

Etude des caractéristiques pomologiques, physico-chimiques et sensorielles de la maltaise demi-sanguine cultivée dans les nouvelles zones agrumicoles en Tunisie

I. FARHAT^{1*}, C. DAMERGI², H. BOUKHRIS², M. HAMMAMI³, M. CHERIF¹, B. NASRAOUI¹

¹ Département de protection des plantes et des maladies de post-récolte, Institut National Agronomique de Tunisie, 1082 Tunis, Tunisie.

² Département des ressources animales, halieutiques, technologies agro-alimentaire, Institut National Agronomique de Tunisie, 1082 Tunis, Tunisie.

³ Laboratoire des Plantes Aromatiques et Médicinales, Centre de Biotechnologie de Borj Cédria, BP 901, 2050 Hammam-Lif, Tunisie.

*Corresponding author: farhatimen@outlook.es

Abstract - A comparative study of pomological, physico-chemical and sensory parameters of the 'Maltaise demi sanguine' orange grown in different sites in the Cap Bon and on the new citrus growing areas of Tunisia was conducted. In the case of pomological parameters, orange maintained its internal features better than the external ones. This difference could be due to the acclimatization of the fruit to the environmental conditions in which it grows or to the cultural practices since variability has been observed in same locations too. The fruit maturity index allowed the classification of the fruit into eight groups. In the case of sensory analysis, the correlation between the scores given by the panelists and the results of physico-chemical parameters allows to trust the tasters when marking the color, pulpy and acid parameters.

Keywords: *Citrus sinensis*, Maltaise, pomology, sensory analysis

Résumé - Une étude comparative des paramètres pomologiques, physico-chimiques et sensorielles de la 'Maltaise demi sanguine' cultivée dans différents sites au Cap Bon et dans les nouvelles zones agrumicoles a été effectuée. Dans le cas des paramètres pomologiques, l'orange conserve mieux ses caractéristiques internes que celles externes. Cette différence pourrait être due à l'acclimatation du fruit aux conditions du milieu où il évolue ou aux pratiques culturelles vu la variabilité observée au sein de la même région dans certains cas. L'indice de maturité des fruits a également permis le classement des parcelles en huit groupes distincts et sans tenir compte des régions. Dans le cas de l'analyse sensorielle, la corrélation entre les notes données par les dégustateurs et les résultats des paramètres physico-chimiques permettent de faire confiance aux dégustateurs quant aux paramètres couleur, pulpeux et acide.

Mots clés: *Citrus sinensis*, Maltaise, pomologie, analyse sensorielle

1. Introduction

Le sous-secteur des agrumes occupe une place importante à l'échelle nationale et surtout au Cap Bon qui reste la principale zone agrumicole, avec près de 11.000 hectares de vergers, soit 72.3 % de la surface agrumicole totale (18.000 ha) et 85% de la production totale du secteur. Cette zone est suivie de loin par les régions de Jendouba, Bizerte, Béja, Ben Arous, Ariana et Manouba, qui se partagent les 15 % qui restent (GIFruits 2006). Néanmoins, la structure des orangeries tunisiennes est entrain de changer, et l'on remarque non seulement une augmentation des superficies totales mais aussi une augmentation des effectifs avec des exploitations en majorité de petite taille (32.6% de la superficie correspond à des exploitations de moins de 5 ha) (Zekri et Laajimi 2001).

Sur le plan de la production, ce sous-secteur permet l'approvisionnement du marché intérieur en fruits frais pendant une période allant jusqu'à huit mois par an et absorbe ainsi près de 80 % de la production totale d'agrumes. Le reste de la production est destiné à l'exportation et concerne essentiellement la

'Maltaise demi-sanguine' qui est une variété spécifique à notre pays mais qui est sujette à une très forte concurrence (Laajimi et Ben Mimoun 2007).

En outre du facteur de concurrence, l'agrumiculture au Cap Bon se heurte à des problèmes liés aux changements des conditions climatiques et au déficit des eaux d'irrigation et leur qualité qui entravent l'évolution du secteur et la sauvegarde de son image de sous-secteur traditionnellement exportateur (Zekri et Laajimi 2001).

Dans ce cadre, et sous la pression du marché local et de l'export, l'extension des vergers agrumicoles et notamment ceux de la maltaise demi sanguine est impérative. D'ailleurs c'est dans ce cadre que s'inscrit ce travail, qui constitue une contribution à la description pomologique, physico-chimique et sensorielle de la variété 'Maltaise demi-sanguine' dans différents sites au Cap Bon et dans les nouveaux airs d'extension de la culture d'agrumes en Tunisie.

2. Matériel et méthodes

2.1. Echantillonnage et choix des sites de prospection

Nos visites ont porté sur différents sites au Cap Bon et dans les nouvelles zones agrumicoles. Ces sites ont été choisis à partir d'une liste fournie par le centre technique des agrumes et le choix des vergers a été effectué selon l'âge des plantations et des visites aux parcelles pour évaluer le niveau d'entretien des vergers. Dans ce cadre, 14 parcelles réparties entre les gouvernorats de Nabeul, Jendouba, Manouba et Kairouan ont été sélectionnées (Tableau 1).

La caractérisation et la description pomologique des fruits a été faite à partir d'un échantillon de 20 fruits et l'évaluation sensorielle à partir de 10 fruits cueillis d'une manière aléatoire.

Tableau 1. Caractéristiques des sites d'échantillonnage.

	Longitude	Latitude	Etage bioclimatique
Kairouan	35.610498	9.971974	aride supérieur
Grombalia	36.673768	10.579366	Semi aride supérieur
Oued Miz	36.473198	8.582575	sub humide
Bou Salem 1	36.617457	8.998776	sub humide inférieur
Bou Salem 2	36.637817	8.997467	sub humide inférieur
Beni Khaled 1	36.608471	10.609945	Semi aride supérieur
Beni Khaled 2	36.641961	10.586744	Semi aride supérieur
Bou Argoub 1	36.686330	10.577571	Semi aride supérieur
Bou Argoub 2	36.548982	10.554743	Semi aride supérieur
Menzel Bouzelfa 1	36.620397	10.546576	Semi aride supérieur
Menzel Bouzelfa 2	36.615367	10.547913	Semi aride supérieur
Manouba	36.804379	9.785319	Semi aride supérieur
Takelsa	36.792086	10.667673	Sub humide
Soliman	36.719662	10.525028	Semi aride supérieur

2.2. Evaluation de la qualité des oranges

La caractérisation et la description pomologique a été basée sur les critères fixés par le descripteur des agrumes établi par l'Institut International des Ressources Phytogénétiques (IPGRI 1999).

A coté des données descriptives, la couleur de l'épicarpe a été mesurée à l'aide d'un Chromamètre de poche. La coloration a été définie par les coordonnées L, a et b, et la couleur orange a été calculée à l'aide de la formule suivante :

$H^{\circ} = \text{Arctan}(b/a)$ (Jiménez-Cuesta et al. 1981).

La fermeté du fruit a été réalisée à l'aide d'un texturomètre (texture analyser TA.XT. Plus) assisté d'un logiciel : TEE32. L'objectif étant de déterminer la force de compression, une probe de 11.3 mm de diamètre a été utilisée avec une vitesse de 30mm/s et une déformation de 3 mm (Menesatti et al. 2009).

En outre, les paramètres physico-chimiques tels le rendement moyen en jus, la teneur en sucres totaux, l'indice de maturité... ont été calculés.

2.3. Evaluation sensorielle du jus d'orange

Le test retenu afin d'effectuer l'analyse sensorielle est le test d'analyse descriptive quantitative. Dans ce cadre, un groupe de 20 personnes a été entraîné à caractériser un jus d'orange frais. Puis chaque dégustateur a eu droit à des gobelets contenant chacun 15 ml de jus d'orange fraîchement pressé et les produits ont été présentés à raison de cinq échantillons par séance. Les séances de dégustation ont été réalisées dans des conditions maîtrisées afin que le sujet ne puisse pas s'influencer (Brochet 2001 and Depledt 1998).

2.4. Analyses statistiques

L'analyse de la variance a été effectuée en utilisant la procédure ANOVA du logiciel SPSS version 16.0 et les moyennes relatives à chaque traitement ont été comparées par les PPDS au seuil de signification 5% selon le test de Duncan.

3. Résultats et discussion

3.1. Paramètres pomologiques des fruits

3.1.1. Aspect externe

D'après le tableau 2, on constate que la texture des fruits est picotée et que la forme de la base du fruit est convexe dans toutes les parcelles. En ce qui concerne la forme du fruit, elle est plutôt sphéroïde, comme dans la description des principales caractéristiques des variétés d'oranges cultivées en Tunisie de l'AVFA (1992), dans toutes les parcelles sauf dans le cas des fruits de la parcelle 2 de la région de Bou Argoub et de la région de Oued Mliz qui ont la même forme de fruit ellipsoïde. Quant à la forme de l'apex, elle est arrondie dans la région de Beni Khalled, Menzel Bouzelfa 2, Bou Argoub 2, Oued Mliz, Kairouan et Manouba ; entre arrondie et déprimée pour Soliman et déprimée pour le reste des fruits. Dans le cas de la nature des glandes à huile, elle est décrite comme étant très perceptible pour les deux parcelles de Beni Khalled, Menzel Bouzelfa 1, Bou Argoub 1, Takelsa, Soliman, Bou Salem 1 et Manouba ; entre perceptible et très perceptible pour la région de Menzel Bouzelfa 2 et perceptible pour les autres. Ces glandes présentent une faible densité pour les fruits de Beni Khalled, Menzel Bouzelfa, Bou Argoub, Soliman, Grombalia, Bou Salem 2, Kairouan et Manouba ; intermédiaire pour Takelsa et Bou Salem 1 et entre faible et intermédiaire pour Oued Mliz et sont de petite taille (<0.8mm) dans toutes les régions sauf à Beni Khalled où elles sont grandes (=1.2mm).

3.1.2. Caractéristiques internes

Concernant les paramètres qualitatifs internes du fruit (Tableau 3), nous n'avons décelé des différences qu'au niveau de l'axe du fruit qui a été décrit comme étant plein pour Beni Khalled 1, Menzel Bouzelfa 2, Bou Argoub, Takelsa, Soliman, Grombalia, Bou Salem, Oued Mliz, Manouba et semi vide pour le reste, la forme de l'axe qui est ronde pour Beni khalled 1, Menzel Bouzelfa 2, Bou Argoub, Takelsa, Soliman, Grombalia, Bou Salem et Manouba et irrégulière pour les autres et le nombre de pépins qui a varié de 0 à l'intervalle [5,9].

Malgré cette variabilité, les résultats du nombre de pépins, vont de paire avec les conclusions de Saunt (1990) qui a affirmé que les fruits des variétés Moro et Maltaise ½ sanguine sont pratiquement sans pépins vu le fait que les fruits étudiés présentaient tous un nombre de pépins compris entre 0 et l'intervalle [1,4] et que la seule exception était dans la parcelle 1 de Bou Salem où le nombre de pépins était relativement élevé dans l'intervalle [5,9].

Tableau 2. Description des caractères externes des oranges Maltaise demi-sanguine

Régions	Forme	Forme de la base	Forme de l'apex	Texture de la surface	Nature des glandes à huile	Densité des glandes à huile	Taille des glandes à huile
Beni Khaled 1	sphéroïde	convexe	arrondie	picotée	très perceptible	faible (<40/cm ²)	grande (=1,2 mm)
Beni Khaled 2	sphéroïde	convexe	arrondie	picotée	très perceptible	faible (<40/cm ²)	Grande (=1,2 mm)
Menzel Bouzelfa1	sphéroïde	convexe	déprimée	picotée	très perceptible	faible (<40/cm ²)	Petite (<0,8 mm)
Menzel Bouzelfa2	sphéroïde	convexe	arrondie	picotée	ente perceptible et très perceptible	faible (<40/cm ²)	Petite (<0,8 mm)
Bou Argoub 1	sphéroïde	convexe	déprimée	picotée	très perceptible	faible (<40/cm ²)	petite (<0,8 mm)
Bou Argoub 2	ellipsoïde	convexe	arrondie	picotée	perceptible	faible (<40/cm ²)	Petite (<0,8 mm)
Takelsa	sphéroïde	convexe	déprimée	picotée	très perceptible	Intermédiaire (45 –65/cm ²)	Petite (<0,8 mm)
Soliman	sphéroïde	convexe	entre arrondie et déprimée	picotée	très perceptible	faible (<40/cm ²)	petite (<0,8 mm)
Grombalia	sphéroïde	convexe	déprimée	picotée	perceptible	faible (<40/cm ²)	petite (<0,8 mm)
Bou Salem 1	sphéroïde	convexe	déprimée	picotée	très perceptible	intermédiaire (45 –65/cm ²)	Petite (<0,8 mm)
Bou Salem 2	sphéroïde	convexe	déprimée	picotée	perceptible	faible (<40/cm ²)	petite (<0,8 mm)
Oued Mliz	ellipsoïde	convexe	arrondie	picotée	perceptible	entre faible et intermédiaire	petite (<0,8 mm)
Kairouan	sphéroïde	convexe	arrondie	picotée	perceptible	faible (<40/cm ²)	Petite (<0,8 mm)
Manouba	sphéroïde	convexe	arrondie	picotée	très perceptible	faible (<40/cm ²)	Petite (<0,8 mm)

Tableau 3. Paramètres qualitatifs internes

Région	Couleur de l'albédo	Uniformité de la forme du quartier	Axe du fruit	Forme de l'axe en coupe transversale	Uniformité de la couleur de la pulpe	Texture de la pulpe	Nombre de quartiers par fruits	Nombre moyen de pépins par fruit
Beni Khalled 1	blanc	uniforme	plein	ronde	uniforme	fibreuse	entre 10 et 14	entre 1 et 4
Beni Khalled 2	blanc	uniforme	semi-vide	irrégulière	uniforme	fibreuse	entre 10 et 14	entre 1 et 4
Menzel Bouzalfa 1	blanc	uniforme	plein	irrégulière	uniforme	fibreuse	entre 10 et 14	0
Menzel Bouzalfa 2	blanc	uniforme	plein	ronde	uniforme	fibreuse	entre 10 et 14	entre 1 et 4
Bou Argoub 1	blanc	uniforme	plein	ronde	uniforme	fibreuse	entre 10 et 14	entre 1 et 4
Bou Argoub 2	blanc	uniforme	plein	ronde	uniforme	fibreuse	entre 10 et 14	0
Takelsa	blanc	uniforme	plein	ronde	uniforme	fibreuse	entre 10 et 14	entre 1 et 4
Soliman	blanc	uniforme	plein	ronde	uniforme	fibreuse	entre 10 et 14	entre 1 et 4
Grombalia	blanc	uniforme	plein	ronde	uniforme	fibreuse	entre 10 et 14	0
Bou Salem 1	blanc	uniforme	plein	ronde	uniforme	fibreuse	entre 10 et 14	entre 5 et 9
Bou Salem 2	blanc	uniforme	plein	ronde	uniforme	fibreuse	entre 10 et 14	0
Oued Mliz	blanc	uniforme	plein	irrégulière	uniforme	fibreuse	entre 10 et 14	0
Kairouan	blanc	uniforme	semi-vide	irrégulière	uniforme	fibreuse	entre 10 et 14	entre 1 et 4
Manouba	blanc	uniforme	plein	ronde	uniforme	fibreuse	entre 10 et 14	entre 1 et 4

3.1.3. Paramètres quantitatifs

Dans le cas du rapport L/D (Figure 1A.), nous constatons que la moyenne des rapports oscille entre 0.92 dans le cas de Bou Salem et 1.05 dans le cas de Manouba. Ce résultat confirme celui de la description de la forme du fruit que nous avons qualifié de sphéroïde. En ce qui concerne la fermeté (Figure 1B.), l'observation de l'histogramme montre une grande variabilité entre les régions allant de 7.5 à 22.7 N pour les régions de Soliman et Bou Salem 1 respectivement. D'ailleurs, l'analyse statistique montre que la fermeté des oranges Maltaise présente une différence hautement significative entre les régions et le test Duncan nous donne 10 groupes significativement différents. Cette différence pourrait être due à la maturité des fruits qui est différente entre les parcelles de la même région et des régions distinctes. Pour ce qui en est de la luminosité de l'écorce (Figure 1C.), elle varie entre 55.29 et 61.9. Ainsi l'analyse de la variance montre qu'elle est hautement significative au seuil de 5% et le test Duncan révèle 6 groupes distincts. Cependant, la différence du teint orangé de l'écorce est beaucoup plus remarquable (Figure 1D.), surtout au niveau de la parcelle 1 de Bou Salem qui se démarque des autres parcelles avec la valeur la plus élevée 66.75° et la couleur la plus claire par conséquent. D'après l'analyse statistique la différence est hautement significative, montrant 10 groupes avec la classification de Duncan.

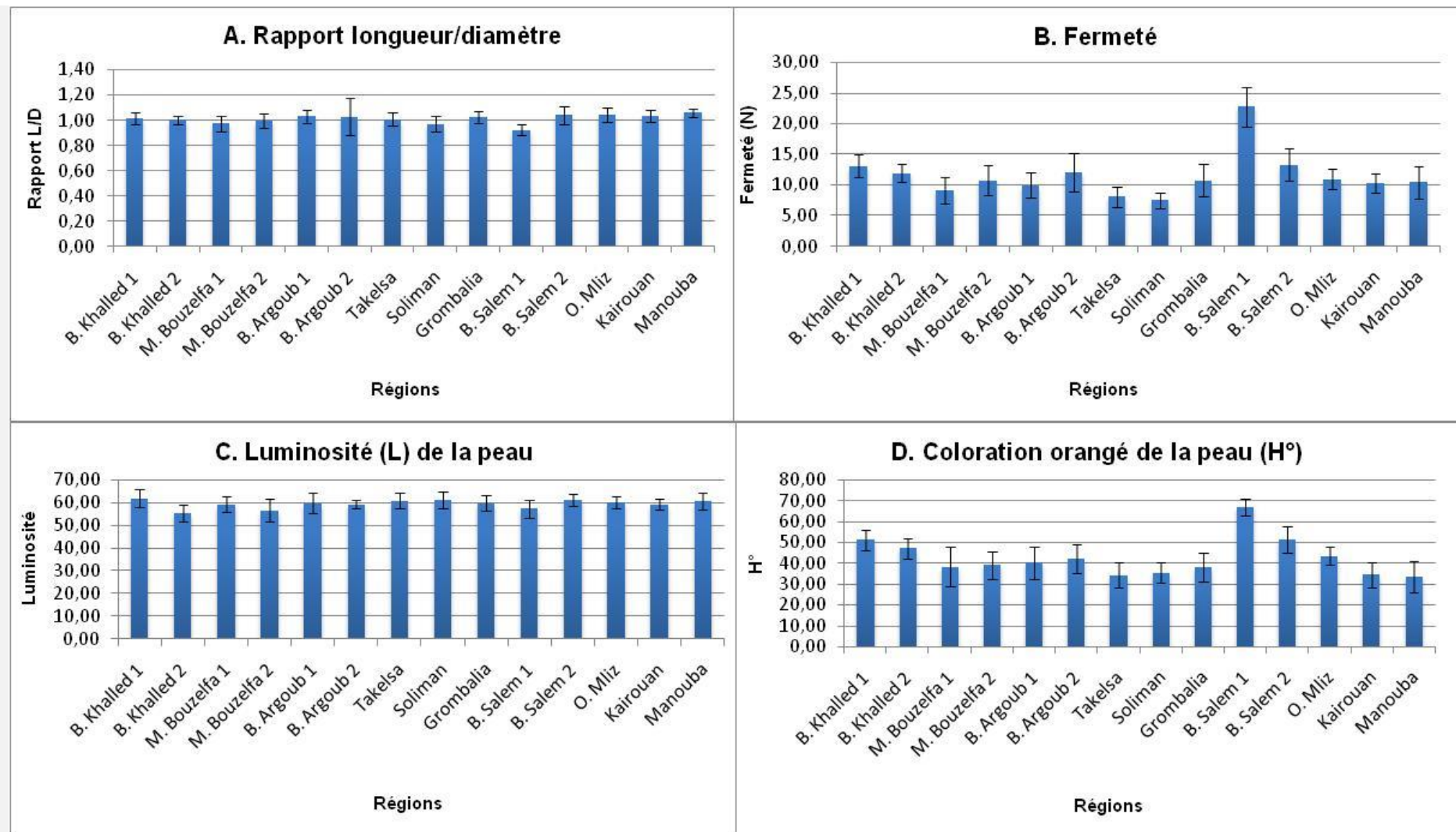


Figure 1: Paramètres quantitatifs des oranges.

3.2. Paramètres physico-chimiques

Dans le cas du rendement en jus (Figure 2A.), toutes les parcelles hormis la seconde parcelle de Bou Salem avec 44.05 % et celle de Manouba avec 55.35 %, ont donné des fruits dont le pourcentage de jus était aux alentours de 50 %. L'analyse de la variance est, également dans ce cadre, hautement significative entre les oranges des différents sites. Cependant, les valeurs trouvées sont toutes supérieures à 35% teneur minimale en jus pour l'exportation des agrumes en France (NOR : BUD D 04 00 015 2004).

Contrairement à la teneur en jus, la variabilité du pourcentage Brix (Figure 2B.) est plus prononcée entre les parcelles. En effet, les valeurs sont comprises dans un intervalle allant de 9.58 à 12.93 %. Dans ce cadre, les teneurs en sucres les plus élevées ont été enregistrées à Manouba, Menzel Bouzelfa, Grombalia et Kairouan. Tandis que, Oued Mliz et Bou Salem 2 ont présenté les teneurs les plus médiocres.

Les valeurs de l'acidité dépendent largement de l'origine, du climat, de la variété et du degré de maturité (Fellers 1985). Les teneurs en acides organiques chutent généralement à l'approche de la maturité des fruits, d'où l'acidité joue un rôle très important dans la détermination de la maturité du fruit.

Le dosage de l'acidité totale des jus étudiés (Figure 2C.) a montré que le jus de la maltaise demi-sanguine de Bou Argoub 2 est le moins acide (8.13 g/l), il est suivie de celui de Manouba (8.55 g/l), et de Kairouan (8.68 g/l). Alors que, le jus de Bou Salem 1 est le plus acide (12.61 g/l). Ces valeurs sont vérifiées d'être bien dans les normes puisque la teneur minimale d'acidité des agrumes (à l'exception des citrons et limettes) est de 6 g/l (CODEX STAN 247 2005).

L'indice de maturité, marqué par l'accroissement de la teneur en sucres du jus (E) et la diminution de son acidité (A), est défini comme étant le rapport sucres totaux (g/l) sur acidité totale (g/l). L'évaluation de cet indice permet de déterminer la date de récolte des fruits surtout lors de la saison d'exportation des oranges maltaise demi-sanguine. Dans ce cadre, le calcul de l'indice de maturité a révélé un rapport E/A > 7 (valeur minimale à partir de laquelle on peut récolter les oranges). Ces valeurs sont logiques vu le fait que les analyses ont été faites dans une période de maturité avancée pendant le mois de mars (Figure 2D.). Néanmoins, la variabilité de la teneur du jus en sucres totaux et en acidité titrable a donné des indices de maturité distincts compris entre 9.6 et 15.6. Cette hétérogénéité qui peut être compréhensible lors de la variation entre gouvernorats (étages bioclimatiques différents), est en revanche assez surprenante notamment au sein du Cap Bon où elle varie entre les délégations et au sein de la même délégation.

Ainsi, l'analyse de la variance a, de même, enregistré une différence hautement significative entre les parcelles étudiées et cette variance a permis à travers le test de Duncan, de classer les parcelles en 8 groupes répartis comme suit :

- Groupe 1 : Bou Salem 1 avec un IM = 9.61
- Groupe 2 : Beni khalled 1, Bou Salem 2, Soliman avec un IM = 10.45
- Groupe 3 : Beni khalled 2, Menzel Bouzelfa 1, Oued Mliz avec un IM = 11.38
- Groupe 4 : Takilsa avec un IM = 11.78
- Groupe 5 : Bou Argoub 1 avec un IM = 12.32
- Groupe 6 : Bou Argoub 2, Menzel Bouzelfa 2 avec un IM = 13.03
- Groupe 7 : Grombalia avec un IM = 13.55
- Groupe 8 : Kairoaun et Manouba avec un IM = 15.4

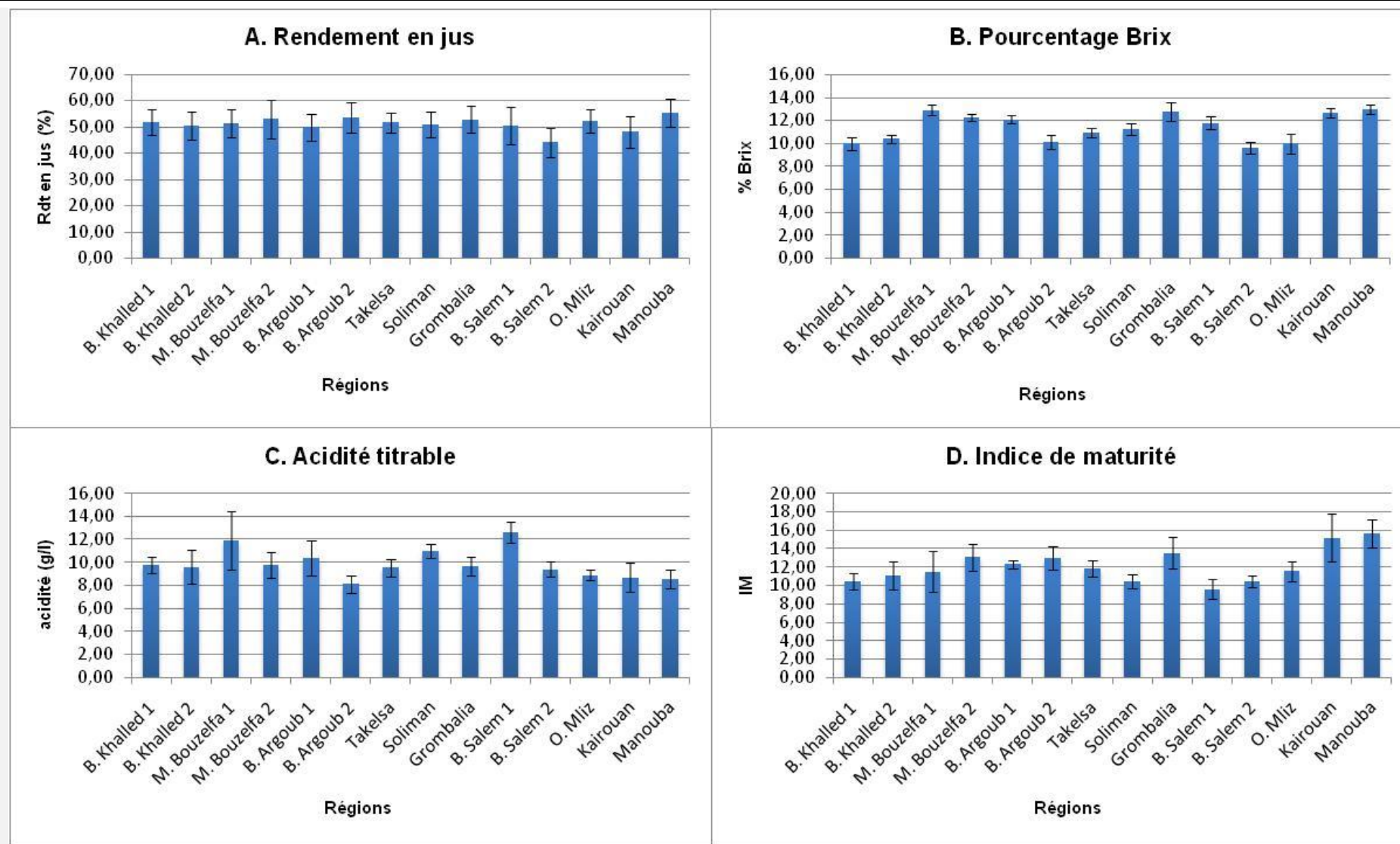


Figure 2: Paramètres physico-chimiques des oranges.

3.3. Etude des caractéristiques sensorielles des oranges

Afin de comparer les caractéristiques sensorielles des oranges provenant des différentes régions de la Tunisie, nous avons eu recours au classement des oranges selon leur indice de maturité.

Dans la figure 3A., nous pouvons comparer les différentes caractéristiques sensorielles des oranges provenant de Beni Khalled 1, de Soliman et Bou Salem 2. A même IM (10.45), le diagramme montre que les oranges provenant de Bou Salem ont une intensité d'odeur, de couleur et de pulpe plus importante que les oranges provenant de Soliman et de Beni Khalled. En revanche les oranges des trois régions présentent des notes identiques pour les attributs 'acide', 'équilibre' et 'Arrière-gout'. Enfin les oranges provenant de Soliman ont été jugées plus sucrées que celles des deux autres régions. Afin de mieux comprendre l'origine des différences au niveau de l'intensité des odeurs des oranges provenant des différentes régions, les composés volatils responsables des odeurs des oranges devraient être étudié. La couleur plus foncée des oranges de Bou Salem pourrait être expliqué par la présence de plus de pigments (jaune à orangé pour les flavonoïdes et les caroténoïdes, jaune pour les xanthophylles, rouge ou rouge violacé pour les anthocyanes et la violaxanthine). Ces pigments sont localisés au niveau de la pulpe des oranges et sont responsables de l'intensité de couleur orangé du jus d'orange. Dans le cas de la figure 3B., nous pouvons observer la variation des différentes caractéristiques sensorielles des oranges provenant de Beni Khalled 2, de Menzel Bouzelfa 1 et Oued Mliz à même indice de maturité (11.38). Ce diagramme montre que les oranges provenant de Oued Mliz sont plus pulpeuses, plus sucrées et moins acides que les oranges provenant de Beni khalled et Menzel Bouzelfa. En revanche, les oranges provenant de Menzel Bouzelfa sont plus foncées que les oranges provenant de Beni Khalled et Oued Mliz. Le faible taux du degré Brix des oranges de Beni Khalled pourrait être expliqué par la faible teneur en pulpe.

A même IM (13.03), les caractéristiques sensorielles des oranges provenant de Menzel Bouzelfa 2 et Bou Argoub 2 sont représentées dans la figure 3C.. Cette figure montre que les oranges de Menzel Bouzelfa sont de couleur orange plus intense, plus acides et ont une intensité d'odeur plus prononcée que les oranges provenant de Bou Argoub. Le caractère sucré est plus intense dans les oranges de Bou Argoub que les oranges provenant de Menzel Bouzelfa. Enfin les oranges des deux régions présentent des notes identiques pour les attributs 'équilibre', 'arrière gout' et 'pulpeux'. Pour établir le lien avec la provenance des oranges, la couleur à elle seule ne constitue pas un critère de détermination de l'origine des oranges. En effet, nous avons pu avoir des oranges de couleurs distinctes aussi bien entre des oranges provenant de la même région (Menzel Bouzelfa, Bou Argoub), que pour des oranges provenant de différentes régions (Bou Salem, Beni Khalled) et ayant le même indice de maturité. L'exposition au soleil des oranges prélevées pour l'analyse pourrait être à l'origine des différences de couleurs observées.

A partir du diagramme de la Figure 3D., nous pouvons observer la variation des différentes caractéristiques sensorielles des oranges provenant de Manouba et Kairouan. Les oranges de Manouba sont plus acides que les oranges provenant de Kairouan. Alors que les oranges des deux régions présentent des notes identiques pour les attributs 'équilibre', 'Arrière gout', 'pulpeux' 'sucré', 'Couleur' et 'odeur'.

Bien que les degrés d'ensoleillement de Kairouan et de Manouba soient distincts, à même IM (15.4), les oranges provenant de Kairouan ont la même couleur de jus que celles provenant de Manouba. Ceci confirme que le caractère couleur est complexe et mérite d'être étudié avec plus de précision en considérant l'ensemble des paramètres qui le déterminent (Pigments, ensoleillement, altitude, climat, T°C, orientation, ...). Finalement le critère couleur, ne peut être à lui seul un critère discriminatif de l'origine des oranges. Il en est de même pour l'acidité. En effet à même IM l'acidité sensorielle est identique pour les jus d'orange provenant des trois régions (Bou Salem, Soliman, et Beni Khalled), alors qu'elle est différente pour des jus d'orange provenant de régions voisines (Menzel Bouzelfa et Bou Argoub). Enfin l'acidité est également différente pour les jus d'orange provenant des deux régions distinctes Manouba et Kairouan. Néanmoins, l'acidité ne constitue, également, pas un critère indicatif de la provenance des oranges. Il semblerait donc que le dosage et la caractérisation des arômes, sucres réducteurs, acides organiques, polyphénols...pourraient nous aider à mieux cerner l'origine des oranges.

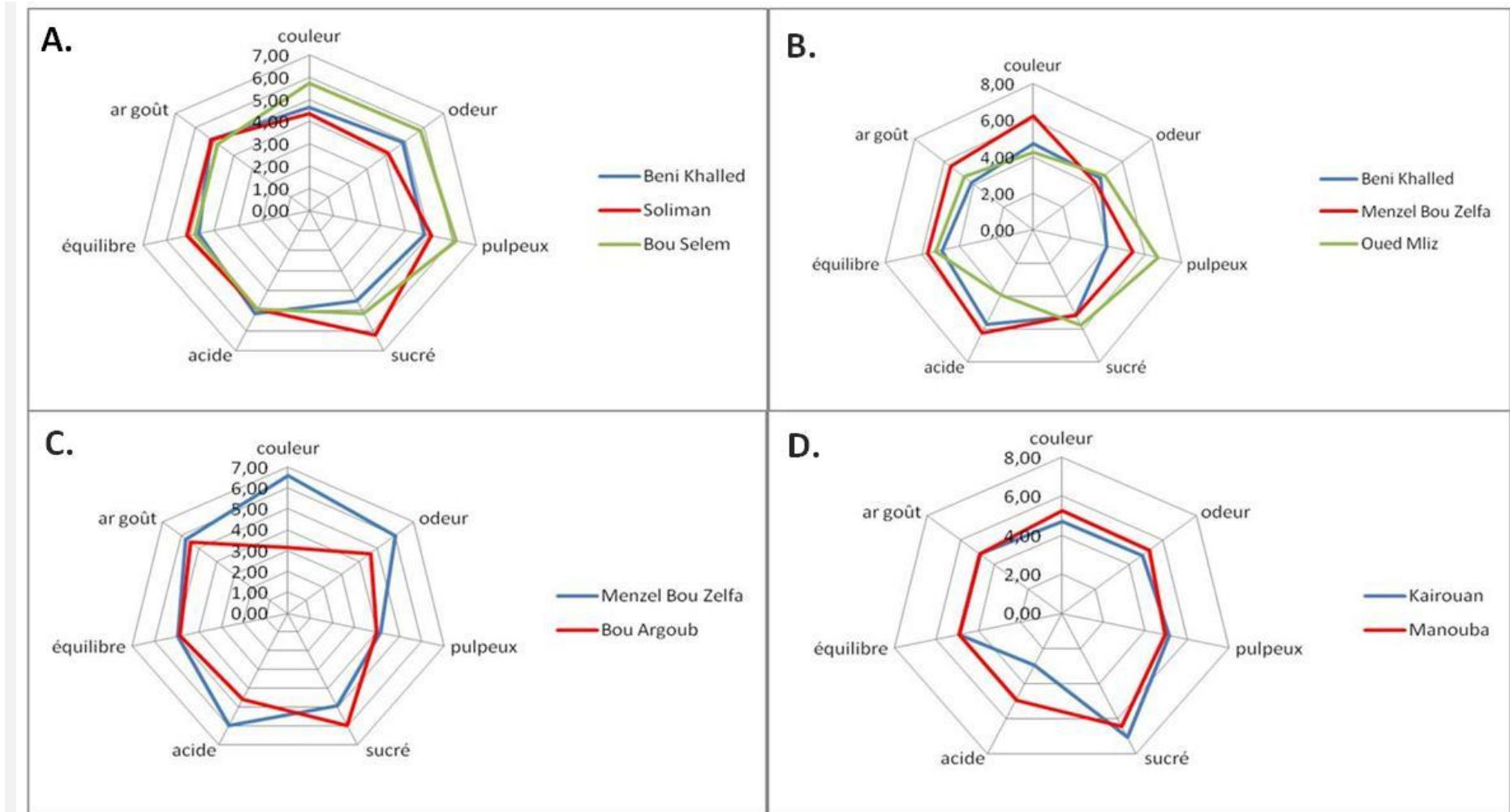


Figure 3. Caractéristiques sensorielles des oranges selon la classification des indices de maturité.

3.4. Corrélation entre les caractéristiques sensorielles et physico-chimiques

Pour vérifier la fiabilité des dégustateurs, des équations de régression et des corrélations entre les notes attribuées par les dégustateurs pour les différentes caractéristiques sensorielles, d'une part, et les critères déterminés à l'aide des analyse physico-chimiques, d'autre part ont été établies. Les principaux résultats obtenus sont rapportés dans la figure 4. La relation entre l'indice de la couleur orangé (H°) et la note de couleur attribuée par les dégustateurs du jus d'orange est linéaire ayant l'équation : $H^{\circ} = -1.43 * \text{Note de couleur} + 86.9$ avec $R^2 = 0.331$. Cette courbe montre que la note de couleur attribuée par les dégustateurs diminue de manière proportionnelle (-1.4) quand l'indice orangé augmente de 2 points. Cette relation nous permet de conclure que les différences de couleur perçues par les dégustateurs sont assez concordantes avec les différences de couleur entre les jus d'orange provenant des différentes régions de la Tunisie. Les jus ayant les notes les plus élevées ont les indices H° les plus faibles. Ce résultat s'explique par le rapport indice du Rouge/Jaune plus élevé pour les jus ayant un indice H plus faible. Les oranges les plus rougeâtres ont les valeurs de H les plus faibles et les notes d'intensité de couleurs les plus élevés.

La relation entre le degré Brix et la note de caractère pulpeux attribuée par les dégustateurs du jus d'orange est linéaire ayant l'équation $^{\circ}\text{Brix} = 0.656 * \text{Note de caractère pulpeux} + 9.388$ avec $R^2 = 0.717$. Cette courbe (Figure 4 B.) montre que la note du caractère pulpeux attribuée par les dégustateurs augmente de manière proportionnelle (0.656) quand le Brix augmente de 2 points. Cette relation nous permet de déduire que les différences de caractère pulpeux perçues par les dégustateurs sont assez concordantes avec les différences de degré Brix entre les jus d'orange provenant des différentes régions de la Tunisie. Le taux élevé de Brix est lié à la présence de pulpe. Donc quand on a plus de pulpe, les matières sèches se condensent et la densité optique au niveau du réfractomètre augmente.

D'après la figure 4C. La relation est linéaire entre le pH et la note d'acidité attribuée par les dégustateurs du jus d'orange ayant l'équation $\text{pH} = -0.064 * \text{Note d'acidité} + 3.733$ avec $R^2 = 0.698$. Cette courbe montre que la note d'acidité attribuée par les dégustateurs diminue de manière proportionnelle (-0.064) quand le pH augmente de 2 points. Cette relation nous permet de dire que les différences d'acidité perçues par les dégustateurs sont assez concordantes avec les différences de pH entre les jus d'orange provenant des différentes régions de la Tunisie.

D'après ces trois corrélations (couleur sensorielle/ H° ; présence de pulpe/Brix ; acidité sensorielle/PH) on peut faire confiance aux dégustateurs ; ils ont les mêmes tendances avec les caractères physicochimiques.

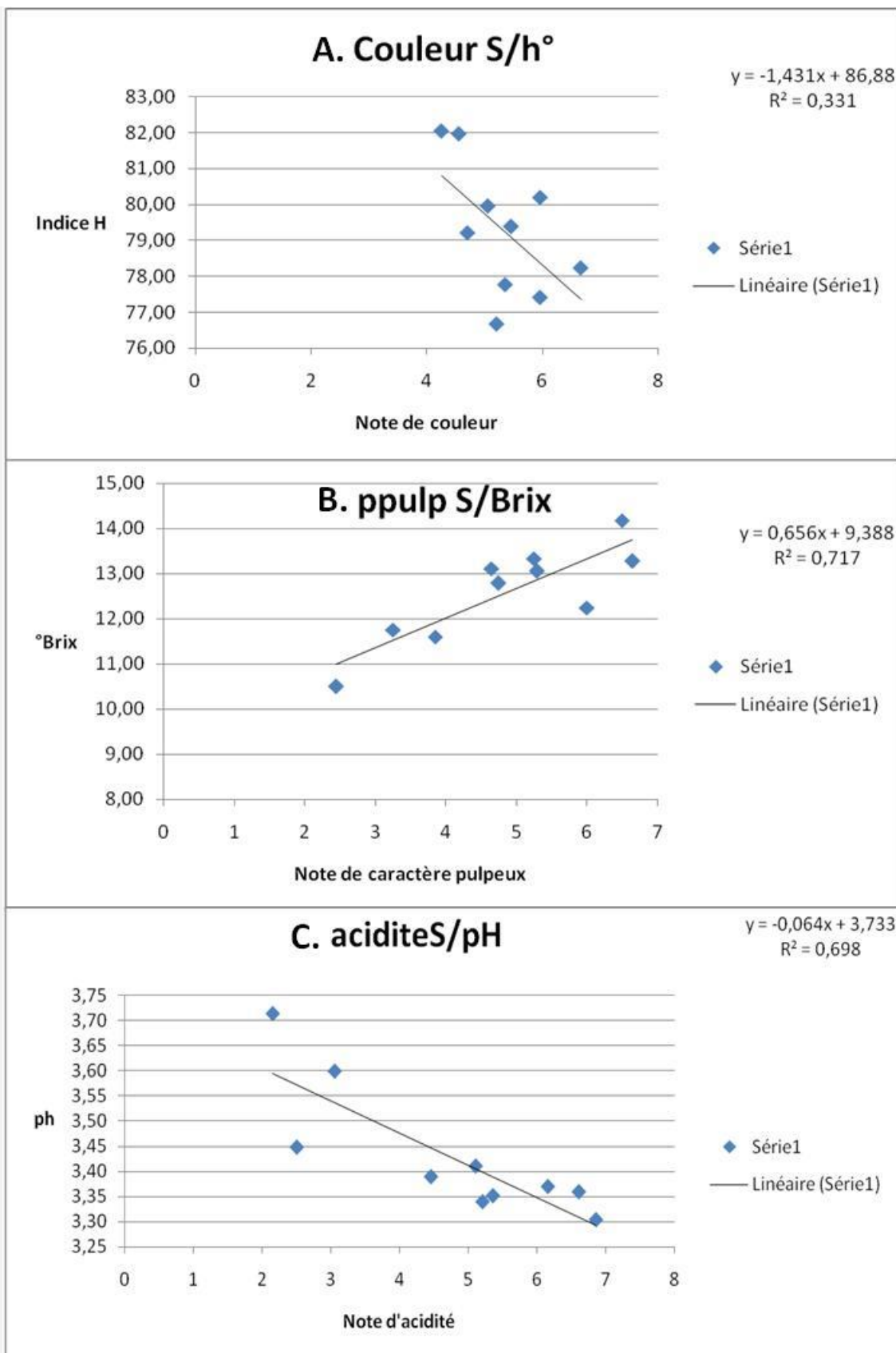


Figure 4. Courbes de régression linéaire et de corrélation entre les valeurs mesurées et les notes attribuées par les dégustateurs.

4. Conclusion

A partir de ce travail nous pouvons conclure que la Maltaise cultivée dans différentes régions de la Tunisie garde ses caractéristiques spécifiques à la variété et perd certaines caractéristiques pomologiques, physico-chimiques et sensorielles. Cette variabilité pourrait être influencée par les facteurs édaphiques des régions mais pourrait également être due aux pratiques culturales vu la variabilité observée au sein de la même région dans certains cas.

Pour mieux cerner cette différence une étude plus approfondie avec un échantillonnage plus pointu est envisagée. De même le recours à l'identification des composés volatils des oranges ainsi que la composition phénolique de la maltaise dans les différentes zones étudiées seraient d'une précieuse aide pour pouvoir caractériser cette orange et mieux promouvoir ce secteur et sa pérennité.

5. Références bibliographiques

- AVFA (1992)** Description des principales caractéristiques des variétés d'oranges cultivées en Tunisie. Tunis, Tunisie ; 25p.
- Brochet F (2001)** La dégustation., Etude des représentations des objets chimiques dans le champ de la conscience. Académie Amorim.
- CODEX STAN 247 (2005)** Norme générale codex pour les jus et les nectars de fruits.
- Depledt F (1998)** Evaluation sensorielle. Manuel méthodologique. Lavoisier, Paris, France ; 103p.
- Fellers P J (1985)** Citrus. Sensory Quality as Related to Rootstock, Cultivar, Maturity and Season. In: **Pattee H E (1985)** Evaluation of Quality of Fruits and Vegetables. AVI Publishing. Co: pp83-128.
- GIFruits (2006)** Mise en place d'un système de traçabilité pour la filière des agrumes. GIFruits, Tunisie.
- IPGRI (1999)** Descripteurs des agrumes. Citrus spp. Institut international des ressources phylogénétiques, Rome, Italie.
- Jiménez-Cuesta M, Cuquerella J et Martínez-Jávega J M (1981)** Determination of a color index for citrus fruit degreening. Proc. Int. Soc. Citriculture, 2: 750-753.
- Laajimi A et Ben Mimoun M (2007)** Euro Med Citrus Net -"Safe and High Quality Supply Chains between Mediterranean Partner Countries and Europe". D9 National Citrus Sector Analysis, pp.1-22.
- Menesatti P, Pallottino F, Lanza G et Paglia G (2009)** Prediction of blood orange MT firmness by multivariate modelling of low alternative penetrometric data set: A preliminary study. Postharvest Biology and Technology 51, 434-436.
- NOR : BUD D 04 00 015 (2004)** Normes de commercialisation applicables aux agrumes. Bulletin officiel des douanes .Politique agricole commune .Secteur des fruits et légumes frais. France ; 8p.
- Saunt J (1990)** Citrus varieties of the world. Sinclair International limited, England; 126 p.
- Zekri S et Laajimi A (2001)** Etude de la compétitivité de sous-secteur agrumicole en Tunisie. Cahier option méditerranéennes ; Vol57.