



HAL
open science

La qualité des pommes en relation avec les époques de cueillette et de consommation

Bernard Bidabe, Marcel Le Lezec, Joseph Babin

► **To cite this version:**

Bernard Bidabe, Marcel Le Lezec, Joseph Babin. La qualité des pommes en relation avec les époques de cueillette et de consommation. *Arboriculture Fruitière*, 1970, 196 (juin), pp.26-33. hal-02732494

HAL Id: hal-02732494

<https://hal.inrae.fr/hal-02732494>

Submitted on 2 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

La qualité des pommes en relation avec les époques de cueillette et de consommation

par B. BIDABE, M. LE LEZEC et J. BABIN, station
d'amélioration des arbres fruitiers (I.N.R.A. - Angers)

Au moment où, plus que jamais, la QUALITÉ des fruits revêt une importance capitale pour l'arboriculture fruitière en raison même de son incidence directe sur la production d'abord, sur la commercialisation ensuite et sur la « Consommation » enfin, il nous a paru opportun de publier cette étude. Elle a déjà fait l'objet d'une parution dans le Bulletin Technique d'Information N° 242 ; grâce à l'obligeance de M. Huet, directeur de la station de recherche de Beaucouzé, près d'Angers, et des auteurs, nous avons pu disposer des documents originaux accompagnant le texte. Nous les en remercions.

LA part considérable que représente la variété Golden Delicious dans notre production totale de pommes, et dans les surfaces plantées au niveau des vergers individuels, a entraîné des difficultés accrues dans sa commercialisation. Les producteurs ont trouvé par ailleurs des débouchés nouveaux dans les pays nordiques et exportent des fruits « verts », cueillis prématurément et de valeur gustative médiocre. Ces pratiques ont provoqué des erreurs graves dans les époques de cueillette comme dans les époques de commercialisation de cette variété ; de ce fait, le marché de consommation se trouve alimenté en fruits de qualité très variable.

Les récoltes trop précoces présentent des inconvénients bien connus : sensibilité au flétrissement des fruits, apparitions plus importantes du bitter pit et de l'échaudure, pertes en calibre et en rendement ; les récoltes trop tardives ne se conservent pas longtemps et sont habituellement plus sensibles au Gloeosporium et au brunissement interne.

L'objet de notre étude a été de déterminer par certains critères :

- la date limite avant laquelle il ne faut pas récolter pour obtenir une évolution convenable de la qualité des fruits ;
- l'époque de consommation en fonction de l'époque de cueillette.

Une telle étude a exigé la recherche d'un petit nombre de critères objectifs pour apprécier la qualité gustative des pommes. Il est bien entendu que les objectifs de ce travail et les résultats obtenus excluent pour Golden Delicious, les fruits « verts » destinés à l'exportation.

I. - MATERIEL ET METHODES

Cette étude a été entreprise sur plusieurs variétés mais les observations de la variété Golden Delicious, effectuées pendant quatre années, permettent de mieux exposer la méthode et les résultats.

Les arbres choisis pour des cueillettes hebdomadaires ont une production moyenne, régularisée par un éclaircissage préalable. Chaque semaine, un des arbres ainsi déterminés est cueilli en entier. Les dates de récolte encadrent largement la période normale de cueillette pratiquée dans la région.

Le choix de l'échantillon destiné aux dégustations et aux analyses s'effectue en tenant compte du poids moyen des fruits de l'arbre récolté : le poids individuel des fruits choisis ne diffère pas de plus de quinze grammes de ce poids moyen. Ces lots de fruits sont entreposés en atmosphère normale à 1° C et à 90 % d'humidité relative.

Les échantillons sont prélevés quarante-huit heures avant chaque dégustation pour que les fruits soient à une température favorable au dégagement des arômes. Les analyses sont effectuées immédiatement après.

Les jus sont extraits par broyage et purifiés par centrifugation et filtration ; le prélèvement de deux quartiers opposés de la pomme est effectué sur 20 à 25 fruits pour chaque lot.

Les jus obtenus sont utilisés pour la détermination des taux suivants :

- matières solides solubles, constituées en très forte majorité par les sucres, la mesure s'effectuant au réfractomètre (indice réfractométrique) ;

- sucres réducteurs et hydrolysables (saccharose) ;
- acidité exprimée en équivalent-grammes d'acide sulfurique par litre de jus.

Les méthodes d'analyse des sucres et des acides sont décrites en annexes (à la fin de cette étude)

II. - EVOLUTION DE CERTAINES CARACTERISTIQUES DE FRUITS PENDANT LA PERIODE DE RECOLTE

L'évolution du fruit résulte théoriquement de la succession de plusieurs phases biologiques :

- une phase de multiplication cellulaire très active et réduite à quelques semaines après la fécondation ;
- une phase d'élongation cellulaire qui a pour conséquence le grossissement définitif du fruit ;
- enfin, une phase de maturation physiologique où s'amorcent les processus biochimiques conduisant à la maturité et à la sénescence du fruit.

L'étude de différentes caractéristiques du fruit est intéressante à la fin de la phase d'élongation cellulaire et au cours de la phase de maturation.

Nous examinerons leur évolution sur des récoltes successives.

1. POIDS MOYEN DU FRUIT

Le poids moyen des fruits subit une augmentation régulière avant la période de récolte et tend à se stabiliser pendant la période de maturation (figure 1). Cette augmentation journalière du poids moyen peut atteindre 4 grammes (3,9 chez Golden Delicious ; 4,3 g chez Idared). Par conséquent, les récoltes précoces ont pour première incidence une forte diminution des rendements pouvant atteindre 40 %.

Le poids moyen définitif varie d'une année à l'autre et d'un verger à l'autre en fonction des conditions climatiques, de la fumure, de la production, des conditions d'éclaircissage, etc. (170 g en 1966, 190 g en 1967, 230 g en 1968 dans notre verger, chez la variété Golden Delicious). Ce caractère ne peut donc constituer une bonne indication pour la détermination de la cueillette.

2. PERTES RELATIVES EN POIDS

Les fruits récoltés prématurément présentent une sensibilité particulière au flétrissement. On peut donc penser que le caractère « perte de poids » est lié à l'époque de récolte.

Pour évaluer les pertes en poids, 60 fruits ont été numérotés individuellement, placés en frigorifique à 1° C et 85 % d'humidité relative et pesés à la récolte, après quinze jours, et à la fin de l'entreposage.

La perte en poids a été exprimée par jour et en fonction du poids initial des fruits : il s'agit donc de la **perte**

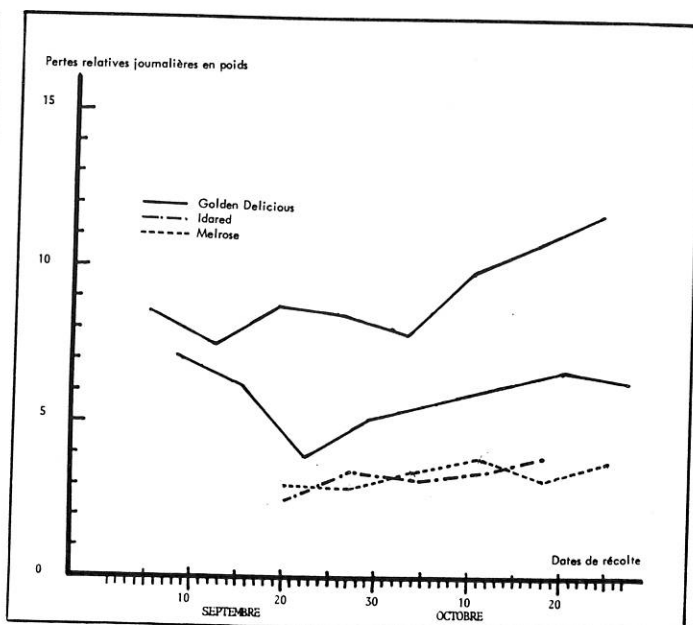
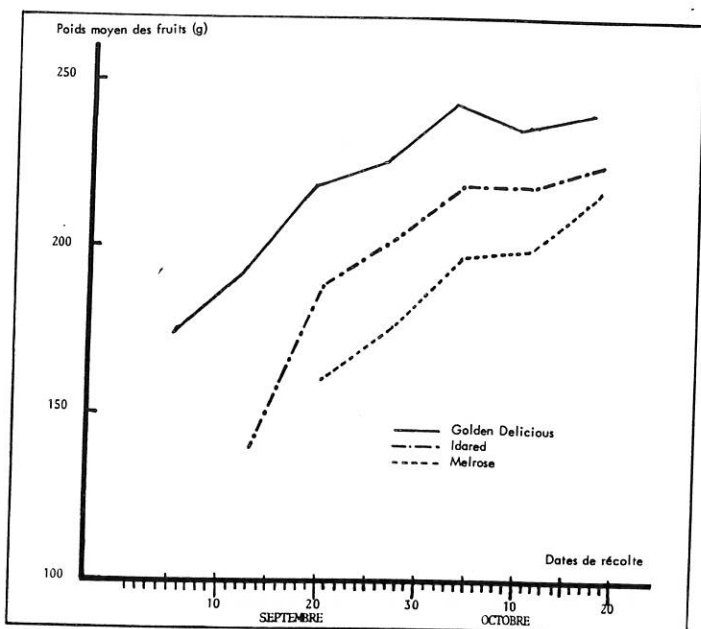


Fig. 1. — Evolution du poids moyen des fruits au cours des récoltes en 1968.

Fig. 2. — Pertes relatives journalières en poids des récoltes successives après 15 jours d'entreposage à 1° C.

relative journalière en poids (l'unité choisie est le $1/10\ 000^e$ ou 10^{-4} , soit en kg par jour pour 10 tonnes de fruits entreposés).

Nous pouvons observer (figure 2) que cette perte relative journalière en poids est :

- sujette à de fortes variations d'une année à l'autre pour une même variété (récoltes 1966 et 1968 de Golden Delicious) ;
- très différente selon les variétés (faible pour Idared et Melrose, forte pour Golden Delicious) ;
- plus forte en fin de période de récolte, ce qui traduit peut-être l'inaptitude à la longue conservation des récoltes trop tardives.

Il existe une corrélation très étroite entre la perte relative journalière des quinze premiers jours après la récolte et celle enregistrée durant toute la période d'entreposage (figure 3).

On peut constater que les variétés à épiderme cireux (Idared, Melrose, Granny Smith) ont des pertes relatives journalières beaucoup plus faibles que les variétés à épiderme peu cireux (Golden Delicious) ou liégeux. Les fruits de Golden Delicious atteints de rugosité présentent des pertes en poids plus importantes que ceux qui en sont indemnes.

3. COULEUR DE L'ÉPIDERME DU FRUIT

La couleur de l'épiderme évolue, pendant la maturation, du vert au jaune. Des échelles de couleur sont utilisées pour repérer la maturation des variétés. Une bonne échelle de couleur doit être établie pour une variété et pour une région donnée, ce qui est le cas pour les différentes échelles de couleur de Golden Delicious pour les régions productrices de pommes aux U.S.A.

Clijsters a montré qu'il existe une

relation entre la teneur en chlorophylles de l'épiderme et le degré de maturation du fruit chez Jonathan.

4. COULEUR DES PÉPINS

Le brunissement des pépins évolue sensiblement dans les fruits en cours de maturation. La proportion de surface colorée varie rapidement chez Golden Delicious (voir photos A, B, C, D) et Idared, pendant la période habituelle des récoltes (figure 4). Il n'en est pas de même chez d'autres variétés (Richard, Melrose) dont les pépins se colorent nettement avant cette période.

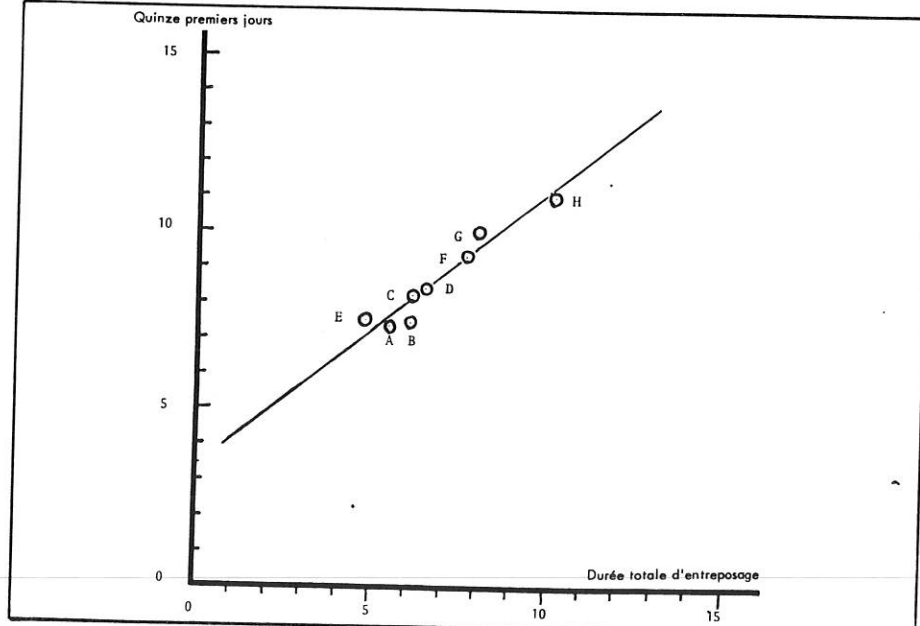
Ce caractère peut donc servir, dans certains cas, à préciser le degré de maturation en période de récolte.

Les pépins doivent être prélevés au moment de la récolte sur 20 à 25 fruits de calibre moyen. En effet, la coloration évolue dans les fruits cueillis et l'observation de la coloration des pépins d'un lot de fruits conservés ne permet en aucune façon de se prononcer sur l'état de maturité physiologique à la récolte.

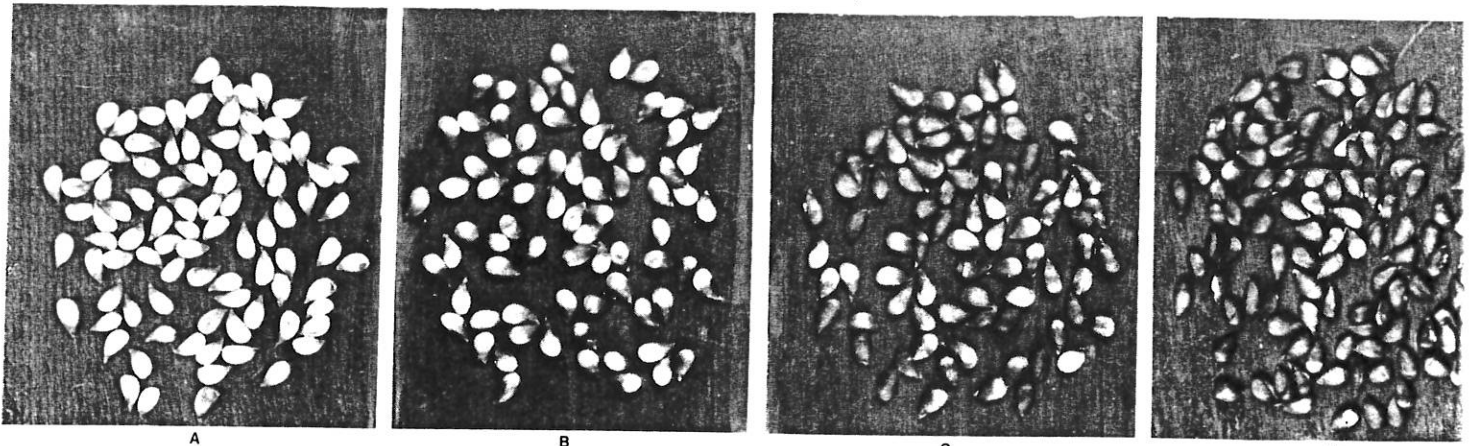
5. FERMETÉ DE LA CHAIR

Le pénémètre permet d'estimer l'évolution de la fermeté de la chair pendant la maturation. Les indications obtenues sur pommes ne sont pas satisfaisantes pour la plupart des auteurs car elles varient avec la grosseur, l'ensoleillement du fruit, les régions de culture et les

Fig. 3. — Corrélation entre les pertes relatives journalières en poids (10^{-4}) pendant les 15 premiers jours et pendant toute la durée d'entreposage des récoltes de Golden Delicious.



récolte



Evolution de la coloration des pépins de Golden Delicious à différentes dates de récolte.

conditions climatiques. Nous n'avons pas retenu ce test dans notre étude.

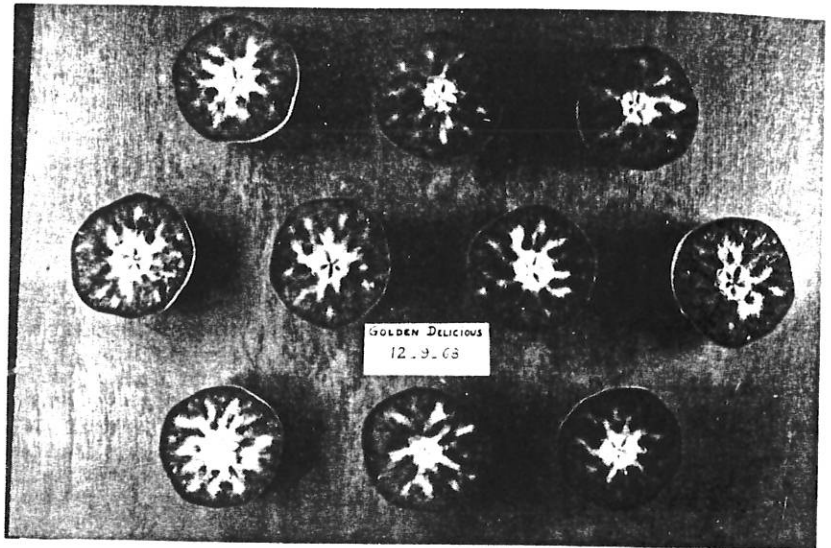
6. TENEUR EN AMIDON

Pendant la maturation du fruit l'amidon se transforme progressivement en sucres solubles. La disparition de l'amidon est détectée par trempage de la coupe équatoriale des fruits pendant une minute dans une solution iodo-iodurée (dissoudre d'abord 24 g d'iodure de potassium dans un peu d'eau, puis 12 g d'iode et compléter à 1 litre de solution). Par cette méthode, l'amidon est coloré en bleu. Après ce trempage, la coupe doit être rincée à l'eau pure pour l'observation immédiate.

Par suite de la variation journalière du taux d'amidon il vaut mieux prélever une dizaine de fruits à la même heure, de préférence le matin.

La transformation de l'amidon est lente comme on peut s'en apercevoir sur les photos relatives aux récoltes hebdomadaires de la variété Golden Delicious.

Evolution de la teneur en amidon (Récolte 1968 de Golden Delicious)



12 septembre

19 septembre

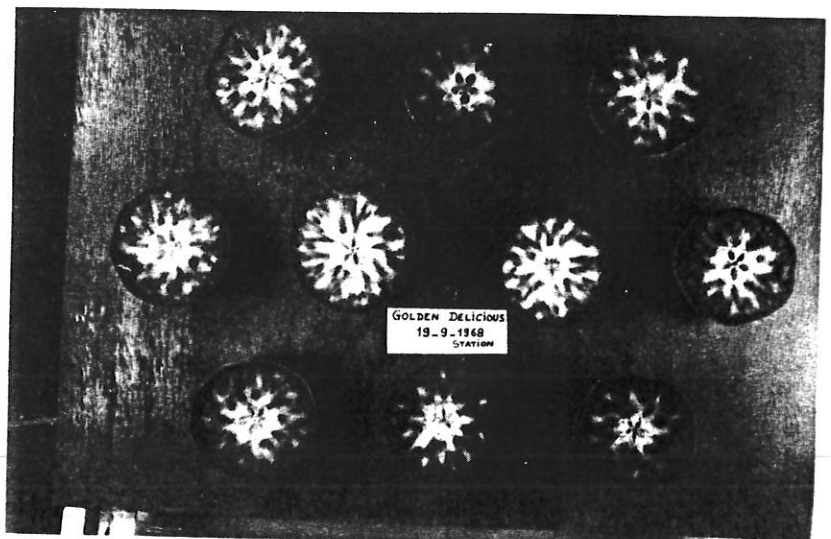
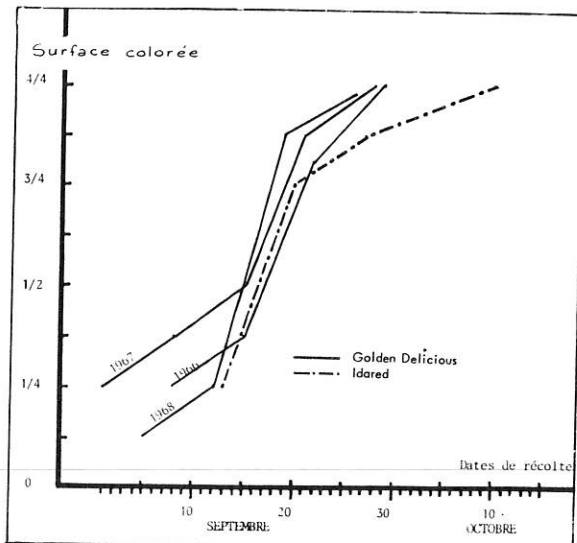


Fig. 4. — Surface colorée des pépins en cours des récoltes.



7. EVOLUTION DES CARACTERES CHIMIQUES

a) Taux de matières solides solubles

Les matières solides solubles sont essentiellement constituées par les sucres et leur taux est apprécié au réfractomètre par lecture directe du pourcentage de matières solides solubles (indice réfractométrique - I.R.).

L'indice réfractométrique augmente assez brusquement en début de la période de récolte et tend à se stabiliser à un certain niveau, voire même à diminuer légèrement pour les récoltes très tardives (figure 5).

b) Teneur en sucres réducteurs et en sucres hydrolysables

Les sucres réducteurs n'augmentent que très légèrement pendant la période de récolte (figure 6) et ne semblent donc pas intéressants à retenir.

La teneur en sucres hydrolysables augmente, elle, très sensiblement pendant la maturation physiologique, jusqu'à la fin de la période de récolte (figure 7). Cette teneur baissera d'ailleurs, par la suite, pendant la conservation.

Pendant la période de récolte la teneur en sucres hydrolysables augmente de la même façon que l'indice réfractométrique.

Fig. 5. — Evolution de l'indice réfractométrique (I.R.) des récoltes.

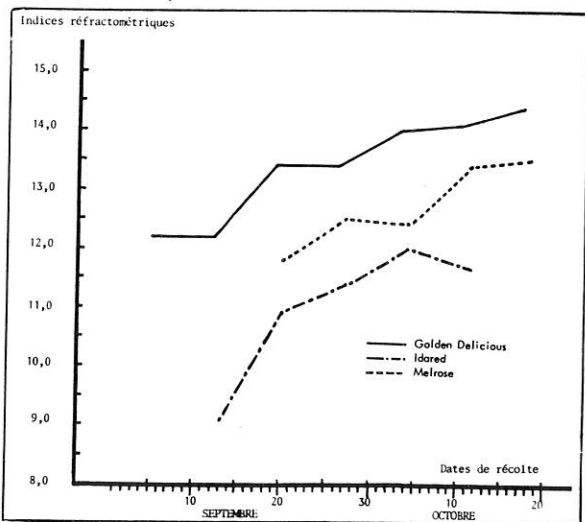
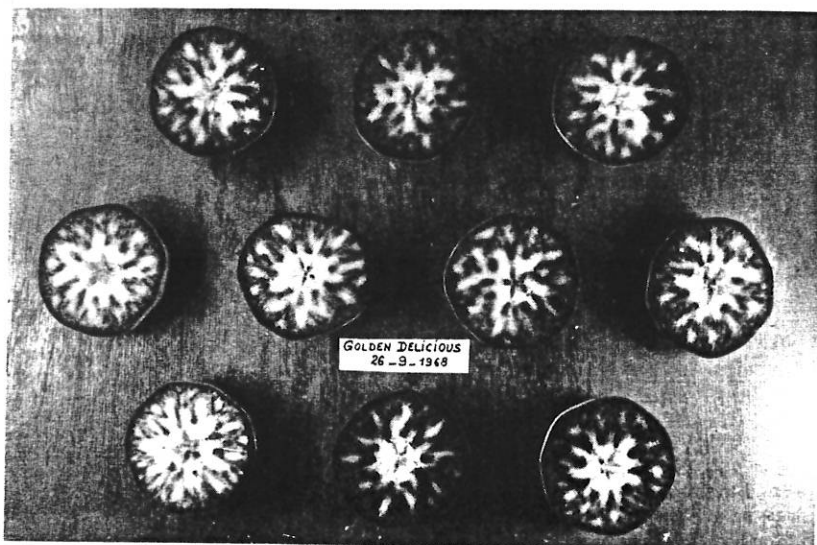
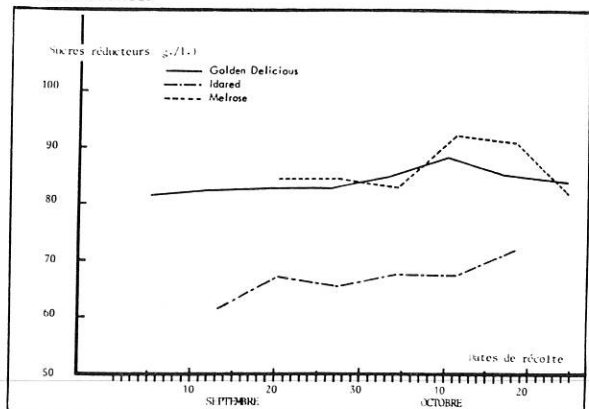
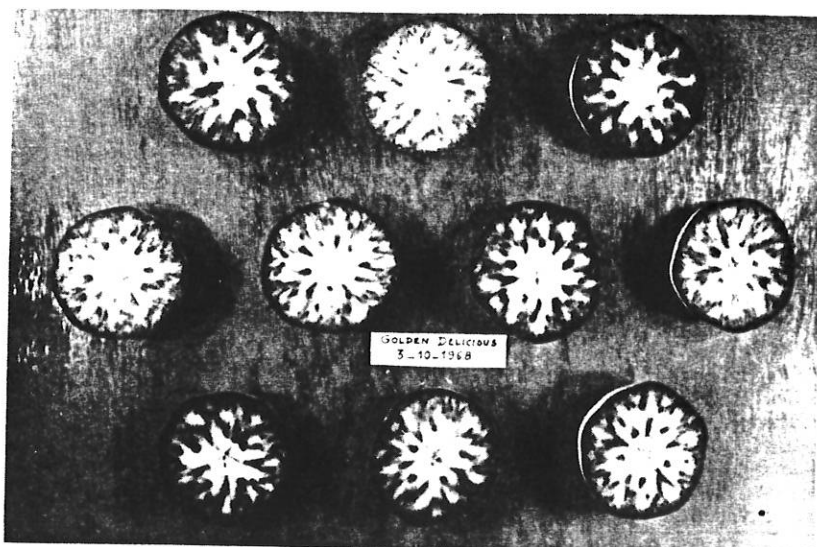


Fig. 6. — Teneur en sucres réducteurs au cours des récoltes.

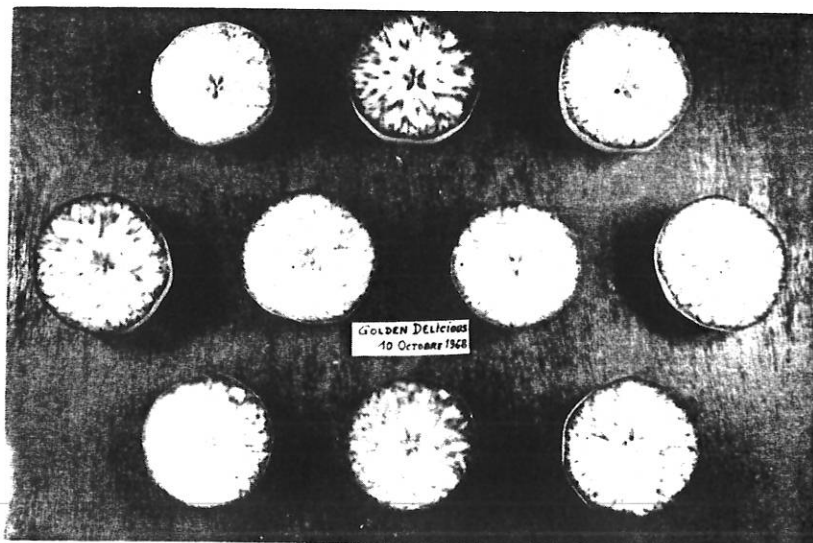


26 septembre



3 octobre

10 octobre



c) Teneur en acides

La teneur en acides diminue de façon régulière et importante pendant la maturation physiologique (figure 8).

Les différences variétales sont assez grandes, les variétés Golden Delicious et Idared, par exemple, ont des teneurs plus élevées que Melrose ou Richared.

III. - EVOLUTION DE LA QUALITE GUSTATIVE EN FONCTION DE LA DATE DE RECOLTE

1. METHODE ET ORGANISATION DES DEGUSTATIONS

Les dégustations ont été organisées mensuellement à partir du mois de décembre, avec quatre à cinq dégustateurs.

Un dégustateur peut différencier et classer par ordre de préférence jusqu'à huit lots de fruits. Il est possible d'effectuer dans ces conditions trois répétitions.

Les dégustateurs doivent évidemment ignorer l'identité des lots et ne pas communiquer leurs impressions.

Les lots de fruits correspondant chacun à une date de cueillette sont numérotés et présentés séparément. On détermine, par tirage au sort, l'ordre des dégustateurs pour le choix des fruits. Pour chaque lot et chaque répétition, chaque dégustateur goûte un fruit entier. On calcule ensuite le « rang » moyen de chaque lot à partir d'un nombre de « rangs » qui est le produit du nombre de dégustateurs par le nombre de répétitions.

La méthode d'analyse de ce type de dégustation a été décrite par A. Vessereau : « Les méthodes statistiques appliquées au test des caractères organoleptiques » — Annales de la Nutrition et de l'Alimentation, 1965 — dont nous reproduisons un extrait en annexes.

2. OBSERVATIONS GENERALES ET RESULTATS

La figure 9 montre l'évolution générale de la qualité des fruits des récoltes successives de Golden Delicious au cours de l'hiver 1967-1968.

On peut constater que les trois premières récoltes sont toujours classées les dernières pour la qualité gustative, depuis la dégustation du mois de décembre jusqu'à celle du mois d'avril : ces lots trop précoces n'ont pas acquis une maturité physiologique suffisante sur l'arbre pour poursuivre une évolution normale en conservation.

Les récoltes suivantes (à partir du 21 septembre 1967) sont toutes capables de donner les fruits les meilleurs mais à des époques différentes de consommation. La durée optimale de conservation pour une qualité optimale va dans le sens de la précocité des récoltes. C'est-à-dire que les récoltes précoces sont susceptibles d'une longue conservation (par exemple la récolte du 21 septembre 1967) et les récoltes tar-

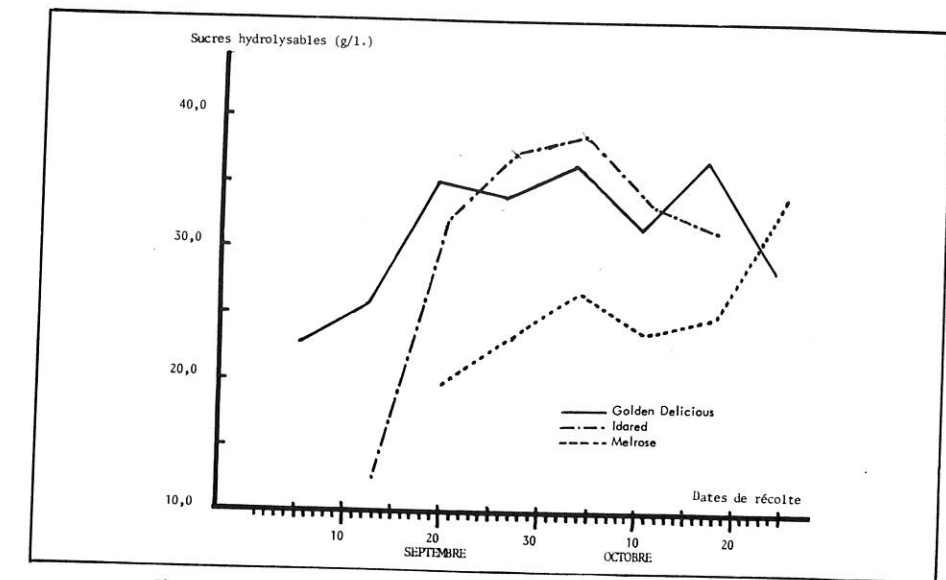


Fig. 7. — Teneur en sucres hydrolysables (saccharose) au cours des récoltes.

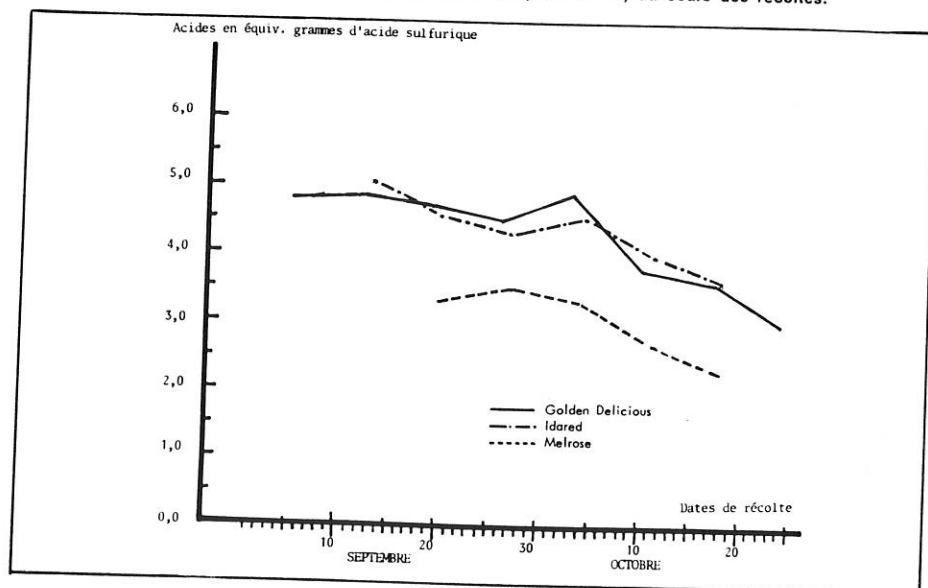


Fig. 8. — Evolution de l'acidité au cours des récoltes.

dives sont les meilleures du point de vue gustatif après de courtes durées de conservation.

Ce phénomène est général pour les différentes années d'étude de la variété Golden Delicious à Angers, Agen, Mauguio et Marsillargues (Hérault) et pour d'autres variétés étudiées en 1968 en Maine-et-Loire : Idared, Melrose et Granny Smith.

Il ressort donc essentiellement l'existence d'une **date critique de début de cueillette** avant laquelle le fruit cueilli ne peut évoluer favorablement en conservation.

Nous avons situé la date critique de début de récolte pour la variété Golden Delicious aux 22 septembre 1966, 21 septembre 1967 et 19 septembre 1968, soit approximativement au 20 septembre en moyenne pour la région d'Angers ; au 9 septembre 1968 pour Agen (Lot-et-Garonne) ; aux 2 et 3 septembre 1968 respectivement à Marsillargues (Hérault) et Mauguio (Hérault).

Dans le Maine-et-Loire, la date critique de début de récolte d'Idared s'est située vers le 27 septembre 1968 ; de Melrose, le 20 septembre 1968 (sensiblement comme Golden Delicious) et de Granny Smith, le 12 novembre 1968. Ces dates, déterminées dans les vergers retenus pour cette étude, ne sont évidemment pas directement extrapolables à d'autres situations. Elles constituent cependant des références intéressantes que seules des récoltes et des dégustations échelonnées permettent d'obtenir.

Certaines variétés ne sont pas susceptibles d'être récoltées trop tardivement par suite de leur sensibilité au « brunissement interne ». C'est le cas de Melrose et de Jonathan par exemple. Certains chercheurs (Herregods, Clijsters) ont mis en évidence la corrélation étroite entre l'intensité respiratoire élevée à la récolte et l'importance du « brunissement interne ». L'intensité respiratoire augmentant à la fin de la période de récolte, il est évident que

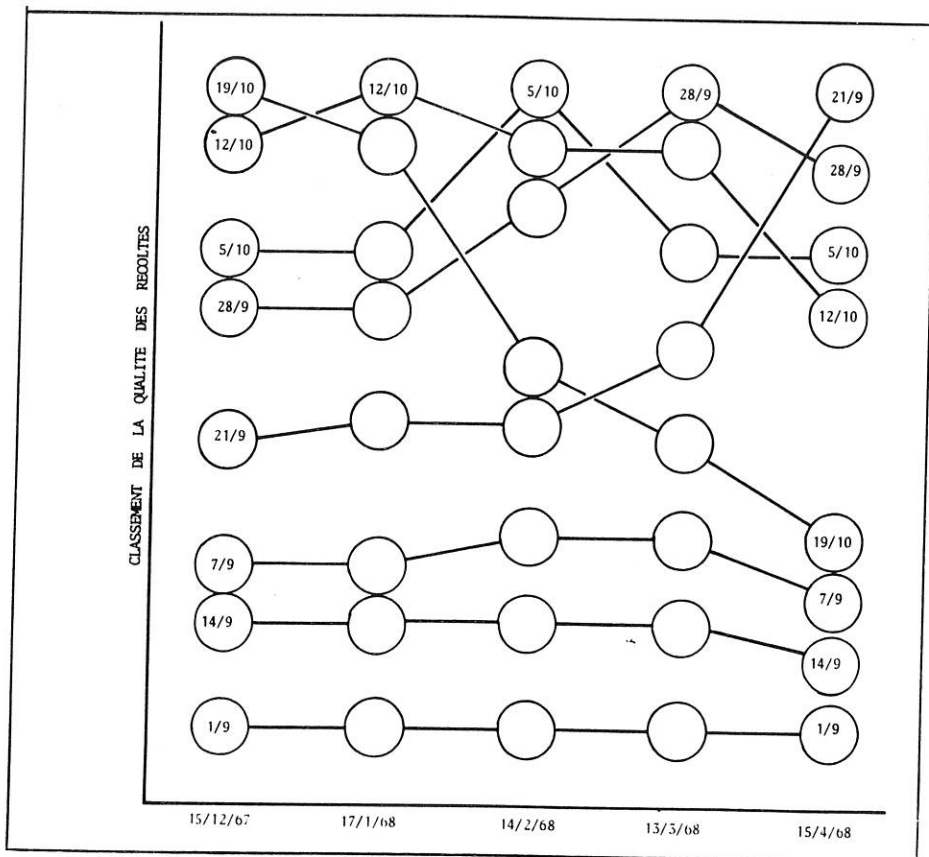


Fig. 9. — Evolution de la qualité des récoltes en cours de conservation.

Les pertes relatives en poids n'ont aucune relation avec la date critique.

L'indice réfractométrique ne présente pas de relation directe avec la date critique dans des milieux différents.

A Marsillargues (1968) les indices réfractométriques après la date critique sont inférieurs aux indices obtenus avant la date critique à Mauguio (1968) et à Angers (1966, 1967 et 1968).

Si l'indice réfractométrique ne constitue pas un critère d'application générale, il n'en est pas moins vrai qu'il est assez intéressant à considérer pour un même verger. En 1966, 1967 et 1968, à Angers, l'indice réfractométrique avant la date critique varie de 11,4 à 13,3 tandis que, pour la même période et après la date critique, il varie de 13,0 à 16,7.

Nous ne pouvons pas tirer de conclusions valables sur les sucres réducteurs et les sucres hydrolysables parce que leurs analyses n'ont été effectuées qu'en 1968.

En résumé, la coloration des pépins semble le seul critère lié à la date critique du début des cueillettes et d'une portée très générale chez Golden Delicious.

Il est possible que ce même critère puisse être appliqué aux variétés Idared et Granny Smith mais les observations actuelles sont insuffisantes pour l'affirmer. Par contre, chez Melrose et Richared les pépins sont entièrement colorés bien avant la date limite.

pour ces variétés sensibles la « fourchette » des dates de récolte se trouve, certaines années, particulièrement réduite.

3. DATE CRITIQUE DE CUEILLETTE ET DIFFERENTS CRITERES

Il est intéressant de situer la date critique du début de cueillette par rapport aux différents critères étudiés pendant la période de maturation.

Pour éprouver la valeur d'un critère il est nécessaire de réunir plusieurs années d'observations pour une variété dans des milieux différents, si possible.

A l'heure actuelle, nous pouvons, à cet égard, faire état des résultats obtenus avec la variété Golden Delicious.

De tous les critères étudiés, c'est la coloration des pépins qui est apparue comme étant le plus fidèlement lié à la date critique du début de cueillette, dans le même milieu ou dans des milieux différents. En effet, la coloration affecte, à cette date, les 3/4 à 4/4 de la surface des pépins. Ceci a pu être vérifié dans trois milieux différents (Angers, Agen, Mauguio) et au cours de trois années pour Angers (1966, 1967 et 1968).

Le poids moyen du fruit ou après la date critique de début de cueillette ne présente pas de différences significatives pour des années et des milieux différents. Le poids moyen du fruit n'est donc pas un critère de cueillette valable.

TABLEAU I
Valeurs moyennes des caractères chimiques en relation avec le classement des lots au cours des dégustations successives - (Golden Delicious)

Dates de dégustation	Classement	I.R.	Réduc-teurs G/l	Saccha-rose G/l	Acides	Saccharose	Réducteurs	Saccharose	I.R.
						Réducteurs	Acides	Acides	Acides
17-12-68	1 ^{er} et 2 ^e	14,6	90,4	40,8	2,4	0,45	37,7	17,1	61
	3 ^e à 6 ^e	14,8	95,1	38,7	3,21	0,40	30,7	12,4	47,7
	7 ^e et 8 ^e	13,7	97,1	24,8	2,96	0,25	32,8	8,4	46,5
14-1-69	1 ^{er} et 2 ^e	15,0	95,0	40,3	2,65	0,42	36,5	15,4	57,3
	3 ^e à 6 ^e	14,3	97,6	29,3	2,65	0,30	37,1	11,2	54,2
	7 ^e à 8 ^e	13,6	100,6	21,2	2,85	0,21	36,1	7,6	48,7
18-2-69	1 ^{er} et 2 ^e	15,2	105,3	29,5	2,75	0,28	38,3	10,7	55,2
	3 ^e à 6 ^e	14,4	99,9	25,4	2,08	0,25	48,1	12,3	69,1
	7 ^e et 8 ^e	13,2	100,0	14,7	2,20	0,15	45,8	6,7	60,6
18-3-69	1 ^{er} et 2 ^e	14,3	100,1	26,1	2,05	0,26	49,1	12,7	70
	3 ^e à 6 ^e	14,2	100,3	27,7	1,71	0,27	59,0	16,1	83,5
	7 ^e et 8 ^e	13,1	99,6	17,1	1,80	0,17	55,2	9,5	73
16-4-69	1 ^{er} et 2 ^e	15	109,3	26,0	1,67	0,24	69,0	15,7	83,5
	3 ^e à 6 ^e	14	104,6	21,9	1,41	0,21	74,6	15,4	100,0
	7 ^e et 8 ^e	13,2	102,1	16,0	1,54	0,15	66,1	10,3	85

I.R. a été exprimé en matières solides solubles g/l.



IV. - QUALITE GUSTATIVE ET ANALYSES CHIMIQUES

Nous avons rassemblé, dans le tableau I, la moyenne des résultats des analyses chimiques en relation avec le classement à la dégustation de la variété Golden Delicious, au cours de la campagne 1968-1969.

Pour mieux préciser les relations existant entre les résultats d'analyse des différents lots et les classements aux différentes dégustations, nous avons déterminé la signification des coefficients de corrélation (tableau II) entre ces deux variables.

En plus des caractéristiques chimiques (indice réfractométrique, sucres réducteurs, sucres hydrolysables, acides) nous avons examiné les rapports sucres hydrolysables/sucres réducteurs, indice réfractométrique/acides et sucres hydrolysables/acides.

RESULTATS

L'indice réfractométrique et la qualité gustative présentent une bonne corrélation chez Golden Delicious et Granny Smith alors qu'elle n'est pas significative pour Idared et Richared.

La teneur en sucres réducteurs et la qualité présentent des corrélations significatives chez les variétés Idared et Granny Smith et non significatives chez Golden Delicious et Richared.

Il faut remarquer que la teneur en sucres réducteurs est généralement peu variable pour les différentes récoltes et durant la conservation.

La teneur en sucres hydrolysables (saccharose) et la qualité sont en corrélation étroite dans tous les cas considérés. Cette teneur, bien que plus faible que la teneur en sucres réducteurs, est cependant beaucoup plus variable pour l'ensemble des lots de récolte et au cours de la conservation.

Le rapport saccharose/sucres réducteurs n'apporte aucune amélioration par rapport à la teneur en saccharose.

CONCLUSIONS

Des récoltes échelonnées ont permis d'analyser l'évolution durant la période de récolte de plusieurs caractères morphologiques ou chimiques des fruits. Des dégustations, organisées pendant la période hivernale, ont nettement mis en évidence la mauvaise aptitude de certaines cueillettes trop précoces à une évolution satisfaisante de la qualité gustative et, cela, d'une façon générale, chez toutes les variétés étudiées (Golden Delicious, Idared, Granny Smith et Melrose). D'où la notion très importante de la date critique du début des cueillettes.

En examinant les relations entre cette date critique du début de cueillette et un certain nombre de critères, nous avons observé, pour la variété Golden Delicious, une correspondance fidèle du

TABLEAU II
Coefficients de corrélation entre différentes caractéristiques chimiques et la qualité gustative des variétés

Caractéristiques chimiques	Variétés			
	Golden Delicious	Idared	Richared	Granny Smith
Indice réfractométrique (I.R.)	0,78 S.	0,25 N.S.	0,32 N.S.	0,66 S.
Sucres réducteurs	— 0,07 N.S.	0,39 S.	— 0,22 N.S.	0,52 S.
Sucres hydrolysables (saccharose)	0,63 S.	0,76 S.	0,73 S.	0,61 S.
Saccharose Réducteurs	0,57 S.	0,23 N.S.	0,73 S.	0,52 S.
Acides	0,03 N.S.	— 0,51 S.	— 0,41 N.S.	0,14 N.S.
I.R. Acides	0,06 N.S.	0,65 S.	0,43 N.S.	0,06 N.S.
Saccharose Acides	0,59 S.	0,81 S.	0,76 S.	0,63 S.
Seuil de signification de r.	0,30	0,39	0,58	0,52

S = Significatif à p 0,05
NS = Non significatif à p 0,05

degré de coloration des pépins (3/4 à 4/4 de la surface) et de cette date critique, quels que soient l'année et le milieu. L'indice réfractométrique présente aussi un intérêt pour un verger donné car il augmente très fortement jusqu'à la date critique.

Une autre conséquence importante est le problème de l'époque de commercialisation des différentes récoltes : il faut, évidemment, commercialiser en premier lieu les récoltes tardives. Or, ce sont les fruits les plus beaux et souvent les producteurs sont tentés, à tort, de les conserver le plus longtemps possible. Ce sont les récoltes voisines de la date critique qui sont les plus aptes à la conservation prolongée.

Nous avons mis aussi en évidence des corrélations entre la qualité gustative et certains caractères chimiques : teneur en sucres hydrolysables (saccharose), rapport saccharose/acides, critères de qualité valables pour les quatre variétés déjà désignées mais dont les analyses exigent un équipement minimum de laboratoire et un personnel formé. Par contre, l'indice réfractométrique, dans certains cas (Golden Delicious, Granny Smith) constitue un excellent critère de qualité et de détermination très simple, à la portée d'un bon arboriculteur.

Ces analyses chimiques ont permis de se rendre compte du rôle primordial que jouent certaines substances dans la qualité gustative. C'est ainsi que les sucres hydrolysables (saccharose) en-

trent faiblement dans la composition quantitative des sucres mais leurs variations de teneur influent beaucoup sur la qualité gustative. Le rôle des sucres réducteurs semble, dans l'ensemble moins important mais sensible toutefois pour les variétés tardives où la teneur en sucres est limitée par les conditions climatiques qui président aux dernières phases de l'évolution des fruits sur les arbres.

Certains auteurs ont déjà mis en évidence l'évolution parallèle de la teneur en saccharose et de l'intensité respiratoire chez la variété de Poirier Duron deau (résultats communiqués par M. Herregods — Vilvorde — Belgique). Par ailleurs, d'après Ulrich (C.N.R.S. — Bellevue), le maximum de qualité correspond au maximum de l'intensité respiratoire, caractérisé par l'apparition plus importante de certains produits aromatiques que révèle la chromatographie en phase gazeuse.

Ces résultats et ceux que nous avons obtenus permettent donc d'avancer une relation étroite entre la teneur en saccharose et la qualité gustative des fruits appréciée à la dégustation.

Dans une phase prochaine il sera intéressant d'étudier les productions de différents vergers pour mieux définir le rôle de ces composants chimiques dans la qualité gustative des pommes, travail qui pourrait aboutir à la détermination de situations ou de techniques favorables à une production et à une commercialisation de fruits de qualité.

Annexes

DOSAGE DES SUCRES

Pour rechercher la quantité de sucres réducteurs par litre (fructose, glucose; etc.) nous utilisons la méthode « Fehling ».

SOLUTIONS UTILISEES

1. Solution cuprique (Solution A)

Sulfate de cuivre pur 34,64 g par litre
Acide sulfurique pur ... 2 ml
Eau Q.S.P. 1 l

Le sulfate de cuivre est dissous dans l'eau chaude.

2. Solution tartrato-alkaline (Solution B)

Tartrate neutre de potassium ... 160 g
Na OH 130 g
Eau Q.S.P. 1 l

La solution de tartrate neutre de potassium dans l'eau chaude doit être refroidie avant d'ajouter la soude.

3. Solution de bleu de méthylène à 2 % soit 2 g/l.

Mode opératoire

La réaction se fait à ébullition. La solution sucrée (jus de pomme dilué) est versé à la burette graduée dans un ballon contenant la liqueur de Fehling (5 ml de la solution A et 5 ml de la solution B).

Lorsque cette solution bleue se décolore, il est très recommandé d'ajouter une ou deux gouttes de la solution de bleu de méthylène pour mieux sensibiliser la décoloration.

La dilution doit être effectuée de manière à assurer la correspondance approximative entre le volume de la solution sucrée et le volume de la solution A utilisée.

La liqueur de Fehling doit être titrée avec une solution contenant 5 g de sucre interverti pur (glucose, fructose) par litre.

$$\text{Titre } T = \frac{0,005 \times 5 \text{ cc (A)}}{x \text{ (nbre de cc versés)}}$$

Le titre est exprimé en mg de sucre réducteur oxydé par cc de la liqueur de Fehling utilisée.

Nombre de grammes de sucres intervertis par litre.

$$= \frac{T \times 5 \times D \times 1000}{y \times d}$$

- T = titre de la solution A
- 5 = nombre de cc de la solution A
- d/D = dilution du jus à analyser
- y = volume de jus versé en cm³.

L'analyse des sucres se fait en deux temps :

1. Analyse directe donnant le taux de sucres réducteurs présents dans le jus.

2. Hydrolyse des sucres hydrolysables (saccharose...) en sucres réducteurs (fructose, glucose...) permettant, par différence des deux résultats obtenus, de déterminer le taux de saccharose.

TABLE DE S (Probabilité 0,05)

m	n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	—	—	—	—	18	24,5	32	24,5	32	32
3	—	18	26	32	42	50	50	56	62	62
4	20	37	52	65	76	92	105	118	131	131
5	38	64	89	113	137	167	190	214	238	238
6	64	104	144	183	222	272	310	349	388	388
7	96	158	217	277	336	412	471	529	588	588
8	138	225	311	396	482	591	676	760	845	845
9	192	311	429	547	664	815	931	1047	1164	1164
10	258	416	574	731	887	1086	1241	1396	1551	1551
11	336	542	747	950	1155	1410	1616	1813	2014	2014
12	429	691	950	1210	1469	1791	2047	2302	2558	2558

(Réf. : S.E.I.T.A. Annales de la Direction des Etudes et de l'Equipement N° 1.)

L'hydrolyse se fait en 15 mn au bain-marie à 70° C. On ajoute, au préalable, 2 cc d'acide chlorhydrique fumant demi-concentré.

Après refroidissement, l'acide chlorhydrique est neutralisé par la quantité de soude correspondante déterminée au préalable.

Dosage des acides

L'acidité de titration est mesurée à chaud sur une solution de 5 cc de jus dilué avec 1 cc de l'indicateur coloré, complété à 100 cc avec de l'eau distillée bouillie, avec une solution de soude décimale (N/10).

L'indicateur utilisé est composé ainsi :

Bleu de bromothymol ... 0,250 G
Rouge de phénol 0,125 G
Soude N/10 7,6cc
Eau distillée bouillie (QSP) 250cc

Le virage de cette solution, du jaune au bleu, est particulièrement net.

Equivalent grammes acide sulfurique par l =

$$\frac{49 \times T \times X}{5}$$

49 = demi - masse molaire (solution normale)

T = titre de la solution de soude

5 = nombre de cc de jus utilisé

X = nombre de cc de soude versée.

Classement ou cotation simultanés de plus de deux produits

Méthode par classement (A. Vessereau).

Le classement de m produits, problème qui se pose notamment aux n membres d'un jury, peut faire l'objet d'un test global. Les rangs de classement sont inscrits dans un tableau à double entrée (voir tableau ci-dessous).

A l'intérieur de chaque ligne, les rangs sont dans un ordre quelconque, les nombres entiers de 1 à m

$$[\text{leur total est } \frac{N(m+1)}{2}]$$

La comparaison porte sur les totaux des colonnes Ri. Si tous les experts ont donné le même classement, ces totaux sont dans un certain ordre, les nombres n, 2n, 3n, ... nm. A l'opposé, les classements des experts peuvent se compenser de telle sorte que

tous les totaux soient voisins de

$$\frac{n(m+1)}{2}$$

L'hypothèse nulle (Ho) que l'on teste est l'hypothèse que, pour chaque juge, les rangs ont été attribués au hasard (c'est-à-dire en donnant une équi-probabilité aux m! permutations des m rangs). On calcule la quantité :

$$S = \sum_i \frac{[R_i - \frac{n(m+1)}{2}]^2}{2}$$

dont les valeurs extrêmes sont 0 (lorsque tous les Ri sont égaux) et

$$\frac{m \cdot n^2 (m^2 - 1)}{12} \text{ lorsque tous les}$$

classements sont identiques, et dont la loi de distribution pour différentes combinaisons (n, m) a été établie dans l'hypothèse nulle. Les tables de S donnent la valeur minimum que cette variable doit atteindre pour que cette hypothèse puisse être rejetée à un seuil de signification donné — c'est-à-dire pour que l'on puisse conclure que les produits sont significativement différents.

Pour un seuil de signification P = 5 %, la somme S doit dépasser les nombres du tableau ci-dessus.

Remerciements

Nous remercions toutes les personnes qui ont bien voulu nous aider dans la réalisation de ce travail (organisation des récoltes, dégustations) et, en particulier, le Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes pour l'expérimentation effectuée dans le Sud-Ouest et le Midi de la France.

Experts	Produits				TOTAL
	Ti	Tj	Tm		
E i	rli	rii	rlm	$\frac{m(m+1)}{2}$	
E j	rjl	rjj	rjm	id.	
E n	rnl	rni	rnmm	id.	
	Ri	Ri	Rm	$\frac{nm(m+1)}{2}$	