Potimarron

Etude de l'impact du stade de maturité à la récolte sur la conservation

2020

Aurélie ROUSSELIN, Catherine TAUSSIG, APREL – Thierry CORNEILLE, CETA de Châteaurenard – Aurélie CAILLOL, stagiaire APREL - Céline Marie BERNARD, stagiaire CETA de Châteaurenard
Essai rattaché au projet n° 21226: Amélioration de la conservation du POTimarron par l'OPTImisation des itinéraires culturaux et post-récolte (OPTI-POT) Projet piloté par la SERAIL et mené en partenariat avec le CTIFL, SEHBS et le CATE

1 – Thème de l'essai

Le potimarron est une culture d'été, alors que la consommation se situe surtout en automne-hiver. Les potimarrons sont généralement conservés 2 à 5 mois, mais des pertes importantes peuvent être observées dès 3 mois de conservation **(Sanvicente et al., 2019)**. La conservation des fruits est donc une problématique primordiale de cette culture. Elle peut être influencée par le stade de maturité du fruit à la récolte. Ainsi, déterminer et caractériser le stade de maturité optimal à la récolte pour maximiser la durée de conservation pourrait permettre de réduire les pertes de fruits en conservation. D'après les résultats de l'essai 2019, un critère non destructif pertinent pour évaluer la maturité du fruit est l'aspect du pédoncule et son stade de subérisation.

L'essai mené en 2019 a été caractérisé par des nouaisons très échelonnées. Les fruits ont été suivis selon deux groupes de nouaison : précoce ou tardive, avec 3 modalités de délai nouaison-récolte : 4, 6 et 8 semaines. Des différences importantes de comportement entre les lots des deux groupes de nouaison ont été observées pour une modalité de délai nouaison-récolte donnée, ce qui indique que les conditions de développement du fruit : conditions climatiques, irrigation, état physiologique de la plante ont un impact sur la durée potentielle de conservation, l'amplitude de cet impact étant non négligeable. Concernant les 3 modalités de délai nouaison-récolte, contrairement à ce qui était attendu les fruits récoltés précocement dont le pédoncule est en début de subérisation ont eu en 2019 plutôt un bon comportement en conservation avec un meilleur maintien du pourcentage de fruits commercialisables que les deux autres modalités de récolte. La bonne conservation des lots de fruits récoltés précocement, alors même que la coloration est encore assez claire, la chair ferme et le brix faible, soulève la question de l'impact de cette récolte précoce sur la qualité gustative du fruit.

2 – But de l'essai

L'objectif de cet essai est d'évaluer en conditions de production l'effet de la durée de développement du fruit (exprimée en semaines entre la nouaison et la récolte), sur ses caractéristiques à la récolte et sur sa capacité de conservation.

3 – Facteurs et modalités étudiés

Un facteur est étudié dans cet essai : le délai entre nouaison et récolte, avec trois modalités, qui ont été définies avec A : début de subérisation du pédoncule, puis les récoltes B et C avec un décalage de 2 et 4 semaines :

- A : récolte précoce 2-3 semaines après nouaison : 25/06
- B : récolte intermédiaire 4-5 semaines après nouaison : 09/07
- C : récolte tardive 6-7 semaines après nouaison : 23/07

4 – Matériel et méthodes

4.1 - Matériel végétal

Pour cet essai la variété Orange Summer (Enza Zaden) est utilisée.

4.2 - Site d'implantation

L'essai est implanté chez un producteur des Bouches du Rhône (CETA des Maraîchers de Châteaurenard)

4.3 - Dispositif expérimental

9 placettes de 6 mètres linéaires dans une parcelle de production de plein champ, soit trois répétitions par modalité « délai entre nouaison et récolte ».

A - Rep1	B - Rep1	C - Rep1	A - Rep2	B - Rep2	C - Rep2	A - Rep3	B - Rep3	C - Rep3

4.4 - Observations et mesures

- Au cours de la culture

Des tensiomètres sont positionnés et des nitratests sont réalisés afin de caractériser les conditions de culture. Une station météo est positionnée sur la parcelle pour permettre de suivre les conditions de croissance des fruits et calculer les sommes de degré jours pour chaque modalité de récolte.
Les fruits sont bagués 10 jours après le début des nouaisons (10/06, puis le 17/06), afin d'avoir une idée de l'échelonnement des nouaisons.

- A la récolte

Pour chaque placette, la récolte est réalisée en fonction de la modalité délai nouaison-récolte. Deux passages sont réalisés pour chaque placette : une première récolte correspondant aux fruits des nouaisons précoces (avant le 10 juin), ces fruits sont ceux qui sont utilisés pour l'essai conservation, puis une seconde récolte est réalisée 15 jours après pour récolter les fruits des nouaisons plus tardives et ainsi déterminer le rendement global de chaque placette. La première récolte représente 70% des fruits, la seconde 30%.

Lors de la 1ère récolte : 4 fruits par lot, choisis au hasard, sont utilisés pour la caractérisation des fruits à la récolte, avec des mesures destructives : mesure du brix, du pourcentage de matière sèche, du poids de 10 graines, de la fermeté de la chair et du poids du fruit.
Des lots de 12 fruits sont constitués par placette pour le suivi en conservation. Ces fruits sont pesés individuellement et décrits qualitativement : aspect du pédoncule, couleur de l'épiderme et remarques sur les défauts éventuels.
Les éventuels fruits restants sont stockés pour les tests de dégustation.

- En conservation

Les fruits sont posés à plat dans des caisses. La conservation est réalisée en chambre froide, la température est maintenue à 12°C ± 2°C et l'humidité relative à 70% ± 5%.
Les lots sont observés tous les 15 jours à partir du 30 juillet 2020 et jusqu'au 2 avril 2021. A chaque observation les fruits sont pesés, les apparitions de défauts sont notées et les fruits qui ne sont plus commercialisables sont retirés des lots.

- Dégustation

Deux tests de dégustation sont réalisés : 17/12/20 et 11/02/21. Les fruits sont choisis de calibre similaire, pas de défauts apparents. Ils sont épluchés et cuits en tranche. Ils sont dégustés froid, sans ajout de sel. Le brix est mesuré sur des cubes crus issus des fruits dégustés.

Tableau 1 : Description des dégustations

Date	Nb de dégustateurs	Nb échantillons		
		Modalité précoce	Modalité intermédiaire	Modalité tardive
17/12/20	6	1	1	1
11/02/21	5	2	1	0

4.5 - Conduite de l'essai

Plantation : 17/04/20
Début récolte : 25/06/20
Fin de récolte : 05/08/20
Plein Champ
Densité : 1 plants/m²
Irrigation : goutte à goutte

4.6 - Traitement statistique des résultats

Les données des mesures de qualité à la récolte, de pourcentage de fruits commercialisables et de perte de poids sont analysées par une analyse de variance, après avoir vérifié les conditions d'homoscédasticité et de normalité. Si les conditions ne sont pas vérifiées, une analyse non paramétrique est réalisée. Les analyses sont réalisées avec le logiciel R (R Core Team, 2020).

5 – Résultats

5.1 – Conditions culturales

Début juin les températures fluctuent entre 13 et 26°C. Sur la période des récoltes les températures moyennes sont autour de 25°C (Figure 1).
Les tensiomètres indiquent des tensions assez élevées en valeur absolue de mi-juin à fin juin (Figure 2), la disponibilité en eau est faible sur la période ayant suivi les nouaisons. A partir de début juillet, les tensions diminuent fortement, la disponibilité en eau augmente.

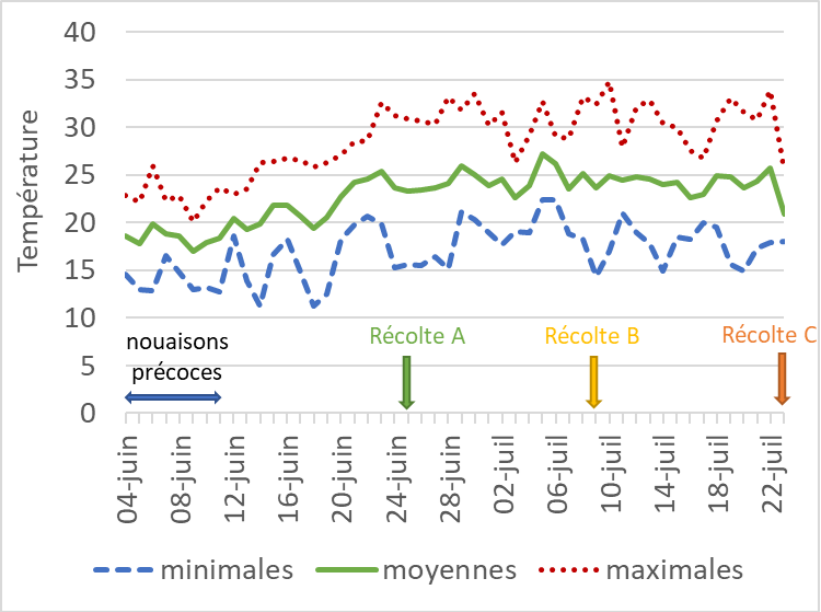


Figure 1: Courbes de températures journalières moyennes, minimales et maximales (données enregistrées directement sur la parcelle d'essai à l'aide d'une station météo) et positionnement des périodes de nouaison et récoltes

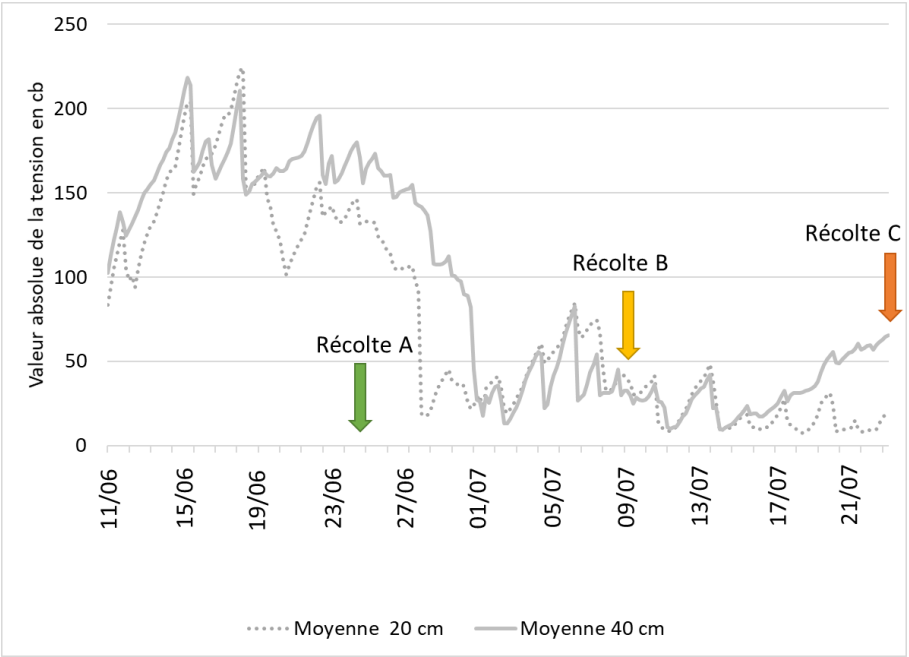


Figure 2 : Courbes de tensions du sol à deux profondeurs 20 et 40 cm (données issues des tensiomètres Watermark installés sur la parcelle)

Les deux éléments N et K présentent une dynamique similaire aussi bien au niveau du sol que dans les jus pétiolaires. Au niveau du sol, il y a une augmentation des teneurs en azote et potassium mesurées entre la nouaison (semaine 24) et les récoltes A et B. Entre les récoltes B et C, il y a une diminution des teneurs mesurées pour les deux éléments.

Au niveau des mesures réalisées sur le jus pétiolaire (méthode Pilazo), il y a une forte diminution des deux éléments entre la nouaison et la première récolte, puis une augmentation entre la récolte A et les récoltes B et C.
Les nouaisons ont eu lieu en deux phases. Entre le 1er juin et le 10 juin, une première vague de nouaison a eu lieu sur les premières fleurs femelles, ce sont les fruits issus de ces nouaisons précoces qui ont été utilisés pour l'essai de conservation. Les floraisons du 10 juin au 17 juin ont donné très peu de fruits, la charge en fruits des plantes était déjà importante, la majorité des fruits a avorté. Puis avec les premières récoltes et la remontée de l'humidité du sol, les plantes ont eu une seconde phase de nouaison, ces fruits ont été récoltés dans le but de caractériser le rendement de chacune des modalités de récolte.

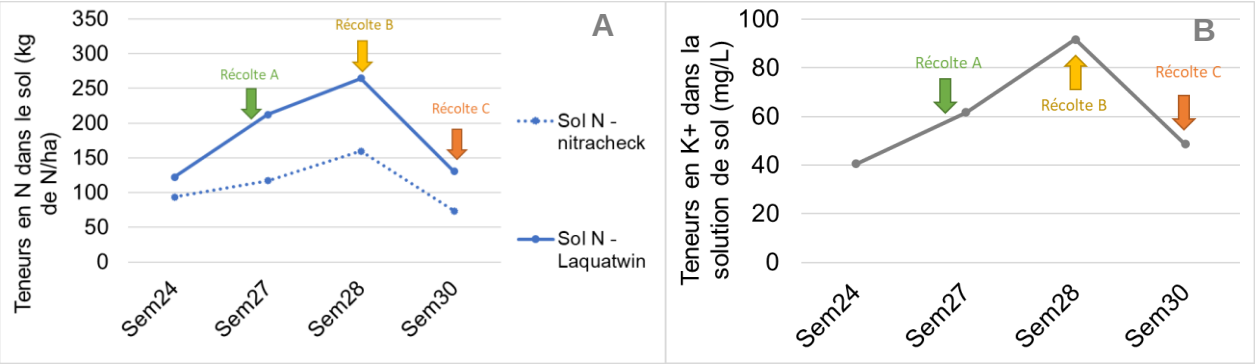


Figure 3 : courbes de disponibilité en azote (A) et potassium (B) au niveau du sol avec extraction à l'eau

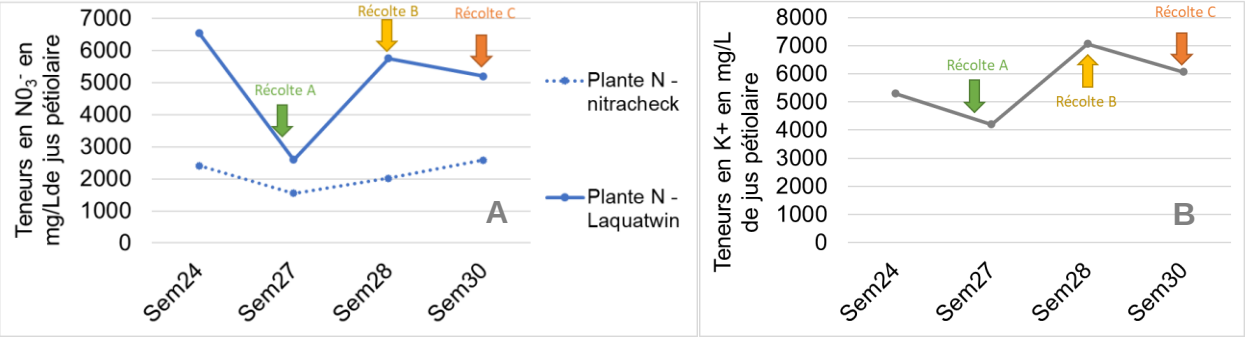


Figure 4 : courbes de teneur en azote (A) et potassium (B) du jus pétiolaire

5.2 – Sommes de degré-jours de la nouaison à la récolte

Les 3 modalités de récolte A, B et C sont bien différenciées les unes des autres en termes de somme de degré-jours pour les 3 bases : 8, 10 et 12°C.

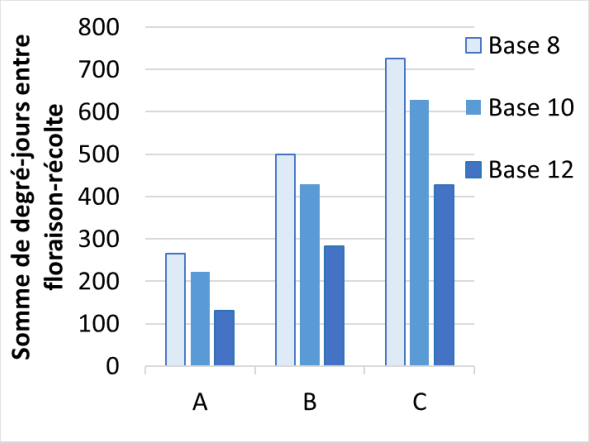


Figure 5 : Sommes de degré jours pour les différentes modalités de récolte selon les 3 bases : 8, 10 et 12

Tableau 2 : Tableau des sommes de degré jours pour les 3 modalités de récolte. Les sommes sont calculées en bases 8, 10 et 12, les 3 valeurs existantes dans la littérature pour le potimarron. Les sommes sont calculées à partir du 5 juin (milieu de la période de nouaison)

		Base 8	Base 10	Base 12
A	S23R26	265	223	131
B	S23R29	499	429	282
C	S23R31	725	627	428

Il est intéressant de noter que les gammes de valeurs des sommes de degré jour pour chacune des modalités sont assez différentes de celles de 2019, alors même que la décision de récolte s'est basée sur la caractéristique de maturité des fruits définie lors de l'essai de 2019 : l'aspect du pédoncule. Les sommes de 2019 sont bien plus élevées que celles de 2020, pour exemple en base 8, en 2019 les valeurs étaient en moyenne de 536°C.j pour la modalité A, 819°C.j pour la modalité B et 1093°C.j pour la modalité C. Cette différence met en exergue que la somme de degré jours est très sensible aux maximales journalières qui peuvent être très variables aux mois de juin-juillet en Provence. En effet les mois de juin-juillet 2019 ont été plus chauds que les mois de juin-juillet 2020. Ces différences marquées remettent en question l'intérêt d'un seuil de somme de degré jours pour déterminer la date de récolte optimale des potimarrons dans les conditions provençales.

		Base 8	Base 10	Base 12
A	S23R26	265	223	131
B	S23R29	499	429	282
C	S23R31	725	627	428

5.3 – Caractérisation à la récolte

- **Etat de la végétation**

Lors de la récolte de la modalité A (25-06) les plantes sont encore bien vertes, avec des fleurs femelles épanouies. Lors de la récolte de la modalité B (09-07) les plantes ont commencé à sécher. Lors de la récolte de la modalité C (23-07), une reprise de végétation est observée, avec de nouvelles floraisons.

La senescence complète des plantes qui est parfois évoquée comme critère de récolte des courges a été postérieure à la modalité de récolte la plus tardive (C).

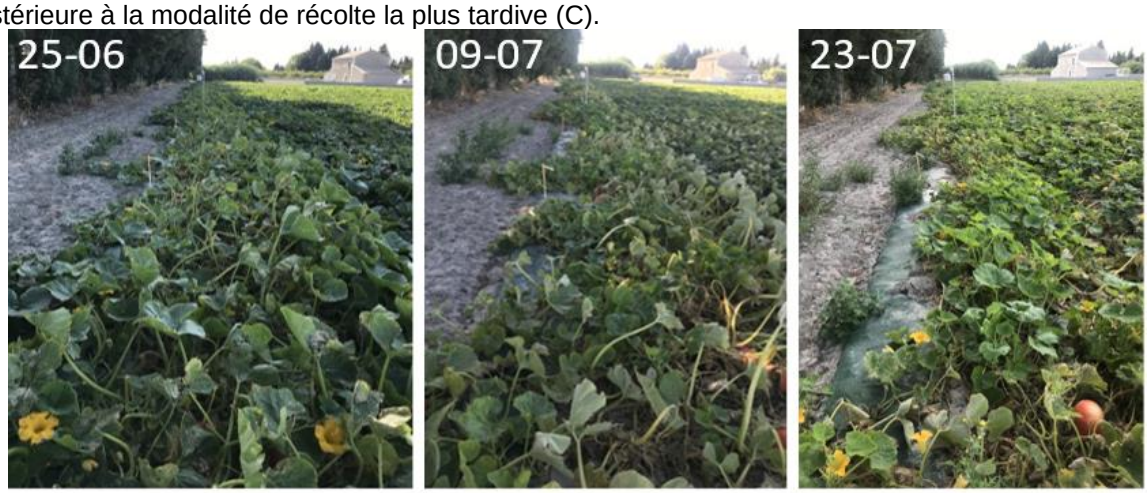
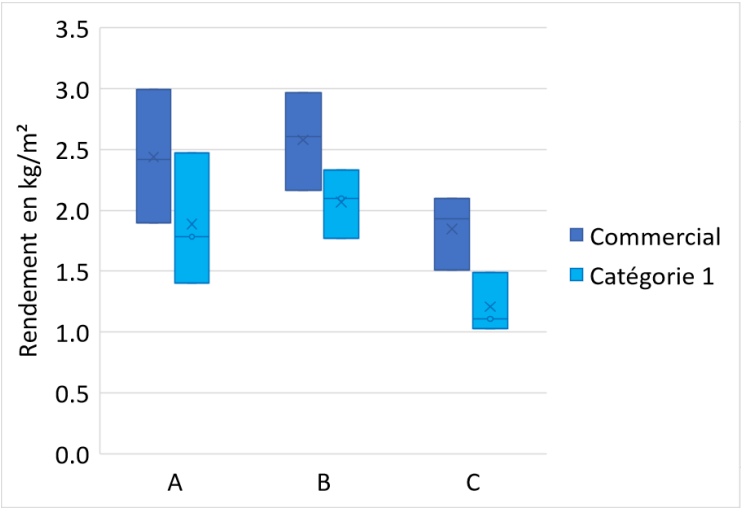


Figure 6 : Photographies de l'état de la végétation lors des trois récoltes. Modalité A : récolte précoce (25-06), Modalité B : récolte intermédiaire (09-07), Modalité C : récolte tardive (23-07).

- **Rendement**



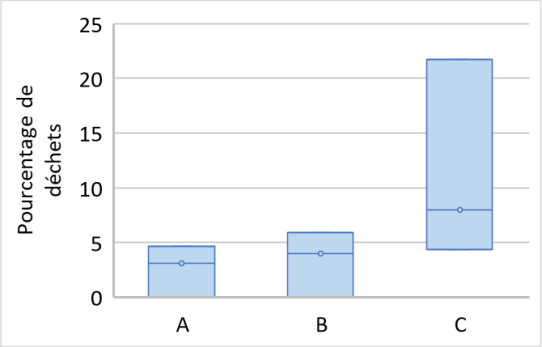


Figure 8 : Rendement en potimarron des 3 modalités de récolte. A) récolte précoce; B) récolte intermédiaire; C) récolte tardive

Figure 7 : Pourcentage de déchets (en nombre de fruits) à la récolte des potimarrons selon les 3 modalités de récolte. A) récolte précoce; B) récolte intermédiaire; C) récolte tardive.

Une tendance à un rendement global, toutes nouaisons confor e tardive est observée, avec un pourcentage de déchets (fruits fendus notamment) plus important que les autres modalités. Les différences de rendement commercial et catégorie 1 ne sont pas significatives.

- **Description qualitative des fruits à la récolte**

Tableau 3 : Photographies et description des fruits à l'entrée en conservation

	Description	Photographies : fruit, chair et pédoncule
A- récolte précoce (25/06)	Epiderme du fruit : orange-jaune à orange foncé Pédoncule : début de subérisation, tranche encore verte ou jaune-verte	
B- Récolte intermédiaire (09/07)	Epiderme du fruit : orange à orange foncé Pédoncule : extérieur bien subérisé, aspect liégeux sec, tranche vert ou jaune	
C- récolte tardive (23/07)	Epiderme du fruit : orange foncé à orange très foncé Pédoncule : extérieur bien subérisé, aspect liégeux sec, tranche d'aspect sec	

Des mesures de qualité destructives ont été réalisées à la récolte sur un sous échantillon de chaque lot, soit 4 fruits par lot, soit 12 fruits par modalité.

Pour les mesures de fermeté de la chair (Figure 9-A), il y a un impact significatif de la modalité de récolte. Les fruits de la modalité A (récolte du 25-06) sont plus fermes que les fruits des deux récoltes suivantes.

Pour les mesures de degré Brix (Figure 9-B), il n'y a pas d'effet significatif de la modalité de récolte. Une variabilité plus importante est observée pour les fruits de la modalité A.

Pour les données de pourcentage de matière sèche (Figure 9-C), le taux de matière sèche est significativement plus élevé pour les fruits de la modalité A par rapport aux fruits de la modalité C. Ce résultat provient peut être en partie de la faible disponibilité en eau pendant le développement des fruits et la récolte

A, les teneurs en eau du sol augmentent fortement après la récolte A, ce qui a peut-être permis aux fruits des récoltes B et C de se gorger en eau.

Pour les données de poids de 10 graines (Figure 9-D), il n'y a pas d'effet significatif de la modalité de récolte.

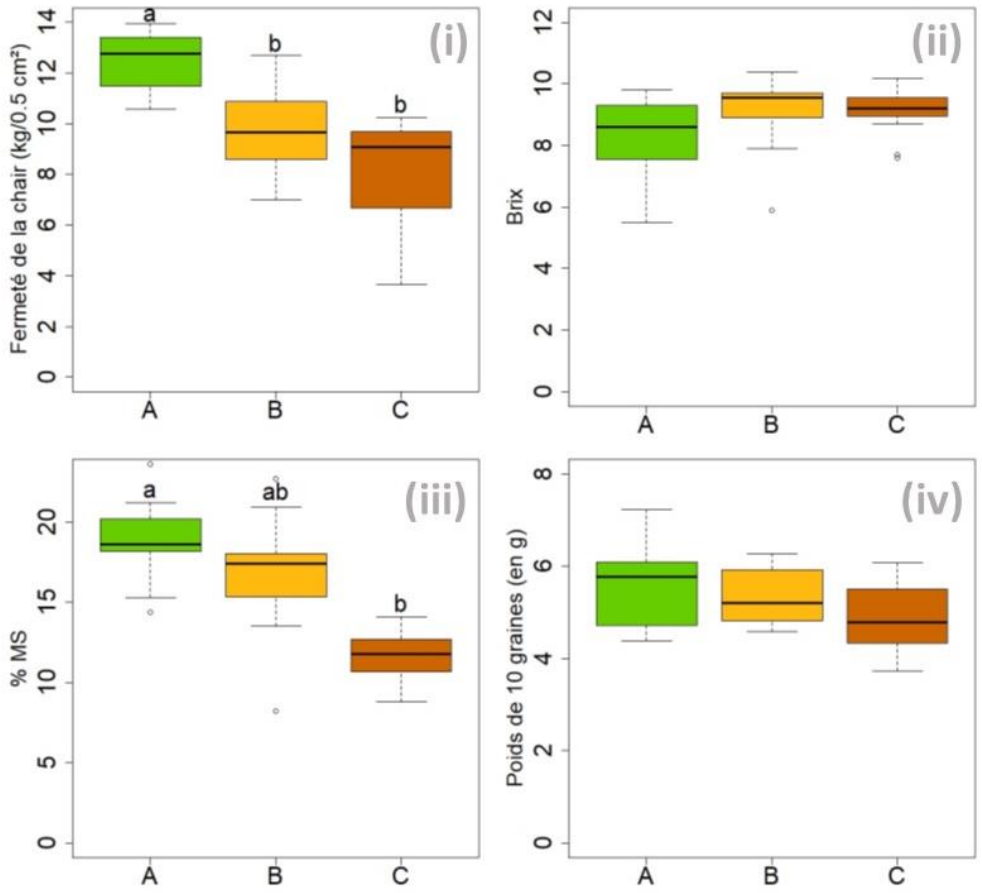


Figure 9 : Mesures destructives de la qualité du fruit à la récolte pour les 3 modalités de récolte : A - précoce (25/06), B - intermédiaire (09/07), C - tardive (23/07). (i) Mesures de fermeté de la chair à la récolte (Kruskal-Wallis) ; (ii) Mesures du degré Brix (Kruskal-Wallis : ns) ; (iii) Mesures du taux de matière sèche (Kruskal-Wallis) ; (iv) Mesures du poids de 10 graines (Anova)

5.5 – Dégustation

Deux dégustations ont été réalisées. Il ne restait pas suffisamment de fruits de la modalité C, cette modalité n'a donc été dégustée qu'une seule fois (Tableau 4).

Lors des dégustations les profils sensoriels des fruits des modalités A et C sont très proches. La modalité B se détache, avec une note globale plus élevée : couleur, sucre, flaveur, arôme de châtaigne et fondant sont jugés plus élevé que pour les deux autres modalités. Tandis que les modalités A et C sont jugées plus fermes, plus farineuses et plus fibreuses.

Les notes des dégustateurs sont en accord avec les mesures des degrés brix réalisées le jour des dégustations. Les mesures de degrés-brix des fruits de la modalité B sont plus élevées que celles des fruits des autres modalités. Les fruits de la modalité B sont généralement préférés aux autres par les dégustateurs.

Date	Nb dégustateurs	Modalité	Brix	Nb de fois où le fruit est noté comme préféré
17/12/2020	6	A	5.1	0
		B	12.7	**6**
		C	5.6	0
11/02/2021	5	A	9.3	1
		A	6.1	0
		B	11.4	**4**

Tableau 4 : Description des dégustations, mesure de brix de chaque fruit et préférence des dégustateurs

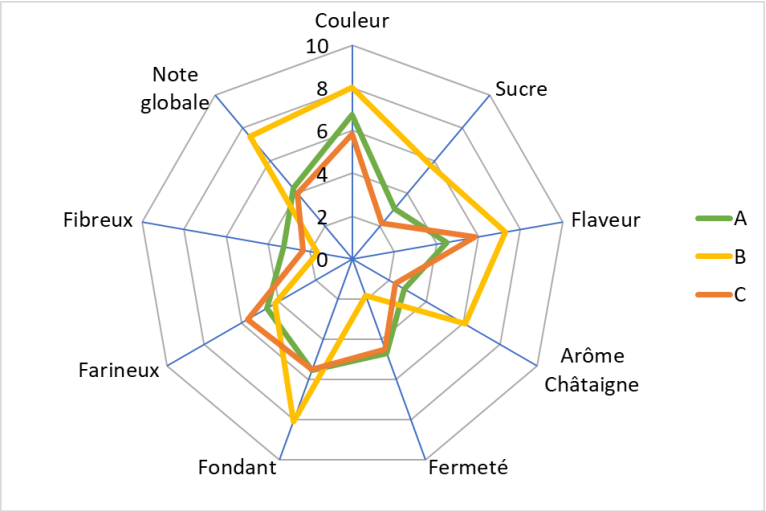


Figure 10 : Profils sensoriels des 3 modalités de récolte. A) récolte précoce (25/06), B) récolte intermédiaire (09/07), C) récolte tardive (23/07)

5.6 – Suivi en conservation

- **Pourcentage de fruits commercialisables**

La modalité C, récolte tardive est la première à avoir perdu des fruits. La perte de fruits dans la modalité A s'est accélérée à partir de début décembre. Début février la modalité avec la perte la plus importante est la modalité A.

Les différences ne sont pas significatives avant les deux dernières dates d'observation. Le 9 mars et le 2 avril, les lots de la modalités B (récolte intermédiaire) conservent un pourcentage plus important de fruits commercialisables que les lots des modalités A (récolte précoce) et C (récolte tardive).

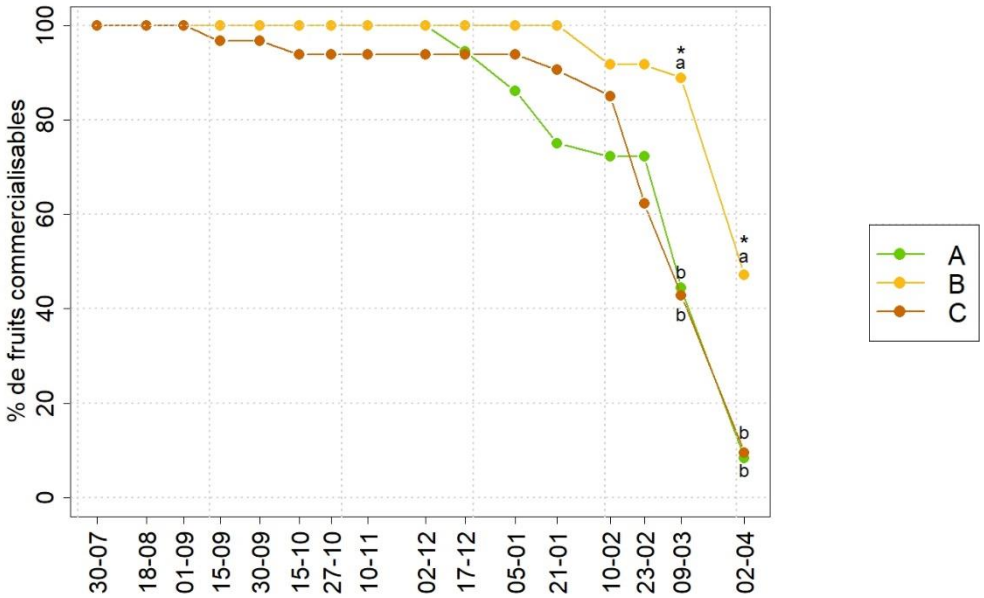


Figure 11 : Pourcentage de fruits commercialisables au cours de la conservation. A récolte précoce (25/06), B récolte intermédiaire (09/07), C récolte tardive (23/07)

- **Motifs de déclassement**

Les trois causes de déclassement des fruits sont :

- les défauts de coloration, avec l'apparition d'ombres sombres sur le fruit ou de plages avec une teinte plus claire. Ces défauts sont sans doute d'origine physiologiques, des analyses en laboratoires (LDA13) n'ont pas permis de mettre en évidence de champignons, de bactéries ou de virus pouvant être à l'origine des taches observés (Figure 12).

Figure 12 : Photographies des défa

- la déshydratation qui se caractérise par des fruits d'aspect fripé et mou à la pression (Figure 13)

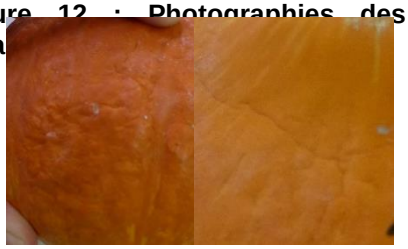


Figure 13 : Photographies de marques de déshydratation

- le développement de pourriture, différents types de pourriture ont été observés sur les fruits. Des analyses en laboratoire (LDA13) ont permis d'identifier plusieurs pathogènes : *Alternaria, Didymella, Colletotrichum* et *Cladosporium* (Figure 14)

Figure 14 : Photographies de pourritures

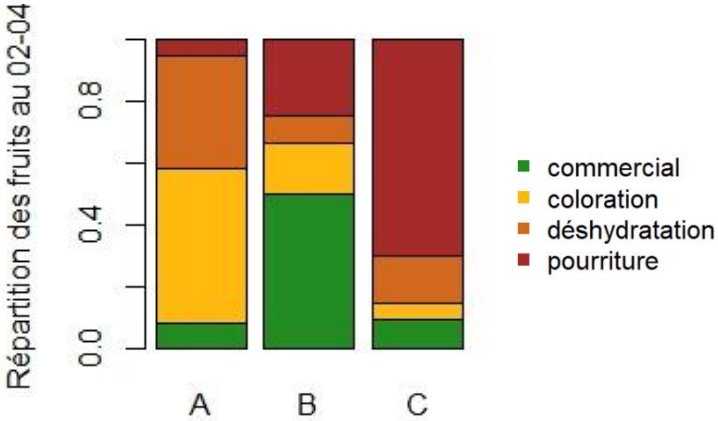


Figure 15 : Répartition des potimarrons - bilan au 10-02 des fruits commercialisables et des causes de déclassement tout au long de la conservation. Modalité A : récolte précoce (25-06), Modalité B : récolte intermédiaire (09-07), Modalité C : récolte tardive (23-07)

Les deux principales causes de déclassement pour la modalité A sont les défauts de coloration et la déshydratation, peu de fruits présentent des pourritures. A l'inverse pour les modalités B et C la principale

cause de déclassement est l'apparition de pourriture. Pour la modalité B la deuxième cause de déclassement est l'apparition de défauts de coloration, pour la modalité C la deuxième cause de déclassement est l'apparition de signe de déshydratation.

- **Perte de poids en conservation**

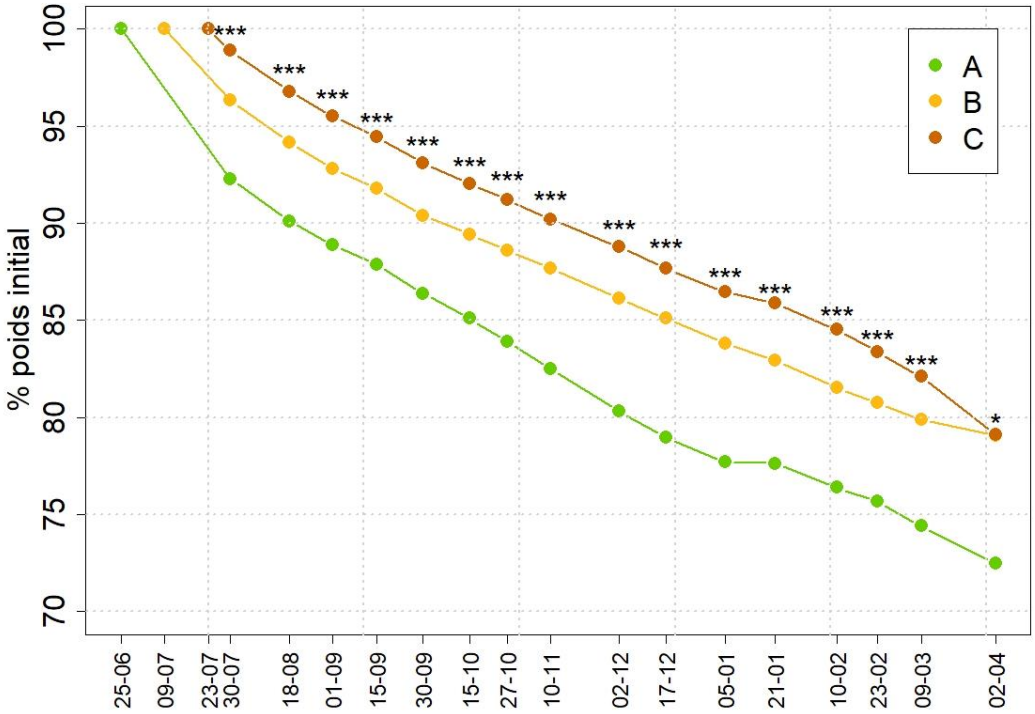


Figure 16 : Evolution du poids en conservation, exprimé en pourcentage du poids à la récolte. A récolte précoce (25/06), B récolte intermédiaire (09/07), C récolte tardive (23/07).

Les trois modalités sont significativement différentes à chaque date pour le pourcentage de perte de poids, sauf la dernière, où les fruits des modalités B et C ont une perte de poids équivalente et inférieure à A (Figure 16). La perte de poids en conservation suit la même dynamique pour les modalités B et C, la modalité B ayant perdu plus de poids que la modalité C. La perte de poids en conservation de la modalité A a une dynamique plus rapide que les 2 autres modalités, ce qui est cohérent avec la plus grande proportion des fruits de la modalité A a être déclassés pour déshydratation.

6 - Conclusions

La modalité de récolte précoce de 2020 a été définie en fonction de l'état de subérisation du pédoncule, pour correspondre à ce qui avait été décrit lors de l'essai de 2019. Les modalités B et C ont été définies 2 semaines et 4 semaines plus tard. Cependant les conditions météorologiques, ainsi que les variétés suivies (Kaori Kuri en 2019, Orange Summer en 2020) sont différentes au cours des deux années d'essai. Il en résulte que les modalités de 2020 correspondent à des délais entre la nouaison et la récolte plus courts qu'en 2019.

En 2019 la modalité ayant présenté la meilleure conservation est la modalité A (pédoncule en début de subérisation) : 4 semaines de délai nouaison-récolte, en 2020 la modalité ayant présenté la meilleure conservation est la modalité B (pédoncule subérisé à l'extérieur) : 4 à 5 semaines de délai nouaison-récolte. L'optimum de conservation est donc obtenu pour les deux années pour des délais nouaison-récolte de 4 à 5 semaines.

En 2020, les fruits de la modalité B (délai nouaison récolte 4 à 5 semaines : pédoncule bien subérisé sur l'extérieur) maintiennent le plus important pourcentage de fruits commercialisables tout au long de la conservation, avec plus de 89% de fruits commercialisables après 7 mois de conservation, contre 44 et 43% pour les lots des modalités A (2 à 3 semaines entre nouaison et récolte) et C (6 à 7 semaines entre nouaison et récolte). De plus lors des tests de dégustation, les fruits la modalité B sont ressortis comme les plus gustatifs.

La subérisation du pédoncule est un critère visuel simple qui apparaît comme intéressant pour définir le stade de récolte optimal. Il convient cependant de définir et valider le degré de subérisation pour optimiser la conservation et la qualité gustative pour chaque variété.

Si le stade de maturité à la récolte apparaît comme un facteur déterminant pour la durée de conservation des lots de potimarrons, il est important de noter que d'autres facteurs sont également à prendre en compte pour optimiser cette durée de conservation : choix variétal, régularité dans les irrigations, état sanitaire de la culture, précautions de manipulations à la récolte et conditions de stockage.

Références bibliographiques :

Campbell, N.A., Reece, J.B., Lachaîne, R., and Bosset, M. (2011). Biologie (Paris: Pearson education France).
R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. (Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing).
Sanvicente, P., Mouret, L., Serrurier, M., Davy, M., Collet, J.-M., Dupuydauby, C., and Calvarin, J. (2019). Le potimarron, un légume symbole de l'automne. Infos CTIFL.

Renseignements complémentaires auprès de : *Action A444*
ROUSSELIN A., APREL, Route de Mollégès, 13210 St Rémy de Provence, tel : 04 90 92 39 47, mail : rousselin@aprel.fr

Réalisé avec
le soutien financier de :