

Modélisation de la préférence des consommateurs pour les tomates rondes en Suisse selon la qualité et la texture des fruits

Cédric CAMPS, Yannick FLEURY et Céline GILLI

Agroscope, 1964 Conthey, Suisse

Renseignements: Cédric Camps, e-mail: cedric.camps@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 481 35 30, www.agroscope.ch



Dégustation de variétés de tomates par des consommateurs.

Introduction

Avec 10kg par habitant et par an, la tomate est le légume frais le plus consommé en Suisse (Schwegler et Kuhlitz 2017). La production de tomates indigènes est d'environ 45000 t par an, ce qui en fait la deuxième production la plus importante dans le segment des légumes frais. Quant aux importations, elles s'élèvent à près de 38000 t par an.

Aujourd'hui, les consommateurs critiquent la qualité des tomates, et leurs attentes pour des tomates plus savoureuses sont grandes. Pour cette raison, il est prioritaire de comprendre leurs critères de préférence et ce qu'ils entendent exactement par «savoureux». Plusieurs articles ont fait état de travaux sur les tests de préférence des consommateurs (Carroll *et al.* 2013, Causse *et al.* 2003, Oltman *et al.* 2014, Serrano-Megías et López-Nicolás 2006). Une étude européenne a montré

que la compréhension des préférences des consommateurs est essentielle dans le processus d'amélioration de la qualité des fruits (Causse *et al.* 2010). Causse *et al.* (2010) soulignent que la saveur et la fermeté sont des critères clés pour les consommateurs aussi bien hollandais, français qu'italiens, auxquels 16 variétés de tomates avaient été soumises. Toutefois, l'étude précise que la texture de la tomate pouvait être appréciée de manière diverse, puisque certains consommateurs préfèrent les tomates fermes tandis que d'autres préfèrent les tomates fondantes. De ce fait, en complément à la mesure de la fermeté, une analyse plus approfondie de leur texture pourrait être un atout pour une meilleure connaissance des préférences des consommateurs. Il est admis que la qualité et la texture des fruits représentent un défi en termes de sélection pour la production, d'itinéraires post-récolte et de valeur commerciale. Des valeurs seuils de fermeté ont été déterminées (Batu 2004, Tijssens et Evelo 1994). Batu (2004) a suggéré des valeurs de fermeté minimales de deux cultivars de tomate (Liberto et Criterium) qui sont, pour le marché, de 1,45 resp. 1,46 N.mm⁻¹, et seulement de 1,28 resp. 1,22 N.mm⁻¹ pour le consommateur. Sachant que les valeurs de texture dépendent des cultivars, chaque marché doit effectuer des analyses pour définir les préférences des consommateurs.

Au cours des dix dernières années, l'approche instrumentale de l'analyse de texture s'est considérablement améliorée et permet de caractériser les variétés de tomates à l'aide d'un grand nombre de paramètres de texture et d'analyses de données chimiométriques (Camps 2018, Camps et Gilli 2017).

Notre étude avait pour objectif de définir la préférence des consommateurs en Suisse. Dans ce but, 12 variétés de tomates ont été décrites selon leur texture, alors que leur qualité a été définie à l'aide d'un test de préférence conduit auprès de plusieurs centaines de consommateurs. Enfin, une tentative de modélisation de la préférence des consommateurs en fonction des approches instrumentales a été réalisée.

Matériel et méthodes

Matériel végétal

L'essai a été réalisé dans les serres d'Agroscope Conthey. Douze variétés de tomates rondes provenant de différents sélectionneurs ont été retenues. Cet échantillon comprenait des variétés anciennes ainsi que des variétés actuellement ou prochainement sur le marché. Elles ont été cultivées en pleine terre selon les directives de l'agriculture biologique. Il s'agit des

La plupart des études montrent que les systèmes de production ont peu d'effets sur la qualité de la tomate. Actuellement, le principal facteur dictant les différences qualitatives des tomates est le patrimoine génétique, autrement dit la variété.

La production de tomates de qualité est aujourd'hui un enjeu majeur en Suisse, car les consommateurs veulent des produits qui répondent à leurs attentes et à leurs préférences.

Un essai prenant en compte la diversification de la tomate ronde a été réalisé dans les serres d'Agroscope Conthey. Une gamme de douze variétés de tomates rondes de différents sélectionneurs a été choisie. Ces variétés dites anciennes, actuelles et futures ont été cultivées en sol sous serre selon les directives de l'agriculture biologique. Les douze variétés ont été présentées à un panel de plus de 500 consommateurs participant en 2016 à la Fête de la tomate et du terroir à Genève (Suisse). Au terme de la dégustation, les consommateurs ont été invités à exprimer leurs préférences et les 12 variétés ont ainsi pu être classées en fonction de leur degré d'appréciation. Paronset, Estiva, Cindel et Pilu ont été préférées, alors que Fiorentino et surtout Natyssa ont été les moins appréciées. Les tomates ont été analysées afin de déterminer les teneurs en sucres solubles (SSC) et en acidité (TA). La couleur de fond ainsi que la texture de la peau et de la chair ont également été mesurées. Les variétés préférées avaient les valeurs de SSC et TA les plus élevées et les valeurs de texture de la peau et de la chair les plus basses. Le faible indice de couleur de Natyssa, Admiro et Octydia semble avoir été préjudiciable aux jugements des consommateurs.

variétés Admiro (De Ruitter), Fiorentino et Cindel (Enza Zaden), Natyssa, Octidia et Estiva (Gautier Semences), Cristal et Paola (Clause HM), Pilu (Piluweri), Gloriette (Rijk Zwaan), Megaline et Paronset (Syngenta).



Qualité

Les tomates ont été récoltées la veille des analyses instrumentales et des tests de préférence des consommateurs. Les analyses de qualité ont consisté à mesurer la teneur en sucres solubles (SSC), l'acidité titrable (TA) et la couleur des fruits. La couleur a été déterminée en utilisant un colorimètre (Minolta CO, LTD, Chroma-mètre CR-400) et les résultats sont exprimés en L^* (clarté), a^* (rouge à vert) b^* (bleu à jaune) ainsi que le Chroma, le Hue et Cl. La teneur en sucres solubles a été mesurée sur chaque fruit à l'aide d'un réfractomètre numérique (Reichert r2mini Digital Pocket Refractometer, Etats-Unis) et les résultats exprimés en %Brix. L'acidité titrable (TA) a été déterminée par titrage jusqu'à un pH de 8,1 avec du NaOH 0,1N en utilisant un titrateur (Metrohm, 719S, Titrino, Suisse). Les résultats ont été exprimés en meq 100 g⁻¹ de masse fraîche.

Texture

La texture a été analysée pour chaque fruit en le soumettant, dans un premier temps, à un test de perforation (pénétrométrie) puis, dans un second temps, à un test de compression uniaxiale. La pénétrométrie a été réalisée avec un analyseur de texture (TA-XTplus, Stable Micro Systems, UK) équipé d'une sonde à aiguille de 2 mm. La sonde a été déplacée de la surface du fruit jusqu'à une profondeur de 5 mm à une vitesse de 10 mm s⁻¹. Le test a été effectué sur le côté équatorial de la tomate. Neuf valeurs numériques (paramètres de texture) ont été calculées à partir des courbes force / déplacement décrites par Camps (2017) et Camps et Gilli (2017).

Le test de compression uniaxiale a été réalisé avec l'analyseur de texture (TA-XTplus, Stable Micro Systems, UK) équipé d'une sonde plate de 50 mm de diamètre. La sonde a progressé jusqu'à atteindre une déformation relative finale du fruit de 5 %. La vitesse de déplacement de la sonde était de 10 mm s⁻¹. L'essai a eu lieu sur le côté équatorial du fruit (le fruit a été tourné de 90° par rapport à la mesure de pénétrométrie). Après avoir atteint une déformation de 5 %, la sonde revient à son point initial de déformation de 0 %. Six valeurs numériques ont été calculées à partir des courbes force / déformation. F_c est la force mesurée à 5 % de déformation du fruit, D_{c1} est le déplacement de la sonde de compression à F_c et E_c est le module d'élasticité expérimental correspondant à la pente de la courbe entre le point 0 et 5 % de déformation. W_{c1} est le travail mécanique nécessaire pour atteindre F_c et D_{c2} est la déformation mesurée pendant l'étape de décompression lorsque la courbe traverse l'axe

de déformation (force = 0). D_{c2} est un indicateur de la partie plastique (non viscoélastique) du fruit. W_{c2} est la mesure de travail mécanique pendant la phase de décompression. D_{c1-2} ($D_{c1}-D_{c2}$) permet d'évaluer le travail mécanique de l'hystérésis de la courbe.

Préférences des consommateurs

Le test de préférence a été réalisé lors de la Fête de la tomate et du terroir de Genève, qui a lieu une fois par an et qui est l'événement le plus important en Suisse consacré aux tomates. Les 12 variétés de tomates ont été proposées aux consommateurs (visiteurs du festival) qui devaient, après la dégustation, choisir entre trois niveaux d'appréciation gustative du fruit, symbolisés par des jetons similaires à ceux utilisés pour le jeu de poker: (1) niveau 100: j'aime beaucoup, (2) niveau 50: j'aime mais rien d'exceptionnel et (3) niveau 10: je n'aime pas. Le consommateur choisissait les jetons appropriés et les insérait dans une urne placée devant la variété dégustée. Cette approche simple et ludique visait à motiver un grand nombre de visiteurs à déguster afin d'avoir une idée réelle de l'appréciation des variétés.

Au terme de la dégustation, une note globale du test du consommateur a été calculée (équation 1).

Consommateurs Notes

$$(CN, \%) = 100pts * n_{100} + 50pts * n_{50} + 10pts * n_{10} / n_{total} \quad [1]$$

Avec « ni » le nombre de jetons de valeur « i » introduits lors de la dégustation dans les urnes de chaque variété de tomate.

Modélisation

Analyse factorielle discriminante (AFD)

Les données issues des analyses de texture et de qualité ont été rassemblées dans une matrice $X[n,p]$ avec n correspondant au nombre d'analyses de lots de tomates et p correspondant au nombre de paramètres de texture et de qualité. Dans notre étude, $n = 36$ pour l'analyse de 3 lots de 10 fruits par variétés et $p = 25$ pour les paramètres extraits des analyses de qualité et de texture.

L'analyse factorielle discriminante (AFD) a été réalisée sur les paramètres de qualité et de texture (Bertrand *et al.* 1990), les groupes qualitatifs à discriminer étant les variétés de tomates (12 groupes). Un critère de l'efficacité des AFD était la proportion de chaque variété correctement identifiée. Les observations correctement identifiées ont été comptées et

exprimées en pourcentage de fruits correctement classés. L'AFD calcule quelques ensembles de coordonnées factorielles, qui sont des combinaisons linéaires des variables d'origine. Les coordonnées factorielles sont de nouvelles «variables synthétiques» calculées dans le but de discriminer les observations. La corrélation entre les coordonnées factorielles et les variables prédictives est importante. Pour ce faire, les coefficients de corrélation entre les coordonnées factorielles et les variables d'origine ($p = 25$ paramètres) ont été calculés. Toutes les procédures statistiques ont été réalisées en utilisant l'environnement Matlab (The MatWorks, Inc., 3 Apple Hill Drive, Natick, MA 01760-2098 Etats-Unis).

Régression des moindres carrés partiels (PLS)

Une régression PLS a été utilisée comme méthode chimiométrique visant à prédire les notes des consommateurs en fonction des paramètres extraits des analyses de qualité et de texture. La précision du modèle obtenu a été évaluée en fonction du coefficient de détermination (R^2) et de l'erreur quadratique moyenne (RMSE). Toutes les procédures de régression PLS ont été effectuées en utilisant l'environnement Matlab (The MatWorks, Inc., 3 Apple Hill Drive, Natick, MA 01760-2098 Etats-Unis).

Résultats et discussion

Préférences des consommateurs

Le test de préférence des consommateurs visait à comparer douze variétés de tomates: Natissa, Fiorentino, Admiro, Octidia, Mégaline, Gloriette, Cristal, Pilu, Paola, Kanavaro, Cindel, Estiva et Paronset.

Les notes des consommateurs ont permis de classer les variétés des moins appréciées aux plus appréciées (fig. 1). La variété Natissa (CN = 37 %) était significativement moins populaire que toutes les autres. Elle a été particulièrement rejetée par les consommateurs, la quantité de jetons du niveau 10 («je n'aime pas») représentant 55 % du total des jetons, avec seulement 19 % des jetons de niveau 100.

A l'opposé, Estiva (CN = 56 %) et Paronset (CN = 57 %) étaient les deux variétés les plus appréciées.

Qualité et texture des variétés de tomates

Les tomates des douze variétés ont été soumises à des analyses de qualité et de texture. Les résultats, rassemblés dans la matrice $X[n,p]$, ont ensuite été traités dans une analyse factorielle discriminante (AFD) pour comprendre les différences potentielles entre les variétés et ainsi mieux caractériser les préférences des consommateurs. Avant d'effectuer l'AFD, un nombre optimal de facteurs doit être déterminé pour éviter ou limiter un effet de sur-apprentissage du modèle. Pour ce faire, nous avons tracé le nombre de variétés de tomates correctement classées en fonction du nombre de facteurs introduits dans l'AFD (fig. 2). Rapidement, après avoir introduit six facteurs, un plateau est atteint et la proportion de classification correcte cesse d'augmenter. Ainsi, les facteurs introduits au-delà du 6^e rang sont susceptibles d'introduire du bruit et de conduire à un sur-apprentissage du modèle. Dans les prochaines étapes de la présente étude, nous avons choisi de travailler avec un nombre optimal de six facteurs.

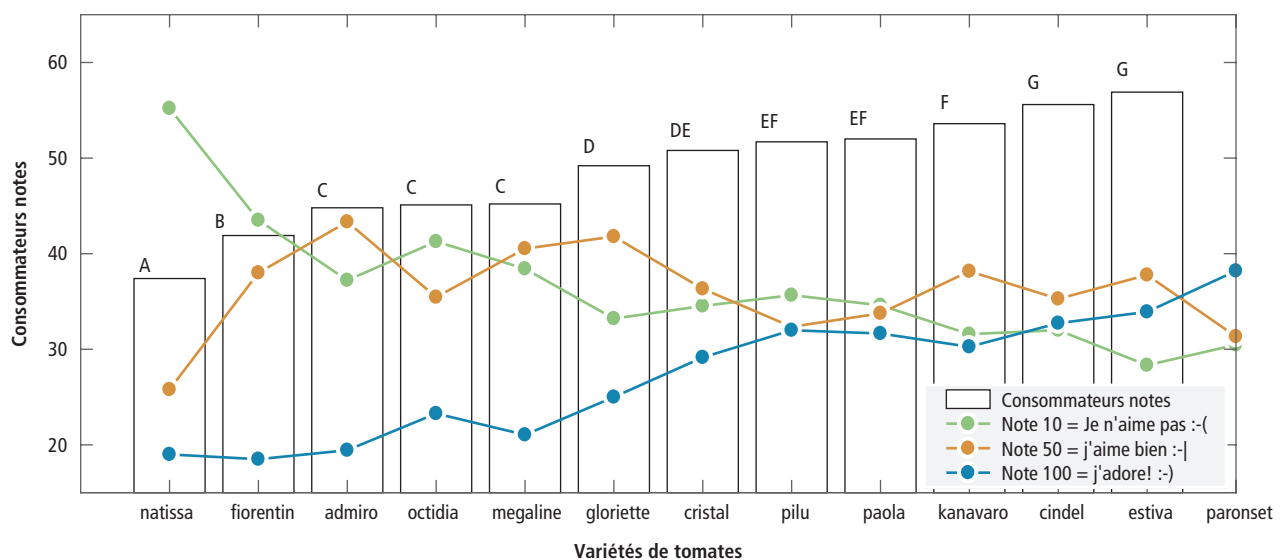


Figure 1 | Consommateurs notes (CN, %) (barres de l'histogramme) et détail des notes en fonction des quantité et valeurs des jetons de poker attribués à chaque variété (10, 50 or 100).

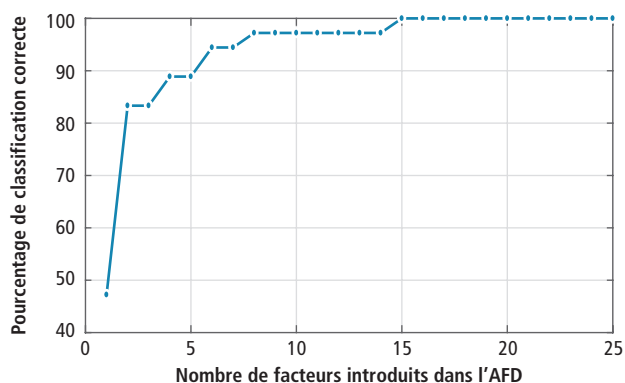


Figure 2 | Détermination du nombre optimal de facteurs à introduire dans la FDA.

La figure 3A montre la carte factorielle en fonction des quatre premières coordonnées factorielles. La première coordonnée factorielle (F1) a permis de distinguer les variétés les plus appréciées (Cristal et Estiva) de celles qui étaient les moins appréciées (Natissa et Fiorentino). Alors que le premier plan factoriel n'a pas permis de classer la variété la plus populaire Paronset, un deuxième plan (F3 vs F4) a permis de la positionner par rapport aux autres variétés (fig. 3B).

Le côté droit du premier plan factoriel est positivement corrélé aux paramètres de pénétrométrie (D_p , W_p), TA et, dans une moindre mesure, à SSC. Le même premier plan factoriel est corrélé négativement aux paramètres de compression (W_{C2} , W_{C1-2} , F_C , etc.). Enfin, le premier plan factoriel, qui décrit la variabilité principale des lots de tomates, est essentiellement lié

à la variabilité de la texture. Chaïb *et al.* (2007) ont montré que l'élasticité des tomates était corrélée au sentiment de fermeté de la chair apprécié par un panel d'analyse sensorielle entraîné. Dans notre étude, les valeurs les plus élevées de F_C ont été mesurées pour les tomates les moins populaires. Une étude sur la pomme a montré une corrélation entre les paramètres extraits de la pénétrométrie (F_p , D_p , etc.) et l'épaisseur de la cuticule ou encore la densité de la paroi cellulaire de l'épiderme (Camps *et al.* 2005). Dans notre analyse, la troisième coordonnée factorielle (F3) est positivement corrélée au paramètre F_p extrait de la pénétrométrie. Natissa, qui est la variété la moins populaire, est caractérisée par une valeur élevée de F_p , ce qui suggère qu'elle a un épiderme épais et résistant, un critère qui semblerait déplaire aux consommateurs. Enfin, développer une approche multi-paramètres pour comprendre l'appréciation de la texture par les consommateurs est important, car plusieurs études ont montré l'absence de corrélation entre l'appréciation de la fermeté par les consommateurs et la fermeté mesurée par un simple analyseur de « fermeté ». Par exemple, dans l'étude de Serrano-Megías et López-Nicolás (2006), aucune corrélation n'a été trouvée entre la dureté de la tomate évaluée par un expert sensoriel qualifié et un analyseur de fermeté HPE numérique (Shore HPE-A / HPE-P, DGM 93 18 389,5, Borås, Suède).

La **deuxième coordonnée factorielle** est corrélée aux paramètres de couleur (b^* , L^* et Chroma). La **troisième** est quant à elle essentiellement et positivement

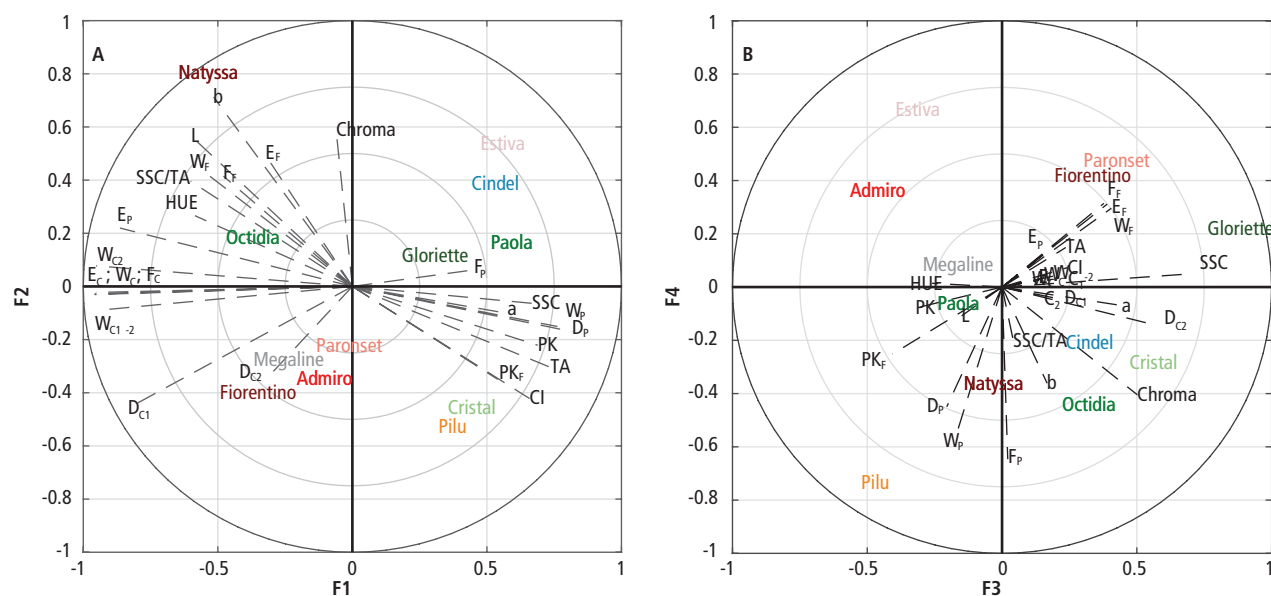


Figure 3 | Cartes factorielles issues de l'AFD d'après les 2 premières coordonnées factorielles (A) et d'après les 3^e et 4^e coordonnées factorielles (B). Les traits en tirets représentent les valeurs de corrélation entre les coordonnées factorielles et les paramètres de qualité/texture.

corrélée à la teneur en sucres solubles (SSC), tandis que la **quatrième** est négativement corrélée au paramètre de pénétrométrie lié à la dureté de la peau (F_p), comme mentionné précédemment.

La matrice de confusion montre qu'un tiers des fruits appartenant à la variété Fiorentino ont été confondus avec ceux de la variété Paronset. Cette confusion peut s'expliquer par la quatrième coordonnée factorielle, qui indique que les deux variétés présentent de faibles valeurs de F_p , ce qui signifie une faible dureté de la peau.

Globalement, il ressort que les paramètres des analyses de texture et de qualité utilisés dans un modèle AFD ont permis de classer les variétés de tomates avec une grande précision.

Matrice de confusion

	Admiro	Cindel	Cristal	Estiva	Fiorentino	Gloriette	Megaline	Natyssa	Octidia	Paola	Paronset	Pilu
Admiro	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cindel	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cristal	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estiva	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
Fiorentino	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0
Gloriette	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
Megaline	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
Natyssa	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0
Octidia	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0
Paola	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0
Paronset	0	0	0	0	33.33	0	0	0	0	0	66.67	0
Pilu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100

Figure 4 | Matrice de confusion issue de l'AFD.

Modélisation des préférences des consommateurs

Ce modèle a été réalisé pour tenter de décrire la préférence des consommateurs en fonction des paramètres de texture et de qualité. Pour cela, une régression PLS utilisant la matrice $X[n, p]$ (comprenant les données de qualité et de texture ainsi que le vecteur $y[n, 1]$) et rassemblant les notes des consommateurs a été effectuée.

Tout d'abord, des procédures de maximisation de la valeur de R^2 et de minimisation de la valeur de RMSE ont été réalisées pour déterminer le nombre optimal de variables latentes à introduire dans le modèle PLS. Pour ce faire, un premier modèle PLS artificiel a été simulé en utilisant un grand nombre de variables latentes, un tel modèle étant artificiellement sur-ajusté. La figure 5 illustre les valeurs RMSE et R^2 en fonction du nombre de variables latentes. Lorsque les valeurs de RMSE et R^2 atteignent un plateau, le nombre correspondant de variables latentes peut être considéré comme optimal, puisque des variables supplémentaires ne permettent pas d'améliorer significativement les

performances du modèle. Dans le cas présent, le nombre optimal de variables latentes est de cinq environ. Le modèle PLS a de ce fait été établi avec cinq variables latentes et a permis de prédire assez précisément les notes des consommateurs.

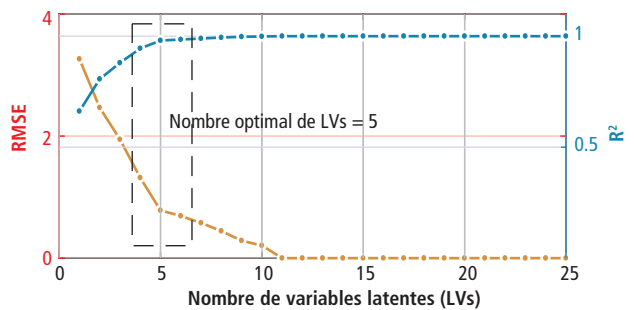


Figure 5 | Détermination du nombre optimal de variables latentes (LV) à introduire dans le modèle PLS. RMSE: erreur quadratique moyenne, R^2 : coefficient de détermination.

La figure 6 compare, pour les 12 variétés, les notes attribuées par les consommateurs avec les notes prédites. Il ressort que ces données sont corrélées de manière quasi parfaite et rendent le modèle prometteur. Le R^2 est de 0,98 et la valeur de RMSE est de 0,78. Pour comprendre le poids de ces paramètres dans le modèle PLS, la corrélation entre les variables latentes de PLS et les paramètres de données de qualité et de texture a été calculée. L'équation finale permettant la prédiction des notes des consommateurs peut être la suivante (équation 2):

$$CN(\%) = \beta_0 + \beta_1 \cdot LV_1 + \beta_2 \cdot LV_2 - \beta_3 \cdot LV_3 + \beta_4 \cdot LV_4 - \beta_5 \cdot LV_5 \quad [2]$$

$$CN(\%) = \beta_0 + \beta_1 \cdot E_c + \beta_2 \cdot F_p - \beta_3 \cdot D_{C2} + \beta_4 \cdot SSC - \beta_5 \cdot L_{COLOR} \quad [3]$$

Avec β_i qui représente les coefficients de régression attribués à chaque variable latente (LV_i) (équation 2) ou, dans le cas présent, le paramètre le plus corrélé à chaque LV (équation 3). β_0 : la constante.

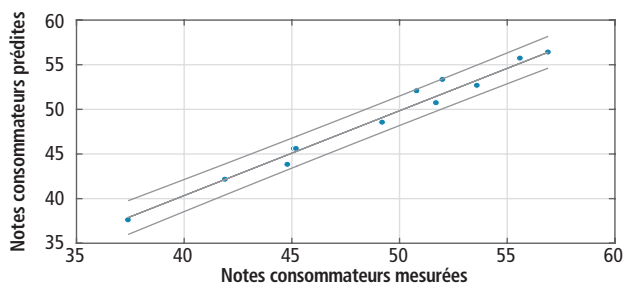


Figure 6 | Valeurs réelles vs valeurs prédites par PLS des notes attribuées par les consommateurs lors de la dégustation des tomates.

Dans une étude sur la pomme qui visait à prédire les attributs sensoriels en utilisant des mesures physiques, Mehinagic *et al.* (2004) ont montré que le paramètre F_p de pénétrométrie était principalement corrélé à la perception sensorielle de croquant/craquant et le paramètre F_c à la perception sensorielle de jutosité ou de farineux. Cela signifie que « la pénétrométrie semble mieux adaptée pour l'appréciation de la texture de la peau du fruit alors que le test de compression semble plus adapté pour définir la texture de la chair ».

Dans le modèle PLS développé dans notre étude, la première variable latente était fortement corrélée à E_c (paramètre de la texture composite entre la peau et la chair) et la seconde variable latente était fortement corrélée à F_p (paramètre de la texture de la peau). La teneur en sucres solubles et l'aspect du fruit (couleur) sont fortement corrélés aux 4^e et 5^e variables latentes. Ainsi, le modèle obtenu montre que les textures chair et peau occupent une place prépondérante parmi les critères de préférence des consommateurs, bien avant la teneur en sucres solubles et la couleur. Une équation simplifiée de prédiction pourrait donc être la suivante (équation 4) :

$$CN(\%) = \text{TEXTURE}_{\text{Flesh}} + \text{TEXTURE}_{\text{Skin}} + \text{SSC} + \text{Color} \quad [4]$$

Bibliographie

- Batu A., 2004. Determination of acceptable firmness and colour values of tomatoes. *Journal of Food Engineering*. **61** (3), 471-475. 10.1016/S0260-8774(03)00141-9
- Bertrand D., Courcoux P., Autran J. C. & Méritan R., 1990. Stepwise canonical discriminant analysis of continuous digitalized signals: Application to chromatograms of wheat proteins. *Journal of Chemometrics*. **4** (3bis), 427-413.
- Camps C., 2017. Singular approach to penetrometry by preprocessing of digitized force-displacement curves and chemometry: A case study of 12 tomato varieties. *J Texture Stud*. 10.1111/jtxs.12316
- Camps C. & Gilli C., 2017, Prediction of Local and Global Tomato Texture and Quality by FT-NIR Spectroscopy and Chemometric. *Eur. J. Hort. Sci.* **82** (3), 126-133.
- Camps C., Guillermin P., Chevalier M., Mauget J. C. & Bertrand D., 2005. Analysis of Cell Wall Quantity and Cuticle Thickness of Apple Fruits and Relations with some of their Rheological Properties. Paper presented at. FRUTIC 05, Information and technology for sustainable fruit and vegetable production - Section 4. Sensors (Montpellier, France).
- Carroll K. A., Bernard J. C. & Pesek Jr J. D., 2013. Consumer preferences for tomatoes: The influence of local, organic, and state program promotions by purchasing venue. *J. Agric. Resour. Econ.* **38** (3), 379-396.
- Causse M., Buret M., Robini K. & Verschave P., 2003. Inheritance of Nutritional and Sensory Quality Traits in Fresh Market Tomato and Relation to Consumer Preferences. *Journal of Food Science*. **68** (7), 2342-2350. 10.1111/j.1365-2621.2003.tb05770.x

Conclusion

- Cette étude avait pour objectif de tenter une modélisation des références des consommateurs pour les variétés de tomates rondes en accordant une attention particulière aux propriétés de la texture. L'étude a été réalisée avec des consommateurs présents à la Fête de la tomate et du terroir à Genève (Suisse).
- Les essais ont montré que la modélisation des préférences des consommateurs en fonction des paramètres de texture et de qualité est possible.
- L'équation de modélisation repose sur quatre groupes de critères. Ces groupes, classés du plus au moins important, sont: (1) texture de la chair, (2) texture de la peau, (3) SSC et (4) couleur / aspect.
- Les résultats sensoriels ont confirmé l'importance du critère « texture ». Le modèle obtenu montre que la texture de la chair et de la peau occupe une place prépondérante parmi les critères de préférence des consommateurs, bien avant la teneur en sucres solubles et la couleur.
- A l'avenir, des modèles devraient être développés pour les autres types de tomates (cerise, grappe, etc.).
- La segmentation des consommateurs en fonction des facteurs sociaux tels que l'âge, le sexe, le mode de vie, etc. devrait permettre d'affiner les modèles développés. ■

- Causse M., Friguet C., Coiret C., Lépicié M., Navez B., Lee M., Holthuysen N., Sinesio F., Moneta E. & Grandillo S., 2010. Consumer Preferences for Fresh Tomato at the European Scale: A Common Segmentation on Taste and Firmness. *Journal of Food Science*. **75** (9), S531-S541. doi:10.1111/j.1750-3841.2010.01841.x
- Chaïb J., Devaux M.-F., Grotte M.-G., Robini K., Causse M., Lahaye M. & Marty I., 2007. Physiological relationships among physical, sensory, and morphological attributes of texture in tomato fruits. *Journal of Experimental Botany*. **58** (8), 1915-1925. 10.1093/jxb/erm046
- Mehinagic E., Royer G., Bertrand D., Symoneaux R. & Jourjon F., 2004. Prediction of the sensory quality of apples by physical measurements. *Postharv. Biol. Technol.* **34**, 257-269.
- Oltman A. E., Jervis S. M. & Drake M. A., 2014. Consumer attitudes and preferences for fresh market tomatoes. *Journal of Food Science*. **79** (10), S2091-S2097. 10.1111/1750-3841.12638
- Schwegler P. & Kuhlitz C., 2017. <https://www.agrarbericht.ch/fr/marche/produits-vegetaux/legumes>
- Serrano-Megias M. & López-Nicolás J. M., 2006. Application of agglomerative hierarchical clustering to identify consumer tomato preferences: influence of physicochemical and sensory characteristics on consumer response. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. **86** (4), 493-499. 10.1002/jsfa.2392
- Tijskens L. M. M. & Evelo R. G., 1994. Modelling colour of tomatoes during postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology*. **4** (1-2), 85-98. [http://dx.doi.org/10.1016/0925-5214\(94\)90010-8](http://dx.doi.org/10.1016/0925-5214(94)90010-8)

Summary**Modeling of consumer preference for round tomatoes in Switzerland according to fruit quality and texture**

Most studies show that the production system has few effects on tomato quality. For now, the main factor dictating the quality differences of tomatoes is the genetic heritage, in other words the variety. Today, the production of quality tomatoes is a key issue for Switzerland as consumers expect the product to be in line with their expectations and preferences.

A trial considering the diversification of the round-type tomato was carried out in the greenhouses of Agroscope Conthey. A range of twelve varieties of round tomatoes of various breeders was chosen. These so-called old, current and future varieties were cultivated in soil under greenhouse according to the guidelines of organic farming.

The 12 tomato varieties were submitted to a panel of more than 500 consumers attending the "Tomato and Terroir Festival" (Geneva, CH, 2016). Consumers were asked to express their preferences after tasting the tomatoes. The 12 varieties could thus be classified according to their degree of appreciation. Among the most appreciated: Paronset, Estiva, Cindel and Pilu, among the least appreciated: Fiorentino and especially Natyssa. The tomatoes were analyzed to determine the SSC, TA, background color but also the texture of the skin and flesh. The preferred varieties had the highest SSC and TA values and at the same time the lowest skin and flesh texture values. The low color index of Natyssa, Admiro and Octydia appears to have been detrimental to consumer judgments.

Keywords: Tomato varieties, skin texture, flesh texture, chemometric modelling.

Zusammenfassung**Modellierung der Konsumenten-Vorliebe für runde Tomaten basierend auf der Qualität und Textur der Früchte in der Schweiz**

Die meisten Studien zeigen, dass die Produktionssysteme wenig Einfluss auf die Qualität der Tomaten haben. Der Hauptfaktor für die qualitativen Unterschiede der Tomaten ist derzeit beim genetischen Erbgut zu suchen, das heisst also bei der Sorte. Die Produktion von Qualitätstomaten stellt heute in der Schweiz eine grosse Herausforderung dar, die Konsumenten verlangen heute, dass das Produkt ihren Erwartungen und ihren Vorlieben entspricht. In den Agroscope Gewächshäusern Conthey ist ein Versuch welcher die Diversifizierung der runden Tomate berücksichtigt durchgeführt worden. Es ist eine Palette von zwölf Sorten runder Tomaten von verschiedenen Züchtern gewählt worden. Diese alten, aktuellen und zukünftigen Sorten sind im Gewächshaus auf dem Boden gemäss biologischen Richtlinien angebaut worden. Die 12 Tomatensorten sind anlässlich des „Festival tomate et terroir“ (Genève, CH, 2016) einem Publikum von 500 Konsumenten präsentiert worden. Nach der Degustation der Tomaten sind die Konsumenten dazu aufgefordert worden, ihre Vorlieben auszudrücken. Die beliebtesten Sorten waren: Paronset, Estiva, Cindel und Pilu, wenig beliebt waren dahingegen: Fiorentino und insbesondere Natyssa. Die Tomaten sind analysiert worden um deren Gehalt an löslicher Feststoffgehalt (SSC), Säure (TA), Grundfarbe aber auch die Textur von Schale und Fruchtfleisch zu bestimmen. Die beliebtesten Sorten wiesen die höchsten SSC und TA –Werte auf und die Werte für die Struktur von Schale und Fruchtfleisch waren am niedrigsten. Das schwache Farbindiz der Sorten Natyssa, Admiro und Octydia scheinen sich Nachteil auf das Urteil der Konsumenten ausgewirkt zu haben.

Riassunto**Modellizzazione della preferenza dei consumatori per i pomodori tondi in Svizzera in base alla qualità e alla consistenza dei frutti**

La maggior parte degli studi mostra che i sistemi di produzione non influiscono molto sulla qualità del pomodoro. Per ora, il fattore principale che determina le differenze qualitative dei pomodori è il patrimonio genetico, ossia la varietà. Oggigiorno, la produzione di pomodori di qualità è una sfida importante in Svizzera, poiché i consumatori si aspettano che il prodotto risponda alle loro aspettative e alle loro preferenze. Nelle serre di Agroscope a Conthey è stata realizzata una prova che considerava la diversificazione del pomodoro tondo liscio. Si è scelto una gamma di dodici varietà di pomodori tondo lisci provenienti da diversi selezionatori. Queste varietà antiche, attuali e future sono state coltivate in suolo in serra, secondo le direttive dell'agricoltura biologica. Successivamente esse sono state presentate ad un panel di oltre 500 consumatori che partecipavano al "Festival tomate et terroir" (Ginevra, CH, 2016). Dopo aver provato i pomodori i consumatori sono stati invitati ad esprimere le loro preferenze e le 12 varietà hanno potuto essere classificate in funzione del loro grado d'apprezzamento. Tra le più apprezzate si situano Paronset, Estiva, Cindel e Pilu, tra quelle meno apprezzate Fiorentino e, soprattutto, Natyssa. I pomodori sono stati analizzati in modo da poterne determinare il tenore in zuccheri solubili, l'acidità, il colore di fondo, ma pure la tessitura della pelle e la consistenza della polpa. Le varietà preferite avevano valori di zuccheri solubili e di acidità più elevati, mentre i valori sia della tessitura della pelle, sia della polpa risultavano essere più bassi. Il debole indice di colore di Natyssa, Admira e Octydia sembra aver gravato sui giudizi dei consumatori.