



HAL
open science

Influence de la salinité sur la qualité gustative et le rendement de tomates greffées cultivées hors-sol sous serre chauffée dans le Sud de la France

Robert Fabre, Muriel Duval, Benoit B. Jeannequin

► To cite this version:

Robert Fabre, Muriel Duval, Benoit B. Jeannequin. Influence de la salinité sur la qualité gustative et le rendement de tomates greffées cultivées hors-sol sous serre chauffée dans le Sud de la France. Cahiers Agricultures, 2011, 20 (4), pp.266 - 273. 10.1684/agr.2011.0496 . hal-02644533

HAL Id: hal-02644533

<https://hal.inrae.fr/hal-02644533v1>

Submitted on 28 May 2020

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License

Influence de la salinité sur la qualité gustative et le rendement de tomates greffées cultivées hors-sol sous serre chauffée dans le Sud de la France

Robert Fabre^{1,a}
Muriel Duval^{2,a}
Benoît Jeannequin¹

¹ Inra
Station expérimentale du Mas Blanc
66200 Alenya
France
<fabrer@supagro.inra.fr>
<jeannequin@supagro.inra.fr>

² Université de Perpignan
Via Domitia
52, avenue Paul Alduy
66860 Perpignan cedex 9
France
<mduval@univ-perp.fr>

Résumé

L'effet de deux niveaux de salinité contenus dans la solution nutritive sur la qualité organoleptique de tomates et sur les performances agronomiques a été étudié au cours d'une culture précoce. Deux hybrides, l'un de type « longue conservation » et l'autre de type « courte conservation » ont été cultivés sous serre et sur substrat avec recyclage des solutions de drainage. La production a été contrôlée quantitativement et qualitativement, et les fruits soumis au jugement d'un panel de consommateurs à deux périodes. D'une manière générale, l'indice réfractométrique et l'acidité totale sont affectés par des niveaux de salinité élevée. Ils augmentent significativement quels que soient la saison et l'hybride testés, à l'exception de l'acidité totale pour l'hybride de type courte conservation au printemps. La fermeté est peu affectée par l'augmentation des niveaux de salinité ; en revanche, il existe un effet variétal significatif. Parallèlement, les consommateurs ont détecté des différences et ont préféré les fruits produits à forte salinité quel que soit l'hybride testé. Quand la salinité augmente, le nombre de fruits produits ne varie pas mais le poids moyen et la taille des fruits diminuent significativement. Pour conclure, il est possible d'améliorer la qualité intrinsèque des tomates produites hors-sol sous serres chauffées en zone méditerranéenne en augmentant les niveaux de salinité, que l'hybride soit de type longue ou courte conservation. Ce type de conduite culturale est possible en recyclant le drainage mais il réduit le rendement d'environ 20 %.

Mots clés : culture hors-sol ; préférence des consommateurs ; propriété organoleptique ; salinité ; tomate.

Thèmes : productions végétales ; qualité et sécurité des produits.

Abstract

Effect of the salinity on the organoleptic quality and yield of early-grown soilless grafted tomatoes under heated glasshouses in the south of France

The effect of two salinity levels in the nutrient solution on the organoleptic quality and yields of tomatoes was studied in an early crop. Two hybrids, one a "long shelf-life" type, the other a "short shelf-life" type, were grown in a glasshouse with a soilless system recycling the drainage solutions. Production was monitored quantitatively and qualitatively. The fruits were assessed at two periods by a panel of consumers. Overall, high salinity levels affected the total soluble solid contents (TSS) and the titrable acidity. Both increased significantly no matter what the season or hybrid tested, with the exception of the titrable acidity for the short shelf-life hybrid in the spring. Firmness was affected little by an increase in salinity levels; in contrast, there was a significant varietal effect. At the same time, consumers detected differences and preferred fruits produced at high salinity levels whatever the hybrid tested. When salinity increases, the number of fruits produced does not change but their average weight and size decrease significantly. In conclusion, it

^a Ces auteurs ont contribué à parts égales à la réalisation de ce travail.

Tirés à part : R. Fabre

Pour citer cet article : Fabre R, Duval M, Jeannequin B, 2011. Influence de la salinité sur la qualité gustative et le rendement de tomates greffées cultivées hors-sol sous serre chauffée dans le Sud de la France. *Cah Agric* 20 : 266-73. doi : 10.1684/agr.2011.0496

is possible to improve the intrinsic quality of soilless-tomatoes plants grown under heated glasshouses in the Mediterranean region by increasing salinity levels, for both long and short shelf-life hybrids. This type of crop management is possible by recycling drainage but it reduces yield by about 20%.

Key words: consumer preferences; organoleptic properties; salinity; soilless culture; tomatoes.

Subjects: product quality and security; vegetal productions.

La tomate occupe une place importante sur le marché du légume frais en France (13 kg/hab/an) et tient une place de choix dans le régime alimentaire en fruits et légumes frais (Baros, 2008).

Durant les années 1980, les enjeux de la filière furent de conserver le plus longtemps possible un fruit rouge, homogène et ferme de façon à faciliter les échanges commerciaux. La tomate proposée actuellement est donc l'aboutissement de ces travaux d'amélioration génétique complétés par la mise au point de techniques de production appropriées pour répondre aux exigences de qualité visuelle et de conservation (Navez *et al.*, 1999). Cependant, depuis quelques années, la qualité intrinsèque, avec ses aspects organoleptiques (texture, saveurs et arômes), hygiéniques et nutritionnels prend de l'importance. Scandella *et al.* (2002) montrent que 49 % des consommateurs s'orienteraient vers des tomates goûteuses, aromatiques, sucrées, juteuses mais également acidulées, fermes et croquantes.

Quel est l'impact de la conduite de cultures de tomates hors-sol sous serre sur l'élaboration de la qualité du fruit ? Le déterminisme de plusieurs composantes de la qualité, liées aux conditions de culture (notamment le climat) a fait l'objet de plusieurs études (Dorais *et al.*, 2001). Concernant l'effet des pratiques culturales, Grassely *et al.* (2000) précisent que des conditions de léger stress hydrique liées à une faible hygrométrie de l'air ou une concentration élevée en sels minéraux dans l'environnement racinaire sont plutôt favorables à l'augmentation de la teneur en sucre et de l'acidité totale dans le fruit. Flores *et al.* (2003) ont montré qu'une augmentation de la

conductivité électrique de la solution nutritive améliore la saveur des fruits avec une perception en bouche plus marquée. De même, dans certaines régions côtières méditerranéennes, les tomates arrosées avec des eaux saumâtres ont une meilleure qualité organoleptique.

L'effet du porte-greffe sur la qualité des tomates est assez controversé ; des travaux récents ne mettent pas en évidence d'effet notable sur la qualité nutritionnelle des fruits (Khah *et al.*, 2006 ; Misković *et al.*, 2008 ; Di Gioia *et al.*, 2010). Les travaux de Misković *et al.* (2008) qui ont testé l'hybride Jeremy avec 7 porte-greffes distincts, dont Maxifort, au cours de trois années successives, ont montré qu'il n'y a pas de variation des principaux constituants biochimiques, à l'exception du lycopène. D'autres études tendent à montrer que l'effet du porte-greffe sur la qualité nutritionnelle des fruits dépend du génotype du greffon (Santa-Cruz *et al.*, 2002 ; Martinez-Rodriguez *et al.*, 2008). Il est par ailleurs souligné que le porte-greffe n'a pas nécessairement d'effet sur le rendement par rapport au même hybride non greffé (Misković *et al.*, 2008).

Cette étude vise à préciser les impacts de deux solutions nutritives à salinité plus ou moins élevée sur la qualité organoleptique et le rendement de deux hybrides greffés sur Maxifort et cultivés sous serre hors-sol. L'enjeu est, à terme, d'adapter le niveau de salinité de la solution nutritive afin d'améliorer la qualité organoleptique des fruits, si possible sans affecter le rendement. Afin d'éviter le rejet de solutions concentrées en sels minéraux dans le milieu naturel, un recyclage des drainages a été pratiqué,

ce qui représente un enjeu environnemental et économique important pour les conduites à salinité élevée (Grassely *et al.*, 2009).

Matériel et méthode

Matériel végétal et dispositif expérimental

Les deux hybrides de tomate utilisés sont :

- Octydia (Gautier semences), fruits ronds de type longue conservation (LC), d'un poids moyen de 160 à 180 g et représentatifs des hybrides actuellement cultivés sous serre chauffée pour leurs caractéristiques organoleptiques ;
- V401 (Gautier semences), fruits légèrement aplatis et côtelés de type courte conservation (CC), d'un poids moyen de 170 à 190 g et sélectionnés pour une bonne qualité gustative en production estivale sous abri.

Ces deux hybrides ont été greffés sur Maxifort (De Ruitter), le porte-greffe de référence en Europe. La conduite a été réalisée sur une tête avec une densité de plantation de 2,4 pieds par m² sur laine de roche à partir de décembre 2008. Les bouquets ont été taillés à 5 fruits. La récolte s'est déroulée du 2 mars au 2 juillet 2009.

Dès la plantation, chaque hybride a été alimenté avec deux solutions nutritives de concentration différente mais un équilibre minéral identique afin de maintenir dans l'environnement racinaire soit une salinité témoin (T) comprise entre 4 et 5 mS/cm, soit une salinité élevée (S) comprise entre 8 et 10 mS/cm.

La culture de tomate a été menée sous une serre verre de 620 m², avec

2 réseaux distincts de ferti-irrigation (T et S) recyclant indépendamment leur solution de drainage.

Suivi cultural agronomique et analyse économique

Pour chaque modalité, les contrôles agronomiques sont effectués sur 4 parcelles de 9 plantes.

À chaque récolte, les fruits sont triés en fruits commercialisables ou non, dénombrés et pesés. Les fruits commercialisables sont calibrés et les fruits non commercialisables sont classés selon leurs défauts (Hochedez *et al.*, 2000). Pour chaque modalité, le chiffre d'affaires a été calculé en affectant au rendement par calibre et par date de récolte, le prix correspondant de première mise en marché dans les Pyrénées-Orientales.

Mesures analytiques

La fermeté est mesurée sur les fruits commercialisables issus des parcelles. Pour les mesures biochimiques et organoleptiques, les fruits sont prélevés sur l'ensemble de la serre de façon à obtenir des lots importants et homogènes.

Échantillonnage et extraction du jus

Trente fruits homogènes en calibre et en couleur ont été prélevés pour chaque modalité fin avril et fin juin. Chaque lot est divisé en 3 groupes de 10 fruits. Chaque fruit est divisé en 4, et les 2 quartiers diamétralement opposés sont centrifugés (Philips HR1858) à une vitesse de 12 000 tours/min, pour séparer la peau et les pépins de la chair et du jus (Hochedez *et al.*, 2000).

Mesures physico-chimiques

La fermeté est mesurée sur 30 fruits de chaque modalité à l'aide d'un appareil Durofel manuel (Agro-Technologie). L'acidité est mesurée par pH-mètre (norme Afnor NF EN 12147) : elle est exprimée en mEq pour 100 mL de jus de tomates extrait. L'indice réfractométrique (IR) du jus extrait est mesuré à l'aide d'un réfractomètre manuel

(Atago type N-20) : il est exprimé en degrés Brix. Ces deux mesures sont réalisées sur 3 groupes indépendants de 10 fruits pour chaque modalité.

L'indice saveur (I_s) est calculé à partir de l'IR et de la teneur en acidité du fruit (Navez *et al.*, 1999) :

$$I_s = E + I$$

avec :

$$E = (10 - |10 - s/a|)/20 \text{ et } I = a/10$$

où :

I_s est l'indice saveur, E un indice d'équilibre, I un indice d'intensité, a la concentration en acides (g/L d'acide citrique) et s la concentration en sucres totaux (g/L).

I_s permet d'évaluer le caractère fade ou savoureux en bouche. La variété est considérée comme fade si I_s est inférieur à 0,70, ou bien savoureuse si I_s est supérieur à 0,85.

Tests de dégustation

Deux tests de dégustations impliquant respectivement 68 et 60 consommateurs âgés de 18 à 59 ans ont été menés à l'université de Perpignan, les 4 mai et 22 juin 2009, sur 4 lots de fruits homogènes récoltés la veille et correspondant à chacune des modalités.

Il a été demandé aux dégustateurs d'indiquer leurs deux critères les plus importants pour apprécier une tomate. Quatre caractéristiques, dont une d'ordre hédonique et trois d'ordre strictement sensoriel, ont été ensuite évaluées.

La caractéristique hédonique, notée de 0 à 10, traduit l'intensité du plaisir ressenti en bouche.

Les caractéristiques sensorielles (fermeté, acidité, jutosité) ont été évaluées sur une échelle graduée à trois points traduisant le caractère plus ou moins intense de chacun des critères.

Analyse statistique

Une analyse de la variance (Anova) à 2 facteurs avec répétitions a été systématiquement réalisée sur l'ensemble des données quantitatives.

Les lettres a, b, c, d et a', b', c', d' mentionnées sur les figures indiquent les différences significatives à $p = 0,05$ respectivement pour une récolte au printemps et une récolte en été. Le même niveau de significativité a été

testé pour les valeurs figurant dans le *tableau 1*.

Résultats et discussion

Mesures agronomiques

Dès la mi-janvier, un écart de salinité au drainage de 4 mS/cm a été obtenu entre les deux réseaux (*figure 1*). À compter de la mi-juin, l'ensemble des valeurs a été diminué d'environ 2 mS/cm pour ne pas pénaliser l'absorption d'eau par les plantes en période estivale. Le maintien d'une forte salinité a réduit de 35 % la consommation d'eau des plantes, induisant un drainage plus important (+14 %), confirmant les travaux de Tüzel (2002). Ces résultats laissent supposer une diminution de la production quantitative et/ou qualitative quand la salinité augmente. Eltez *et al.* (2001) ont d'ailleurs montré qu'une diminution de consommation hydrique par la plante se traduit par une réduction du calibre et/ou du poids moyen des fruits.

Le nombre total de fruits par plante est identique quelle que soit la concentration saline testée (*tableau 1*) comme observé par Eltez *et al.* (2001). En revanche, le rendement total diminue significativement quand la salinité augmente, en raison d'une diminution significative du poids moyen des fruits : ces résultats sont également observés par Navez *et al.* (2009). De même, le calibre des fruits commercialisables diminue quand la salinité augmente, confirmant l'étude de Magan *et al.* (2008) réalisée avec les hybrides Daniela et Boludo.

On observe par ailleurs un effet salinité significatif sur le nombre de fruits commercialisables (*tableau 1*). Le nombre de fruits non commercialisables augmente avec la salinité (de 6 à 7 fruits par plante selon l'hybride) bien que le nombre de fruits creux soit moindre : cela est dû à une nécrose apicale plus importante, conformément aux travaux de Max et Horst (2009). Le taux de fruits à nécrose apicale demeure relativement faible (environ 10 %) par rapport à l'étude de Grasselly *et al.* (2007) qui a montré

Tableau 1. Effet de la conductivité de la solution nutritive sur les performances agronomiques des deux hybrides de tomate.

Table 1. Effects of the solution conductivity on the cultivar growth performances.

Traitements		Fruits totaux (commercialisables + non commercialisables)			Fruits commercialisables			
		Rendement (kg/m ²)	Poids moyen (g)	Nombre de fruits (par plante)	Rendement (kg/m ²)	Poids moyen (g)	Nombre de fruits (par plante)	Calibre > 67 (%)
Hybride du type courte conservation (CC)	T 4 mS/cm	23,1 ^a	138 ^a	67 ^b	19,8 ^b	146 ^a	57 ^c	78
	S 8 mS/cm	20,5 ^b	122 ^b	67 ^b	16,6 ^c	139 ^a	50 ^d	66
Hybride du type longue conservation (LC)	T 4 mS/cm	24,3 ^a	119 ^b	82 ^a	23,0 ^{ab}	125 ^a	77 ^a	56
	S 8 mS/cm	20,1 ^b	102 ^c	79 ^a	18,0 ^{bc}	110 ^b	68 ^b	43

T : salinité témoin ; S : salinité élevée.

Les lettres a, b, c, d indiquent les différences significatives à $p = 0,05$ respectivement pour le rendement, le poids moyen et le nombre de fruits non commercialisables et/ou commercialisables.

des taux de nécrose apicale variant de 17 à 37 % avec l'hybride Bonaparte. Par ailleurs, il existe un effet variétal significatif. Le nombre de fruits commercialisables est systématiquement plus important chez l'hybride LC, ce qui s'explique par un nombre de

fruits creux et à nécrose apicale plus faible.

La conduite à forte salinité entraîne donc une perte de production, ce qui se traduit, au vu des prix de mise en marché de 2009, par une diminution du chiffre d'affaires de 19 % pour

l'hybride LC et de 16 % pour l'hybride CC. Le maintien du chiffre d'affaires nécessiterait que les tomates sous conduite à forte salinité soient vendues par le producteur 0,20 euro de plus au kg.

Qualité biochimique des fruits

La matière sèche soluble (figure 2) est significativement plus élevée pour chacun des deux hybrides conduits à salinité élevée : cet effet salinité est également observé par Wu et Kubota (2008). Par ailleurs, le degré Brix des deux hybrides est identique pour une même salinité, au printemps et en été. La teneur en acidité totale (figure 3) est significativement plus importante chez l'hybride LC en conduite saline élevée, quelle que soit la saison de récolte, conformément aux résultats de De Pascale *et al.* (2001). En revanche, pour la saison de printemps, il n'existe aucune différence significative entre les deux niveaux de salinité pour l'hybride CC, ce qui va à l'encontre des observations faites sur les variétés Counter (Auerswald *et al.*,

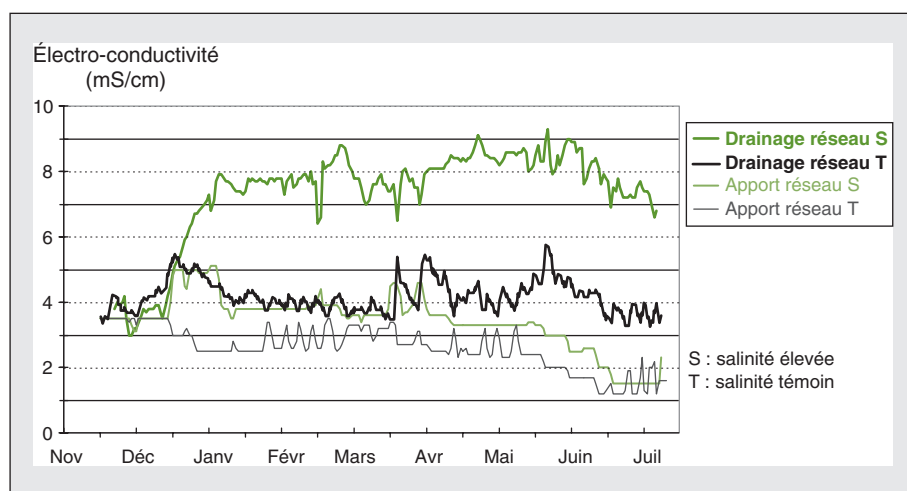


Figure 1. Évolution de la concentration saline des solutions nutritives en circulation dans les deux réseaux d'arrosage (apport et drainage).

Figure 1. Changes over time of the saline concentration of the nutrient solution in the two watering circuits (supply and drainage).

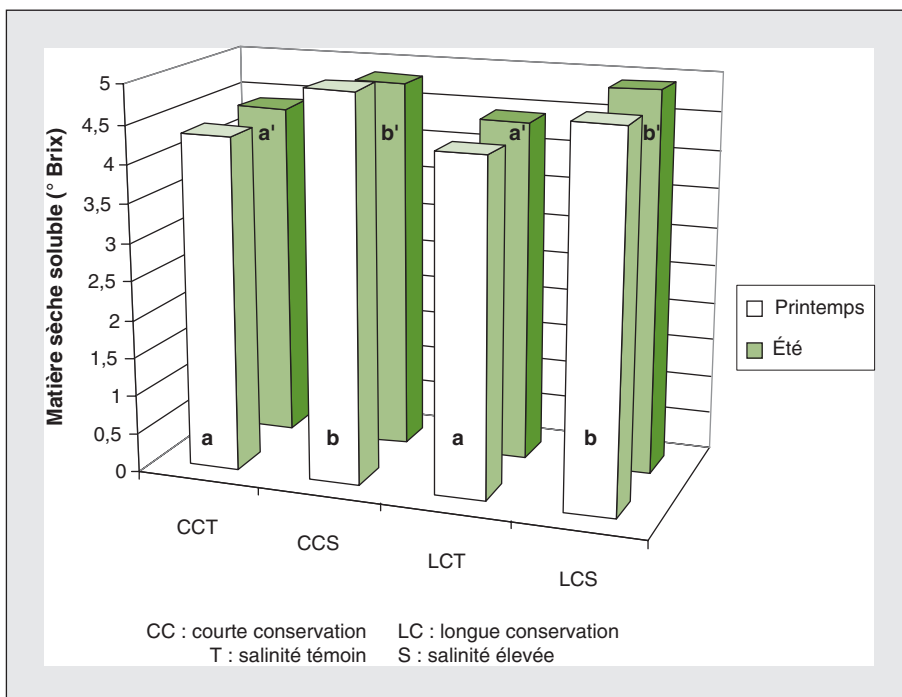


Figure 2. Évolution de la matière sèche soluble en fonction de la variété et de la concentration saline pour deux périodes de récolte.

Figure 2. Total soluble solids (TSS) changes as a function of cultivar and saline concentration during the two harvest periods.

Les lettres a, b, c, d et a', b', c', d' indiquent les différences significatives à $p = 0,05$ respectivement pour une récolte au printemps et une récolte en été.

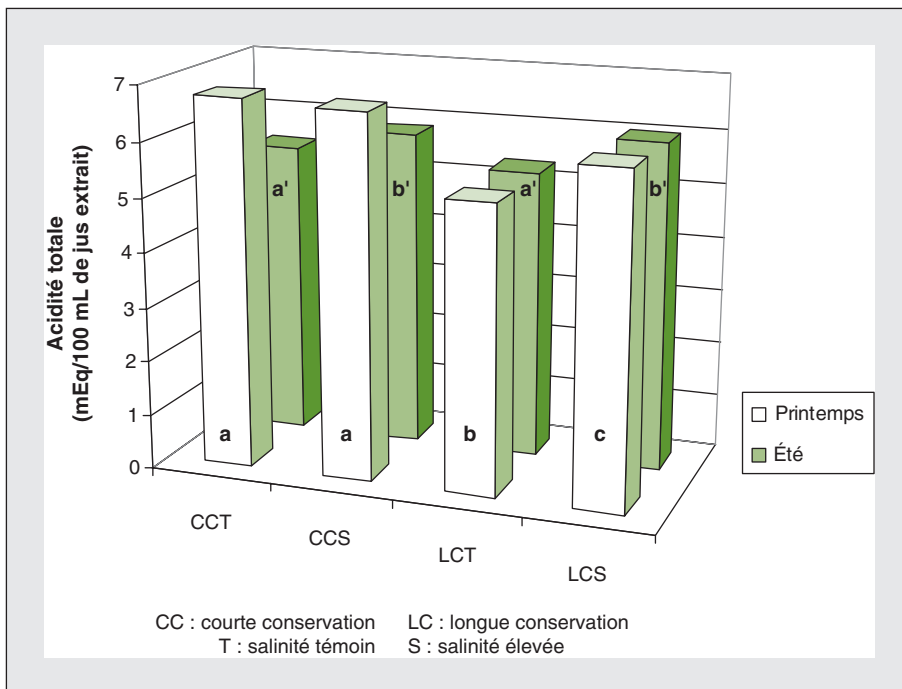


Figure 3. Évolution de l'acidité totale en fonction de la variété et de la concentration saline pour deux périodes de récolte.

Figure 3. Titrable acidity changes as a function of cultivar and saline concentration during two harvest periods.

Les lettres a, b, c, d et a', b', c', d' indiquent les différences significatives à $p = 0,05$ respectivement pour une récolte au printemps et une récolte en été.

1999) et Marmara (Navez *et al.*, 2008). Cela montre que l'acidité est plus variable que la teneur en matière sèche soluble (Navez *et al.*, 1999). En revanche, en début d'été, l'effet salin est significatif chez l'hybride CC : plus le niveau de salinité augmente, plus la teneur en acidité totale augmente. Ces résultats laissent supposer que les conditions climatiques influent sur la réponse de la plante aux concentrations salines. La maturité des fruits est probablement plus avancée au moment de la récolte en début d'été qu'en sortie d'hiver. Or, l'acidité des tomates diminue pour se stabiliser à un niveau faible quand la maturité du fruit est atteinte (Navez *et al.*, 1999) : on peut donc affirmer que l'augmentation d'acidité observée est bien imputable à l'augmentation de la concentration saline. Il est possible d'influencer l'impact de la saison de récolte sur la qualité biochimique des fruits en agissant sur la concentration saline au niveau de l'environnement racinaire.

Ces augmentations de la matière sèche soluble et de l'acidité sont dues soit à une diminution de la teneur en eau du fruit, ce qui conduit à une concentration des constituants, soit à une synthèse plus intense de ces mêmes constituants sous l'effet du stress salin. Selon les travaux de Gautier *et al.* (2010) qui montrent que le stress salin stimule la synthèse des sucres solubles et de vitamine C sur les variétés Levovil et Marmara, la seconde hypothèse est la plus vraisemblable, d'autant que les fruits cultivés à forte salinité n'ont pas été perçus significativement moins juteux par le panel de consommateurs (voir ci-après).

Qualité organoleptique des fruits

Le critère organoleptique le plus recherché lors de la dégustation de la tomate tous âges confondus est le caractère « parfumée en bouche » (figure 4) : 78 % des personnes interrogées le citent parmi les deux critères les plus importants dans l'appréciation de la tomate. Le second critère le plus cité, à 46 %, est le caractère « ferme quand on la croque ». Ces résultats confortent ceux de Scandella *et al.* (2002) qui montrent

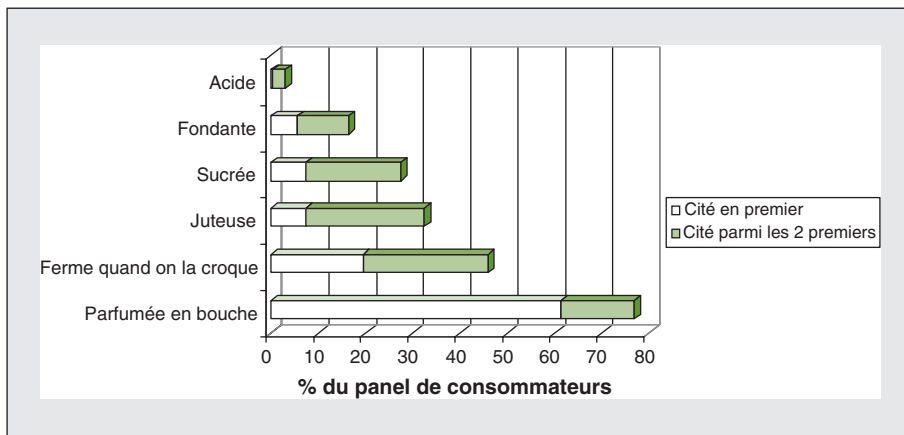


Figure 4. Les deux critères les plus importants dans l'appréciation de la tomate d'après les deux panels de consommateurs.

Figure 4. The two most important criteria set by the panel of tasters to assess tomatoes.

que 49 % des consommateurs s'orientent vers des tomates aromatiques, fermes, sucrées et juteuses. Les tomates conduites à salinité élevée sont systématiquement mieux appré-

ciées en bouche que les tomates conduites à salinité faible, indépendamment de la saison de récolte (figure 5). D'après les travaux de Navez *et al.* (2008), on peut attribuer

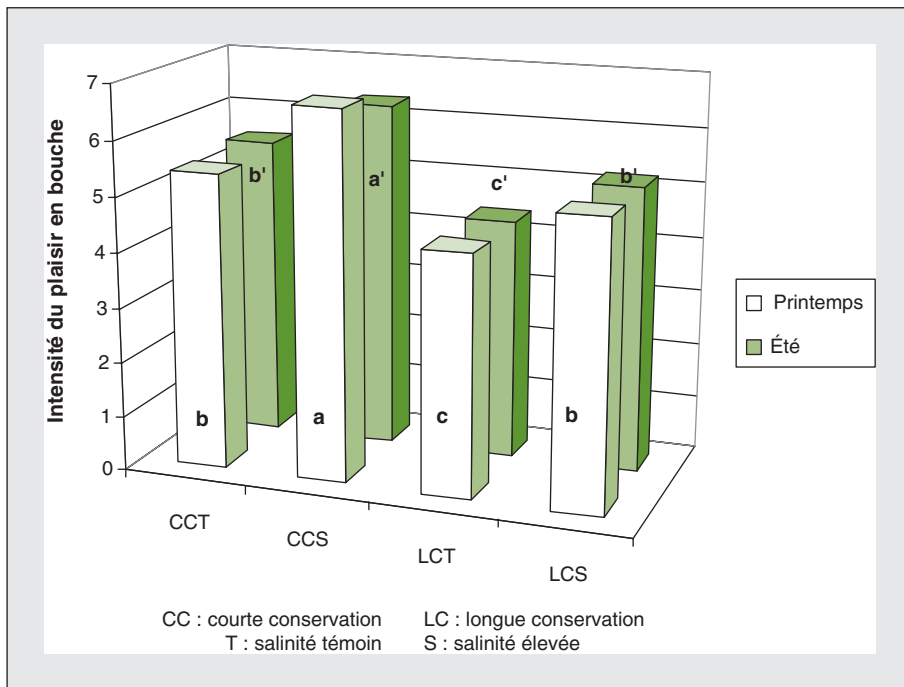


Figure 5. Intensité du plaisir en bouche ressenti par les panels de consommateurs.

Figure 5. Scores of the mouth feel intensity from the panel of tasters.

Les lettres a, b, c, d et a', b', c', d' indiquent les différences significatives à $p = 0,05$ respectivement pour une récolte au printemps et une récolte en été.

ces observations à des fruits perçus comme étant plus sucrés et/ou plus acides et/ou plus aromatiques, donc à des fruits moins fades. En effet, le calcul de l'indice de saveur (I_s) révèle que le fait d'apporter davantage de sels minéraux aux plantes favoriserait l'obtention de fruits moins fades, quelle que soit la variété considérée (au printemps, $I_s = 0,68$ pour CCT et $I_s = 0,73$ pour CCS ; $I_s = 0,67$ pour LCT et $I_s = 0,72$ pour LCS). Ces mêmes fruits ont systématiquement un degré Brix et une acidité plus élevés, à l'exception de l'hybride CC à salinité élevée récolté en sortie d'hiver qui affiche la même acidité qu'à salinité témoin.

En outre, on peut suspecter une influence certaine des conditions climatiques puisque dans les mêmes conditions expérimentales, on obtient des fruits bien moins fades en été qu'au printemps : toutes les valeurs de I_s ont augmenté de 0,05 à 0,07 point, avec un I_s toujours plus élevé pour les fruits cultivés avec une solution nutritive à forte salinité (en été, $I_s = 0,73$ pour CCT et $I_s = 0,78$ pour CCS ; $I_s = 0,74$ pour LCT et $I_s = 0,79$ pour LCS). Dorais *et al.* (2001) soulignent qu'une intensité lumineuse plus importante conduit à des fruits développant un goût moins « aqueux » et qu'une température plus élevée associée à une forte salinité améliore la saveur du fruit.

Par ailleurs, il existe un effet variétal : les fruits de courte conservation affichent systématiquement un niveau de satisfaction des consommateurs plus élevé par rapport à l'hybride LC à salinité égale. Navez *et al.* (2009) soulignent en effet que les gains de qualité gustative sont fonction du type de tomate, deux variétés ne bénéficiant pas au départ du même potentiel gustatif.

Au printemps, aucun effet salinité n'est observé sur la perception du caractère acide en bouche (figure 6) ; en revanche, un effet variétal significatif existe. En été, il n'y a pas d'effet variétal, mais un effet salinité significatif sur l'hybride LC avec plus d'acidité en bouche pour les fruits produits à salinité élevée. On peut supposer qu'un climat favorable à la maturation permettrait de gommer l'effet variétal concernant ce critère d'évaluation. Les valeurs d'acidité mesurées et le jury de consommateurs sont davantage corrélés sur cette

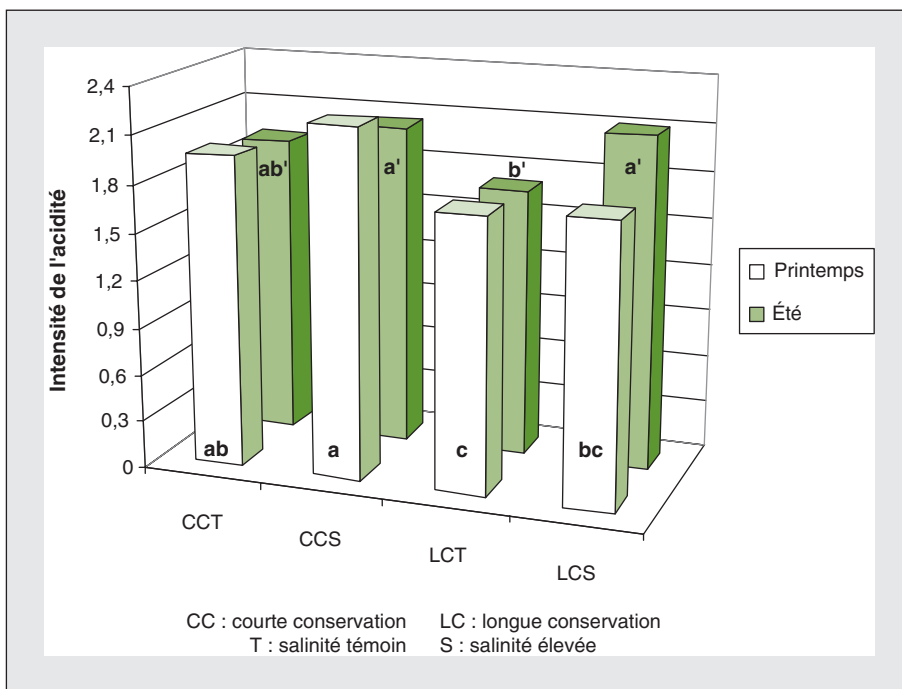


Figure 6. Intensité de l'acidité perçue par les panels de consommateurs.

Figure 6. Scores of the acidity intensity from the panel of tasters.

Les lettres a, b, c, d et a', b', c', d' indiquent les différences significatives à $p = 0,05$ respectivement pour une récolte au printemps et une récolte en été.

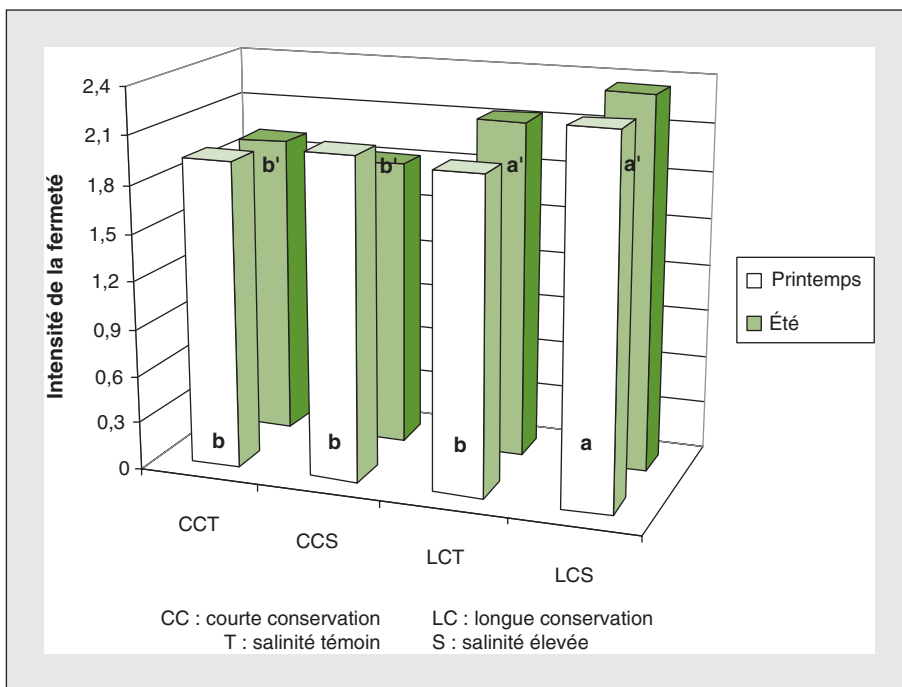


Figure 7. Intensité de la fermeté perçue par les panels de consommateurs.

Figure 7. Scores of firmness from the panel of tasters.

Les lettres a, b, c, d et a', b', c', d' indiquent les différences significatives à $p = 0,05$ respectivement pour une récolte au printemps et une récolte en été.

période avec un coefficient de détermination R^2 de 0,94 contre 0,66 au printemps.

Concernant le critère de fermeté (figure 7), les conditions climatiques estivales favoriseraient l'expression de l'effet variétal chez l'hybride LC perçu comme étant significativement plus ferme en bouche que l'hybride CC, quel que soit le niveau de salinité testé. L'augmentation de la salinité a en revanche peu d'effet sur la perception du caractère ferme en bouche, confortant les travaux de Cornish (1992). Ces résultats sont corroborés par les mesures réalisées avec le Durofel qui montrent un effet variétal significatif en juin quelle que soit la concentration saline.

Au printemps, seul l'hybride LC cultivé à salinité élevée est perçu comme étant significativement plus juteux (figure 8). En revanche, en été, l'hybride CC cultivé à forte salinité est significativement plus juteux, prouvant une nouvelle fois que les conditions climatiques sont indissociables des paramètres culturaux et qu'elles influent sur la qualité finale du fruit et la perception qu'en ont les consommateurs.

Conclusion

Parmi les pistes d'amélioration de la qualité organoleptique de la tomate, cette étude montre que le stress salin imposé aux plantes en agissant sur la conductivité de la solution nutritive permet d'obtenir des tomates davantage appréciées par les consommateurs dans les tests en bouche et des fruits plus riches en matière sèche soluble et en acidité. La conduite à forte salinité peut être réalisée durant tout le cycle cultural sans rejet d'effluents hors de la serre, ce qui peut représenter un argument de vente auprès des consommateurs puisque 41 % d'entre eux recherchent des tomates produites selon des techniques respectueuses de l'environnement (Baros, 2010).

En revanche, la conduite à forte salinité entraîne une perte de production (réduction du poids moyen) et une diminution conséquente du chiffre d'affaires, ce qui nécessiterait de vendre ces tomates à un prix supérieur. Une des possibilités de valorisation

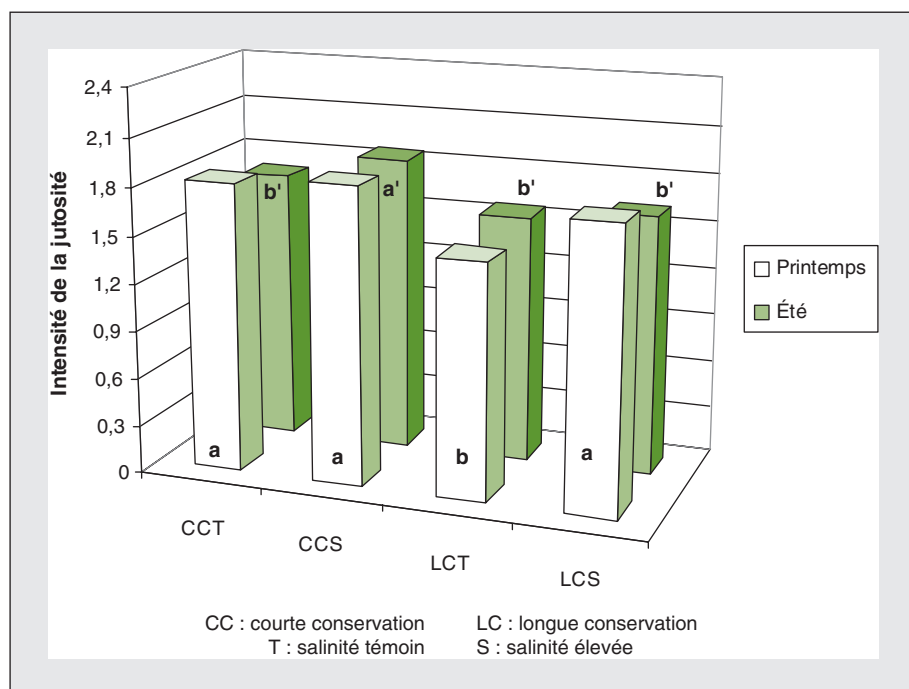


Figure 8. Intensité de jutosité perçue par les panels de consommateurs.

Figure 8. Scores of juiciness from the panel of tasters.

Les lettres a, b, c, d et a', b', c', d' indiquent les différences significatives à $p = 0,05$ respectivement pour une récolte au printemps et une récolte en été.

de ce type de produit pourrait être l'obtention d'un signe de qualité. ■

Remerciements

Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet QualiTomFil financé par l'Agence nationale de la recherche (ANR) du Programme national de recherche en alimentation et nutrition humaine (PRNA). Nous tenons à remercier Brigitte Navez et Valentine Cottet (Centre technique inter-professionnel des fruits et légumes, CTIFL) pour leurs conseils avisés en matière d'analyses statistiques, sans oublier Marion Rivière (stagiaire), José Catala et l'ensemble des permanents de l'unité Inra d'Alénya.

Références

Auerswald H, Schwarz D, Kornelson C, Krumbein A, Bruckner B, 1999. Sensory analysis, sugar and acid content of tomato at different EC values of the nutrient solution. *Scientia Horticulturae* 82 : 227-42.

Baros C, 2008. *Tomates baromètre 2007 : Evolution de l'image, de l'achat et de la consommation*. Paris : CTIFL.

Cornish PS, 1992. Use of high electrical conductivity of nutrient solution to improve the quality of salad tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) grown in hydroponic culture. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 32 : 513-20.

De Pascale S, Maggio A, Fogliano V, 2001. Irrigation with saline water improves carotenoids content and antioxidant activity of tomato. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 76 : 447-53.

Di Gioia F, Serio F, Buttaro D, Ayala O, Santamaria P, 2010. Influence of rootstock on vegetative growth, fruit yield and quality in Cuore di Bue, an heirloom tomato. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 85 : 477-82.

Dorais M, Papadopoulos AP, Gosselin A, 2001. Greenhouse Tomato Fruit Quality. *Horticultural Reviews* 26 : 239-319.

Eltez RZ, Tüzel Y, Gül A, Tüzel IH, Duyar H, 2001. Effects of different EC levels of nutrient solution on greenhouse tomato growing. *Acta Horticulturae* 573 : 443-8.

Flores P, Navarro JM, Carvajal M, 2003. Tomato yield and quality as affected by nitrogen source and salinity. *Agronomie* 23 : 249-56.

Gautier H, Lopez-Lauri F, Massot C, Murshed R, Marty I, Grasselly D, et al., 2010. Impact of

ripening and salinity on tomato fruit ascorbate content and enzymatic activities related to ascorbate recycling. *Functional Plant Science and Biotechnology* 4 : 66-75.

Grasselly D, Navez B, Letard M, 2000. *Tomate, pour un produit de qualité*. Paris : CTIFL.

Grasselly D, Rosso L, Chaput C, Le Quillec S, Lesourd D, Loda D, et al., 2007. La tomate hors-sol : effet de la salinité de la solution nutritive - Croissance de la plante et production. *Infos Ctifl* 228 : 30-4.

Grasselly D, Navez B, Cottet V, Rosso L, Jost M, 2009. Tomate sous serre, l'effet de la salinité sur la qualité. *Infos Ctifl* 251 : 37-41.

Hochedez MC, Navez B, Scandella D, Thiault JF, Vaysse P, 2000. *Agréage fruits et légumes mode d'emploi*. Paris : CTIFL.

Khah EM, Kakava E, Mavromatis A, Chachalis D, Goulas C, 2006. Effect of grafting on growth and yield on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in greenhouse and open-field. *Journal of Applied Horticulture* 8 : 3-7.

Magan JJ, Gallardo M, Thompson RB, Lorenzo P, 2008. Effects of salinity on fruit yield and quality of tomato Brown in soil-less culture in greenhouses in mediterranean climatic conditions. *Agricultural Water Management* 95 : 1041-55.

Martinez-Rodriguez MM, Estan MT, Moyano E, Garcia-Abellana JO, Floresa FB, Camposa JF, et al., 2008. The effectiveness of grafting to improve salt tolerance in tomato when an 'excluder' genotype is used as scion. *Environmental and Experimental Botany* 63 : 392-401.

Max JFJ, Horst WJ, 2009. Influence of substrate solution on fruit cracking and blossom-end rot of green-house tomato in the tropics. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 172 : 829-38.

Misković A, Ilin Z, Marković V, 2008. Effect of different rootstock type on quality and yield of tomato fruits. *Acta Horticulturae* 807 : 619-24.

Navez B, Letard M, Grasselly D, Jost M, 1999. Les critères de la qualité de la tomate. *Infos Ctifl* 155 : 41-47.

Navez B, Cottet V, Jost M, Grasselly D, Rosso L, Holgard S, 2008. Culture de la tomate hors-sol : effets de la salinité de la solution nutritive. *Infos Ctifl* 240 : 46-51.

Navez B, Cottet V, Jost M, Grasselly D, Rosso L, Taurin V, 2009. La conduite à forte salinité, incidence sur la qualité de la tomate. *Infos Ctifl* ; 256 : 31-5.

Santa-Cruz A, Martinez-Rodriguez MM, Perez-Alfocea F, Romero-Aranda R, Bolarin MC, 2002. The rootstock effect on the tomato salinity response depends on the shoot genotype. *Plant Science* 162 : 825-31.

Scandella D, Navez B, Lespinasse N, 2002. La segmentation gustative, cibler les envies du consommateur. *Infos Ctifl* 185 : 9-13.

Tüzel IH, 2002. Tomato response to salinity in substrate culture. *Acta Horticulturae* 573 : 461-6.

Wu M, Kubota C, 2008. Effects of high electrical conductivity of nutrient solution and its application timing on lycopene, chlorophyll and sugar concentrations of hydroponic tomatoes during ripening. *Scientia Horticulturae* 116 : 122-9.