

# Effets de la salinité et de divers autres facteurs sur la germination des carottes

U. SCHMIDHALTER, Institut für Pflanzenbau, CH-8307 Lindau-Eschikon



Fig. 1. Champ de carottes endommagé par les efflorescences salines.

## Introduction

Dans le Valais central, les cultures semées au printemps, telles que carottes et oignons, subissent parfois de graves échecs, que l'on attribue le plus souvent à la salinité trop élevée de la couche superficielle (fig. 1). On a déjà décrit les causes de cette accumulation de sels en surface (CATZEFLIS, 1972).

Dès 1981, nous avons tenté d'approfondir l'étude de ce phénomène, en abordant de multiples aspects, tels que profondeur et salinité de la nappe phréatique, texture du sol, conditions climatiques, moyens de lutte, etc. Parmi ces derniers, il est évident que l'obtention d'une levée rapide constitue un atout majeur, pour trois raisons :

- la germination et la croissance des radicelles ont lieu avant que se produise la concentration des sels ;
- les parois de la tigelle se renforcent avant que la salinité de la surface n'atteigne le seuil qui serait toxique pour des cellules plus jeunes ;

– en couvrant le sol, la culture le protège contre une évaporation excessive et, par suite, la concentration des sels.

On a donc consacré une attention particulière aux conditions influençant la levée, et c'est l'objet de cet article.

## Matériel et méthode

On se borne ici à l'essentiel. Les détails expérimentaux seront publiés ultérieurement dans un article plus fondamental.

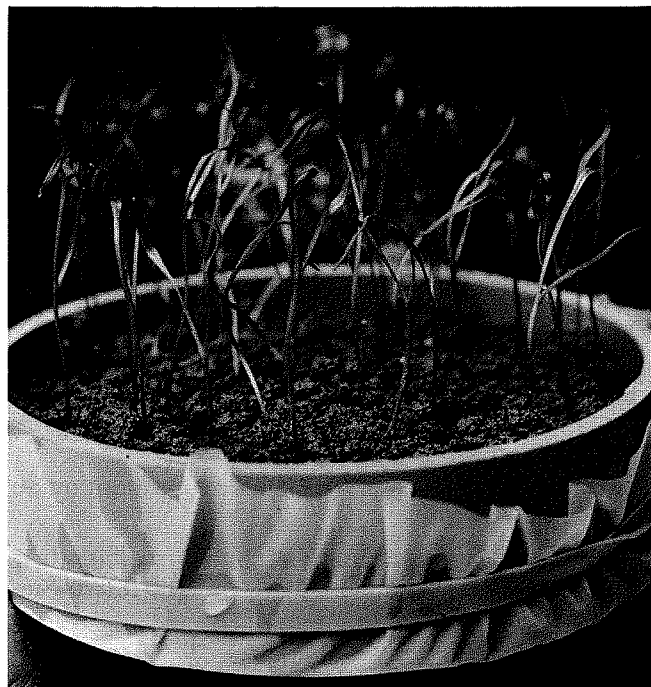


Fig. 2. Levée des carottes sur échantillon de terre, en laboratoire.

Le matériel végétal s'est limité à la carotte. La germination, la levée et le développement des plantules, jusqu'à la 4<sup>e</sup>-5<sup>e</sup> feuille, ont été observés en laboratoire, afin d'assurer un environnement rigoureusement contrôlé (température, salinité, humidité, texture, composition des sels, etc.) (fig. 2). La multiplicité des facteurs étudiés a entraîné l'examen de plus de 100 situations, avec décomptage de plus de 500 000 graines.

Parmi les moyens de représenter la vitesse de germination (GUY R., 1981), nous avons préféré la courbe cumulative plus simple à comprendre. Les taux de salinité sont exprimés sous la forme suivant laquelle Sol Conseil transmet aux praticiens les résultats d'analyse<sup>1</sup>. De cette façon, les praticiens pourront situer la salinité de leur sol par rapport à celles qui sont citées ici.

## Résultats

### Effets de la salinité

Les effets de la salinité ont été d'abord étudiés à température optimale (21°), qui ne se rencontre d'ailleurs pas au printemps.

Sur la durée de germination (fig. 3), on constate l'action nocive des hautes concentrations : quand la salinité est basse, la moitié des graines germent au bout

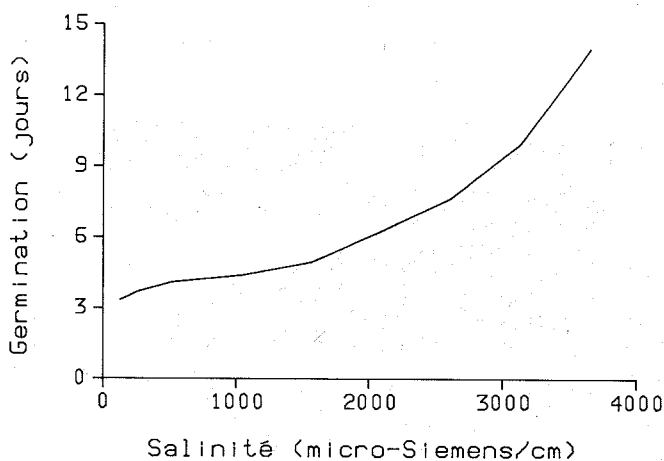


Fig. 3. Influence de la salinité sur la durée de germination de 50% des graines.

de 4-5 jours ; si elle est élevée, elles ne germent qu'au bout de 10 à 14 jours.

Sur le taux final de germination (courbe à cercles de la fig. 4), la salinité est nocive à partir de 2700 micro-Sie-

<sup>1</sup>Ces résultats sont exprimés en micro-Siemens, ou conductibilité électrique du mélange d'un volume de sol à deux volumes d'eau déminéralisée (RYSER et GYSI, 1983).

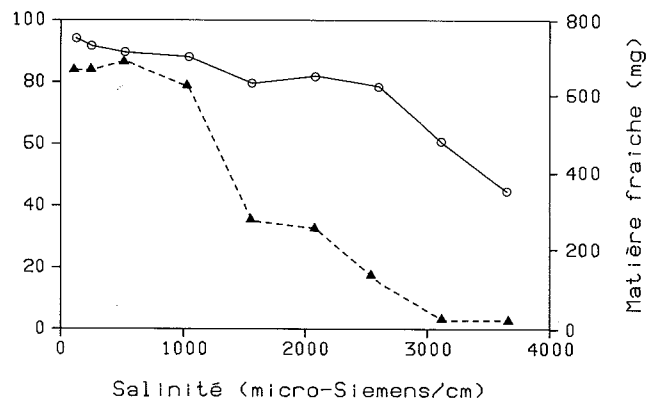


Fig. 4. Influence de la salinité sur le taux final de germination (courbe avec cercles, échelle de gauche) et la matière fraîche formée (courbe avec triangles, échelle de droite).

mens, et sur le développement des plantes (courbe à triangles), à partir de 1300 micro-Siemens déjà.

Quant à la composition des sels, elle a également une influence, si la concentration globale est suffisamment élevée (fig. 5). De tous les éléments pris en considération (Ca, Mg, Na, K, SO<sub>4</sub>, Cl, HCO<sub>3</sub>), le plus marquant est le magnésium, ou plus exactement le rapport Mg/Ca. Or, la nappe phréatique du Valais central est particulièrement riche en magnésium.

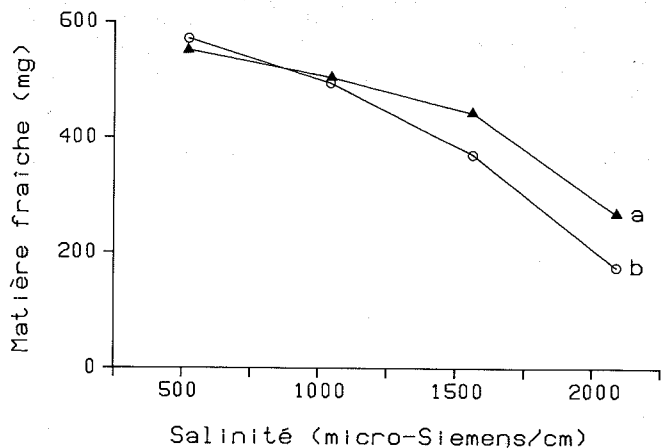


Fig. 5. Influence de la salinité sur la matière fraîche formée : a) avec un rapport Mg/Ca de 3,5 ; b) avec un rapport Mg/Ca de 9,9.

### Effets de la température

Sur la germination, on compare des températures que l'on rencontre effectivement au printemps, et on distingue les conditions de faible salinité et de haute salinité. Dans le 1<sup>er</sup> cas, toutes les graines finissent par germer et la chaleur augmente normalement la vitesse de germination (fig. 6). Dans le 2<sup>e</sup> cas, la salinité aggrave l'effet freinant du manque de chaleur, à tel point qu'à 8°, 40% des graines ne germent jamais (fig. 7).

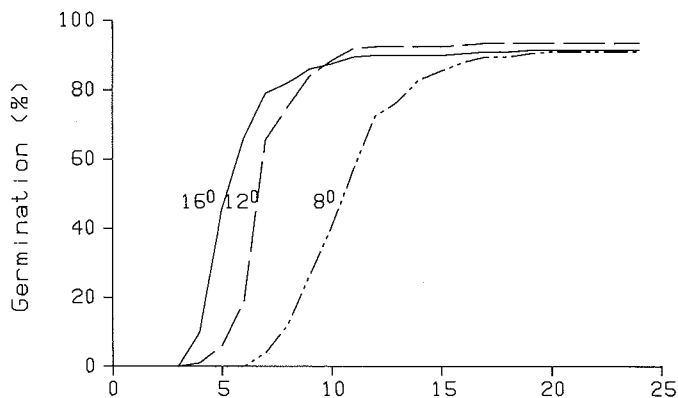


Fig. 6. Courbe de germination à trois températures, en cas de faible salinité.

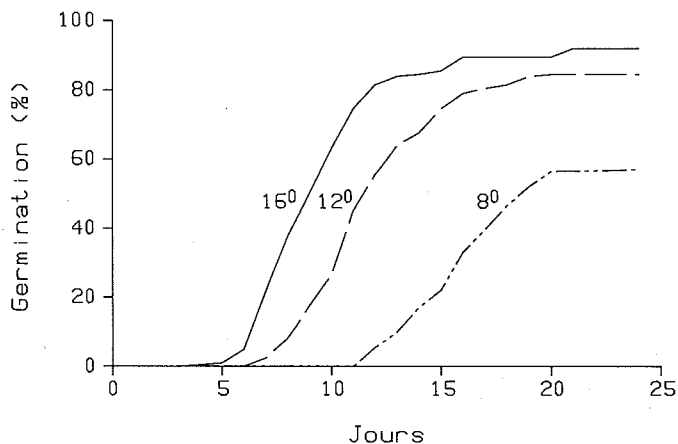


Fig. 7. Courbe de germination à trois températures, en cas de forte salinité.

Sur la vigueur des plantules, on compare les effets de quatre températures à trois taux de salinité (fig. 8). On constate ainsi :

- à faible salinité, un optimum de 16° à 21° ;
- à moyenne salinité, l'effet dépressif d'une trop haute température, sans doute parce que la plante doit faire face à une transpiration accrue en même temps qu'à une plus haute pression osmotique de la solution du sol ;

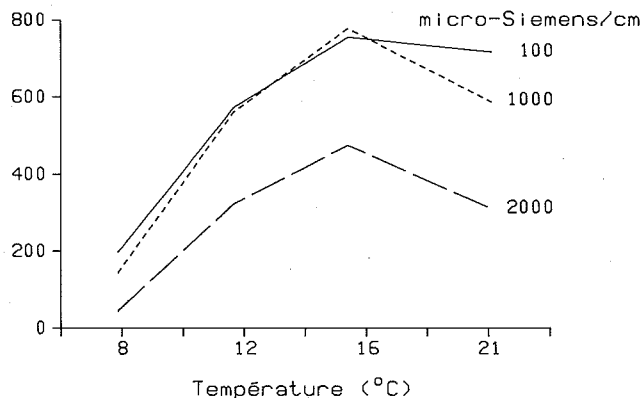


Fig. 8. Influence de la température sur la matière fraîche formée.

— à haute salinité, la température optimale est la même, mais il y a baisse générale de vigueur, aux quatre températures étudiées.

### Effets de l'humidité du sol

En ce qui concerne le taux final de germination (fig. 9), le pour-cent d'humidité du sol devient facteur limitant quand il est trop bas (moins de 10%) ou trop haut (plus de 30%). Dans le cas d'humidité excessive, réalisé en sol silteux, les graines ne trouvent plus assez d'oxygène pour leurs échanges chimiques. En ajoutant 18% de sable au sol silteux (cercles vides de la fig. 9), on a pu réaliser des humidités assez basses pour qu'elles deviennent à leur tour un facteur limitant. A 5% d'humidité, la germination est inhibée.

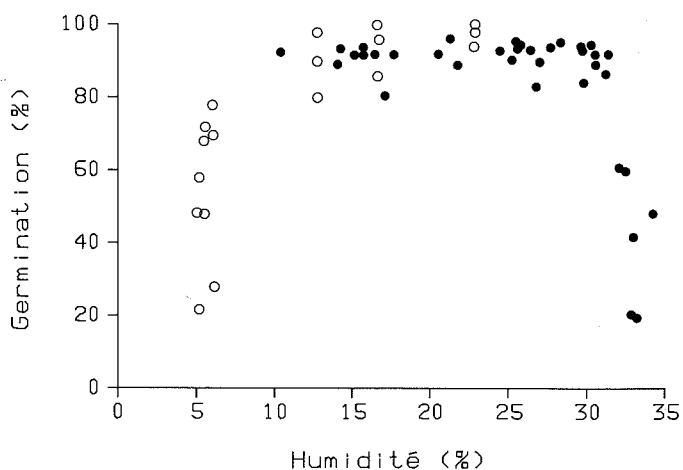


Fig. 9. Influence de l'humidité du sol sur le pour-cent final de germination, en sol silteux (points noirs) et en sol silteux mélangé à 18% de sable (cercles vides).

En ce qui concerne la vigueur des plantules, l'humidité optimale va de 16 à 28% (fig. 10). Même à humidité optimale, il s'est formé moins de matière verte

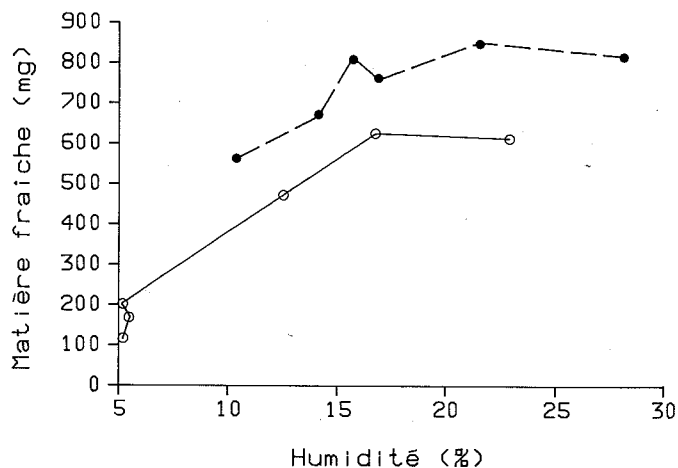


Fig. 10. Influence de l'humidité du sol sur la matière verte formée, en sol silteux (courbe à points noirs) et en sol silteux mélangé à 18% de sable (courbe à cercles vides).

dans le silt additionné de sable, sans doute parce que les jeunes carottes ont dû développer un appareil radicaire plus important.

### Effet de la variété

La figure 11 montre que s'il y a bien des différences de vigueur entre les 4 lots de carottes testés, aucun d'eux ne présente une adaptation particulière aux divers niveaux de salinité.

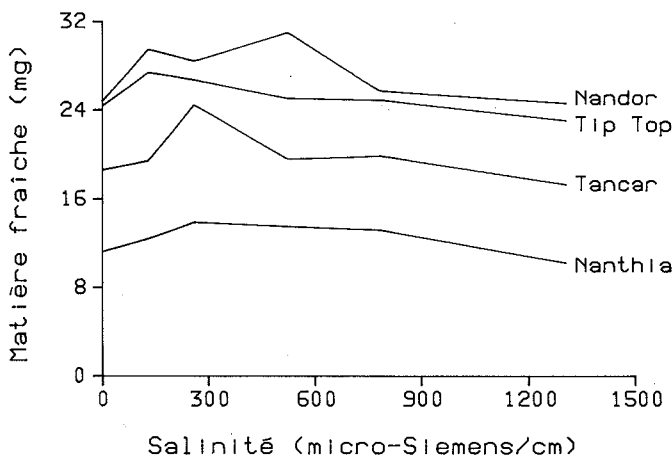


Fig. 11. Influence de la salinité sur la vigueur de quatre variétés de carottes.

### Conclusion

Dans la majorité des cas, les salinités assez élevées pour avoir un effet dépressif ne se rencontrent que lorsque le sol est resté trop longtemps exposé à l'évaporation, et par suite à la concentration des sels en surface. Il faut donc assurer une levée rapide, par des techniques conférant au sol la température, l'aération et l'humidité optimales.

On explique ainsi le succès de la couverture du sol par feuilles plastiques transparentes et perforées, type Agril :

- Elles réduisent l'évaporation, d'où :
  - moindre refroidissement par évaporation de l'eau (on n'oublie pas que l'évaporation d'un gramme d'eau prélève 530 calories),
  - moindre remontée des sels.
- Elles aident au réchauffement du sol, en réduisant

les pertes de calories par rayonnement (effet « serre »).

Si le produit brut de la culture ne justifie pas le coût de ce procédé (achat du matériel, pose et enlèvement), on s'efforcera de favoriser la levée en ne semant que lorsque le sol se sera assez réchauffé. En attendant ce moment, la couverture du sol par un engrais vert empêchera l'accumulation des sels en surface. Et surtout, on veillera à assurer un bon ressuyage du sol, afin de favoriser son réchauffement.

### Remerciements

Nous remercions le professeur J. J. OERTLI pour avoir dirigé notre travail et mis à notre disposition les équipements nécessaires, ainsi que M. J. CATZEFLIS, du Centre des Fougères, pour avoir bien voulu préparer cet article.

### Résumé

Si les hautes concentrations en sels inhibent la germination des carottes, les basses températures en constituent néanmoins le principal facteur limitant. L'excès d'eau est plus à craindre que sa carence. En obtenant une levée rapide, on prévient l'accumulation des sels en surface jusqu'à une concentration dangereuse, dans les terrains sujets à ce phénomène.

### Zusammenfassung

Einfluss der Salinität und weiterer Faktoren auf die Keimung von Karotten. Obschon hohe Salzkonzentrationen die Keimung von Karotten reduzieren, stellen niedere Temperaturen den beschränkenden Hauptfaktor bei der Keimung dar. Ein zu hoher Feuchtigkeitsgehalt des Bodens wirkt sich bei der Keimung schädlicher aus als ein Mangel. Durch ein rasches Auflaufen der Kulturen kommt man einer gefährlichen Anreicherung von Salzen im Saathorizont von Böden, die diesem Phänomen unterworfen sind, zuvor.

### Summary

Effects of salinity and other factors upon the germination of carrots. If high salinity levels in the soil inhibit the germination of carrots, low temperatures are nevertheless the main limiting factor. An excess of water is more noxious than its scarcity. When the crop covers quickly the soil, it prevents salt accumulation at the surface to a dangerous level, in the fields prone to this phenomena.

### Bibliographie

- CATZEFLIS J., 1972. « Les croûtes salines, problème maraîcher du Valais central ». *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 4 (4), 156-158.
- GUY R., 1981. « Influence de la température sur la durée de germination des semences de dix espèces potagères ». *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 13 (4), 219-225.
- RYSER J. P. et GYSI Ch., 1983. « Analyses de sol pour les cultures maraîchères et les plantes ornementales ». *Der Gartenbau/Le Maraîcher* 17, 10-14.