

Principales causes des écarts de triage des clémentines dans la région de Berkane

Belabess Z.¹, Benyazid J.² et El Guilli M.³

zineb.belabess@inra.ma

1 : INRA, Centre Régional de la Recherche Agronomique d'Oujda (CRRAO),
Laboratoire de Protection des Plantes (Qualipôle de Berkane).

2 : Faculté des Sciences d'Oujda, Laboratoire de Biochimie et Biotechnologie.,

3 : INRA, Centre Régional de la Recherche Agronomique de Kénitra, Laboratoire de
Phytopathologie et Qualité Post-Récolte.

Résumé

Les agrumes sont sensibles à de nombreuses contraintes biotiques et abiotiques qui affectent la production et génèrent un taux élevé des écarts de triage. La réduction de ce taux repose sur une bonne connaissance des causes de rejet des fruits au niveau des stations de conditionnement. C'est dans ce contexte que les principales causes des écarts de triage des fruits d'agrumes (cas des clémentines) ont été étudiées dans la région de Berkane. Un total de 4.606 fiches d'agrèage, relevant de la campagne agricole 2016-2017, a été récupéré auprès de quatre stations de conditionnement et a été analysé profondément pour identifier les principales causes des écarts de triage des clémentines dans la région de Berkane. Les taux des écarts de triage enregistrés varient entre 5 et 65%, avec une moyenne de 27% et 30% pour les fruits de coloration naturelle et ceux déverdis, respectivement. Cinq catégories des causes des écarts de triage des clémentines ont été identifiées. Les dommages physiques et chimiques, les dommages dus aux ravageurs, et les défauts de cueillette viennent en tête des catégories des imperfections observées sur fruits, suivis par les désordres physiologiques et les infections dues aux champignons phytopathogènes. La multitude des causes des écarts de triage et le développement rapide de la résistance aux pesticides communément utilisés dans les vergers et les stations de conditionnement de Berkane sont des indicateurs déclenchant l'alarme sur la nécessité de rechercher des alternatives durables pour la protection de la production des agrumes dans la région de Berkane.

Mots clés : Clémentine, ravageurs, désordres physiologiques, dommages physiques et chimiques, calibre, post-récolte.

Assessing the main causes of clementine grade-outs at packaging houses from Berkane

Abstract

Citrus plants are susceptible to biotic and abiotic stresses that affect both production quality and quantity, causing high rate of grade-outs and leading to very substantial financial losses to both farmers and the packaging houses. Reduction of this rate relies on a sound knowledge of the causes of fruit rejection at packaging houses. In this context, the main causes of citrus grade-outs (clementine) have been studied in the northeast of Morocco (Berkane area). 4.606 sorting and grading forms, of the crop year 2016-2017, have been recovered from four packaging houses settled in Berkane, and have been analyzed thereafter to identify the key causes of clementine grade-outs in this area. Five categories have been identified. Physical and chemical injuries, pests, and harvest defects head the list of imperfection categories, followed by physiological disorders and fungi. In particular, the recorded grade-outs rates ranged from 5% to 65%, with an average of 27% and 30% for natural and degreened fruits, respectively. The multitude of grade-outs causes and the rapid development of resistance to pesticides commonly used in citrus orchards and packaging houses are considered as serious indicators which triggered the alarm on the necessity of searching for sustainable alternatives to protect citrus production in Berkane area.

Keywords: Clementine, pests, physiological disorders, physical and chemical injuries, fruit size, post-harvest.

تحديد الأسباب الرئيسية لخسائر فرز الكليمونتين في منطقة بركان

بلعباس زينب، بن يزيد جمال والكيللي محمد

ملخص

تعاني الحوامض من مجموعة من الآفات الحيوية وغير الحيوية التي تؤثر سلباً على نوعية وكمية الإنتاج، وتتسبب بذلك في ارتفاع معدل الفواكه الغير مطابقة لمعايير الجودة أثناء عملية الفرز. تعتمد فعالية التدابير المتخذة من أجل تقليص هذا المعدل على المعرفة الجيدة للأسباب الرئيسية لخسائر الفرز، التي تحول دون الحصول على فواكه ذات جودة عالية في قطاع الحوامض. في هذا السياق، تم البحث عن الأسباب الرئيسية لخسائر فرز الكليمونتين في منطقة بركان وذلك عبر دراسة 4.606 استمارة فرز، برسم السنة الفلاحية 2017-2016. تم أخذ هذه الاستثمارات من أربع محطات تليف وتغليف الحوامض متواجدة في منطقة بركان. أظهرت النتائج أن معدلات الفواكه الغير مطابقة لمعايير الجودة تتأرجح بين 5٪ و 65٪، مع متوسط يبلغ 27٪ للحوامض ذات اللون الطبيعي و 30٪ للحوامض التي تمر بعملية إزالة الاخضرار. تم جرد 23 سبب لهذه الخسائر وقمنا بترتيبها داخل خمس فئات. تنصدر الأضرار الناجمة عن الآفات، الأضرار الفيزيائية والكيميائية، وأخطاء الجني قائمة العيوب التي لوحظت على الفواكه، متبوعة بالاضطرابات الفيزيولوجية والأضرار الناجمة عن الإصابة بالأمراض الفطرية. يعتبر تنوع وتعدد أسباب خسائر الفرز، وكذا التطور السريع لمقاومة المبيدات الشائعة الاستخدام في حقول ومحطات تليف وتغليف الحوامض من المؤشرات التي ترفع ناقوس الخطر حول ضرورة البحث عن بدائل مستدامة من أجل حماية إنتاج الحوامض في منطقة بركان.

الكلمات المفتاحية: الكليمونتين، الآفات، الاضطرابات الفيزيولوجية، الأضرار الفيزيائية والكيميائية، حجم الفاكهة، بعد الجني

Introduction

Dans la région de l'Oriental, la culture des agrumes couvre une superficie de 19.799 ha, soit 41% de la superficie totale qui était occupée par l'horticulture fruitière dans cette zone en 2015-2016. Les plantations d'agrumes sont principalement concentrées dans la plaine de Triffa (province de Berkane) avec une superficie de 17.229 ha (Office Régional de Mise en Valeur Agricole de la Moulouya (ORMVAM), 2017). Selon Morocco Foodex (2017), les exportations des agrumes en provenance de Berkane, au titre de la campagne agricole 2016-2017, ont atteint 48.659 t, contre 53.193 t en 2015-2016 (Figure 1). La tendance baissière qui a marqué les exportations agrumicoles de Berkane n'est autre que la conséquence d'un ensemble de facteurs qui influencent la quantité des fruits destinés à l'export. L'augmentation du taux des écarts de triage au niveau des stations de conditionnement semble être un des principaux facteurs régissant les exportations des agrumes en provenance de Berkane (Figure 1) (Morocco Foodex, 2017).

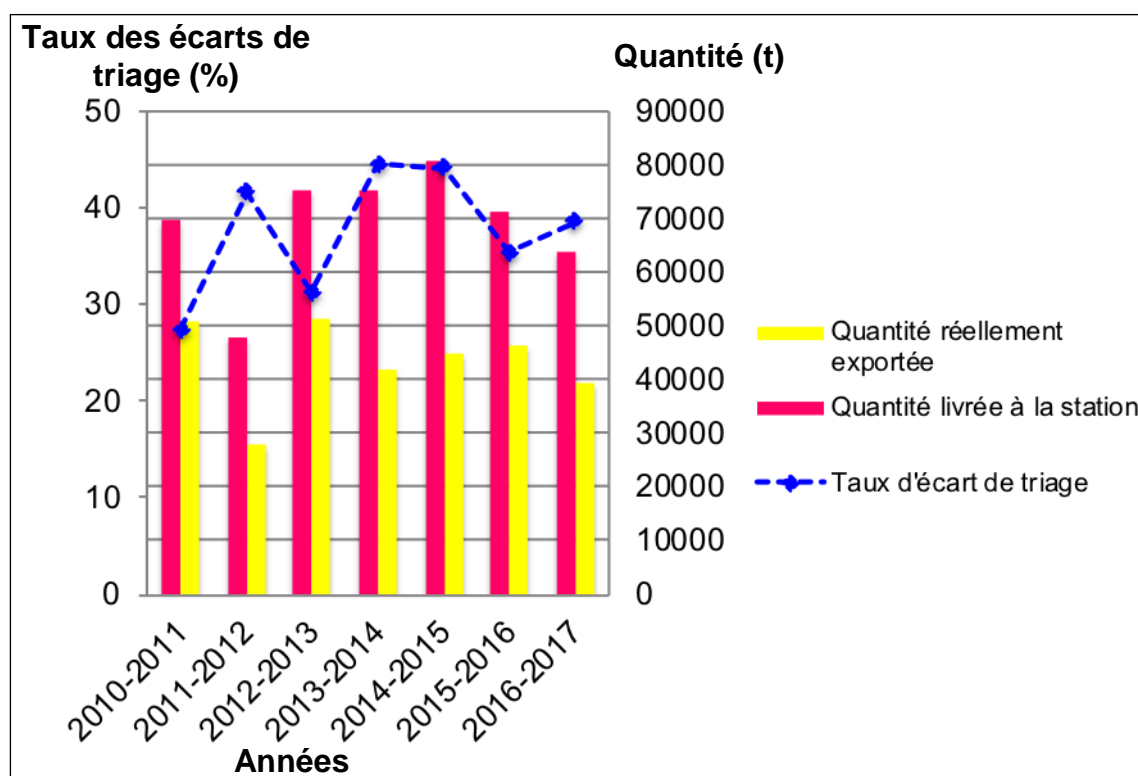


Figure 1 : Évolution des exportations des agrumes en provenance de Berkane et des taux des écarts de triage enregistrés au cours des sept dernières années (Morocco Foodex, 2017).

Les écarts de triage correspondent à la différence entre la quantité totale des fruits versée à la station de conditionnement (le tout-venant) et la quantité des fruits réellement exportée/vendue. Cette différence est la conséquence de certaines imperfections que présentent les fruits écartés d'une part et de certaines normes fixées par les pays destinataires d'autre part (Asfar, 2011; Morocco Foodex, 2016). En effet, la plupart des fruits sont destinés à l'export, cependant, au cours du tri réalisé au niveau des stations de conditionnement, les fruits de qualité moins bonne sont retirés de la chaîne de conditionnement pour être vendus sur le marché local. Lors du tri,

certaines fruits sont invendables et sont considérés comme des pertes. Les anomalies observées à la surface des fruits d'agrumes peuvent provoquer un écart de triage très important (cas de la région de Berkane ; Figure 1). Certes, les écarts de triage sont vendus pour le compte du producteur, par les soins des stations de conditionnement (Bertin, 1970), mais étant donné que ce sont les exportations qui permettent aux producteurs de bien valoriser les investissements réalisés au cours de l'année, les professionnels à travers leur organisation « Maroc Citrus » ont inscrit la réduction des taux des écarts de triage comme l'une des priorités de la filière agrumicole (Communication personnelle, Dr. El Guilli, 2017).

Les principales interrogations auxquelles répond la présente étude sont les suivantes : (i) quelles sont les principales causes des écarts de triage des clémentines dans la région de Berkane? et (ii) quelles sont les pratiques agricoles qui pourraient influencer les taux des écarts de triage des clémentines dans cette zone?

Matériel et méthodes

Analyse des fiches d'agrèage des clémentines

Les causes des écarts de triage des clémentines dans la région de Berkane ont été identifiées par une analyse profonde des fiches d'agrèage. Ces dernières ont été remplies par des personnes qualifiées travaillant au niveau des stations de conditionnement. Quatre stations ont été retenues pour effectuer la présente étude. Le choix de se focaliser sur le travail avec ces stations a été basé sur deux constats: la fiabilité de leurs données, d'une part, et les attitudes de disponibilité, d'accueil et d'échange profond de leurs responsables, d'autre part. Les données de 4.606 fiches d'agrèage des clémentines ont été saisies dans un fichier Excel. Il s'agit, en effet, de : (i) 3.317 fiches qui ont été remplies à la réception ie au moment de la livraison de la production à la station de conditionnement ; soient 1.064 et 2.253 fiches concernant des fruits de coloration naturelle et des fruits de coloration verte, respectivement, et de (ii) 1.192 fiches qui ont été remplies après le passage des fruits récoltés encore verts par l'opération de déverdisage. Les données saisies couvrent un large intervalle de temps, allant du 10 octobre 2016 au 16 janvier 2017. Pour chaque fiche d'agrèage, les taux des écarts de triage ont été calculés selon les formules suivantes (Chever et al., 2010):

$$\text{Taux des écarts de triage total} = \frac{\text{Nombre total de fruits présentant des imperfections empêchant leur commercialisation en frais en circuit long}}{\text{Nombre total de fruits contrôlés dans la station de conditionnement}} \times 100$$

$$\text{Taux des écarts de triage par catégorie d'imperfection} = \frac{\text{Somme des fruits présentant des imperfections par catégorie d'écart de triage}}{\text{Nombre total de fruits contrôlés dans la station de conditionnement}} \times 100$$

Enquêtes de terrain

Dans le but d'analyser les effets des pratiques culturales sur les écarts de triage générés au niveau des stations de conditionnement, trente-huit agrumiculteurs de la région de Berkane ont été interviewés, en juillet 2017, lors des enquêtes sur terrain. Ces agrumiculteurs avaient livrés leurs productions, de la campagne agricole 2016-2017, à l'une des quatre stations retenues pour réaliser cette étude.

Trente-cinq pratiques agricoles ont été investiguées pour chaque agrumiculteur et verger retenus. Le questionnaire est composé essentiellement de questions ouvertes et de questions fermées, portant uniquement sur l'exploitation. Les questions portent sur la perception de l'exploitant sur le mode de gestion et les pratiques culturales actuelles qui pourraient avoir un effet sur la qualité des fruits et l'augmentation des taux des écarts de triage. Sur le papier, le questionnaire s'articule autour de trois grandes rubriques : (i) coordonnées de l'exploitant et identification de la parcelle et de son environnement, (ii) pratiques culturales actuelles, itinéraires techniques et apports sur la parcelle (irrigation, fertilisation, traitements phytosanitaires, etc.), et (iii) conditions du déroulement de la récolte.

Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées selon le logiciel *R Studio version 3.0.3*. (The R Core Team, 2010). Une analyse par GLM (Generalized linear model) et une analyse de la variance (ANOVA) de type III avec un test de Khi-deux ont été effectuées pour identifier les principales causes des écarts de triage. Une analyse par ANOVA avec un test de Fisher a été effectuée pour comparer les taux des écarts de triage entre agrumiculteurs, en fonction de leurs pratiques agricoles. Des tests de comparaison multiple de Tukeys Honestly Significant Difference (HSD) ont été effectués pour comparer les taux des écarts de triage des différents groupes constitués par les différents paramètres régissant ce taux. Les p-value inférieures à 0,05 ont été considérées statistiquement significatives.

Résultats

Taux des écarts de triage des clémentines

Sur un total de 1.229.012 fruits contrôlés à l'œil nue par les responsables des quatre stations de conditionnement retenues dans ce travail, 284.606 fruits présentaient des imperfections. Celles-ci les ont rendus ainsi inadaptés pour l'export. Une partie de ces fruits renferme des écarts de triage qui sont notamment destinés au marché local tandis qu'une autre partie, composée essentiellement de fruits pourris, est considérée comme perte. Les valeurs des taux des écarts de triage varient entre 5 et 65% (Figure 2). Ceci implique que, dans certaines situations, plus que la moitié de la production livrée par les agrumiculteurs, aux stations de conditionnement, a été vouée au marché local au lieu d'être exportée. Il faudrait souligner aussi que la saison de récolte ainsi que le passage des fruits en chambre de déverdissement semblent influencer significativement ces taux (Tests de khi-deux, $p\text{-values} < 2.2e^{-16}$). Quelles sont donc les principales causes de ces écarts de triage ?

Inventaire des causes des écarts de triage des clémentines

Les causes des écarts de triage soulevées des 4.606 fiches d'agrèage élaborées avant, après ou sans le déverdissement dans les quatre stations de conditionnement sont: les attaques par les cochenilles, la cératite, les acariens, la mineuse des agrumes, les escargots et/ou la cicadelle verte, l'infection par des maladies cryptogamiques (fumagine et pourritures), le boursoufflement ou le gaufrage des fruits, la peau fine des fruits, la présence de pépins, les blessures, la déformation et les défauts de coloration des fruits, les dégâts de gel ou de grêle, les marbrures, l'oléocellose, le "water-spot" (tache d'eau), les calibres non conformes (petit ou grand), la présence de pédoncule long et l'absence du calice (Figure 3).

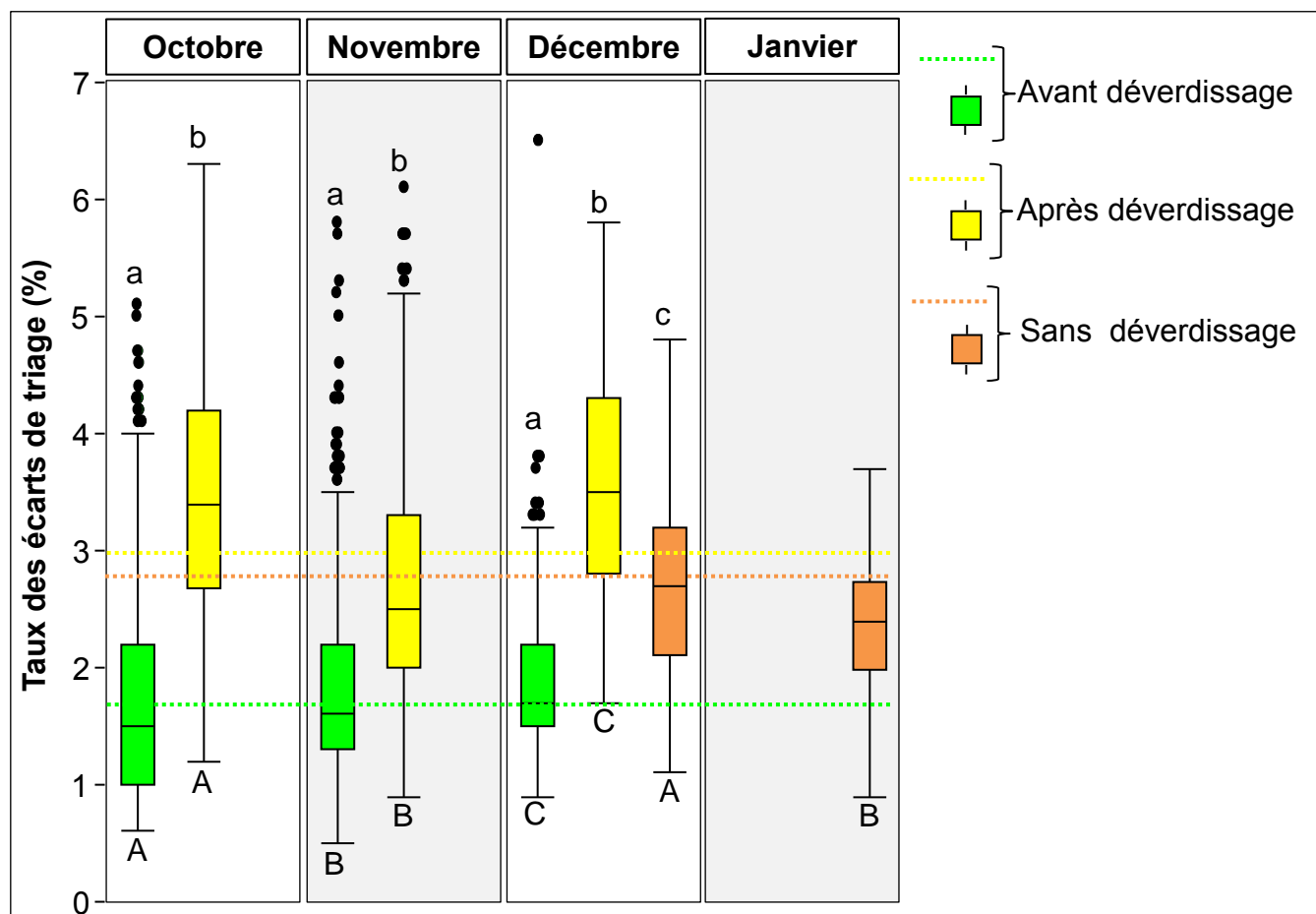


Figure 2 : Répartition des taux des écarts de triage des clémentines enregistrés dans les quatre stations de conditionnement retenues. La ligne horizontale à l'intérieur du box-plot indique la valeur de la médiane (quantile de 50%), le box-plot lui-même délimite les quantiles de 25% et 75%, et les lignes représentent la gamme normale des valeurs ; les points en-dessous et/ou au-dessus correspondent à des valeurs aberrantes. Les lignes en pointillés, correspondent à la moyenne des taux des écarts de triage calculés avant, après et sans déverdisage. Les box-plot avec différentes lettres indiquent les différences significatives entre les taux des écarts de triage (Test de Tukey, p -value = 0,05). Les lettres minuscules correspondent aux différences entre les taux des différentes catégories enregistrés pendant le même mois, alors que les lettres majuscules correspondent à la comparaison des taux de la même catégorie à différents mois. La saison de récolte et le passage des fruits en chambre de déverdisage influencent significativement le taux des écarts de triage (Tests de khi-deux, p -values < $2.2e^{-16}$).

Étant donné que le rejet des fruits d'agrumes au niveau des stations de conditionnement n'est pas dû à une cause particulière mais plutôt à des défauts observés à leur surface, dès lors, les vingt-trois causes citées précédemment ont été classées en catégories homogènes. Cette opération permettrait d'aider à l'élaboration de conclusions et de recommandations décisives visant à réduire les taux des écarts de triage des clémentines dans la région de Berkane. Quelles sont donc ces catégories ?

Classification des causes des écarts de triage en catégories homogènes

Pour une analyse plus fine de nos résultats, les vingt-trois causes des écarts de triage citées ci-avant ont été regroupées en quatre catégories selon la classification de Brown (1998). Une cinquième catégorie a été rajoutée pour couvrir toutes les causes des écarts de triage. Il s'agit des catégories : **(i) ravageurs** (cochenilles, cératite, cicadelle verte, mineuse des agrumes, acariens, et escargots) ; **(ii) champignons** (fumagine et pourritures de post-récolte); **(iii) désordres physiologiques** (boursoufflement, gaufrage, peau fine et présence de pépins); **(iv) dommages physiques et chimiques** (blessures, déformation des fruits, dégâts de grêle et de gel, marbrures, oléocellose et water-spot); et **(v) défauts de cueillette** (défauts de coloration, fruits hors calibre, fruits ayant un pédoncule long et fruits sans calice) (Figure 3).

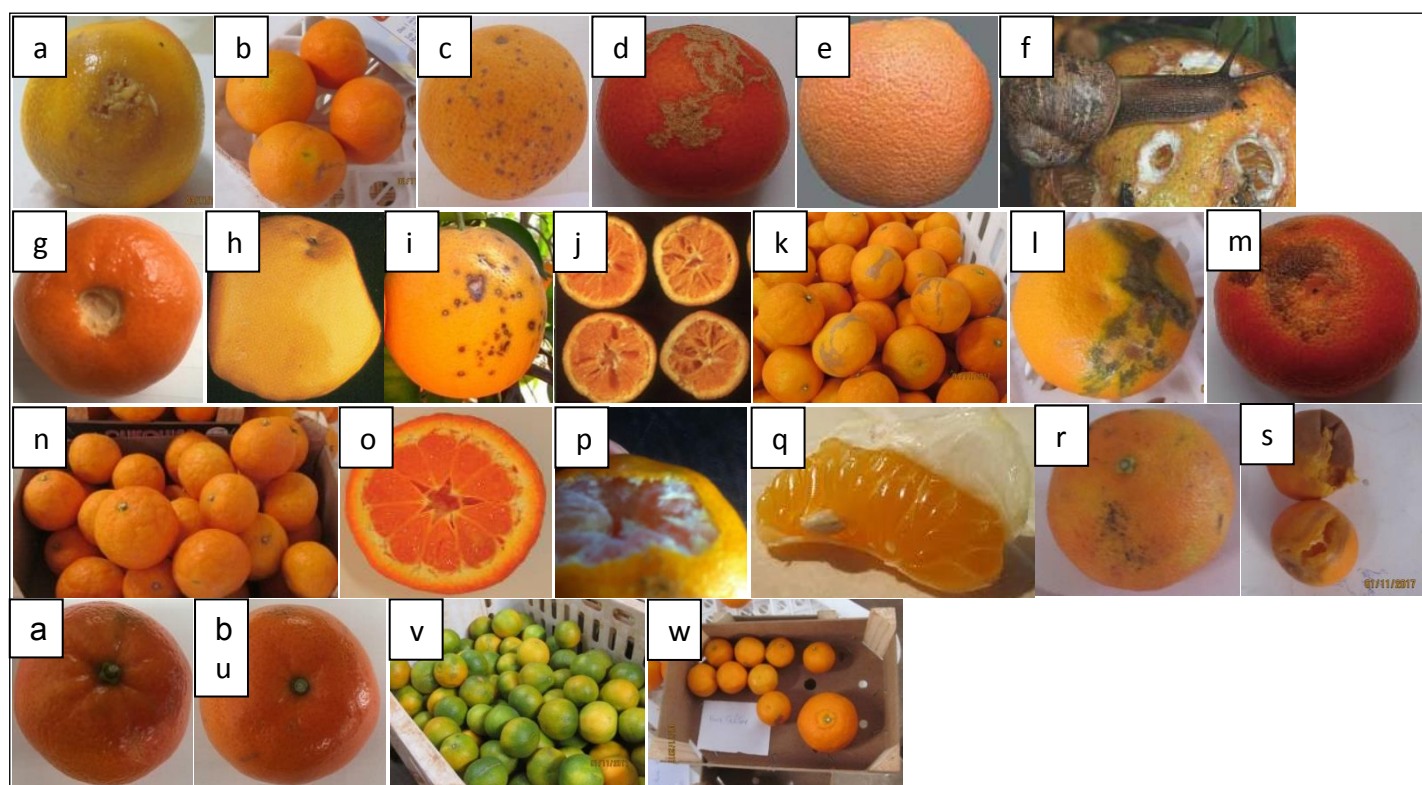


Figure 3 : Principales causes des écarts de triage des clémentines recensées dans les quatre stations de conditionnement localisées dans la région de Berkane et classées en cinq catégories. Catégorie des ravageurs (a-f) : cératite (a), cicadelle verte (b), cochenilles (c), mineuse (d), acariens (e), escargots (f). Catégorie des dommages physiques et chimiques (g-m) : blessure (g), déformation (h), grêle (i), froid (j), marbrures (k), oléocellose (l), water-spot (m). Catégorie des désordres physiologiques (n-q) : gaufrage (n), boursoufflure (o), peau fine (p), pépins (q). Catégorie des champignons (r-s) : fumagine (r), pourriture (s). Catégorie des défauts de cueillette (t-w) : pédoncule long (t), sans calice (u), coloration (v), calibre (w).

Les résultats montrent que les imperfections dues aux dommages physiques et chimiques, ravageurs, et défauts de cueillette viennent en tête des catégories des imperfections, suivies par les catégories désordres physiologiques et champignons (Figure 4).

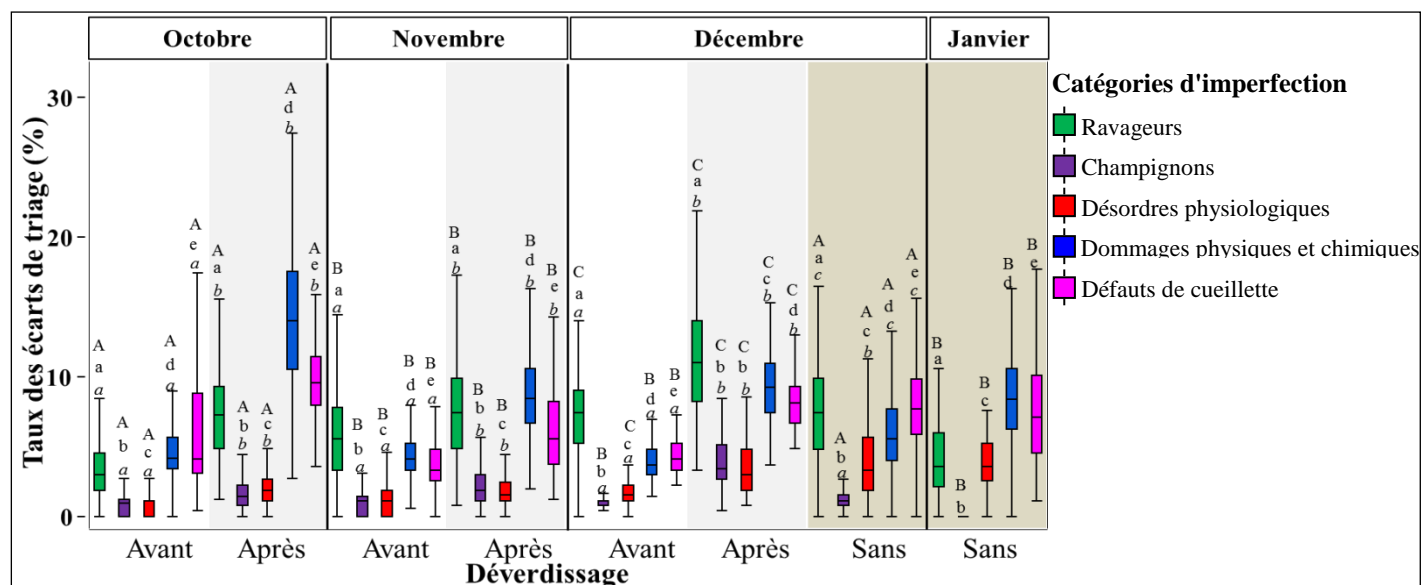


Figure 4 : Répartition des taux des écarts de triage des clémentines par catégories d'imperfection. La description des box-plots est similaire à celle de la Figure 2. Les box-plot avec différentes lettres indiquent les différences significatives entre les taux des écarts de triage (Test de Tukey, p -value = 0,05). Les lettres minuscules et italiques correspondent aux différences entre les taux des écarts de triage de la même catégorie d'imperfection, pendant le même mois selon que le fruit passe par le déverdissement ou pas. Les lettres minuscules correspondent aux différences significatives entre les taux des écarts de triage des différentes catégories d'imperfection, pendant le même mois et la même catégorie du paramètre déverdissement. Les lettres majuscules correspondent aux différences significatives entre les taux des écarts de triage de la même catégorie d'imperfection à différents mois, selon que le fruit passe par le déverdissement ou pas.

Certaines catégories d'imperfection ne commencent à prendre de l'ampleur que vers la fin de la saison de cueillette. Il s'agit notamment de la catégorie désordres physiologiques (Test de Tukey, p -values (oct-nov ; oct-dec ; nov-dec) $< 1e^{-10}$). Il est important de souligner que le taux des écarts de triage pour certaines catégories d'imperfection augmente après le passage des fruits en chambre de déverdissement. Il s'agit notamment des catégories ravageurs et dommages physiques et chimiques. Nos résultats révèlent également que le taux des écarts de triage calculé pour la variété Nour en mois de décembre est significativement inférieur à celui calculé pour Fina Berkane (Test de Tukey, p -value = 0,05). La décomposition des taux des écarts de triage par catégorie d'imperfection révèle que les différences observées entre les deux variétés sont principalement liées à des différences de sensibilité aux attaques par les ravageurs et d'expression de certains désordres physiologiques (Figure 5).

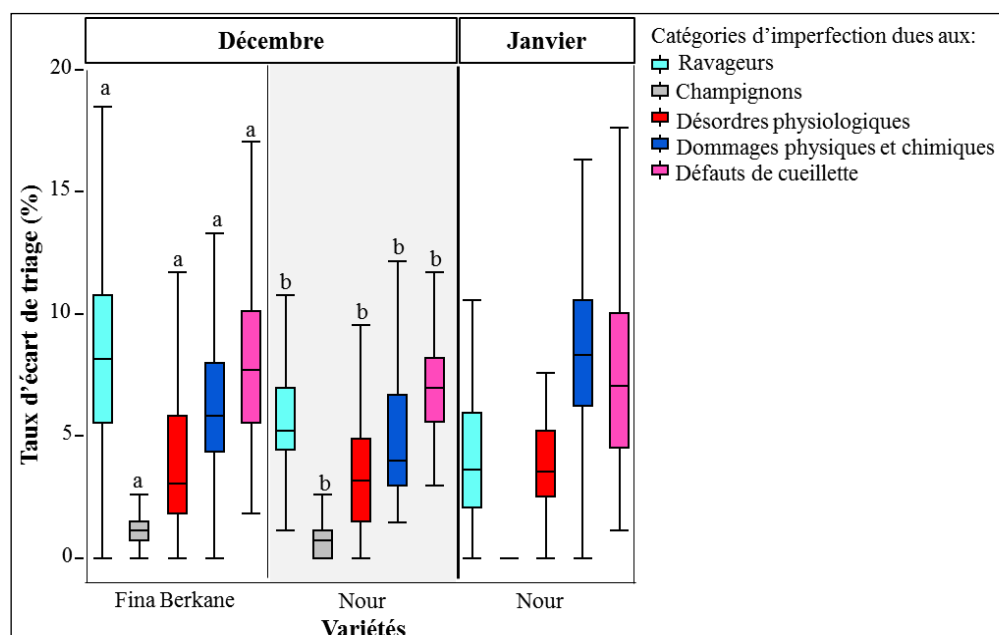


Figure 5 : Répartition des taux des écarts de triage des variétés « Fina Berkane » et « Nour » par catégories d'imperfection. La description des box-plots est similaire à celle de la Figure 2. Les box-plot avec différentes lettres indiquent les différences significatives entre les taux des écarts de triage des deux variétés pour chaque catégorie (Test de Tukey, p-value = 0,05).

Pratiques agricoles et taux des écarts de triage des clémentines

La relation potentielle qui pourrait exister entre certaines pratiques agricoles (confection de brise-vent, travail du sol, formation de la main d'œuvre agricole, espèces fruitières entourant les vergers et mode d'irrigation) et les taux des écarts de triage calculés avant le déverdissement des agrumes a été examinée. Nos résultats montrent que les taux des écarts de triage sont plus élevés dans une localité par rapport à l'autre (Figure 6). En effet, les taux des écarts de triage enregistrés chez les agrumiculteurs de Chwihia sont significativement supérieurs à ceux des agrumiculteurs de Boughriba (Test de Fisher, p-value = 0,0282). Ce résultat suggère que les agrumiculteurs de la zone de Boughriba sont dotés de certaines particularités, qu'il faudrait déterminer dans le futur, et qui font que leurs taux des écarts de triage soient faibles. Une différence significative a été observée entre les vergers où le travail du sol se fait d'une façon systématique et les vergers dont les propriétaires n'intègrent pas cette pratique dans la conduite technique (Figure 7, Test de Fisher, p-value = 0,0497). D'ailleurs, les taux des écarts de triage enregistrés chez les agrumiculteurs qui font un travail du sol systématique ou occasionnel étaient relativement inférieurs à la moyenne des taux des écarts de triage enregistrés (avant déverdissement) dans la région de Berkane, pour la campagne agricole 2016-2017. L'effet des autres pratiques n'est pas statistiquement significatif.

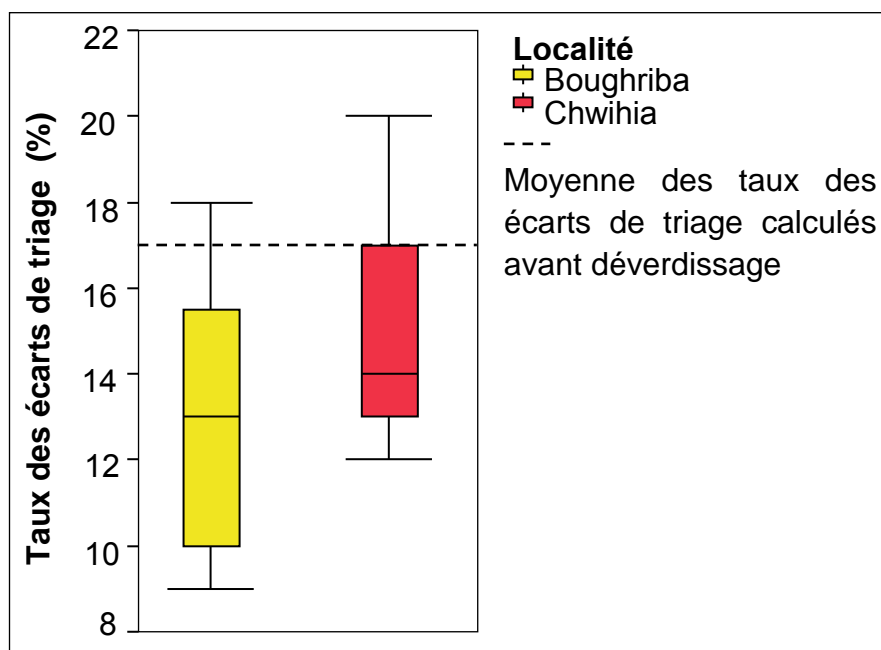


Figure 6 : Répartition des taux des écarts de triage des clémentines par localité. La description des box-plots est similaire à celle de la figure 2. Les box-plot avec différentes lettres indiquent les différences significatives entre les taux des écarts de triage (Test de Fisher, p-value = 0,0282).

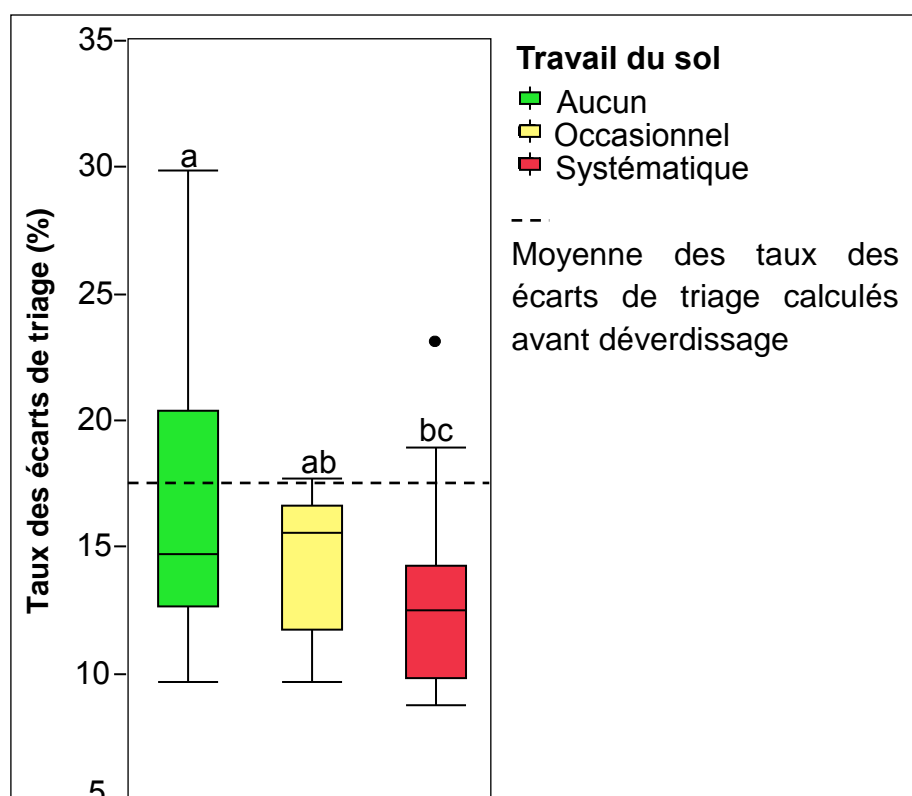


Figure 7 : Répartition des taux des écarts de triage des clémentines par catégorie des modes de travail du sol. La description des box-plots est similaire à celle de la figure 2. Les box-plots avec différentes lettres indiquent les différences significatives entre les taux des écarts de triage (Test de Fisher, p-value = 0,0497).

Discussion

Le tri et le classement des fruits au niveau des stations de conditionnement sont des opérations très importantes car elles rapportent un prix élevé pour le producteur et améliorent l'emballage, la manutention et le système de commercialisation. Ces deux opérations sont devenues par ailleurs un privilège pour le commerce transfrontalier. Elles pourraient être faites d'une façon manuelle par des opérateurs formés qui considèrent un certain nombre de critères, appelés facteurs de classement ou causes des écarts de triage, lors de l'opération du tri des produits agricoles. Les fruits sont ainsi séparés en fonction de leur qualité physique (Londhe *et al.*, 2013). Bien que les causes des écarts de triage des agrumes aient été déjà étudiées au Maroc (Asfar, 2011; Baali, 2009; Bouyamine, 2007), leur prévalence et importance n'ont jamais été décrites de façon aussi complète que celles faites dans la présente étude qui couvre toute la saison de cueillette (de mi-octobre 2016 à mi-janvier 2017). Il est clair que les causes régissant les taux des écarts de triage sont nombreuses. Certes quelques-unes ont été citées dans la présente étude en se basant sur des fiches d'agrèage, mais il y en a certainement d'autres. Nos résultats révèlent que : (i) les causes des écarts de triage sont diverses, (ii) les taux des écarts de triage enregistrés au niveau des stations de conditionnement sont élevés (5-65%), (iii) ils ne sont pas dus à une cause particulière mais au global des défauts observés à la surface des fruits contrôlés, et (iv) ils varient au fur et à mesure de l'avancement de la cueillette, avec une chute marquée en mois de novembre. L'allure accentuée des taux des écarts de triage a été antérieurement prédite par Bertin (1970). En effet, il a été stipulé que l'augmentation du taux des écarts de triage n'est que la conséquence d'une concurrence de plus en plus âpre des autres pays méditerranéens (Bertin, 1970) qui a rendu les normes d'exportation de plus en plus sévères (Anonyme, 2016). D'ailleurs, les nouvelles tendances de commercialisation spécifiées par l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC) exigent une qualité élevée des produits triés (Londhe *et al.*, 2013).

La variabilité observée dans l'évolution des taux des écarts de triage selon la saison pourrait être expliquée par le fait que les causes des écarts de triage varient en fonction des conditions climatiques de la campagne, des zones de production, des traitements réalisés et des pratiques culturales (El Mejri, 2012). Pour Berkane par exemple, il a été montré dans la présente étude que les dommages physiques et chimiques, les dommages dus aux ravageurs et les défauts de cueillette viennent en tête des catégories des imperfections observées à la surface des fruits de clémentine, suivies par les désordres physiologiques et les dommages dus aux champignons. Dans un autre verger agrumicole implanté cette fois-ci dans la région du Gharb, l'analyse des causes des écarts de triage par groupe d'anomalies a révélé qu'en 2009 les ravageurs étaient les causes majeures de la dépréciation de la qualité des fruits de Washington Sanguine et Maroc Late, suivis des défauts de cueillette et des dommages physiques et chimiques (cas des marbrures) (Baali, 2009). Une autre étude menée en 2007 dans la même zone agrumicole ie le Gharb a révélé que les ravageurs étaient aussi les causes majeures de dépréciations des fruits d'agrumes, ils étaient suivis, par ordre d'importance par les désordres physiologiques, les défauts de cueillette, et les champignons (Bouyamine, 2007). Cependant, une étude similaire réalisée dans le Souss a révélé que la présence de marbrures à la surface des fruits était la cause majeure des écarts de triage des agrumes, suivie par les défauts liés aux aléas climatiques, les défauts de cueillette et la mauvaise coloration. Alors que les anomalies

causées par les ravageurs et les champignons étaient d'une moindre importance (Asfar, 2011). Une autre étude réalisée cette fois-ci en Tunisie a classé les dommages physiques comme étant les principales causes des détériorations observées en post-récolte. L'oléocellose était la cause la plus déclassante des fruits d'agrumes au niveau des stations de conditionnement tunisiennes (Farhat *et al.*, 2016; El Mejri, 2012).

Le déverdisage avec l'éthylène est une pratique commerciale déployée dans de nombreuses parties du monde pour accélérer artificiellement la dégradation naturelle de la couleur des fruits pour les rendre plus attractifs aux consommateurs (Peng *et al.*, 2013; Porat, 2008). Aux yeux de ces derniers, la coloration uniforme de l'écorce du fruit est non seulement un critère de présentation, mais aussi un critère de maturité (Jacquemond *et al.*, 2013). À la fin de ce processus, la couleur de l'écorce du fruit passe du vert à l'orange/jaune (Peng *et al.*, 2013; Porat, 2008). Le déverdisage repose sur l'exposition des fruits récoltés au gaz d'éthylène, à une concentration, une température de l'air et une humidité relative spécifiques (Smilanick *et al.*, 2006). En dépit de l'effet commercial très bénéfique de l'éthylène sur le développement de la couleur des fruits d'agrumes, les responsables des stations de conditionnement et les exportateurs devraient être conscients de l'effet pervers que pourrait avoir ce gaz. Ils devraient, en effet, accorder une attention particulière à l'effet de ce gaz à stimuler le développement des pourritures de post-récolte et la sénescence (vieillesse physiologique) des tissus de l'écorce, qui s'accompagnent par l'apparition de divers désordres au niveau de l'écorce du fruit (Porat, 2008). L'effet du déverdisage sur l'augmentation des taux des écarts de triage des clémentines dans la région de Berkane a été soulevé dans la présente étude. Nos résultats montrent que, pour chacune des cinq catégories des causes des écarts de triage, l'ampleur des taux des écarts de triage, varie selon que les fruits passent en chambre de déverdisage ou non (Figure 4). En effet, que ce soit pour les fruits qui n'ont pas subi le déverdisage (avant et sans déverdisage) ou les fruits ayant passés par cette opération (après déverdisage) les imperfections de surface dues aux ravageurs, aux dommages physiques et chimiques et aux défauts de cueillette étaient les principales catégories des causes des écarts de triage. Le déverdisage semble contribuer davantage dans l'augmentation du taux des écarts de triage des catégories des imperfections qui sont dues aux dommages physiques et chimiques et aux défauts de cueillette (Figure 4). Cette allure pourrait être expliquée par le fait que : (i) le déverdisage révèle des défauts qui étaient difficiles à identifier par la personne chargée de l'estimation du taux des écarts de triage quand l'écorce du fruit est encore verte (cas de l'oléocellose, les blessures et le water-spot notamment), (ii) l'exposition du fruit à l'éthylène pour une longue durée (3 à 5 jours) et à une température élevée (20 à 29°C) augmente de façon transitoire le rythme respiratoire, et accélère la sénescence des tissus de l'écorce et cause dans certains cas l'apparition de désordres au niveau de l'écorce (Porat, 2008), et (iii) le déverdisage accélère la sénescence du calice qui s'accompagne par son brunissement et son abscission (Carvalho *et al.*, 2008). Une légère augmentation a été observée aussi au niveau des catégories des dommages dus aux champignons et aux désordres physiologiques après le passage des fruits en chambre de déverdisage (Figure 4). Certes les possibles conséquences du déverdisage sur le développement de maladies de post-récolte sont restées peu concluantes (Moscoso-ramírez & Palou, 2014), mais les résultats de certains travaux antérieurs ont révélé que ce processus favorise le développement de certaines maladies. C'est le cas notamment de la pourriture verte en Californie (Smilanick *et al.*, 2006), de la gommose et la pourriture de l'extrémité des tiges à *Diplodia* en Floride et en Brésil (Brown, 1986; Fischer *et al.*,

2009), et de l'antracnose en Floride (Brown, 1974). Les divergences observées dans les résultats de certaines recherches antérieures semblent être liées aux conditions environnementales, la quantité d'éthylène appliquée et/ou aux différentes interactions hôte/pathogène (Moscoso-ramírez & Palou, 2014).

Nos résultats montrent aussi que certaines pratiques déployées par les agrumiculteurs de la région de Berkane pourraient contribuer davantage dans la génération des taux élevés des écarts de triage. C'est pourquoi, il serait primordial d'organiser des journées de sensibilisation et de formation des agrumiculteurs sur les bonnes pratiques de gestion de leurs vergers pour les protéger contre les contraintes biotiques et abiotiques. Dans ces journées, il faudrait aussi s'intéresser à la façon de cueillette des agrumes car partout au Maroc, les ouvriers chargés de l'opération de récolte des fruits d'agrumes n'ont aucune formation agricole et la région de Berkane ne fait pas exception à la règle. C'est pourquoi, une formation adéquate et une supervision étroite de l'équipe de cueillette par les exploitants peuvent avoir une influence sur la qualité de la récolte. Le producteur se doit d'apprendre, en effet, aux travailleurs à cueillir intelligemment, en justifiant clairement chacune des différentes règles à respecter, et d'adapter ces règles aux caractéristiques de la variété cueillie. Il devrait également veiller à ne pas poser les caisses à même le sol car des caisses terreuses empilées les unes sur les autres sont facteurs de contaminations par des champignons telluriques (Jacquemond *et al.*, 2013).

La majorité des cicatrisations surviennent au printemps (d'avril à juin) quand les fruits se développent sur l'arbre. À cette époque, le tissu de l'écorce du fruit est très tendre et facilement endommagé. Si les dégâts sont sévères, le fruit tombe souvent de l'arbre, soit au moment du dégât, soit pendant la chute des fruits en mois de juin. Si les dégâts sont moins sévères, le fruit restera sur l'arbre et continuera à croître, et les cicatrices seront visibles. C'est pourquoi, les vergers d'agrumes doivent être surveillés et les dommages aux fruits sont élevés. Dès l'observation des premiers signes sur fruit, l'agrumiculteur devrait chercher immédiatement les potentielles sources de dommage car il lui sera plus difficile d'identifier la cause vers la fin de la saison, période pendant laquelle les insectes ou autres agents pathogènes ne sont plus présents dans le verger et de nombreux types de blessures sont alors semblables (Grafton-cardwell *et al.*, 2003).

Conclusions

Étant donné que : (i) les ravageurs et les dommages physiques et chimiques représentés principalement par les marbrures qui peuvent être dus aux vents, aux insectes ravageurs (thrips par exemple) et/ou aux engins agricoles utilisés par exemple dans les traitements phytosanitaires figurent parmi les principales causes des écarts de triage des agrumes dans la région de Berkane, (ii) et que la connaissance de la bio-écologie des ravageurs est considérée comme un premier pas dans la lutte à mener contre eux, il serait particulièrement important de s'intéresser à la bio-écologie des ravageurs qui sont rapportés, dans la présente étude, être les plus prévalent dans la région de Berkane (pou de Californie, cochenille serpette, cicadelle verte, acariens, mineuse des agrumes, escargots et cératite) et de rechercher des alternatives durables pour la protection des vergers.

Conflits d'intérêts : Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêt.

Remerciements

Nos remerciements vont à toutes les personnes du CRRAO. Nous citons notamment le chef du centre, Dr. Hamid Mahyou, et le coordinateur de l'unité de recherche, M. Karim Andich. Nous désirons grandement remercier les responsables des stations de conditionnement et les agrumiculteurs de la région de Berkane pour l'aide inconditionnelle qu'ils nous ont apportée durant la phase de terrain. Sans eux, nous n'aurions pas pu réaliser toutes les prospections de terrain. Une pensée particulière à M. Charaf-Eddine Habja (Coopérative El Wahda).

Références bibliographiques

- Asfar M. (2011). Etude et évaluation des écarts de triage des oranges Maroc late à la coopérative Agrumar Souss. *Rapport de stage de fin d'études* (Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, Faculté des Sciences et Techniques, Fès). 65 pages.
- Baali F. (2009). Contribution à l'étude de la bio-écologie de la cochenille australienne *Icerya purchasi* et de l'impact de son ennemi naturel *Rodolia Cardinalis* et diagnostic des problèmes phytosanitaires des agrumes dans le Ghabr. *Mémoire de troisième cycle en Agronomie (Ecole Nationale d'Agriculture, Meknès)*. 120 pages.
- Bertin A. (1970). Note sur l'agrumiculture marocaine. *Al Awamia*. 37. p. 1–23.
- Bouyamine Y. (2007). Situation actuelle du verger agrumicole et étude de quelques éléments de bio-écologie du pou gris *Parlatoria pergandii* Comstock (1881) (*Homoptera: Diaspididae*) dans la région du Gharb. *Mémoire de troisième cycle en Agronomie (Ecole Nationale d'Agriculture, Meknès)*. 105 pages.
- Brown G. E. (1974). Factors affecting postharvest development of *Collectotrichum gloeosporioides* in citrus fruits. *Phytopathology*. 65. p. 404–409.
- Brown G. E. (1986). Diplodia stem-end rot, a decay of citrus fruit increased by ethylene degreening treatment and its control. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*. 99. p. 105–108.
- Brown G. E. (1998). Identification of diseases, peel injuries and blemishes of Florida fresh citrus fruit. *Scientific Research Department, Florida Department of Citrus*. 36 pages.
- Carvalho C. P., Salvador A., Navarro P., Monterde A. and Martinez-Javega J. M. (2008). Effect of Auxin Treatments on Calyx Senescence in the Degreening of Four Mandarin Cultivars. *Hortscience*. 43. p. 747–752.
- Chever T., Diamantis C. and Renault C. (2010). *Normes de commercialisation dans le secteur des fruits et légumes*. 120 pages
- Farhat I., Chaabane H., Bouagga A., Khemiri R., Hammami M., Labidi A., Cherif M. and Nasraoui B. (2016). Pesticide residues surveillance and anomalies monitoring of 'Maltaise demi sanguine' (*Citrus sinensis* L.) oranges in packinghouses. *Journal of New Sciences*. 32. p. 1845–1852.
- Fischer I. H., Ferreira M. D., Sposito M. B. and Amorim L. (2009). Citrus postharvest diseases and injuries related to impact on packinglines. *Scientia Agricola*. 66. p. 210–217.
- Grafton-cardwell E. E., O'Connell N. V., Kallsen C. E. and Morse J. G. (2003). Photographic Guide to Citrus Fruit Scarring. *University of California*. 8 pages.
- Jacquemond C., Curk F. and Heuzet M. (2013). Les clémentiniers et autres petits agrumes. *Quae Edition*. 368 pages.
- Londhe D., Nalawade S., Pawar G., Atkari V. and Wandkar S. (2013). Grader: A review of different methods of grading for fruits and vegetables. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*. 15. p. 217–230.

El Mejri S. (2012). Entreposage frigorifique des Fruits : Contrôle de la qualité des fruits stockés pendant une longue période. Rapport Final du Projet de Recherche (*Ministère de l'Agriculture, Institution de la recherche et de l'enseignement supérieur agricoles, Institut National de Tunisie*). 79 pages.

Morocco Foodex. (2016). *Décision du Directeur Général de l'EACCE relative à l'agréeage des stations de conditionnement d'agrumes*. 17 pages.

Morocco Foodex. (2017). *Données secteur Agrumicole. Direction Régionale de l'Oriental (Berkane)*. 7 pages.

Moscoso-ramírez P. A. and Palou L. (2014). Postharvest Biology and Technology Effect of ethylene degreening on the development of postharvest penicillium molds and fruit quality of early season citrus fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 91. p. 1–8.

Office Régional de Mise en Valeur Agricole de la Moulouya (ORMVAM). 2017. *Données statistiques sur agrumes dans la région de Berkane*. 3 pages

Peng G., Xie X. L., Jiang Q., Song S. and Xu C. J. (2013). Chlorophyll a/b binding protein plays a key role in natural and ethylene-induced degreening of Ponkan (*Citrus reticulata* Blanco). *Scientia Horticulturae*. 160. p. 37–43.

Porat, R. (2008). Degreening of Citrus Fruit. *Tree and Forestry Science and Biotechnology*. 2. p. 71–76.

Smilanick J. L., Mansour M. F. and Sorenson D. (2006). Pre- and Postharvest Treatments to Control Green Mold of Citrus Fruit During Ethylene Degreening. *Plant Disease*. 90. p. 89–96.

The R Core Team. (2010). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. 3364 pages.