

Dr. Saïdi Abdel kader
n° 48.02/98
Inst. d'Agonomie

148 AGRO

19 MAI 1998



148



[Faint, illegible text from the reverse side of the page, appearing as bleed-through.]

THE BRITISH LIBRARY



Document Supply Centre

This document has been supplied by or on behalf of
The British Library Document Supply Centre
Boston Spa, Wetherby, West Yorkshire LS23 7BQ
UNITED KINGDOM

WARNING: Further copying of this document
(including storage in any medium by electronic
means), other than that allowed under the copyright
law, is not permitted without the permission of the
copyright owner or an authorised licensing body.

- KRAUTHAUSEN H. J., 1990. Chemical control of *Allium* white rot in the Palatinate, Federal Republic of Germany field trials 1986-1990. Proceedings of the Fourth International Workshop on *Allium* white rot. Neustadt Weinstrasse, Federal Republic of Germany. Ed. by A. R. Entwistle and P. Mattusch, 102-107.
- LERTES B. and KRAUTHAUSEN H. J., 1995. Variability of *Sclerotium cepivorum* isolates in Rhineland-Palatinate, Germany. Proceedings Fifth International Workshop on *Allium* white rot. Ed. by A. R. Entwistle and J. M. Melero-Vara, 65-70.
- LORBEER J. W., 1995. Present status of onion white rot caused by *Sclerotium cepivorum* in New York, USA. Proceedings Fifth International Workshop on *Allium* white rot. Ed. by A. R. Entwistle and J. M. Melero-Vara, 25.
- MCDONALD R. M., JANSE S. and GOLDMAN I. L., 1995. Evaluation of onion lines for resistance to white rot and onion maggot. Proceedings Fifth International Workshop on *Allium* white rot. Ed. by A. R. Entwistle and J. M. Melero-Vara, 233-241.
- MELERO-VARA J. M. and BASALLOTE UREBA M. J., 1995. Integrated control of garlic white rot (*Sclerotium cepivorum*). Proceedings Fifth International Workshop on *Allium* white rot. Ed. by A. R. Entwistle and J. M. Melero-Vara, 203-210.
- MESSIAEN C. M., BLANCARD D., ROUXEL E. et LAFON R., 1991. Les maladies des plantes maraichères INRA, Versailles, 552 p.
- PEREZ MORENO L., SALINAS GONZALES J., REDONDO JUAREZ E., LOPEZ MUNOZ J., PURECO MUNOZ A. and JUAN CARLOS HINOJOSA R., 1995. Variability generation in garlic *Allium sativum* L. for resistance to white rot caused by the fungus *Sclerotium cepivorum* Berk. through mutagenesis radi-induced. Proceedings Fifth International Workshop on *Allium* white rot. Ed. by A.R. Entwistle and J. M. Melero-Vara, 241-255.
- REDONDO-JUAREZ E. and SALINAS-GONZALEZ J., 1995. Eradication of sclerotia of *Sclerotium cepivorum* (*Allium* white rot) by flooding. Proceedings Fifth International Workshop on *Allium* white rot. Ed. by A. R. Entwistle and J. M. Melero-Vara, 151-159.
- RYLEY M. J. and OBST N. R., 1995. Control of onion white rot (*Sclerotium cepivorum*) with fungicides in southern Queensland, Australia. Proceedings Fifth International Workshop on *Allium* white rot. Ed. by A. R. Entwistle and J. M. Melero-Vara, 171-176.
- SALAMA A.-A. M., ISMAIL I. M. K., ALI M. I. A. and OUF S. A.-E., 1988. Possible control of white rot disease of onions caused by *Sclerotium cepivorum* through soil amendment with *Eucalyptus rostrata* leaves. *Rev. Ecol. Biol. Sol* 25, 305-314.
- STEWART A. and ALEXANDER B. J. R., 1995a. Survival of sclerotia of *Sclerotium cepivorum* in New Zealand in horticultural soil. Proceedings Fifth International Workshop on *Allium* white rot. Ed. by A. R. Entwistle and J. M. Melero-Vara, 221-225.
- STEWART A., KAY S. J. and FULLERTON R. A., 1995b. Biological control of onion white rot in New Zealand. Proceedings Fifth International Workshop on *Allium* white rot. Ed. by A. R. Entwistle and J. M. Melero-Vara, 217-219.
- STEWART A., SLADE E. A. and FULLERTON R. A., 1995c. Chemical control of onion white rot in New Zealand. Proceedings Fifth International Workshop on *Allium* white rot. Ed. by A. R. Entwistle and J. M. Melero-Vara, 177-179.
- TAMIETTI G., BENZI D. and FERRARIS L., 1991. Studies on the antagonistic activity of *Gliocladium virens* against *Sclerotinia sclerotiorum*. *Petria* 1, 155-156.
- TU J. C., 1980. *Gliocladium virens*, a destructive mycoparasite of *Sclerotium cepivorum*. *Phytopathology* 70, 670-674.
- UTKHEDE R. S. and RAHE J. E., 1978. Screening commercial onion cultivars for resistance to white rot. *Phytopathology* 68, 1080-1083.
- UTKHEDE R. S. and RAHE J. E., 1982. Reduction in white rot incidence by seed irradiation in *Allium cepa*. *Plant Disease* 66, 723-725.
- UTKHEDE R. S. and RAHE J. E., 1983. Effect of *Bacillus subtilis* on growth and protection of onion against white rot. *Phytopath. Z.* 106, 199-203.
- WALKER A., BROWN P. A. and ENTWISTLE A. R., 1986. Enhanced degradation of iprodione and vinclozolin in soil. *Pesticide Science* 17, 183-193.
- ZAVALETA-MEJIA E., VILLAR A. C. L., ROJAS R. I. M. y GARCIA R. E., 1992. Efecto de la incorporación de residuos de crucíferas (*Brassicaceae*) en fitopatógenos del suelo. *Rev. Mex. de Fitopatología* 10, 179-185.
- ZAVALETA-MEJIA E.-O., GOMEZ R. and MORALES R., 1995. The effects of polyethylene mulching on the incidence of white rot and onion yield. Proceedings Fifth International Workshop on *Allium* white rot. Ed. by A. R. Entwistle and J. M. Melero-Vara, 211-215.

Zusammenfassung

Der Stand auf die Mehlkrankheit der Zwiebeln (*Sclerotium cepivorum*)

Die neuesten Erkenntnisse über die Mehlkrankheit der Alliumpflanzen und die Mittel sie zu bekämpfen wurden zusammengestellt. Es wurden genauere Angaben über Mikrokonidien, die Lebensdauer der Sklerotien und die Vielfalt der Stämme erarbeitet. Um das Inoculum zu reduzieren werden folgende Massnahmen getroffen: Solarisation oder Überschwemmung des Bodens, Stimulierung der Sklerotienkeimung durch Erdöl derivative.

Die antagonistischen Mikroorganismen werden leider in der Praxis nicht verwendet, obschon interessante Versuche im Treibhaus und *in vitro* erzielt wurden.

Die Züchtung von wenig empfindlichen Zwiebel- und Knoblauchsarten ist im Aufschwung.

Die chemische Bekämpfung macht Fortschritte und die Verwendung mehrerer neuer Fungizide aus der SSH-Gruppe ist möglich.

Summary

Allium white rot (*Sclerotium cepivorum*): the state of the art

The latest and most important findings on *S. cepivorum* and on the means of controlling *Allium* white rot are presented and discussed.

New data on the pathogen, the role of microconidia, the viability of sclerotia and the variability of strains are presented.

A deep decrease of inoculum was achieved with solarization or flooding of soil, and by stimulation of sclerotia germination through gasoil derivatives.

Biocontrol with antagonistic microorganisms is possible only to a limited extent in the field, although encouraging results have been obtained *in vitro* and in greenhouse experiments.

More works are in progress in the search for less susceptible onion and garlic cultivars.

Chemical control has been improved and ISS fungicides are ready to be used in the practice.

Le Guide VITI de Changins 1996-1998

Dépêchez-vous de le commander: Tél. 022/363 41 51

Station de Changins, P.-A. Nussbaum, CH-1260 Nyon 1 Fax 022/363 13 25

NOUVEAU

Qualité de l'eau d'irrigation, environnement climatique et nutrition de la tomate cultivée sur substrat en solution recyclée

D. PIVOT¹, A. REIST¹, J.-M. GILLIOZ¹ et J.-P. RYSER, Station fédérale de recherches en production végétale de Changins, CH-1260 Nyon

Résumé

La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Recento) cultivée durant six mois (2,2 pl./m²) en solution recyclée sur nattes de laine de roche a fourni un rendement de 33,1 kg/m² en 130 j de récolte. L'adaptation de l'alimentation minérale s'est faite sur la base d'analyses complètes (solution recyclée et eau du réseau). La conductivité de l'eau (0,3 mS/cm) a peu varié, et ses apports en Ca, Mg et SO₄ ont suffi pendant une grande partie de la culture. NO₃, SO₄, Ca et Mg se sont accumulés à fin mai-début juin dans la solution recyclée, puis ont été fortement consommés à fin juillet. K s'est accumulé au début juillet pour être fortement absorbé au début septembre. La conductivité de la solution recyclée a varié d'un minimum de 1,4 (mai) à un maximum temporaire de 3,13 mS/cm (mi-août), parallèlement à la concentration des ions principaux.

Les analyses de fruits effectuées au début de juillet et d'août montrent un déséquilibre dans l'absorption des cations, K l'étant au détriment de Ca et Mg. Des nécroses apicales sont apparues dès fin août et se sont accentuées jusqu'en fin de culture. La cause en est vraisemblablement la conjugaison d'une hygrométrie élevée de jour et de nuit, d'un renouvellement insuffisant des racines et de la forte augmentation de l'absorption de K par rapport à Ca et Mg.

allège la charge sur l'environnement, comparativement à la fertigation d'une culture traditionnelle sous abri (REIST et GYSI, 1990). Le principal obstacle à la généralisation du recyclage est le risque de prolifération de pathogènes, qui a fait l'objet d'un précédent article (REIST *et al.*, 1995b).

La récupération du drainage, permettant des arrosages plus fréquents et abondants, facilite le contrôle de l'environnement des racines en favorisant une homogénéisation régulière de la solution nutritive (JEANNEQUIN et FABRE, 1993). Elle permet d'économiser 20 à 30% d'eau et 60% d'éléments minéraux (STEINBERG *et al.*, 1995; LETARD et LETEINTURIER, 1995) par rapport à un système à solution perdue.

Matériel et méthodes

Gestion de la culture

On a utilisé le cultivar Recento (De Ruitter) et le porte-greffe Energy (Vilmorin). Le calendrier et les consignes de culture sont indiqués dans le tableau 1, la disposition de l'essai (2,2 plantes/m²) à la figure 1.

Introduction

La qualité de l'eau du réseau représente un facteur limitant quand sa salinité est élevée. Les ions apportés en excès (sulfates, calcium, magnésium) s'accumulent dans la solution recyclée et engendrent des déséquilibres qu'il faut corriger (PIVOT *et al.*, 1995; REIST *et al.*, 1995a).

Le drainage en culture sur substrat est particulièrement important pour la gestion de la fertigation; il peut représenter 20 à 40% du volume d'irrigation, voire davantage suivant la technique de culture (JEANNEQUIN et FABRE, 1993;

REIST et GYSI, 1990). Le drainage favorise une bonne alimentation en eau et en éléments minéraux.

Les systèmes de culture sur substrat sans récupération doivent être proscrits. Le recyclage des solutions nutritives

Tableau 1. Calendrier et consignes de culture.

Semis Recento	17 février 1995
Semis Energy	14 février
Greffage	21 mars
Plantation	3 avril
Consignes températures (°C): jour/nuit; aération	19/19; 22 (10 jours)
dès le 13 avril	19/17; 20
Consigne humidité relative	50%
du 14 au 31 juillet	60%
Début récolte	2 juin
Fin récolte	9 octobre

¹ Centre des Fougères, 1964 Contthey.

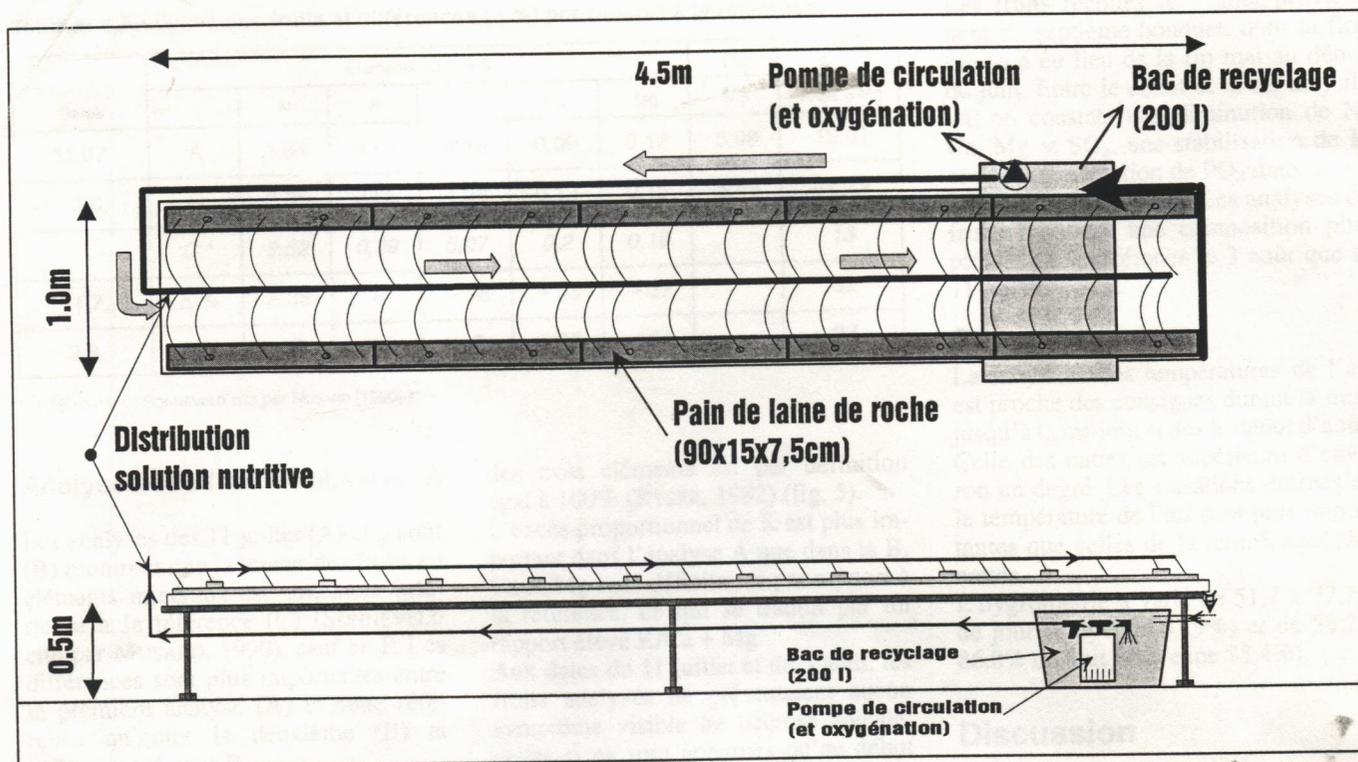


Fig. 1. Plan et coupe d'une parcelle.

Tableau 2. Alimentation minérale de la tomate en solution recyclée.

	1		2		3	4	5
pH	5,5		5,5				
EC (µs/cm)	1,6		3				
	(mmol/l)	(mg/l)	(mmol/l)	mg/l)	(mmol/l)	(mmol/l)	(mmol/l)
NO ₃	10,75	666,5	17	1054,1		+ 1*	+ 1 à 2
H ₂ PO ₄	1,25	121,2	0,7	67,9			
SO ₄	1,5	144,1	5	480,3			
NH ₄	1	18,0	< 0,5	< 9,0	- 0,3	+ 0,1	
K	6,5	254,2	7	273,7	- 3,5	- 1	+ 1 à 2
Ca	2,75	110,2	7	280,6	+ 0,9	+ 0,45	
Mg	1	24,3	3,5	85,1	+ 1	+ 0,5*	
Na			< 8	< 183,9			
Cl			< 8	< 187,6			
HCO ₃			< 1	< 61,0			
	(µmol/l)	(mg/l)	(µmol/l)	(mg/l)	(µmol/l)		
Fe	15	0,84	25	1,39			
Mn	10	0,55	5	0,28			
Zn	4	0,26	7	0,46			
B	20	0,22	50	0,54	+ 10		
Cu	0,75	0,05	0,7	0,04			
Mo	0,5	0,05					

¹ Solution nutritive recyclée selon SONNEVELD et STRAVER (1992).

² Solution de l'environnement des racines selon SONNEVELD et VAN DER WEES (1989).

³ Adaptation de la solution nutritive pour la saturation des nattes.

⁴ Adaptation de la solution nutritive pour les quatre à huit premières semaines de culture.

⁵ Adaptation de la solution nutritive lorsque la charge des fruits est élevée (pendant de courtes périodes).

* Jusqu'au moment où les plantes sont enracinées.

Le substrat (nattes de laine de roche Grodan® de 90 × 15 × 7,5 cm) était disposé dans des gouttières en polypropylène (Bato) d'une longueur de 4,5 m avec une pente de 1%, selon le schéma décrit par REIST *et al.*, 1995b. Une boucle de chauffage au niveau du substrat a maintenu les nattes à 18,9 °C (nuit) en moyenne durant le premier mois de culture.

Consigne d'alimentation

Les équilibres ioniques sont ceux proposés par SONNEVELD et STRAVER (1992) (tabl. 2). Ils sont adaptés en cours de culture selon les résultats d'analyses complètes de la solution nutritive et de l'eau du réseau (fig. 3). La préparation de la solution nutritive a été gérée avec trois pompes doseuses Dosatron® DI 16 (fig. 2).

Le drainage est irrégulier (20-80% du volume d'irrigation) pour une moyenne de 46%.

Les analyses complètes pratiquées toutes les trois semaines permettent l'ajustement des solutions recyclées, indépendamment des contrôles journaliers (manuels) du pH et de la conductivité (EC). La régulation du pH se fait par adjonction d'acide nitrique.

L'irrigation est composée d'un régime fixe de base (6-12 apports journaliers selon la période de culture), et d'un complément chaque fois que la radiation cumulée atteint 1500 Wh en début de culture et 700 Wh pendant la pro-

Fig. 2. Préparation de la solution nutritive et distribution de la solution recyclée. ▷

duction (soit 4-16 apports supplémentaires). Les plantes sont irriguées par goutte-à-goutte avec 2,5 goutteurs par plante. Chaque apport dure huit minutes et représente 250 ml/goutteur.

Résultats

Rendement

Le rendement a été de 14,9 kg par plante (poids moyen des fruits 170 g, calibres: voir tabl. 3). Des nécroses apicales sont apparues de manière irrégulière dès le mois d'août. En fin de culture, leur fréquence a atteint 30% des fruits sur 40% des plantes.

Fertigation (fig. 3 et 4)

On a constaté des accumulations d'éléments dans la solution nutritive, à certaines périodes de la culture. L'eau du réseau apporte en quantité constante des ions Ca et Mg et des ions SO_4 de manière plus irrégulière; elle est cependant peu saline ($EC = 0,3 \text{ mS/cm}$).

Le pH de la solution nutritive varie entre 4,2 et 5,6, celui de la solution recyclée entre 5,1 et 6,3.

La conductivité de la solution recyclée est en moyenne de 1,4 jusqu'au début de juin, mais elle augmente progressivement pour atteindre un pic à 3,13 mS/cm à mi-août et baisse ensuite.

NO_3 , PO_4 et K sont bien absorbés jusqu'à mi-juin pour des apports légèrement inférieurs (NO_3 : -4,3%) ou supérieurs (PO_4 : +6,5% et K: +4,3%) à la norme proposée. Ca, SO_4 et Mg ne sont bien absorbés que jusqu'à mi-mai, malgré des apports inférieurs à la norme (Ca: -39,4%; SO_4 : -31,4% et Mg: -39%), et s'accumulent ensuite dans la solution recyclée. NO_3 , SO_4 , Ca et Mg sont de nouveau bien absorbés en juillet, puis ils s'accumulent alors que la concentration de PO_4 varie peu et que l'absorption de K ne reprend activement qu'à la mi-août (fig. 4).

Pour les oligo-éléments, on constate que le Fe, B, Zn et Cu ont tendance à s'accumuler en début de culture pour être mieux assimilés dès le début juillet; seul Mn est régulièrement absorbé.

Fig. 4. Analyses de la solution recyclée toutes les trois semaines. ▷

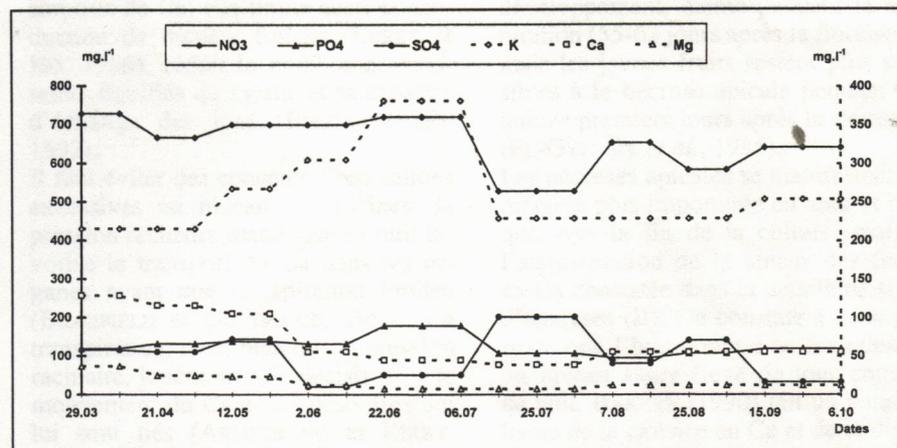
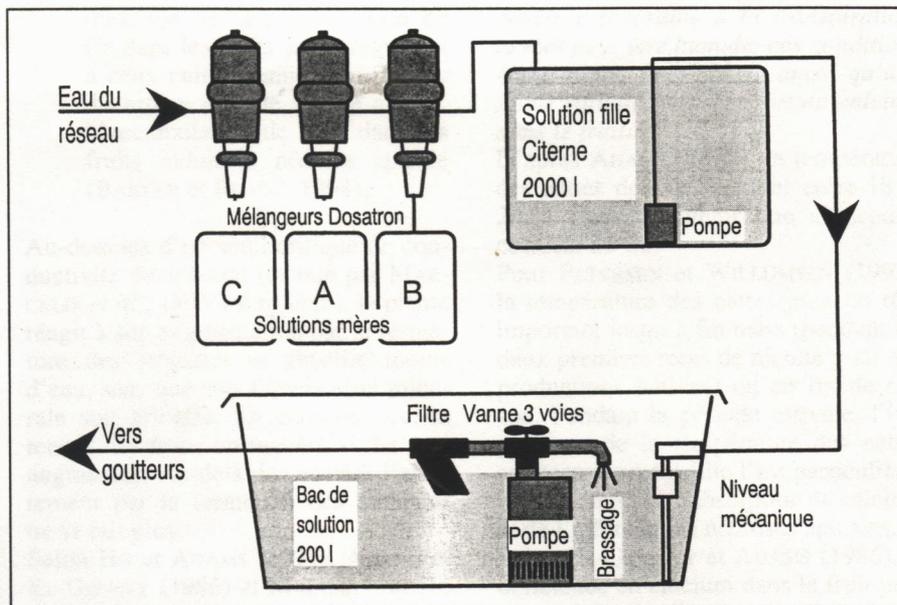


Fig. 3. Composition de la solution nutritive.

Tableau 3. Rendements (kg/plante), calibres (% récolte) et poids moyens (pm) en g.

	Calibres (mm)				Déchet	(kg/pl.)	pm (g)
	40-57	58-67	68-77	78-102			
Récolte (2.6.-9.10., kg/pl.)	0,2	5,1	7,6	1,9	0,2	14,9	170
Calibres (% récolte)	1	35	51	13	0		

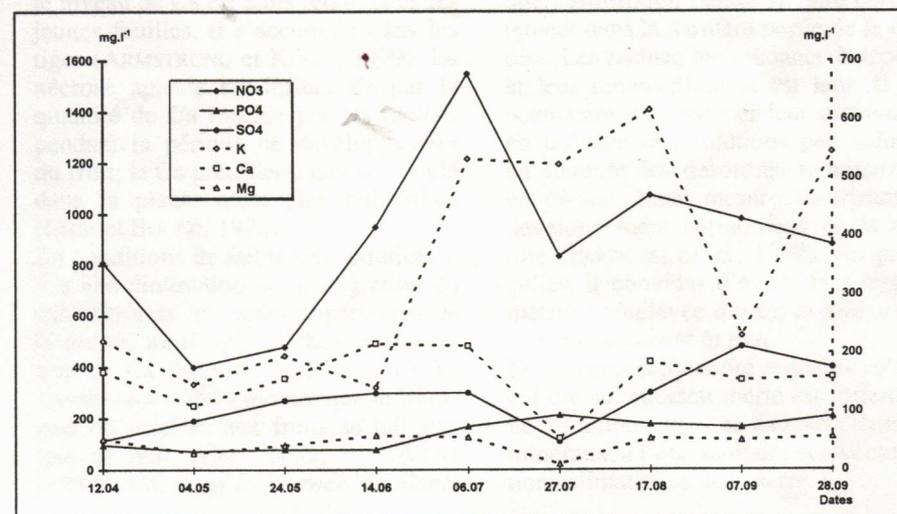


Tableau 4. Analyses des fruits et différences (Δ %) par rapport à la référence.

Dates		Eléments en % MS					(%)	
		N	P	K	Ca	Mg	MS	K/Ca + Mg
11.07.	A	1,64	0,42	4,16	0,09	0,12	5,98	19,81
3.8.	B	2,35	0,55	4,98	0,13	0,15	5,49	17,79
	C *	2,52	0,39	5,07	0,2	0,19		13
11.7.	Δ %	-35	8	-18	-55	-37		52
3.8.	Δ %	-7	41	-2	-35	-21		37

(* Référence C: SONNEVELD cité par MUSARD [1990].)

Analyses des fruits (tabl. 4 et fig. 5)

Les analyses des 11 juillet (A) et 3 août (B) montrent que la teneur des fruits en éléments minéraux est nettement inférieure à la référence (C) (SONNEVELD cité par MUSARD, 1990), sauf en P. Les différences sont plus importantes entre la première analyse (A) et cette référence qu'entre la deuxième (B) et celle-ci, sauf pour P.

N, K, Ca et Mg sont inférieurs de 35 (7), 18 (2), 55 (35) et 37 (21)% dans les analyses A et B respectivement. Par contre, P est supérieur de 8 (41)%.

Les résultats sont exprimés en % de la matière sèche. L'interprétation peut se faire dans un triangle (K, Ca, Mg): le rapport 100 K/K + Ca + Mg représente la proportion de potasse dans le total K + Ca + Mg. On procède de même pour les deux autres éléments. Le total

des trois éléments est par définition égal à 100% (RYSER, 1982) (fig. 5).

L'excès proportionnel de K est plus important dans l'analyse A que dans la B. Ca et Mg sont déficitaires par rapport à la référence, ce qui se traduit par un rapport élevé K/Ca + Mg.

Aux dates du 11 juillet et du 3 août, les fruits analysés ne présentaient aucun symptôme visible de nécrose apicale; celles-ci ne sont apparues qu'au début du mois d'août.

Il faut environ soixante jours de la floraison à la maturation du fruit. Les fruits récoltés le 11 juillet proviennent du quatrième bouquet, dont la floraison a eu lieu pendant la première décade de mai. On constate que NO_3 , P et K sont bien assimilés entre le début mai et la mi-juin, pour s'accumuler ensuite; Ca, Mg et SO_4 s'accumulent déjà dès fin mai (fig. 4).

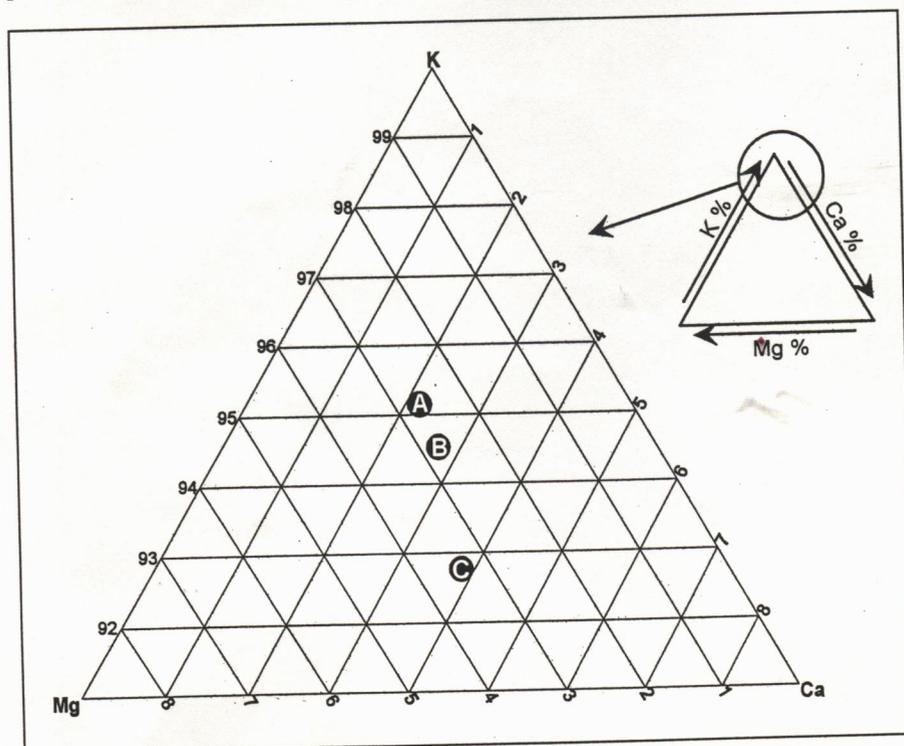


Fig. 5. Représentation graphique de la relation entre K, Ca et Mg dans les fruits. Analyses des 11 juillet (A) et 3 août (B). (C): référence Sonneveld cité par MUSARD (1990).

Les fruits récoltés le 3 août proviennent du septième bouquet, dont la floraison a eu lieu de la fin mai au début de juin. Entre le début et la fin de juillet, on constate une diminution de N, Ca, Mg et SO_4 , une stabilisation de K et une augmentation de PO_4 dans la solution recyclée (fig. 4). Les analyses de fruits montrent une composition plus proche de la référence le 3 août que le 11 juillet.

Climat

La moyenne des températures de l'air est proche des consignes durant la nuit, jusqu'à la mi-juin et dès le début d'août. Celle des nattes est supérieure d'environ un degré. Les variations diurnes de la température de l'air sont plus importantes que celles de la température des nattes.

L'hygrométrie a varié de 51,7 à 77,7% de jour (moyenne 63,9%) et de 58,2 à 86,8% de nuit (moyenne 75,4%).

Discussion

Les 33 kg/m² récoltés en 1995 représentent un résultat inférieur à celui d'une culture réalisée en 1994 dans des conditions analogues (38 kg/m², REIST *et al.*, 1995b), ce qui illustre la difficulté de maintenir à l'optimal les paramètres du climat et de l'alimentation minérale, en particulier pour éviter les nécroses apicales.

L'irrigation localisée nécessite un nombre suffisant de goutteurs et des apports abondants pour assurer une bonne imprégnation des nattes. Selon ADAMS et EL-GIZAWY (1986), la proportion de Ca dans la matière sèche du fruit décroît si l'apport d'eau est réduit. Une irrigation ou un recyclage abondant évite des passages préférentiels de la solution nutritive (ruissellement), favorise une bonne homogénéisation, limite la salinisation du substrat et améliore l'oxygénation de la solution.

Le manque d'oxygène apporté aux racines durant la nuit est une des causes des nécroses apicales (TACHIBANA, 1988).

L'alimentation minérale doit être en relation avec le stade de croissance ou de développement. Un ajout de Ca dans la solution nutritive augmentera la concentration de cet élément dans la partie proximale, mais pas dans la zone intermédiaire ou distale des segments des fruits (BRADFIELD et GUTTRIDGE, 1984). Cette dernière zone est bien le siège des nécroses apicales où les concentrations en Ca sont particulièrement faibles (ADAMS et HO, 1992; BELDA et HO, 1992).

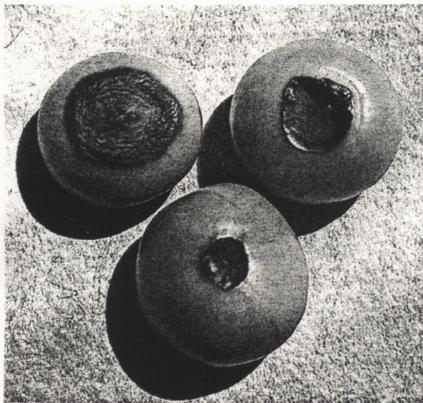


Fig. 6. Symptômes de nécroses apicales; invendables, les fruits devraient être éliminés dès l'apparition d'une tache apicale.

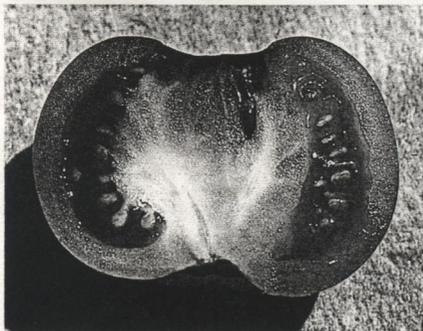
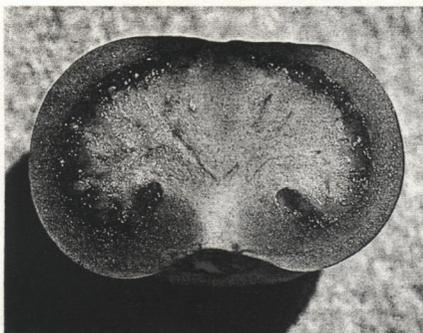


Fig. 7. Développement de la nécrose apicale, qui va s'aggraver avec la maturation du fruit lorsque les conditions de déséquilibre physiologique perdurent.

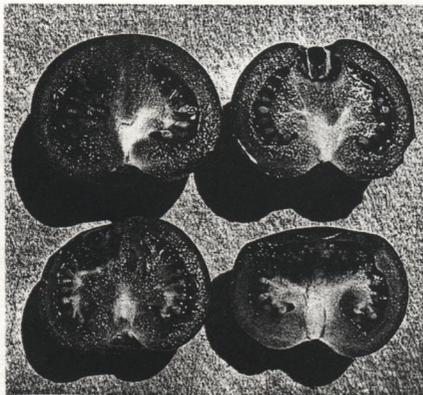


Fig. 8. Fruit sain et fruits nécrosés à des degrés divers; lorsque l'équilibre physiologique est rétabli, la nécrose cesse de s'étendre et l'épiderme cicatrise.

☞ L'excès de NH_4 conduit à une diminution de la concentration de Ca dans les fruits sains comparés à ceux cultivés uniquement avec du nitrate comme source azotée. L'accumulation de NH_4 dans les fruits induit la nécrose apicale (BARKER et READY, 1994).

Au-dessous d'un seuil critique de conductivité du substrat (évalué par MARCELIS *et al.*, 1995 à 6 mS/cm), la plante réagit à son augmentation par la fermeture des stomates et absorbe moins d'eau, sans que son alimentation minérale soit affectée. En conséquence, la teneur des fruits en matière sèche sera augmentée. Au-delà de ce seuil, l'ajustement par la fermeture des stomates ne se fait plus.

Selon HO et ADAMS (1994), ADAMS et EL-GIZAWY (1986) et MINAMIDE et HO (1993), l'excès de salinité limite l'absorption de Ca; elle limite aussi la production de matière fraîche (EHRET et HO, 1986), réduit le nombre de vaisseaux lignifiés du xylème et sa capacité d'échange des ions (BELDA et HO, 1992).

Il faut éviter des concentrations salines excessives au niveau des racines; la pression racinaire maintenue de nuit favorise le transport du Ca dans les organes ayant une transpiration limitée (BRADFIELD et GUTTRIDGE, 1984). La transpiration, aussi bien que la pression racinaire, jouent un rôle décisif dans le mouvement du Ca et les désordres qui lui sont liés (ARMSTRONG et KIRBY, 1979). Environ 86% du Ca de la plante se trouvent dans les feuilles, mais seulement 2,5% sont répartis dans les fruits (HO et ADAMS, 1994).

Le transport du Ca est entravé si l'humidité est trop faible et la solution nutritive trop saline de nuit (BRADFIELD et GUTTRIDGE, 1984). La distribution du Ca dans la plante est fortement influencée par un constant excès d'humidité: le niveau de Ca est alors réduit dans les jeunes feuilles, il s'accumule dans les tiges (ARMSTRONG et KIRBY, 1979). La nécrose apicale est influencée par la quantité de Ca fournie par les racines pendant la période de développement du fruit; le Ca précédemment accumulé dans la plante n'est plus redistribué (CHIU et BOULD, 1976).

En conditions de faible transpiration, il y a une diminution de la migration du calcium vers les zones supérieures de la plante, ainsi qu'un déficit d'absorption de Ca (MENGEL et KIRBY, 1978). TACHIBANA (1991) montre que le transport du calcium aux fruits se fait surtout de nuit. Alors, selon WACQUANT (1999): «Si, dans la journée, la plante

a été soumise à une humidité relative modérée favorable à la transpiration, la nuit peut être humide, ces conditions étant alors favorables, ainsi qu'une faible salinité, au transport du calcium dans le fruit.»

D'après ADAMS (1988), la température des nattes devrait se situer entre 18 et 22 °C pour maintenir une absorption correcte du Ca.

Pour PETERSEN et WILLUMSEN (1992), la température des nattes joue un rôle important jusqu'à fin mars (pendant les deux premiers mois de récolte pour des productions hâtives) ou en fin de saison. Pendant la période estivale, l'importance de la température des nattes est controversée! Elle l'est particulièrement au sujet de l'absorption du calcium et de l'effet sur les nécroses apicales.

Selon EL-GYZAWY et ADAMS (1986), la déficience en calcium dans le fruit peut se produire à n'importe quel stade du développement, même pendant la maturation (55-62 jours après la floraison), mais les jeunes fruits restent plus sensibles à la nécrose apicale pendant les quinze premiers jours après la floraison (EL-GYZAWY *et al.*, 1986).

Les nécroses apicales se manifestent de manière plus importante en août et jusque vers la fin de la culture, malgré l'augmentation de la teneur des fruits en Ca constatée dans la deuxième série d'analyses (B). On constate à cette période que l'hygrométrie se maintient à un niveau assez élevé de jour comme de nuit. BAKKER (1990) fait un parallélisme de la carence en Ca et de la diminution de la surface foliaire; celle-ci est plus marquée en conditions de forte humidité constante de jour et de nuit. VOOGT (1988) relève que le volume des racines est très réduit et qu'avec une accumulation ou un manque de nutriments, les déséquilibres conduisent facilement à des désordres nutritionnels. C'est la conjugaison de ces divers et importants facteurs qui a empêché que l'absorption puisse se faire correctement dans la dernière partie de la culture. Les racines ont tendance à dépérir et leur renouvellement est lent. Il est nécessaire de favoriser leur croissance en utilisant des solutions peu salines, en limitant les désordres minéraux et en prenant toute mesure favorisant le développement harmonieux de la culture (PARDOSSI *et al.*, 1992). En particulier, il convient d'éviter une hygrométrie trop élevée durant la journée et trop basse durant la nuit.

Le rendement (quantité et qualité) d'une culture sur substrat inerte est fortement lié à l'alimentation en eau, en éléments minéraux, à l'état sanitaire et aux conditions climatiques de la serre.

Bibliographie

- ADAMS P., 1988. Some effects of root temperature on the growth and calcium status of tomatoes. *Acta Horticulturae* **222**, 167-172.
- ADAMS P. and EL-GIZAWY A. M., 1986. Effect of salinity and watering level on the calcium content of tomato fruit. *Acta Horticulturae* **190**, 253-259.
- ADAMS P. and HO L. C., 1992. The susceptibility of modern tomato cultivars to blossom-end rot in relation to salinity. *Journal of Horticultural Science* **67** (6), 827-839.
- ARMSTRONG M. J. and KIRKBY E. A., 1979. The influence of humidity on the mineral composition of tomato plants with special reference to calcium distribution. *Plant and Soil* **52**, 427-435.
- BAKKER J. C., 1990. Effects of day and night humidity on yield and fruit quality of glasshouse tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal of Horticultural Science* **65** (3), 323-331.
- BARKER V. and READY K. M., 1994. Ethylene evolution by tomatoes stressed by ammonium nutrition. *Journal of American Society for Horticultural Science* **119** (4), 706-710.
- BELDA R. M. and HO L. C., 1992. Salinity effects on the network of vascular bundles during tomato fruit development. *Journal of Horticultural Science* **68** (4), 557-564.
- BRADFIELD E. G. and GUTTRIDGE C. G., 1984. Effect of night-time humidity and nutrient solution concentration on the calcium of tomato fruit. *Scientia Horticulturae* **22**, 207-217.
- CHIU T. and BOULD C., 1976. Effect of shortage of calcium and other cations on Ca mobility, growth and nutritional disorders of tomato plants (*Lycopersicon esculentum*). *Journal of Science of Food and Agriculture* **27**, 969-977.
- EHRET D. L. and HO L. C., 1986. The effects of salinity on dry matter partitioning and fruit growth in tomatoes grown in nutrient film culture. *Journal of Horticultural Science* **61** (3), 361-367.
- EL-GYZAWY A. M. and ADAMS P., 1986. Effect of temporary calcium stress on the calcium status of tomato fruit and leaves. *Acta Horticulturae* **178**, 37-43.
- EL-GYZAWY A. M., ADAMS P. and ADATIA M. H., 1986. Accumulation of calcium by tomatoes in relation to fruit age. *Acta Horticulturae* **190**, 261-266.
- HO L. C. and ADAMS P., 1994. The physiological basis for high fruit yield and susceptibility to calcium deficiency in tomato and cucumber. *Journal of Horticultural Science* **69** (2), 367-376.
- JEANNEQUIN B. et FABRE R., 1993. Procédé de culture hors sol à circuit fermé. Etudes et perspectives. *PHM Revue horticole* **338**, 21-26.
- LETARD M. et LETEINTURIER J., 1995. Recyclage des effluents de solution nutritive en culture hors sol sous serre. *Infos - CTIFL* **111**, 29-31.
- MARCELIS L. F. M., VAN DE SANDEN P. A. C. M. and VEEN B. W., 1995. Yield formation in fruit vegetables in relation to glasshouse climate and nutrition. Annual report 1994, 18-21. AB-DLO Wageningen.
- MENDEL K. and KIRKBY E. A., 1978. Calcium, 391-410. In: Principles of plant nutrition. International Potash Institute Berne, Switzerland, P.O. Box, CH-3048 Worblaufen-Berne, 593 p.
- MINAMIDE R. T. et HO L. C., 1993. Deposition of calcium compounds in tomato fruit in relation to calcium transport. *Journal of Horticultural Science* **68** (5), 755-762.
- MUSARD M., 1990. Qualité de la tomate de serre. Conduite de l'alimentation hydrominérale en culture sur substrat, pp. 21-26. Infos CTIFL hors série: Cultures légumières sur substrats. Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, Paris, 80 p.
- PARDOSSI A., FIORINI A., TOGNONI F., SERRA G., CAMPIOTTI C. A. and PICCIURRO G., 1992. Tomato plants grown with NFT in a mediterranean climate: growth, fruit yield, water usage and macronutrient uptake in relation to growing season. *Agricoltura Mediterranea* **122**, 75-84.
- PETERSON K. K. and WILLUMSEN J., 1992. Effect of root zone warming and season on blossom-end rot and chemical composition of tomato fruit. *The Danish Institute of Plant and Soil Science* **96**, 489-498.
- PIVOT D., REIST A. et GILLIOZ J.-M., 1995. Déséquilibres minéraux chez le concombre de serre (*Cucumis sativus* L.) cultivé en solution recyclée: effets du climat. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **27** (3), 177-180.
- REIST A., PIVOT D. et GREUTER F., 1995a. Ajustement automatique des ions nitrates dans les solutions nutritives pour cultures hors sol. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **27** (3), 185-189.
- REIST A., GAUTRAT M.-P., GILLIOZ J.-M., LÉGER A. et PIVOT D., 1995b. Lutte biologique contre *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* et *Pythium* sp. dans une culture hors sol de tomates en circuit fermé. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **27** (4), 209-213.
- REIST A. et GYSI CH., 1990. Cultures hors sol: bilan écologique. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **22** (4), 223-235.
- RYSER J.-P., 1982. Vers l'utilisation pratique du diagnostic foliaire en viticulture et en arboriculture. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **14** (1), 49-54.
- SONNEVELD C. and STRAVER N., 1992. Nutrient solutions for vegetables and flowers grown in water or substrates. PTG series: Voedingsooplossingen glastuinbouw n° 8, 9^e édition. PTG Naaldwijk, 45 p.
- SONNEVELD C. een VAN DER WEES A., 1989. Voedingsooplossingen voor teelten in steenwol in het Westland en de Kring. Tomaat, Komkom-

Zusammenfassung

Wasserqualität, Klima und mineralische Ernährung der Tomate bei Substratkultur mit vollrezirkulierter Nährlösung

Eine sechsmontatige Tomatenkultur (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Recento) auf Steinwolle mit rezirkulierter Nährlösung (2,2 Pfl./m²) erbrachte, innert 130 Tagen, einen Ertrag von 33,1 kg Früchte/m². Die mineralische Ernährung wurde anhand von Vollanalysen des Leitungswassers und der Nährlösung gesteuert. Der Beitrag des Leistungswassers zur Versorgung mit Ca, Mg und SO₄ reichte während einem grossen Teil der Kulturperiode, und deren Leitfähigkeit (0,3 mS/cm) zeigte geringe Schwankungen. Bei der rezirkulierten Nährlösung speicherten sich NO₃, SO₄, Ca und Mg ab Ende Mai-Mitte Juni auf, und wurden Ende Juli wieder stark von den Pflanzen aufgenommen. K wurde anfangs Juli aufgespeichert, jedoch anfangs September wieder stark aufgenommen. Die Leitfähigkeit der rezirkulierten Nährlösung schwankte von 1,4 (Minimum, Mai) bis 3,13 mS/cm (vorübergehendes Maximum, Mitte August) parallel zum Inhalt an Hauptelementen. Die Ergebnisse zweier Fruchtanalysen (anfangs Juli und anfangs August) zeigten eine unausgeglichene Aufnahme der Nährelemente, zugunsten von K und auf Kosten von Ca und Mg. Blütenendfäule erschien ab Ende August und nahm bis zum Kulturrende zu. Die Ursache dieser Störung liegt vermutlich bei dem Zusammenspiel zwischen hoher Luftfeuchtigkeit über Tag und Nacht, ungenügender Erneuerung der Wurzeln und stärkerer Aufnahme von K in Verhältnis zu Ca und Mg.

Riassunto

Qualità dell'acqua d'irrigazione, ambiente climatico e nutrizione del pomodoro coltivato su substrato in soluzione riciclata

Una coltura di pomodoro (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Recento) coltivata durante 6 mesi (2,2 piante/m²) in soluzione nutritiva riciclata su dei pani di lana di roccia ha fornito una resa di 33,1 kg/m² in 130 giorni di raccolto. L'adattamento della nutrizione minerale è stato fatto sulla base di un'analisi completa (soluzione riciclata e acqua della rete di distribuzione). La conduttività dell'acqua (0,3 mS/cm) è variata poco e i suoi apporti di Ca, Mg e SO₄ sono stati sufficienti durante una grande parte della coltura. N, SO₄, Ca e Mg si sono accumulati nella soluzione riciclata verso la fine di maggio o l'inizio di giugno per essere poi consumati in maniera forte verso la fine di luglio. K si è accumulato all'inizio di luglio, per essere poi assorbito fortemente all'inizio di settembre. La conduttività della soluzione riciclata è variata da un minimo di 1,4 (maggio) a un massimo di 3,13 mS/cm (metà agosto) parallelamente alla concentrazione degli ioni principali. Le analisi dei frutti effettuate all'inizio di luglio e all'inizio di agosto mostrano uno squilibrio nell'assorbimento dei cationi, K a detrimento di Ca e Mg. Delle necrosi apicali appaiono a partire della fine di agosto e si accentuano fino a fine coltura. La causa sarebbe probabilmente la combinazione di una igrometria elevata sia di giorno che di notte, di un rinnovo insufficiente delle radici e del forte aumento dell'assorbimento del K in rapporto a Ca e Mg.

mer, Paprika, Aubergine. PTG serie: Voedingsoplossingen glastuinbouw n° 1, 7^e édition. PTG Nalldwijk, 32 p.

STEINBERG C., GAUTHERON N. et GAILLARD P., 1995. Désinfection des eaux. *Fruits et Légumes* 126, 85-86.

TACHIBANA S., 1988. The influence of withholding oxygen supply to roots by day and night on the blossom-end-rot of tomatoes in water culture. *Soiless Culture IV* (1), 41-50.

TACHIBANA S., 1991. Import of calcium by tomato fruit in relation to the day-night periodicity. *Scientia Horticulturae* 45, 235-243.

VOOGT W., 1988. The growth of beefsteak tomato as affected by K/Ca ratios in the nutrient solution. *Acta Horticulturae* 222, 155-165.

WACQUANT C., 1990. Tomate de serre hors sol. L'action du climat sur la production et la qualité, pp. 27-36. Infos CTifl hors série: Cultures légumières sur substrats. Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, Paris, 80 p.

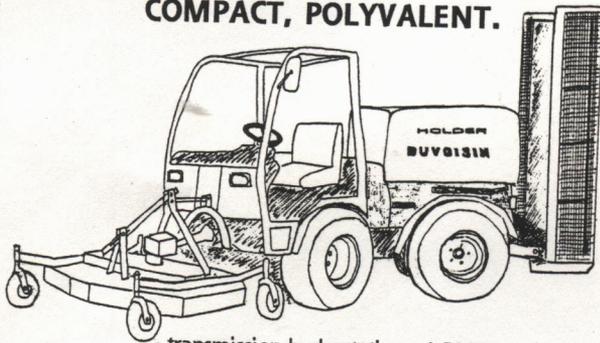
Summary

Water quality, climatic environment and mineral nutrition of tomato grown on substrate with fully recirculated nutrient solution

A tomato crop (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Recento) grown on rockwool with fully recirculated nutrient solution yielded 33,1 kg/m² (2,2 pl./m²) within 130 days. Nutrient concentration and balance adjustments were based on solution and tap water analyses. The latter's electrical conductivity (EC ~ 0,3 mS/cm) showed slight variation and was sufficient in supplying for Ca, Mg and SO₄ for most of the growing period. NO₃, SO₄, Ca and Mg concentrations in the recirculated solution increased from the end of May and to the beginning of July; plant uptake resumed by the end of July. K uptake was weak from the beginning of July through the end of August as shown by accumulation in the solution; plant uptake increased then strongly for a short period in September. Nutrient solution's electrical conductivity fluctuated from a minimum of 1,4 (May) to a maximum of 3,13 mS/cm (mid-August). Mineral contents of fruits showed too high K/Ca+Mg ratio. Fruit blossom-end rot occurred increasingly from the end of August, the main causes of which being high day and night air humidity, poor root renewal and excess K to the cost of Ca and Mg uptake.

HOLDER

LE NOUVEAU HOLDER A POSTE INVERSE,
TRACTEUR ARTICULE, 4 ROUES MOTRICES.
COMPACT, POLYVALENT.



- transmission hydrostatique 4 RM
- attelage 3 points avant et arrière
- prise de force avant et arrière
 - puissance: de 23 à 70 CV
 - largeur: dès 110 cm
- cadre de sécurité ou cabine complète
- équipement hydraulique complet adapté

Importateur exclusif - 35 ans d'expérience avec Holder

Daniel DUVOISIN

Machines viticoles et agricoles

1604 PUIDOUX

tél 021/946.22.21 - fax 021/946.30.59

Unique en Suisse!

Exclusivité **Mecatron**

Après le Mecatron
Compact 9 voici...

... le Micro Mecatron
Compact 7!



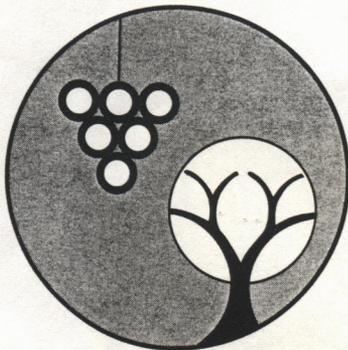
Monobloc, tireuse, boucheuse liège/vis. Cadence 1000 x 0,75 cl/h.
Remplissage sous pression constante de gaz inerte:

- élimination de tout risque d'oxydation;
- principe de vases communicants permettant une régulation douce du vin.

NOUVEAU: becs munis d'une canule pour vide d'air de la bouteille
sur coussin de gaz en phase de remplissage.



MECATRON SA - Christian Zufferey
CP 361 - 3960 SIERRE - Tél. 027/455 10 01
Fax 027/455 61 53 - Natel 079/220 47 48



Offrez à vos amis un abonnement

à la *Revue suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture*
(6 numéros par année: CHF 36.-)

Pour commande: voir page du sommaire