

Zeitschrift: Boissiera : mémoires de botanique systématique
Herausgeber: Conservatoire et Jardin Botaniques de la Ville de Genève
Band: 31 (1980)

Artikel: Une nouvelle approche des Achillées californiennes par les méthodes d'analyse des données : parallèle des résultats obtenus dans les trois jardins expérimentaux de Stanford, Mather et Timberline, pour huit écotypes d'un transect E.W. de la Californie centrale

Autor: Bourreil, Pierre / Fondarai, Joseph / Boch, Alain
Kapitel: Résumé = Summary = Zusammenfassung
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-895603>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 03.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

RÉSUMÉ

Les principales données de l'ouvrage «Environmental response of climatic races of *Achillea*», œuvre de J. Clausen, D. D. Keck & W. M. Hiesey (1948) ont suscité de nouvelles recherches. Ces données correspondent aux mesures de quatre critères (nombre moyen – *NBT.* – et longueur maximale – *LON.* – des tiges, date d'apparition – *DTF.* – de la première fleur et degré de longévité des plants – *DEL.* – durant le temps de l'expérimentation) concernant huit écotypes d'un transect E.-W. de la Californie centrale dont les clones représentatifs ont été cultivés dans les trois jardins expérimentaux de Stanford (30 m.), Mather (1400 m.) et Timberline (3050 m.).

A partir de la méthode dichotomique opposant des ensembles de clones, la différenciation de ces huit races écologiques a été justifiée par la comparaison du *DEL.* aux jardins de Timberline et de Mather, et des $\bar{X}$ du *LON.* aux jardins de Mather et de Stanford.

A partir de l'analyse factorielle des correspondances, la différenciation écotypique a été mise en évidence par la comparaison de l'indice de similarité des ellipses représentatives des races comparées 2 à 2 et par l'orientation différente du grand axe de certaines d'entre elles. Si la programmation a été conçue par les statisticiens, l'exploitation des résultats a été mise à la portée de tous les chercheurs par le taxonomiste qui a toujours fait référence aux données transmises à l'ordinateur. On notera que les fondements de toute l'interprétation se résument en une relation: il existe une correspondance étroite entre les douze facteurs de l'analyse factorielle et les douze modalités des quatre critères étudiés (modal. Stanford, modal. Mather, modal. Timberline, soit $3 \times 4 = 12$). Autrement dit, dans le plan des axes étudiés, une modalité est soit dans le sens des abscisses, soit dans le sens des ordonnées, soit dans le quadrant d'autant plus discriminante que la projection du facteur correspondant soit sur les abscisses, soit sur les ordonnées, soit dans le quadrant est plus excentrique. Outre les conclusions auxquelles elle conduit, cette stratégie par hiérarchisation des influences des modalités permet d'élucider la signification des axes. L'axe 1 qui échelonne les races d'*Achillea* des ordonnées négatives (écotypes de basse altitude) aux ordonnées positives (écotypes de la Sierra Nevada) traduit l'influence gradiente du climat qui au niveau des végétaux détermine un raccourcissement de la durée de leur période de croissance dans leur station naturelle. L'axe 2 explicite une réponse de chaque écotype en rapport avec la structure de son appareil végétatif souterrain, et qui est une fonction de la relation complexe du sol d'abord, ensuite de la température et de l'eau dont disposent les trois jardins. L'axe 3 traduit dans le plan 1-3, des abscisses positives aux abscisses négatives, un gradient de la vitalité des clones caractérisé par le *NBT.* (*NBT.T.* surtout pour les clones à réponse positive au jardin de Timberline, *NBT.M.* et *NBT.S.* pour les autres). S'il ne facilite pas la différenciation écotypique, le plan des axes 2-3 ségrège nettement les trois variétés, d'une part en fonction de leur structure racinaire (ellipses de la var. *lanulosa* opposées à celles des var. *borealis* et *alpicola*), d'autre part en fonction de leur réponse au jardin de Timberline (orientation différente des ellipses des var. *borealis* et *alpicola* qui se chevauchent). En dernier lieu, l'étude de la surface des ellipses et de la distribution des projections des sujets qui leur correspondent suggère que la population de Tenaya Lake située à 2500 m. d'altitude est la plus hétérozygote de celles des *Achillea* étudiés en Sierra Nevada.

SUMMARY

The principle results presented by J. Clausen, D. D. Keck & W. M. Hiesey (1948), in their work entitled «Environmental responses of climatic races of *Achillea*» are subjected to new research. The data are based on the measurement of four criteria, viz. average number (*NBT.*) of stalks and their maximum length (*LON.*), date of appearance of the first flower (*DTF.*), and length of life of the plants (*DEL.*) during the experimental period. Eight ecotypes were collected from an E.-W.-transect in Central California and representative clones were cultivated in three experimental gardens, namely Stanford (30 m.), Mather (1400 m.) and Timberline (3050 m.).

Using a dichotomous method of contrasting all the clones, the distinction of these eight ecological races was justified by comparing *DEL.* at Timberline and Mather, and also $\bar{X}$ of *LON.* at Mather and Stanford.

Using factorial analysis of correspondance, ecotypic differentiation was demonstrated by comparing the similarity coefficients of the ellipses representing the races contrasted in pairs, and by studying the differences in the orientation of the major axis for certain of them. Even though the programme was conceived by the statisticians, the results were exploited and brought to the use of all research workers by the taxonomist who has always made reference to the data used in the calculations. The interpretation is based on one relation, namely on the existence of a narrow correlation between the twelve factors of the factorial analysis and the twelve modules of the four phenomena studied (mod. Stanford, mod. Mather, mod. Timberline, that is $3 \times 4 = 12$). In other words, in the plane of the axes studied, a module is either in the direction of the abscissae or in the direction of the ordinates, or in the quadrant where the projections of the corresponding factor on the mentioned axes is more discriminant the more they are excentric.

In addition to the conclusions to which it leads, this strategy by ranking the different influences of the modules allows us to elucidate the significance of the axes. Axis 1 on which the *Achillea* races fall in negative values for the ecotypes of low altitude, and in positive values for the ecotypes of the Sierra Nevada, expresses the gradual influence of climatic factors shortening the growth period in the natural habitats. Axis 2 makes clear the response of each ecotype linked to the structure of its underground organs, responses that are a function of the complex relations between soil, temperature and water in the three gardens. In the planes 1-3 of the abscissae, passing from positive to negative values, a gradient of the vigour of the clones characterized by *NBT.* (*NBT.T.* especially for the clones with a positive response in the Timberline garden, *NBT.M.* and *NBT.S.* for the others respectively).

Even though it does not facilitate the recognition of the ecotypes, the planes of axes 2-3 separate clearly the three ecological varieties as to their root structure (the ellipse of var. *lanulosa* contrasts with those of var. *borealis* and *alpicola*) or as to their responses in the Timberline garden (a different orientation of the ellipses of var. *borealis* and var. *alpicola* which overlap). Finally, the study of the ellipse surfaces, and of the distribution of the corresponding functions when projected, indicates that the Tenaya Lake population (2500 m.) may be the most heterozygous of all the *Achillea* populations studied from the Sierra Nevada.

ZUSAMMENFASSUNG

Die von J. Clausen, D. D. Keck & W. M. Hiesey (1948) in ihrer Arbeit «Environmental responses of climatic races of *Achillea*» bekanntgegebenen Ergebnisse waren Anlass zu neuen Untersuchungen. Messungen von vier Merkmalen waren gegeben, nämlich: die durchschnittliche Anzahl (*NBT.*) bzw. Länge (*LON.*) der Stengel, der Erscheinungstag der ersten Blüte (*DTF.*) und die Lebensdauer der Pflanzen (*DEL.*) während der Versuchszeit. Acht auf einer durch Mittelkalifornien verlaufenden O.-W.-Linie genommene Ökotypen wurden beobachtet. Repräsentative Klone davon wurden in den Versuchsgärten in Stanford (30 m.), Mather (1400 m.) und Timberline (3050 m.) in Kultur gebracht.

Mit Hilfe einer dichotomen Methode, die die Gesamtheit der Klone einander gegenüberstellt, wird die Differenzierung der acht ökologischen Rassen durch Vergleich der *DEL.*-Werte aus den Gärten von Timberline und Mather, und die $\bar{X}$ -Werte des *LON.* aus den Gärten von Mather und Stanford gerechtfertigt.

Die Analyse der korrelierenden Faktoren zeigt die Differenzierung der Ökotypen durch Vergleich des Ähnlichkeitsindex der repräsentativen Ellipsen, erhalten durch Gegenüberstellung von je zwei Rassen, und durch die unterschiedliche Orientierung der Hauptachsen verschiedener Rassen. Auch wenn die Statistiker das Programm ausgearbeitet haben, hat der Taxonome, der immer auf die an die Datenverarbeitungsmaschinen oder Computer gegebenen Informationen verwiesen hat, allen Forschern die Resultate zur Verfügung gestellt. Jedoch ist zu beachten, dass die Interpretationen auf eine einzige Beziehung gegründet ist, nämlich das Vorhandensein einer engen Korrelation zwischen den zwölf Faktoren der Faktorenanalyse und den zwölf Modellen der vier untersuchten Variablen (bzw. Modell Stanford, Modell Mather und Modell Timberline, oder $3 \times 4 = 12$). Anders ausgedrückt: in der Ebene der studierten Achsen liegt ein Modell in der Achse der Abszisse oder in der der Ordinate oder noch in der des Quadranten und ist je diskriminanter um so excentrischer die Projektion des entsprechenden Faktors auf die genannten Achsen fällt. Dieser Weg der Einordnung der Modelleinflüsse führt zu den Schlussfolgerungen, aber auch zu Aufklärung der Bedeutung von Achsen. Die 1. Achse, auf der die *Achillea*-Rassen von negativen (Ökotypen niedriger Höhenstufen) zu positiven (Ökotypen der Sierra Nevada) Ordinatenwerten aufgetragen sind, zeigt den Einfluss der Klimagradien, die am natürlichen Standort die Verkürzung der Vegetationsperiode bestimmen. Die 2. Achse drückt die Beziehung eines jeden Ökotypes zur Ausbildung der unterirdischen vegetativen Organe aus, eine Beziehung die ihrerseits eine Funktion der komplexen Zusammenhänge zwischen Boden, Temperatur und Wasser in den drei Versuchsgärten ist. Die 3. Achse stellt in der Ebene 1-3 auf Abszissen, die von positiven zu negativen Werten verlaufen, einen Vitalitätsgradienten der Klone dar, der durch *NBT.* (*NBT.T.* besonders für die positiven Werte der Klone im Garten Timberline, bzw. *NBT.M.* und *NBT.S.* für die beiden anderen Gärten) charakterisiert ist. Auch wenn die Ebene der Achsen 2-3 die drei Varietäten deutlich von einander trennt, wird dadurch die ökotypische Differenzierung nicht einfacher. Diese Trennung ist einerseits durch Unterschiede in der Wurzelstruktur (die Ellipse der var. *lanulosa* denjenigen der var. *borealis* und *alpicola* gegenübergestellt), und andererseits durch die ökologischen Faktoren im Garten von Timberline (ungleichartige Orientierung der Ellipsen der var. *borealis* und *alpicola* die teilweise Zusammenfallen) bedingt. Ferner deutet das Studium der Ellipsenflächen und der entsprechenden Modellprojektionen darauf hin, dass die Population von Tenaya Lake (2500 m.) die am meisten heterozygot der untersuchten *Achillea*-Populationen der Sierra Nevada ist.