



HAL
open science

**Gradients de teneur en potassium dans des axes
volubiles et non volubiles de *Phaseolus vulgaris* L. et
Periploca graeca L.**

Pierre-Marie Badot, Daniel Melin

► **To cite this version:**

Pierre-Marie Badot, Daniel Melin. Gradients de teneur en potassium dans des axes volubiles et non volubiles de *Phaseolus vulgaris* L. et *Periploca graeca* L.. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series III - Sciences de la Vie*, 1988, 307, pp.709-715. hal-04594676

HAL Id: hal-04594676

<https://hal.science/hal-04594676>

Submitted on 30 May 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Gradients de teneur en potassium dans des axes volubiles et non volubiles de *Phaseolus vulgaris* L. et de *Periploca graeca* L.

Pierre-Marie BADOT et Daniel MELIN

Résumé — L'étude de la distribution du potassium le long d'axes volubiles et non volubiles de *Phaseolus vulgaris* L. et de *Periploca graeca* L. a été effectuée afin de préciser l'intervention éventuelle de cet ion dans l'expression du mouvement. Dans les deux espèces retenues, un axe volubile présente une répartition longitudinale du potassium différente de celle observée dans un axe normalement non volubile ou dans un axe rendu non volubile par différents procédés (immobilisation mécanique, traitement par le chlorure de lithium fourni par voie racinaire). L'aptitude des tiges au mouvement est liée à l'existence d'un maximum de teneur en potassium au niveau de la courbure. Ces résultats s'inscrivent dans l'hypothèse selon laquelle le mouvement serait la conséquence des variations de turgescence des cellules de la région courbée.

Potassium content gradients along twining and non-twining axes of *Phaseolus vulgaris* L. and *Periploca graeca* L.

Abstract — A study of the distribution of potassium in sections along twining and non-twining shoots of *Phaseolus vulgaris* L. and *Periploca graeca* L. was carried out in order to determine the role of K^+ in twining movements. In both species, the twining axis has a longitudinal distribution of potassium which differs from that observed in non-twining axes and in axes immobilized by mechanical means or treatment with lithium salts. The movements of the shoot appear to be associated with the existence of a maximum potassium level in the bending zone. These results are in agreement with the hypothesis that the twining movements result from turgor variations in the cells of the bending zone of the free-moving part.

Abridged English Version — In the twining axes of *Phaseolus vulgaris* L. and *Periploca graeca* L., movement occurs as a result of bending of the upper regions of the shoot [1]. The cellular water status within the bending zone is not constant ([2], [3], [4]). The convex half of the bending zone has a lower negative osmotic potential and a higher turgor pressure than the concave half. Since, osmotics such as K^+ could contribute to these variations in turgor, a systematic comparison of the potassium content of twining and non-twining axes from two species was initiated.

Twining or immobilized shoots of *Phaseolus vulgaris* L. (cv. Blanc de Juillet) and non-twining shoots of *Phaseolus vulgaris* L. (cv. Palmares) were analysed for potassium. In the case of *Periploca graeca* L. twining and non-twining shoots were analysed from the same individual plant [5]. The culture, sampling, experimental treatments and the measurements of potassium by atomic absorption spectrophotometry were carried out according to procedures described in previous studies ([3], [6]).

In the twining shoots of *Phaseolus vulgaris* L. (Fig. 1 A) the potassium content was highest in the bending zone (segments Nos. 4 and 5). The shoots of the non-twining cultivar (Fig. 1 B) had a higher potassium content but the maximum was present in segment No. 2. The twining axes of *Periploca graeca* L. (Fig. 2 A), like those of *Phaseolus vulgaris* L., had a maximum potassium content in the bending zone. By contrast, in the non-twining axes (Fig. 2 B) there was a regular decrease in the potassium content going from the apex to the base of the axis. The mechanical immobilization for a span of 6 hrs. (Fig. 3 B) appeared to cause a decrease in the potassium content in segments Nos. 4 and 5, and to shift

Note présentée par Michel THELLIER.

the maximum level to segment No. 6 by comparison with twining shoots (*Fig. 3 A*). When immobilization lasted 24 hrs. (*Fig. 3 C*), the maximum level was present in segments Nos. 3, 4 and 5. In the case of plants treated with lithium (*Fig. 4 D*) the maximum potassium content was in regions located more towards the base of the free-moving part (cf. *Fig. 4 A*).

The potassium distribution along the non-twining shoot differed from that observed in the twining shoot of the same species. Moreover, the mean content was higher in the shoot of the non-twining cultivar of *Phaseolus vulgaris* L. than in the twining cultivar. The absence of shoot movement was thus not simply due to low levels of potassium. However, the capacity of the shoot to move was related to the existence of a defined distribution of potassium along the free-moving part and characterized by the presence of a maximum content in the bending zone. Immobilization of the shoot resulted in a longitudinal migration of potassium which traveled first towards the base of the twining region and then towards the apex. Thus, there would appear to be a relative functional plasticity in the different parts of the mobile zone which could acquire the ionic characteristics of the bending zone. The spatial movement of the peak during the lithium treatment corresponded exactly to the growth of the plant during treatment. Thus, the addition of lithium resulted in the fixation of the longitudinal potassium distribution which had already existed before treatment. The lithium appeared to influence the capacity of shoots to move by disturbing potassium distribution. This hypothesis is supported by the results which showed that high concentrations of potassium in the medium cancelled out the effects of the lithium on shoot movements.

The movements of potassium have also been implicated in the mechanisms of other types of plant movements, including those of the stomata ([7], [8]) and leaf ([9], [10], [11]). Many roles can be attributed to the movements of potassium ([12], [13]). In the case of twining, potassium appears to play an osmotic role, a hypothesis that is supported by the existence of a difference in potassium content between the convex and the concave halves in the bending region [3]. Results from an X-ray microanalysis study that is currently being conducted should provide further information about the distribution of potassium in the cells and tissues of the free-moving part of a twining shoot.

INTRODUCTION. — Dans les axes volubiles de *Phaseolus vulgaris* L. et de *Periploca graeca* L., le mouvement s'installe consécutivement à l'apparition d'une courbure qui affecte la partie terminale de la tige [1].

Des travaux récents ([2], [3] et [4]) ont montré que l'existence de cette courbure s'accompagne, chez l'une comme chez l'autre espèce, de variations de l'état hydrique cellulaire : la moitié convexe de la zone courbée montre un potentiel osmotique plus négatif et une pression de turgescence plus élevée que la moitié concave.

Pour progresser dans la compréhension du mécanisme du mouvement, il est maintenant nécessaire de rechercher quels sont les osmotocums susceptibles de participer à la genèse de ces variations périodiques de turgescence. Dans ce sens, l'analyse des contenus élémentaires d'axes volubiles et d'axes non volubiles appartenant à une même espèce peut fournir des informations permettant d'identifier et de préciser certains phénomènes liés à l'expression du mouvement révolutif. Pour ce faire, nous avons entrepris de comparer les contenus en potassium d'axes volubiles et non volubiles de *Phaseolus vulgaris* L. et de *Periploca graeca* L.

MATÉRIEL ET MÉTHODES. — *Matériel végétal.* — Au sein de l'espèce *Phaseolus vulgaris* L., nous avons utilisé des tiges volubiles et des tiges immobilisées de la variété Mangetout Blanc de Juillet ainsi que des tiges non volubiles du cultivar Palmarès. Chez *Periploca graeca* L., Asclépiadacée à rameaux polymorphes, le prélèvement d'axes volubiles et d'axes érigés [5] a été réalisé sur le même individu.

Conditions de culture et mode de prélèvement. — Les plants de *Phaseolus vulgaris* L. sont cultivés en salle climatisée dans des conditions constantes de lumière (42 W. m^{-2}), d'humidité relative ($70 \pm 5\%$) et de température ($25 \pm 1^\circ\text{C}$). Les plantes sont arrosées quotidiennement à l'eau du robinet. Les plants de *Periploca graeca* L. proviennent du Jardin Botanique de l'Université. Les échantillons (segments de 2 cm de longueur) sont prélevés comme indiqué précédemment [3].

Traitements expérimentaux. — Lorsque les tiges sont immobilisées, la région mobile est placée dans un tube de verre de 8 mm de diamètre pendant 6 h ou 24 h [3]. Le traitement par le chlorure de lithium est réalisé selon une méthode adaptée de Millet et coll. [6].

Dosage de K^+ . — Le potassium est dosé par spectrophotométrie d'absorption atomique à l'aide d'un appareil Perkin-Elmer 380AA selon la technique décrite antérieurement [3]. Les résultats sont exprimés en fonction de la masse sèche (MS). Lorsque les teneurs sont rapportées à la masse fraîche, les graphes conservent le même aspect.

RÉSULTATS. — Dans la région mobile des tiges volubiles de *Phaseolus vulgaris* L. cv. Blanc de Juillet (*fig. 1* courbe A) la teneur en potassium varie et présente un maximum (4,25% de la masse sèche, MS) situé dans la zone courbée, c'est-à-dire au niveau des segments n^{os} 4 et 5; elle diminue de part et d'autre de la courbure jusqu'à des valeurs voisines de 2,5% MS. Dans les tiges de la variété naine (*fig. 1* courbe B), le segment sous-apical (n^o 1) présente une teneur moyenne en potassium de l'ordre de 4,5% MS et le maximum est atteint au niveau du segment n^o 2 (7% MS). On observe ensuite une décroissance régulière de la teneur jusqu'à la base de la tige (5% MS) Il est important de remarquer que la teneur en potassium est plus élevée que dans les tiges volubiles du cultivar Blanc de Juillet.

La distribution longitudinale du potassium dans la région mobile des tiges volubiles de *Periploca graeca* L. (*fig. 2* courbe A) est similaire à celle observée chez *Phaseolus vulgaris* L. Il existe un maximum de teneur en potassium dans la région courbée, alors que les niveaux où la tige est rectiligne sont moins riches en cet élément. Le long des axes érigés de *Periploca graeca* L. (*fig. 2* courbe B), la teneur moyenne en potassium décroît régulièrement de l'apex (4% MS) à la base de l'axe (2% MS).

Le gradient longitudinal obtenu après l'immobilisation mécanique des tiges volubiles de *Phaseolus vulgaris* L. pendant 6 h (*fig. 3* courbe B) est légèrement modifié par rapport à celui des plantes laissées libres de se mouvoir (*fig. 3* courbe A) : la teneur s'abaisse d'environ 20% dans les segments n^{os} 4 et 5, et le maximum est observé au niveau du segment n^o 6. Lorsque l'immobilisation est maintenue 24 heures (*fig. 3* courbe C), la teneur en potassium diminue dans les segments de la base (n^{os} 7 et 8) et, au contraire, la partie située au-dessus de la courbure initiale s'enrichit (4,6% MS dans le segment n^o 3). Les segments extrêmes (n^{os} 1 et 10) ne voient pas changer sensiblement leur teneur en potassium.

Les plantes soumises au traitement par le lithium présentent un gradient longitudinal fortement perturbé (*fig. 4* courbe D) par rapport à celui des plantes témoins (*fig. 4*

courbe A) : le maximum est déplacé vers la base de la région mobile dont les segments n^{os} 8, 9 et 10 s'enrichissent notablement en potassium.

DISCUSSION. — Le gradient longitudinal de teneur en potassium présenté par les tiges de la variété naine (cv. Palmarès) de *Phaseolus vulgaris* L. ne montre aucune similitude avec celui des tiges de la variété grimpante (cv. Blanc de Juillet). De la même manière, il n'existe aucune analogie entre les variations de la teneur en potassium le long des axes volubiles et celles présentées par les axes érigés de *Periploca graeca* L. Ainsi, la répartition de cet élément le long d'une tige non volubile est différente de celle observée dans une tige volubile de la même espèce. De plus, dans les tiges de la variété naine de *Phaseolus vulgaris* L., la teneur moyenne en cet élément est plus élevée que dans les tiges volubiles du cultivar Blanc de Juillet. L'absence de mouvement des tiges de la variété naine n'est donc pas due à un manque de potassium. Ces résultats permettent d'avancer l'hypothèse selon laquelle l'aptitude des tiges au mouvement se traduirait par l'existence d'une distribution précise de cet élément le long de la région mobile caractérisée par la présence d'un maximum de teneur en potassium au niveau de la zone courbée.

Lorsqu'elle est immobilisée, la tige s'allonge très peu (environ 1 cm) : ce qui nous autorise à considérer qu'il y a une redistribution longitudinale du potassium qui migre vers la base de la région mobile. Lorsque l'immobilisation est maintenue pendant 24 h, on observe un déplacement vers l'apex du maximum de teneur en potassium. Tout semble se passer comme si la plante réagissait à la perturbation en déplaçant sa zone motrice vers la base puis vers le sommet de la région habituellement mobile. Il existerait donc une relative plasticité fonctionnelle des différentes parties de la région mobile, qui pourraient acquérir les caractéristiques ioniques de la zone courbée.

Lors de l'apport de chlorure de lithium, le maximum de teneur en potassium est décalé vers la base de la région mobile : il affecte le segment n^o 7 après 24 h de traitement. Le décalage spatial de ce maximum par rapport à celui des plantes témoins (maximum au niveau du segment n^o 4) est donc de l'ordre de 6 cm. L'allongement journalier des plantes traitées est identique à celui des plantes témoins [6] soit environ 6 cm par jour, ce qui correspond exactement au décalage observé. Ainsi, on peut considérer que l'apport de chlorure de lithium se traduit par une véritable fixation de la distribution longitudinale du potassium telle qu'elle existait avant le traitement. L'apport de lithium provoquerait la perte de l'aptitude au mouvement en perturbant la répartition du potassium. Cette hypothèse est renforcée par les résultats qui montrent que les effets de cet élément sur le mouvement sont annulés par de fortes concentrations en potassium dans le milieu [6].

La comparaison des contenus en potassium de tiges volubiles et de tiges non volubiles ou privées de mouvement montrent l'existence d'un lien entre mouvement et teneur élevée en potassium au niveau du maximum de courbure. Les mouvements d'ions, et plus particulièrement ceux du potassium ont souvent été évoqués dans les travaux ayant trait à l'étude des mécanismes d'autres mouvements végétaux tels que l'ouverture et la fermeture des stomates ([7] et [8]) ou les mouvements foliaires ([9], [10] et [11]). Les rôles des ions et en particulier ceux du potassium peuvent être multiples ([12] et [13]) : dans le cas du mouvement révolutif, il est tentant de penser que cet ion jouerait un rôle osmotique. L'existence au niveau du maximum de courbure d'une dissymétrie de répartition du potassium entre les faces convexe et concave [3] confirme nettement une telle hypothèse. Pour affiner notre compréhension du mécanisme du mouvement, il est maintenant nécessaire de préciser à l'échelle tissulaire et cellulaire la distribution du potassium dans

la région mobile des tiges volubiles. L'étude microanalytique actuellement entreprise à l'aide d'une microsonde électronique devrait permettre d'atteindre cet objectif.

Note reçue le 5 août 1988, acceptée le 12 septembre 1988.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] L. BAILLAUD, Recherches sur les mouvements spontanés des plantes grimpantes, *Ann. Scient. Univ. Besançon*, sér. 2, Bot. 11, 1958, p. 1-235.
- [2] B. MILLET et D. MELIN, Changes in cellular water contents and circumnutation of twining plants, *Plant Physiol.*, 61, suppl., 1978, p. 30.
- [3] P.-M. BADOT, Approche cellulaire du mécanisme du mouvement révolutif des tiges volubiles. Étude de quelques paramètres physico-chimiques, *Th. Doc.*, Univ. Besançon, 1987, 87 p.
- [4] B. MILLET, D. MELIN et P.-M. BADOT, Circumnutation in *Phaseolus vulgaris*. I. Growth, osmotic potential and cell ultrastructure in the free-moving part of the shoot, *Physiol. Plant.*, 72, 1988, p. 133-138.
- [5] D. MELIN, Une espèce intéressante pour l'étude du déterminisme du port volubile : *Periploca graeca* L. (Asclépiadacée), *Planta*, 125, 1975, p. 69-71.
- [6] B. MILLET, D. MELIN, B. BONNET, H. TAVANT et J. MERCIER, Contrôle expérimental de la durée de la période du mouvement révolutif du Haricot. Rôle des ions Li^+ et K^+ dans le mécanisme de ce phénomène périodique, *Physiol. Vég.*, 16, 1978, p. 805-815.
- [7] J. P. GARREC et A. VAVASSEUR, Influence de l'architecture des stomates sur la répartition des ions au cours des mouvements stomatiques, *Physiol. Vég.*, 22, 1984, p. 859-862.
- [8] A. VAVASSEUR, J. P. GARREC et D. LAFFRAY, Electronic microprobe study of variations of potassium concentration of stomatal complexes of two *Commelinaceae*, *Physiol. Vég.*, 22, 1984, p. 841-849.
- [9] R. L. SATTER et A. W. GALSTON, Mechanisms of control of leaf movements, *Annu. Rev. Plant Physiol.*, 32, 1981, p. 83-110.
- [10] G. ROBLIN et P. FLEURAT-LESSARD, Distribution of potassium, chloride and calcium and capacity of hydrogen ion excretion in various parts of the *Mimosa pudica* plant, *Ann. Bot.*, 52, 1983, p. 763-768.
- [11] T. RINNAN et A. JOHNSON, Effects of alkali ions on the circadian leaf movements of *Oxalis regnelii*, *Physiol. Plant.*, 66, 1986, p. 139-143.
- [12] E. A. C. MACCROBBIE, Functions of ion transport in plant cells and tissues, *Int. Rev. Biochem.* II, 13, 1977, p. 211-247.
- [13] M. O. DESBIEZ et M. THELLIER, Rôle des ions minéraux dans la morphogenèse végétale, in *Le développement des végétaux*, H. LE GUYADER éd., Masson, Paris, 1987, p. 173-197.

Université de Franche-Comté-Besançon,
Laboratoire de Botanique, place Leclerc, 25030 Besançon Cedex.

EXPLICATIONS DE LA PLANCHE

Fig. 1. — Variations de la teneur moyenne en potassium dans des segments de 2 cm de longueur prélevés le long de la région mobile de tiges volubiles de *Phaseolus vulgaris* L. cv. Blanc de Juillet (A, moyennes calculées pour un lot de 30 plantes) et le long de tiges non volubiles de *Phaseolus vulgaris* L. cv. Palmarès (B, moyennes calculées pour un lot de 10 plantes). L'intervalle de confiance de la moyenne est donné pour $p=0,05$.

Fig. 1. — Variations in the mean potassium content into 2 cm long segments sampled along the free-moving part of twining shoots of *Phaseolus vulgaris* L. cv. Blanc de Juillet (A, the means were calculated from a batch of 30 plants) and along non-twining shoots of *Phaseolus vulgaris* L. cv. Palmarès (B, the means were calculated from a batch of 10 plants). The SEM is given for $p=0.05$.

Fig. 2. — Variations de la teneur moyenne en potassium dans des segments de 2 cm de longueur prélevés le long de la région mobile d'axes volubiles (A) et le long d'axes érigés (B) de *Periploca graeca* L. Les moyennes sont calculées pour un lot de 10 plantes. L'intervalle de confiance de la moyenne est donné pour $p=0,05$.

Fig. 2. — Variations in the mean potassium content into 2 cm long segments sampled along the free-moving part of twining axes (A) and along non-twining axes (B) of *Periploca graeca* L. The means were calculated from batches of 10 plants. The SEM is given for $p=0.05$.

Fig. 3. — Variations de la teneur moyenne en potassium dans des segments de 2 cm de longueur prélevés le long de tiges volubiles de *Phaseolus vulgaris* L. laissées libres de tourner (A), immobilisées 6 h (B) ou 24 h (C). Les moyennes sont calculées à partir de lots de 30 plantes. L'intervalle de confiance de la moyenne est donné pour $p=0,05$.

Fig. 3. — Variations in the mean potassium content into 2 cm long segments sampled along the free-moving part of *Phaseolus vulgaris* L. twining shoots (A), shoots immobilized for either 6 hrs. (B) or 24 hrs. (C). The means were calculated from batches of 30 plants. The SEM is given for $p=0.05$.

Fig. 4. — Variations de la teneur moyenne en potassium dans les segments de 2 cm de longueur prélevés le long de la région mobile de tiges volubiles de *Phaseolus vulgaris* L. cv. Blanc de Juillet (A), ou traitées par le chlorure de lithium (D). Les moyennes sont calculées à partir de lots de 30 plantes. L'intervalle de confiance de la moyenne est donné pour $p=0,05$.

Fig. 4. — Variations in the mean potassium content into 2 cm long segments sampled along the free-moving part of twining axes (A) or along shoots of plants treated by lithium chloride (D). The means were calculated from batches of 30 plants. The SEM is given for $p=0.05$.

