

Prom. N° 3583

Etude des caractères
morphologiques, physiologiques et agronomiques
de populations d'esparcette
(*Onobrychis* spp.)

Thèse présentée
à l'Ecole polytechnique fédérale, Zurich
pour l'obtention du
grade de docteur ès sciences techniques

par

Samuel Badoux

ing. agr. dipl. EPF
de Cremin VD

Rapporteur: Prof. Dr R. Koblet
Corapporteur: Prof. Dr F. Kobel

VII. RÉSUMÉ

Dans la première partie de ce travail sont examinés un certain nombre de caractères importants pour la sélection et la distinction de populations d'esparcette d'intérêt agricole. Les deuxième et troisième parties sont consacrées à l'étude du comportement de quelques-unes de ces populations vis-à-vis du mode d'utilisation et de la fumure. L'accent est mis sur l'espèce *Onobrychis sativa* LAM. (*O. viciifolia* SCOP. *sensu stricto*), mais d'autres populations appartenant à *O. transcaucasica* GROSS. et à *O. arenaria* (KIT.) SER. sont également considérées.

A. Caractères physiologiques et morphologiques

1. *Alternativité*: Les populations de *O. transcaucasica* étudiées sont très hétérogènes: une partie seulement des plantes sont alternatives. A deux exceptions près, les populations cultivées et sauvages indigènes sont non alternatives et se rattachent par conséquent à *O. sativa* f. *communis* (AHLEF. *pro forma*). L'année du semis et après la première coupe des années suivantes, seules de rares plantes fleurissent.

2. *Epoque de floraison*: *O. transcaucasica* et surtout *O. arenaria* sont manifestement plus tardives que *O. sativa*. Les populations cultivées indigènes démarrent très tôt au printemps et sont précoces. Les écotypes sauvages de la plaine fleurissent plus tôt que ceux provenant de régions élevées.

3. Parmi les caractères de la tige étudiés figurent le nombre de hampes florales par plante, le diamètre, la longueur et le nombre de nœuds. *O. sativa*, y compris la variété *persica* est plus fine et moins élevée que *O. transcaucasica* et *O. arenaria*. En première coupe *O. sativa* f. *bifera* est légèrement plus grande que *O. sativa* f. *communis*, mais la différence n'est pas assurée statistiquement; le nombre de nœuds est par contre significativement plus élevé chez la première. On note une corrélation positive entre le nombre de nœuds et la longueur des tiges, ainsi que le nombre des branches secondaires.

4. *Caractères de la feuille*: *O. arenaria* et *O. transcaucasica* se reconnaissent à leurs feuilles et à leurs folioles plus longues. Coupées au stade de début floraison, les trois variétés ou formes de *O. sativa* sont plus feuillues que *O. transcaucasica*. La comparaison de *O. sativa bifera* et *communis* donne les résultats suivants:

- En première coupe cette dernière présente significativement moins de folioles sur la troisième feuille de la tige.
- On ne constate pas de différence assurée quant à la longueur des feuilles, ni quant au rapport feuilles-tiges. A l'intérieur des deux groupes, on trouve néanmoins des populations significativement plus riches en feuilles.

5. *Caractères de la fleur*: Le nombre de fleurs par inflorescence est un caractère distinctif important des espèces étudiées. Il dépasse 70 chez *O. arenaria*, il est compris entre 50 et 70 chez *O. transcaucasica* et *O. sativa*, sauf pour la variété *persica* où il est inférieur à 50. Le nombre de branches latérales et par conséquent d'inflorescences est plus élevé pour *O. sativa bifera* que pour *O. sativa communis*.

6. *Propriétés de la semence*: Le poids de 1000 grains et la présence d'épines sur la crête de la gousse sont les caractères de la semence les plus aisément reconnaissables. *O. arenaria* se reconnaît à ses semences plus petites. Le fruit des *O. sativa persica* observées n'est que peu ou pas denté. Par contre, à la présence ou à l'absence de dents, il n'est pas possible de reconnaître l'appartenance des populations indigènes à *O. sativa bifera* ou *communis*.

B. Sensibilité au mode d'utilisation

En comparant trois régimes de coupes, à savoir I coupe mensuelle, II première coupe à pleine floraison puis coupe mensuelle, III utilisation modérée simulant le fanage, en vue d'examiner

l'influence du mode d'utilisation sur la production des parties aériennes et souterraines, la formation des réserves et la persistance, nous avons fait les constatations suivantes:

1. *Productivité*: L'année du semis, les populations du type *O. sativa bifera* se développent plus rapidement et sont plus productives que celles de la forme *O. sativa communis*, mais ces dernières se maintiennent ensuite plus longtemps à un rendement élevé et la chute des rendements que cause une utilisation trop fréquente est moins marquée.

– Les parcelles exploitées mensuellement sont moins vigoureuses et poussent plus lentement l'année suivante. Si la première coupe est récoltée au stade début de floraison, les rendements ne sont diminués par une coupe mensuelle ultérieure que si le traitement est répété durant deux ans au moins.

2. *Organes souterrains*: La masse des racines et tiges souterraines est d'autant plus élevée que le régime de coupe est moins sévère. Les différences s'accroissent encore après deux ans de traitement. Sur les plantes de troisième année, le poids des organes souterrains est, pour un régime d'utilisation donné, plus élevé pour l'esparcette commune que pour l'esparcette remontante.

– Durant l'hiver la masse des organes de réserve diminue.

3. *Accumulation des réserves*: Des différences de teneur en glucides utilisables totaux ou en protéines brutes n'apparaissent, en fonction du mode d'utilisation, que durant le premier hivernage, les parcelles exploitées le plus souvent étant les plus pauvres. En raison surtout de la différence de poids des organes de réserve, la quantité totale de réserves par plante est d'autant plus élevée que les plantes sont coupées plus modérément. La teneur à l'automne en glucides utilisables totaux baisse avec le vieillissement des plantes. En troisième année, l'esparcette commune présente une teneur en réserves plus élevée que l'esparcette remontante.

4. *Persistance*: Même en régime d'utilisation modéré, on note d'importantes différences de persistance entre variétés. L'esparcette commune indigène est particulièrement durable. *O. arenaria* d'autre part disparaît dès la troisième année. A condition que la première coupe ne soit pas faite avant le stade de début de floraison, une coupe mensuelle n'a que peu d'effet sur la persistance. Si, par contre, la première coupe est enlevée avant l'apparition des boutons, on constate une forte mortalité dès l'année suivante.

C. Action de la fumure

L'action de la fumure sur la production et la persistance de l'esparcette est examinée sur prairies artificielles et naturelles, ainsi qu'en vases de végétation.

Dans une *prairie artificielle* établie sur un terrain fertile, les fumures azotées, potassiques et phosphatées n'ont pas significativement modifié la production par rapport au témoin. Toutefois, des quantités de 45 à 90 unités d'azote par hectare durant deux ans ont légèrement réduit le rendement de parcelles d'esparcette en semis pur. Dans les parcelles de mélange fourrager, le pourcentage d'esparcette dans la récolte est significativement diminué par la fumure azotée. Il n'est pas constaté de différences de persistance selon les formules de fumure.

Appliquée durant plusieurs années successives, la fumure azotée a conduit sur *prairie naturelle* à une légère diminution du nombre de plantes d'esparcette par m². Les autres engrais n'ont pas eu d'effet sur la densité du peuplement.

Dans un essai en *vases de végétation*, la fumure azotée sous forme nitrique a diminué le poids des racines et des parties aériennes ainsi que le nombre et la grandeur des nodosités. Les engrais phosphatés par contre ont augmenté le poids des organes aériens et souterrains, alors que l'apport de potasse n'a eu pratiquement aucun effet.

SUMMARY

Morphological, physiological and agronomic characteristics of sainfoin populations (Onobrychis spp.)

Populations of *Onobrychis sativa* LAM. (*O. viciifolia* SCOP. *sensu stricto*) as well as some *O. transcaucasica* GROSS. and *O. arenaria* (KIT.) SER. were shown to differ in specific and agricultural characteristics.

A. Physiological and morphological characteristics

Alternativity (Ability to flower during the sowing year): The populations of *O. transcaucasica* examined were quite heterogenous; part of the plants only were alternative. With two exceptions the indigenous cultivated and wild populations were not alternative and consequently belong to *O. sativa f. communis* (AHLEF. *pro forma*). In the sowing year and after the first cut of the following year only very few plants flowered.

Time of flowering: *O. transcaucasica* and especially *O. arenaria* were obviously later than *O. sativa*. The cultivated indigenous populations start growing very early in spring and flower early. The wild ecotypes from the low land flower earlier than the types collected at higher altitudes.

Stem characteristics: The characteristics examined were the number of flowering stems, their diameter, the length and number of nodes. *O. sativa* including the variety *persica* was thinner and lower than *O. transcaucasica* and *O. arenaria*. At the first cut, *O. sativa f. bifera* was slightly higher than *O. sativa f. communis*, but the difference was not significant. The number of nodes was significantly larger with the former type. A positive correlation was established between the number of nodes and the stem length or the number of axillary stems.

Leaf characteristics: *O. arenaria* and *O. transcaucasica* showed longer leaves and leaflets. Cut at the beginning of flowering the three botanical forms of *O. sativa* were leafier than *O. transcaucasica*. *O. sativa bifera* had significantly more leaflets on the third leaf than *O. sativa communis*, but there was no significant difference between the two varieties in leaf length and leaf to stem ratio. In both groups some of the types examined had significantly more leaves than others; at a given time the leaf to stem ratio was higher, the later the strain.

Flower characteristics: *O. arenaria* had over 70 florets in each inflorescence, whereas *O. transcaucasica* and *O. sativa* had 50 to 70 florets and *O. persica* less than 50 florets. The number of axillary stems and therefore of inflorescences was larger for *O. sativa bifera* than for *O. sativa communis*.

Seed characteristics: The 1000-seed weight and the presence of spines on the edge of the husk were characteristics the easiest to recognize. *O. arenaria* husks were smaller. The fruits of *O. sativa persica* had few or no spines. The indigenous *O. sativa communis* or *bifera* populations could not be distinguished by the presence or absence of spines on the husks.

B. Effect of management

Three cutting frequencies were investigated: I. monthly over the whole growing period, II. monthly beginning after full flowering, III. moderately as in the usual agricultural practice. The purpose of the experiment was to investigate how far the number of cuttings influenced the growth of the aerial and underground parts, the accumulation of reserves and the longevity.

Growth: In the year of sowing *O. sativa bifera* developed more rapidly and was more productive than *O. sativa communis*, but the latter yielded better in the following years and was less influenced by excessive cutting.

The monthly cutting rate diminished the vigour of the plants which grew more slowly in later years. When the first cutting was delayed till flowering and followed by monthly cuttings the yield decreased after two years only.

Underground parts: The less frequent the cuttings, the heaviest were the roots and crowns. The differences between the treatments increased with the years. On 3-years-old plants, root and crown weight was higher for *O. sativa communis* than for *O. sativa bifera* in the same cutting treatment.

During winter the weight of the reserve organs decreased.

Reserves: The percentages of total available carbohydrates and total nitrogen were influenced by the cutting system during the first winter only; the plots cut monthly over the whole year having a slightly lower reserve content. Consequently the total amount of reserves depended mostly on the root and crown weights discussed above. In the autumn, the supply of carbohydrates was lower with older plants. In the third year *O. sativa communis* had less reserves than *O. sativa bifera*.

Longevity: The examined varieties and strains differed considerably in longevity. *O. sativa communis* was particularly persistent. *O. arenaria* started disappearing in the third year already. For all the varieties monthly cuttings over the whole growing period caused a heavy mortality: however, if the first cutting was done at flowering time, the longevity improved markedly and was nearly as good as under moderate use.

C. Action of fertilizers

In *leys* N, P and K did not modify the production significantly on fertile soils. In pure stand, 45 and 90 kg of nitrogen per hectare applied yearly over a period of two years reduced yield slightly. In a mixture of sainfoin and grasses, N significantly reduced the percentage of sainfoin. The various fertilizers did not affect longevity.

In *natural meadows*, N applied every year for several years slightly reduced the number of plants per square meter. The other fertilizers had no marked effect.

In *greenhouse* experiments nitrates diminished the root and foliage weight as well as the number and size of root nodules. P increased root and foliage weight, whereas K had practically no effect.

ZUSAMMENFASSUNG

Morphologische, physiologische und agronomische Eigenschaften von Esparcette-Populationen (Onobrychis spp.)

Im ersten Teil dieser Arbeit werden eine Anzahl Eigenschaften untersucht, die für die Selektion und die Unterscheidung von agronomisch wertvollen Esparcette-Populationen von Bedeutung sind. Das Hauptinteresse gilt der Art *Onobrychis sativa* LAM. (*O. viciifolia* SCOP. *sensu stricto*); es werden aber auch Populationen der Arten *O. transcaucasica* GROSS. und *O. arenaria* (KIT.) SER. berücksichtigt. In dem zweiten und dritten Teil wird das Verhalten einiger dieser Populationen hinsichtlich Nutzung und Düngung untersucht.

A. Physiologische und morphologische Eigenschaften

1. *Wiederaustreiben fertiler Triebe nach dem Schnitt:* Die untersuchten Populationen von *O. transcaucasica* sind sehr heterogen; nur ein Teil der Pflanzen vermag nach dem ersten Schnitt wieder Blütenstengel zu treiben. Mit zwei Ausnahmen geben die einheimischen Kultur- und Wildpopulationen keinen stengeltreibenden Nachwuchs und schließen sich somit dem Formenkreis von *O. sativa f. communis* (AHLEF. *pro forma*) an; im Aussaatjahr und nach dem ersten Schnitt der folgenden Jahre blühen nur einzelne Pflanzen.

2. *Blütezeit:* *O. transcaucasica* und besonders *O. arenaria* sind deutlich später als *O. sativa*. Die einheimischen Populationen beginnen im Frühjahr sehr bald zu wachsen und blühen früh. Die Oekotyphen des Mittellandes blühen früher als die Oekotyphen aus höheren Lagen.

3. *Stengel*: Folgende Eigenschaften wurden untersucht: Zahl der Blütenstengel pro Pflanze, Stengeldurchmesser, Stengellänge und Anzahl der Nodien. *O. sativa*, einschließlich die Varietät *persica*, sind feiner und von geringerer Wuchshöhe als *O. transcaucasica* und *O. arenaria*. Im ersten Schnitt ist *O. sativa f. bifera* etwas größer als *O. sativa f. communis*, aber der Unterschied ist statistisch nicht gesichert; hingegen ist bei *f. communis* die Anzahl der Nodien wesentlich kleiner als bei *f. bifera*. Zwischen der Anzahl der Nodien und der Stengellänge besteht eine positive Korrelation, ebenso zwischen der Anzahl der Nodien und der Anzahl der Zweige am Hauptstengel.

4. *Eigenschaften des Blattes*: *O. arenaria* und *O. transcaucasica* sind an ihren Blättern und an ihren längeren Teilblättchen zu erkennen. Bei beginnender Blüte geschnitten, sind die drei Formen der *O. sativa* blattreicher als *O. transcaucasica*. Der Vergleich von *O. sativa bifera* und *communis* ergibt die folgenden Resultate:

- Im ersten Wuchs ist die Anzahl der Teilblättchen am dritten Stengelblatt bei *O. sativa bifera* größer.
- Zwischen den beiden Varietäten bestehen keine gesicherten Unterschiede weder in der Blattlänge noch im Blatt/Stengel-Verhältnis. Innerhalb der beiden Gruppen gibt es jedoch Populationen, die wesentlich blattreicher sind als andere.

5. *Eigenschaften der Blüte*: Die Anzahl Blüten pro Blütenstand ist ein sehr wichtiges Unterscheidungsmerkmal der untersuchten Arten. Sie ist größer als 70 bei *O. arenaria*, liegt zwischen 50 und 70 bei *O. transcaucasica* und bei *O. sativa*. Bei *O. sativa f. persica* ist sie jedoch kleiner als 50. Die Zahl der Seitenzweige und damit die Anzahl der Blütenstände ist bei *O. sativa bifera* größer als bei *O. sativa communis*.

6. *Samenmerkmale*: Das Tausendkorngewicht und die Stacheln am Hülsenkamm sind die auffälligsten Merkmale der Samen. *O. arenaria* erkennt man an den kleinen Samen. Die Hülse der in dieser Arbeit berücksichtigten Populationen von *O. sativa persica* ist nur wenig bestachelt. Es ist nicht möglich, die einheimischen Populationen von *O. sativa bifera* und *communis* anhand der Stacheln an der Samenhülse zu unterscheiden.

B. Das Verhalten gegenüber der Nutzung

Die Untersuchung des Einflusses der drei Nutzungen: I Schnitt in monatlichen Intervallen; II Schnitt in voller Blüte, hernach Schnitt in monatlichen Intervallen; III mäßige Nutzung, entsprechend der Heuwerbung (ein Heuschnitt und zwei bis drei Emdschnitte) auf die Entwicklung der ober- und unterirdischen Organe, der Reservestoffbildung und der Ausdauer ergab die folgenden Feststellungen:

1. *Ertrag*: Im Aussaatjahr entwickeln sich die Populationen der Varietät *O. sativa bifera* rascher und sind ertragreicher als jene der Varietät *O. sativa communis*. Letztere ergeben aber nachher während längerer Zeit einen höheren Ertrag, und der Ertragsabfall als Folge einer zu häufigen Nutzung ist bei ihnen weniger ausgeprägt.

– Die in monatlichen Intervallen geschnittenen Versuchspartzen sind schwächer und entwickeln sich im folgenden Jahre langsamer. Wird aber der erste Schnitt bei beginnender Blüte genommen, so werden die Erträge durch die nachfolgenden monatlichen Schnitte nur vermindert, wenn diese Nutzungsweise während mindestens zwei Jahren wiederholt wird.

2. *Unterirdische Organe*: Die Masse der Wurzeln und der unterirdischen Triebe ist um so größer, je weniger geschnitten wird. Die Unterschiede zwischen verschiedenen Schnitthäufigkeiten sind nach zweijähriger Behandlung noch deutlicher zu erkennen. Unter vergleichbaren Bedingungen haben dreijährige Pflanzen der gewöhnlichen einschürigen Esparsette, kräftigere unterirdische Organe, als dies bei der zweischürigen Esparsette der Fall ist.

– Während des Winters nimmt das Gewicht der Reserveorgane ab.

3. *Reservestoffspeicherung*: Unterschiede im Gehalt an gesamten verwertbaren Kohlehydraten und an Rohprotein traten als Folge der Art und Weise der Nutzung nur während der ersten Überwinterung in Erscheinung: die am häufigsten genutzten Parzellen wiesen meistens die geringsten Gehalte auf. Entsprechend dem Verhalten der Gewichte der Reserveorgane ist auch der gesamte Nährstoffgehalt pro Pflanze um so höher, je weniger die Pflanzen geschnitten wurden.

Der Gehalt an gesamten verwertbaren Kohlehydraten nimmt im Herbst mit dem Altern der Pflanzen ab. Im dritten Jahre hat die gewöhnliche Esparsette einen höheren Reservestoffgehalt als die zweischürige Esparsette.

4. *Ausdauer*: Selbst bei gemäßigter Nutzung kann man zwischen den botanischen Arten sowie den Sorten bedeutende Unterschiede in der Ausdauer erkennen. Besonders ausdauernd ist die gewöhnliche einheimische Esparsette. *O. arenaria* dagegen fängt vom dritten Jahr an auszudünnen. Wird der erste Schnitt nicht vor beginnender Blüte durchgeführt, so haben die anschließenden Schnitte in monatlichen Intervallen nur einen geringen Einfluß auf die Ausdauer. Wenn dagegen der erste Schnitt vor Erscheinen der Blütenknospen vorgenommen wird, ist vom folgenden Jahre an ein starkes Absterben zu beobachten.

C. Wirkung der Düngung

Die Wirkung der Düngung auf Ertrag und Ausdauer der Esparsette wurde sowohl in Kunst- und Naturwiesen wie in Vegetationsgefäßen untersucht.

In einer auf fruchtbarem Boden angelegten Kunstwiese ergaben die Stickstoff-, Kali- und Phosphordünger gegenüber ungedüngt keinen wesentlichen Mehrertrag. Immerhin vermochten Mengen von 45 bis 90 Stickstoffeinheiten pro Hektar und Jahr, während zwei Jahren gegeben, den Ertrag der Parzellen mit Esparsette in Reinsaat leicht zu vermindern. In den Parzellen mit Mischsaaten wurde durch die Stickstoffdüngung der Ertragsanteil der Esparsette wesentlich verringert. Die verschiedenen Düngungen hatten keinen Einfluß auf die Ausdauer.

In Naturwiesen führte die während mehreren aufeinanderfolgenden Jahren gegebene Stickstoffdüngung zu einer geringen Verminderung der Anzahl Esparsettenpflanzen pro m². Die anderen Dünger hatten keinen Einfluß auf die Bestandesdichte.

In einem Versuch mit Esparsette in Vegetationsgefäßen verminderte die Düngung mit Stickstoff in Nitratform das Gewicht der Wurzeln und oberirdischen Teile wie auch die Zahl und Größe der Wurzelknöllchen. Die Phosphordünger haben dagegen das Gewicht der ober- und unterirdischen Organe vergrößert, während die Kaligabe keinen Einfluß hatte.

VIII. BIBLIOGRAPHIE

- BÄR, K. und TSERETHLI, O., 1943, Pflanzenbau 19, 317–328.
 BAWOLSKI, S., 1961, Roczn. Nauk. Rol. Ser. A 82, 942–963.
 BIERI, R., 1956, Diss. ETH Zürich, Über einige morphologische und anatomische Merkmale des Knäulgrases (*Dactylis glomerata* L.) und ihre Beziehungen zu Futterwertigenschaften.
 BOTTET, A., 1889, Herbages et prairies naturelles, 175 pp., Firmin-Didot, Paris.
 BONNIER, G., 1934, Flore complète de France, Suisse et Belgique, 3, p. 86, Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, Paris, Bruxelles.
 BUCEROGA, M. M., 1952, Doklady Akad. Nauk. SSSR 83, 303–306.
 BULA, R. J. et SMITH, D., 1954, Agron. J. 46, 397–401.
 CAPUTA, J., 1948, Landw. Jahrbuch der Schweiz 62, 853–973.
 CHAVAN, J. P., 1950, 42^e communiqué, Assoc. Dévelop. Culture Fourragère, 31 pp.