



## Fenêtre optimale de maturité et évolution de la qualité pour la variété de pomme Gala

J.-P. SIEGRIST, P.-Y. COTTER, N. BERTHOD et Ch. ÉVÉQUOZ, Station fédérale de recherches en production végétale de Changins, Centre d'arboriculture et d'horticulture des Fougères, CH-1964 Conthey

@ E-mail: jean-pierre.siegrist@rac.admin.ch  
Tél. (+41) 27 34 53 511.

### Résumé

Un réseau de 16 vergers de pommiers Gala est suivi depuis 1999. La problématique des fenêtres optimales de maturité est étudiée, ainsi que l'évolution de la qualité des fruits en entreposage ULO (*Ultra Low Oxygen*). Les paramètres individuels de la fenêtre optimale de maturité sont plus appropriés que l'indice Streif. Les températures moyennes quotidiennes d'une station météorologique sont cumulées ( $\Sigma$ TP) depuis le 1<sup>er</sup> mars. La comparaison des années fournit des informations utiles pour prévoir les dates de récolte. En pratique, les producteurs récoltent la variété Gala en général un peu trop tard. Les conséquences sur la qualité et le brunissement de la chair sont très variables selon les années de production et les vergers.

### Introduction

En collaboration avec l'Office cantonal d'arboriculture de Châteauneuf (OCAVS) en Valais, le Centre des Fougères à Conthey a sélectionné un réseau de 16 vergers commerciaux dans la plaine du Rhône pour étudier la problématique des dates de récolte, l'aspect post-récolte et également la qualité en conservation. Récolter les fruits à un stade de maturité optimal en vue d'un stockage de longue durée est le but de tout producteur. Pour aider les producteurs à déterminer ce

stade précisément, de nombreux travaux de recherches ont étudié les facteurs susceptibles de répondre à cette question et surtout les valeurs limites à définir (STREIF, 1989; NISCHLER *et al.*, 1991; FRASNELLI et CASERA, 1994). Les valeurs de référence de ces auteurs déterminent ainsi des fenêtres optimales de maturité pour toutes les variétés commerciales. Les éléments analysés sont: la teneur en sucre exprimée en % Brix, la fermeté en kg/cm<sup>2</sup>, l'acide malique en g/l, le test amidon et finalement l'indice Streif (STREIF, 1989).

Ce réseau de 16 vergers est suivi depuis 1999 dans le but, entre autres, de tester la validité d'une fenêtre optimale de maturité pour la variété Gala. Est-il possible de sélectionner la marchandise à la récolte en fonction de critères de qualité pour l'entreposage en atmosphère contrôlée, en sachant que la qualité du fruit évolue beaucoup jusqu'à la fin de la conservation, quelque six à huit mois plus tard? Économiquement, les frais de stockage devraient être évités pour des fruits de qualité médiocre, qui ne trouvent plus tard que

Tableau 1. Description des caractéristiques des vergers et du sol.

| Verger          | Clones Gala | Plantation | Forme    | Distance (m) | Densité arbres/ha | Porte-greffe | Nature du sol | pH H <sub>2</sub> O | CaCO <sub>3</sub> total |
|-----------------|-------------|------------|----------|--------------|-------------------|--------------|---------------|---------------------|-------------------------|
| Vétroz 1        | Ordinaire   | 1988       | Palmette | 4 × 3,5      | 714               | M9           | Moyen sableux | 7,8                 | Peu calcaire            |
| Fully 2         | Royal       | 1996       | Fuseau   | 4 × 1,5      | 1666              | M9           | Moyen sableux | 7,8                 | Peu calcaire            |
| Saint-Léonard 1 | Royal       | 1995       | Fuseau   | 4 × 1        | 2500              | M9           | Léger         |                     |                         |
| Saint-Léonard 2 | Ordinaire   | 1989       | Palmette | 4 × 3        | 833               | M9           | Léger sableux | 8,1                 | Peu calcaire            |
| Granges         | Royal       | 1980       | Fuseau   | 4 × 1        | 2500              | M9           | Léger sableux |                     |                         |
| Fully 1         | Royal       | 1994       | Fuseau   | 4 × 2        | 1250              | M9           | Moyen sableux | 7,8                 | Peu calcaire            |
| Saillon         | Royal       | 1992       | Fuseau   | 4 × 1,5      | 1666              | M9           |               |                     |                         |
| Fully 3         | Ordinaire   | 1992       | Fuseau   | 4 × 1,5      | 1666              | M9           | Moyen sableux | 8,2                 | Peu calcaire            |
| Châteauneuf     | Royal       | 1996       | Fuseau   | 4 × 1,9      | 1321              | M9           | Moyen sableux |                     |                         |
| Sierre          | Ordinaire   | 1990       | Fuseau   | 4 × 2        | 1250              | M9           | Léger         |                     |                         |
| Chamoson        | Ordinaire   | 1991       | Fuseau   | 4 × 1,5      | 1666              | M9           | Léger         | 7,7                 | Riche                   |
| Vétroz 3        | Ordinaire   | 1990       | Fuseau   | 4 × 1,5      | 1666              | M9           | Moyen sableux | 8,1                 | Moyen calcaire          |
| Vétroz 4        | Ordinaire   | 1992       | Fuseau   | 4 × 3        | 833               | M9           | Moyen sableux | 7,9                 | Très calcaire           |
| Bramois         | Royal       | 1992       | Fuseau   | 4 × 1,2      | 2083              | M9           | Léger         | 7,7                 | Peu calcaire            |
| Saxon           | Ordinaire   | 1993       | Fuseau   | 4,5 × 2,2    | 1010              | M9           | Léger         | 8,1                 | Moyen calcaire          |
| Vétroz 2        | Royal       |            | Fuseau   |              |                   | M9           |               |                     |                         |



difficilement place sur le marché de consommation. Il vaudrait mieux diriger ces fruits directement vers l'industrie. Notons que le producteur n'est pas responsable à lui seul de la qualité. Une marchandise de qualité optimale entreposée dans de mauvaises conditions peut également se dégrader et devenir invendable.

Les échantillons de fruits de ce réseau de vergers sont conservés dans les installations frigorifiques de la RAC au Centre des Fougères à Conthey. Les conditions de stockage sont donc rigoureusement identiques pour tous les lots. Les différences de qualité observées en fin d'entreposage proviennent ainsi exclusivement des vergers.

## Matériel et méthode

La récolte des échantillons des 16 vergers est réalisée par l'Office cantonal d'arboriculture de Châteauneuf en Valais. Elle a lieu le jour où le producteur décide de cueillir sa parcelle. Le tableau 1 présente les caractéristiques agronomiques des vergers. Le prélèvement se compose d'un échantillon de 35 fruits destinés aux analyses de maturité, de 25 fruits pour le laboratoire automatique Pimprenelle (ROSSIER *et al.*, 1998) et de 10 fruits pour le test amidon, évalués visuellement à partir d'un code de 10 images de référence et des notes de 1 à 10 établies par le CTIFL (PLANTON, 1995). Deux plateaux de 80 à 100 fruits sont entreposés dans les conditions suivantes d'atmosphère contrôlée à basse teneur en oxygène (ULO): **température 0,5 °C, humidité 92-94%, gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) 3% et oxygène (O<sub>2</sub>) 1%**.

Le contrôle de ces lots a lieu à mi-février et à fin avril. A la sortie du froid, les échantillons sont placés d'abord dans un local de maturation pendant sept jours à température ambiante à 19 °C et 50-60% d'humidité relative. Ainsi la qualité mesurée est-elle proche de celle que perçoit le consommateur. Les limites fixées pour juger et évaluer la qualité de la marchandise sont de 11,5% Brix et de 6,0 kg en fermenté.

Un échantillon de 25 fruits est analysé avec le laboratoire automatique et 50 fruits sont coupés pour déterminer et dénombrer les dégâts internes et les maladies de conservation comme le brunissement de la chair ou brunissement de sénescence. Ce dégât est assez fréquent chez la variété Gala.

Le climat qui a régné durant la période de végétation est une donnée importante, dont vont dépendre en partie les dates de récolte. Pour pouvoir comparer les années entre elles, les températures moyennes quotidiennes mesurées à la station météorologique de Sion ont été cumulées à partir du 1<sup>er</sup> mars. La figure 1 illustre les résultats des dernières années. Le climat s'étant nettement réchauffé, la température devient l'indicateur idéal de ce phénomène. A titre d'exemple, en 1978, la somme des températures moyennes quotidiennes cumulées ( $\Sigma$ TP) du 1<sup>er</sup> mars à fin août était de 2300 °C. Depuis quelques années, on fran-

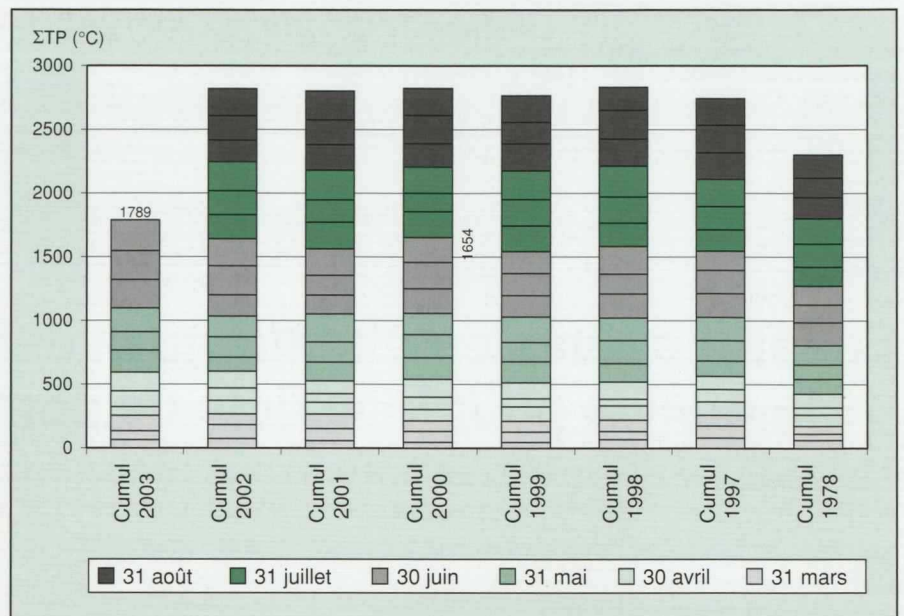


Fig. 1. Cumul des températures moyennes quotidiennes ( $\Sigma$ TP) du 1<sup>er</sup> mars au 31 août de 1978, puis de 1997 à 2003 (Station météorologique de Sion).

chit régulièrement les 2800 °C, et 2003 pourrait dépasser largement cette somme. Plus de 500 °C supplémentaires correspondent à un mois d'été. Ces chiffres montrent bien qu'il est important de suivre les données climatiques en prenant les informations à partir d'une station météorologique proche des vergers afin de calculer cet indicateur  $\Sigma$ TP.

Tableau 2. Paramètres de la fenêtre optimale de maturité appliquée.

| Sucres (% Brix) | Fermenté (kg) | Acide malique (g/l) | Amidon (notes 1-10) | Indice Streif |
|-----------------|---------------|---------------------|---------------------|---------------|
| 10,0            | 10,0          | 4,2                 | 4,0                 | 0,237         |
| 13,0            | 8,5           | 3,5                 | 6,0                 | 0,109         |

Tableau 3. Résultats des analyses à la récolte 2000 (16 vergers).

| Verger  | Récolte     | Somme TP dès le 1 <sup>er</sup> mars (°C) | Charge         | Poids fruits (g) | Sucres (%Brix) | Fermenté (kg) | Malique (g/l) | Amidon (1-10) | Indice Streif |   |
|---|-------------|---|----------------|------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---|
| Châteauneuf                                       | 17.08.00    | 2544                                      | Forte          | 160              | 13,0           | 10,1          | 4,6           | 6,8           | 0,115         |   |
| Vétroz 1  | 21.08.00    | 2636                                      | Moyenne        | 129              | 9,4            | 8,7           | 3,4           | 5,0           | 0,185         |   |
| Granges   | 21.08.00    | 2636                                      | Moyenne        | 149              | 11,6           | 9,0           | 4,0           | 6,3           | 0,123         |   |
| Fully 1   | 21.08.00    | 2636                                      | Moyenne        | 175              | 11,3           | 7,9           | 3,5           | 9,1           | 0,077         |   |
| Saillon   | 23.08.00    | 2673                                      | Forte          | 172              | 11,1           | 8,6           | 4,2           | 7,8           | 0,099         |   |
| Fully 2   | 24.08.00    | 2692                                      | Forte          | 188              | 11,6           | 8,4           | 4,1           | 7,9           | 0,092         |   |
| Saint-Léonard 1                                   | 24.08.00    | 2692                                      | Forte          | 150              | 11,1           | 8,5           | 3,4           | 7,6           | 0,101         |   |
| Saint-Léonard 2                                   | 24.08.00    | 2692                                      | Forte          | 187              | 11,6           | 8,5           | 3,4           | 6,0           | 0,122         |   |
| Vétroz 2  | 24.08.00    | 2692                                      | Moyenne        | 163              | 11,2           | 9,0           | 3,8           | 5,5           | 0,146         |   |
| Fully 3   | 24.08.00    | 2692                                      | Forte          | 153              | 10,4           | 8,5           | 3,6           | 7,1           | 0,115         |   |
| Sierre  | 24.08.00    | 2692                                      | Forte          | 175              | 10,5           | 8,6           | 3,6           | 5,6           | 0,146         |   |
| Vétroz 3  | 24.08.00    | 2692                                      | Moyenne        | 176              | 11,1           | 9,0           | 3,7           | 6,7           | 0,121         |   |
| Vétroz 4  | 24.08.00    | 2692                                      | Forte          | 149              | 10,9           | 9,6           | 3,0           | 2,2           | 0,400         |   |
| Bramois   | 24.08.00    | 2692                                      | Moyenne        | 163              | 11,5           | 9,3           | 4,0           | 8,1           | 0,100         |   |
| Saxon   | 25.08.00    | 2713                                      | Irrégulière    | 183              | 11,8           | 8,1           | 4,0           | 8,8           | 0,078         |   |
| Chamoson  | 28.08.00    | 2774                                      | Forte          | 168              | 11,6           | 8,0           | 3,6           | 8,8           | 0,078         |   |
| <b>16 vergers</b>                                 | <b>2000</b> |   | <b>Moyenne</b> | <b>165</b>       | <b>11,2</b>    | <b>8,7</b>    | <b>3,7</b>    | <b>6,8</b>    | <b>0,131</b>  |   |
| Nombre de paramètres avant la fenêtre de maturité |             |   |                |                  |                | 1             | 1             | 1             | 1             |   |
| Nombre de paramètres après la fenêtre de maturité |             |   |                |                  |                | 0             | 3             | 4             | 11            | 7 |



## Résultats de la récolte 2000

Les seuils limites de la fenêtre de maturité utilisée pour Gala (tabl. 2) servent de référence aux trois années d'observations. Les résultats à la récolte sont présentés dans le tableau 3, les résultats en dehors de la fenêtre de maturité sont signalés en vert foncé pour les valeurs avant la limite de maturité, et en vert clair pour les valeurs au-delà de cette limite. Les fruits de trois vergers obtiennent des valeurs insuffisantes par rapport au stade de maturité requis, dont un qui présentait un indice Streif très élevé. Par contre, les fruits de 11 vergers ont une note d'amidon supérieure à 6,0, dont trois ont une fermeté inférieure à 8,5 kg et sept un indice Streif inférieur à 0,109. Récoltés entre le 17 et le 28 août, tandis que le stade de maturité évolue très vite à cette période-là pour Gala, beaucoup de lots paraissent trop mûrs pour un entreposage de longue durée.

Après conservation, au contrôle de février, les fruits de cinq vergers présentent plus de 8% de brunissement de sénescence (tabl. 9). Dans le tableau 4 figurent les vergers au-dessous des seuils de sucre et de fermeté. Trois sont au-dessous de la limite de 11,5% Brix en février. En avril, seuls trois vergers sur seize ne sont pas touchés par le brunissement de la chair. Sur le plan de la qualité, quatre manquent de sucre et trois de fermeté. Ce manque de fermeté provient du brunissement de la chair très présent dans ces lots. Une partie des résultats insuffisants sont imputables à une récolte trop tardive. Le verger Vétroz 1, récolté tôt, avec une teneur en sucre insuffisante (9,4%) mais beaucoup d'amidon, n'atteint pas les 11,5% de sucre après conservation. En revanche, ce lot ne montre aucun dégât de brunissement. Le verger de Chamoson, récolté tard le 28 août, présente des fruits de bonne qualité, mais dont une forte proportion (38%) est atteinte de brunissement de sénescence.

## Résultats de la récolte 2001

Les résultats des différents vergers à la récolte sont présentés dans le tableau 5. Les récoltes 2001 se sont déroulées un peu plus tard qu'en 2000. Les fruits de six vergers ont une fermeté inférieure au seuil de 8,5 kg et ceux de 12 vergers une note d'amidon élevée, supérieure au seuil de 6,0. Cela donne 11 vergers avec un indice Streif trop bas. A la lecture de ces résultats, on pourrait conclure que les récoltes ont été trop tardives. Après conservation, il se trouve que seuls

Tableau 4. Vergers au-dessous des seuils de qualité de 11,5% Brix et 6,0 kg de fermeté en 2000 (après conservation).

| Verger          | Cueillette | %Brix récolte | Fermeté récolte (kg) | Amidon (1-10) | Indice Streif | %Brix en février | Fermeté en février (kg) | %Brix en avril | Fermeté en avril (kg) |
|-----------------|------------|---------------|----------------------|---------------|---------------|------------------|-------------------------|----------------|-----------------------|
| Vétroz 1        | 21.08.00   | <b>9,4</b>    | 8,7                  | 5,0           | 0,185         | <b>11,3</b>      | 8,0                     | <b>10,6</b>    | 7,5                   |
| Granges         | 21.08.00   | 11,6          | 9,0                  | <b>6,3</b>    | 0,123         | 13,0             | 6,8                     | 12,2           | <b>5,4</b>            |
| Fully 1         | 21.08.00   | 11,3          | 7,9                  | <b>9,1</b>    | <b>0,077</b>  | 12,4             | 6,2                     | <b>11,2</b>    | <b>5,8</b>            |
| Saint-Léonard 1 | 24.08.00   | 11,1          | 8,5                  | <b>7,6</b>    | <b>0,101</b>  | 11,9             | 6,8                     | <b>11,1</b>    | 6,6                   |
| Fully 3         | 24.08.00   | 10,4          | 8,5                  | <b>7,1</b>    | <b>0,115</b>  | <b>11,2</b>      | 7,5                     | <b>11,0</b>    | 6,8                   |
| Sierre          | 24.08.00   | 10,5          | 8,6                  | 5,6           | 0,146         | <b>11,2</b>      | 7,2                     | 11,8           | 7,2                   |
| Saxon           | 25.08.00   | 11,8          | 8,1                  | <b>8,8</b>    | <b>0,078</b>  | 12,3             | 7,6                     | 11,8           | <b>5,8</b>            |

Tableau 5. Résultats des analyses à la récolte 2001 (15 vergers).

| Verger  | Récolte     | Somme TP dès le 1 <sup>er</sup> mars (°C) | Charge         | Poids fruits (g) | Sucre (%Brix) | Fermeté (kg) | Matière (g/l) | Amidon (1-10) | Indice Streif |
|---|-------------|---|----------------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| Granges   | 22.08.01    | 2596                                      | Moyenne        | 163              | 10,3          | 9,8          | <b>4,3</b>    | 4,3           | 0,221         |
| Fully 1   | 22.08.01    | 2596                                      | Normale        | 154              | 11,8          | 8,9          | 4,1           | 8,1           | 0,093         |
| Châteauneuf                                       | 22.08.01    | 2596                                      | Forte          | 156              | 11,2          | 8,9          | 4,2           | 5,0           | 0,159         |
| Vétroz 4  | 22.08.01    | 2596                                      | Moyenne        | 163              | 10,9          | 10,0         | 2,7           | 4,2           | 0,218         |
| Vétroz 1  | 27.08.01    | 2725                                      | Normale        | 163              | 11,0          | <b>7,6</b>   | 2,7           | 8,4           | 0,082         |
| Chamoson  | 27.08.01    | 2725                                      | Normale        | 165              | 11,4          | 8,5          | 4,0           | 7,9           | 0,094         |
| Vétroz 2  | 28.08.01    | 2747                                      | Normale        | 186              | 11,4          | 8,4          | 3,7           | 8,0           | 0,092         |
| Fully 2   | 29.08.01    | 2769                                      | Normale        | 165              | 12,6          | 8,5          | 4,0           | 8,5           | 0,079         |
| Saint-Léonard 1                                   | 29.08.01    | 2769                                      | Normale        | 164              | <b>13,4</b>   | <b>7,7</b>   | <b>5,4</b>    | 8,5           | 0,068         |
| Saint-Léonard 2                                   | 29.08.01    | 2769                                      | Normale        | 143              | 13,5          | 8,0          | 2,9           | 8,9           | 0,067         |
| Saillon   | 29.08.01    | 2769                                      | Normale        | 169              | 10,2          | <b>11,4</b>  | 0,0           | 7,9           | 0,141         |
| Fully 3   | 29.08.01    | 2769                                      | Normale        | 172              | 12,3          | 8,4          | 4,0           | 8,8           | 0,078         |
| Sierre  | 29.08.01    | 2769                                      | Normale        | 180              | 13,0          | <b>7,8</b>   | 3,6           | 8,2           | 0,073         |
| Saxon   | 29.08.01    | 2769                                      | Normale        | 169              | 13,0          | 8,7          | 3,6           | 7,1           | 0,094         |
| Bramois   | 06.09.01    | 2884                                      | Forte          | 124              | 13,1          | 8,3          | 3,4           | 6,7           | 0,095         |
| <b>15 vergers</b>                                 | <b>2001</b> |   | <b>Moyenne</b> | <b>162</b>       | <b>11,9</b>   | <b>8,7</b>   | <b>3,5</b>    | <b>7,4</b>    | <b>0,110</b>  |
| Nombre de paramètres avant la fenêtre de maturité |             |   |                |                  | 0             | 1            | 2             | 0             | 0             |
| Nombre de paramètres après la fenêtre de maturité |             |   |                |                  | 1             | 6            | 0             | 12            | 11            |

Tableau 6. Vergers au-dessous des seuils de qualité de 11,5% Brix et 6,0 kg de fermeté en 2001 (après conservation).

| Verger   | Cueillette | %Brix récolte | Fermeté récolte (kg) | Amidon (1-10) | Indice Streif | %Brix en février | Fermeté en février (kg) | %Brix en avril | Fermeté en avril (kg) |
|----------|------------|---------------|----------------------|---------------|---------------|------------------|-------------------------|----------------|-----------------------|
| Vétroz 1 | 27.08.01   | 11,0          | <b>7,6</b>           | <b>8,4</b>    | <b>0,082</b>  | <b>10,7</b>      | 6,2                     | 12,4           | <b>5,9</b>            |
| Saillon  | 29.08.01   | 10,2          | <b>11,4</b>          | <b>7,9</b>    | 0,141         | <b>10,8</b>      | 6,1                     | 13,0           | <b>4,9</b>            |

deux vergers sont au-dessous des seuils de qualité (tabl. 6). Le brunissement de la chair est égal ou supérieur à 8% dans les lots de deux vergers en février et de six en avril. Les fruits du verger de Fully 2 sont les plus atteints avec 28%, mais toutefois moins que l'année précédente avec 64%. Finalement, malgré des

résultats à la récolte qui n'étaient guère probants, la marchandise s'est très bien maintenue en conservation et la qualité était bonne pour 13 vergers sur 15. Même la récolte du verger de Saint-Léonard 2, qui se situait en dehors de la fenêtre de maturité pour tous les paramètres mesurés, s'est très bien conservée.



## Résultats de la récolte 2002

Les résultats de la récolte 2002 (tabl. 7) se caractérisent par une teneur en sucre généralement inférieure à celle des années précédentes: six vergers n'atteignent pas le seuil de 10% Brix. Cette année-là, le poids moyen des fruits (140 g) est nettement inférieur à celui enregistré en 2000 et 2001. Cela signifie que la charge des vergers a été élevée, ce qui peut expliquer le faible taux de sucre mesuré. La fermeté est au-dessous du seuil chez les fruits de sept vergers et la régression de l'amidon est

trop avancée pour neuf vergers. Finalement, seuls six vergers ont un indice Streif trop bas.

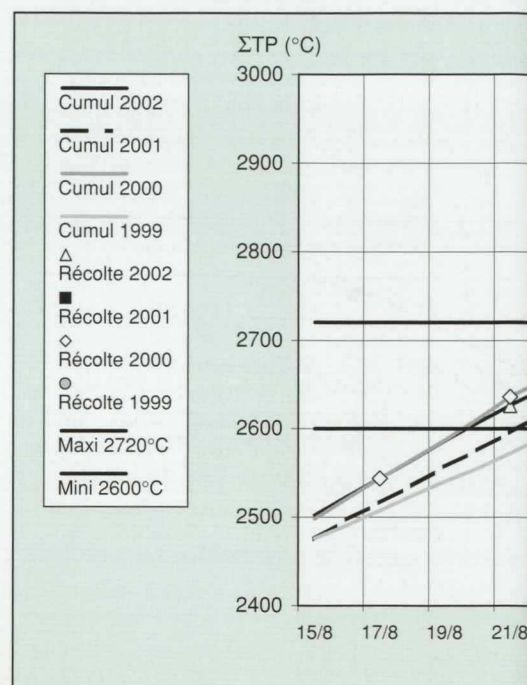
Après conservation, les lots de quatre vergers en février et six en avril ont une teneur en sucre inférieure au seuil de 11,5%. Le manque de sucre à la récolte se retrouve en conservation dans les fruits de quatre vergers. Les deux vergers cueillis tôt, le 21 et le 23 août, ont des fruits qui manquent légèrement de sucre à la récolte, mais où l'amidon est encore bien présent. Leur teneur en sucre a ainsi nettement augmenté durant l'entreposage et les résultats sont bons. Par contre, pour deux vergers

Tableau 7. Résultats des analyses à la récolte 2002 (16 vergers).

| Vergers   | Récolte     | Somme TP dès le 1 <sup>er</sup> mars (°C) | Charge         | Poids fruits (g) | Sucre (%Brix) | Fermeté (kg) | Malique (g/l) | Amidon (1-10) | Indice Streif |
|---|-------------|---|----------------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| Châteauneuf                                       | 21.08.02    | 2626                                      | Moyenne        | 139              | 9,7           | 9,0          | 3,8           | 5,0           | 0,185         |
| Vétroz 4  | 23.08.02    | 2664                                      | Normale        | 148              | 9,9           | 8,7          | 2,7           | 4,6           | 0,191         |
| Saint-Léonard 1                                   | 26.08.02    | 2722                                      | Forte          | 140              | 10,2          | 8,5          | 3,2           | 8,4           | 0,099         |
| Granges   | 26.08.02    | 2722                                      | Forte          | 127              | 10,1          | 9,3          | 3,8           | 6,7           | 0,137         |
| Fully 1   | 26.08.02    | 2722                                      | Normale        | 140              | 9,5           | 7,9          | 3,6           | 5,7           | 0,146         |
| Sierre  | 26.08.02    | 2722                                      | Forte          | 140              | 11,3          | 9,5          | 3,5           | 6,9           | 0,122         |
| Vétroz 1  | 27.08.02    | 2740                                      | Normale        | 143              | 9,3           | 8,0          | 2,0           | 7,0           | 0,123         |
| Vétroz 2  | 27.08.02    | 2740                                      | Normale        | 161              | 10,6          | 8,6          | 4,0           | 7,7           | 0,105         |
| Saillon   | 27.08.02    | 2740                                      | Forte          | 144              | 9,7           | 8,6          | 3,7           | 5,6           | 0,158         |
| Bramois   | 27.08.02    | 2740                                      | Moyenne        | 106              | 9,7           | 9,7          | 3,0           | 3,8           | 0,263         |
| Fully 2   | 28.08.02    | 2759                                      | Normale        | 148              | 10,9          | 7,9          | 3,8           | 5,8           | 0,125         |
| Chamoson  | 30.08.02    | 2800                                      | Normale        | 144              | 10,8          | 7,8          | 3,7           | 8,7           | 0,083         |
| Saxon   | 30.08.02    | 2800                                      | Normale        | 139              | 11,8          | 8,5          | 3,8           | 5,9           | 0,122         |
| Saint-Léonard 2                                   | 02.09.02    | 2838                                      | Normale        | 145              | 12,7          | 8,3          | 4,5           | 8,4           | 0,078         |
| Fully 3   | 02.09.02    | 2838                                      | Normale        | 156              | 10,8          | 7,5          | 3,3           | 8,6           | 0,081         |
| Vétroz 3  | 02.09.02    | 2838                                      | Forte          | 126              | 11,2          | 7,9          | 3,0           | 8,7           | 0,081         |
| <b>16 vergers</b>                                 | <b>2002</b> |   | <b>Moyenne</b> | <b>140</b>       | <b>10,5</b>   | <b>8,5</b>   | <b>3,5</b>    | <b>6,7</b>    | <b>0,131</b>  |
| Nombre de paramètres avant la fenêtre de maturité |             |   |                |                  | 6             | 0            | 1             | 1             | 1             |
| Nombre de paramètres après la fenêtre de maturité |             |   |                |                  | 0             | 7            | 6             | 9             | 6             |

Tableau 8. Vergers en dessous des seuils de qualité de 11,5% Brix et 6,0 kg de fermeté en 2002 (après conservation).

| Vergers         | Cueillette | %Brix récolte | Fermeté récolte (kg) | Amidon (1-10) | Indice Streif | %Brix en février | Fermeté en février (kg) | %Brix en avril | Fermeté en avril (kg) |
|-----------------|------------|---------------|----------------------|---------------|---------------|------------------|-------------------------|----------------|-----------------------|
| Saint-Léonard 1 | 26.08.02   | 9,3           | 8,0                  | 7,0           | 0,123         | 11,5             | 6,9                     | 11,2           | 6,5                   |
| Fully 1         | 26.08.02   | 9,5           | 7,9                  | 5,7           | 0,146         | 10,7             | 6,2                     | 11,3           | 6,9                   |
| Vétroz 1        | 27.08.02   | 10,2          | 8,5                  | 8,4           | 0,099         | 11,4             | 7,7                     | 11,1           | 7,7                   |
| Saillon         | 27.08.02   | 9,7           | 8,6                  | 5,6           | 0,158         | 12,9             | 7,7                     | 11,1           | 6,9                   |
| Chamoson        | 30.08.02   | 9,7           | 9,7                  | 3,8           | 0,263         | 11,4             | 7,2                     | 11,5           | 6,9                   |
| Fully 3         | 02.09.02   | 10,8          | 7,5                  | 8,6           | 0,081         | 11,2             | 6,9                     | 11,1           | 6,7                   |
| Vétroz 3        | 02.09.02   | 11,2          | 7,9                  | 8,7           | 0,081         | 11,8             | 7,2                     | 11,3           | 7,1                   |



cueillis tard, le 2 septembre, les fruits ont une teneur en sucre correcte à la cueillette, mais leur amidon a presque totalement disparu, si bien qu'après le stockage, l'augmentation des sucres n'est pas suffisante pour atteindre le seuil souhaité. Concernant la fermeté, les fruits de tous les vergers sont bons après le stockage, alors qu'au moment de la récolte, sept d'entre eux étaient trop bas. Le brunissement de la chair touche un seul verger en février et huit en avril. Ce bon résultat est souvent observé avec des fruits de petit calibre.

## Discussion

Sur l'ensemble des trois années d'observations, les fruits du verger de Vétroz 1 manquent systématiquement de sucre. Ce problème mérite une attention et des investigations supplémentaires de la part de l'OCAVS pour déterminer les causes de ces faibles teneurs en sucre. Les fruits de Fully 1 et 3 manquent de sucre en 2000 et 2002 et, dans ce cas, les causes proviennent probablement d'une forte alternance de production. Parmi les résultats de ces 16 vergers, deux se distinguent par leur bon niveau de qualité et surtout par leur faible proportion de maladie. Dans le tableau 10, les résultats des trois ans de ces deux vergers sont repris. Dans le premier verger, Vétroz 4, les cueillettes ont été réalisées tôt, soit avant ou juste dans la fenêtre optimale de récolte. Par contre le second verger, Saint-Léonard 2, a été récolté deux fois nettement après la fenêtre optimale, à un stade de maturité très avancé. Malgré ces récoltes tardives, la qualité s'est maintenue en conserva-



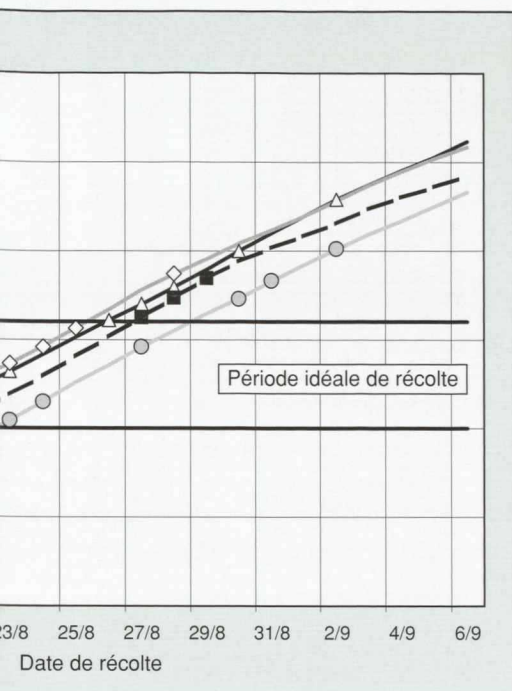


Fig. 2. Courbes des cumuls de températures avec la position des récoltes des différents vergers et la fenêtre optimale de récolte selon les valeurs limites de température (2600-2720 °C).

tion et les dégâts sont restés faibles. Ces deux exemples extrêmes illustrent bien qu'il faut utiliser la notion de fenêtre optimale à la récolte avec beaucoup de clairvoyance et de nuances. Après quatre années d'observations, il paraît souhaitable dans la majorité des vergers et profitable pour la tenue des fruits en conservation que les producteurs récoltent quelques jours plus tôt. En août, la chaleur accélère l'évolution de la maturité de la variété Gala. Ainsi, en très peu de jours, les résultats passent du début à la fin de la fenêtre optimale de maturité. Les figures 3 et 4 consacrées aux résultats du test amidon montrent bien cette évolution du 26 août au 2 septembre 2002.

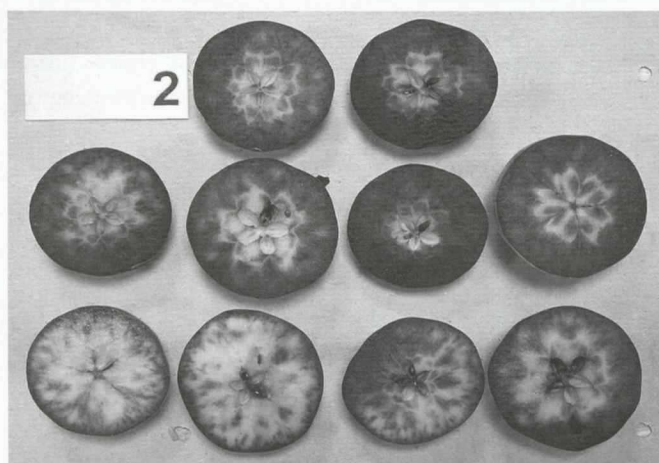


Fig. 3. Test amidon du verger de Fully 1, récolté le 26 août 2002.

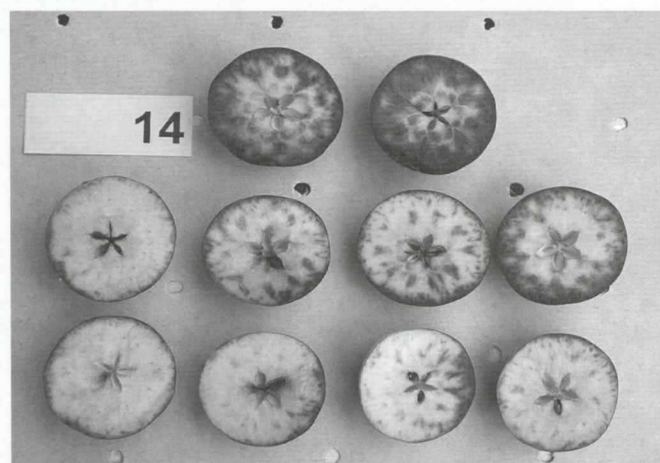


Fig. 4. Test amidon du verger de Vétroz 2, récolté le 2 septembre 2002.

Tableau 9. Dégât de brunissement de la chair (sénescence) après stockage.

| Verger                    | Cueillette 2000 | Février 2001 | Avril 2001 | Cueillette 2001 | Février 2002 | Avril 2002 | Cueillette 2002 | Février 2003 | Avril 2003 | Moyennes par verger |
|---------------------------|-----------------|--------------|------------|-----------------|--------------|------------|-----------------|--------------|------------|---------------------|
| Châteauneuf               | 17.08.00        | 6%           | 14%        | 22.08.01        | 0%           | 8%         | 21.08.02        | 0%           | 0%         | 4,7%                |
| Vétroz 1                  | 21.08.00        | 0%           | 0%         | 27.08.01        | 2%           | 18%        | 27.08.02        | 0%           | 2%         | 3,7%                |
| Granges                   | 21.08.00        | 22%          | 60%        | 22.08.01        | 2%           | 8%         | 26.08.02        | 0%           | 0%         | 15,3%               |
| Fully 1                   | 21.08.00        | 0%           | 14%        | 22.08.01        | 0%           | 10%        | 26.08.02        | 0%           | 0%         | 4,0%                |
| Saillon                   | 23.08.00        | 0%           | 18%        | 29.08.01        | 8%           | 18%        | 27.08.02        | 0%           | 10%        | 9,0%                |
| Fully 2                   | 24.08.00        | 22%          | 64%        | 29.08.01        | 12%          | 26%        | 28.08.02        | 0%           | 8%         | 22,0%               |
| Saint-Léonard 1           | 24.08.00        | 0%           | 10%        | 29.08.01        | 0%           | 0%         | 26.08.02        | 0%           | 20%        | 5,0%                |
| Saint-Léonard 2           | 24.08.00        | 0%           | 8%         | 29.08.01        | 2%           | 2%         | 02.09.02        | 0%           | 0%         | 2,0%                |
| Vétroz 2                  | 24.08.00        | 4%           | 16%        | 28.08.01        | 0%           | 16%        | 27.08.02        | 14%          | 18%        | 11,3%               |
| Fully 3                   | 24.08.00        | 12%          | 40%        | 29.08.01        | 0%           | 2%         | 02.09.02        | 0%           | 10%        | 10,7%               |
| Sierre                    | 24.08.00        | 0%           | 0%         | 29.08.01        | 2%           | 4%         | 26.08.02        | 0%           | 0%         | 1,0%                |
| Vétroz 3                  | 24.08.00        | 0%           | 8%         |                 |              |            | 02.09.02        | 0%           | 10%        | 4,5%                |
| Vétroz 4                  | 24.08.00        | 2%           | 4%         | 22.08.01        | 0%           | 0%         | 23.08.02        | 0%           | 0%         | 1,0%                |
| Bramois                   | 24.08.00        | 0%           | 2%         | 06.09.01        | 0%           | 0%         | 27.08.02        | 0%           | 0%         | 0,3%                |
| Saxon                     | 25.08.00        | 0%           | 36%        | 29.08.01        | 0%           | 0%         | 30.08.02        | 0%           | 10%        | 7,7%                |
| Chamoson                  | 28.08.00        | 8%           | 38%        | 27.08.01        | 0%           | 6%         | 30.08.02        | 0%           | 20%        | 12,0%               |
| <b>Moyennes annuelles</b> |                 | <b>5%</b>    | <b>21%</b> |                 | <b>2%</b>    | <b>8%</b>  |                 | <b>1%</b>    | <b>7%</b>  | <b>7,1%</b>         |

Tableau 10. Résultats des deux meilleurs vergers du réseau pour les trois années d'observation.

| Verger                      | Vétroz 4     | Vétroz 4 | Vétroz 4   | Saint-Léonard 2 | Saint-Léonard 2 | Saint-Léonard 2 |
|-----------------------------|--------------|----------|------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Dates de récolte            | 24.08.00     | 22.08.01 | 23.08.02   | 24.08.00        | 29.08.01        | 02.09.02        |
| Somme des TP °C             | 2692         | 2596     | 2664       | 2692            | 2769            | 2838            |
| Brix % récolte              | 10,9         | 10,9     | <b>9,9</b> | 11,6            | <b>13,5</b>     | 12,7            |
| Fermeté kg récolte          | 9,6          | 10,0     | 8,7        | 8,5             | <b>8,0</b>      | <b>8,3</b>      |
| Amidon 1-10                 | <b>2,2</b>   | 4,2      | 4,6        | 6,0             | <b>8,9</b>      | <b>8,4</b>      |
| Indice Streif               | <b>0,400</b> | 0,218    | 0,191      | 0,122           | <b>0,067</b>    | <b>0,078</b>    |
| Brix % en février           | 12,6         | 11,8     | 12,5       | 12,0            | 13,5            | 13,1            |
| Fermeté kg février          | 8,5          | 7,5      | 8,1        | 6,8             | 7,4             | 8,1             |
| Brix % en avril             | 12,2         | 14,2     | 12,0       | 11,8            | 14,8            | 12,5            |
| Fermeté kg avril            | 7,9          | 6,8      | 8,0        | 7,6             | 6,9             | 7,0             |
| Bruniss. sénescence février | 2%           | 0%       | 0%         | 0%              | 2%              | 0%              |
| Bruniss. sénescence avril   | 4%           | 0%       | 0%         | 8%              | 2%              | 0%              |



Les informations obtenues sur le climat, en utilisant la somme des températures moyennes quotidiennes depuis le 1<sup>er</sup> mars ( $\Sigma$ TP), permettent d'anticiper et de comparer l'année en cours aux années précédentes. A titre d'exemple, à la fin de juin 2003, l'avance était de 135 °C sur l'année 2000, pourtant la plus chaude de la décennie passée. La fenêtre de récolte comprise entre 2600 et 2720 °C (fig. 2) semble bien convenir pour la variété Gala dans la plaine du Rhône.

## Bibliographie

- FRASNELLI K., CASERA C., 1994. Die Bedeutung des optimalen Erntetermins. *Obstbau Weinbau* 7-8, 203-204.
- NISCHLER M., NARDIN K., CASERA C., HÄUSL H., 1991. Determinazione della qualità e dell'epoca ottimale di raccolta nelle mele dell'Alto Adige. *Frutticoltura* 10, 15-19.
- PLANTON G., 1995. Le test amidon des pommes pour l'aide à la décision de récolte. CTIFL, Eurofru, Le point n° 6.
- ROSSIER J., PFAMMATTER W., AERNY J., 1998. Détermination de la qualité interne des pommes à l'aide du laboratoire «Pimprenelle». *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 30 (4), 247-252.
- STREIF J., 1989. Erfahrungen mit Erntetermin-Untersuchungen bei Äpfeln. *Besseres Obst* 9, 235-240.

## Zusammenfassung

### Optimales Erntefenster und Qualitätsentwicklung der Apfelsorte Gala

Seit 1999 wird die Sorte Gala in 16 Obstanlagen untersucht. Die Problematik eines optimalen Erntefensters sowie die Qualitätsentwicklung der Früchte unter ULO-Lagerbedingungen werden geprüft. Die einzelnen Parameter der optimalen Erntefenster sind genauer als der Streifindex. Die täglichen mittleren Temperaturen ( $\Sigma$ TP) einer Wetterstation werden ab dem 1. März summiert. Ein Vergleich der verschiedenen Jahre liefert nötige Informationen zur Vorhersage des Erntezeitpunktes. Die Sorte Gala wird in der Praxis allgemein etwas zu spät geerntet. Die Auswirkungen auf Qualität und Fleischbräune sind von Anlage zu Anlage und von Jahr zu Jahr sehr verschieden.

## Conclusions

- ❑ Comme indicateur de maturité de récolte, l'indice Streif dépend surtout du test amidon et, bien souvent, l'indice se situe hors des limites. Il est préférable de se baser sur les paramètres individuels que sont la teneur en sucre, la fermeté, l'amidon et accessoirement l'acidité.
- ❑ Les valeurs de la fenêtre optimale de maturité utilisées (tabl. 2) pour juger les dates de récolte de 16 vergers sont actuellement une bonne aide à la décision. Néanmoins, selon l'année, certains résultats restent en dehors des limites. La poursuite des observations de ce réseau de vergers devrait permettre d'affiner ces valeurs.
- ❑ Des prélèvements précoces sur quelques vergers sont conseillés. Ils permettent d'anticiper pour prévoir la date de la récolte, et au besoin, d'adapter les valeurs de la fenêtre optimale de maturité.
- ❑ Même si les fruits de deux vergers récoltés tard se sont montrés exceptionnellement bons après conservation, il est plus prudent, dans la majorité des cas, de récolter quelques jours plus tôt. Le risque diminue pour les fruits d'être touchés par les maladies de conservation et la qualité n'est pas modifiée.
- ❑ Les résultats des analyses effectuées à la récolte montrent que ceux-ci peuvent difficilement servir à sélectionner les lots en fonction de limites de qualité pour l'entreposage et la commercialisation. Le risque d'éliminer un lot à tort est grand et la décision à prendre est lourde de responsabilité. De même, des lots jugés bons à la récolte peuvent se révéler insuffisants en fin de stockage.
- ❑ Le suivi du climat, en comptabilisant depuis le 1<sup>er</sup> mars la somme des températures moyennes quotidiennes ( $\Sigma$ TP) d'une station météorologique proche des vergers, donne une information très utile pour prévoir le début des récoltes. Pour les vergers de Gala de la plaine du Rhône, la fenêtre comprise entre 2600 et 2720 °C semble finalement convenable.

## Summary

### Optimal harvest window and quality evolution for the apple variety Gala

A network of 16 Gala apple orchards is being observed since 1999. The problem of optimal maturity harvest window is checked, as well as the fruits quality evolution under ULO storage. The individual parameters of the optimal maturity harvest are more appropriate than the Streif index. The average daily temperatures ( $\Sigma$ TP) from a meteorological station were cumulated since 1st March. The comparison between years gives useful information to foresee the picking dates. In practice, the producers generally tend to pick the Gala variety somewhat too late. The consequences on fruit quality and flesh browning are very variable, depending on the year and the orchards.

**Key words:** apple, storage, ULO, Gala, harvest.

## Riassunto

### Finestra di maturazione ottimale ed evoluzione della qualità per la varietà di mele Gala

Una rete di 16 frutteti di mele Gala viene seguito dal 1999. La problematica delle finestre di maturazione ottimale è stata controllata come pure l'evoluzione della qualità dei frutti conservati sotto ULO condizioni. I parametri individuali della finestra ottimale di maturazione sono più appropriati dell'indice Streif. Le temperature medie quotidiane ( $\Sigma$ TP) di una stazione meteorologica prossima sono state cumulate a partire dal 1° marzo. Il confronto fra gli anni fornisce delle informazioni utili per la previsione delle date di raccolto. Nella pratica, i produttori raccolgono la varietà Gala in generale un po' troppo tardi. Le conseguenze sulla qualità dei frutti e l'imbrunimento della polpa sono molto variabili a seconda delle annate di produzione e dei frutteti.