

Endurcissement des plantules de tomate industrielle

Résumé

Un des problèmes de la gestion d'une pépinière de tomate industrielle est le séjour supplémentaire de quelques jours des plants, imposé par le mauvais temps et réduisant de leur qualité à la livraison à l'agriculteur. L'endurcissement des plants par un stress alimentaire et/ou salin a permis de résoudre le problème et a fait gagner au pépiniériste un intervalle supplémentaire de temps, de 3 à 15 jours, selon la nature du stress, sans répercussions négatives sur la qualité morphologique ou physiologique des plants. Les plants endurcis et produits sur bassins flottants couverts par des tunnels nantais dans la région du Loukkos ont bien démarré et rapidement repris après plantation. Les meilleurs plants endurcis ont présenté un rapport de biomasse sèche de la partie végétative à celle des racines de 2,5 à 2,8; ce rapport peut servir de norme pour des études ultérieures.

Mots clés: tomate industrielle; endurcissement; plants; pépinière; gestion; bassins flottants; Loukkos.

Hardening of processing tomato seedlings

Summary

One of tomato nursery management problems is that of seedlings stay in the nursery for many supplemental days because of bad weather. This reduces their commercial quality once presented to growers. Hardening of seedlings, by the way of nutritional and/or saline stress resolved the problem and allowed the nursery manager to win 3 to 15 days, according to stress nature. Hardened seedlings, produced in Loukkos area, on floating basins and under plastic tunnels, started well and quickly after planting. The best seedlings had a vegetative biomass to root biomass ratio of 2.5 to 2.8; this ratio can be used as standard in futur research.

Key words: processed tomato; hardening; seedlings; nursery; management; floating basins; Loukkos area.

Endurcissement des plantules de tomate industrielle

I- Introduction:

La tomate industrielle occupe 75 à 80 % des superficies des cultures maraîchères destinées à l'agro-industrie, soit 6000 à 7000 ha/an et produit 200 à 300 Mille tonnes par an durant les cinq dernières années (Chibane, 2002). Le rendement obtenu dans les régions productrices oscille autour de 40 T/ha, ce qui est relativement

faible et montre l'existence de contraintes à la production et en particulier la mauvaise qualité des plantules livrées par les pépiniéristes contractuels avec les industriels (El Attir, Skiredj et Chtaïna, 2000). Cette mauvaise qualité des plantules est le résultat d'un séjour supplémentaire en pépinière, imposé par le mauvais temps. En effet, lorsqu'il pleut, les sols lourds du Gharb, principale région de production de la tomate industrielle au Maroc, ne s'approprient pas au travail et ne permettent pas la plantation. L'agriculteur, attendant le dessèchement de son terrain pour le travailler, se trouve contraint de refuser toute livraison de plants de la pépinière. Ces plants, prêts pour une plantation programmée à un moment donné, subissent alors un séjour qui s'étend souvent à une dizaine de jours en pépinière. Ils s'étiolent, se fragilisent et démarrent mal après plantation. La sauvegarde et l'amélioration de la qualité des plantules en pépinière s'imposent. Une solution pratique réside dans l'endurcissement des plants. Cet endurcissement peut être obtenu par différentes techniques:

- * Exposition des plants au froid du plein air en les sortant de la serre (Emilio et Drissia, 2000).
- * Pulvérisation de retardants de croissance (Abeysekera, 1991).
- * Exposition à un stress hydrique (Thakur et al, 1993; Pillay et Beyl, 1990).
- * Exposition à un stress salin (Satti et Lopez, 1994; Urrestarazu et al, 1999; Wiebe et Muhyaddin, 1987; Sanchez-Cande et Azuara, 1979).
- * Exposition à un stress alimentaire (Frett et al, 1991; Green et al, 2000; Liptay et sikkema, 1998).
- * Traitement des semences au PEG (Balibrea et al, 1980; Khang et al, 1992 et 1996; Lescover et Sims, 1987; Muhyaddin et Wiebe, 1989; Pill et al, 1991).

Malheureusement, ces techniques exigent une compétence particulière de la part du pépiniériste pour leur utilisation; certaines d'entre elles présentent aussi le risque de faire perdre aux plantules leur caractère attrayant à leur livraison à l'agriculteur (jaunissement des feuilles et limbe très réduit), ce qui pose avec acuité le problème commercial de ces plantules.

En vue d'adapter la nature et le moment de l'endurcissement aux plants de tomate industrielle, le présent travail a pour objectifs spécifiques:

- * La détermination du stade du début d'intensification des besoins alimentaires des plantules en pépinière (ce stade « DIBA » permettrait de connaître le moment efficace d'application du stress alimentaire et son pilotage en vue d'obtenir des plants endurcis).
- * Le suivi du rapport des biomasses entre partie aérienne et partie souterraine des plantules (ce rapport obtenu au niveau du traitement des plants bien endurcis permettrait de connaître le meilleur équilibre de biomasses foliaires et racinaires).
- * Et le suivi de la reprise et du démarrage des plants endurcis durant le premier mois après plantation (reprise des plantules, vitesse optimale de croissance végétative et racinaire).

II- Matériel et méthodes:

L'essai a eu lieu en pépinière de la CIL (compagnie Industrielle du Loukkos), située à Laâouamra, au Loukkos, au Nord du Maroc, en bassins flottants (de 0.2m de profondeur) couverts par des tunnels nantais (de dimensions 1.5m x 3m) dont le plastique est de 50 microns d'épaisseur. Ces tunnels ont été aérés le jour et fermés le soir afin de permettre le renouvellement de l'air. La variété utilisée a été la Boss 8066 (F1), généralement distribuée aux producteurs par la CIL. Le semis a eu lieu le 08-03-2001 en plateaux alvéolés de liège blanc (de dimensions 0.4 m x 0.8 m), à 425 trous (de 35 cm³), remplis de tourbe noire (composition chimique figurant au tableau 1) et flottant à la surface de la solution nutritive. La composition chimique de celle-ci (tableau 2) a différé selon la nature des traitements. Le protocole expérimental a été conçu en blocs aléatoires complets à 3 traitements et 3 répétitions (tableau 3). Les variables suivies ont été les suivantes: section de la tige de la plantule au niveau du collet (en cm, mesurée par pied à coulisse), hauteur de la tige, du collet à l'insertion de la plus jeune feuille (en cm, mesurée par mètre ruban); nombre de feuilles par tige (par comptage), biomasse des racines, feuilles, tige et plantules entières (par pesée par balance de précision, après séparation des organes, en g MS/plant); surface foliaire des feuilles (par leaf area meter, en cm²) et teneurs foliaires en éléments nutritifs (% MS): K, Ca, Mg et Na (par spectrophotométrie).

Après chaque renouvellement des solutions nutritives, les bassins ont été rincés et remplis à l'eau claire pendant une demi-journée. Le 20 Avril 2001, tous les plants ont reçu une pulvérisation d'un engrais foliaire à base d'acides aminés (Sipfol) afin de leur donner un aspect morphologique final attrayant à la sortie de la pépinière. Deux traitements phytosanitaires à base de Mancozèbe ont été effectués le 25 Mars 2001 et le 15 Avril 2001 d'une manière préventive contre le mildiou et l'alternaria.

Le suivi durant le premier mois après plantation a eu lieu à la ferme de la SMADA (société maroco-arabe de développement agricole) située à Sidi Allal Tazi (sur sol lourd, de superficie 0.5 ha, avec 3 répétitions par traitement, un écartement entre lignes simples de 1.6 m et un espacement dans les rangs de 0.25 m; l'irrigation était gravitaire). Le terrain a été travaillé une semaine avant la plantation (à la charrue à 3 disques, avec deux passages de cover crop, un passage de la niveleuse, traceuse et billonneuse). La plantation a eu lieu le 24 Avril 2001 (plants âgés de 46 jours) en même temps qu'une irrigation copieuse de 50 mm d'eau. Au stade 6 JAP (le 30 Avril 2001), un apport de 3 q/ha d'ASP (57 kg/ha de N + 114 kg/ha de P₂O₅) a été effectué lors de l'opération du premier buttage. La 2ème irrigation a eu lieu au stade 12 JAP (le 6 Mai 2001), suite à l'émission des nouvelles racines et le départ de nouvelles jeunes feuilles. Une semaine après (le 13 Mai 2001), la culture a reçu 3 q/ha d'ammonitrate (100 kg/ha de N) et un 2ème buttage. Au stade 25 JAP (le 19 Mai 2001), la culture a reçu la 3ème irrigation. Ces techniques culturales sont les plus courantes dans la région (El Attir, Skiredj et Chtaïna, 2000 et 2001). Les conditions climatiques entre Mars et Mai 2001 ont été favorables. Le tableau 4 précise les températures qui ont régné lors de l'essai. Le suivi de la culture a pris fin au stade 30 JAP (le 24 Mai 2001).

III- Résultats et discussion:

A- Caractérisation morphologique des plantules:

Les résultats figurent au tableau 5.

Au stade 22 JAS (jours après semis), juste avant le changement de l'eau claire des bassins flottants par les solutions nutritives qui correspondent aux traitements étudiés, tous les traitements sont encore identiques (eau claire); les plantules n'ont pas encore subi de stress, sauf qu'il y a apparition d'un léger jaunissement des feuilles, montrant que les réserves alimentaires du substrat ont été terminées; le stade « DIBA » est alors défini par le 22ème jour après semis, jour d'apparition de ces symptômes de carences alimentaires. Pendant la première phase des plantules (0-22 JAS), celles-ci se nourrissent des réserves de la tourbe. Dès le 23ème JAS, les besoins alimentaires commencent à se manifester; il faut faire les premiers apports de fumure (confirmation des résultats de Green et al, 2000).

Au stade 33 JAS, c'est-à-dire après 10 jours de traitement de stress alimentaire (T3) ou du double stress, alimentaire et salin (T2), la croissance s'est bien ralentie au niveau des plantules stressées (stagnation de l'élongation et de l'épaississement des tiges ainsi que du développement du limbe des feuilles). Par contre, au niveau des témoins nourris par les réserves de la tourbe, complétées par une solution nutritive relativement équilibrée, à EC de 1.6 dS/m (T1), la croissance a été normale et rapide, ce qui témoigne de l'adaptation de la composition chimique de cette solution nutritive utilisée (Liptay et Sikkema, 1998 ont aussi adapté la solution nutritive aux réserves alimentaires du substrat utilisé et à la composition chimique de l'eau d'irrigation). Les plants du traitement T1, malgré leur précocité, n'ont pas pu être distribués aux producteurs à cause de leur faible teneur en matière sèche (tableau 6); ils doivent rester encore 2 à 3 jours en pépinière afin d'atteindre le stade de livraison.

Au stade 38 JAS, soit après 5 jours de rétablissement et de correction du stress par des solutions nutritives à EC progressivement croissante (évitant le choc salin), ce sont les plants T3 (stress alimentaire) qui se sont rétablis les premiers (avant les plants T2) et sont arrivés à l'âge de distribution aux agriculteurs: hauteur de 12 cm, épaisseur de la tige de 1.3 cm et faible surface foliaire. Les plants témoins T1 ont été, à cet âge de 38 JAP, à la limite de la bonne qualité morphologique (léger étiolement, 18 cm de haut). Ces plants T1 (âgés de 38 jours) devaient sortir de la pépinière au stade 35 JAP afin d'éviter leur étiolement (mais pour le besoin de l'essai, les plants sont restés en place et ont continué à subir le traitement T1). Par contre, les plants T2 (double stress, alimentaire et NaCl) n'étaient pas encore prêts à la plantation et offraient, à ce stade de 38 JAP, une mauvaise apparence et particulièrement un limbe de petite taille et peu attrayant. Wiebe et Muhyaddin, 1987; Urrestarazu et al, 1999; Satti et Lopez, 1994 ont aussi trouvé que le sel NaCl provoque des dégâts morphologiques aux plantules qui nécessitent un rétablissement de quelques jours en pépinière pour retrouver leur aspect attrayant.

Au stade 46 JAS (jour de distribution des plants aux agriculteurs), soit après 8 jours de séjour supplémentaire en pépinière pour les plants T1 (étiolés), 8 jours pour les plants T3 (toujours en bonne qualité morphologique) et 13 jours de rétablissement et de correction du stress pour les plants T2 (bonne qualité morphologique aussi), les plants T3 (stress alimentaire) ne pouvaient pas tolérer un autre séjour en pépinière (risque de perte de la bonne apparence). Par contre, les plants T2 (double stress, alimentaire et NaCl) se sont bien rétablis et présentaient une bonne apparence. Ils pouvaient supporter encore un séjour de 4 jours en pépinière (soit un âge de 50 jours

après semis). C'est ainsi que les plants issus d'un semis effectué en un même jour (8 Avril 2002) ont été prêts pour la plantation à différents stades: 35-38 JAS (plants témoins T1); 38-46 JAS (plants en stress alimentaire:T3) et 46-50 JAS (plants en stress alimentaire et salin: T2). Un séjour supplémentaire des plants en pépinière a donc été obtenu avec différentes durées pouvant s'adapter à la période que le mauvais temps impose au pépiniériste (3 jours pour les plants T1; 11 jours pour les plants T3 et 15 jours pour les plants T2); il suffit donc d'endurcir les plants en pépinière et d'introduire différents stress, à gérer selon le besoin de livraison des plants aux agriculteurs.

B- Caractérisation physiologique des plantules (biomasses):

Les résultats figurent au tableau 6.

Si le critère morphologique des plants à la livraison attire l'agriculteur (bonne apparence), le critère physiologique « biomasse sèche » des plants est le plus important dans la réussite de la reprise après plantation (Cornillon et Biech, 1999; Satti et Yahyai, 1995). Toutes les mesures (tableau 6) montrent qu'à un stade donné, en pépinière (0-46 JAS), les biomasses des racines et de la partie aérienne des plants ont été les plus élevées chez les plants T1 (témoins), intermédiaires chez les plants T3 (stress alimentaire) et relativement faibles chez les plants doublement stressés (T2). Au stade 38 JAS, les plants qui pouvaient être distribués aux agriculteurs étaient: (1) les plants T1, caractérisés par un poids racinaire de 196 mg/plant et une biomasse aérienne de 610 mg/plant (rapport $R = \text{biomasse végétative (BV)} / \text{biomasse racinaire (BR)} = 3.11$) et (2) les plants T3 ($BR = 174$ mg/plant; $BV = 453$ mg/plant; $R = 2.6$). Ces plants présentaient un meilleur rapport R (2.6), plus faible que celui des plants T1 (3.11), signifiant que l'enracinement est plus important. L'enracinement constitue le principal critère pour juger la qualité des plantules (Lee et al, 1999). Au stade 46 JAS, les plants T1 ont perdu leur qualité morphologique (étiolement) et physiologique (rapport élevé: $R = 4.96$ au lieu de 2.5-3.5). Les plants qui ont subi le stress sont de meilleure qualité (Urrestarazu et al, 1999): équilibre entre partie aérienne et partie souterraine; $R = 3.5$ pour les plants T3 et 2.8 pour les plants T2. Ces derniers (doublement stressés) peuvent supporter encore un séjour de 3-4 jours puisque leur biomasse peut augmenter et atteindre celle des plants du traitement T3.

En ce qui concerne le suivi des plants après plantation, trois semaines après celle-ci, la reprise (déterminée par la formation de nouvelles racines) est encore faible pour les plants T1 (rapport élevé: $R = 4.7-4.8$), relativement améliorée pour les plants T2, mais nettement meilleure pour les plants T3 (augmentation de la BR de 535 à 703 mg/plant et de la BV de 1780 à 1806 mg/plant; soit une diminution du R de 3.32 à 2.57, montrant que l'enracinement a été meilleure pour les plants du traitement T3).

Un mois après plantation, les plants T2 et T3 ont bien démarré alors que les plants T1 ont à peine connu un début de bonne reprise et ont nécessité deux buttages en plus des autres plants (coût d'installation relativement plus élevé et retard de démarrage).

Les plants qui ont subi le stress ont été bien endurcis et ont bien repris et rapidement démarré, comme l'ont confirmé d'autres chercheurs: Cornillon et Biech, 1999; Urrestarazu et al, 1999; Chloupek et Rod, 1992.

C- Caractérisation alimentaire des plantules (teneurs en éléments minéraux):

Les résultats figurent au tableau 7.

Du stade 33 JAS (dernier jour de stress) au stade 46 JAS (dernier jour de séjour en pépinière), les teneurs de la partie aérienne des plantules en calcium, magnésium et potassium ont connu une légère augmentation au niveau des plants T1. Par contre, au niveau des plants stressés, l'augmentation a été forte et rapide (rétablissement facile en pépinière). En plein champ, après plantation, il y a stabilisation des teneurs en Ca et Mg au niveau des trois traitements, une stagnation de la teneur en K chez les plants témoins (T1), mais une forte augmentation de la teneur potassique chez les plants stressés (confirmation des résultats de Candilo et al, 1994; Candilo et Silvestri, 1993; Mitchell et al, 2000; Satti et al, 1995). Le potassium, connu par son rôle anti stressant (Kang et al, 1996) se distingue des autres éléments minéraux par sa forte absorption par les plants stressés, une fois en plein champ, sans stress. En ce qui concerne le sodium, la teneur foliaire en Na est constante (0.1 % MS) chez les plants T1 et T3, par contre elle est la plus élevée en présence du milieu salin à base de NaCl (plants T2). Cette teneur va en diminuant progressivement avec la disparition du stress.

Le rapport K/(S), représentant la part du potassium de la partie aérienne des plantules relativement aux bases échangeables totales foliaires ($S = Ca+Na+Mg+K$), montre que pour les plants témoins (T1), ce rapport est constant (0.43-0.47) durant les périodes (1) de rétablissement, en pépinière et (2) de la reprise, en plein champ, après plantation. Pour les plants stressés (T2), ce rapport passe rapidement de 0.21 à 0.33 en pépinière puis à 0.48 en plein champ, après plantation. Pour les plants T3, il passe en pépinière de 0.28 à 0.42 et après plantation à 0.54. Le potassium a donc déplacé le sodium pour les plants (T2) et a été relativement mieux absorbé par les plants endurcis (T3). Satti et al, 1995 ont aussi trouvé que le potassium et le calcium corrigent le problème de salinité en s'accumulant dans les plantules, et en rendant celles-ci plus tolérantes à la salinité. De même, Satti et Lopez, 1994, ont prouvé que le potassium améliore la croissance de la tomate en présence de forte dose de NaCl. Poovaiah, 1979, a montré que le calcium retarde la sénescence et maintient la structure du mur cellulaire et l'intégrité de la membrane. Le calcium trouve sa supériorité à NaCl dans l'endurcissement des plants, même à des EC élevées (Mitchell et al, 2000), sans provoquer de dégâts morphologiques à la plantule comme le fait le chlorure de sodium (jaunissement du limbe).

IV- Conclusion:

L'endurcissement des plants de tomate industrielle en pépinière a été obtenu en jouant sur la composition du milieu nutritif. La technique des bassins flottants a facilité la modification des solutions nutritives d'un traitement à l'autre. En conduisant les plants sur de l'eau claire, le stade du début d'intensification des

besoins alimentaires des plantules a été déterminé dès l'apparition des premiers symptômes de carence alimentaire. Ce stade « DIBA » se présente comme étant le 22ème JAP. En appliquant le stress alimentaire et/ou salin (NaCl) pendant une dizaine de jours, la croissance a nettement été ralentie et l'accumulation ionique dans les plantules a été différente selon la nature de ces ions. Le degré d'endurcissement des plants a aussi été différent selon la nature du stress: Les plants non stressés (témoins) sont précoces et ne supportent pas plus de 3 jours supplémentaires en pépinière (une fois prêts pour la livraison aux agriculteurs); les plants stressés par une carence alimentaire supportent une dizaine à une douzaine de jours supplémentaires en pépinière; les plants doublement stressés (par NaCl et par une carence nutritive) supportent le plus long séjour supplémentaire en pépinière (deux semaines). Ce séjour supplémentaire en pépinière est très bénéfique pour la gestion des sorties des plants en période pluvieuse pendant laquelle les agriculteurs refusent toute livraison des plants en attendant le dessèchement de leur terrain pour le travailler et pouvoir planter. Pour une future recherche, il est suggéré d'utiliser un sel moins néfaste que le NaCl, tel que le CaCl₂, par exemple.

Tableau 1: Composition chimique de la tourbe:

Elément	Quantités
Ca ⁺⁺ (méq/100 g de tourbe)	97
Mg ⁺⁺ (méq/100 g de tourbe)	9
K ⁺ (méq/100 g de tourbe)	5
MO (%)	59
P ₂ O ₅ (ppm)	309
pH	6.6
EC (dS/m)	0.66

Tableau 2: Composition chimique des solutions utilisées en bassins flottants:

Solutions nutritives (SN)	Composition chimique
Eau claire	EC: 0.6 dS/m; pH: 5.8; Ca ⁺⁺ : 2.8 méq/l; Mg ⁺⁺ : 0.8 méq/l; K ⁺ : 0.1 méq/l; Na ⁺ : 1.9 méq/l; Cl ⁻ : 2 méq/l; SO ₄ ⁻⁻ : 1 méq/l; HCO ₃ ⁻ : 2.5 méq/l
Eau + NaCl (EC= 1.6 dS/m)	eau claire + 0.64 g NaCl/l
SN à EC = 1 mmohs/cm	eau claire+ 0.22 g/l KNO ₃ + 0.1 g/l CaCl ₂
SN à EC = 1.6 mmohs/cm	eau claire+ 0.51 g/l KNO ₃ + 0.18 g/l CaCl ₂ + 0.15 g/l MgSO ₄
SN à EC = 2 mmohs/cm	eau claire+ 0.64 g/l KNO ₃ + 0.25 g/l CaCl ₂ + 0.23 g/l MgSO ₄

Tableau 3: Définition des traitements.

Période	Jours après semis	Objectif	Traitement T1 (témoin, sans stress)	Traitement T2 (double stress alim. +NaCl)	Traitement T3 (stress alimentaire)
Du 10 au 30 Mars (1)	2-22 (20 jours)	Détermination du stade DIBA	eau claire (EC: 0.6 dS/m)	eau claire (EC: 0.6 mmohs/cm)	eau claire (EC: 0.6 mmohs/cm)
Du 31 Mars au 9 Avril	23-32 (10 jours)	Endurcissement précoce	Solution nutritive (EC:	eau + NaCl (EC: 1.6	eau claire (EC: 0.6

			1.6 dS/m)	dS/m)	dS/m)
Du 10 au 18 Avril	33-42 (10 jours)	Rétablissement progressif des plantules	Solution nutritive (EC: 2 dS/m)	Solution nutritive (EC: 1 dS/m)	Solution nutritive (EC: 1.5 dS/m)
Du 19 au 23 Avril	43-46 (4 jours)	Rétablissement final des plantules	Solution nutritive (EC: 2 dS/m)	Solution nutritive (EC: 2 dS/m)	Solution nutritive (EC: 2 dS/m)

(1) : 8 et 9 Mars 2001: plants dans la chambre de germination (25 °C; 95 % HR; couverture des plateaux par du plastique transparent fin (20 microns).

Tableau 4: Température de l'air ambiant (°C):

Données	Mars 2001	Avril 2001	Mai 2001
Température moy. D1 (°C)	15	16	22
Température moy. D2 (°C)	14	17	24
Température moy. D3 (°C)	19	18	26
Température moyenne (°C)	16	17	24

Tableau 5: Mesures morphologiques (moyennes de 12 mesures)

Date	Stade (JAS)	Traitements	Hauteur (cm/plant)	Circonférence de la tige au collet (cm/plant)	Surface foliaire (cm ² /plant)
31 Mars 01	23	T1 (témoin)	9.2	0.8	1.9
		T2 (double stress)	9.0	0.7	1.8
		T3 (stress aliment.)	9.1	0.7	1.9
			9.1	0.7	1.8
		Moyenne	2	1	3
		% CV			
10 Avril 01	33	T1 (témoin)	14.7 a	1.1 a	4.9 a
		T2 (double stress)	9.1 b	0.7 b	1.8 b
		T3 (stress aliment.)	9.2 b	0.7 b	2.0 b
			11	0.83	3.23
		Moyenne	15.2	13.5	10.1
		% CV			
15 Avril 01	38	T1 (témoin)	18 a	1.1 b	13.0 a
		T2 (double stress)	10 c	1.1 b	8.5 c
		T3 (stress aliment.)	12 b	1.3 a	11.5 b
			13.33	1.16	11.0
		Moyenne	9.1	3.1	0.9
		% CV			
23 Avril 01	46	T1 (témoin)	30.0 a	1.2 b	18.4 a
		T2 (double stress)	12.1 c	1.3 b	12.2 c
		T3 (stress aliment.)	18.0 b	1.5 a	16.4 b
			20.03	1.33	15.66

		Moyenne % CV	8.5	4.5	4.6
14 Mai 01	67	T1 (témoin)	31.1 a	1.2 b	19.4 a
		T2 (double stress)	15.8 c	1.3 b	12.2 b
		T3 (stress aliment.)	19.3 b	1.5 a	18.4 a
			22.06	1.33	16.66
		Moyenne % CV	7.6	2.2	9.7
24 Mai 01	77	T1 (témoin)	32.0 a	1.4 b	20.0 a
		T2 (double stress)	16.0 c	1.5 b	13.3 b
		T3 (stress aliment.)	20.0 b	1.8 a	19.6 a
			22.66	1.56	17.63
		Moyenne % CV	5.4	3.5	8.2

% CV = coefficient de variation.

Les lettres (a, b et c) signifient que les données sont significativement différentes selon le test de Newmann et Keuls à 5 % (une absence de lettres ou une même lettre placée à côté de deux données montre qu'il n'y a pas de différence significative entre elles).

Tableau 6: Biomasses des plantules (mg MS/plant) (moyenne de 12 prélèvements)

Date	Stade (JAS)	Traitements	Racines	Partie aérienne	Rapport: partie aérienne/ racines
31 Mars 01	23	T1 (témoin)	43	86	2
		T2 (double stress)	43	86	2
		T3 (stress aliment.)	43	86	2
			43	86	2
		Moyenne % CV	8	11	-
10 Avril 01	33	T1 (témoin)	55 a	153 a	2.78
		T2 (double stress)	48 c	87 c	1.81
		T3 (stress aliment.)	52 b	121 b	2.32
			51.66	120.33	2.33
		Moyenne % CV	11.1	19.8	-
15 Avril 01	38	T1 (témoin)	196 a	610 a	3.11
		T2 (double stress)	133 c	350 c	2.63
		T3 (stress aliment.)	174 b	453 b	2.6
			167.66	471	2.8
		Moyenne % CV	12.3	20.7	-
23 Avril 01	46	T1 (témoin)	586 a	2911 a	4.96
		T2 (double stress)	392 c	1105 c	2.82
		T3 (stress aliment.)	535 b	1780 b	3.32
			504.33	1932	3.83
		Moyenne	17.7	28.7	-

		% CV			
14 Mai 01	67	T1 (témoin)	613 b	2922 a	4.77
		T2 (double stress)	411 c	1122 c	2.73
		T3 (stress aliment.)	703 a	1806 b	2.57
		Moyenne	575.66	1950	3.39
		% CV	22.8	19.5	-
24 Mai 01	77	T1 (témoin)	615 b	2988 a	4.86
		T2 (double stress)	425 c	1158 c	2.72
		T3 (stress aliment.)	733 a	1977 b	2.70
		Moyenne	591	2041	3.45
		% CV	25.6	26.7	-

% CV = coefficient de variation.

Les lettres (a, b et c) signifient que les données sont significativement différentes selon le test de Newmann et Keuls à 5 % (une absence de lettres ou une même lettre placée à côté de deux données montre qu'il n'y a pas de différence significative entre elles).

Tableau 7: Teneurs de la partie aérienne en N et bases échangeables (% MS)
(une seule analyse de 12 prélèvements mélangés et broyés par traitement; pas de répétition; pas de test statistique).
(R= rapport K à la somme des bases échangeables (S)=K+Ca+Na+ Mg).

Date	Stade (JAS)	Traitements	Ca	Na	Mg	K	(S)	(R)= K/(S)
10 Avril 01	33	T1 (témoin)	0.5	0.1	0.3	0.7	1.6	0.43
		T2 (double stress)	0.2	0.8	0.1	0.3	1.4	0.21
		T3 (stress aliment.)	0.3	0.1	0.1	0.2	0.7	0.28
		Moyenne	0.33	0.33	0.16	0.4	1.22	0.33
23 Avril 01	46	T1 (témoin)	0.6	0.1	0.4	1.0	2.1	0.47
		T2 (double stress)	0.5	0.6	0.3	0.7	2.1	0.33
		T3 (stress aliment.)	0.6	0.1	0.4	0.8	1.9	0.42
		Moyenne	0.57	0.27	0.37	0.83	2.04	0.4
14 Mai 01	67	T1 (témoin)	0.6	0.1	0.4	1.0	2.1	0.47
		T2 (double stress)	0.5	0.5	0.3	1.2	2.5	0.48
		T3 (stress aliment.)	0.6	0.1	0.4	1.3	2.4	0.54
		Moyenne	0.57	0.23	0.37	1.16	2.33	0.49

Co auteurs = (Pr Ahmed Skiredj+, Hassan El Attir+, Noureddine Chtaina+ et Anas Chlyeh*)
(+ : Prof. à l'IAV Hassan II, Rabat)

(*: Lauréat du département d'horticulture, sorti en 2001)

Références bibliographiques

- * **Abeysekera,-D.E.D.J.,1991.** Seed pre-treatment with plant growth regulators and osmoticum to improve germination and seedling performances of vegetables grown at different temperatures and salinity levels.Philippines Univ., Los Banos, College, Laguna (Philippines).
- * **Babalola,-O.; Fawusi,-M.O.A. 1980.** Drought susceptibility of two tomato (*Lycopersicum esculentum*) varieties. *Plant-and-Soil* (Netherlands). (1980). v. 55(2) p. 205-214.
- * **Balibrea-ME; Parra-M; Bolarin-MC; Perez-Alfocea-F, 1999.** PEG-osmotic treatment in tomato seedlings induces salt-adaptation in adult plants. *Australian-Journal-of-Plant-Physiology*. 1999, 26: 8, 781-786.
- * **Candilo,-M-di.; Silvestri,-G.P. 1993.** Calcium and magnesium fertilization of processing tomatoes. *Advances-in-Horticultural-Science* (Italy). (1993). v. 7(1) p. 3-6.
- * **Candilo-M-di; Silvestri-GP; Di-Candilo-M; Bieche-BJ, 1994.** Sulphur, calcium and magnesium in processing tomatoes grown in sub-alkaline or sub-acid soils. Fifth international symposium on the processing tomato, Sorrento, Italy, 23-27 November 1993. *Acta-Horticulturae*. 1994, No. 376, 207-214.
- * **Chibane A., 2002.** Données statistiques de la division d'horticulture du ministère d'agriculture et du développement rural MADR.
- * **Chloupek-O; Rod-J, 1992.** The root system as a selection criterion. *Plant-Breeding-Abstracts*. 1992, 62: 12, 1337-1341.
- * **Cornillon-P; Bieche-BJ , 1999.** Fertirrigation and transplant production. *Proceedings of the Sixth International ISHS Symposium on the Processing Tomato and the Workshop on Irrigation and Fertigation of Processing Tomato, Pamplona, Spain, 25-29 May 1998. Acta-Horticulturae*. 1999, No. 487, 133-137; 4 ref.
- * **El Attir H.;A. Skiredj et N. Chtaïna, 2000.** Rapport de synthèse de la convention « tomate industrielle » entre l'IAV Hassan II et les industriels, CIL et LCM, année 2000.
- * **El Attir H.;A. Skiredj et N. Chtaïna, 2001.** Rapport de synthèse de la convention « tomate industrielle » entre l'IAV Hassan II et la CIL, année 2001.
- * **Emilio et Drissia, 2002.** Communication personnelle sur les techniques utilisées en pépinière de la CIL.
- * **Frett,-J.J.; Pill,-W.G.; Morneau,-D.C., 1991.** A comparison of priming agents for tomato and asparagus seeds. *HortScience:-a-publication-of-the-American-Society-for-Horticultural-Science* (USA). (Sep 1991). v. 26(9) p. 1158-1159.
- * **Green,-J.C.S., 1980.** Plant density and crop establishment studies with tomatoes. *CA Symposium on production of tomatoes for processing. Evora (Portugal). 10-14 Sep 1979. International Society for Horticultural Science, Den Haag (Netherlands). Symposium on production of tomatoes for processing. Den Haag (Netherlands). ISHS. Dec 1980. p. 129-135.*
- * **Green-JL; Blackburn-B; Kelly-S; Mohammed-Albahou; Albahou-M; Sonneveld-C (ed.); Berhoyen-MNJ, 2000.** Efficient fertilization of nursery crops -

plant controlled uptake. Proceedings of the XXV International Horticultural Congress. Part 1. Culture techniques with special emphasis on environmental implications, nutrient management, Brussels, Belgium, 2-7 August, 1998. Acta-Horticulturae. 2000, No. 511, 59-64.

* **Hobson,-G.E., 1988.** Pre- and post-harvest strategies in the production of high quality tomato fruit. Appl-Agric-Res. New York, N.Y. : Springer. 1988. v. 3 (5) p. 282-287.

* **Kang-JumSoon; Cho-JeoungLai; Kang-JS; Cho-JL, 1996.** Effect of optimal priming conditions on seed germination and seedling growth of tomato. Journal-of-the-Korean-Society-for-Horticultural-Science. 1996, 37: 5, 645-651.

* **Khan,-A.A.; Maguire,-J.D.; Abawi,-G.S.; Ilyas,-S. 1992.** Matricconditioning of vegetable seeds to improve stand establishment in early field plantings. Journal-of-the-American-Society-for-Horticultural-Science (USA). (Jan 1992). v. 117(1) p. 41-47.

* **Lee-JiWeon; Kim-KwangYong; Lee-JW; Kim-KY, 1999.** Tomato seedling quality and yield following raising seedlings with different cell sizes and pretransplant nutritional regimes. Journal-of-the-Korean-Society-for-Horticultural-Science. 1999, 40: 4, 407-411.

* **Leskovar-DI; Sims-WL, 1987.** Emergence and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in response to presowing treatments. Acta-Horticulturae. 1987, No. 200, 145-152.

* **Liptay-A; Sikkema-P, 1998.** Varying fertigation volume modifies growth of processing tomato transplants produced in the greenhouse and affects leaching from plug trays. HortTechnology.1998, 8: 3, 378-380; 14 ref..

* **Lui-YQ; Burg-WJ-van-der; Bino-RJ; Van-der-Burg-WJ, 1994.** Influence of preimbibition on internal morphology and germination performance of tomato seeds. Acta-Horticulturae-Sinica. 1994, 21: 4, 344-350; 3 pl.

* **Mitchell-JP; Shennan-C; Singer-MJ; Peters-DW; Miller-RO; Prichard-T; Grattan-SR; Rhoades-JD; May-DM; Munk-DS, 2000.** Impacts of gypsum and winter cover crops on soil physical properties and crop productivity when irrigated with saline water. Agricultural-Water-Management. 2000, 45: 1, 55-71; 43 ref.

* **Muhyaddin-T; Wiebe-HJ, 1989.** Effects of seed treatments with polyethyleneglycol (PEG) on emergence of vegetable crops. Seed-Science-and-Technology. 1989, 17: 1, 49-56.

* **Pill,-W.G.; Frett,-J.J.; Morneau,-D.C.,1991.** Germination and seedling emergence of primed tomato and asparagus seeds under adverse conditions HortScience:-a-publication-of-the-American-Society-for-Horticultural-Science (USA). (Sep 1991). v. 26(9) p. 1160-1162.

* **Pill-WG; Stubbolo-MR, 1986.** Tomato seedling growth in peat and peat-lite blocks amended with hydrophilic polymer. Communications-in-Soil-Science-and-Plant-Analysis. 1986, 17: 1, 45-61; 3 fig., 5 tab.

* **Pillay-I; Beyl-C, 1990.** Early responses of drought-resistant and -susceptible tomato plants subjected to water stress. Journal-of-Plant-Growth-Regulation. 1990, 9: 4, 213-219.

* **Poovaiah-BW, 1979.** Role of calcium in ripening and senescence. Communications-in-Soil-Science-and-Plant-Analysis. 1979, 10: 1-2, 83-88.

* **Sanchez-Conde,-M.P.; Azuara,-P.,1979.** [Effect on the mineral content in tomato plants (*Lycopersicum Esculentum*) of solutions of iso-osmotic concentration of NaCl or PEG-4000].Agrochimica (Italy). (Sep-Nov 1979). v. 23(5-6) p. 377-386.

- * **Satti,-S.M.E.; Al-Yahyai,-R.A., 1995.** Salinity tolerance in tomato: implications of potassium, calcium, and phosphorus. *Communications-in-soil-science-and-plant-analysis (USA)*. (1995). v. 26(17/18) p. 2749-2760.
- * **Satti,-S.M.E.; Lopez,-M.; Al-Rawahy,-S.A., 1995.** Effects of saline nutrient solutions on the growth and accumulation of mineral elements in some tomato cultivars. *Communications-in-soil-science-and-plant-analysis (USA)*. (1995). v. 26(13/14) p. 2097-2106.
- * **Satti-SME; Lopez-M, 1994.** Effect of increasing potassium levels for alleviating sodium chloride stress on the growth and yield of tomato. *Communications-in-Soil-Science-and-Plant-Analysis*. 1994, 25: 15-16, 2807-2823.
- * **Satti-SME; Lopez-M; Al-Said-FA, 1994.** Salinity induced changes in vegetative and reproductive growth in tomato. *Communications-in-Soil-Science-and-Plant-Analysis*. 1994, 25: 5-6, 501-510.
- * **Thakur-PS; Anju-Thakur; Thakur-A, 1993.** Influence of triacontanol and mixtalol during plant moisture stress in *Lycopersicon esculentum* cultivars. *Plant-Physiology-and-Biochemistry-Paris*. 1993, 31: 3, 433-439.
- * **Urrestarazu-M; Guzman-M; Sanchez-A; Salas-MC; Lorente-FA; Bieche-BJ, 1999.** Effect of evolution in the increase of nutrient solution E.C. on quality parameters of tomato seedlings. *Proceedings of the Sixth International ISHS Symposium on the Processing Tomato and the Workshop on Irrigation and Fertigation of Processing Tomato, Pamplona, Spain, 25-29 May 1998. Acta-Horticulturae*. 1999, No. 487, 213-218.
- * **Wiebe-HJ; Muhyaddin-T, 1987.** Improvement of emergence by osmotic seed treatments in soil of high salinity. *Acta-Horticulturae*. 1987, No. 198, 91-100.