

Fiche technique

OPTIMISATION DE LA FERTILISATION ET ESSAIS DE VARIÉTÉS POUR LA PRODUCTION DE TOMATES EN GRANDS TUNNELS

Optimisation de la fertilisation

V. Roy-Fortin, agr., A. Weill, agr., Ph.D. et J. Duval, agr., Ph.D., CETAB+



Introduction

Plusieurs maraîchers biologiques s'intéressent de plus en plus à la production de tomate en grands tunnels car ce type d'infrastructure permet d'augmenter les rendements de façon importante. Cette hausse est principalement attribuée à une plus faible pression des maladies bactériennes grâce au climat plus sec qui règne à l'intérieur des abris. Comme l'utilisation de cet équipement en est à ses débuts, particulièrement en agriculture biologique, la régie des cultures mérite d'être approfondie, en particulier la fertilisation.

Objectif

Le premier objectif de ce travail ([Rapport complet](#)) était d'évaluer si la fertilisation recommandée au champ par le Guide de référence en fertilisation du CRAAQ (2010) convenait en grands tunnels ou si elle devait se rapprocher de la fertilisation pratiquée en serre. Un deuxième objectif était de faire une analyse économique de la production de tomate en grand tunnel. L'équipe du CETAB+ a donc mis sur pied en 2011 un projet de trois ans pour répondre à cette problématique avec l'objectif de définir les taux de fertilisation azotée optimaux pour les tomates cultivées en grands tunnels.

Méthodologie

Lors des trois saisons, en 2011, 2012 et 2013, les essais ont été implantés sur deux fermes maraîchères partenaires situées à Wickham dans la région du Centre-du-Québec et à Ripon en Outaouais. En 2013, un troisième producteur, aussi en Outaouais, a également participé au projet. En 2011 et 2012, les trois traitements à l'essai consistaient en trois doses de fertilisation azotée correspondant à 100, 150 et 200% de la dose normalement recommandée par la grille de référence en fertilisation du CRAAQ (2010) pour une culture de tomate en plein champ, soit respectivement 135, 195 et 270 kg N/ha. Le premier 135 kg N/ha était apporté avant la plantation sous forme de compost ou de fumier granulé de poules pondeuses¹ selon la ferme. La fertilisation supplémentaire était fractionnée en cours de saison. En 2011, du fumier granulé enrichi en potassium a été employé, s'inspirant de la pratique serricole qui consiste à appliquer une quantité importante de potassium en plus de l'azote. En 2012, il a été jugé préférable d'isoler le facteur « azote » et d'utiliser de la farine de plumes.

¹ Le terme 'fumier granulé' sera utilisé dans le reste du texte.

Tableau 1. Dates de plantation, de récolte et d'apports en fertilisants au cours des trois années

Site et année	Plantation et fertilisation de base	Fractionnement	Récolte	Cultivar utilisé
2011				
Wickham	25 mai	17 juin, 1 ^{er} août, 18 août	11 août – 29 septembre	Mountain Fresh
Ripon	10 mai	23 juin, 14 juillet, 18 août	1 août – 27 septembre	Oregon
2012				
Wickham	25 mai	19 juin, 17 juillet, 6 août	13 août – 24 septembre	Celebrity
Ripon	15 mai	4 juin, 4 juillet, 28 juillet	30 juillet – 1 ^{er} octobre	Defiant
2013				
Wickham	22 mai	s.o.	12 août – 7 octobre	BHN 589
Ripon	12 mai	s.o.	29 juillet – 2 octobre	BHN 826 *greffé
St-André-Avellin	15 mai	s.o.	13 août – 24 septembre	Arbason

Au terme de ces deux années, peu de différences ont été observées dans les rendements selon les traitements, suggérant qu'il n'était pas avantageux de doubler la dose. Le traitement de 270 kg/ha a donc été éliminé et les doses testées ont été fixées à 135, 165 et 195 kg/ha d'azote. Cette fertilisation a aussi été entièrement appliquée sous le plastique avant la plantation car elle n'était pas suffisamment élevée pour justifier un fractionnement. Un quatrième traitement de 195 kg N/ha, composé entièrement de fumier granulé, s'est ajouté en 2013 afin de comparer l'efficacité des deux produits (farine de plumes et fumier granulé) et leur potentiel de minéralisation dans un même environnement.

Le Tableau 1 présente les dates importantes du déroulement du projet.

Plusieurs paramètres, outre les rendements, ont été mesurés au cours du projet afin de vérifier si certains d'entre eux pouvaient aider à la prise de décision pour la fertilisation. Les différentes analyses étudiées à chaque année sont présentées au Tableau 2.

Rendements et fertilisation

Sur un total de 7 sites-années, il y a eu une augmentation significative de rendements attribuable à la fertilisation supplémentaire pour seulement un site-année (Figure 1), soit à Wickham en 2011, où la dose intermédiaire de 195 kg N/ha avait permis d'obtenir un gain de rendement de 2,4 kg/m².

Tableau 2. Paramètres mesurés

Analyses	2011	2012	2013
Rendements totaux et commercialisables	X	X	X
Analyses de sol standards	X	X	X
Analyses foliaires	X	X	X
Chlorophylle	X		
Analyses SSE mensuelles ¹	X	X	
Analyse NO ₃ mensuel	X		
pH et salinité « labo et champ »	X	X	
Tests de minéralisation		X	X
Respiration microbienne		X	X
Rapport C/N du sol		X	X
Analyses de sol de l'Université Cornell			X

¹NO₃, P, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Bo, Mo

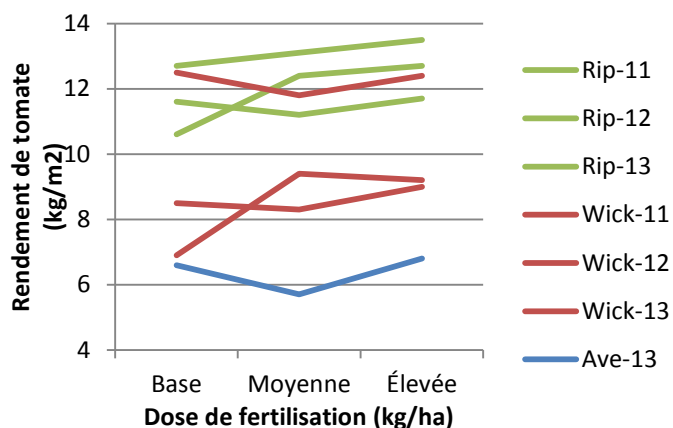


Figure 1. Effet de l'augmentation de N sur le rendement de la tomate – 7 sites-années

Ces résultats permettent de conclure que pour la tomate, il n'est pas forcément nécessaire d'augmenter la fertilisation en grands tunnels pour se rapprocher de la fertilisation pratiquée en serre.

En 2013, une augmentation importante des rendements par rapport aux années précédentes est survenue sur les sites Wickham et Ripon. L'utilisation de variétés de tomate semi-déterminées et le greffage des plants sur le site Ripon peuvent expliquer cette augmentation. D'autres facteurs ont certainement aussi joué un rôle. Sur le premier site, le sol était compacté et avait été sous-solé à l'automne 2012. Sur le site Ripon, l'irrigation, qui n'était pas suffisante en 2011 et 2012, avait été augmentée en 2013.

Il semble que ces facteurs aient joué un rôle plus important que la fertilisation pour l'augmentation des rendements. D'ailleurs, le plus faible rendement obtenu au site St-André-Avellin est probablement lié à une irrigation insuffisante. En période chaude, les plants de tomates ont besoin de 3 à 4l/jour. Avec un tuyau goutte-à-goutte qui fournit 400 l/h pour 100 m de longueur, le temps d'irrigation nécessaire est d'environ 3 h/jour (pour plus d'information, voir Bergeron, 2012).

Pour tous les sites, la pression de moisissure olive était élevée, en particulier au site St-André-Avellin.

En ce qui concerne la comparaison entre la farine de plumes et le fumier granulé effectuée en 2013, les rendements n'ont affiché aucune différence significative. Les rendements annuels moyens de l'ensemble des parcelles sont détaillés pour chaque site dans le Tableau 3.

Analyses intéressantes

La pertinence de plusieurs types d'analyses a été vérifiée au cours de ces trois années. Certaines d'entre elles, telles que les analyses SSE, la salinité (voir encadré) et la teneur en chlorophylle, n'ont pas donné d'information utile relativement à la

Tableau 3. Rendements en tomates totaux selon l'année et le site

Site et année	Kg total/m ²
2011	
Wickham ¹	8,5
Ripon	11,5
2012	
Wickham	8,6
Ripon	11,9
2013	
Wickham	12,3
Ripon	13,2
St-André-Avellin	6,5

¹ Moyenne : 135 kg N/ha : 6,9
195 et 270 kg N/ha : 9,3

gestion de la fertilisation. Les analyses de sol standards et les analyses foliaires restent les deux analyses les plus appropriées pour prévoir et ajuster la fertilisation.

Les tests de minéralisation consistent à faire incuber du sol en laboratoire afin de connaître sa capacité à fournir de l'azote. Cette capacité est fortement liée aux quantités d'azote total et d'azote facilement dégradable du sol. Ces tests semblent prometteurs mais nécessitent une investigation plus poussée avant de pouvoir les recommander pour la gestion de la fertilisation.

Analyses SSE et salinité

Les analyses SSE sont utilisées en serre. Elles permettent de savoir la quantité d'éléments immédiatement disponible aux plantes. Elles sont utilisées pour réajuster rapidement la fertilisation, ce qui est nécessaire compte tenu des besoins beaucoup plus élevés des plantes en serre. L'analyse de la salinité, moins coûteuse, permet de remplacer en partie l'analyse SSE. Elle peut être faite en laboratoire (salinité 'labo') ou directement sur le terrain (salinité 'champ'). Dans ce projet, les corrélations entre salinité 'labo', salinité 'champ' et nitrates ont aussi été vérifiées et sont détaillées dans le rapport final du projet.

Conclusion

En conclusion, il ressort que la fertilisation des tomates n'a pas à être systématiquement augmentée pour la production en grands tunnels. Il est très important de s'assurer d'avoir une bonne structure de sol et une bonne régulation d'irrigation. L'utilisation de variétés tolérantes à la moisissure-

olive doit être considérée. Les analyses standards de sol et les analyses foliaires restent des outils essentiels pour s'assurer qu'il n'y ait pas d'éléments nutritifs limitants. En ce qui concerne l'azote, la capacité de minéralisation des sols est une avenue à explorer.

Résultats économiques

Les données sommaires de l'[étude économique](#) réalisée sont présentées dans les tableaux ci-dessous. Les coûts de production en grands tunnels sont indiqués pour deux des trois sites,

de même qu'une moyenne des coûts de production en champ. Pour cette dernière, les coûts liés aux grands tunnels ont été éliminés (structure et gestion reliée aux grands tunnels).

Tableau 4. Charges pour la production de tomates sur les deux sites sous tunnels et en champ

ITEM	CHARGES (\$/m ²) ¹		Moyenne Tunnel	Moyenne Champ
	Site 1	Site 2		
CHARGES				
Installation du site	0,00	0,36	0,18	-
Structure	0,93	1,02	0,98	-
Plastique	0,65	0,46	0,56	-
Amélioration de la structure	0,00	0,11	0,06	-
Main d'œuvre tunnel	0,10	0,05	0,07	-
Irrigation	0,17	0,75	0,46	0,49 ¹
Tuteurage	0,48	0,91	0,70	0,74
Pose du paillis	0,16	0,13	0,15	0,15
Approvisionnement	1,20	1,20	1,20	1,20
Façons culturales	0,01	0,01	0,02	0,01
Main d'œuvre entretien	0,65	0,80	0,72	0,75
TOTAL CHARGES (\$/m²)	4,34	5,81	5,08	3,35

¹ Le coût d'irrigation n'a pas été modifié pour la production en champ, mais il est probablement plus faible.

Les marges brutes sont calculées pour deux rendements en grands tunnel et un rendement en champ et pour deux modes de mise en marché :

- Les rendements moyens en tunnel utilisés sont 8 et 13 kg/m² et ceux en champ sont 3 kg/m².
- Les deux modes de mise en marché sont les suivantes :
 - formule ASC et marchés publics : prix de vente moyen de 3,00\$/kg;
 - formule ASC et vente de semi-gros : prix de vente moyen de 2,20\$/kg.

Tableau 5. Résultats économiques en fonction de deux modes de mise en marché et de deux quantités produites sous tunnels

Tunnel				
PRODUITS				
Mode de mise en marché (\$/kg)	ASC et marchés publics 3,00		ASC et marchés semi-gros 2,20	
Rendements (kg/m ²)	8	13	8	13
TOTAL PRODUITS (\$/m²)	24,00	39,00	17,60	28,60
CHARGES MOYENNES (\$/m²)	5,08			
MARGE BRUTE (Avant frais de récolte et de mise en marché)	18,92	33,92	12,52	23,52

Tableau 6. Résultats économiques en fonction de deux modes de mise en marché et de deux quantités produites en champ

Champ		
PRODUITS		
Mode de mise en marché (\$/kg)	ASC et marchés publics 3,00	ASC et marchés semi-gros 2,20
Rendements (kg/m ²)	3	3
TOTAL PRODUITS (\$/m²)	9,00	6,60
CHARGES MOYENNES (\$/m²)	3,35	
MARGE BRUTE (Avant frais de récolte et de mise en marché)	5,65	3,25

Il apparaît de façon assez évidente que la production de tomate en grands tunnels peut être beaucoup plus profitable que la production en champ surtout si une attention est portée à la régie de production de façon à obtenir de bons rendements ou si le mode de mise en marché permet d'aller chercher un prix intéressant.

Partenaires et collaborateurs

Entreprises agricoles partenaires : Ferme Le Vallon des Sources; Ferme La Berceuse; Ferme aux pleines saveurs.

Collaborateurs : Jean Duval, agr., Ph.D., Christine Landry, agr., Ph.D (IRDA), Gilles Turcotte, agr., M. Sc. (Agrisys consultants inc), Hélène Lafontaine, agr. et François Gendreau-Martineau, agr. (Cégep de Victoriaville).

Ce projet a été réalisé dans le cadre du programme Innovbio du MAPAQ, mais certaines données sont tirées d'un autre projet financé par le CRSNG.

Références

Baez, C. et M. Harnois, 2011. *Essais des grands tunnels dans la Haute-Gatineau*. MAPAQ, http://www.agrireseau.qc.ca/legumeschamp/documents/GrandsTunnelsHauteGatineau_2a.pdf

Bergeron, D. 2012. *Irrigation, irrigation, irrigation. Production légumière sous abri non chauffé*. Les journées horticoles St-Rémi, [http://www.agrireseau.qc.ca/agriculturebiologique/documents/10h00_Irrigation_irrigation_irrigation\(D_Bergeron\).pdf](http://www.agrireseau.qc.ca/agriculturebiologique/documents/10h00_Irrigation_irrigation_irrigation(D_Bergeron).pdf)

CRAAQ, 2010. *Grilles de référence en fertilisation*. 2^e édition. Comité. Centre de Références en Agriculture et Agroalimentaire du Québec.

Lambert, 2006. *Une analyse d'eau et de terreau, c'est important*. Bulletin d'information – culture en serre No 3, 2006.

Weill, A. et H. Lafontaine, 2014. *Résultats économiques pour la production de tomates en grands tunnels*. CETAB+.

Weill, A., V. Roy-Fortin et J. Duval, 2014. *Optimisation de la fertilisation pour la production de tomates en grands tunnels*. CETAB+.

Essais de variétés de tomates sous abris non chauffés

Bilan des saisons 2012-2013

C. Villeneuve, agr., MAPAQ

Introduction

Des essais de variétés de tomates ont été conduits en 2012 et en 2013 afin d'évaluer leur potentiel sous abri non chauffé. La collaboration exceptionnelle entre les 17 entreprises réparties dans huit régions agricoles, les semenciers et les agronomes a permis de générer des informations utiles rapidement.

Les entreprises maraîchères qui participent aux essais de variétés sont en grande majorité biologiques. Par abri non chauffé, on réfère à différents types de structures pour protéger les cultures des intempéries et allonger la saison de production. Il s'agit essentiellement de serre froide chauffée minimalement, de tunnel froid, de grand tunnel multi chapelles, de serre froide amovible et de tunnel de type chenille. La mise en marché des légumes est écoulée majoritairement en circuit court et via les fruiteries, les magasins spécialisés, les restaurateurs, les kiosques, les marchés publics et par les paniers biologiques d'Équiterre. La moisissure olive (Ff), est préoccupante sous abris et plusieurs fermes recherchent des variétés tolérantes. Jusqu'à présent, seules les variétés indéterminées possèdent des tolérances à différentes races de la moisissure olive.

Été 2012

Un total 26 variétés de tomates rondes et huit variétés italiennes de type semi-déterminé et indéterminé ont été testées sur 11 entreprises.

Été 2013

Un total de 22 variétés de tomates rondes, six variétés italiennes et deux San Marzano de type semi-déterminé et indéterminé ont été testés sur 17 entreprises.

Bilan météo 2012-2013

La saison estivale 2012 a été caractérisée par de la chaleur et du soleil alors qu'en 2013, ce fut plus frais et plus nuageux. Pour illustrer les disparités entre les années 2012 et 2013, des données tirées de la station météo de l'Assomption, qui représente bien les variations de température subies au Québec pendant cette période, sont présentées ci-dessous. La saison 2012 reflète probablement davantage le type de climat auquel on devrait s'attendre au cours des prochaines années. Il ne faut donc pas tirer de conclusion trop hâtive sur une variété de légume de climat chaud qui a été mise à l'essai en 2013 seulement.

	Température moyenne (°C)			Rayon sol. MJ/m ² /d	
	2013	2012	Normales	2013	2012
Avril	5,23	6,18	5,36	17,03	15,59
Mai	14,42	15,15	12,51	19,52	19,13
Juin	17,32	19,44	17,72	17,90	22,50
Juillet	21,50	21,50	20,03	22,05	23,26
Août	19,28	21,06	19,05	18,36	18,32
Septembre	14,22	14,93	15,00	13,21	13,57

Les variétés performantes

Voici un résumé des variétés qui se sont démarquées du lot et qui ont été évaluées durant les années 2012 et 2013.

Les évaluations des variétés sont disponibles via deux liens internet. Ainsi le fichier, « [Tomate par ferme 2013](#) » donne les évaluations individuelles par entreprise pour l'année 2013, ce qui permet d'interpréter les résultats par rapport au climat régional, au type d'abris et selon la date de plantation. Le fichier « [Bilan tomate 2012-2013](#) » fournit les moyennes provinciales par variété de tomate des années 2012 et 2013.

Variétés indéterminées

Les variétés indéterminées sont les préférées dans les serres froides car le palissage vertical sur corde est privilégié et facile. Dans les grands tunnels et les tunnels « chenilles », elles sont de plus en plus appréciées grâce à leur potentiel de rendement élevé, à la récolte, qui s'étend jusqu'aux gelées, et à la disponibilité de variétés tolérantes à la moisissure olive (Ff). Attention, il existe plusieurs races de Ff.

Tomate ronde indéterminée

Macarena (Syngenta)	Fruits de bons calibres, 312 g. Variété de mi-saison. Constante sur le rendement et la qualité peu importe la saison. Fruits fermes de bonne conservation dont le goût varie de moyen à bon selon la ferme et le type de sol. Appréciée par plusieurs fermes depuis quelques années surtout dans les serres chauffées minimalement en début de saison. Tolérante à plusieurs races de Ff.
Massada (Gautier)	Fruits de taille moyenne, 180 g. Variété hâtive. La mise à fruit est facile avec un bon rendement soutenu en conditions estivales. Dans des conditions plus fraîches, le plant perd de la vigueur. Fruit de très belle apparence, ferme et se démarque au niveau du goût savoureux. Par temps frais, les fruits sont moins goûteux et ont tendance à faire des microfissures. L'année 2012, plus chaude, lui a été profitable. Tolérante à plusieurs races de Ff.
Fiorentino (Enza Zaden)	Fruits de bon calibre, 279 g, Variété de mi-saison. Gros rendement soutenu, qualité et conservation des fruits très bonne. Le goût semble bon mais demeure à valider, car la variété a été testée seulement sur un site en 2012 et un autre en 2013. Possède une certaine tolérance à la Ff bien que ceci ne soit pas mentionné par le semencier.

Tomate italienne indéterminée

Granadero (Enza Zaden)	Fruits de bon calibre pour une italienne; 132 g, Variété hâtive. Très bon rendement soutenu, avec des fruits fermes, dont le goût varie de moyen à bon, et qui se conservent bien. Elle a été très appréciée sur trois sites où elle a été à l'essai durant deux ans. Même si elle n'est pas affichée par les grainetiers comme résistante à la Ff, on a constaté une bonne tolérance sur les trois sites.
Cascade (Gautier)	Fruits de 112 g Variété hâtive à mi-saison. Un peu moins productive que la Granadero. Sa couleur rouge orangé plait moins à certains. La météo 2013 ne l'a pas avantaagé au niveau du goût des fruits. À essayer de nouveau, car tolérante à plusieurs races de Ff.

Variétés semi-déterminées

La contrainte des variétés semi-déterminées réside dans le manque de tolérance à la moisissure olive. Par contre, plusieurs fermes avec des abris très bien ventilés ne sont pas aux prises avec cette maladie. Une fois la maladie établie sur un site, il devient plus difficile de s'en débarrasser étant donné que le pathogène peut survivre dans le sol.

Tomate ronde semi-déterminée	
Moutain Spring (Syngenta)	Fruit de 220 g Variété de mi-saison. Productive, beau fruit ferme qui se conserve bien. Le goût, qui varie de faible à bon selon le site et le type de sol, est la faiblesse de cette variété. Cette variété populaire a fait ses preuves dans notre climat.
BHN 589 (BHN Seed)	Gros fruit 290 g Variété de mi-saison. Le rendement est bon mais inférieur à Mountain Spring. Il y a des fentes sur les fruits à l'occasion et la texture est un peu molle. Très populaire aux États-Unis dans les grands tunnels. Au Québec, elle s'est démarquée par un bon goût.
Tasti Lee (Bejo)	Fruits de 200 g Variété hâtive à mi-saison. Meilleur rendement en 2012 qu'en 2013. Fruit ferme qui se conserve très bien mais peu goûteux. Variété développée pour la forte teneur en lycopène ce qui confère une belle coloration rouge à la chair.
Tomate italienne semi-déterminée	
Viva Italia (William Dam)	Fruits de 85g Variété hâtive à mi-saison. Italienne populaire et appréciée de plusieurs entreprises depuis quelques années, mais la saison 2013 n'a pas été la meilleure pour le rendement et le goût.

Remerciements

Semenciers : Semences Seminova, Semences Norseco, Semences Enza Zaden Vitalis.

Entreprises agricoles : Ferme Val-aux-Vents, Ferme du Vert Mouton, Ferme Croque-Saisons, Ferme Vallon des Sources, Ferme de la Coulée Douce, Aux fruits de la colline, Le Filon Maraîcher, La Terre Ferme, Aux jardins de la Bergère, Les Serres Michel Jetté et Réjeanne Huot SENC, Ferme à l'Accueil Chaleureux, Ferme Coopérative Tourne-Sol, Les Jardins Bio Santé, Au Potager du Paysan, Jardins de la Grelinette, Le Potager Gauvin, Ferme la Berceuse, Ferme des Ormes.

Partenaires et collaborateurs : Dominique Plouffe (AAC), Sophie Guimont (Pleine Terre), Brigitte Belley (MAPAQ), Roxana Bindea (MAPAQ), Lucie Caron (MAPAQ), André Carrier (MAPAQ), Christiane Cossette (MAPAQ), Marie-Hélène Déziel (MAPAQ), Luc Fontaine (MAPAQ), Mélissa Gagnon (MAPAQ), Maryse Harnois (MAPAQ), Louis Laterreur (MAPAQ), Jenny Leblanc (MAPAQ), Valérie Mickel-Bachand (MAPAQ), Nadia Nadeau (MAPAQ), Jacques Painchaud (MAPAQ).

Rédaction : Christine Villeneuve, agr., Conseillère en horticulture maraîchère, MAPAQ, Sainte-Martine, Christine.villeneuve@mapaq.gouv.qc.ca