

## UNE TOMATE ILLUMINÉE EST UNE TOMATE PLUS SANTÉ

Martine Dorais, Karine Pedneault, Marie-Josée Breton, Amélie Slegers, Paul Angers et Steeve Pepin

No de projet : IA113084

Durée : 03/2014 – 09/2017

### FAITS SAILLANTS

Les effets d'un éclairage d'appoint avec DELs de compositions spectrales spécifiques et modulées sur la qualité nutritive et gustative des fruits, et les paramètres de qualité ont été examinés lors de deux périodes de culture (printemps/été vs. automne/hiver) chez le cultivar Trust. Un éclairage DEL à l'intérieur de la canopée est un outil intéressant puisqu'il permet de diminuer significativement le nombre de jours nécessaire pour atteindre la maturité des fruits et d'augmenter le rendement par plant ainsi que les propriétés nutritionnelles des tomates de serre. L'utilisation de traitements lumineux DEL en post-récolte a permis de moduler la composition phyto-chimique des tomates, notamment en augmentant le contenu en caroténoïdes et composés phénoliques, ainsi que de la concentration en vitamine C des fruits. Les profils de composés volatiles ont également été affectés par les traitements lumineux, les fruits exposés aux pulses UV ayant des teneurs plus élevées en arômes à chaîne courte. Par ailleurs, le stade de développement des fruits a eu un impact significatif sur l'efficacité des traitements lumineux à améliorer la qualité post-récolte des fruits, tout comme la saison durant laquelle les traitements DEL ont été appliqués.

### OBJECTIF(S) ET MÉTHODOLOGIE

Cette étude visait à (i) déterminer en pré-récolte les effets de pulses UV-B et d'un éclairage d'appoint (ÉA) avec DELs de compositions spectrales spécifiques et modulées sur la qualité nutritive et gustative des fruits, et les paramètres de qualité ; et (ii) accroître en post-récolte la valeur nutritive et gustative des fruits et la durée de conservation à l'aide de traitements lumineux DELs et de pulses UV-B. Des plants de tomate (cv. Trust) ont été soumis à 5 traitements lumineux à l'intérieur de la canopée et 2 positions de luminaires (verticale vs. horizontale) : **1)** témoin sans ÉA DEL ; **2)** pulses nocturnes d'UV-B ; **3)** ÉA DEL avec ~10% bleu (B) et 90% rouge (R) ; **4)** ÉA DEL BR + enrichissement en B et rouge lointain (RL); et **5)** ÉA DEL BR– B–RL + enrichissement en RL deux heures avant l'aube. En post-récolte, des tomates provenant d'une serre commerciale (cv. Flavorino et Starbuck) ont été exposées à six traitements lumineux durant 11 jours : B, R, RL, blanc, UV-B et noirceur. Le contenu en vitamine C, caroténoïdes et composés phénoliques ainsi que les arômes ont été déterminés et des tests de goût ont été effectués.

### RÉSULTATS SIGNIFICATIFS POUR L'INDUSTRIE

Les tomates produites sous éclairage d'appoint (ÉA) DEL ont atteint leur maturité 3 à 7 jours plus tôt que les fruits du traitement témoin (Tableau 1). De plus, durant la période de mars à août, le rendement en fruits sous ÉA DEL a augmenté de 29 à 40% comparativement au traitement témoin ( $P < 0.001$ ; Figure 1).

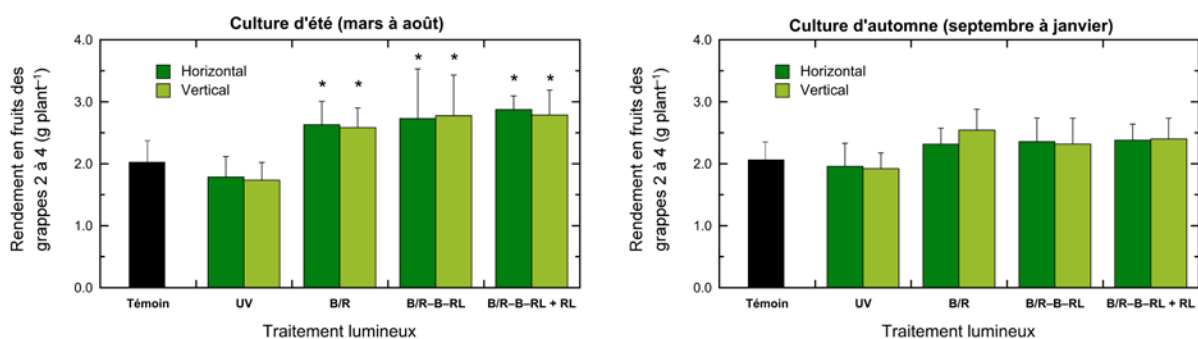


Figure 1. Rendement moyen en fruits ( $\pm$  ÉT) de plants soumis à différents traitements lumineux (DEL et UV;  $n = 2$  plants/u.e.)

Tableau 1. Propriétés physicochimiques et nutritives de tomates soumises à différents traitements lumineux.

COMPARAISON TÉMOIN VS. TRAITEMENTS ÉA-DEL	Témoin <sup>†</sup>	UV		H	B/R		B/R-B-RL		B/R-B-RL + RL		P	P			
		H	V		H	V	H	V	H	V					
Développement des fruits (jour)	<b>60.8</b>	60.4	61.4	57.9	<b>55.3</b>	<b>55.4</b>	<b>55.1</b>	56.7	<b>54</b>	1.11	0.0002				
<i>Mars à août</i>															
Matière sèche (%)	<b>6.0</b>	5.5	5.4	ab	5.4	<b>5.2</b>	<b>5.6</b>	5.7	<b>a</b>	6.2	6.3	ab	0.002	<0.05	
Fermeté (12.5 N)	<b>56.4</b>	56.7	58.9	55.8	<b>60.2</b>	56.7	59.0	57.7	58.2	0.88	0.0015				
Solides solubles (%)	<b>4.27</b>	<b>4.72</b>	4.52	<b>a</b>	4.35	4.41	<b>b</b>	4.44	<b>4.66</b>	ab	4.43	<b>4.78</b>	<b>a</b>	0.09	0.0013
Conductivité électrique (mS cm <sup>-1</sup> )	<b>5.36</b>	<b>5.99</b>	<b>6.07</b>	<b>a</b>	5.36	5.18	<b>c</b>	5.32	5.56	bc	5.43	5.80	<b>b</b>	0.14	<0.0001
Acides titrables (% acide citrique)	<b>0.41</b>	<b>0.50</b>	<b>0.52</b>	<b>a</b>	0.42	0.43	<b>b</b>	0.41	0.44	<b>b</b>	0.40	0.46	<b>b</b>	0.02	<0.0001
Vitamine C (mg g <sup>-1</sup> MS)	<b>1.56</b>	1.43	1.54	<b>b</b>	1.60	1.65	<b>a</b>	1.62	1.55	<b>a</b>	1.55	1.56	<b>a</b>	0.03	0.0199
Lutéine (µg g <sup>-1</sup> )	<b>10.0</b>	11.7	10.7	<b>a</b>	10.1	11.1	ab	9.5	11.1	ab	10.3	9.8	<b>b</b>	0.52	0.0928
9-cis-lycopène (µg g <sup>-1</sup> )	<b>6.18</b>	7.22	6.6	<b>a</b>	5.67	5.92	<b>b</b>	5.38	6.21	<b>b</b>	5.81	5.72	<b>b</b>	0.45	0.0773
Phénols totaux (mg g <sup>-1</sup> )	<b>3.26</b>	<b>3.66</b>	3.31	<b>a</b>	3.23	3.22	<b>b</b>	3.21	3.20	<b>b</b>	3.20	3.20	<b>b</b>	0.07	<0.0001
Acide 5-caféoylquinique (µg g <sup>-1</sup> )	<b>709</b>	<b>988</b>	829	<b>a</b>	804	771	<b>b</b>	733	782	<b>b</b>	746	847	ab	55.64	0.0150
Acide caféique-O-hexoside (µg g <sup>-1</sup> )	<b>255</b>	<b>352</b>	299	<b>a</b>	299	277	<b>b</b>	265	270	<b>b</b>	268	296	<b>b</b>	18.06	0.0023
<sup>1</sup> ) Phlorétine-C-diglycoside (µg g <sup>-1</sup> )	<b>255</b>	274	230	<b>a</b>	214	<b>184</b>	<b>b</b>	<b>185</b>	<b>152</b>	<b>b</b>	<b>156</b>	<b>171</b>	<b>b</b>	17.52	<0.0001
Ac. homovanillic-O-hexoside (µg g <sup>-1</sup> )	<b>122</b>	137	107	<b>a</b>	106	110	ab	120	<b>92</b>	ab	108	<b>98</b>	<b>b</b>	8.49	0.0115
Kaempférol-3-O-rutinoside (µg g <sup>-1</sup> )	<b>114</b>	<b>66</b>	<b>75</b>		<b>69</b>	<b>73</b>		<b>63</b>	<b>73</b>		<b>72</b>	<b>66</b>		6.02	<0.0001
Ac. coumarique-O-hexoside (µg g <sup>-1</sup> )	<b>51</b>	<b>106</b>	<b>91</b>		47	44	<b>b</b>	44	46	<b>b</b>	45	43	<b>b</b>	4.76	<0.0001
<sup>1</sup> ) Acide coumaroylquinique (µg g <sup>-1</sup> )	<b>38</b>	<b>38</b>	29	<b>a</b>	33	<b>22</b>	ab	28	<b>21</b>	<b>b</b>	<b>23</b>	28	<b>b</b>	3.34	<0.0001
Acide 4-caféoylquinique (µg g <sup>-1</sup> )	<b>22</b>	<b>38</b>	32	<b>a</b>	32	31	<b>b</b>	30	32	<b>b</b>	28	31	<b>b</b>	2.86	0.0228
Acide férulique-O-hexoside (µg g <sup>-1</sup> )	<b>20</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>a</b>	23	<b>31</b>		24	<b>27</b>	<b>b</b>	25	<b>28</b>	<b>b</b>	1.63	<0.0001
Phloridzine-C-diglycoside (µg g <sup>-1</sup> )	<b>14.0</b>	14.9	12.3	ab	11.7	8.8	<b>b</b>	8.6	8.4	ab	<b>7.1</b>	<b>8.2</b>	<b>a</b>	1.43	<0.0001
Rutin-O-pentoside (µg g <sup>-1</sup> )	<b>11.3</b>	18.0	<b>19.2</b>		15.6	15.0	<b>b</b>	<b>18.5</b>	<b>18.5</b>		<b>18.5</b>	<b>20.7</b>		1.78	0.0111
<i>septembre à janvier</i>															
Matière sèche (%)	<b>6.00</b>	5.50	5.40	<b>b</b>	5.40	<b>5.20</b>	<b>b</b>	5.60	5.70	<b>b</b>	6.20	6.30	<b>a</b>	0.20	<0.0001
Solides solubles (%)	<b>4.46</b>	4.48	4.53	<b>b</b>	4.43	4.41	<b>b</b>	4.73	4.83	<b>a</b>	<b>4.87</b>	4.82	<b>a</b>	0.09	0.0002
Conductivité électrique (mS cm <sup>-1</sup> )	<b>5.80</b>	6.06	5.72	<b>a</b>	5.57	5.36	<b>b</b>	5.51	5.52	<b>b</b>	5.43	5.68	<b>b</b>	0.14	0.0279
Vitamine C (mg g <sup>-1</sup> MS)	<b>1.58</b>	1.64	1.73	<b>b</b>	1.75	<b>1.93</b>	<b>a</b>	1.78	<b>1.86</b>	<b>a</b>	1.84	1.80	<b>a</b>	0.06	0.0275
Phénols totaux (mg g <sup>-1</sup> )	<b>3.09</b>	3.05	2.85	ab	3.00	2.99	<b>a</b>	2.86	2.88	ab	2.85	<b>2.79</b>	<b>b</b>	0.07	0.0111
Naringénine (µg g <sup>-1</sup> )	<b>250</b>	233	201	<b>a</b>	177	<b>161</b>	<b>b</b>	179	<b>143</b>	<b>b</b>	212	193	ab	20.39	0.0027
Phlorétine-C-diglycoside (µg g <sup>-1</sup> )	<b>177</b>	158	139	<b>a</b>	134	142	ab	<b>93</b>	<b>93</b>	<b>c</b>	<b>104</b>	107	bc	17.52	0.0049
Kaempférol-3-O-rutinoside (µg g <sup>-1</sup> )	<b>57</b>	45	50	<b>a</b>	43	40	ab	36	32	<b>b</b>	35	39	ab	6.02	0.0504
Acide coumaroylquinique (µg g <sup>-1</sup> )	<b>30</b>	29	22	<b>a</b>	19	<b>16</b>	<b>b</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>b</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>b</b>	3.34	0.0006
Ac. coumarique-O-hexoside (µg g <sup>-1</sup> )	<b>41</b>	41	<b>46</b>	<b>a</b>	32	31	<b>b</b>	<b>22</b>	<b>26</b>	<b>b</b>	31	29	<b>b</b>	2.12	0.0001
<sup>1</sup> ) Acide dicaféylquinique (µg g <sup>-1</sup> )	<b>5.83</b>	<b>6.47</b>	5.82	ab	6.45	<b>6.74</b>	<b>a</b>	5.88	4.97	bc	5.07	5.46	<b>c</b>	0.42	0.0152

NOTE : **†Témoin**: lumière naturelle; **UV**: pulses nocturnes d'UV-B (6,6 vs. 1,6 kJ m<sup>-2</sup> j<sup>-1</sup> en été vs. hiver); **B/R**: 18 heures de Bleu (460 nm, ~10%) et Rouge (660 nm; ~90%); **B/R-B-RL**: 12 heures de bleu (13%), rouge (70%) et rouge lointain (RL, 740 nm; 17%); **B/R-B-RL + RL**: 12 heures de bleu-rouge-rouge lointain combiné à 2 heures de RL avant l'aube. Tous les traitements avaient un cumul journalier d'environ 13 mol m<sup>-2</sup> j<sup>-1</sup>. H : position horizontale; V : position verticale. Les résultats en **rouge** (effet positif) ou **bleu** (effet négatif) sont significativement différents des **fruits témoins** ( $P < 0.05$ ). Seuls les effets significatifs sont présentés dans ce tableau. Les lettres qui diffèrent sur une

même ligne indiquent une différence significative ( $P < 0.05$ ) entre les quatre traitements lumineux, sans égard à la position des luminaires.

Une interaction significative fut observée entre l'ÉA DEL et la période de production pour la plupart des paramètres étudiés (Tableau 1). Toutefois, le positionnement des luminaires DEL et UV (horizontal vs. vertical) n'a eu que peu d'effet sur les propriétés physicochimiques et nutritives des tomates. Les traitements DEL enrichis de rouge lointain (RL) ainsi que les pulses UV ont augmenté le pourcentage de sucres solubles d'environ 10%. Durant le printemps/été, le traitement UV a eu un effet positif sur les acides organiques (~27%), la conductivité électrique (~12%) et les phénols totaux (~12%). Au cours des mois de septembre à janvier, le contenu en vitamine C des fruits a augmenté de 18 à 22% dans les traitements B/R et B/R-B-RL, tandis qu'aucune différence n'a été observée durant la culture de printemps/été. Plusieurs composés phénoliques ont été affectés positivement ou négativement par les traitements lumineux DEL.

Cependant, l'éclairage d'appoint DEL a peu influencé le contenu en caroténoïdes des fruits.

L'utilisation de traitements lumineux DEL en post-récolte a démontré que chez le cultivar Flavorino, l'obscurité et les pulses UV augmentent significativement le contenu des alcools à chaîne courte tel que le 3-méthyl-1-butanol, ainsi que les aldéhydes tel que le 2-méthyl-2-butenal, tandis que chez Starbuck, les concentrations les plus élevées de ces composés ont été observées dans les fruits exposés au traitement rouge lointain. Ces résultats sont corroborés par une analyse en composantes principales présentée à la figure 2. Les alcools à chaîne courte tel que 3-méthylbutanol proviennent de la dégradation d'acides aminés ramifiés (branchés; Kochevenko et al., 2011) et sont associés aux arômes de banane. Les analyses sensorielles ont permis d'évaluer la qualité gustative des tomates soumises aux différents traitements lumineux durant 11 jours, à l'aide de six arômes et huit goûts. Contre toute attente, les traitements lumineux DEL et pulses UV n'ont pas amélioré significativement la perception sensorielle des tomates.

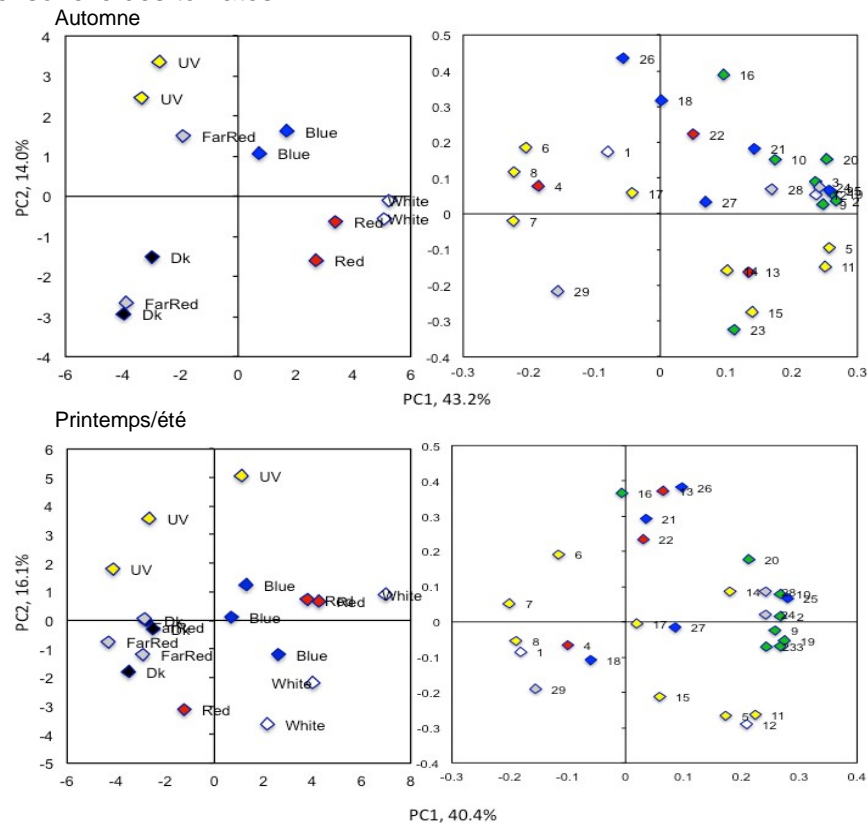


Figure 2. Analyse en composantes principales des composés volatiles de la tomate (*Solanum lycopersicum* L. cv. 'Flavorino'). Des fruits récoltés au stade « 10% breaker » ont été soumis à différents traitement lumineux DEL (obscurité, bleu, rouge, blanc, rouge lointain, et pulses UV) lors de la phase climatérique, durant deux saisons consécutives (printemps/été et automne/hiver).

**Traitements (graphiques de gauche):** obscurité (Dk), blanc (White), bleu (Blue), rouge (Red), rouge lointain (FarRed), et pulses UV (UV). **Variables (graphiques de droite):** Cyclohexane (1), 1-penten-3-ol (2), pentanal (3), ethyl propylamine (4), n-propyl acetate (5), 3-methyl-1-butanol (6), 2-methyl-1-butanol (7), 2-methyl-2-butenal (8), *trans*-2-pentenal (9), hexanal (10), *n*-butyl acetate (11), Furfural (12), 1-nitrobutane (13), methyl butyl acetate 1 (14), methyl butyl acetate 2 (15), heptanal (16), amyl acetate (17), benzaldehyde (18), *cis*-3-hexenyl acetate (19), hexyl acetate (20), b-phellandrene (21), 2-isobutylthiazole (22), nonanal (23), Citral (24), Phenylethyl acetate (25), 1-nitro-2-phenylethane (26), eugenol (27), Geranyl acetone (28), b-ionone (29).

## APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE ET/OU SUIVI À DONNER

Cette étude a démontré que des luminaires DEL de composition spectrale spécifique, positionnés à l'intérieur du couvert végétal, permettent d'accroître la vitesse de mûrissement des fruits de 3 à 7 jours et d'améliorer le rendement en fruits de 20 à 42%, dépendamment de la saison et des spectres lumineux. Bien que la technologie DEL soit de plus en plus abordable et efficace d'un point de vue énergétique pour les cultures horticoles à valeur ajoutée, le coût d'acquisition des luminaires DEL demeure élevé à une échelle commerciale. Néanmoins, la qualité et la distribution de la lumière au niveau des feuilles et des tomates améliorent le rendement et les composés bénéfiques pour la santé des tomates de serre ainsi que leur qualité post-récolte, ce qui constitue un outil de marketing intéressant pour la production d'aliments sains, goûteux et disponibles localement en toutes saisons.

## POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Nom du responsable du projet : Martine Dorais / Steeve Pepin

Téléphone : 418-656-2131 poste 3939 / 16238

Télécopieur : 418-656-3173

Courriel : [martine.dorais.1@ulaval.ca](mailto:martine.dorais.1@ulaval.ca) / [steeve.pepin.1@ulaval.ca](mailto:steeve.pepin.1@ulaval.ca)

## REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Ces travaux ont été réalisés grâce à une aide financière du Programme de soutien à l'innovation en agroalimentaire, un programme issu de l'accord du cadre Cultivons l'avenir conclu entre le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation et Agriculture et Agroalimentaire Canada.