

Chénopodiacées
sahariennes :

1) les Salicornes

Claude Lemmel
Zahora Attioui
& Vicenta De la Fuente



Introduction



20111216 Fom Draa - *Sarcocornia alpini*

Photo de couverture : Fom Draa - 3 salicornes vivaces

Les salicornes sont des plantes des milieux très salés. Dans le Sahara on les trouve aux bords des chotts, sur les berges d'oueds saumâtres et sur les côtes de la Méditerranée et de l'Atlantique.

Ces plantes ont la réputation d'être d'une étude difficile ; c'est bien vrai ! Les déterminations qu'on en trouve dans des sites comme inaturalist.org sont souvent erronées et même des botanistes chevronnés hésitent à leur donner un nom.

Les feuilles, opposées par deux, sont soudées entre elles sur toute leur longueur et forment un manchon de 5 à 15mm le long qui enserre les tiges ; elles n'offrent aucun critère diagnostique.

Les fleurs sont minuscules, à peine 1 à 2 mm de large ; elles sont insérées par 3 (5) à l'aisselle des feuilles et sont réduites à une petite cupule percée en son milieu d'une fente en T ou en Y. Il faut attendre la fructification, extraire les graines de 1mm de diamètre et aller observer au microscope la forme des poils mesurant au plus quelques dizaines de microns.

Parmi les espèces de salicornes présentes au Sahara, seul *Halocnemum cruciatum* -une plante des sols très salés- est facile à déterminer grâce à l'implantation de ses fleurs en «strobiles».

L'espèce la plus répandue, *Arthrocnemum macrostachyum*, forme de gros buissons verts qui peuvent atteindre 1 m de diamètre. Cette espèce est souvent confondue avec *Sarcocornia aff. fruticosa*. Le mieux est de se fier aux dromadaires qui broutent avidement *Arthrocnemum* alors qu'ils dédaignent toutes les autres salicornes.

Le genre *Salicornia* est composé d'un part d'espèces annuelles (les «cornichons de mer», comestibles mais hélas absents du Sahara et de ses côtes), et d'autre part d'espèces vivaces aujourd'hui classées dans le genre *Sarcocornia*.

Les flores européennes distinguaient classiquement deux salicornes vivaces : *Sarcocornia perennis* qui forme en bord

de mer des grandes taches circulaires d'un ou deux mètres de diamètre pour 10cm de haut sur les vasières recouvertes par les marées, et *Sarcocornia fruticosa* qui forme au bord de l'eau ou plus en arrière sur les berges des buissons de 0,5 à 1m de haut.

Les botanistes d'Afrique du Nord ont essayé de reprendre ces distinctions. Cela a peu près fonctionné dans le Nord du Maghreb mais pas du tout dans le Sahara.

Auguste Chevalier, un ethnobotaniste qui étudiait dans les années 1930 les plantes «utiles» du Sahara, a décrit sous le nom de *Salicornia deserticola* une plante qu'il avait observée à Toggourt, dans le Sahara algérien. Mais son travail a été ignoré par les flores actuelles.

Le renouveau dans l'étude des salicornes vivaces a été initié par les botanistes espagnols avec l'utilisation de techniques comme le décompte des caryotypes, l'observation des graines en microscopie électronique et le séquençage génétique. De deux salicornes vivaces on est passé à trois (Castroviejo 1980), puis à sept (Fuente 2015) pour l'Ouest de la Méditerranée.

Nous avons inventorié les salicornes des côtes atlantiques du Sahara au cours de plusieurs voyages. Nous avons pu observer de grandes populations d'*Halocnemum* et d'*Arthrocnemum*. Quant aux *Sarcocornia*, nous les avons observées dans trois types de milieux, estuaires, lagunes et sources salées, sous au moins 8 «types» différents dont certains ne correspondent pas à la description *stricto sensu* des espèces présentes dans les flores. Alors espèces nouvelles ou accommodation à un milieu différent d'espèces polymorphes ?

Les outils dont disposent les botanistes «de terrain», la photographie et la collecte de parts d'herbier, permettent d'inventorier les populations et «de poser les bonnes questions» ... en attendant que nos collègues universitaires puissent apporter de nouvelles réponses grâce aux technologies dont ils disposent dans leurs laboratoires !

1. Méthodologie : le travail photographique

Notre travail consiste d'abord à faire des inventaires photographiques de la flore saharienne.

Nous avons parcouru à plusieurs reprises la route transsaharienne qui relie Agadir au Nord et Nouakchott au Sud ainsi que la plupart des routes et pistes qui permettent vers l'Ouest d'atteindre le bord de la mer et vers l'Est de pénétrer d'une centaine de kilomètres dans l'intérieur des terres.

En 87 jours de terrain nous avons étudié 373 stations. Pour chaque station nous prenons une ou plusieurs photos du paysage et des différents milieux. Pour les plantes communes ou déjà bien présentes en photothèque nous ne prenons qu'une seule photo comme témoin. Pour les plantes plus rares ou en cours de révision, nous prenons de 5 à 10 photos en commençant par la plante en pied, puis en faisant des macros des feuilles, des fleurs et des fruits s'ils sont présents. (cf. Lemmel & Attioui, 2021 - <https://alyasmina.org/alyasmina-2021/qtax.html>)

Année	Mois	Journées de terrain	Nombre de stations
2017	02	8	38
2019	03	3	11
2019	11	12	55
2020	01	4	5
2021	01	2	4
2021	11-12	22	120
2023	02-03	36	140
		87	373

Tous nos inventaires ont été réalisés en hiver. Sur 373 stations, nous avons trouvé *Halocnemum* 12 fois, *Arthrocnemum* 26 fois et *Sarcocornia* 26 fois. Cela correspond au fait que les salicornes ne se rencontrent qu'en des points singuliers : estuaires, baies, sources salées.

Notre photothèque compte 2500 photos de salicornes prises sur les côtes du Sahara océanique de 2017 à 2023.

Les photos sont renommées en «date_lieu_gps.nef».

La date est au format AAAAMMDD hhmms.

Le lieu indique [le numéro de la route +] le nom de la ville la plus proche.

Les coordonnées gps sont prises en photographiant l'écran d'une tablette qui affiche les coordonnées gps et l'altitude. Ces coordonnées sont celles de l'endroit où nous avons garé notre voiture, réduites à 4 décimales pour tenir compte du fait que les plantes photographiées peuvent être distantes de quelques dizaines ou de quelques centaines de mètres de notre point d'arrêt.

Les photos sont archivées deux fois :

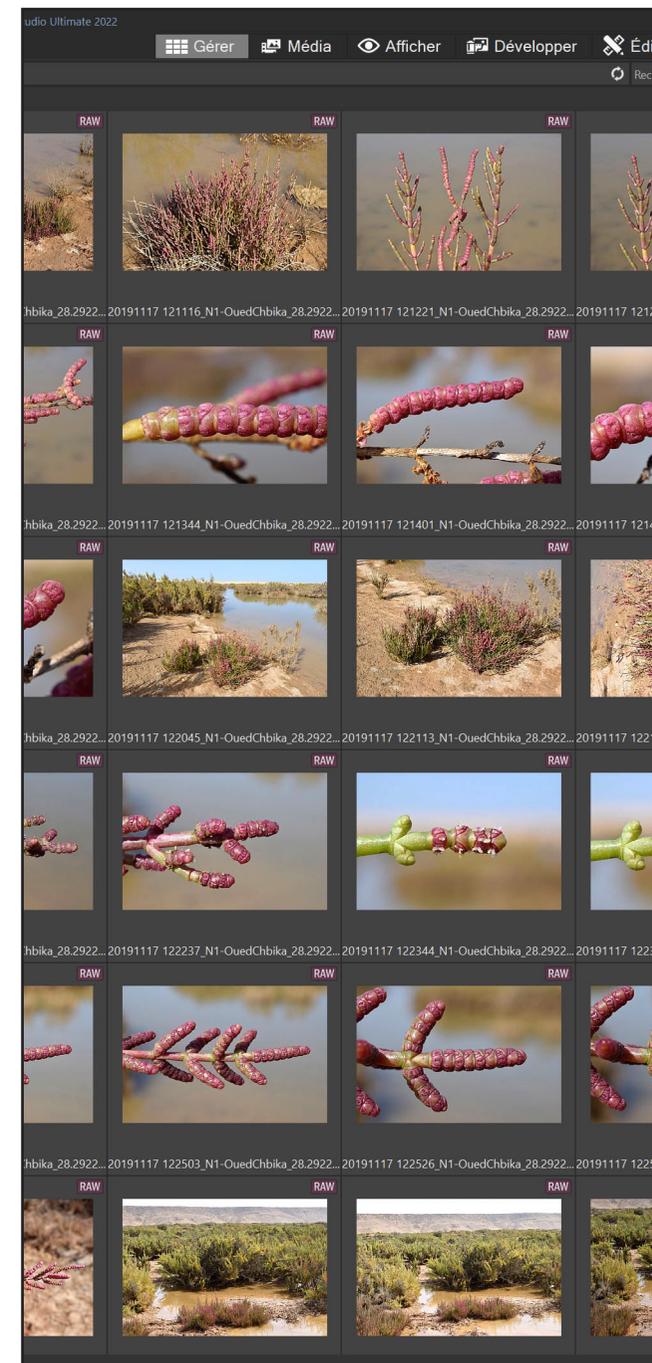
- dans une base de données chronologiques qui permet de laisser ensemble toutes les photos prises un jour donné dans une même station

- dans une base de données taxonomiques

Les photos sont archivées au format raw à une résolution d'au moins 6000x4000 pixels. Elles ne sont retraitées à une résolution plus basse et équilibrées en luminosité qu'en fonction des besoins de publication.

Nous ne mettons des plantes en herbier que dans le cadre d'études particulières. Nos parts de 2019-2020 ont été transmises à M. Chambouleyron et A. Sukhorukov qui préparent une révision des chénopodiacées du Maroc.

En 2023 dans les 6 stations où nous avons trouvé des *Sarcocornia* fructifiées nous avons prélevé des tiges pour en photographier les graines à la loupe trinoculaire au retour. Les parts d'herbier ont ensuite été transmises à V. De la Fuente qui apporte à ce travail de terrain l'expertise scientifique qu'elle et son équipe de l'Université Autonome de Madrid ont acquise sur les salicornes de l'ouest méditerranéen.



Capture d'écran de notre photothèque gérée sous ACDSee.

Méthodologie : les déterminations taxonomiques sur le terrain

La détermination des salicornes du Sahara océanique nous a posé les problèmes que Duval-Jouve a rencontrés lorsqu'il a étudié les salicornes de l'Hérault :

«*Species in herbarii incompletae vel scrutatione perdifficili, iterum recognoscendae et in vivo examinandae*» [les espèces en herbier sont incomplètes ou difficiles à observer en détail, elles doivent être inventoriées sur le terrain et examinées sur le vif] (Moquin-Tandon, in DC. - Prodomus XIII, part 2, p.144.)

C'est par cet aveu plein de sincère loyauté que Moquin-Tandon ouvre sa monographie des *Salicornia* dans le Prodomus de De Candolle, et c'est par un aveu semblable que devraient débiter beaucoup de travaux descriptifs ; en particulier celui-ci, auquel j'applique les sages paroles de notre savant et toujours regretté confrère.

Mes observations ... m'avaient donné cinq types différents d'organisation, et, d'autre part, à ces différences anatomiques correspondaient des différences spécifiques tirées des formes d'ensemble et de détail, des époques et des modes de floraison, etc. Mais, quand j'en vins à me demander à quelles espèces répondaient mes types, puisque nos flores n'indiquaient que trois espèces en France et sur les côtes méditerranéennes, mon embarras fut extrême, et, comme je l'ai dit, quand j'adaptai à mes plantes des noms déjà reçus, je ne le fis que provisoirement et avec doute, à cause des différences entre les diagnoses jointes à ces noms et les caractères des *Salicornia* de l'Hérault.

Duval-Jouve, 1868 - Des *Salicornia* de l'Hérault, Bulletin de la Société botanique de France, séance du 11 décembre 1868.

La Flore de l'Afrique du Nord ou la Flore Pratique du Maroc nommaient les salicornes en utilisant les clés de déterminations établies pour l'Europe.

Pour *Athrocnemum* et *Halocnemum* cela n'a pas posé de problème.

Pour *Sarcocornia*, elles classent en *S. perennis* les plantes basses et en *S. fruticosa* les plantes plus hautes.

La révision des *Sarcocornia* en Espagne a montré que les choses étaient plus compliquées, que chacune de ces «grandes espèces» devait être scindée en plusieurs taxons.

Pour le Maghreb nous devons donc envisager deux cas de figure :

- 1) le cas de plantes maghrébines dans la continuité des populations européennes et déjà décrites
- 2) le cas de plantes maghrébines plus ou moins proches des plantes européennes et à distinguer au niveau spécifique ou subs spécifique.

Nous avons donc commencé par chercher à obtenir une image la plus précise possible des taxons européens en rassemblant chaque fois que possible

- leur diagnose
- les scans des planches d'herbier types
- des photographies des plantes dans leur milieu

Parallèlement nous avons trié nos photographies en tenant compte de leur milieu, de leur port et des détails de leur morphologie florale. Nous avons obtenus 8 «types» homogènes et distincts.

Cinq de ces types correspondent à des plantes déjà décrites par nos collègues espagnols.

Pour le Sahara océanique nous avons trouvé :

Halocnemum strobilaceum

=> *Halocnemum cruciatum* (Forssk.) Tod.

Arthrocnemum macrostachyum

=> *Arthrocnemum macrostachyum* (Moric.) K. Koch

Sarcocornia fruticosa

=> *Sarcocornia fruticosa* (L.) A.J. Scott

=> *Sarcocornia pruinosa* Fuente, Rufo & Sánchez-Mata

Sarcocornia perennis

=> *Sarcocornia perennis* (Mill.) A.J. Scott

=> *Sarcocornia alpini* (Lag.) Rivas Mart.

S. fruticosa stricto sensu n'a pas été trouvé dans notre zone d'étude.

Et nous avons trouvé trois autres «types» :

- une salicorne jaune recouverte quotidiennement par les marées, proche mais différente au moins au niveau subs spécifique de *S. perennis*

=> *Sarcocornia cf perennis*

- une salicorne rouge colonisant les sources salées, proche par sa morphologie de *S. perennis*, mais proche par son écologie de certaines formes de *S. alpini* et dont nous supposons qu'il s'agit peut-être d'une forme stationnelle extrême de *S. alpini*

=> *Sarcocornia cf1 alpini*

- une salicorne rouge colonisant une arrière-plage dans le Banc d'Arguin, elle aussi proche par sa morphologie de *S. perennis*, mais proche par son écologie de certaines formes de *S. alpini*

=> *Sarcocornia cf2 alpini*

Méthodologie : les déterminations taxonomiques au laboratoire

Sarcocornia Seeds

Previous studies of the *Sarcocornia* genus in the western European Mediterranean have shown that the micromorphological characteristics of the seeds support the genetic differences found between species and are also essential for their identification (De la Fuente et al. 2013, 2016).

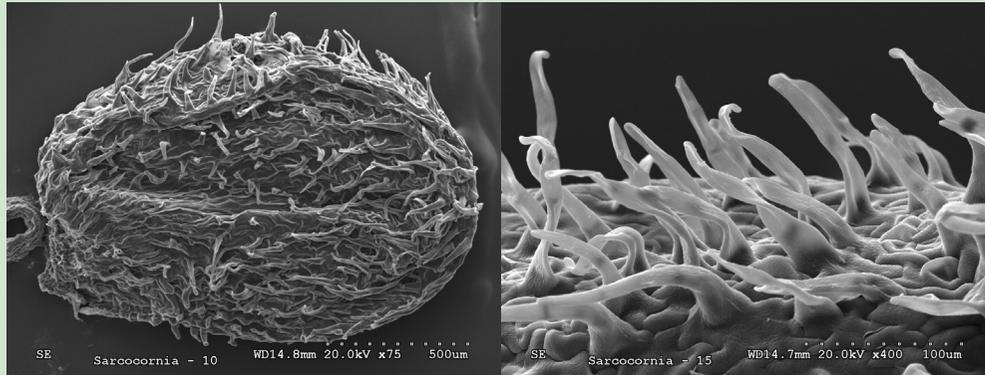
The seeds of all the *Sarcocornia* species studied present an ornamented testa. Seed ornamentation ranges from glabrous in central areas to trichomes and/or papillae with a different distribution. This distribution of the trichomes and papillae on the seed in each species is also an important characteristic.

S. alpini, *S. perennis*, *S. pruinosa*, and *S. fruticosa* have a hairy seed testa.

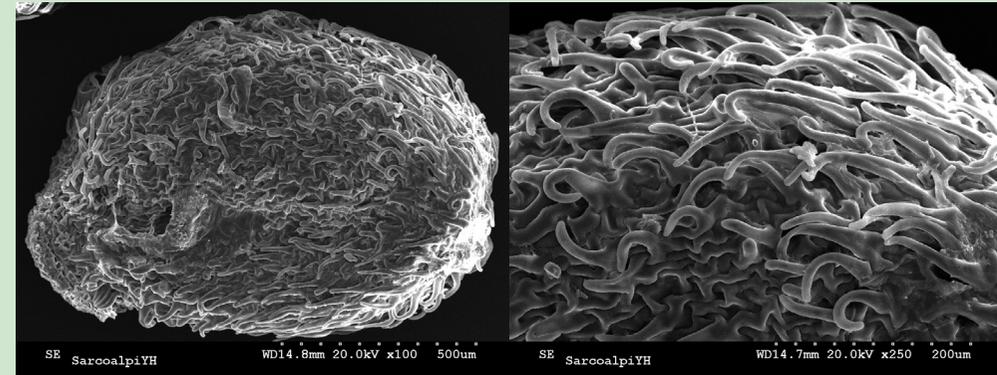
S. perennis and *S. alpini*, both species with long trichomes, have hairs scattered all over the seed, which are occasionally hooked in the first; and seeds covered by dense and sometimes bifurcated hairs in the second.

S. pruinosa, and *S. fruticosa* have short hairs, patent hairs covering the entire seminal surface in the first, and seeds with fine short hairs mainly on the edges in the second.

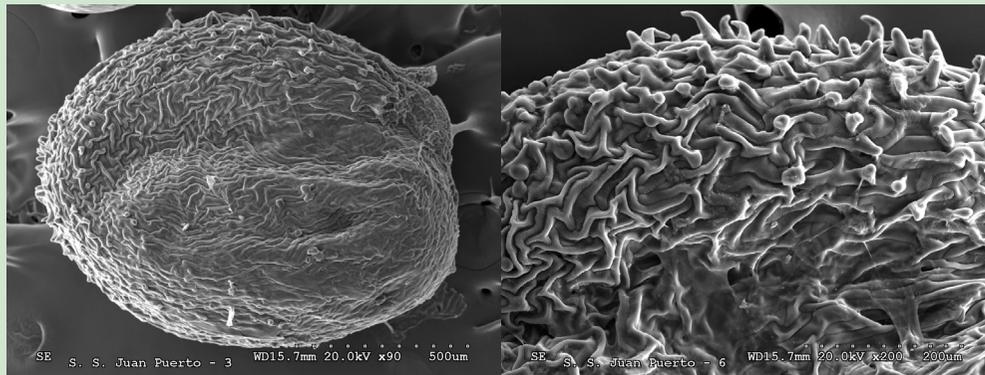
[SEM photography V. De la Fuente]



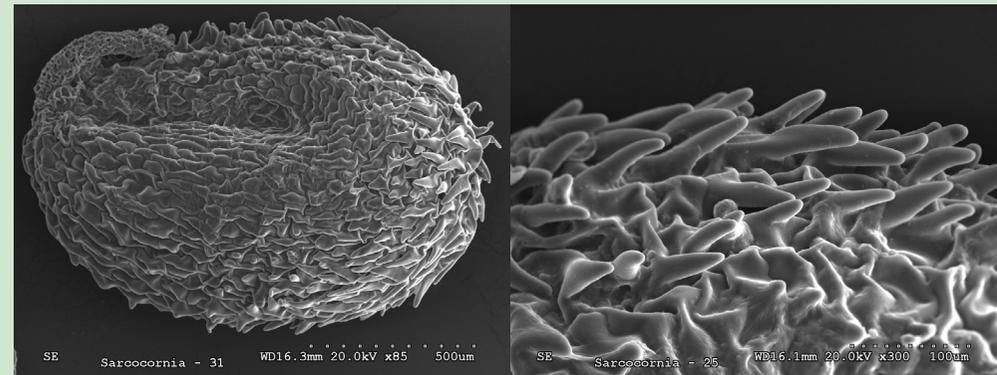
Sarcocornia perennis - Spain, Huelva: Rio Piedras marsh, El Rompido, 29SPB6122



Sarcocornia alpini - Tunisia, Yasmine Hammamet, 32SPF3623



Sarcocornia pruinosa - Spain, Huelva: San Juan del Puerto, 29SPB9230



Sarcocornia fruticosa - France, Frontignan, Étang d'Ingril

Bibliographie commentée 1/2

La flore la plus récente applicable à notre dition est la [Flore pratique du Maroc \(Fennane & al., 1999-2014\)](#).

Cette flore cite 4 espèces de Salicornes vivaces : *Halocnemum strobilaceum*, *Arthrocnemum macrostachyum*, *Sarcocornia fruticosa* et *Sarcocornia perennis*.

Halocnemum

La révision la plus récente est :

[Biondi E. & al., 2013 - Halocnemum vegetation in the Mediterranean Basin dx.doi.org/10.1080/11263504.2013.832709](#)

Halocnemum strobilaceum (Pall.) Bieb. s'avère être une espèce du Nord de la Méditerranée et de l'Asie.

L'espèce dans le Sud de la Méditerranée et notamment dans la Péninsule Ibérique et dans le Maghreb est *Halocnemum cruciatum* (Forsk.) Tod.

Arthrocnemum

[Sukhorukov P. & Nilova M.V. \[2016 - A new species of Arthrocnemum \(Salicornioideae: Chenopodiaceae-Amaranthaceae\) from West Africa, with a revised characterization of the genus - dx.doi.org/10.1080/23818107.2016.1185033\]](#) ont décrit une nouvelle espèce, *Arthrocnemum franzii* Sukhor. présente dans les îles du Cap-Vert. Nous avons transmis à Sukhorukov des photos des *Arthrocnemum* de Mauritanie qu'il a déterminées comme *A. macrostachyum* (comm. pers.)

[Piirainen & al. \[2017 - Phylogeny, biogeography, systematics and taxonomy of Salicornioideae - doi.org/10.12705/661.6\]](#) ont renommé *Arthrocnemum* en *Arthrocaulon* pour les espèces Africaines et Eurasiatiques.

[Ramirez E. & al. \[2019 - Arthrocaulon meridionalis \(Chenopodiaceae\), a new species of Mediterranean flora - dx.doi.org/10.5209/MBOT.59820\]](#) ont décrit une nouvelle espèce *Arthrocaulon meridionalis* Est. Ramirez, Rufo, Sánchez Mata & Fuente présente en Sardaigne, en Sicile et sur les côtes méditerranéennes du Maghreb.

[Ramírez, E., Sánchez-Gavilán, I., Rufo, L., Sánchez-Mata, D., & de la Fuente, V. \(2022\). Morphology, anatomy and phylogeny of the two sister halophytic genera *Microcnemum* and *Arthrocnemum* \(Salicornioideae/Amaranthaceae\). Plant Biosystems - An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology, 156\(6\), 1422-1437. https://doi.org/10.1080/11263504.2022.2056649](#) rétablissent le genre *Arthrocnemum* Moq. et en donnent un traitement phylogénétique et morphologique détaillé.

Piirainen & Kadereit (2017) ont proposé le nouveau nom *Arthrocaulon* basé sur la supposée synonymie entre les genres *Salicornia* et *Arthrocnemum*.

Ramirez & al 2022 ne sont pas d'accord (inédit) avec la typification d'*Arthrocnemum* faite par Pfeiffer (1873:279), et reprise par Piirainen & G. Kadereit en 2017.

Nous maintenons la séparation des deux genres *Sarcocornia* et *Arthrocnemum* en fonction de leurs différences morphologiques marquées : *Salicornia* comprend des plantes annuelles tandis que *Sarcocornia* comprend des arbustes vivaces.

Dans les deux genres, les fleurs individuelles sont enfoncées dans les tiges succulentes, cependant, *Salicornia* n'a qu'une étamine et trois fleurs dans un arrangement triangulaire tandis que les espèces de *Sarcocornia* ont deux étamines par fleur et les trois fleurs sont disposées pratiquement en rangée dans la tige fertile et séparées l'un de l'autre par un septum visible une fois que le complexe fruit-graine est tombé à maturité.

Les deux genres présentent une ouverture à quatre lobes dans la partie centrale de la fleur, formée de deux volets frontaux et externes de forme différente et de deux autres volets internes enroulés vers l'arrière. Cependant, la différence entre les deux genres est notable puisque chez *Salicornia* ce système d'ouverture est réduit au minimum, alors que chez *Sarcocornia* ces volets sont beaucoup plus développés et deviennent bien visibles.

Bibliographie commentée 2/2

Salicornia/Sarcocornia

Scott A.J. [1977 - Reinstatement and revision of *Salicorniaceae*]. Agardh (*Caryophyllales*)] avait regroupé les *Salicornia* vivaces dans le genre *Sarcocornia*.

Piirainen & al. [2017 - Phylogeny, biogeography, systematics and taxonomy of *Salicornioideae* - doi.org/10.12705/661.6] ont proposé de réincorporer *Sarcocornia* dans *Salicornia* ... mais la plupart des botanistes ont conservé *Sarcocornia*.

Vicenta de la Fuente et ses collègues ont opéré une révision complète des *Sarcocornia* pour la Péninsule Ibérique et l'Ouest de la Méditerranée.

De la Fuente V. & al., 2011 - *Sarcocornia hispanica* (*Chenopodiaceae*), a new species from the Iberian Peninsula - doi:10.5209/rev_LAZA.2011.v32.37817

De la Fuente V. & al., 2013 - A micromorphological and phylogenetic study of *Sarcocornia* on the Iberian peninsula - dx.doi.org/10.1080/11263504.2012.752414

De la Fuente V. & al., 2015 - A study of *Sarcocornia* from western mediterranean Europe - dx.doi.org/10.1080/11263504.2015.1022239

Rufo L. & al., 2016 - *Sarcocornia* plant communities of the Iberian peninsula and the Balearic Islands - doi: 10.1127/phyto/2016/0113

De la Fuente V. & al., 2018 - Plant Tissues and Embryos Biominerals in *Sarcocornia pruinosa*, a Halophyte from the Río Tinto Salt Marshes - Minerals 2018, 8, 505; doi:10.3390/min8110505

Rufo L. & al., 2020 - The endemic halophyte *Sarcocornia carinata* in relation to environmental variables elemental composition and biominerals - doi.org/10.1007/s11104-020-04777-w

Ramirez E. & al., 2021 - *Arthrocnemum macrostachyum* plant communities in the Iberian Peninsula, Balearic and Canary Islands (Spain and Portugal) - doi.org/10.1007/978-3-030-74950-7_12

De la Fuente V. & al., 2021 - Morphological Variability of Halophytes: *Salicornioideae* on Iberian Peninsula - doi.org/10.1007/978-3-030-57635-6_38

Sarcocornia fruticosa a été scindé en 4 espèces :

- *S. fruticosa* (2n=18) présent en France et en Italie, mais absent d'Espagne
- *S. hispanica* (2n=54) endémique dans l'Est de l'Espagne
- *S. lagascae* (2n=72) endémique dans l'Est de l'Espagne
- *S. pruinosa* (2n=72) présent sur les côtes atlantiques depuis le Nord du Maroc jusqu'en France

Sarcocornia perennis a été scindé en 3 espèces :

- *S. perennis* (2n=18) présent sur les côtes atlantiques de l'Espagne à l'Angleterre
- *S. alpini* (2n=18) présent sur les côtes atlantiques depuis le Nord du Maroc jusqu'au Portugal
- *S. carinata* (2n=18) endémique dans le centre de l'Espagne.

Le travail de nos collègues espagnols a conduit à des révisions en France, en Algérie et en Tunisie :

Guitton H., 2020 - *Salicornia pruinosa*, une nouvelle salicorne vivace pour le littoral atlantique

Bensouna A. & al., 2020 - First discovery of *Sarcocornia perennis* subsp. *alpini* in Algeria

Hayder Z. & al., 2022 - Phylogenetic and morphological studies of *Sarcocornia* (L.) A.J. Scott and *Salicornia* L. (*Chenopodiaceae*) and insights into plant diversity with first record of two species new for Tunisia

2. STATIONS DE SALICORNES INVENTORIÉES SUR LES CÔTES DU SAHARA OCÉANIQUE

Dans le Nord de notre zone d'étude les salicornes se rencontrent dans les **estuaires** des oueds. Ces oueds coulent épisodiquement lors des fortes pluies et maintiennent dans leur partie basse un chenal plus profond que le niveau moyen de la mer.

En temps normal ce chenal est envahi par l'eau de mer et ses berges sont salées et parfois même très salées dans des dépressions où l'eau de mer qui circule dans la nappe phréatique vient s'évaporer en surface.

Les courants côtiers apportent en permanence du sable. Entre deux crues de l'oued, ils peuvent finir par obstruer son débouché par une langue sableuse. La partie inférieure de l'oued est alors provisoirement transformée en une lagune saumâtre.

Les estuaires sont donc constamment remodelés par l'opposition entre la force des crues de l'oued et la force des courants marins. Les zones les plus perturbées sont dépourvues de végétation. Les zones plus stables sont recouvertes par des plantes halophiles, différentes chénopodiacées (*Atriplex*, *Salsola*, *Suaeda*), des plombaginacées (*Saharanthus*, *Limonium*), *Nitraria retusa*, *Tamarix* sp, *Frankenia* sp. et bien sûr des salicornes (*Arthrocnemum*, *Halocnemum* et *Sarcocornia*).

En zone médiane on rencontre les salicornes dans des milieux rares : les **sources salées** en pied de falaises.

La géologie du Sahara océanique est constituée d'un mille-feuilles de couches sédimentaires horizontales déposées dans une mer peu profonde. Des couches dures alternent avec des couches friables rapidement érodées par les vents.

L'érosion progresse «en marches d'escalier», en formant d'immenses étendues horizontales recouvertes d'une dalle calcaire dure et des falaises sub-verticales creusées dans les roches tendres jusqu'à la couche dure suivante.

Au bord de l'Atlantique cela se traduit par une falaise côtière de 30 à 100m de haut. Vers l'intérieur cela se traduit par des hamadas ou au contraire par des dépressions.

Localement les couches tendres sont drainées par des sources qui viennent suinter sur la couche dure sous-jacente.

Ces micro-milieus passent facilement inaperçus mais ils abritent une flore originale d'espèces halophiles, flore dont les salicornes ne sont jamais absentes.

Plus au Sud, les **baies** de Dakhla, de Cintra et de Nouadhibou correspondent aux estuaires de fleuves puissants aujourd'hui disparus.

Les zones de sables fixés où subsiste une nappe phréatique salée, sont colonisées par *Arthrocnemum* qui est alors la plante dominante dans le paysage.

Sur les plages abritées, lorsque l'action des marées et des vagues n'est pas trop forte, on peut trouver des petites stations de *Sarcocornia*.



Foum Draa



Sabkha Oum Dbaa



Baie de Dakhla



L'oued Massa



Vue depuis le pont sur l'oued Massa (gps 30.0316,-9.6455)

En arrière-plan les berges hautes sont envahies par des tamaris. Les berges basses, exondées en temps normal mais recouvertes par les crues ou par les grandes marées, sont colonisées par une petite salicorne vivace.

L'implantation de cette salicorne en touffes circulaires et les tiges horizontales qui se réenracinent, peuvent faire penser à *Sarcocornia perennis* ; mais *S. perennis stricto sensu* a des tiges souples, non cassantes, et habite des milieux recouverts quotidiennement par les marées. Maire nommait cette plante *S. perennis* var. *lignosa*. Elle est conforme au *Sarcocornia alpini* décrit par les botanistes espagnols

Lors de notre passage en janvier les graines étaient déjà tombées. Cette salicorne fleurit en automne.



L'oued Noun - Foum Assaka



20230204 Oued Noun - FoumAssaka
(gps 29.1364,-10.4030)



Touffes verte et rouge poussant côte à côte.



Comme à Massa, cette «salicornie des estuaires» pousse en petites touffes arrondies sur des berges occasionnellement inondées.

La comparaison des tiges pourrait faire penser à 2 espèces différentes, mais l'examen des fleurs montre que ce sont 2 tiges de *Sarcocornia alpini* : les jeunes tiges sont vert vif, les tiges plus anciennes virent au rouge-violacé.

Ce changement de couleur avec le temps s'observe dans plusieurs genres de plantes halophiles sahariennes : *Sarcocornia*, *Suaeda*, *Salsola*, *Mesembryanthemum*, *Frankenia*, *Tetraena* ...



La Plage Blanche : l'arrière plage



20230206 PlageBlanche (gps 28.9621,-10.6081)

Sarcocornia alpini sur l'arrière plage, dans une zone qui n'est recouverte par la mer que lors de grandes tempêtes, mais dont le sol est imbibé par la nappe phréatique salée.



La plage blanche : l'estuaire de l'oued Labyar



20230206 oued Labyar (gps 28.9621,-10.6081)

Sarcocornia alpini sur les berges du chenal de l'oued Labyar ; la base des pieds de salicornes est mouillée par la marée haute, mais les pieds ne sont pas submergés.

V. de la Fuente note dans sa description de *S. alpini* : «We distinguished two main habitats for this species: close to river waters or in depressions in the terrain, in middle intertidal zones where it could be totally or partially flooded by tides; and on depressions in the terrain in high intertidal zones subjected to occasional flooding but far from the sea waters.»

Ces deux formes stationnelles sont présentes sur la Plage Blanche.



Les salicornes de Foug Draa



Foug Draa (gps 28.6679,-11.1206)

A gauche, l'embouchure du Draa est encombrée par des bancs de sable dépourvus de végétation.
A droite une steppe basse à salicornes s'est installée sur les berges à l'abri des tempêtes

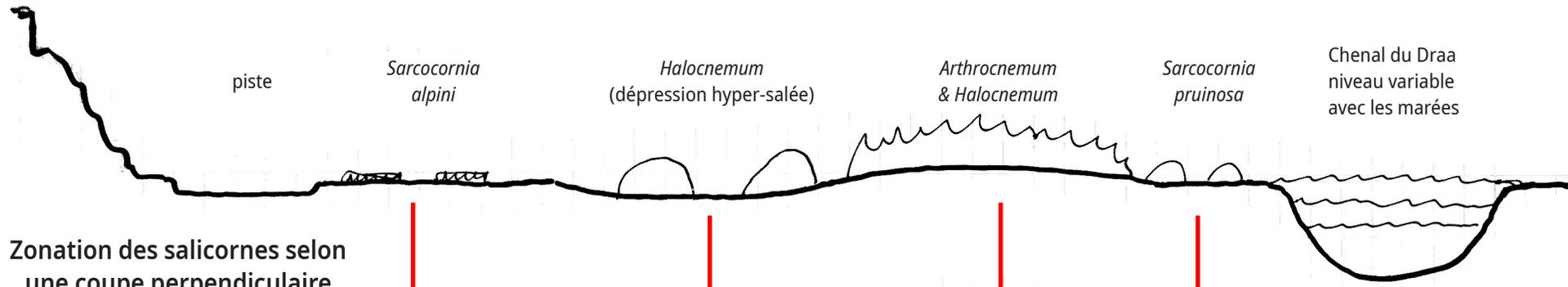


Réserve pastorale du Draa (gps 28.6296,-11.0920)

En amont de l'embouchure, le lit majeur du Draa est recouvert par une steppe haute de salicornes. Les espèces dominantes sont *Artrocnemum* et *Halocnemum*. *Sarcocornia* est représenté par deux populations :
- *Sarcocornia pruinosa* pousse en mince cordon le long du chenal du Draa.
- *Sarcocornia alpini* pousse loin du Draa, le long de la piste.



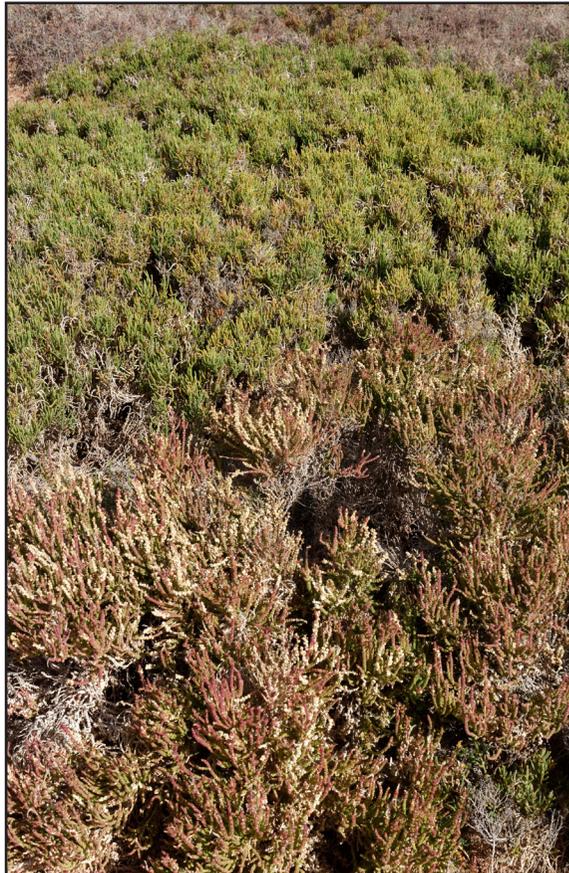
Les salicornes de Foug Draa : la steppe haute dans la réserve pastorale



Zonation des salicornes selon une coupe perpendiculaire au lit du Draa



Les salicornes de Foug Draa : *Halocnemum* & *Arthrocnemum*



La détermination de *Halocnemum cruciatum* ne pose pas de problème.

Arthrocnemum macrostachyum peut être confondu avec une *Sarcocornia* lorsqu'il n'est pas fructifié. Dans le lit du Draa, *Arthrocnemum* forme de gros buissons vert vif alors que les *Sarcocornia* sont beaucoup plus basses et rouges.

Le lit du Draa a été mis en «réserve pastorale» pour les dromadaires qui viennent pâturer *Arthrocnemum*. Nous n'avons pas observé que *Halocnemum* ou *Sarcocornia* soient pâturés.



Les salicornes de Fom Draa : *Sarcocornia pruinosa* & *S. alpini*



▲ *Sarcocornia pruinosa*

Sur ces photos les fleurs de *S. pruinosa* sont nettement différentes des fleurs de *S. alpini*.

Sarcocornia pruinosa pousse au bord du Draa dans une eau qui a la même salinité que l'eau de mer.

Sarcocornia alpini pousse loin du Draa dans une zone où les remontées de nappe et l'évaporation peuvent créer une hyper-salinité.

▼ *Sarcocornia alpini*



L'oued Chbika



Estuaire de l'oued Chbika (gps 28.2922,-11.5299)



Au premier plan *Halocnemum* dans une dépression hyper-salée. En arrière plan *Arthrocnemum*.



Au premier plan *Sarcocornia alpini*. En arrière plan *Arthrocnemum*.



20191117 *Sarcocornia alpini* en train de virer du vert au rouge.



L'oued Chbika : variabilité de *Sarcocornia alpini*



Estuaire de l'oued Chbika (gps 28.2922,-11.5299)

Les tiges fleuries sont variables en fonction de leur âge.

Les épis qui poussent à l'extrémité des rameaux de l'année comportent peu d'articles fleuris. Ces articles terminaux sont aussi hauts, voire plus hauts que large.



Les épis qui poussent sur les vieux bois comportent entre 10 et 30 articles qui sont moins hauts que larges.

Les tiges sont vert vif au départ ; les fleurs rougissent avant les tiges. La couleur finale varie du rose au brun.



Le Parc national de Khnifiss : les dunes boisées



20191120 Parc national de Khnifiss (gps 28.0554,-12.1755) - Dromadaires pâturent une belle formation d'*Arthrocnemum macrostachyum*



Le Parc national de Khnifiss : la sebkhra



20230227 PN Khnifiss (gps 28.0806,-12.1040) Le vent a formé des nebka (petites dunes) derrière les pieds d'*Arthrocnemum macrostachyum*



Le Parc national de Khnifiss : la lagune Naïla



20230210 Lagune Naïla (gps 28.0339,-12.2356)

La lagune de Naïla comporte plusieurs types de milieux humides : des herbiers de spartine, des sansouires avec halimione et cistanche, des sansouires avec *Sarcocornia*

pruinosa et des stations d'une jolie salicorne jaune que nous appellerons provisoirement *Sarcocornia cf perennis*.



Le Parc national de Khnifiss : la lagune Naila, la sansouire à *Sarcocornia pruinosa*



Dans cette sansouire l'espèce dominante est *Sarcocornia pruinosa* qui forme les buissons semi-sphériques de 30 à 40cm de haut.

Dans les zones où l'eau est affleurante, le sol est colonisé par *Sarcocornia cf perennis* qui forme un tapis jaune.

Les quelques taches gris-clair sont des pieds de *Halimione portulacoides*.



Le Parc national de Khnifiss : *Sarcocornia pruinosa*



20230209 PN Khnifiss (gps 28.0339,-12.2356)

Nous avons eu la chance de trouver *Sarcocornia pruinosa* à différents stade de fructification. Nous avons pu en récolter des graines.

Le Parc national de Khnifiss : *Sarcocornia cf perennis*



A marée basse



A marée montante



Prostrée sur le sable



Cette salicorne occupe les plages de sable ou les vasières dans la zone de balancement des marées ainsi que les zones inondées des sansouires.

Ses tiges sont souples. Lorsqu'elles sont exondées, les tiges se couchent sur le sol. Lorsqu'elles sont noyées, les tiges flottent et se redressent.

Cette salicorne est de couleur jaunâtre ou verdâtre. Les feuilles sont translucides en contrejour.

C'est un taxon proche de *Sarcocornia perennis* mais pas encore décrit dans les flores, d'où le «cf»



Hassi ez Zahar



20230309 Hassi Ez Zahar (gps 27.9633,-11.9432)

Hassi ez Zahar, le «puits des fleurs» est situé à la limite nord-est du Parc national de Khnifiss.

C'est une gorge où s'écoulent 3 sources d'eau salée. Le fond de la gorge est occupé par un marais saumâtre, un milieu surprenant en plein Sahara !

Arthrocnemum est présent sous la forme de gros buissons, ce qui n'est pas surprenant dans un tel milieu halophile. Nous n'avons pas vu *Halocnemum*, ce qui est par contre surprenant.

Et puis nous avons trouvé une petite salicorne rouge.

La tige principale est couchée. Les tiges secondaires sont érigées, peu rameuses, formées d'un petit nombre d'articles. La tige principale se réenracine aux noeuds.

Cette morphologie fait penser à *S. perennis*, mais l'écologie fait penser à *S. alpini*.

Nous l'appellerons provisoirement *Sarcocornia cf1 alpini*.



Les sources salées vers Lemsid



20230214 vers Lemsid (gps 26.5737,-13.7821)

Nous avons observé plusieurs fois des sources salées dans la falaise qui longe la côte atlantique.

Au moment de notre passage les sources ne coulaient pas beaucoup.

Les «salicornes des sources salées» poussent par touffes circulaires dans le lit où s'écoule la source quand elle s'écoule. Comme à Hassi ez Zahar nommons les provisoirement *Salicornia cf1 alpini*.

Dans ces sites *Arthrocnemum* et *Halocnemum* sont bien présents mais plutôt en retrait du lit des sources.



La plage de Boujdour



2021201 Plage de Boujdour (gps 25.8678,-14.5566) - Encore un peuplement d'*Arthrocnemum*. Cette espèce a un spectre écologique assez large !



Sebka Oum Dbaa - Camp Bédouin- zone amont



20230226 Camp Bédouin (gps 27.4617,-13.0518) - Les sources salées du Camp Bédouin sont à mi-hauteur de l'escarpement qui domine la sebka Oum Dbaa. La végétation est dégradée par les troupeaux de chèvres qui viennent s'abreuver. Au premier plan les touffes rouge de *Sarcocornia cf1 alpini*.

Sabkha Oum Dbaa - Camp Bédouin- zone médiane



Après une cascade, les eaux alimentent un large marais recouvert d'un tapis de *Sarcocornia cf1 alpini*. En février 2023 les épis fructifiés avaient déjà perdu toutes leurs graines. La floraison et la fructification sont automnales.



Sabkha Oum Dbaa - Camp Bédouin- zone aval



Les eaux s'écoulent enfin dans un ruisseau qui serpente sur le fond de la sabkha. Les berges sont recouvertes par des fourrés denses de *Halocnemum cruciatum*.



La Baie de Dakhla



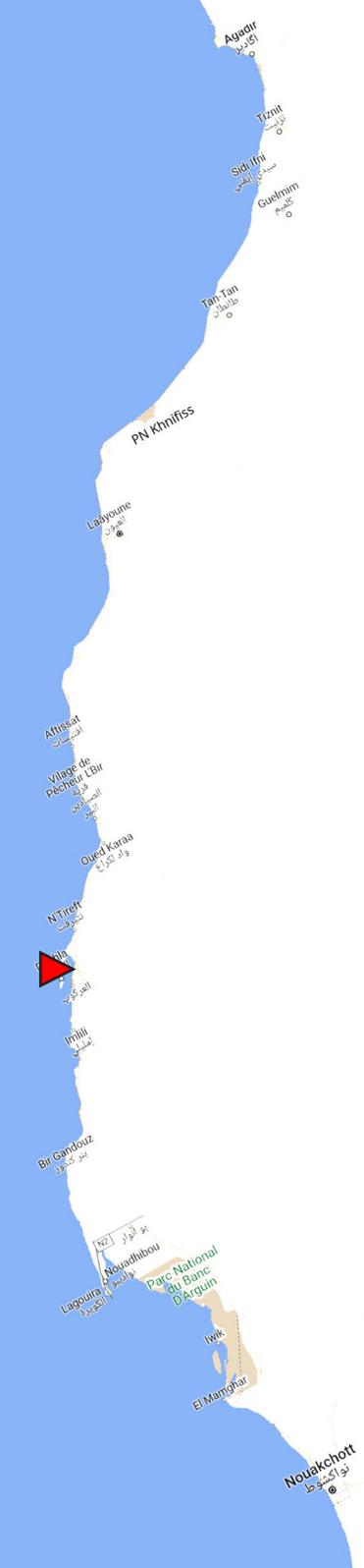
20170223 Dakhla (gps 23.895788,-15.712219)



En 2017 nous avons trouvé cette petite station de *Sarcocornia cf perennis* dans le fond de la Baie de Dakhla.

La petite salicornie jaune joue un rôle de plante pionnière. En s'installant, elle permet à une couche de sable de se déposer sur le sol vaseux.

En 2019 elle avait disparu et été remplacée par un pied de *Sesuvium portulacastrum*.



La Baie de Dakhla : les «salicornes problématiques»



20230219 BaieDeDakhla (gps 23.8131, -15.7255)

En explorant une zone abritée de la baie de Dakhla nous avons trouvé une population composée de deux «types» difficiles à déterminer au premier abord.

En haut une salicorne plus grande, plus vigoureuse, plus ramifiée et vert vif pousse sur un banc de sable : jeunes pieds de *Sarcocornia alpini*.

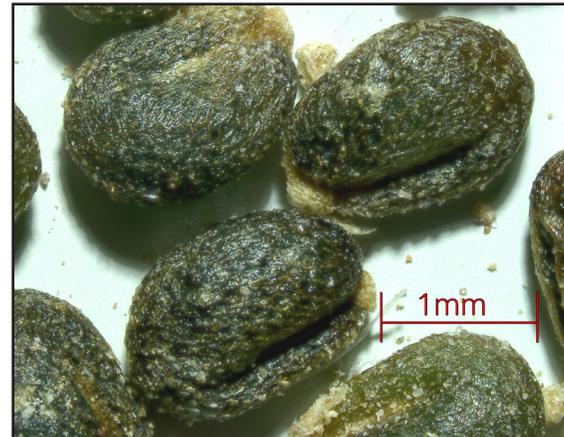
En bas une petite salicorne brunâtre pousse dans la vase : vieux pieds radicants de *Sarcocornia perennis*.



La Baie de Dakhla : les «salicornes problématiques»



Le port et les rameaux des deux types sont bien différents.



A la binoculaire, les graines sont de taille semblable :
1.59x1.14 en haut pour *S. perennis*.
1.70x1.17 en bas pour *S. alpini*.

Ces dimensions sont sensiblement supérieures aux valeurs indiquées par V. De la Fuente pour l'Espagne, peut-être parce nous ne desséchons pas les graines pour les observer à la loupe trinoculaire alors qu'elles sont desséchées pour l'observation au microscope électronique.



Les épis après la chute des graines. Celui de *S. alpini* à droite est sensiblement plus large que celui de *S. perennis*.



La Baie de Cintra : *Sarcocornia cf perennis*



Sur une plage de la Baie de Cintra nous avons retrouvé une touffe de *Sarcocornia cf perennis* qui comportait des épis fructifiés.

En arrière plan, à la limite des marées hautes, un gros buisson d'*Arthrocnemum macrostachyum* et un tapis de *Sesuvium portulacastrum*.



Sur notre photo prise à la loupe trinoculaire les graines de notre Salicorne ne sont pas recouvertes de fins poils crochus comme indiqué dans la littérature pour *Sarcocornia perennis*. Il y a seulement quelques poils droits près de la chalaze.

V. de la Fuente (comm. pers.) pense que la résolution d'une loupe binoculaire n'est peut-être pas suffisante pour voir les poils fins s'ils sont couchés sur la graine et qu'il faut faire une vérification en examinant ces graines en microscopie électronique.

Dimension des graines de *Sarcocornia cf perennis* : (1.51) 1.64 (1.81) x (1.24) 1.32 (1.55) mm.



Sebkhet Fares



Dans la sebkha de Fares nous avons trouvé *Arthrocnemum*, décidemment très répandu, mais nous n'avons pas trouvé *Halocnemum*, décidemment bien plus localisé.



Le Parc national du Banc d'Arguin



20191206 PN Arguin - Timiris (gps 19.3705,-16.4747)

Au premier plan, dans une dépression hyper-salée, un tapis de petites *Sarcocornia* rouges. Sur le bourrelet sableux en second plan, une couverture dense

d'*Arthrocnemum*. En arrière plan de l'autre côté du bras de mer, on distingue une frange de palétuviers, *Avicennia germinans*.



Les salicornes du Parc national du Banc d'Arguin



Monod et Jouan avaient beaucoup hésité à nommer cette petite salicorne ; faute de mieux ils en étaient restés à *Sarcocornia perennis*. (cf <http://alyasmina.org/alyasmina-2020/monod-flore-banc-d-arguin.pdf> p.42)

Par leur port et leur morphologie, ces salicornes du Banc d'Arguin sont très semblables à celles que nous avons vues plus au Nord dans les sources salées ; nommons les provisoirement *Sarcocornia cf2 alpini*.



3. FLORULE DES SALICORNES DU SAHARA OCÉANIQUE

Comment décrire les salicornes du Sahara océanique avec l'objectif d'établir une clef de détermination utilisable par un naturaliste sur le terrain ?

Les clefs les plus récentes disponibles sont :

- De la Fuente V. & al., 2015 - A study of *Sarcocornia* from western mediterranean Europe
- Steffen S. & al., 2010 - Revision of *Sarcocornia* in South Africa, Namibia and Mozambique

Nous n'avons pas trouvé sur Internet de documents sur les salicornes de la zone intertropicale de la côte africaine entre le Sénégal et l'Angola.

Les clefs de Fuente et de Steffen reposent sur la photographie en microscopie électronique des graines, sur des analyses génétiques et sur la caryologie.

Ces techniques de laboratoire, indispensables sur le plan scientifique, sont malheureusement inadaptées au travail de terrain.

L'observation des graines à la loupe binoculaire est un apport précieux mais rarement utilisable. Les graines matures ne sont présentes que pendant une courte période dans l'année et les graines immatures ne sont pas observables car elles sont cachées et adhérentes à l'intérieur du périanthe.

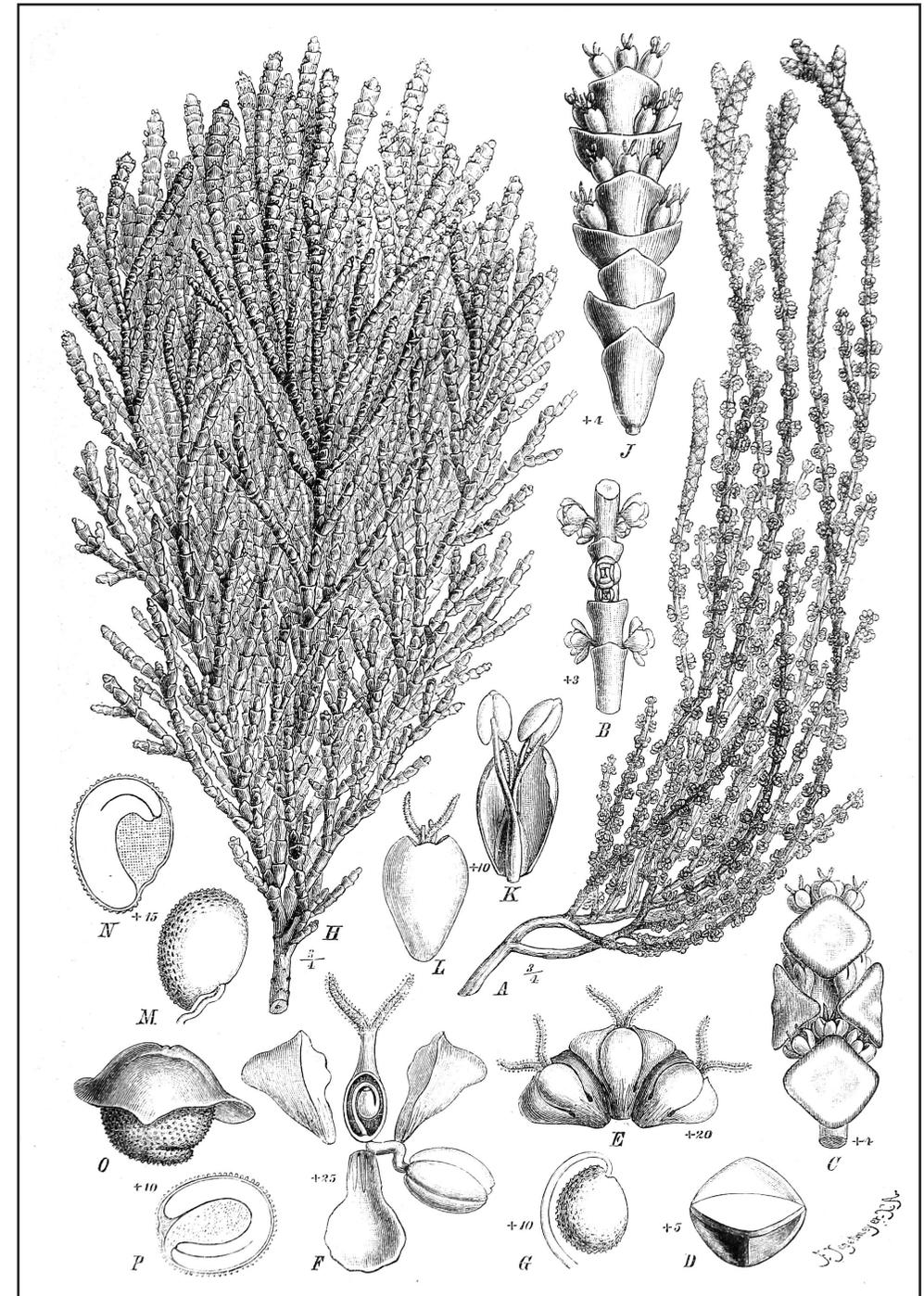
Des critères comme le port de la plante, ses dimensions, la présence de tiges couchées, leur réenracinement éventuel, la couleur des feuilles, le nombre d'articles fleuris dans les épis sont utiles mais à utiliser avec précaution car ils sont variables en fonction de l'âge de la plante et des conditions stationnelles.

Nous allons donc insister plus particulièrement sur les critères les plus fiables à notre disposition : la description précise des fleurs et des loges laissées sur les tiges après la chute des graines.

Dans une population de salicornes, il est rare de ne pas trouver au moins quelques tiges fleuries ou fructifiées. Leur observation n'est pas trop difficile à l'oeil nu, sinon tout au plus en utilisant une loupe de botaniste. Elles sont photographiables aisément avec un objectif macro.

Halocnemum et *Arthrocnemum* ne posent pas de problèmes d'identification.

Pour *Sarcocornia*, c'est plus compliqué. Dans un premier temps nous commencerons par décrire les espèces européennes pour pouvoir les comparer avec les populations rencontrées sur les côtes du Sahara océanique ; dans un second temps nous décrirons les «types» sahariens qui diffèrent des espèces décrites en Europe.



Arthrocnemum et *Halocnemum* - Engler A., 1897 - Die natürlichen Pflanzenfamilien

Halocnemum cruciatum (Forssk.) Tod. - 1/3



20230208 Oued Chbika (gps 28.2922,-11.5299)



20191119 FoumDraa (gps 28.6296,-11.0920)

Halocnemum ne se rencontre que dans des sols très salés.

Quand il pousse en mélange avec *Arthrocnemum* dans un milieu où il y a un gradient de salinité :

- *Halocnemum* va des sols très à moyennement salés
- *Arthrocnemum* va des sols moyennement à peu salés

Halocnemum est moins plastique que *Arthrocnemum*. Il est plus localisé. Il est absent de sebkha où on s'attendrait à le voir. Il est possible que, dans son cycle de vie, *Halocnemum* ait besoin de périodes où son milieu est inondé.

Halocnemum cruciatum a deux types de tiges :

- des jeunes tiges stériles qui ressemblent beaucoup à celles des autres salicornes
- des vieilles tiges portant des strobiles fructifères

Halocnemum cruciatum (Forssk.) Tod. - 2/3



Les feuilles sont opposées deux par deux et soudées sur toute leur hauteur. Elles forment des manchons qui recouvrent complètement la tige. Les paires de feuilles successives sont décussées (= décalées de 90°). En partie haute les feuilles sont bordées par une marge transparente. Le sommet de chaque feuille forme une petite pointe.



A l'aisselle de chaque feuille, apparait une ramule qui va se couvrir progressivement de paires de feuilles opposées mais libres entre elles et décalées de 90° par rapport à la précédente et à la suivante. Dans un premier temps on a seulement une paire de feuilles horizontale qui encadre une petite paire de feuilles verticale.



A l'étape suivante les feuilles qui formaient des manchons autour de la tige se dessèchent alors que les ramules continuent de se développer avec des nouvelles paires de feuilles emboîtées les unes dans les autres.

Halocnemum cruciatum (Forssk.) Tod. - 3/3



Les ramules finissent par composer des «strobiles» formés de l'empilement d'une demi-douzaine à une douzaine de paires de feuilles opposées. A l'aisselle de chaque feuille apparaissent alors 3 (5) fleurs ; celle du milieu a la forme d'un trapèze inversé, les latérales sont triangulaires. Les fleurs ont la forme d'une outre percée d'une petite fente qui permet l'émergence de l'étamine et du pistil.



En période aride les feuilles rougissent et peuvent supporter des mois voire des années de sécheresse.

Arthrocnemum macrostachyum (Moric.) K. Koch - 1/3

Arthrocnemum est toujours vert, nous n'avons jamais vu de vieux pieds devenir rouges en vieillissant ou en période aride, comme c'est le cas pour *Halocnemum* et *Sarcocornia*.

1. Jeunes tiges vert-vif de l'année en cours avec une vieille tige fructifiée de l'année précédente.
2. Les tiges plus âgées deviennent vert-glaucue, parfois un peu jaunâtres.
3. Rameaux stériles à gauche et rameaux fleuris à droite.
4. Les fleurs sont petites, insérées par 3 (5) à l'aisselle des feuilles, presque de la même taille. Elles sont protubérantes ce qui est un bon critère pour les distinguer de *Sarcocornia*.
5. Les fruits sont très nettement protubérants.
6. Après la chute des graines il reste une grande loge circulaire légèrement cloisonnée.

Les vieux pieds d'*Arthrocaulon* conservent des tiges fructifiées de l'année passée et peuvent être déterminés à coup sûr à condition d'être averti que la loge circulaire peut être légèrement cloisonnée.

Les jeunes pieds d'*Arthrocnemum* peuvent être confondus avec *Halocnemum* ou *Sarcocornia*.



1 - 20210122 Foug Assaka (gps 29.1338,-10.3982)



4 - 20230214 Lemsid (gps 26.5737,-13.7821)



2 - 20211202 Lemsid (gps 26.5681,-13.7923)



5 - 20191117 Oued Chbika (gps 28.2922,-11.5299)



3 - 20230208 Oued Chbika (gps 28.2922,-11.5299)



6 - 20191120 PN Khnifiss (gps 28.0554,-12.1755)

Arthrocnemum macrostachyum (Moric.) K. Koch - 2/3



Les flores donnent comme critère que la loge d'*Arthrocnemum* ne serait pas cloisonnée. C'est inexact ; la loge d'*Arthrocaulon* est souvent légèrement cloisonnée alors que pour *Sarcocornia* elle est toujours nettement cloisonnée. Cette description imprécise dans les flores est à l'origine de déterminations erronées qui ont fait confondre *Arthrocnemum* avec *Sarcocornia fruticosa*.

Arthrocnemum macrostachyum (Moric.) K. Koch - 3/3
Arthrocnemum meridionalis Est. Ramírez, Rufo, Sánchez Mata & Fuente

Ramirez E. & al., 2019 - *Arthrocaulon meridionalis*, a new species of Mediterranean flora.

Ces deux espèces diffèrent par leur nombre de chromosomes ; *A. meridionalis* est diploïde ($2n=18$) alors que *A. macrostachyum* est tetraploïde ($2n=36$).

Les différences morphologiques et écologiques entre ces deux taxons sont ténues ; la plus notable serait que les feuilles sont aigües et évasées au sommet pour *A. meridionalis*. Cette caractéristique est nette sur les photos de plantes séchées publiées par Ramirez dans son article. Elle est moins flagrante sur le terrain.

En pratique ces deux espèces ne sont pas vraiment différenciables. La question des taxons cryptiques avait été traitée par Kadereit dans un article dont le titre résume bien la conclusion :
Kadereit G. & al., 2012 - Cryptic taxa should have names. Reflections in the glasswort genus *Salicornia* (*Amaranthaceae*).

Au Cap Vert, il existe une troisième espèce, *A. franzi* Sukhor. Sukhorukov A.P. & Nilova M.V., 2016 - A new species of *Arthrocnemum* with a revised characterization of the genus

Nous l'avons cherchée en Mauritanie, mais les plantes que nous avons trouvées ont été déterminées par Sukhorukov comme *A. macrostachyum* (comm. pers.)

La détermination des *Arthrocnemum* sur le terrain reste une affaire de spécialistes !



Tunisie 20190101 - LaLouza (gps 35.07,11.02)

Deux critères qui permettent de distinguer *A. meridionalis* sur le terrain :
- l'apex aigu des feuilles fraîches
- l'évasement des feuilles sèches

Sarcocornia fruticosa (L.) A.J. Scott - 1/3

Sarcocornia fruticosa est une espèce qui a fait et fait toujours l'objet de confusions.

Linné avait créé une *Salicornia fruticosa* qui a été interprétée au XIXe siècle par Moquin-Tandon et d'autres comme étant ce que nous appelons aujourd'hui *Arthrocnemum*. Au XXe elle a été réinterprétée comme ce que nous appelons aujourd'hui *Sarcocornia*.

Ces deux espèces se ressemblent beaucoup et peuvent vivre côte à côte dans les mêmes milieux halophiles, plus ou moins près de l'eau. Ce sont des buissons de 0.5 à 1.5m de diamètre.

On trouve dans les clefs deux critères pour les différencier :

- le sinus des feuilles soudées
- la forme des loges des graines.

Ces deux critères sont peu fiables et conduisent à des déterminations erronées. Il suffit de regarder les plantes classées sous ces deux noms dans inaturalist.org pour s'en rendre compte.

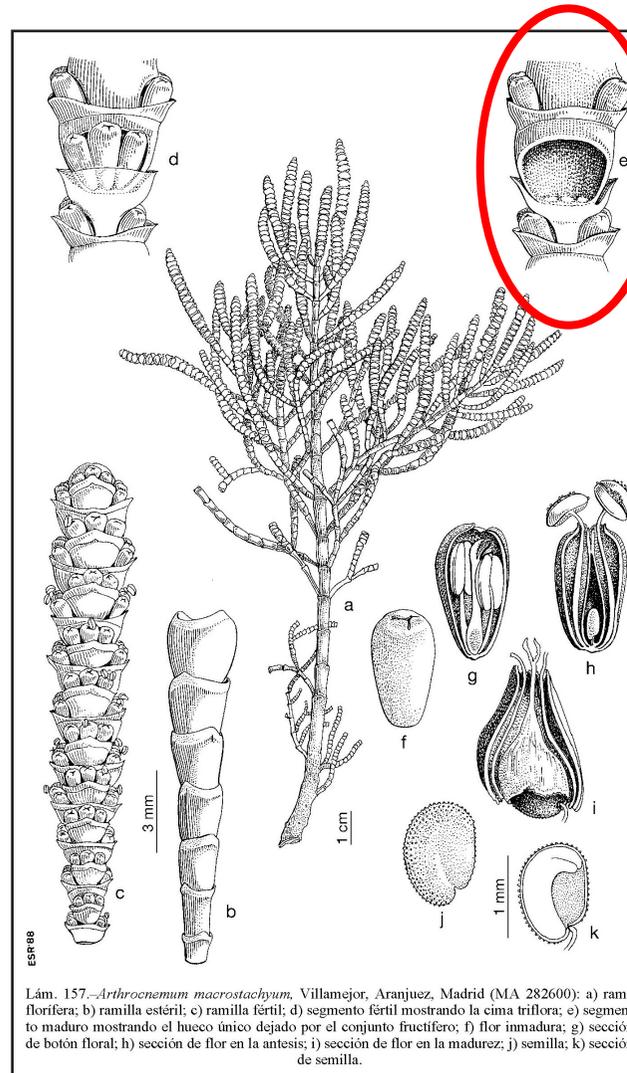
Nous avons observé que le sinus pouvait être présent ou absent aussi bien pour *Arthrocnemum macrostachyum* que pour *Sarcocornia pruinosa*.

Quant au critère sur la forme de la loge d'*Arthrocnemum*, il est présent dans beaucoup de flores et pourtant trop peu précis pour être utilisable à coup sûr.

Pour *Sarcocornia* on a toujours trois loges nettement distinctes avec une cloison bien nette qui sépare l'emplacement de chaque fleur.

Pour *Arthrocnemum*, il y a une seule grande loge ; le plus souvent aucune cloison ne sépare les 3 fleurs, mais parfois une petite cloison existe et des pieds à loge cloisonnée d'*Arthrocnemum* peuvent être confondus avec *Sarcocornia*.

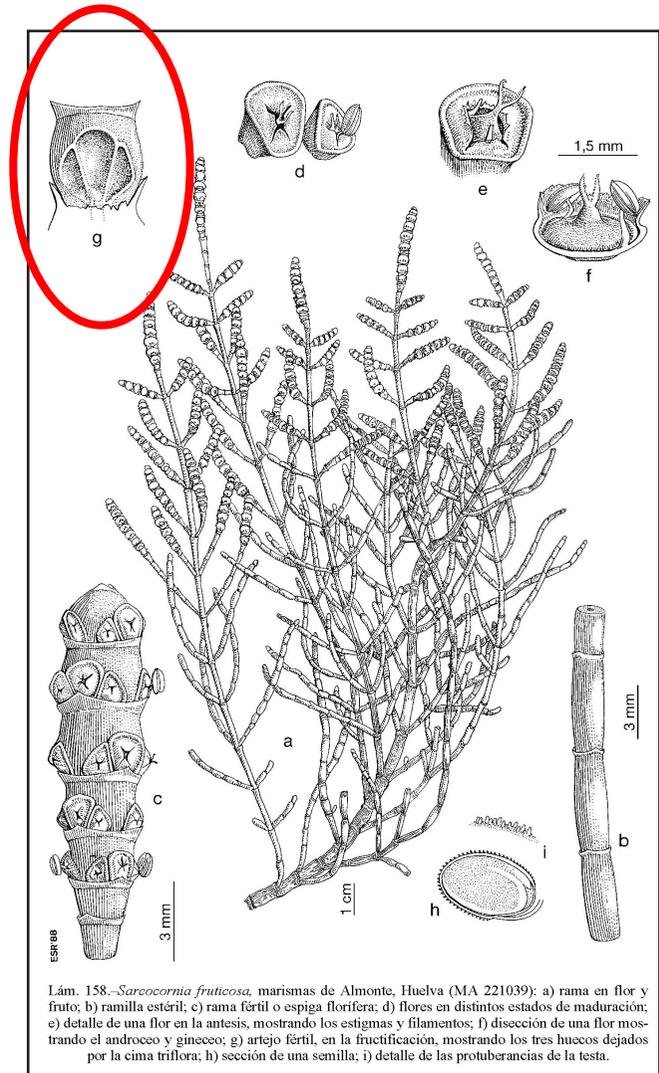
Nous avons eu beaucoup de mal à nous dépêtrer de ces confusions ; nous croyons y être arrivés et pouvoir fournir des éléments fiables pour faire une clef utilisable sur le terrain.



Arthrocnemum macrostachyum dans Flora iberica

Le dessin de la loge peut induire en erreur ; certain pieds d'*Arthrocnemum* ont une loge non cloisonnée, mais d'autres ont une loge légèrement cloisonnée.

Ces pieds d'*Arthrocnemum* à loge cloisonnée ont pu être déterminés par erreur comme des pieds de *S. fruticosa* !



Sarcocornia fruticosa dans Flora iberica

Ce que Flora iberica appelle *S. fruticosa* a été scindé en deux taxons, *S. pruinosa* à l'ouest et *S. lagascae* à l'est de la péninsule ibérique. Le dessin de Flora Iberica représente un spécimen d'Almonte (Huelva) MA221039 qui correspond à *S. pruinosa*.

Sarcocornia fruticosa dans les étangs de la côte languedocienne, là où elle été décrite - 2/3

Nous n'avons pas trouvé sur Internet le type de *S. fruticosa*, par contre nous savons que Linné la décrivait comme une plante originaire de Montpellier et nous en avons trouvé des photos dans [inaturalist.org](https://www.inaturalist.org)



inaturalist 105769000-b la-petite-planete F34 Balaruc.jpg

S. fruticosa forme des buissons dans les milieux halophiles. En Europe elle rougit en hiver alors que *Arthrocnemum* reste vert.



inaturalist 137717388-a
augustinsoulard Port-Saint-Louis

Tiges couvertes de fleurs dont les stigmates sont sortis.

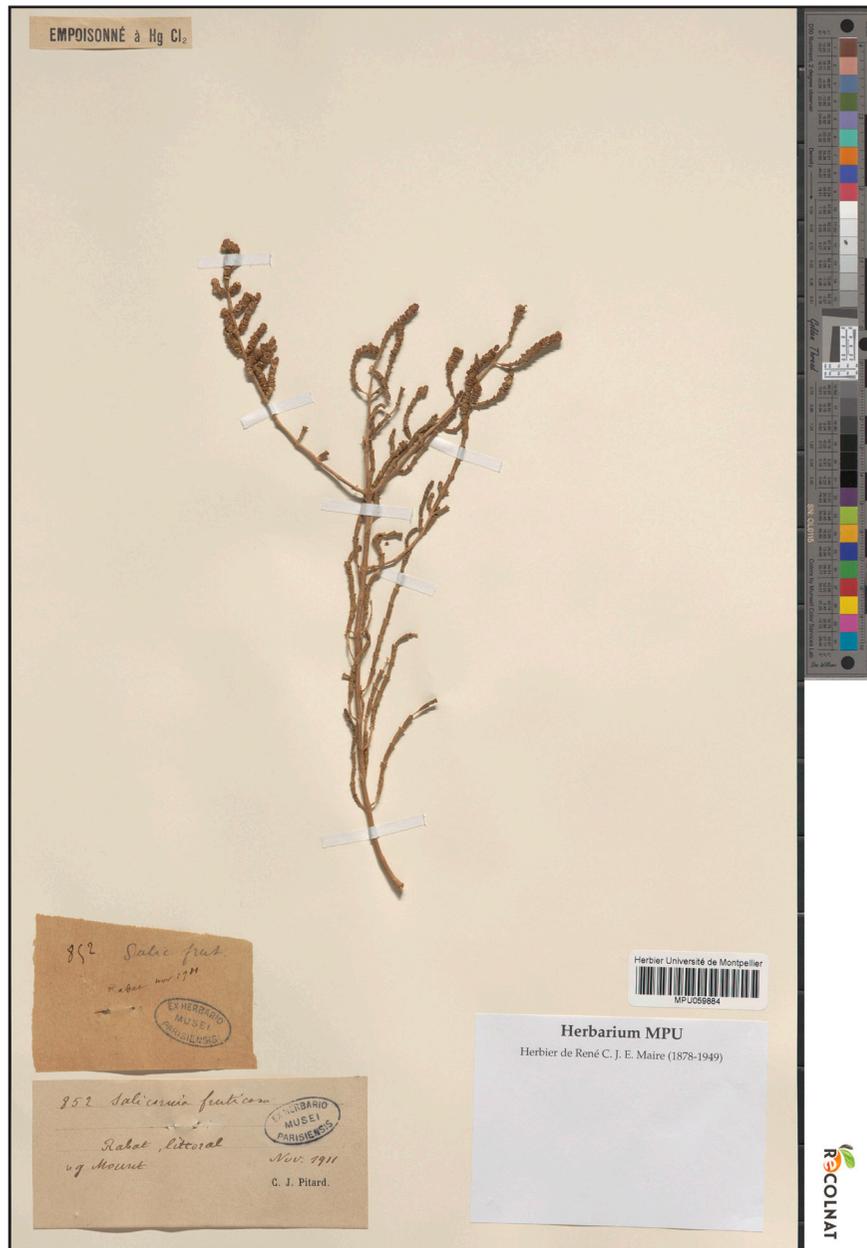
S. fruticosa fleurit en automne alors que *Arthrocnemum* fleurit au printemps.



inaturalist 105769000-a
la-petite-planete F34 Balaruc.jpg

Tiges fructifiées en hiver.

Sarcocornia fruticosa dans les herbiers - 3/3



Cette part de Rabat serait aujourd'hui déterminée comme *Sarcocornia alpini*

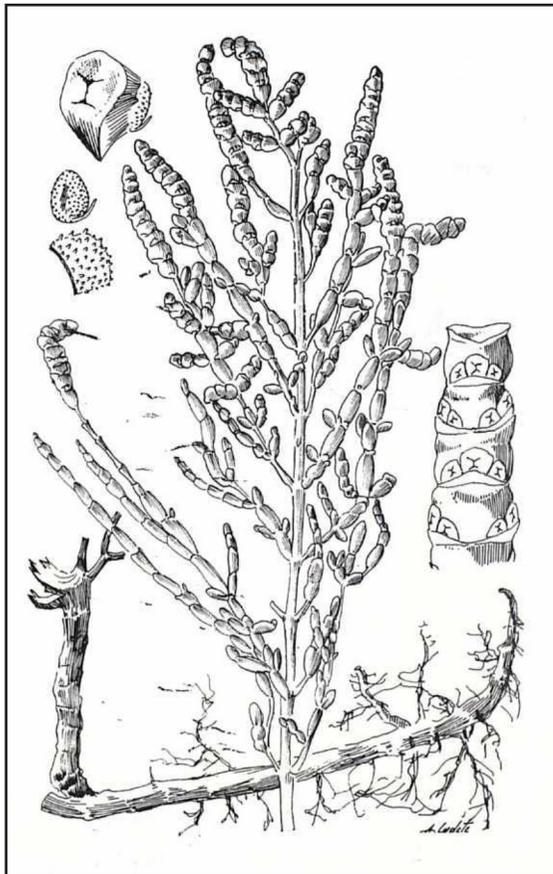


Cette part du Souss serait aujourd'hui déterminée comme *Sarcocornia alpini*

Sarcocornia pruinosa Fuente, Rufo & Sánchez-Mata - 1/10

Sarcocornia pruinosa a été décrite par Fuente, Rufo et Sánchez-Mata dans leur article de 2013 pour distinguer les plantes des côtes atlantiques de l'Algarve et de l'Andalousie occidentale de celles des rives méditerranéennes plus à l'Est.

S. pruinosa recouvre donc des plantes qui ont été nommées *S. fruticosa* jusqu'en 2013.



Sarcocornia pruinosa (sub *S. fruticosa*),
in *Flora vascular de Andalucia occidental*
(Benito Valdés, Salvador Talavera,
Emilio Fernández-Galiano, 1987)

Sarcocornia pruinosa Fuente, Rufo and Sanchez-Mata sp. nova

...
Perennial woody subshrub up to 50 cm tall. Erect. Stems and main branches woody, terete and erect. Secondary branches erect or ascending usually with several regularly decussate ramifications. Segments strongly succulent, usually cylindrical, occasionally barrel shaped, glaucous-green becoming purplish in fruit. Old segments become corky. Occasionally decumbent branches rooting at basal nodes.

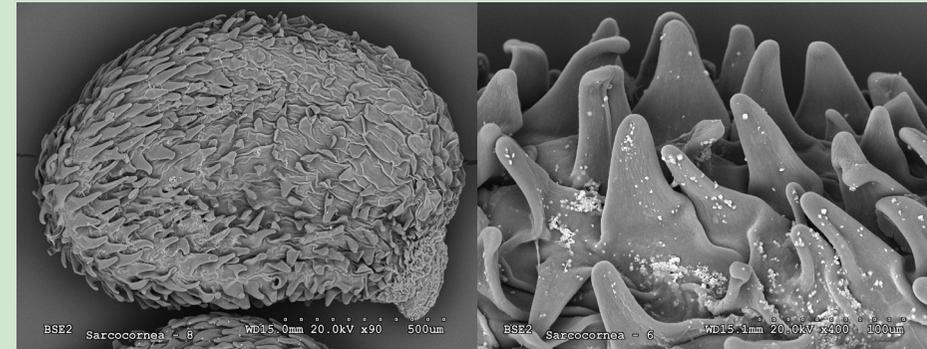
Opposite amplexicaul scale-like leaves, fused to form a collarlike segment, with a membranaceous hyaline margin 0.2mm wide with an obtuse apex. Inflorescence 2.5–3mm wide, spicate, terminal and lateral, segmented; each fertile segment composed of two 3-flowered cymes, far from the upper segment, decussate, immersed in the pair of opposite scale-like bracts, arising from the node above.

Membranaceous pericarp adhered to the seed until maturity.

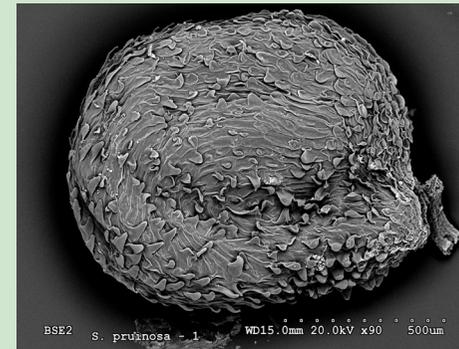
Vertical brownish and elliptical seeds 1.2–1.4mm of long and 0.8–1mm wide. The surface of the seed exotesta is pubescent, covered all over with dense hairs.

Seed indumenta of short, patent and erect hairs, 39–67 μ long and 20–34 μ wide, with a clear broadened base and with a wide and obtuse apex. ...

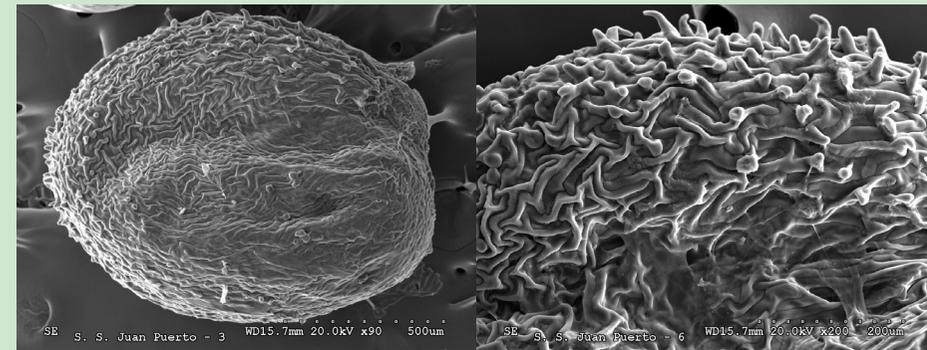
In the Iberian Peninsula ... it occurs in low and middle intertidal zones subjected to regular and partial flooding by daily tides.



Pointe d'Arçay (France)



Figueira da Foz,
marismas Rio Mondego,
29TNE1114
(Portugal)



Huelva: San Juan del Puerto, 29SPB9230 (Espagne)

Extrait de la diagnose de *Sarcocornia pruinosa* : V. De la Fuente & al. (2013)

Sarcocornia pruinosa sur les côtes atlantiques ibériques - 2/10



20191010 Ria Formosa (gps 37.0330,-7.8212) à la limite de la laisse de haute mer



20191011 Marismas del Odiel (gps 37.2501, -6.9665) sur les berges d'un bassin d'un ancien marais salant

Sarcocornia pruinosa sur les côtes atlantiques ibériques - 3/10



20191009 Praia da Amoreira (gps 37.3441,-8.8374)



20191014 El Rompido (gps 37.2198,-7.1360)

Sarcocornia pruinosa sur les côtes atlantiques ibériques - 4/10



Sarcocornia pruinosa sur les côtes atlantiques ibériques - 5/10



PN Ria Formosa (gps 37.0330,-7.8212)



El Rompido (gps 37.2198,-7.1360)



Praia Da Amoreira (gps 37.3441,-8.8374)

Ces photos ont été prises en Algarve et en Andalousie dans la zone où a été décrite *S. pruinosa*.

La couleur est mate, et passe du vert vif au rouge sombre avec le temps.

Les articles sont pour la plupart moins hauts que larges.

La fleur centrale est un peu plus grande que les latérales et n'atteint pas la marge de la feuille supérieure.

Les feuilles ont une marge scariée bien nette.

Sarcocornia pruinosa : sur les côtes du Sahara océanique - 6/10



20191119 Fougues du Draa (gps 28.6296,-11.0920) *S. pruinosa* domine la berge du Draa



20191119 Fougues du Draa - un vieux pied déchaussé par une crue



20230210 PN Khnifiss (gps 28.0339,-12.2356) *S. pruinosa* domine la sansouire



20230209 PN Khnifiss - un pied isolé à la limite de la laisse de haute mer

Sarcocornia pruinosa : sur les côtes du Sahara océanique - 7/10



Sarcocornia pruinosa : sur les côtes du Sahara océanique - 8/10



20191118 Foug Draa

Sarcocornia pruinosa : sur les côtes du Sahara océanique - 9/10



20211216 Foug Draa

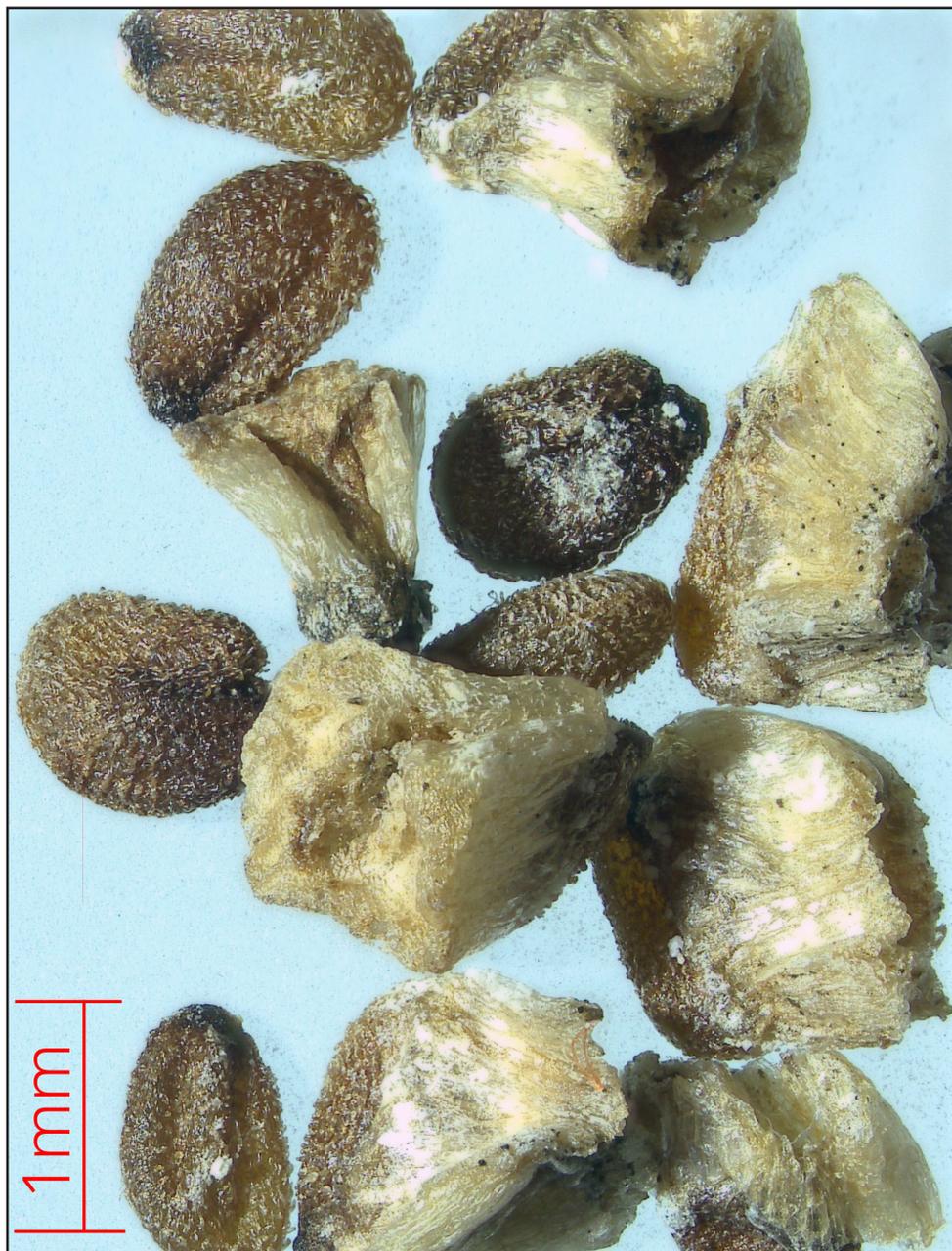


20230209 PN Khnifiss



20230209 PN Khnifiss

Sarcocornia pruinosa : sur les côtes du Sahara océanique - 10/10



20230209 PN Khnifiss, touradons exondés - binoculaire x20



20230209 PN Khnifiss, touradons exondés - binoculaire x30

Sarcocornia perennis (Miller) A.J. Scott - 1/10

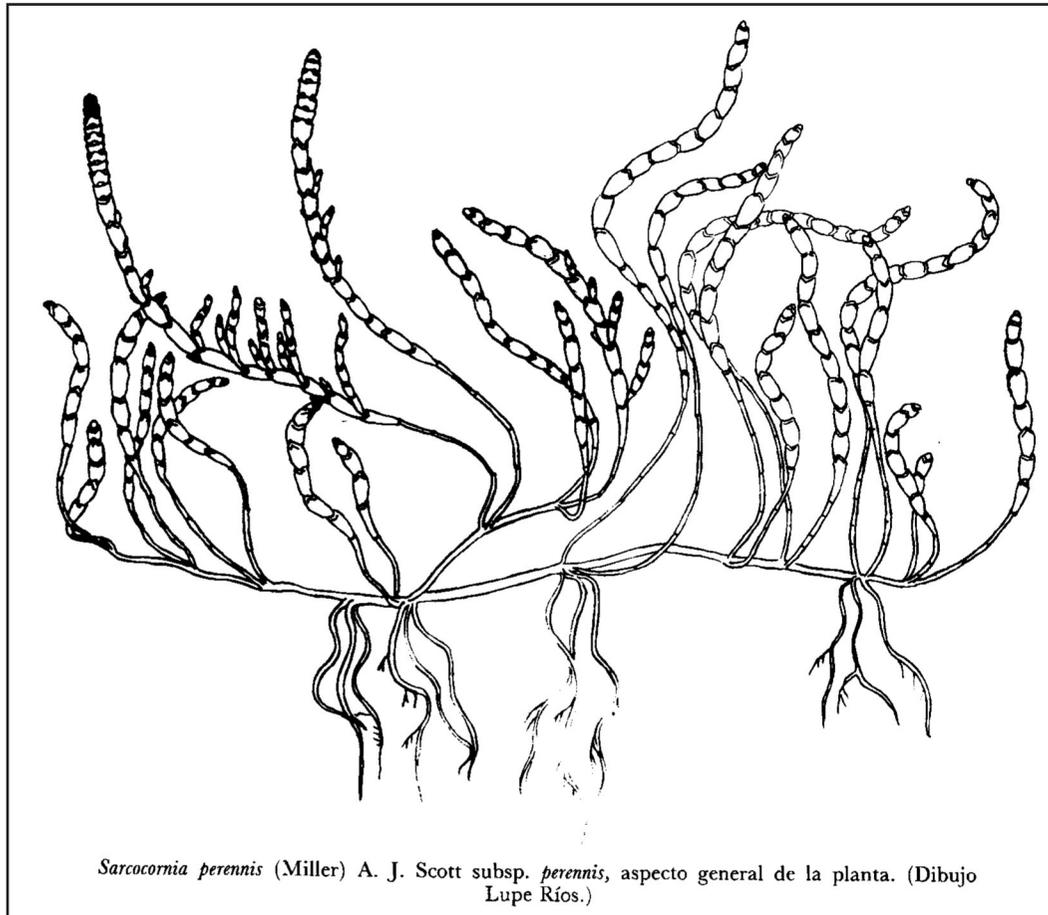
Sarcocornia perennis est un nom autour duquel il y a eu beaucoup de confusions car il a servi à désigner des plantes basses recouvertes par la marée aussi bien que des plantes buissonnantes vivant loin de l'eau.

Castroviejo (1980) pour l'Espagne a scindé l'espèce entre d'une part *S. perennis* pour les plantes basses recouvertes par la marée et *S. [perennis subsp.] alpini* pour les plantes plus hautes.

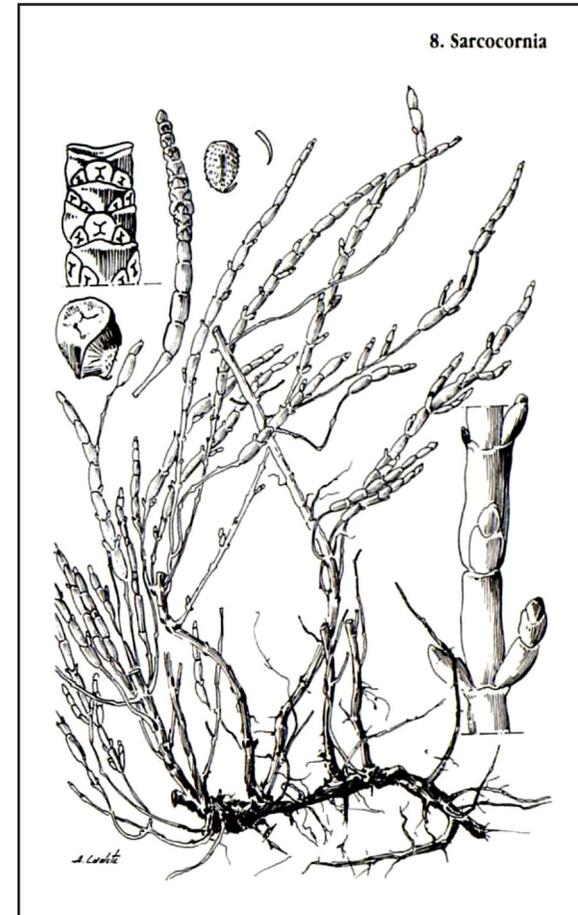
Par contre les botanistes anglais ne font pas cette distinction et regroupent sous *S. perennis* des plantes variées : <https://plantatlas2020.org/atlas/2cd4p9h.fyx>

Les botanistes des Iles Canaries ne font pas non plus la différence : www.biodiversidadcanarias.es/biota/especie/F00276.

L'étude de référence pour *S. perennis* :
Davy, 2006 - *Biological Flora of the British Isles* : *Sarcocornia perennis* Miller A J Scott in *Journal of Ecology*

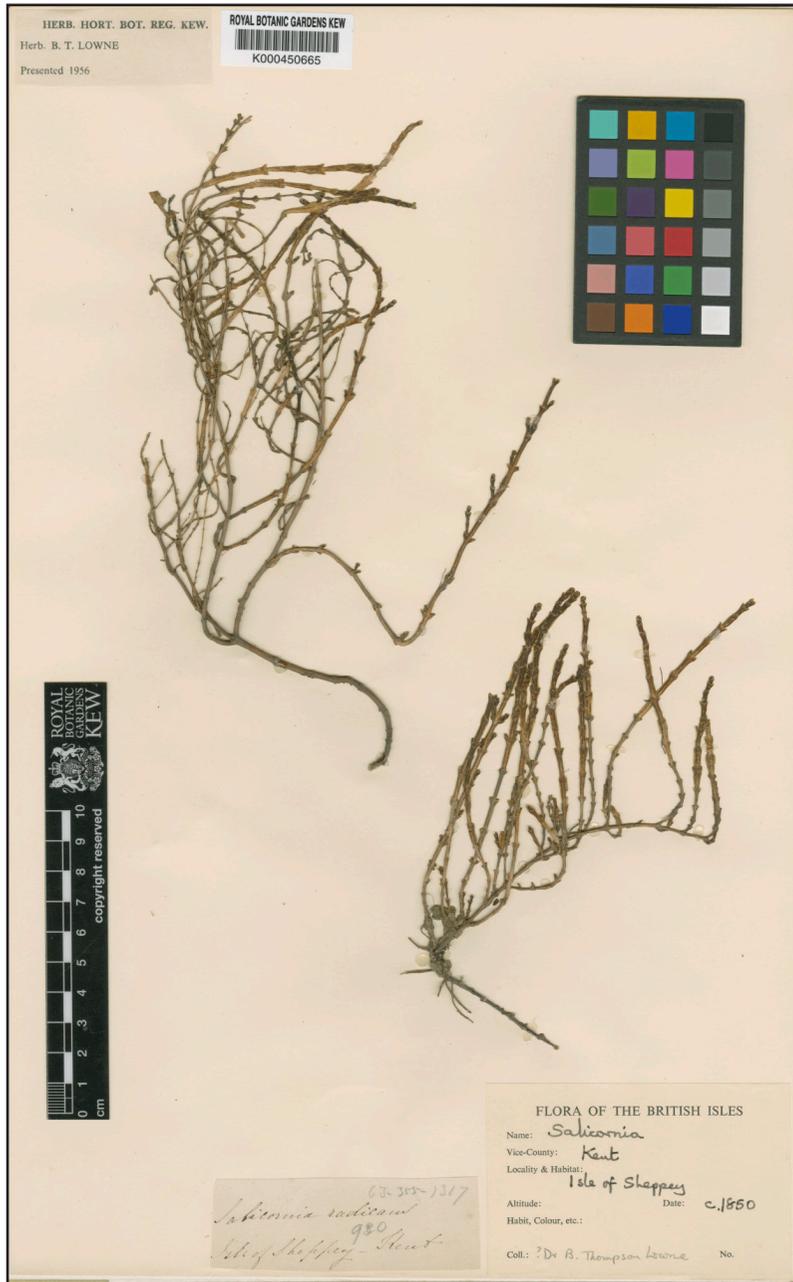


Dessin extrait de Castroviejo S. & Coello P., 1980 - *Sarcocornia*



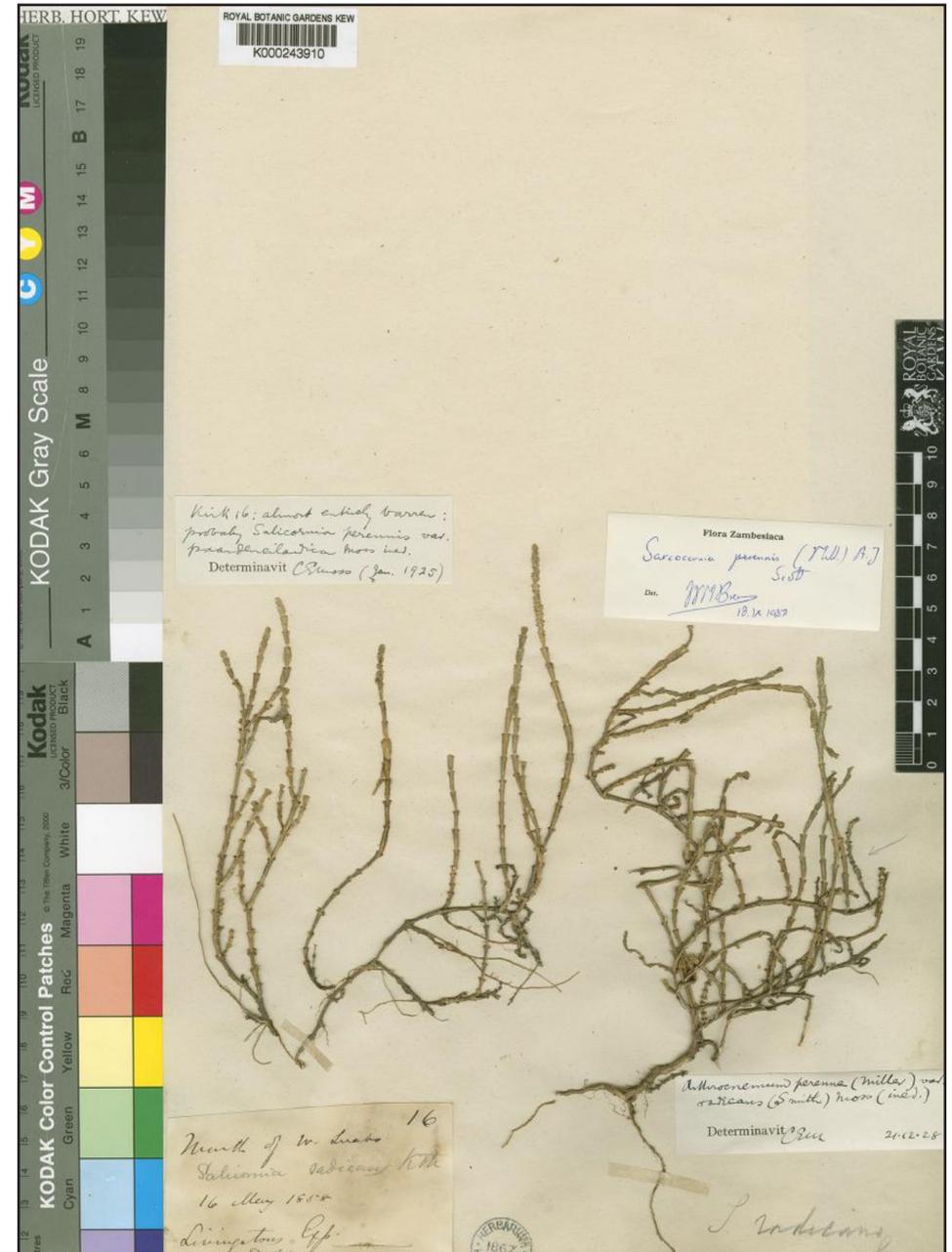
Sarcocornia perennis subsp. *perennis*
in *Flora vascular de Andalucía occidental*

Sarcocornia perennis (Miller) A.J. Scott - 2/10



Neotype de *Sarcocornia perennis* Miller - Kew K000450665

Guillo A. & al., 2011 - Nomenclatural notes on *Sarcocornia perennis*



Sarcocornia perennis var. *paardenellandica* - côtes de l'Angola - Kew K000243910

Sarcocornia perennis (Miller) A.J. Scott - 3/10***Sarcocornia perennis*** (Miller) A.J. Scott

...

Perennial subshrubs, creeping prostrate to decumbent subshrubs with radicate habit, forming mats of 1m or more in diameter.

Main branches are woody, prostrate, flexible and terete rooting at the nodes. Secondary branches usually erect or ascending with no or few lateral ramifications, segments cylindrical or barrel shaped, strongly succulent, terete and bright green, becoming red or brownish.

Opposite amplexicaul scale-like leaves, fused to form a collar-like segment, with a membranaceous/scariosus hyaline margin 0.3mm wide with a subacute to acute apex not or slightly keeled.

Inflorescence 3–4mm wide; flowering segments wider than the vegetative segments below.

Each fertile segment composed of two 3-flowered cymes, close to the upper segment, decussate, immersed in the pair of opposite scalelike bracts, arising from the node above, fused to form a segment with a membranaceous/scariosus hyaline margin 0.3mm wide with an obtuse apex.

Membranaceous pericarp adhered to the seed until maturity. Vertical and elliptical seeds 1.3–1.5mm long and 0.8–1mm wide. The surface of the seed exotesta is pubescent, covered with sparse hairs all over the seed; seed indumenta of patent, erect, long and fine hairs, sometimes hooked, slightly broadened at the base, 53–109 μm long and 18–28 μm wide.

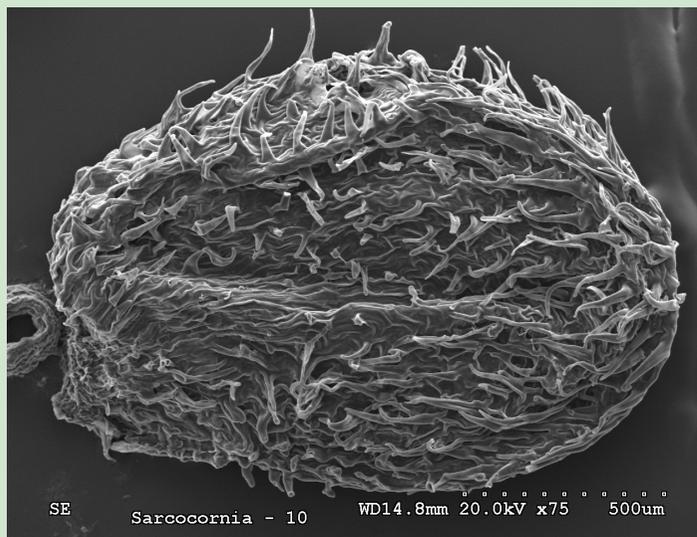
2n = 18, 27 ...

Distribution and ecology. Atlantic-European biogeographical territories (Great Britain, France, Portugal and Spain)...

It always occurs in salt marshes reached by tides where it is limited to the first belt of tidal zones, or slikke and similar.



Sarcocornia perennis - France, Les Sables-d'Or



Sarcocornia perennis - Spain, Huelva: Río Piedras marsh, El Rompido, 29SPB6122



Sarcocornia perennis (Miller) A.J. Scott en Grande-Bretagne - 4/10



Photos plantatlas2020.org Rob Still - Chris Gibson - 2cd4p9h.fyx-2-1920w

Salicornia = *Sarcocornia perennis* a été décrit à partir de plantes du Sud de l'Angleterre.

Ces photos sont issues du projet plantatlas2000 initié par la Botanical Society of Britain & Ireland. On peut considérer qu'elles font autorité sur le plan scientifique.

Sarcocornia perennis est une plante basse, elle pousse dans la zone de balancement des marées. Ses épis sont courts, de l'ordre d'un dizaine de centimètres ; la tige est ligneuse ; les épis sont dressés lorsque la plante est hors de l'eau ; la couleur varie du vert vif à l'orangé et au rouge sombre au fil des saisons.



***Sarcocornia perennis* (Miller) A.J. Scott au Portugal - 5/10**

Costa & al., 1996 - A vegetação do parque natural da Rio Formosa

Sarcocornio perennis-Puccinellietum convolutae

Esta nova comunidade, é uma associação paucispecífica, dominada pelo pequeno caméfito *Sarcocornia perennis* ssp. *perennis*, que não ultrapassa 25 cm de altura acompanhada da espécie mediterrânica *Puccinellia convoluta* e está sujeita diariamente ao fluxo diário das marés ficando totalmente submersa ...

Na Ria Formosa ocupa, normalmente, a posição mais baixa de todas as associações da classe, aparecendo frequentemente logo a seguir ao *Spartinetum maritimae*, pode, no entanto, surgir algumas vezes no interior do *Halimiono portulacoidis-Sarcocornietum alpini*, mas aí encontra-se em depressões e o solo está sempre coberto por uma camada superficial de água.

[Cette nouvelle communauté est une association paucispécifique, dominée par le petit chaméphyte *Sarcocornia perennis* ssp. *perennis*, qui ne dépasse pas 25 cm de hauteur accompagné de l'espèce méditerranéenne *Puccinellia convoluta* et est soumis au flux quotidien des marées et est complètement immergé...]

Dans la Ria Formosa, il occupe normalement la position la plus basse de toutes les associations de la classe, apparaissant fréquemment juste après le *Spartinetum maritimae*, il peut cependant parfois apparaître à l'intérieur du *Halimiono portulacoidis-Sarcocornietum alpini*, mais là, il se trouve dans les dépressions et le sol est toujours recouvert d'une couche superficielle d'eau.]



20191010 PN Ria Formosa (gps 37.0330,-7.8212)



20191009 Praia Da Amoreira (gps 37.3441,-8.8374)

A gauche un milieu de rive recouverte par les marées. *S. perennis* forme un ourlet plus élevé que les herbiers de *Spartina maritima*.

Au dessus une dépression argileuse dans un peuplement dense de *Halimione portulacoides*.

Dans ses deux biotopes, *S. perennis* est une plante basse, traçante, avec des rameaux terminaux à tige lignifiée et érigée.

Sarcocornia perennis (Miller) A.J. Scott dans le Nord du Maroc - 6/10



20211229 Oualidia (gps 32.7500,-9.0274) Les tiges sont lignifiées et semi-rigides, érigées au centre et prostrées sur les bords

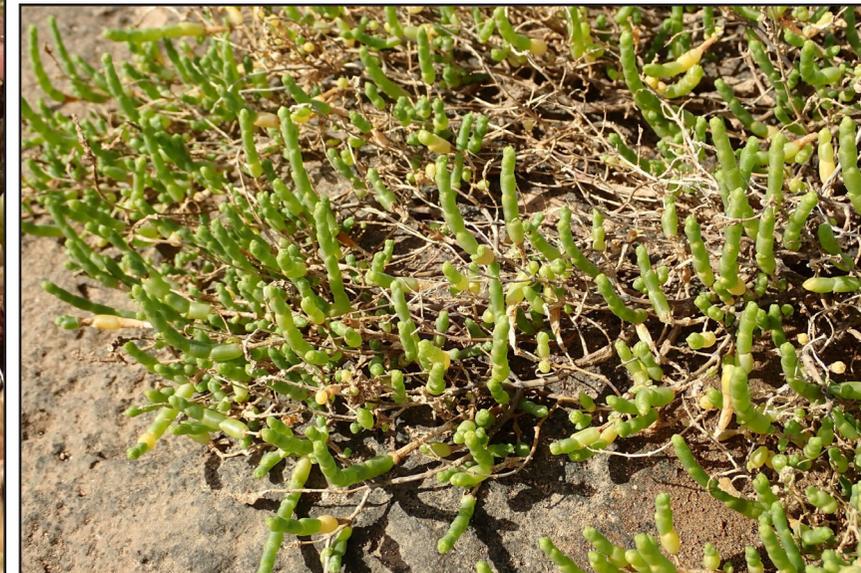
Sarcocornia perennis (Miller) A.J. Scott sur l'île de Lanzarote - Canaries - 7/10



inaturalist 151967894 Ester Serrao Lanzarote



inaturalist 151968249 Ester Serrao Lanzarote



inaturalist 255968500 Dirk Mezger Lanzarote

Ici encore *S. perennis* est une plante basse, traçante, aux rameaux terminaux lignifiés et érigés

Sarcocornia perennis (Miller) A.J. Scott dans la Baie de Dakhla - 8/10



20230219 Baie de Dakhla (gps 23.8131, -15.7255)

Sur cette plage deux «types» de salicornes vivaces coexistent dans la zone de balancement des marées.

Sur la vasière, une petite salicorne rouge, traçante, avec des tiges peu ramifiées, lignifiées et érigées.

Sur un banc de sable, une salicorne plus haute, vert vif, avec des tiges très ramifiées.



Si elles avaient poussé séparément, on aurait pu trouver des arguments pour déterminer chacune de ces plantes soit comme *S. perennis* soit comme *S. alpini*.

Mais elles sont ici assez différentes pour qu'on les distingue au niveau spécifique.



Il faut alors déterminer la plante basse comme une station claire de *S. perennis*.

Et déterminer la plante haute comme une population de jeunes pieds de *S. alpini*.

[Dans une situation similaire, nous avons fait le choix inverse au Foug Assaka ; une confirmation en laboratoire serait nécessaire]

Sarcocornia perennis (Miller) A.J. Scott dans la Baie de Dakhla - 9/10



20230219 Baie de Dakhla (gps 23.8131, -15.7255)

Sarcocornia perennis (Miller) A.J. Scott dans la Baie de Dakhla - 10/10



Sarcocornia cf perennis : 1/10

Nous avons cherché dans les pages précédentes à avoir une image la plus précise possible de *Sarcocornia perennis stricto sensu* avant de statuer sur la petite salicorne jaune que nous avons nommée jusqu'ici *Sarcocornia cf perennis* et pour laquelle trois hypothèses sont possibles :

- forme stationnelle de *S. perennis*
- sous espèce de *S. perennis*
- nouvelle espèce endémique des côtes africaines à décrire

Nous avons pu observer cette plante à Khnifiss, Dakhla et Cintra. C'est une espèce qui s'installe sur les bancs de sable recouverts par la marée. Ses populations apparaissent et disparaissent au gré des remaniements de ces bancs de sable par les grandes marées.

Elle est aussi présente dans les parties inondées des sansouires de la lagune Naila à Khnifiss. C'est sans doute un milieu plus stable ... tant que l'entrée de la lagune reste ouverte.

Nous ne l'avons pas observée au Banc d'Arguin, mais la Baie de Nouhadibou est immense et nous n'en avons prospecté qu'une toute petite partie.

Par son écologie cette «salicorne amphibie» ressemble à certaines populations de *Sarcocornia perennis*, mais sa morphologie est différente.



20230221 Baie de Cintra (gps 23.0852, -16.2032)

Sarcocornia cf perennis : 2/10



20230209 PN Khnifiss (gps 28.0339,-12.2356)



20170223 Baie de Dakhla (gps 23.895788,-15.712219)



20230221 Baie de Cintra (gps 23.0852, -16.2032)



Sarcocornia cf perennis : 3/10



20170223 Baie de Dakhla (gps 23.895788,-15.712219)

A Khnifiss comme à Ria Formosa deux milieux sont colonisés :

- les plages et vasières dans la zone de balancement des marées
- les dépressions au coeur des populations de *Halimione portulacoides*



Sarcocornia cf perennis : 4/10



Sarcocornia cf perennis : 5/10



Sarcocornia cf perennis : 6/10



Sarcocornia cf perennis : 7/10



Sarcocornia cf perennis : 8/10



Sarcocornia cf perennis : 9/10



20230209 PN Khnifiss



20230209 PN Khnifiss



20170223 Baie de Dakhla



20230221 Baie de Cintra

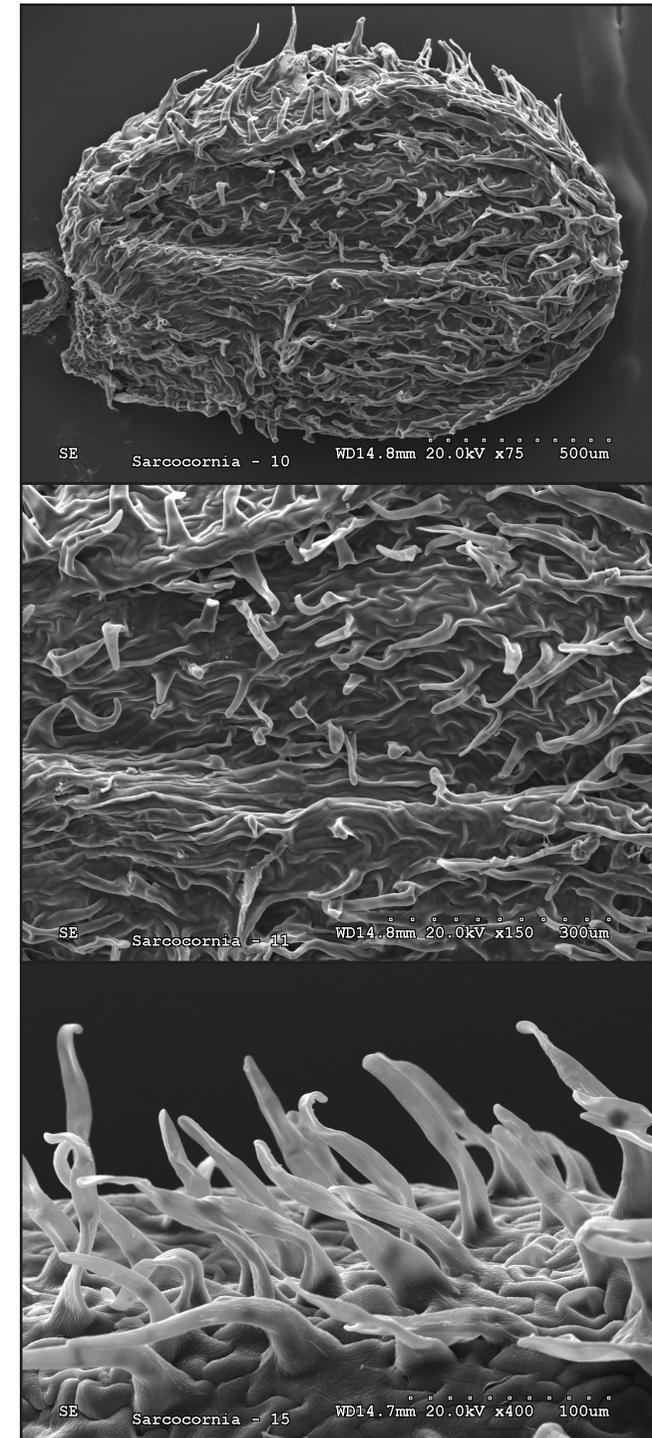
Sarcocornia cf perennis : 10/10



Sarcocornia cf perennis - Loupe trinoculaire x30

Il est difficile de comparer des photos prises en microscopie optique et en microscopie électronique.

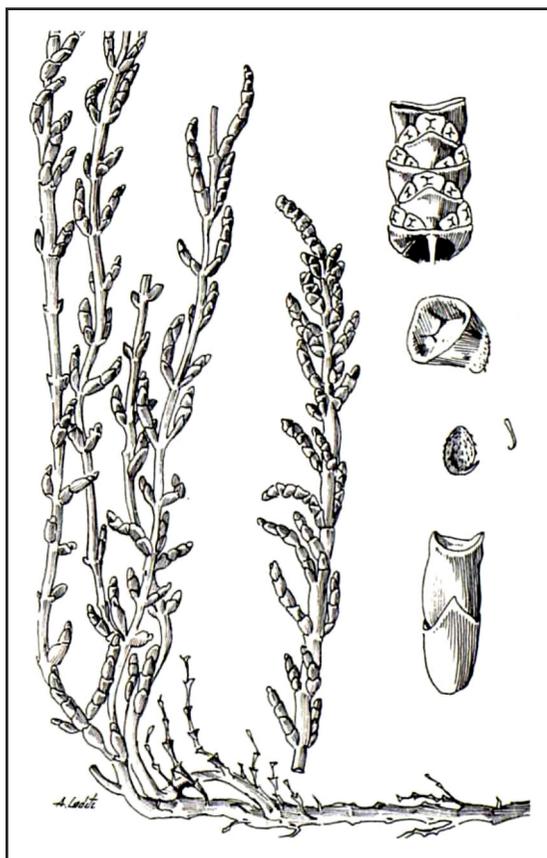
La microscopie optique rend bien compte des variations de couleur et de matière, mais sa résolution est inférieure à celle de la microscopie électronique. Les poils fins appliqués sur la graines peuvent ne pas être visibles.



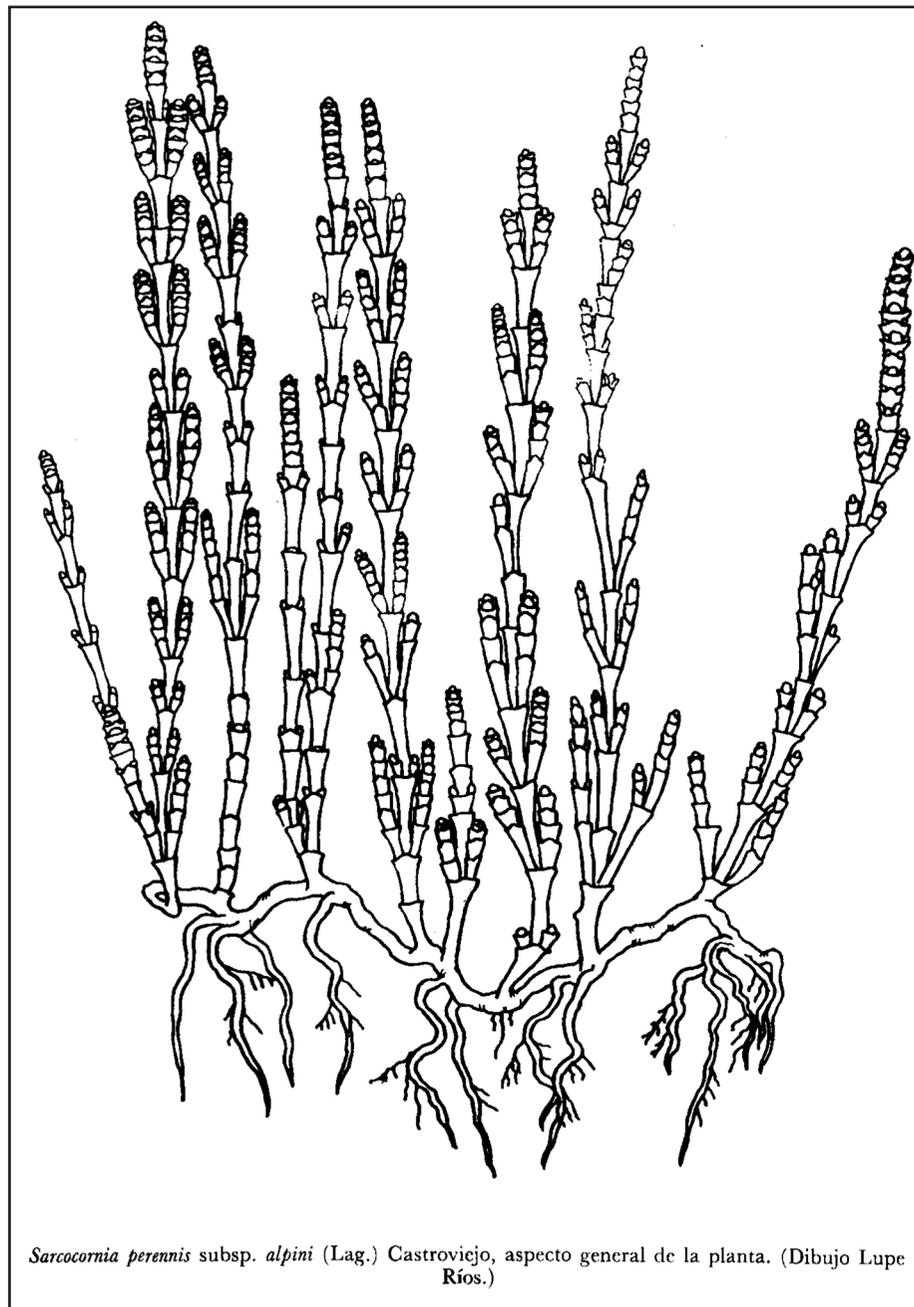
S. perennis - SEM V. de la Fuente - Spain, 29SPB6122

Sarcocornia alpini (Lag.) Rivas Mart. \equiv *Sarcocornia perennis* subsp. *alpini* (Lag.) Castrov. - 1/7

Sarcocornia alpini est une plante difficile à cerner car la plupart des planches d'herbier ou des photos où elle est potentiellement présente ont nommées *S. perennis* ou *S. fruticosa* jusqu'en 1984.

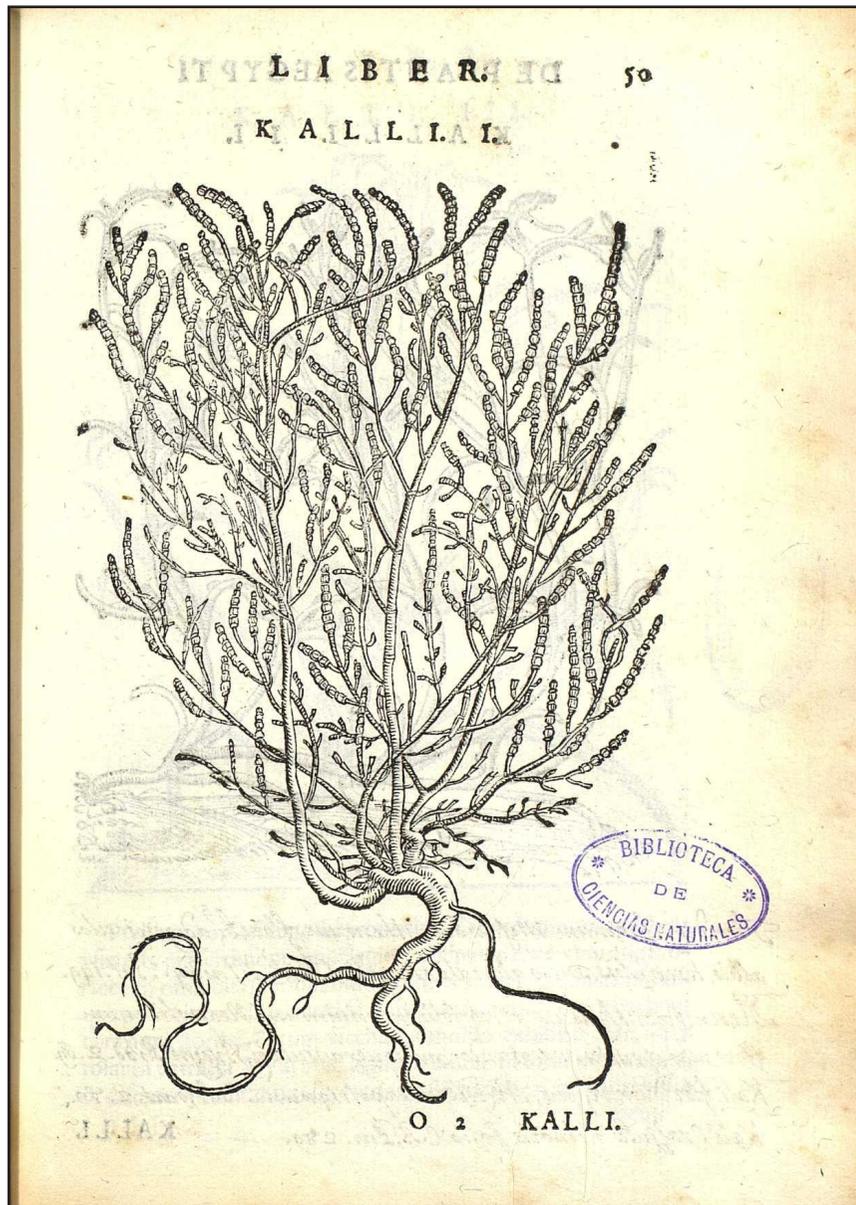


Sarcocornia perennis subsp. *alpini*
in *Flora vascular de Andalucía occidental*

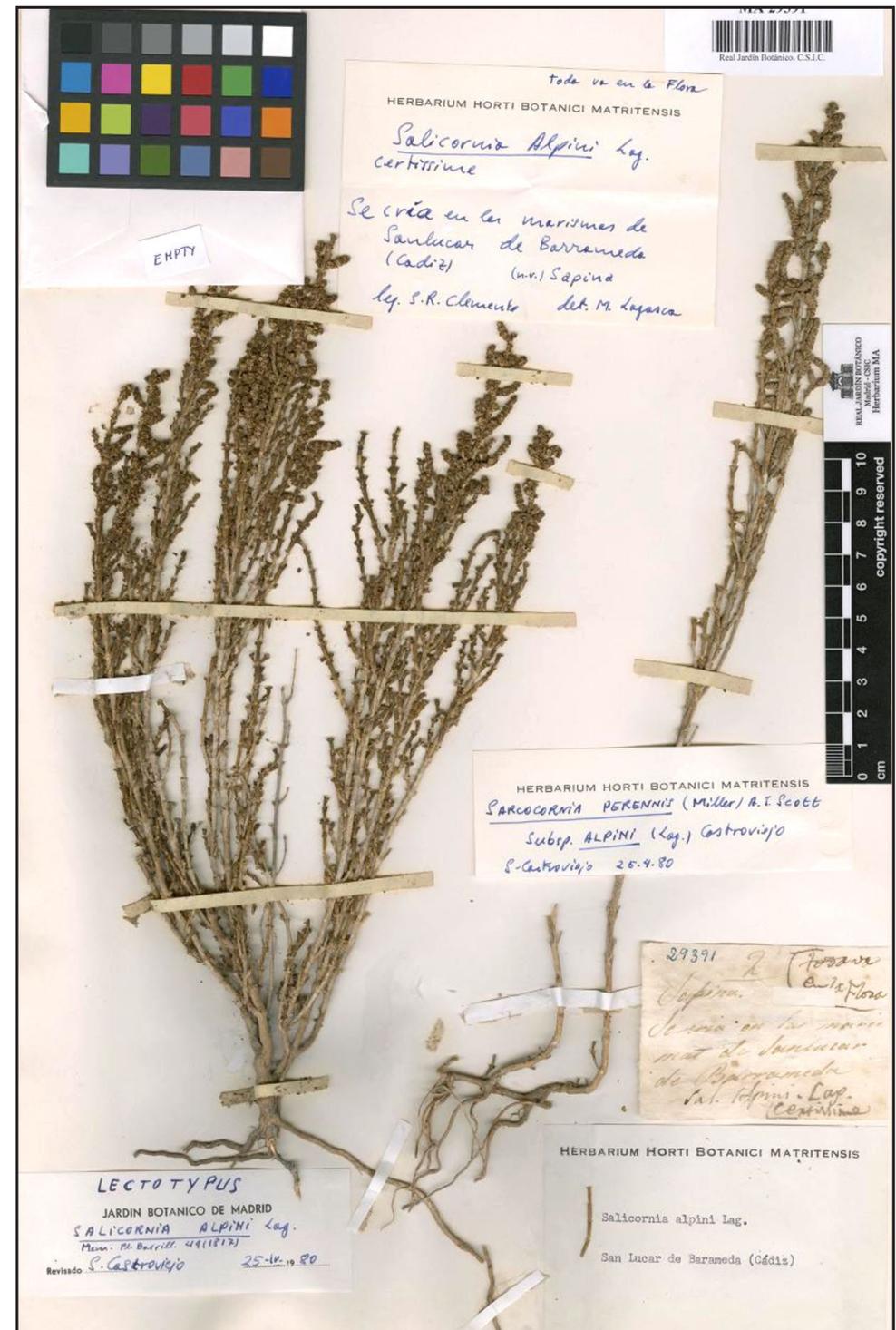


Sarcocornia perennis subsp. *alpini* (Lag.) Castroviejo, aspecto general de la planta. (Dibujo Lupe Ríos.)

Sarcocornia alpini (Lag.) Rivas Mart. - 2/7



Sarcocornia alpini a été nommé par le botaniste espagnol Lagasca en hommage au botaniste de la Renaissance Prosper Alpino qui a publié ce dessin dans le *De plantis aegypti liber* [le livre des plantes d'Egypte] publié à Venise en 1592.



Sarcocornia alpini (Lag.) Rivas Mart. - 3/7*Sarcocornia alpini* (Lag.) Rivas Mart.

...

Perennial subshrub up to 50 cm tall, with erect to prostrate habit.

Main branches woody and terete, secondary branches erect or strongly ascending segments.

Succulent, usually cylindrical, green becoming red or brownish.

Opposite amplexicaul scale-like leaves, fused to form a cup-like segment, with a membranaceous hyaline margin 0.3mm wide with an acute and keeled apex. Inflorescence 2.5–4mm wide, spicate, terminal and lateral, segmented; each fertile segment composed of two 3-flowered cymes close to the upper segment, decussate, immersed in the pair of opposite scale-like bracts, arising from the node above.

Fleshy perianth formed of four fused tepals, becoming spongy in fruit. Fruit an achene.

Membranaceous pericarp adhered to the seed until maturity. Vertical and elliptical seeds 1.0–1.4mm long and 0.7–1.0mm wide.

The surface of the seed exotesta is pubescent, densely covered all over with dense appressed long and fine hairs with an obtuse apex all over the seed, 53–125 μm long and 16–28 μm wide. Presence of forked hairs.

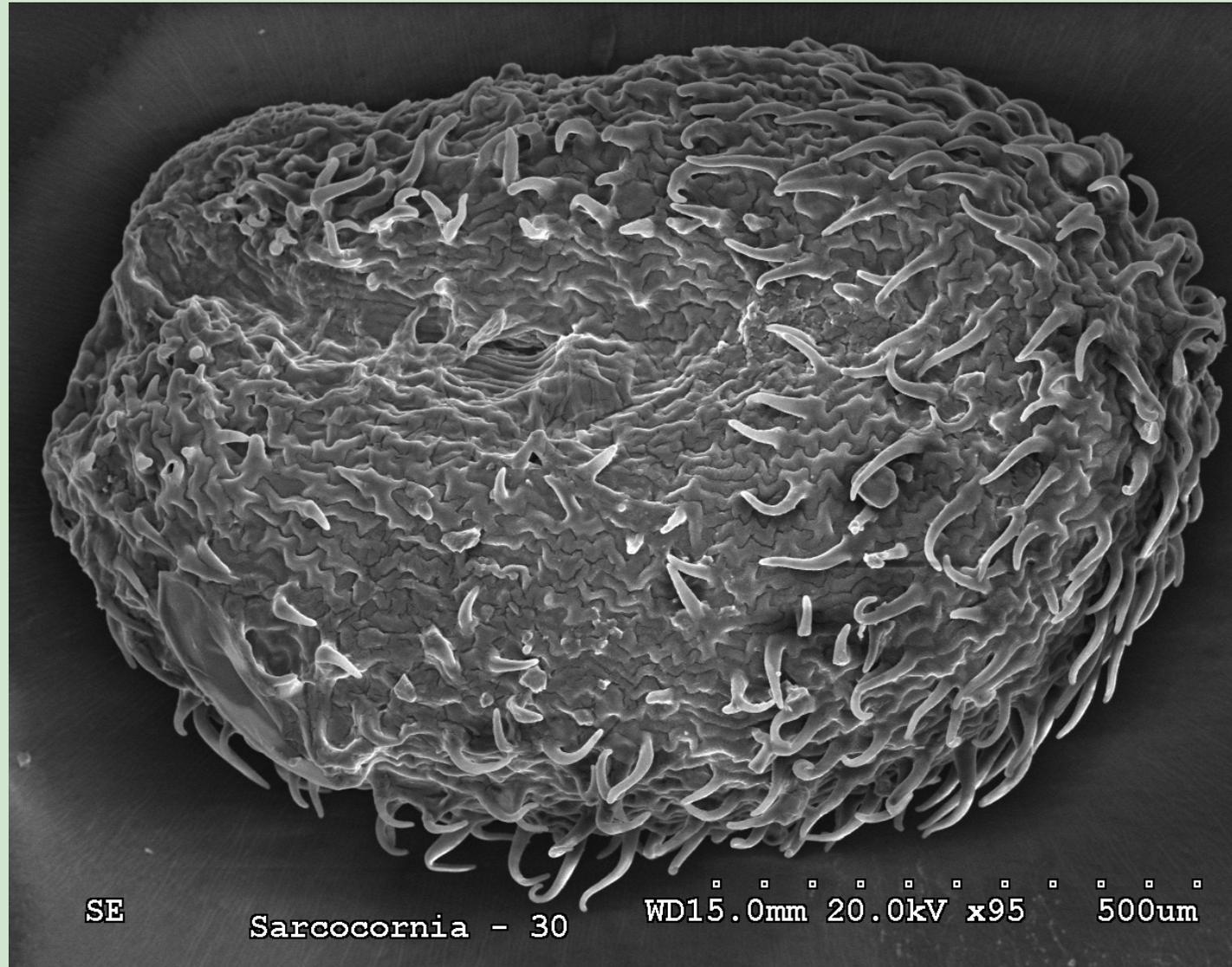
2n = 18.

...

Distribution and ecology. Mediterranean and coastal Lusitan-Andalusian biogeographical territories (Portugal and Spain).

It is found in middle and high intertidal zones.

We distinguished two main habitats for this species: close to river waters or in depressions in the terrain, in middle intertidal zones where it could be totally or partially flooded by tides; and on depressions in the terrain in high intertidal zones subjected to occasional flooding but far from the sea waters.



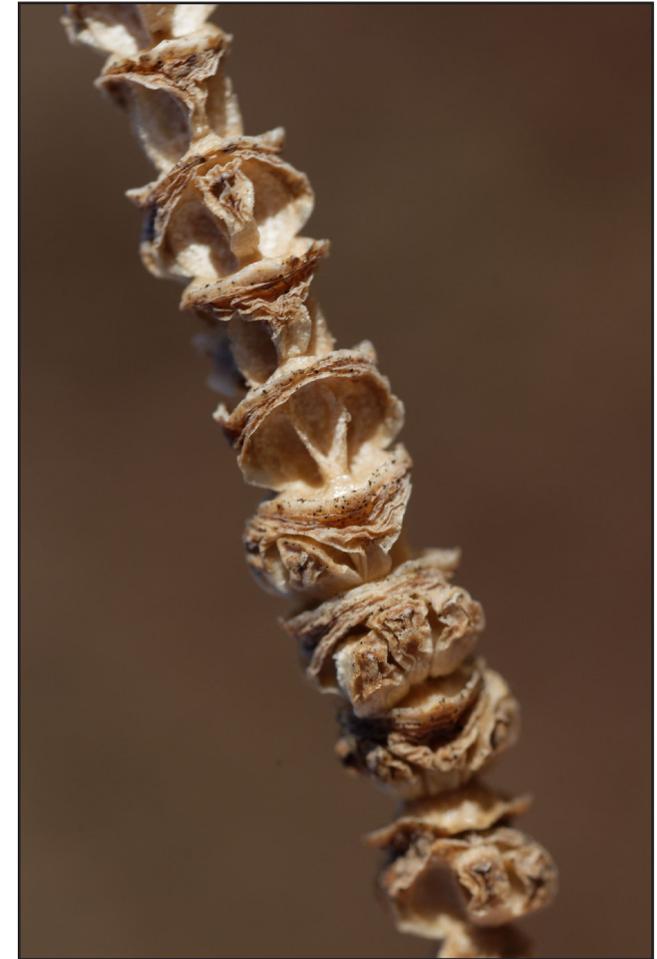
Sarcocornia alpini - Spain, Cádiz: Marismas del Chapatal, 29SQA5189

Sarcocornia alpini (Lag.) Rivas Mart. en Tunisie - 4/7



20190101 LaLouza (gps 35.07,11.02)

S. alpini a ici un port en grandes taches rondes, semblable à celui de *S. perennis*, mais dans une zone qui n'est inondée que lors des grandes marées.



Sarcocornia alpini au Maroc - 5/7

La hauteur des pieds est assez constante entre 20 et 30cm. Les rameaux terminaux sont érigés et peu ramifiés. Le port de la «salicorne des estuaires» varie depuis une petite touffe dont tous les rameaux sont érigés jusqu'à une grande touffe dont les rameaux latéraux sont d'abord rampants puis se redressent.

Ces différents ports correspondent à des stades successifs de croissance de la plante :

1. Un jeune pied ; les rameaux centraux sont parfaitement verticaux, les rameaux latéraux partent en biais avant de se redresser.
2. Dans le cas de ce pied de l'oued Chbika, il semble qu'il a été couché puis enfoui dans le sable par une grande marée. Les rameaux se sont redressés à la verticale. La zone enfouie des tiges porte quelques racines adventives.
3. Un pied un peu plus âgé.
4. Tiges latérales d'un vieux pied. Les tiges rampantes sont dépourvues de racines adventives, sauf quelques radicelles à leur base.
5. Un vieux pied retourné. Son enracinement se limite à une forte racine pivot.



1 - 20230204 Foum Assaka



2 - 20230208 Oued Chbika



3 - 20230203 Oued Massa



4 - 20211209 Plage Blanche



5 - 20230205 143715_FoumAssaka_29.1364,-10.4030,1

Sarcocornia alpini (Lag.) Rivas Mart. - 6/7



Foug Assaka



Plage Blanche



Foug Draa



Oued Chbika

Les fleurs de *S. alpini* sont assez variables selon qu'elles poussent sur des jeunes ou des vieux rameaux.
Voir aussi Oued Chbika supra.

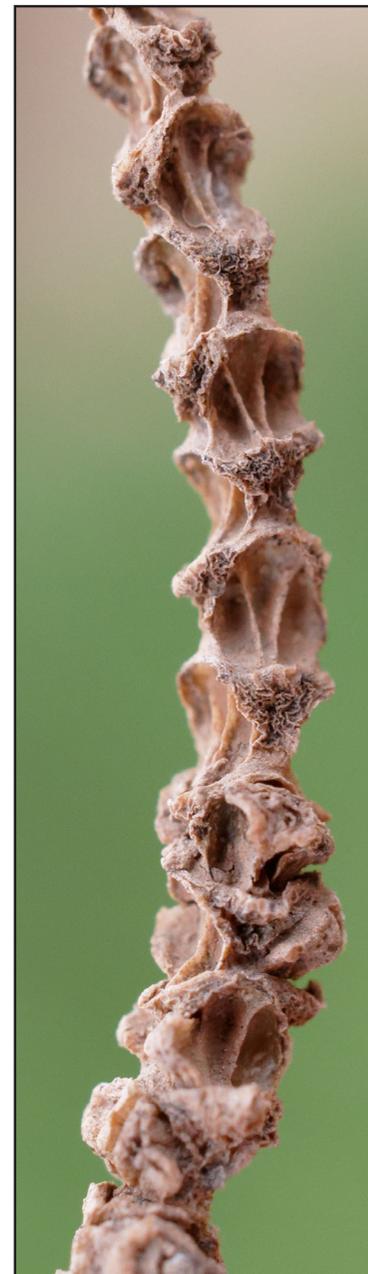
Sarcocornia alpini (Lag.) Rivas Mart. - 7/7



20211216 Foug Draa



20190101 La Louza



20230201 Oued Tensift



20211209 Plage Blanche

Salicornia cf alpini : la «salicorne des sources salées» et la «salicorne du Banc d'Arguin»

Par leur port et leur morphologie ces salicornes font penser à *Sarcocornia perennis*. Mais elles ont une écologie qui les rapproche d'une forme extrême de *S. alpini*.

Pour le moment nous n'en connaissons pas les graines. La source du Camp Bédouin est pérenne et il doit être possible de trouver des épis fructifiés en automne.

Les autres populations étaient en piteux état lors de notre visite dans une période de grande aridité. Elles ne pourront être étudiées qu'après une période pluvieuse.



20230226 Camp Bédouin (gps 27.4617,-13.0518)



20230226 Camp Bédouin (gps 27.4617,-13.0518)

Conclusions provisoires

Ce document constitue une étape dans un travail en cours.

Les «salicornes des sources salées» sont les moins bien connues alors que ce sont les plus intéressantes dans le cadre de notre préparation d'une flore du Sahara.

De nouveaux prélèvements seront nécessaires et devront être réalisés en octobre-novembre, au moment de la floraison des *Sarcocornia*.

Il faudra mettre au point avec les scientifiques une procédure de collecte pour les graines et pour les échantillons destinés à la caryologie ou à la génétique.

Ce document ne traite que des salicornes de la côte atlantique du Sahara.

Les côtes méditerranéennes du Maghreb sont encore très mal connues.

Il y a de grandes stations de Salicornes dans le Sud-Est du Maroc, entre Bouanane et Bouarfa qui n'ont pas encore été étudiées scientifiquement.

Le *Salicornia deserticola* décrit par Chevalier en Algérie devra être réétudié car il est très probable qu'il s'agisse d'une espèce endémique aujourd'hui oubliée.

En Tunisie le chott El Jerid abrite des vastes populations des genres *Halocnemum*, *Arthrocnemum* et *Sarcocornia* pour lesquelles nous avons plus de questions que de réponses.

L'étude des salicornes du Maghreb va donc pouvoir se prolonger sur encore plusieurs années, avec la circonstance favorable que ces espèces sont à étudier en automne, une saison généralement calme pour les botanistes de terrain.

