

# Données morphologiques des *Weingartia* *Sulcorebutia*

Texte et photos : Johan Pot (sauf avis contraire)

## Sommaire

La classification est basée sur les liens de parenté. En utilisant la morphologie, on pourrait s'attendre à y trouver une base. Toutefois, les classifications modernes des *Weingartia* ~ *Sulcorebutia* montrent peu de connections avec les données morphologiques collectées sur des plantes en culture. Il est recommandé aux auteurs de donner des informations complètes et détaillées.

## La raison d'une base de données morphologiques

Il y a quelques années, à un meeting, un ami me donna un joli *sulcorebutia*. Par chance, un expert fut témoin de la scène. Quoique connaissant la plante, je lui demandai de la nommer. Plus vif que l'éclair, il l'identifia comme un « sucreño » (Fig. 1), utilisant un surnom inventé par John Donald pour les *sulcorebutias* de la zone de Sucre. Hélas, l'expert se trompait. Je lui dis que la plante venait de Anzaldo (Fig. 2). Encore plus rapidement que la première fois, il s'exclama : « Absolument personne n'est capable de distinguer un « sucreño » d'un *taratensis*. Mais ils n'ont certainement rien à voir ensemble ». Accablé par tant d'informations de valeur en si peu de temps, j'oubliai de demander « Pourquoi ? ».

Les gens se sont formé leur opinion sur la classification dans le genre *Sulcorebutia* initialement basée sur des caractères morphologiques. Plus tard, d'autres techniques sont apparues pour la recherche sur les liens de parenté. Par exemple, l'analyse d'isoenzymes pourrait fournir des informations pertinentes.

J'ai été membre d'un groupe d'amateurs enthousiastes qui ont joint leurs forces et ont exécuté le « Projet Isoenzyme ». En vue d'obtenir des références, nous nous étions mis d'accord pour compiler une brève description avec les données morphologiques de chaque

Fig. 1  
*Sulcorebutia applanata* HS 096



Fig 2  
*Sulcorebutia minima* JK 453

plante que nous offrons pour analyse. Pour quelque raison inconnue, certains membres ont oublié cette intention. La conséquence en fut un rapport plutôt abstrait [4].

Certains résultats du projet m'ont également surpris. Les données étaient-elles réellement fiables ?

Les plantes que nous avons sélectionnées étaient-elles représentatives d'une population ou certaines déviaient-elles fortement de la moyenne ? Plus d'une fois on m'a demandé : « Supposez que la plupart des plantes utilisées fassent partie des plantes singulières, alors quoi ? » Manifestement, ces personnes ne comprenaient pas que j'essayais de montrer des probabilités basées sur le concept de « déviation normale ».

D'un autre côté, ma curiosité grandissait. Je voulais savoir si les données morphologiques auraient soutenu les résultats du « Projet Isoenzyme ». Comme il était impossible d'encore récolter les données des plantes analysées, j'ai commencé une base de données des coupes de fleurs, corps et spination des plantes de ma propre collection. Pour l'instant, 49 caractères d'environ 1000 plantes ont été compilés. Dans cet article, j'en parlerai en tant que « Projet Morphologie ».

### **Comment organiser une base de données**

Il n'est pas toujours amusant, (par exemple) de compter le nombre d'aiguillons sur un grand nombre d'aréoles dans une serre surchauffée durant des heures chaque jour. J'ai continué car entre-temps, j'avais développé un programme informatique pour organiser toutes ces données. Maintenant, je peux vérifier et profiter des progrès quand je veux.

Quels caractères ont été étudiés ? J'ai essayé d'en sélectionner qu'il était facile d'observer en évitant autant que possible des éléments subjectifs. 28 d'entre eux ont été pris à partir de la coupe de la fleur scannée, 21 du corps et de la spination. J'ai sélectionné des *Weingartias* et des *Sulcorebutias*, étant donné qu'ils pourraient n'appartenir qu'à un seul genre [4]. Le Dr. Ritz et d'autres [6] sont arrivés à la même conclusion.<sup>1</sup>

Le programme informatique a deux fenêtres. La première pour introduire des données (cfr. Fig. 16). A la fin de cet article, vous trouverez une explication de comment le programme traite les données de chacun des caractères sélectionnés.

Dans la seconde fenêtre, les conditions de l'évaluation sont réglées et le résultat peut être trouvé. On peut attribuer un « poids » à chaque caractère. On sélectionne d'abord une plante dans la liste. Je l'appelle la « plante de référence ». A partir de là, il y a 3 options :

1. Le programme recherche les plantes avec un filtre d'un pourcentage minimal de similitude avec la plante de référence.
2. Le programme recherche les plantes ayant le même nom que la plante de référence.
3. Sélectionner manuellement quelques plantes supplémentaires.

En fait, j'utilise peu la seconde option. Il n'est pas certain que les noms choisis dans le « Projet Morphologie » soient adéquats. Pour cette raison, les noms d'auteurs ne sont pas utilisés dans cet article. Les noms provisoires ont également été utilisés.

A présent, le programme va comparer les données de la plante de référence avec celles des autres plantes sélectionnées. Une liste avec les pourcentages de similitude est montrée. Si on le désire, un cladogramme peut être calculé.

### **Similitude**

Dans la reproduction sexuée, les enfants héritent du code génétique de leurs parents. Nous pouvons donc nous attendre à des similitudes entre des espèces ayant des ascendances semblables. L'inverse serait-il vrai ? Nous devons être très prudents. La similitude pourrait

---

<sup>1</sup> Dans l'article « Die Gattung *Weingartia* Werdermann » [Gymnocalycium 21(2) 2008], Hentschel & Augustin transféraient tous les *sulcorebutias* dans *Weingartia*. Le présent article a été écrit avant que l'article de Hentschel & Augustin ne soit publié.

être due à la convergence. Cependant, je peux suspecter une étroite parenté si les données morphologiques de différentes parties de deux plantes ont un haut niveau de similitude, a moins qu'il n'y ait de fortes raisons de l'interpréter autrement.

Reposons la question : les résultats des données morphologiques et des analyses d'isoenzymes se sont-ils mutuellement confirmés ? Il est encore difficile d'y répondre. Nous avons dû travailler avec des plantes différentes pour chaque projet. Chaque individu est unique, donc dévie des autres, même s'ils descendent des mêmes parents. Il n'est pas inhabituel dans le « Projet Morphologie » que des plantes de différentes populations montrent plus de similitudes que deux plantes de la même population. A quoi faut-il donc s'attendre ? Laissez-moi vous montrer un sommet d'incrédibilité dans le « Projet Isoenzyme ». La colonne de gauche du Tableau 1 remonte à l'origine de 267 weingartias et sulcorebutias dans ce projet, la colonne de droite de 981 weingartias et sulcorebutias dans le « Projet Morphologie ». Tous les caractères ayant un poids identique dans chaque projet.

Peut-être le lecteur reconnaîtra-t-il plus de similitudes qu'attendu. Cela signifie-t-il que nous avons trouvé, par exemple, une parenté entre *Sulcorebutia totorensis* et *S. frankiana* ? Ou toutes ces similitudes sont-elles dues à la convergence ?

### Convergence

Dans sa jeunesse, un de mes bons amis était coopérant au Cameroun. Il a vécu là-bas quelques aventures excitantes et il aimait nous les raconter. Un jour, il fut invité par des Pygmées à les rejoindre dans la jungle. Après quelques jours, il arriva dans un village où personne n'avait jamais vu un ouest-européen. Malgré cela, mon ami découvrit un garçon blanc aux yeux bleus et aux cheveux blonds. Pourtant, rien de distinguait ses parents des autres habitants du village. C'était remarquable. On pouvait penser à une mutation.

Deux jours plus tard, mon ami visita un autre village. Ici non plus, il n'y avait jamais eu de missionnaire. Mais mon ami vit une fille blanche aux yeux bleus et aux cheveux blonds. Les parents de cet

Données isoenzyme		Données morphologiques	
%	Nom + N° de collecte	%	Nom + N° de collecte
100	<i>S. totorensis</i> G111	100	<i>S. totorensis</i> G111.JP3134
93	<i>S. cylindrica magenta</i> G037a/2	85	<i>S. renatae</i> G109.JP3080
90	<i>S. pampagrandensis</i> G016	84	<i>S. prantneri</i> HS016.JP2714
90	<i>S. renatae/ oenantha</i> G186	82	<i>S. renatae</i> EH8250.EH5913
90	<i>S. santiaginiensis</i> JK130	83	<i>S. sp. Mizque</i> HS014b.JP1929
87	<i>S. sp. Totora-Omereque</i> G110	82	<i>S. lepida</i> G074.JP3124
84	<i>S. frankiana</i> G047a	81	<i>S. lepida</i> JK159.JP2392
84	<i>S. sp. Molinero</i> HS067	81	<i>S. santiaginiensis</i> HS025.JP0158
84	<i>S. totorensis</i> JK022	81	<i>S. tiraquensis</i> JK018.JP1050
		80	<i>S. lauii</i> HS083.JP2717
		80	<i>S. totorensis</i> JK022.JP1068
		80	<i>S. prantneri</i> HS016.JP2712
		80	<i>S. renatae</i> G109.JP3079
		80	<i>S. sp. Tunari</i> JK087a.JP2128
		80	<i>S. pampagrandensis</i> JK030.JP1139
		80	<i>S. sp. Molinero</i> HS067a.JP2844
		79	<i>S. santiaginiensis</i> JK137.JP2302
		79	<i>S. frankiana</i> JK178.JP2408

Tab. 1 Comparaison de *Sulcorebutia totorensis* G 111 et de *Sulcorebutia frankiana* G 047a (JK 178)



Fig. 3 Hybride entre *Weingartia* « *sucrensensis* » et *Sulcorebutia pasopayana* L 387

enfant ressemblaient eux aussi aux autres indigènes. Une mutation similaire s'était-elle passée ici aussi ?

Certains lecteurs auraient-ils douté de la fiabilité de mon ami lorsqu'il déclara haut et fort que deux jours plus tard, il rencontra un troisième enfant ?

Quoiqu'il en soit, nous avons à faire ici à une merveille. Alors que si on racontait la même histoire à propos de *sulcorebutias*, les gens inclineraient la tête en signe de compréhension. Après tout, ce genre est extrêmement variable !

Le phénomène suivant peut être analogue. Nous connaissons beaucoup de populations de *sulcorebutias* parmi lesquelles des plantes ont de nombreux courts aiguillons blancs, recourbés, habituellement avec une base brune. Certaines personnes peuvent accepter que ces formes aient vu le jour séparément par convergence. Une autre opinion est que toutes aient la même ascendance. J'opterais pour cette dernière solution.



Fig. 4 Hybride entre *Weingartia* « *sucrensis* » et *Sulcorebutia tiraquensis* KK1801

### Intermédiaires

Ce que l'on appelle les intermédiaires sont bien reconnus. Ces plantes montrent des caractères de deux différentes populations ou espèces. Elles semblent très utiles pour déterminer des relations et réduire le nombre de taxons.

Supposons une population à fleurs jaunes et à aiguillons radiaux de 5 mm et que cette population se disperse avec succès. Après un certain temps, une autre population pourrait voir le jour. Pour des raisons écologiques, la couleur de la fleur pourrait devenir orange et les aiguillons s'allonger jusqu'à 10 mm. Par la suite, de cette population, descend une troisième à fleurs rouges et à aiguillons de 15 mm. Pour moi, il est facile de comprendre que la deuxième population est un intermédiaire entre la première et la troisième.

Supposons une population avec 20 courts aiguillons radiaux à chaque aréole et une autre population avec 7 longs aiguillons radiaux à chaque aréole. La première population vit à 20 km à l'ouest de la seconde. Elles sont reconnues comme espèces différentes. Si les deux populations s'étendaient et que leurs limites se rencontraient un jour, il se pourrait qu'une population d'hybrides voie le jour. Si les populations occidentales et orientales restent les populations originales, devrions-nous appeler intermédiaire la population hybride et donc, proclamer les populations originales comme étant de la même espèce ?

Que se passerait-il si la population hybride était découverte la première ? Peut-être que les espèces originales seraient classées comme variétés ou sous-espèces de cette population hybride.

J'ai probablement raisonné de cette façon dans le « Projet Isoenzyme » quand je suggérais que les plantes de la région de Quiroga auraient pu être l'origine des *Sulcorebutia*. Je voulais dire que c'était le départ de la dispersion du genre. Toutefois, si ces plantes de Quiroga étaient des

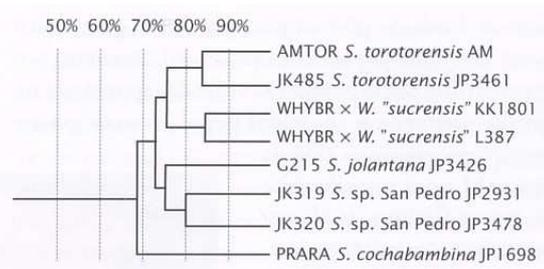
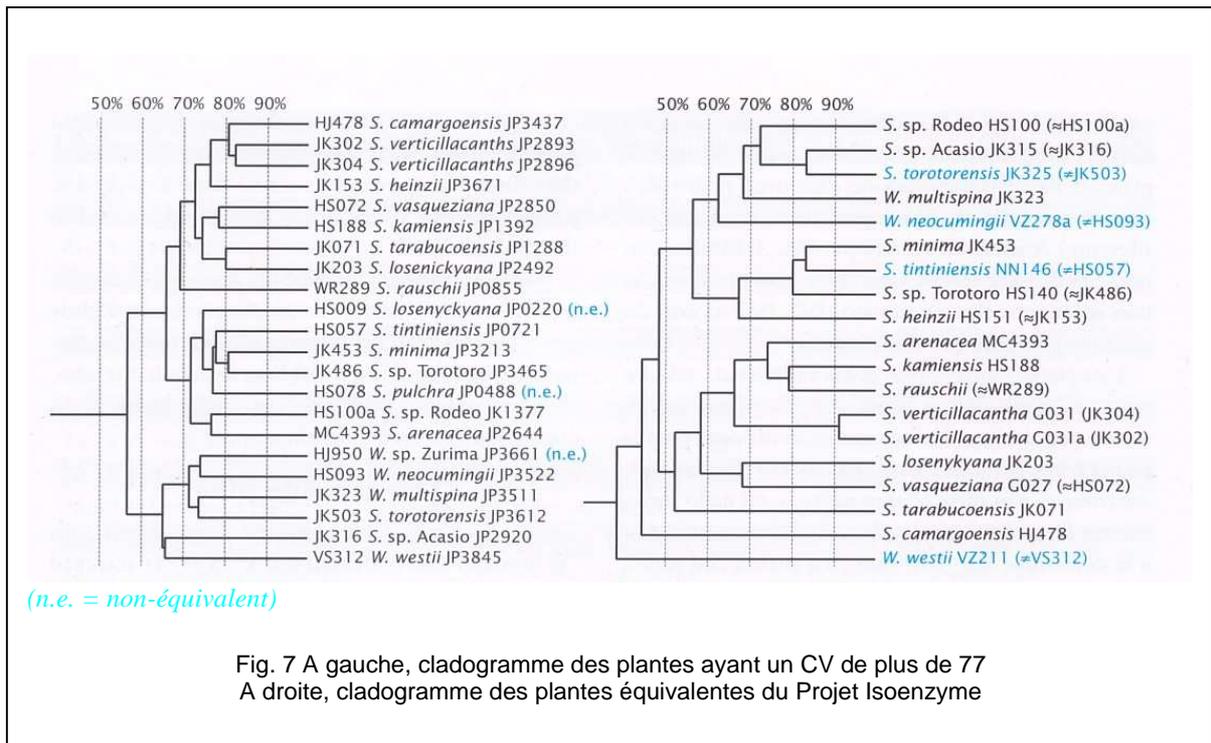


Fig. 5 Cladogramme des plantes ayant au moins 75% de similitude avec l'hybride de la fig. 4



Fig. 6 *Sulcorebutia torotorensis* JK 485



hybrides naturels, cela devrait être compris comme étant la *fin* de la dispersion des *Sulcorebutia*.

En regardant les données du « Projet Morphologie », on peut trouver des raisons de croire que des hybrides naturels sont souvent au départ de nouvelles populations. Néanmoins, je crois que cela ne se passe pas fréquemment chez les *Sulcorebutias*, indépendamment du climat des Andes boliviennes qui rend leur dispersion assez difficile.

Il y a des années, Pip Smart m'apprit qu'il était très difficile de créer des hybrides de *Sulcorebutia* en serre. Bien entendu, cela devint un challenge pour moi.

Très rarement, j'ai récolté des semences ayant un pouvoir germinatif. Cela est probablement pareil chez les plantes dans la nature. Ce problème peut peut-être expliquer pourquoi, dans des habitats très éloignés, on a découvert des plantes similaires qui avaient probablement la même ascendance.

Un ami avait une opinion différente. Ses plantes étaient en plein air et les insectes pollinisaient presque chaque fleur. Par conséquent, le genre *Sulcorebutia* ne comporterait que quelques espèces puisqu'elles acceptent manifestement le pollen de beaucoup de plantes différentes.

Je ne partage pas cette explication. Un jour, j'étais dans une serre dont les portes et les fenêtres étaient ouvertes, dans laquelle les insectes pouvaient entrer facilement. J'étais fasciné par leur comportement. Ils visitaient frénétiquement toutes les fleurs possibles. Seules les abeilles ne butinaient que certaines couleurs. Je suis certain que chaque fleur fut pollinisée plusieurs fois. Donc, s'il y avait compatibilité, il y aurait eu fécondation.

De plus, on ne peut pas confirmer une espèce en se basant sur la possibilité de pollinisation croisée. Il y a plus de 20 ans, j'ai utilisé un *Weingartia* étiqueté « *sucrensis* » comme plante mère et j'ai pollinisé une fleur avec un *Sulcorebutia pasopayana* [L387] (Fig. 3) et quelques semaines plus tard, une autre fleur avec *S. tiraquensis* [KK1801] (Fig. 4). J'ai bien sûr essayé d'obtenir un F2. Les semences ont germé, mais jusqu'à présent, les semis sont toujours morts dans leur première année. Je ne vois donc aucune raison de suggérer que *S. pasopayana* et *S. tiraquensis* soient fortement apparentés à *W. « sucrensis »*.

Avec mon programme, j'ai recherché des plantes similaires à l'hybride de la Fig. 3, en utilisant un filtre de 75 %. J'ai été plutôt surpris (Fig. 5). Avais-je créé une « variété » de *Sulcorebutia torotorensis* ? (Fig. 6) L'idée que *Sulcorebutia frankiana* ait vu le jour de façon analogue, même plus d'une fois, est-elle si étrange ?

### La plante moyenne

Voici ce que dit Hunt [3] : « Lorsqu'un taxon est décrit, « un type » est sélectionné comme plante de référence. Ce type ne doit pas être un spécimen moyen ou « typique ». Cependant, le type donne au botaniste un point fixe absolu de référence. Les taxonomistes voient les espèces comme un concept beaucoup plus élastique. Ils prennent en compte la variabilité à l'intérieur ou entre populations. Les amateurs se basent sur les « espèces pots de fleurs » qui semblent constantes et distinctes, mais ne peuvent être toutes des espèces différentes. Les passionnés qui ont visité les habitats réalisent que beaucoup d'espèces sont beaucoup plus variable là-bas. »

En effet, plus d'une fois j'ai entendu des experts dire à des amateurs : « Vous n'êtes pas allé là-bas, vous ne pouvez pas juger ». Généralement, la conversation s'arrête là. Je me souviens d'un expert qui montrait des photos de 3 populations tout à fait distinctes, qu'il avait découvertes sur une montagne. Heureusement, il nous a rassuré : « Ce ne sont *bien sûr* pas 3 espèces différentes. » Encore une fois, j'ai oublié de demander « Pourquoi ? »

Je ne suis pas taxonomiste. Je ne suis pas capable de juger d'une possible plante-type. Je ne sais pas comparer 2 populations en n'utilisant que la description. Par contre, je peux trouver, d'une manière assez simple, un individu typique parmi les plantes d'une même



Fig. 8 *Sulcorebutia tarijensis* JK 237

C.V. Popolazione ~ Population	C.V. Popolazione ~ Population	C.V. Popolazione ~ Population
81.83 <i>S. heinzii</i> JK153	73.44 <i>S. glanduliflora</i> JK088	68.13 <i>S. jolantana</i> HS068
81.23 <i>S. minima</i> JK453	73.25 <i>S. torotorensis</i> JK503	68.12 <i>S. steinbachii</i> JK095
81.18 <i>S. verticillacantha</i> JK304	73.19 <i>S. sp.</i> Huanacuni Gr. G183	67.76 <i>S. oenantha</i> JK026
80.66 <i>S. tintiniensis</i> HS057	73.11 <i>S. mentosa</i> JK035	67.62 <i>S. sp.</i> San Pedro JK319
80.54 <i>S. rauschii</i> WR289	73.02 <i>S. menesesii</i> HJ940	67.54 <i>S. tarabucoensis</i> JK198
80.47 <i>W. westii</i> VS312	72.99 <i>W. neocumingii</i> JK163b	67.48 <i>S. totorensis</i> JK152
80.31 <i>S. arenacea</i> MC4393	72.89 <i>S. sp.</i> Barranca JK075	67.48 <i>S. cardenasiana</i> HS041
80.03 <i>S. verticillacantha</i> JK302	72.84 <i>S. frankiana</i> JK178	67.42 <i>S. losenickyana</i> JK201
79.29 <i>W. multispina</i> JK323	72.74 <i>S. sp.</i> Independencia HJ939	67.08 <i>S. sp.</i> Torotoro HS221
78.59 <i>W. neocumingii</i> HS093	72.38 <i>S. torotorensis</i> JK325	67.08 <i>S. hoffmannii</i> PRHOF
78.50 <i>S. kamiensis</i> HS188	72.38 <i>S. purpurea</i> JK324	66.86 <i>S. mentosa</i> JK127
78.15 <i>S. losenickyana</i> JK203	72.37 <i>S. gemmae</i> VZ203	66.83 <i>S. mariana</i> HS015
78.09 <i>S. losenickyana</i> HS009	72.35 <i>S. sp.</i> Sta. Ana. JK488	66.68 <i>S. krugerae</i> JD134
78.07 <i>W. sp.</i> Zurima HJ950	72.28 <i>S. tarijensis</i> JK237	66.08 <i>S. sp.</i> Pilancho JK148
77.79 <i>S. sp.</i> Torotoro JK486	72.21 <i>S. sp.</i> Sacaní JK321	65.96 <i>S. santiaginiensis</i> HS025
77.67 <i>S. tarabucoensis</i> JK071	72.17 <i>S. pulchra</i> HS078a	65.50 <i>S. unguispina</i> WR731
77.26 <i>S. camargoensis</i> HJ478	72.14 <i>S. sp.</i> Torotoro HS213	65.50 <i>S. steinbachii</i> JK105
77.12 <i>S. sp.</i> Rodeo HS100a	71.97 <i>S. polymorpha</i> JK043	65.37 <i>S. sp.</i> Rio Julpe G186
77.04 <i>S. sp.</i> Acasio JK316	71.81 <i>S. tarabucoensis</i> FK109	65.30 <i>S. horrida</i> JK048
76.67 <i>S. pulchra</i> HS078	71.69 <i>S. glanduliflora</i> PRGLAN	65.07 <i>S. frankiana</i> HS075
76.58 <i>S. alba</i> JK179	71.62 <i>S. minima</i> HS147	64.79 <i>S. frankiana</i> G028
76.48 <i>S. pojoniensis</i> WR671	71.45 <i>S. sp.</i> Carasi HJ809	64.13 <i>S. hoffmannii</i> JK017
76.36 <i>S. sp.</i> Pucarani HJ941	71.28 <i>S. sp.</i> San Pedro JK512	64.07 <i>S. zavaletae</i> MC6142
76.23 <i>S. sp.</i> Barranca JK073	71.00 <i>S. tarijensis</i> JK239	63.72 <i>S. pampagrandensis</i> JK030
75.75 <i>S. vasqueziana</i> HS072	70.97 <i>S. prantneri</i> JK121	63.69 <i>S. pampagrandensis</i> JK029
75.75 <i>S. pasopayana</i> L387	70.91 <i>S. aureiflora</i> JK191	63.48 <i>S. oenantha</i> JK027
75.59 <i>S. tintiniensis</i> HS057a	70.87 <i>S. tarabucoensis</i> L382	63.25 <i>S. steinbachii</i> JK092
75.35 <i>S. swobodae</i> HS027	70.87 <i>S. losenickyana</i> JK205	62.84 <i>S. santiaginiensis</i> JK130
75.31 <i>S. tarabucoensis</i> WR590	70.64 <i>S. albissima</i> JK039	62.41 <i>S. steinbachii</i> JK104
74.99 <i>S. callecalleensis</i> L389	70.31 <i>S. sp.</i> Rodeo HS100	62.03 <i>S. santiaginiensis</i> JK137
74.87 <i>S. aureiflora</i> WR479	70.11 <i>S. chatajillensis</i> Do1	61.97 <i>S. pasopayana</i> WR593
74.78 <i>S. losenickyana</i> JK204	70.07 <i>S. losenickyana</i> JK444	61.84 <i>S. sp.</i> Palta Loma JK116
74.45 <i>S. taratensis</i> JK452	70.01 <i>S. aureiflora</i> JK185	61.31 <i>S. santiaginiensis</i> JK134
74.37 <i>S. sp.</i> Acasio JK315	69.98 <i>S. torotorensis</i> JK485	61.24 <i>S. hoffmannii</i> RV313
74.37 <i>S. purpurea</i> v. <i>minor</i> JD181	69.76 <i>S. menesesii</i> MC5532	61.11 <i>S. crispata</i> WR595
74.34 <i>S. sp.</i> Laguna HS070	69.62 <i>S. losenickyana</i> JK056	60.72 <i>S. sp.</i> San Pedro JK318
74.22 <i>S. aureiflora</i> JK063	69.59 <i>S. tarabucoensis</i> WR066	60.64 <i>S. sp.</i> San Pedro JK320
74.13 <i>S. tiraquensis</i> JK020	69.41 <i>S. swobodae</i> JK036	60.64 <i>S. arenacea</i> HS030
73.98 <i>S. canigueralii</i> JK053	68.96 <i>S. tiraquensis</i> JK018	58.57 <i>S. steinbachii</i> JK094
73.83 <i>S. breviflora</i> HS144	68.93 <i>S. sp.</i> Tunari JK087	58.37 <i>S. prantneri</i> JK120
73.77 <i>S. dorana</i> HJ807	68.82 <i>S. cuprea</i> JK506	57.43 <i>S. steinbachii</i> G030
73.76 <i>S. sp.</i> Torotoro HS140	68.67 <i>S. flavissima</i> L338	51.60 <i>S. cochabambina</i> JK112
73.68 <i>S. totorensis</i> HS149	68.38 <i>S. breviflora</i> L314	
73.57 <i>S. sp.</i> Mandinga HS125	68.24 <i>S. tarabucoensis</i> JK066	

Tab. 2 Liste de plantes triées par coefficient de variabilité.

population. Bien sûr, je dois me débrouiller avec seulement quelques plantes de chaque population donnée. Mais je peux prendre les données de ces plantes. Cela est-il rejeté par l'expérience sur le terrain ? Moi-même, je n'ai visité qu'une partie des habitats. Mais qui les a visités tous ? Je ne connais pas non plus un seul spécialiste qui soit revenu de Bolivie avec un carnet rempli de données sur les plantes.

Une plante « moyenne » ne peut être trouvée que parmi 3 plantes ou plus. Pour l'instant, les calculs requis ne peuvent être faits que sur 130 populations. Dans le programme, chaque plante a été sélectionnée pour être la plante référence et être comparée aux autres du même habitat. La similitude moyenne (AS) et la déviation standard (SD) ont été calculées. Je considère la plante avec le résultat le plus élevé de la différence AS – SD comme étant la plante la plus typique de la population au sein de mes données. Si ce résultat est plus bas, la variation à l'intérieur de la population sera plus forte. J'appelle ce résultat « le coefficient de variabilité » (CV). (Tableau 2)

Ensuite, j'ai sélectionné les plantes avec un CV de 77 ou plus dans mon programme pour obtenir un cladogramme. Je ne pouvais réfréner ma curiosité à propos du résultat dans le « Projet Isoenzyme », utilisant le plus de plantes possibles des mêmes populations ou alternativement avec le même nom. Trois d'entre elles n'avaient pas d'équivalent (Fig. 7)

A mon avis, des indices de relation réciproque seront trouvés parmi les plantes avec un haut CV.

### Espèce reconnaissable comme distincte

Voici une citation de Hunt [3] : (Une espèce est) « ...un ensemble de populations interfertiles, dont les caractères distinctifs apparaissent graduellement entre elles, ensemble de populations manifestement distinct d'autres ensembles de même nature et incapable de se reproduire avec ces derniers. » Comment peut-on savoir si un groupe de plantes est manifestement distinct d'autres groupes ? Les données morphologiques peuvent aider. Bien sûr, il pourrait y avoir d'autres données plus importantes mais je ne les ai pas collectées. Je ne les connaît même pas.

On peut chercher des caractères distinctifs. Ils doivent admettre les membres de leur propre population et rejeter les individus d'autres populations ou espèces. Comme je ne sais pas déterminer à l'avance les espèces similaires ou différentes, j'établis en général une distinction au niveau population.

Un maximum de 7 caractères ont été utilisés. En utilisant plus de caractères, l'influence de chacun d'entre eux sur la distinction diminuerait trop fortement.

J'ai utilisé les mêmes populations que dans « la plante moyenne ». Encore une fois, chaque plante de ces populations a été sélectionnée pour être la plante de référence. J'ai essayé de distinguer la population de toute autre population avec le moins de caractères



Fig. 9 *Sulcorebutia oenantha* JK 027

Fig. 10 *Sulcorebutia oenantha* JK 027

Fig. 11 *Sulcorebutia* spec. Rio Seco PR



Fig. 12 *Sulcorebutia steinbachii* var. *horrida* JK 047

possibles. Avant cela, j'ai fait quelques travaux préliminaires pour trouver quels caractères je pourrais éventuellement utiliser pour chaque population (Tableau 3).

Parfois, une plante singulière était détectée et donc ignorée. L'effet du choix judicieux des caractères faisait que tous les individus d'une population étaient trouvés et qu'il n'y avait que peu de plantes singulières. Si le résultat montrait plus de 10 plantes singulières, la population était ajoutée à la liste des « non reconnaissable comme distincte ».

Maintenant, il y a deux sortes de populations dans cette liste. Par exemple, chaque plante prise individuellement de *S. tarijensis* [JK237] (Fig. 8) montre les mêmes singulières populations. On pourrait s'attendre à trouver des relations. Toutefois, si *S. oenantha* [JK027] (Fig. 9 et Fig. 10) est sélectionné, chaque plante prise individuellement montre des populations similaires différentes. Je n'ai pas pu trouver un ensemble de caractères discriminants significatif pour ceci. Ces populations sont reprises dans le Tableau 4. Elles représentent clairement une descendance hybride. Je suppose que si le « type » d'une espèce était sélectionné dans une telle population, cela mènerait à d'énormes problèmes. Cela fut-il le cas pour le neotype de *S. steinbachii* [1] ? Était-ce la raison pour laquelle *S. krahnii* a pu être interprété comme *S. steinbachii* [2] ? Après considération, il a été classé dans *S. glomeriseta* [3]. Quel a été le bénéfice d'un tel changement ?

De toute manière, dans une espèce, on devrait s'attendre à trouver des plantes qui sont reconnaissables comme distinctes d'autres groupes. En utilisant mes données morphologiques, on a une impression différente. Il semblerait que mettre des plantes similaires dans des taxons différents soit la règle. Je me suis souvenu de *S. minima* et *S. applanata*. D'une autre côté, les taxonomistes modernes trouvent des raisons pour accepter

par exemple *Sulcorebutia* sp. Rio Seco [PR] (Fig. 11) et *S. horrida* [JK047] (Fig. 12) dans un seul taxon.

#### Caractères utilisés de la Projet Morphologie

Si tous les caractères sont sélectionnés, chacun d'eux contribue à 2.1% au plus.

#### Nombre de côtes / spirales

En observant les Weingartia et les Sulcorebutia il n'est pas évident de suivre les spirales en vue de les compter, qu'elles tournent vers la gauche ou vers la droite – ou les deux. Je me suis décidé pour une seule direction – celle que je voyais d'abord en observant la plante. Peut-être que l'autre direction aurait donné un meilleur résultat. La similitude entre la plante A et la plante B est calculée par le rapport suivant : propriété(A)/propriété(B) indiqué dans ce qui suit par  $P_A/P_B$ . Si le rapport est supérieur à 1, le numérateur et le dénominateur sont échangés.

#### Plus grand angle entre les aiguillons radiaux opposés d'une aréole

L'angle a été fixé à 10° exactement. La similitude est déterminée par le rapport  $P_A/P_B$ .

#### Position des aiguillons radiaux

Certaines catégories sont distinguées. En cas douteux on peut sélectionner plusieurs catégories.

Similitude

1 si  $P_A = P_B$ .

0.5 si  $P_A$  en partie =  $P_B$ .

#### Nombre d'aiguillons radiaux

Le comptage est effectué sur une aréole complète à mi-hauteur du corps. La similitude est déterminée par le rapport  $P_A/P_B$ .

#### Longueur des aiguillons radiaux

La longueur minimale ( $L_{MIN}$ ) et la longueur maximale ( $L_{MAX}$ ) sont mesurées sur une aréole à mi-hauteur du corps. Dérivées de ces mesures, nous avons la longueur moyenne ( $= (L_{MIN} + L_{MAX})/2$ ) et la différence de longueur ( $= L_{MAX} - L_{MIN}$ ). Ainsi, 4 caractères sont ici utilisés. La similitude est déterminée par le rapport  $P_A/P_B$ .

#### Couleur des aiguillons radiaux

Une table des couleurs ou combinaison de couleurs a été définie. Différentes couleurs aux aiguillons d'une même aréole peuvent être observées.

Similitude

1 si  $P_A = P_B$ .

0.5 si  $P_A$  en partie =  $P_B$ .

#### Forme des aiguillons radiaux

Un aiguillon radial peut être droit, légèrement courbé, totalement courbé ou irrégulièrement courbé. Par ex. *Sulcorebutia hertusii* appartient à la dernière catégorie. Si les radiaux sont courts et courbés comme chez *S. krugerae*, certains semblent endommagés. Je les ai donc mis à 50% dans la catégorie « irrégulièrement courbés » et à 50% dans la catégorie « légèrement courbés ». Je ne suis pas sûr que ce soit vraiment cohérent. On ne trouve que très rarement un mélange d'aiguillons droits et courbés dans une population.

Similitude

1 si  $P_A = P_B$ .

0.5 si  $P_A$  en partie =  $P_B$ .

#### Surface des aiguillons radiaux

Wim Vanmaele [7] a publié un écrit à sur la morphologie des aiguillons radiaux. Un radial peut être lisse ou rugueux. Rugueux peut être divisé en 2 catégories : protubérances (Fig. 13) ou fausses protubérances (Fig. 14). Fig. 15 montre la même catégorie que la Fig. 13, mais avec l'adjectif « fortes ». Il y a une autre catégorie d'aiguillons avec des fissures transversales, mais pas de fausses protubérances.

On peut facilement observer ces propriétés avec une loupe 12x. Pour ma part, j'ai utilisé un stéréo-microscope russe MBS-10, à grossissement 16x.

Je n'ai pas observé de mélange de protubérances et de fausses protubérances dans les plantes d'une même population. Le programme permet de rentrer chaque plante dans différentes catégories.

Les caractères ont été observés au bout, au milieu et à la base. Comme quatrième caractère, la totalité de l'aiguillon est évalué.

1 si  $P_A = P_B$ .

0.5 si  $P_A$  en partie =  $P_B$ .

#### Position des aiguillons centraux

Catégories

1 = pas d'aiguillon central

2 = aiguillon central à 1 heure

3 = aiguillon central à 2 heures

4 = aiguillon central à 3 heures

5 = aiguillon central à 4 heures. Il y a des plantes avec les propriétés 2-5.

Similitude

1 si  $P_A = P_B$ .

0.5 si  $P_A$  en partie =  $P_B$ .

#### Nombre d'aiguillons centraux

Comme pour le nombre d'aiguillons radiaux.

### Couleur des aiguillons centraux

Comme pour la couleur des aiguillons radiaux.

### Longueur maximale des aiguillons centraux

La similitude est déterminée par le rapport  $P_A/P_B$ .

### Aréole longueur (Le)-largeur (Wi)

Non seulement les longueurs absolues ont été prises, mais également la relation entre longueur et largeur.

Similitude =  $(ALe_A^2 = AWi_B) / (ALe_B^2 = AWi_B)$

### Nombre de rejets chaque année

Depuis 1984 j'ai enregistré mes plantes dans une base de données. Année = années de présence. Un semis compte après 3 ans, une bouture compte immédiatement.

NY = nombre de rejet / année.

La similitude est déterminée par le rapport  $NY_A/NY_B$ .

### Couleur d'un bouton de fleur dès qu'il est visible

La couleur peut changer rapidement en quelques semaines.

16 catégories de couleurs ont été définies. Pour l'algorithme de similitude voyez « Couleur de fleur ».

### Distances et angles dans la section de la fleur

Une section de fleur est scannée à 600 DPI. Dans le programme, des points sont sélectionnés pour être marqués. Ils sont indiqués par de petits cercles de couleur (Fig. 16). Vous trouverez les coordonnées des points marqués dans le cadre supérieur gauche. Lorsque toutes les marques sont faites, le programme calcule les distances et les angles. Pour l'évaluation, je préfère convertir toutes les longueurs en longueurs relatives étant donné que la taille des fleurs n'est pas régulière. La similitude est déterminée par le rapport  $P_A/P_B$ .

De cette manière, on obtient les données sur la longueur du pistil, filaments, champ d'insertions, base des filaments inférieurs - péricarpe, longueur des filaments supérieurs, stigma – sommet du périanthe, anthère – sommet du périanthe, largeur du pistil et les angles formés par 3 paires de lignes pointillées.

### Forme du périanthe, écailles du réceptacle et écailles du péricarpe

Les catégories ont été définies par échantillonnage. En cas de doute on peut sélectionner une seconde catégorie (Fig. 16, cadre inférieur gauche).

Similitude

1 si  $P_A = P_B$ .

0.5 si  $P_A$  en partie =  $P_B$ .

### Couleur de la fleur

L'image scannée de la section de la fleur est utilisée ici aussi. A l'aide de la souris, un point (pixel) du périanthe est sélectionné. Afin d'éviter d'utiliser une couleur singulière, une moyenne des 25 pixels autour de celui sélectionné est calculée. Donc, dans un *Sulcorebutia chatajillensis* ont été trouvés les numéros RGB 46, 65, 161 et dans un *S. kamiensis* 67, 198, 254. RGB signifie la combinaison des couleurs rouge, verte et bleue.

Imaginez un cube dont la longueur, la largeur et la hauteur sont 256. La diagonale de son corps est de  $\sqrt{(256^2 + 256^2 + 256^2)} = 443$

Les deux plantes sélectionnées reçoivent une place dans le cube à cause de leur numéro RGB. La distance absolue entre rouge (*S. chatajillensis*) et jaune (*S. kamiensis*) est de  $\sqrt{[(67-46)^2 + (198-65)^2 + (254-161)^2]} = 164$ . La distance relative est de  $164/443 = 0.37$ . La similitude est maintenant calculée par  $1-0.37 = 0.63$ .

Les insectes se moqueront probablement de moi et de ma méthode. Pourtant, je crois que cela confirme mon interprétation des couleurs et je peux les comparer facilement.

Dans ce projet, les couleurs ont été mesurées pour la partie supérieure du périanthe, la partie inférieure du périanthe, le pistil, le stigma, la partie supérieure du filament, la partie inférieure du filament, écaille du réceptacle, écaille du péricarpe, la gorge. Pour l'instant, je n'ai pas utilisé la couleur de la gorge pour l'évaluation car la réflexion des filament pourrait avoir quelque influence durant le scannage.

### Nombre d'écailles sur le réceptacle

La similitude est déterminée par le rapport  $P_A/P_B$ .

Poils avec les écailles du péricarpe

Similitude

1 si  $P_A = P_B$ .

0.5 si  $P_A$  en partie =  $P_B$ .

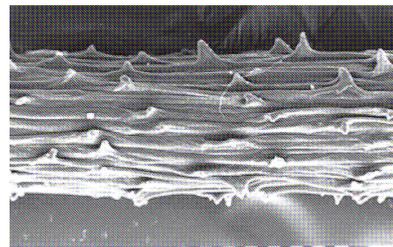
### Sommet du périanthe

Catégories  
continu, pointu, effilé.

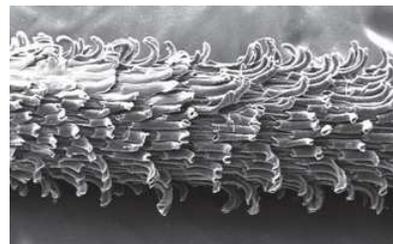
Similitude

1 si  $P_A = P_B$ .

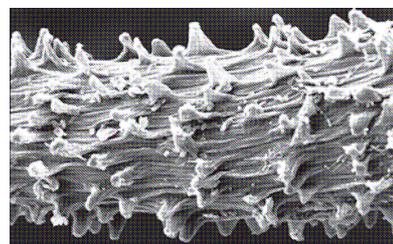
0.5 si  $P_A$  en partie =  $P_B$ .



13



14



15

13 Aiguillon radial avec protubérances  
14 Aiguillon radial avec fausses protubérances  
15 Aiguillon radial avec protubérances, plus fortement  
(Ph. : Wim Vanmaele)

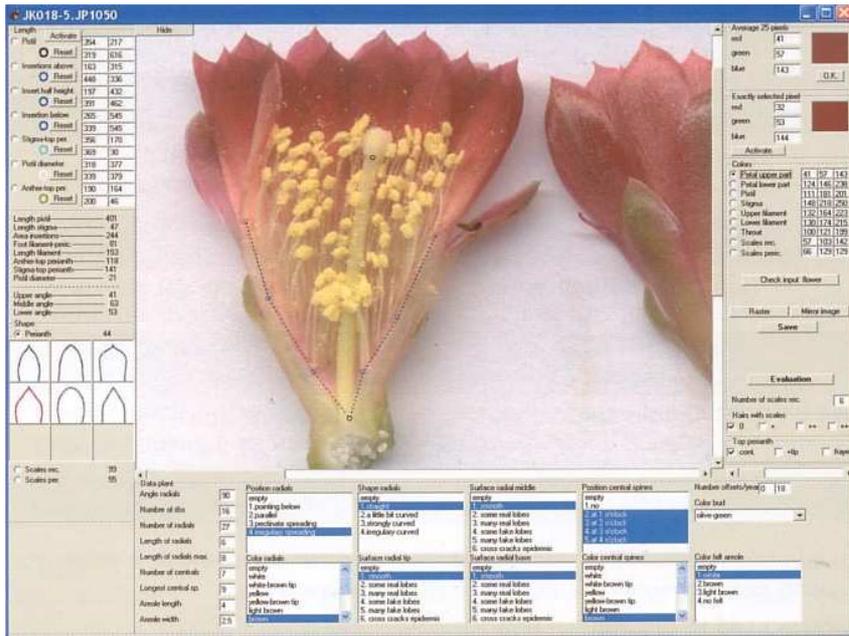


Fig. 16 Fenêtre d'introduction des données du programme pour les caractères morphologiques

**Pourquoi ?**

J'ai parfois oublié de demander « Pourquoi ? ». Pas cette fois. Encore une fois, je ne suis pas taxonomiste, mais je pense qu'il serait possible de comprendre certains choix.

Hunt maintient un genre *Rebutia*, où je préfère *Weingartia* ou *Sulcorebutia*. Pour lui, les plus récentes publications sont basées sur des introductions horticoles. Et donc, les « espèces pot de fleurs » (par ex. *S. dorana*, *S. juckeri* et *S. roberto-vasquezii* ?) ont été ignorées. Bien sûr, mes observations pour le « Projet Morphologie » ont été faites chez moi. Peut-être ont-elles peu de pertinence. Mais quelles sont les alternatives ? Qui les a utilisées ?



Fig. 17 *Sulcorebutia* spec. HJ 1190 de Troja Pampa, probablement un écotype de *S. Juckeri* (Photo : Hans Jörg Jucker)

L'habitat de *S. glomeriseta* n'a jamais été redécouvert. Manifestement, il n'y a pas de pueblo appelé « Naranjito » près de Choro. Peut-être le collecteur Rocha voulait-il parler en 1949, d'un jardin où poussaient des

* Caractère	* Caractère	* Caractère
43 Nbre de côtes	19 Longueur moyenne des radiaux	22 Angle base
51 Angle des radiaux	2 Différence de longueur des radiaux	20 Forme du périanthe
40 Nbre de radiaux	45 Position aiguillons centraux	4 Forme écailles du réceptacle
61 Position des radiaux	4 Couleur centraux	10 Forme écailles du péricarpe
17 Couleur des radiaux	2 Nbre de centraux	33 Nbre écailles du réceptacle
21 Forme des radiaux	1 Plus long central	12 Sommet du périanthe
27 Surface radiaux sommet	4 Longueur/largeur aréole	65 Couleur de l'apex du périanthe
57 Surface radiaux milieu	12 Nbre de rejets/an	45 Couleur base du périanthe
33 Surface radiaux base	5 Couleur du bouton	7 Couleur du pistil
6 Longueur minimale des radiaux	20 Angle apical	15 Couleur filaments à l'apex
7 Longueur maximale des radiaux	30 Angle milieu	3 Couleur filaments à la base

Tab. 3 Caractères utilisés pour distinguer les populations

\* nombre de fois

<i>S. albissima</i> JK039	<i>S. losenickyana</i> HS009	* <i>S. prantneri</i> JK120	* <i>S. steinbachii</i> G030
<i>S. aureiflora</i> JK185	* <i>S. losenickyana</i> JK201	<i>S. pulchra</i> HS078a	* <i>S. steinbachii</i> JK092
<i>S. aureiflora</i> JK191	<i>S. losenickyana</i> JK204	* <i>S. santiaginiensis</i> HS025	* <i>S. steinbachii</i> JK094
<i>S. aureiflora</i> WR479	<i>S. losenickyana</i> JK444	* <i>S. santiaginiensis</i> JK134	* <i>S. steinbachii</i> JK104
<i>S. canigueralii</i> JK053	* <i>S. mariana</i> HS015	* <i>S. santiaginiensis</i> JK137	* <i>S. steinbachii</i> JK105
* <i>S. crispata</i> WR595	* <i>S. oenantha</i> JK026	<i>S. sp.</i> Barranca JK075	<i>S. tarabucoensis</i> WR590
* <i>S. frankiana</i> G028	* <i>S. oenantha</i> JK027	* <i>S. sp.</i> Palta Loma JK116	<i>S. tarijensis</i> JK237
* <i>S. frankiana</i> HS075	* <i>S. pampagrandensis</i> JK029	<i>S. sp.</i> Rodeo HS100	<i>S. tiraquensis</i> JK020
<i>S. frankiana</i> JK178	* <i>S. pampagrandensis</i> JK030	<i>S. sp.</i> Sacani JK321	<i>S. totoensis</i> HS149
* <i>S. hoffmannii</i> JK017	<i>S. pasopayana</i> L387	* <i>S. sp.</i> San Pedro JK318	
* <i>S. hoffmannii</i> PRHOF	* <i>S. pasopayana</i> WR593	* <i>S. sp.</i> San Pedro JK319	
* <i>S. horrida</i> JK048	<i>S. polymorpha</i> JK043	* <i>S. sp.</i> Torotoro HS221	

Tab. 4 Liste des populations non reconnaissables comme distinctes.  
\* Coefficient de variabilité inférieur à 68.

orangers ? Les données morphologiques montrent, dans certains cas, quelques similitudes avec *S. krahni* de Comarapa. Maintenant, *S. krahni* est synonyme de (semis de ?) *S. glomeriseta* [3]. Quel est notre nécessaire « point fixe de référence » dans ce cas-ci. De quelle manière *S. krahni* est-il reconnaissable comme distinct de *S. tiraquensis* ?

Il me semble douteux que le neotype de *S. steinbachii* représente la même population que la plante de Werdermann [5]. Rausch a décrit une variété *horrida* de l'original *S. steinbachii*. A-t-il aussi une forte parenté avec le neotype ? Dans [3], on montre *S. horrida* comme seul exemple de *S. steinbachii*. Pourquoi ? Encore une fois, je ne comprends pas le point fixe de référence absolu.

Il est arrivé à *S. pulchra* d'être considéré comme une sous-espèce de *S. canigueralii* [2], mais à présent, nous devons le reconnaître en tant qu'espèce et il est représenté par HS078 [3], environ 8 km à l'est de Estancia Zurima. Cet habitat est-il sur la route de Presto à Rio Grande ? Ou Meneces était-il non loin de Pasopaya lorsqu'il découvrit les plantes connues sous Cárđ. 6310 ? Bien qu'elles soient reconnues, qui est sûr de les avoir jamais vues ? Pourquoi *S. rauschii* appartient-il aujourd'hui à *S. pulchra* ?

Pourquoi *S. juckeri* est-il considéré comme « espèce pot de fleurs » alors qu'il a été découvert à plus de 10 endroits différents à l'est et à l'ouest du Rio Pilcomayo ? (Fig. 17) A quel taxon variable devrait-il être attribué ? Quels critères ont été utilisés pour décider de ceci ?

Je recommanderais fortement aux auteurs d'expliquer clairement leurs choix dans leur classification, surtout si l'écrit est destiné à des amateurs.

Si des lecteurs sont intéressés par mon « Projet Morphologie » concernant les introductions horticoles, je les invite à me contacter.

## Remerciements

Je voudrais remercier : Miss C. Isaac et Mrs. J. Smart pour la relecture de ce texte, H.J. Jucker et W. Vanmaele pour leurs photographies.

## Bibliographie

- [1] Hentzschel, G. (1999). "Het geslacht *Sulcorebutia* Backeberg emend. Hentzschel", *Succ.* 79(3): 131 – 142.
- [2] Hunt, D. (1999). *Cites Cactaceae Checklist*, Kew Gardens Publishing.
- [3] Hunt, D. (2006). *The New Cactus Lexicon*, Dh books: 2,3,4,245.
- [4] Pot, J. (2006). "The use of isoenzyme analysis to study the dispersal of *Sulcorebutia*", *Cactus & Co.* 10 (4): 236 – 250.
- [5] Pot, J. (2008). "*Sulcorebutia steinbachii* und anderes", *Echinopseen* 5(1): 7 – 19

[6] Ritz, C.M. et al (2007). “The molecular phylogeny of *Rebutia* (Cactaceae) and its allies demonstrates the influence of paleogeography of the evolution of South American Mountain cacti”, *American Journal of Botany* 94(8): 1321 – 1322.

[7] Vanmaele, W. (1983). *Vergelijkende morfologie en taxonomische bruikbaarheid van doornen van enkele cactacea-genera, samenbundeling van de teksten uit Cactus (B)*.

---

Cet article est paru dans la revue *Cactus & Co* XIII 2, 2009, (p.12-29)

Reproduit avec l'autorisation de l'auteur et de l'éditeur.

Traduction Anglais → Français : **Bouly**

---