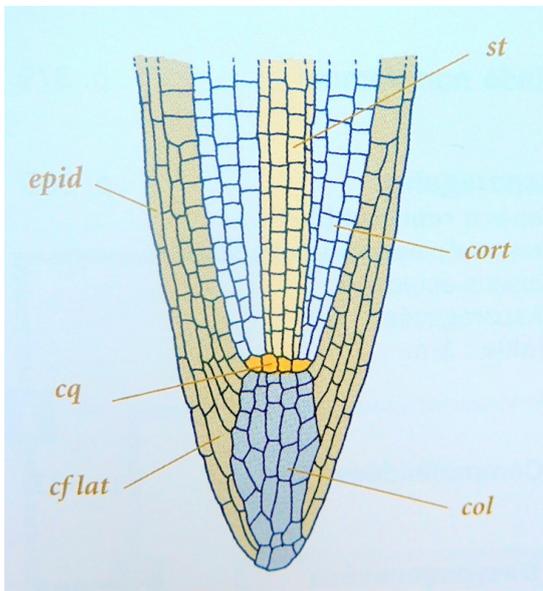


Figure 1. Coupe longitudinale de racine de *Petunia hybrida* montrant la structure “climacorrhize” propre aux Eudicotylédones, [d’après Lecointre et Le Guyader, *Classification phylogénétique du vivant*, 2016, p. 359].

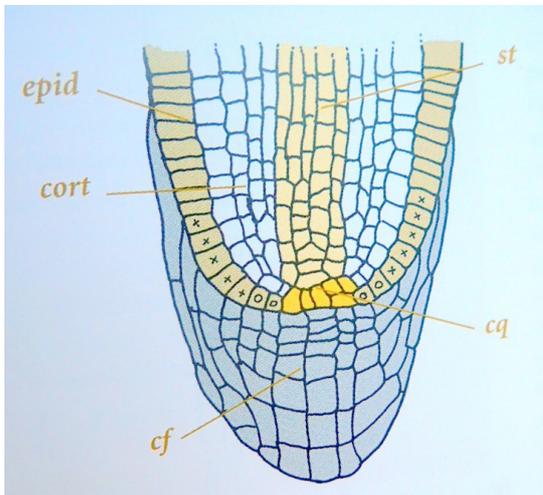


Figure 2. Coupe longitudinale d’une racine de *Cyperus fuscus* montrant la structure “liorhize” propre aux Monocotylédones. [d’après Lecointre et Le Guyader, *Classification phylogénétique du vivant*, 2016, p. 353].

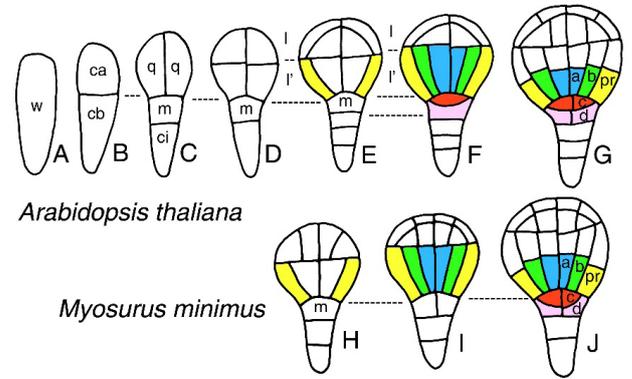


Figure 3. Proembryogenèse d’*Arabidopsis thaliana* (A à G) et de la variante *Myosurus minimus* (H à J). **w**: zygote; **ca**: cellule apicale; **cb**: cellule basale; **l**, **l'**, **m**: étages proembryonnaires. Les cinq types cellulaires sont identifiés: Initiales de la stèle en bleu (**a**), du cortex en vert (**b**), de la columelle en rose (**d**) et du complexe épiderme/partie latérale de la coiffe en jaune (**pr**); le centre quiescent est en rouge (**c**). [d’après Charbonnier et Vallade, 2011].

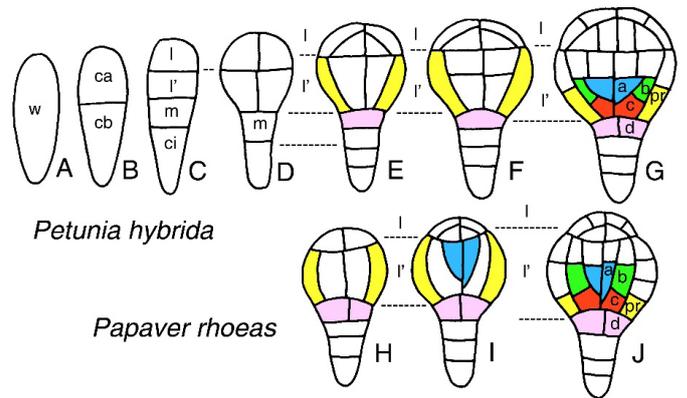


Figure 4. Proembryogenèse du *Petunia hybrida* (A à G) et de la variante *Papaver rhoeas* (H à J). Même légende que pour la Fig. 1. [d’après Charbonnier et Vallade, 2011].

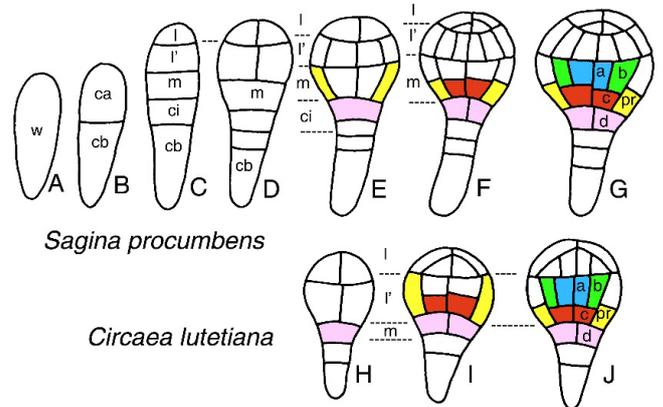


Figure 5. Proembryogenèse de *Sagina procumbens* (A à G) et de la variante *Circaea lutetiana* (H à J). Même légende que pour la Fig. 1. [d’après Charbonnier et Vallade, 2011].

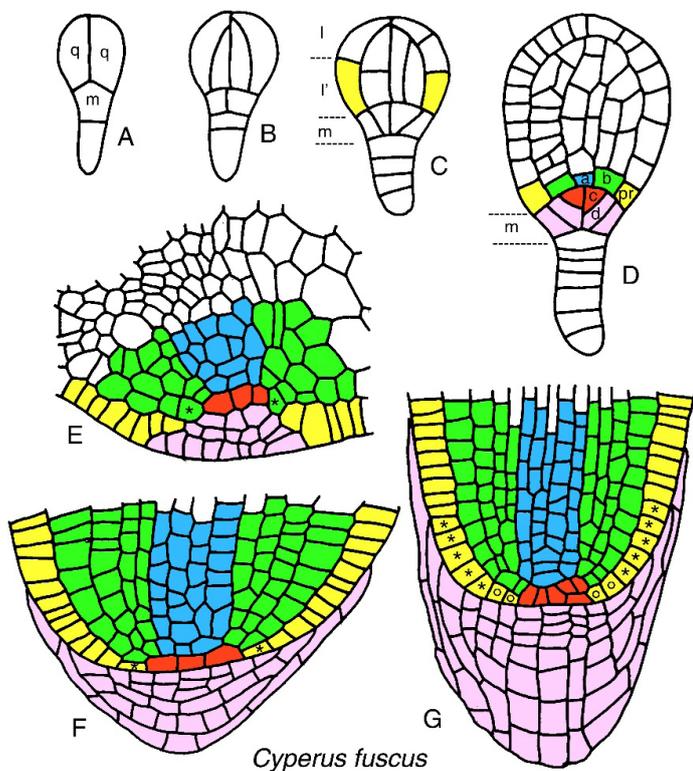


Figure 6. Proembryogenèse du *Cyperus fuscus* (A à D) et mode de formation de la racine primaire (E à G). Même légende que pour la Fig. 1. Les astérisques (*) et les cercles (°) indiquent des origines différentes de l'épiderme qui demeure néanmoins une assise unistratifiée indépendante de la coiffe entièrement issue des cellules **d**. [d'après Juguet et Vallade, 1979].

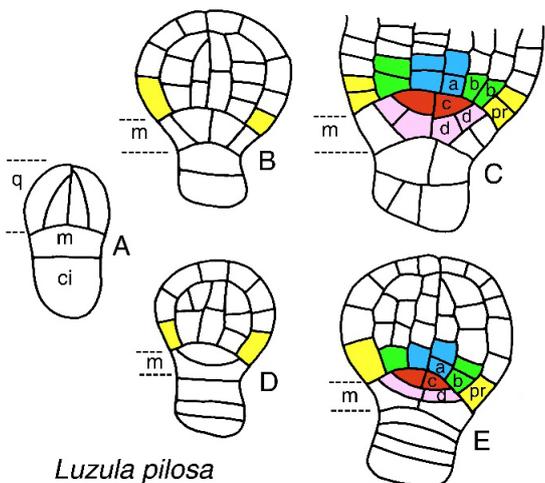


Figure 7. Proembryogenèse de *Luzula pilosa* montrant le mode principal de segmentation (A à C) et la variante (A, D, E). Même légende que pour la Fig. 1. [d'après Juguet, 1969].

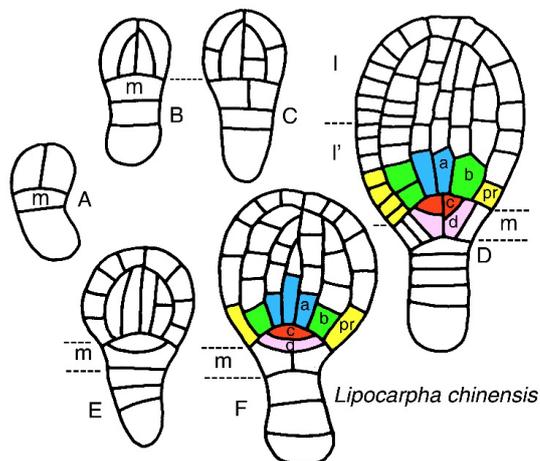


Figure 8. Proembryogenèse de *Lipocarpha chinensis* montrant le mode principal de segmentation (A à D) et la variante (A, E, F) [d'après Juguet, 1970].

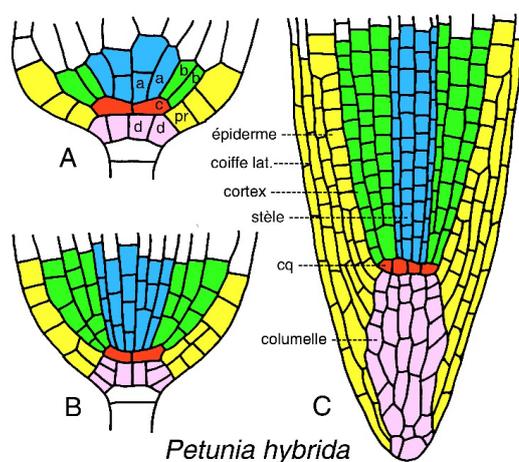


Figure 9. Mode de formation de la racine primaire chez *Petunia*. A: Position des initiales **a**, **b**, **d**, et **pr** autour du centre quiescent (**c**); B: cloisonnement péricline de **pr** (en jaune) et premiers cloisonnements anticlinaux; C: coupe longitudinale d'une jeune racine montrant le devenir des cinq types cellulaires primordiaux et la structure « climacorhize » [d'après Charbonnier et Vallade, 2011].

FOND HISTORIQUE DE LA SOCIÉTÉ BOTANIQUE DE FRANCE - ANALYSE D'OUVRAGE

Annette GERVOIS & Florence LE STRAT

ALGUES MARINES LES PLUS BELLES PLANTES DE LA MER

Référence SbF : 2165

STENFORT Félix

1874

In-8° (240 x 165 mm), [4] ff. - 163 pp - [50] ff,

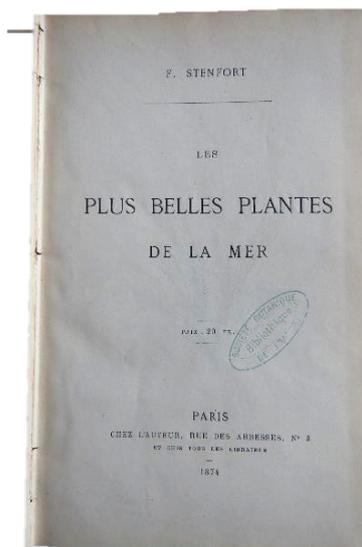
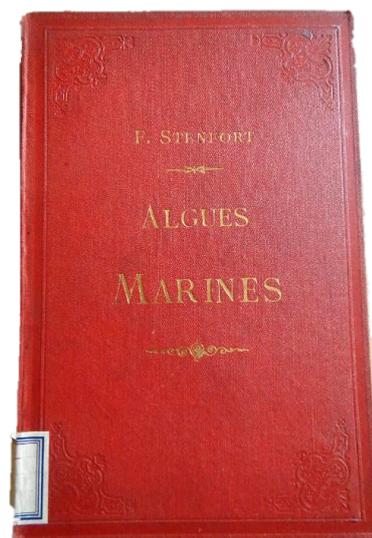
Paris : chez l'auteur, rue des Abesses,

Imprimerie Richard-Berthier, Paris

toile rouge avec plats estampés

50 planches d'algues séchées

frontispice avec bouquet d'algues



L'AUTEUR

Pierre **Felix Stenfort**¹ est né à Lorient le 14 mai 1808². Il est nommé sous-directeur directeur de l'École normale primaire de Rennes. Il épouse Françoise Marie Gaudichon le 24 juillet 1832, à Lorient³. Ils auront deux enfants, Marie-Françoise et Arthur, marin, décédé en mer Rouge (Doniol 1963). Il est nommé au grade d'Officier de l'Académie en 1877. Il décède en son domicile de La Roche à Saint-Jean-du-Doigt (arrondissement de Morlaix, Finistère) le 14 mars 1896, à l'âge de 87 ans.

1 Ne pas confondre avec Charles-Felix Stenfort (notaire, conseiller général et maire de Gourin de 1870 à 1883).

2 Archives départementales du Morbihan. Naissance Lorient 1808. Actes 229.

3 Archives départementales du Morbihan. Mariage Lorient 1832. Acte 126.

LE CONTEXTE

Au XIX^e siècle, les alguiers connaissaient un succès florissant, avec l'essor des stations balnéaires.

Le 17 novembre 1873, Félix Stenfort se vit confier par le ministre de l'Instruction publique une exploration sur la côte ouest de la Bretagne (Watteville 1876). En 1875 il continua ses études sur la côte nord et sur le littoral de la Normandie. Au retour de sa première mission, il engagea un vaste travail de vulgarisation, et publia un volume intitulé *Algues marines. Les plus belles plantes de la mer*. Pour cela, il récolta et pressa plus de 25 000 spécimens d'algues. Le travail de récolte et de séchage des échantillons fut important.

Cinq-cents exemplaires de l'ouvrage furent publiés et illustrés chacun de 50 planches sur un total de 126 espèces possibles décrites : *cet opuscule est comme une grammaire algologique illustrée par la nature elle-même* (p.11). Chaque exemplaire est ainsi unique. L'incrustation parfaite des algues sur les pages *témoignent du patient labeur et de l'incroyable adresse de l'artiste* (Claerr 2001).

L'évolution des techniques d'illustrations botaniques intéressa l'auteur. Aussi, en 1875, Stenfort fit don à la Société Française de Photographie d'un exemplaire de son alguiers *pour savoir si quelques un de ses membres ne pourraient pas lui donner le moyen de reproduire par l'impression photographique les planches de son ouvrage et lui permettre, par ce moyen, de mettre son intéressante publication à un prix tel qu'il fût à la portée de tous* (p. 9).

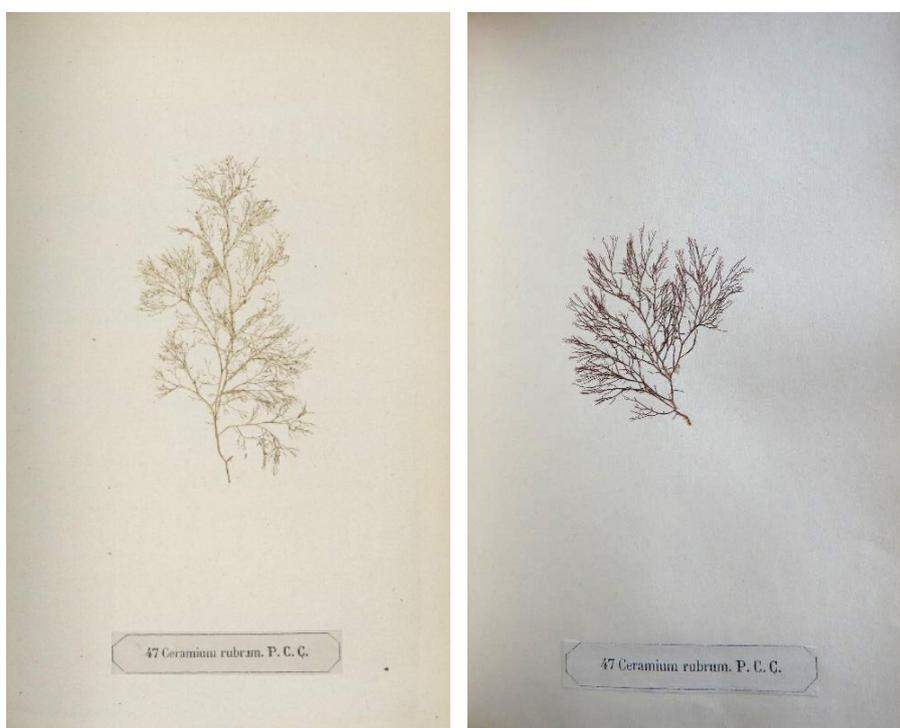


Planche 47. a) Exemplaire BnF; b) Exemplaire de la bibliothèque d'Alençon.

LA DESCRIPTION DE L'OUVRAGE

Le premier chapitre s'adresse aux futurs phycologues, avec des instructions sur la composition d'un alguiers et le séchage de spécimens. Dans son texte, Stenfort prend ces deux enfants comme témoins de randonnées en bord de mer pour sensibiliser ses futurs lecteurs : *voici comment j'ai fait faire connaissance avec les plantes de la mer à mes deux jeunes enfants. Un jour, j'errai avec eux sur les bords de l'Océan. Nous subissions le charme des grands spectacles de la nature [...]. Dans une flaque d'eau peu profonde, et où nous*

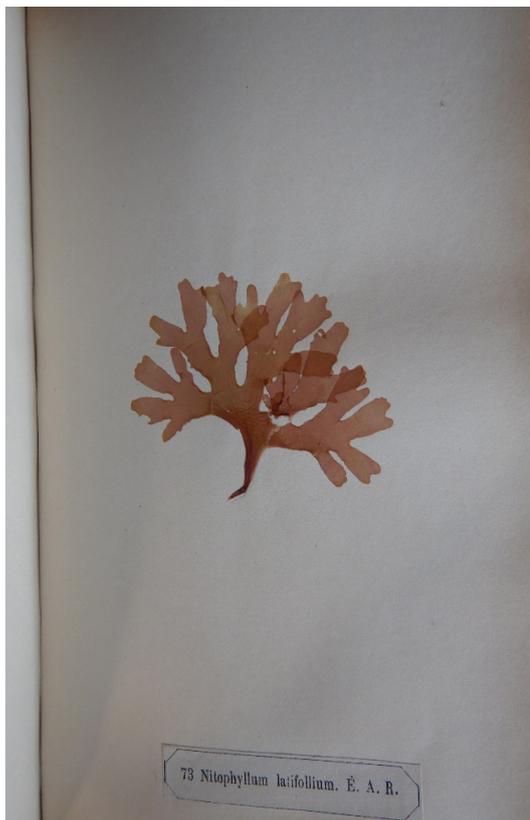
sommes entrés avec précaution, s'épanouissaient sous la lumière ardente du soleil, un grand nombre de plantes marines... Dans les chapitres suivants, il revient sur la botanique élémentaire des algues avant de nommer les trois classes d'algues (fucoïdées, floridées, zoosporées) selon la classification de l'époque, et décrit 250 espèces. Chaque ouvrage est illustré de 50 planches d'algues pressées, ainsi les différents exemplaires imprimés ne possèdent pas tous les mêmes espèces. Sur chaque planche, les espèces sont identifiées avec les noms latins dactylographiés sur une étiquette collée.

LES ALGUES DE L'OUVRAGE DU FONDS SBF

Les noms valides selon le référentiel TaxRef v16.0 sont inscrits entre parenthèse.

- 7 Ectocarpus firmus - Printemps, été, automne, très commun. (= *Pylaiella littoralis* (L.) Kjellman, 1872).
- 8 Ectocarpus tomentosus Printemps, été, commun. (= *Spongonema tomentosum* (Hudson) Kütz., 1849).
- 12 Sphacelaria scoparia - Toute l'année, commun. (= *Halopteris scoparia* (L.) Sauv., 1904)
- 15 Punctaria plantaginea - Printemps, été, automne, très commun. (= *Punctaria plantaginea* (Roth) Grev., 1830).
- 17 Asperococcus echinatus - Printemps, été, commun. (= *Asperococcus fistulosus* (Hudson) W.J.Hooker, 1833).
- 25 Laminaria phyllitis - Printemps, commun. (= *Saccharina latissima* (L.) C.E. Lane, C. Mayes, Druehl & G.W. Saunders, 2006).
- 35 Callithamnion dudresnayi - Printemps, commun. (= *Gaillona seposita* (Gunnerus) Athanas., 2016).
- 40 Griffithsia setacea - Hiver, printemps, assez commun. (= *Halurus flosculosus* (J.Ellis) Maggs & Hommers., 1993).
- 41 Ptilota elegans - Printemps, été, commun. (= *Plumaria plumosa* (Hudson) Kuntze, 1891).
- 47 Ceramium rubrum - très commun (= *Ceramium virgatum* Roth, 1797).
- 49 Ceramium ciliatum - Printemps, été, commun. (= *Ceramium ciliatum* (J.Ellis) Ducluzeau, 1806).
- 52 Chondrus crispus. Printemps, été, très commun (= *Chondrus crispus* Stackh., 1797).
- 55 Callophyllis laciniata. Printemps, été, commun. (= *Metacallophyllis laciniata* (Hudson) A.Vergés & L.Le Gall, 2017).
- 56 Callophyllis flabellata. P. R. R. (= *Callophyllis flabellata* P.Gouar & H.Crouan, 1867).
- 60 Rhodymenia palmata. Printemps, très commun (= *Palmaria palmata* (Linnaeus) F. Weber & D. Mohr, 1805).
- 61 Rhodymenia var. sarniensis. P. C. (= *Palmaria palmata* (Linnaeus) F. Weber & D. Mohr, 1805).
- 63 Plocamium coccineum. P. C. C. (= *Plocamium cartilagineum* (L.) P.S.Dixon, 1967).
- 65 Wormskioldia sanguinea. P. R. R. (= *Delesseria sanguinea* (Hudson) J.V.Lamour., 1813).
- 67 Gelidium clavifer. A. A. C. (= *Gelidium claviferum* Kützing, 1849).
- 69 Calliblepharis jubata P. A. C. (= *Calliblepharis jubata* (Goodenough & Woodward) Kützing, 1843).
- 69 bis Plocaria multipartita (étiquette écrite à la main) (= *Gracilaria multipartita* (Clemente) Harvey, 1846).
- 73 Nitophyllum latifolium. É. A. R. (= *Nitophyllum laceratum* var. *latifolium* P.L. Crouan & H.M. Crouan.).
- 74 Nitophyllum punctatum. P. A. R. (= *Nitophyllum punctatum* (Stackh.) Grev., 1830).
- 77 Nitophyllum hilliae - Printemps, assez commun. (= *Polyneura bonnemaisonii* (C.Agardh) Maggs & Hommers., 1993).
- 78 Delesseria alata. P. A. C. (= *Membranoptera alata* (Hudson) Stackh., 1809).
- 80 Phycodrys sinuosa. P. A. G. (= *Phycodrys rubens* (Linnaeus) Batters, 1902).
- 85 Lomentaria articulata. É. C. (= *Lomentaria articulata* (Hudson) Lyngb., 1819).
- 86 Lomentaria kaliformis. P. A. R. (= *Chylocladia verticillata* (Lightf.) Bliding, 1928).
- 87 Laurencia pinnatifida. P. C. G. (= *Osmundea pinnatifida* (Hudson) Stackh., 1809).
- 86 bis Lomentaria parvula. Commun (= *Champia parvula* (C.Agardh) Harvey, 1853).
- 89 Laurentia tenuissima. É. A. R.
- 93 Polysiphonia urceolata. P. G. (= *Polysiphonia stricta* (Mertens ex Dillwyn) Greville, 1824).

- 93 ter *Polysiphonia insidiosa* (étiquette écrite à la main) (= *Melanothamnus harveyi* (Bailey), Díaz-Tapia & Maggs, 2017). A confirmer.
- 95 *Polysiphonia violacea*. H. P. C. (= *Vertebrata fucoides* (Roth) Sprengel, 1827).
- 97 bis *Polysiphonia elongata* (étiquette écrite à la main) (= *Carradoriella elongata* (Hudson) A.M.Savoie & G.W.Saunders, 2019).
- 99 *Polysiphonia fruticulosa* .P.C. (= *Vertebrata fruticulosa* (Wulfen) Kuntze, 1891).
- 103 *Dasya coccinea*. P. É. G. CES. (= *Heterosiphonia plumosa* (J.Ellis) Batters, 1902).
- 107 *Cladophora pseudosericea*. C. (= *Cladophora pseudosericea* P.L. Crouan & H.M. Crouan).
- 108 *Cladophora rupestris*. Toute l'année. C. C. (= *Cladophora rupestris* (Linnaeus) Kützing, 1843).
- 109 *Cladophora leetevirens*. P. A. C. (= *Cladophora laetevirens* (Dillwyn) Kützing, 1843).
- 111 *Cladophora lanosa*. P. C. (= *Acrosiphonia arcta* (Dillwyn) Gain, 1912).
- 112 *Cladophora arcta*. P. C. (= *Acrosiphonia arcta* (Dillwyn) Gain, 1912).
- 113 *Enteromorpha percursa*. P. C. (= *Percursaria percursa* (C.Agardh) Rosenv., 1893).
- 115 *Enteromorpha erecta* - P. G. (= *Ulva paradoxa* C.Agardh, 1817).
- 116 *Enteromorpha intestinalis* - P. G. G. (= *Ulva intestinalis* L., 1753).
- 117 *Ulva lactuca* - Printemps, commun. (= *Ulva lactuca* L., 1753).
- 122 *Porphyra linearis* - Février, très commun. (= *Porphyra linearis* Grev., 1830).
- 123 *Porphyra vulgaris* - Printemps, été, très commun. (= *Porphyra purpurea* (Roth) C. Agardh, 1824).



RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Claerr T., 2001. Quatre herbiers marins de nos côtes. *Les Cahiers de l'Iroise* **190**: 99-102.

Doniol R., 1963 - Félix Stenfort et son herbier d'algues marines. *Les Cahiers de l'Iroise* **4**: 231-233.

Watteville de O., 1876 - Rapport au ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts sur le service des missions et voyages scientifiques (année 1875). *Bulletin administratif de l'instruction publique* **19(384)**: 416-425.

Autres exemplaires consultables, en ligne

Bibliothèque Universitaire Lyon 1.

Bibliothèque François Mitterrand-Brest -Les Capucins, MS 207

Bibliothèque numérique du Limousin.

Bibliothèque numérique patrimoniale Communauté Urbaine d'Alençon.

HOMMAGE À JEAN LAPORTE-CRU (1938-2024)



Jean Laporte-Cru est né à Bordeaux le 29 mai 1938 et décédé le 25 juillet 2024 à Pessac (33) à l'âge de 86 ans. Il a grandi à Bordeaux. Ses parents, respectivement coiffeuse et maître d'hôtel, sortaient souvent le week-end pour des balades dans la campagne bordelaise alors préservée. Leur fils Jean développe ainsi très tôt une grande sensibilité pour la nature, un attrait pour les plantes et bientôt la passion de les déterminer.

En terminale au Lycée Montesquieu, il étudie le latin et le grec, il en gardera une culture littéraire. Pour autant, il s'inscrit à l'Université de Bordeaux pour poursuivre des études de sciences naturelles et passe le Certificat d'études supérieures de sciences (SPCN), avec des spécialités en botanique, physiologie, microbiologie, géologie... Il suit les cours du professeur Dangeard et obtient un premier diplôme en algologie. Préférant les plantes à fleurs, il poursuit ses études de botanique avec le professeur Eymé. En 1963, il soutient une thèse de 3^e cycle en phytobiologie cellulaire et cryptogamie à l'Université de Bordeaux (titre : *Morphologie et structure des plastes. Application à quelques espèces de monocotylédones*). Il est alors recruté comme assistant de botanique à la Faculté des sciences de Bordeaux. Après 1972, il devient maître-assistant dans cette même université. En 1989, il obtient un doctorat en sciences biologiques de l'Université Paris-Sud, Faculté des sciences d'Orsay, sous la direction de Solange Blaise (titre de la thèse : *Contribution à l'étude biosystématique du genre Prunella L. : hybridation et évolution taxonomique de P. vulgaris L. et P. laciniata L.*). Il devient maître de conférences à l'Université de Bordeaux.

En 1978, Raymonde Auger-Barreau, également assistante à l'Université de Bordeaux, et Jean-Laporte-Cru publient un *Index étymologique des noms des plantes communes en plaine* (1978). Ils imaginent ensemble un ouvrage de détermination des plantes du sud-ouest de la France dans l'objectif d'aider les étudiants dans leurs déterminations. Ce sera la *Flore du domaine atlantique du sud-ouest de la France* (3 éditions : 1980-81, 1982, 1985 [*et des régions de plaine* pour cette dernière édition revue et augmentée], réimprimée en 2003, 2007 et 2011). En parallèle de sa charge d'enseignant chercheur, il consacre beaucoup de temps, y compris ses week-ends à la formation des étudiants. Il anime l'association universitaire *L'astragale et la fourmi*, contribuant ainsi à la formation naturaliste de générations d'étudiants. En 1993, il est le premier président de l'Association pour la connaissance du monde végétal (devenue Oïkos), nouvellement créée avec son siège au Jardin botanique de Bordeaux.

Très actif dans la Société linnéenne de Bordeaux, notamment responsable de la section botanique et longtemps administrateur, il conduit des sorties et sessions, avec les autres botanistes de cette société. L'essentiel des publications de Jean-Laporte-Cru, seul ou associé à d'autres linnéens comme Jean-Claude Aniotbéhère, Bruno Cahuzac, Christophe Monferrand, Hervé Thomas, ont été publiées dans le Bulletin de cette Société. Elles portent principalement sur la flore du sud-ouest de la France (Gironde, en particulier, mais aussi Landes, Dordogne, Lot-et-Garonne, Pyrénées-Atlantiques) avec notamment des comptes rendus d'herborisations, des contributions botaniques à des monographies de sites, des articles sur des découvertes et nouvelles observations de plantes, sur des orchidées remarquables, sur la flore introduite, sur les milieux dunaires... Il a également participé à la rédaction d'un guide sur la faune et la flore du Périgord à l'attention des enseignants (*L'école nature*, 1994). Prospecteur inlassable et fin connaisseur de la flore du département de Gironde, il contribue activement à l'élaboration du *Catalogue raisonné des plantes vasculaires de Gironde* (2005), vaste chantier mené pendant de nombreuses années par la Société linnéenne de Bordeaux, actualisation majeure du catalogue d'Alexis Félix Jeanjean élaboré dans les années 1930 (publié en 1961 *post mortem*), et préliminaire à la publication de la *Flore de Gironde* (Aniotbéhère, 2012)

Jean Laporte-Cru avait rencontré en 1964 à l'Université, son épouse Annie, devenue professeure de sciences naturelles au collège de Cestas. Ils ont eu deux fils, Olivier et Vincent. Dans la commune de Cestas, où ils habitaient, il s'est attaché à la sauvegarde d'une population de *Gentiane pneumonanthe*, par la municipalité dont il avait sensibilisé le maire.

Jean Laporte-Cru avait adhéré à la Société botanique de France en 1964. Il a été membre du Conseil scientifique régional du patrimoine naturel d'Aquitaine et s'est beaucoup investi dans les programmes impulsés par la direction de l'environnement de l'État, en particulier en Gironde pour la première génération d'inventaire des ZNIEFF et l'identification de sites Natura 2000, ainsi que l'élaboration de la liste des espèces végétales protégées en Aquitaine. Il a également été membre du Comité scientifique du Conservatoire botanique national Sud-Atlantique.

Très investi dans le partage des connaissances, il animait encore des sorties à destination du grand public en 2020, avant qu'en décembre, une malencontreuse chute n'affecte durablement sa santé. Lors de ses obsèques, de très nombreux hommages d'anciens étudiants et collègues ont salué la mémoire de ce botaniste pédagogue et bienveillant.



Avec des étudiants dans le Cantal (2010)



En herborisation dans une prairie à orchidées.

Merci à Annie Laporte-Cru, Valéry Malécot et Christophe Monferrand.
Gérard LARGIER et Grégory CAZE, le 1^{er} décembre 2024.

NORMES DE PUBLICATION DANS LE JOURNAL DE BOTANIQUE

INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

Les manuscrits des articles doivent être fournis **sous format informatique** (logiciel Word) avec les coordonnées de chaque auteur (adresse, téléphone et courriel).

Ils sont à adresser à l'adresse suivante :
publicationjb@societebotaniquedefrance.fr

Les illustrations, en noir&blanc ou en couleurs, sont à fournir au format Image en .jpeg avec la résolution minimale de 380 dpi. Chaque figure (graphe, photographies, carte...) sera référencée dans le texte (de la figure 1 à n).

Les tableaux de données et tableaux phytosociologiques doivent être définitifs et reproductibles en l'état (Excel ou Word). Une attention particulière sera portée par les auteurs à la comptabilité avec le format d'impression A4.

Le texte des manuscrits doit être parfaitement corrigé et exempt de fautes de français ou d'orthographe.

Les manuscrits sont soumis à un Comité de lecture. Le Rédacteur fait connaître aux auteurs l'avis du Comité sur l'insertion, les modifications souhaitées ou le rejet des manuscrits. Les auteurs conservent l'entière responsabilité de la teneur des textes publiés.

L'auteur doit également retourner le contrat de cession des droits d'auteur signé ; il lui appartient le cas échéant d'obtenir l'accord formel de ses co-auteurs, ainsi que celui de son institution si nécessaire. Un modèle est téléchargeable sur le site de la SBF.

PRÉSENTATION DES TEXTES

Le texte doit se conformer aussi strictement que possible à la présentation de la revue.

Le manuscrit indique le titre, les auteurs avec leurs coordonnées, les résumés en français et en anglais.

Pour les noms botaniques, la nomenclature utilisée doit être conforme à *APGIV* pour les familles et *Flora Gallica* pour la France métropolitaine. Pour l'Europe et les autres régions, les auteurs indiqueront les *Index* utilisées en référence. La nomenclature doit être homogène dans tout le texte.

Tous les noms latins de plantes seront en italique dans le texte.

Les citations bibliographiques, les légendes des figures sont mentionnées dans le texte.

La bibliographie est placée en fin d'article. La présentation des références doit être identique à celle des numéros parus du journal :

- les noms d'auteurs référencés ou non, en minuscules (première lettre en majuscule) ;
- le titre entier de la référence bibliographique en minuscules sans enrichissement (gras, souligné, etc. exclus) ni justification ou césures, capitales (majuscules) en début de phrase et pour les initiales des noms propres ;
- les noms des périodiques en italique.

EXEMPLES :

Foucault B. (de), 1999 - Nouvelle contribution à une synsystème des pelouses à thérophytes. *Doc. Phytosoc.*, NS, **VI**: 203-220.

Charpin A., 2017- Dictionnaire des membres de la Société botanique de France (1854-1953). *J. Bot. Soc. Bot. France*, hors-série: 1-604.

TIRÉS À PART

La revue fournit à chaque auteur le fichier en .pdf de sa publication. Ce fichier sera transmis aux auteurs dans un délai de 2 semaines après la parution du numéro.

