

# Effet de la lumière sur la teneur en sucres des pommes

Ph. MONNEY et C. HENRIOT, Agroscope RAC Changins, Centre d'arboriculture et d'horticulture des Fougères, CH-1964 Conthey

 E-mail: [philippe.monney@rac.admin.ch](mailto:philippe.monney@rac.admin.ch)  
Tél. (+41) 27 34 53 511.

## Résumé

La lumière est un des éléments clés de la qualité en production fruitière. L'exposition du feuillage (variété Golden) conditionne fortement la dynamique d'accumulation des hydrates de carbone non structuraux dans les fruits. Les branches mal éclairées, très tributaires des parties éclairées de la canopée, bénéficient de l'apport de ces dernières pour l'enrichissement en sucres de leurs fruits. Parmi les sucres analysés, le saccharose et l'amidon sont positivement corrélés à l'éclairage. Le fructose est présent en proportions égales quelle que soit l'exposition à la lumière alors qu'une teneur élevée en glucose est nettement associée aux situations d'ombre. Ces résultats ainsi que quelques observations relatives à la qualité de la récolte sont appliqués aux modes de conduite du pommier. Ils servent de base à une réflexion sur la relation entre les critères de forme, de hauteur du verger et de qualité des fruits.

## Introduction

L'élaboration d'un système de conduite conçu pour favoriser le meilleur éclairage de toutes les parties de l'arbre devrait se baser sur une taille peu contraignante et limitée aux organes secondaires (branches fruitières) afin d'obtenir rapidement des arbres calmes et équilibrés. Toutefois, quels que soient le système et les opérations de conduite, la canopée présente inévitablement une grande hétérogénéité d'éclairage, les branches situées au haut de la couronne bénéficiant d'une exposition maximale tandis que certaines zones souffrent d'un manque de lumière.

Dans la première partie d'une étude consacrée à la qualité des fruits, la relation entre le microclimat lumineux et la photosynthèse est présentée sous le titre «Réponse photosynthétique des feuilles de pommier à la lumière selon leur position dans la couronne» (HENRIOT *et al.*, 2004). Dans cette seconde partie, les teneurs en sucres de fruits issus de branches évoluant dans des microclimats lumineux différents sont mesurées.

Le choix d'un système de conduite (Drilling) imposant des contraintes spécifiques d'utilisation de l'espace permet de distinguer des zones d'éclairage contrastées. L'introduction d'une variante artificiellement ombrée apporte une information complémentaire sur le comportement de la plante en situation extrême.

L'analyse des fruits, par la méthode enzymatique, a permis d'obtenir la composition en fructose, saccharose, glucose et amidon pour toutes les variantes et à différents stades de développement des fruits. Dans une approche pratique, la relation entre l'éclairage et la qualité selon les critères agronomiques est également abordée.

## Matériel et méthode

### Matériel végétal et procédés expérimentaux

La conception de l'expérimentation est présentée en détail dans une première partie (HENRIOT *et al.*, 2004). L'ensemble des prélèvements, analyses de sucres et tests de

qualité de la récolte ont été effectués durant la saison 2002 sur la variété Golden. Les éléments complémentaires (en particulier la coloration des fruits et la qualité de récolte) rapportés aux systèmes de conduite proviennent d'observations préliminaires effectuées en 2001 avec la variété bicolore Arlet qui appartient au même dispositif expérimental. L'entité élémentaire est la branche fruitière associée à un environnement lumineux particulier. Trois branches (une par bloc du dispositif expérimental) constituent les trois répétitions pour chaque combinaison. Les situations d'éclairage sont les suivantes: *haut*, *bas* et *bas ombré*. Les deux dernières correspondent à une position similaire dans la couronne. Pour la troisième, un ombrage forcé est réalisé à l'aide d'un film Agryl® noir, mis en place une semaine après le stade de pleine floraison. Ce matériau, léger et pratiquement opaque, limite la transmission du rayonnement direct à environ 1% du total et, de ce fait, réduit la photosynthèse à un niveau très bas.

Notons que les branches du bas ont été choisies pour représenter une situation d'ombre «naturelle» extrême. Le système de conduite (Drilling) qui sert de support à l'expérimentation présente un indice de surface foliaire supérieur à 3, soit 20% de plus que l'optimum estimé (MONNEY et HENRIOT, 2003). De ce fait, il n'a pas été difficile d'y trouver des branches relativement mal éclairées.

**Tableau 1. Quantités de matière fraîche et de matière sèche des fruits de la variété Golden Delicious en fonction de la surface foliaire et dates de prélèvement des échantillons.**

Procédés	Données	Dates de prélèvement			
		17 juin	22 juil.	11 sept.	19 sept.
Bas ombré	Matière sèche/surf. foliaire (g/m <sup>2</sup> )	17,5	51,8	224,5	156,0
	Matière sèche (%)	12,1	11,9	12,0	12,6
	Matière fraîche/surf. foliaire (kg/m <sup>2</sup> )	0,14	0,44	1,87	1,24
Bas	MS/surf. fol. (g/m <sup>2</sup> )	47,1	188,0	415,6	465,9
	Matière sèche (%)	12,4	12,4	12,8	13,3
	MF/surf. fol. (kg/m <sup>2</sup> )	0,38	1,52	3,25	3,50
Haut	MS/surf. fol. (g/m <sup>2</sup> )	166,6	268,6	681,4	527,7
	Matière sèche (%)	13,4	14,1	14,1	14,3
	MF/surf. fol. (kg/m <sup>2</sup> )	1,24	1,90	4,83	3,69

## Stades de prélèvement et contrôle de la charge

Selon l'exposition de la branche, la concentration en hydrates de carbone non structuraux des fruits varie au cours de leur développement. Les dates de prélèvement ont été choisies en fonction de périodes clés, à un moment où les teneurs respectives en glucose, fructose, saccharose et amidon présentent potentiellement la meilleure image des tendances saisonnières et peuvent avoir une application agronomique intéressante. Les prélèvements ont eu lieu à quatre époques: à deux reprises durant le développement du fruit (mi-juin et fin juillet), puis à deux stades de maturité: au stade optimal pour une longue conservation et huit jours plus tard (tabl. 1).

L'éclaircissage manuel, indispensable en raison de la floraison très abondante et homogène, est effectué environ dix jours après le premier prélèvement. La charge souhaitée a pu être vérifiée a posteriori sur la base des mesures de surface foliaire réalisées en cours de saison et comparée à la moyenne de charge globale des arbres, soit 25 fruits/m<sup>2</sup> de feuillage.

## Traitement des échantillons pour les analyses chimiques

Immédiatement après leur prélèvement, les échantillons sont stockés à 4 °C durant 24 heures au maximum. Les fruits sont ensuite épluchés, coupés en fines lamelles, lyophilisés durant 48 heures, puis finement broyés avant d'être conditionnés sous vide pour assurer leur conservation. La lyophilisation garantit l'élimination de la quasi-totalité de l'eau dans les fruits d'une manière fiable. Les pourcentages extraits (tabl. 1) varient peu en fonction de la saison (87,6 ± 0,6% pour les deux procédés *bas* et *bas ombré*; 85,9 ± 0,6% pour le procédé *haut*).

Toutes les analyses ont été réalisées au service de chimie des vins et fruits de Chagnins, conformément aux méthodes enzymatiques développées par J. Aerny.

## Observations agronomiques

La qualité de récolte a été mesurée parallèlement aux analyses de laboratoire. Le calibre moyen à la récolte est établi à partir des trois groupes d'échantillons prélevés entre le 11 et le 19 septembre, soit les deux destinés aux analyses de sucre et celui réservé aux mesures faites par le robot «Pimprenelle». Ce dernier a fourni l'indice réfractométrique, l'acidité et la fermeté.

## Résultats et discussion

### Eclaircissement

Les résultats de HENRIOT *et al.* (2004) montrent que l'activité photosynthétique des feuilles du procédé *bas ombré* n'est pas nulle. La capacité d'adaptation de ces feuilles est telle que leur rendement photosynthétique en situa-

**Tableau 2. Eclaircissement journalier moyen des trois procédés dans la gamme du rayonnement photosynthétiquement actif (PAR).**

Procédés	Eclaircissement	
	PAR (μmol photons/m <sup>2</sup> · s)	% du haut
Bas ombré	21	2,7
Bas	130	16,6
Haut	781	100

tion d'ombre est, à exposition égale, supérieur à celui des feuilles de lumière. Cependant, leur situation d'éclaircissement (tabl. 2) proche du point de compensation à la lumière (éclairage correspondant à une assimilation nette nulle) situé entre 13 et 20 μmol/m<sup>2</sup> · s (HELLER *et al.*, 1998) indique qu'elles sont très largement tributaires de l'assimilation des zones bien éclairées de l'arbre.

Avec environ 17% du rayonnement reçu par rapport aux branches du *haut*, les branches du *bas* sont caractéristiques d'une zone d'ombre naturelle dont la limite couramment admise dans la littérature se situe entre 25 et 30%.

### Charge en fruits

La charge exprimée en nombre de fruits/m<sup>2</sup> de feuille fait apparaître une situation caractéristique pour les trois niveaux d'éclaircissement. Le *haut* présente un taux de nouaison élevé. Plus de 50% des fruits doivent être supprimés juste après la date du premier prélèvement afin d'obtenir le niveau de charge recherché de 20 à 25 fruits/m<sup>2</sup> de feuille (tabl. 3). Pour atteindre un niveau équivalent, le *bas* n'a pratiquement subi aucun éclaircissage. L'ombrage extrême

**Tableau 3. Charge et calibre des fruits de la variété Golden pour les différents procédés.**

Procédés	Données	Stade de récolte de la branche			
		17 juin	22 juil.	11 sept.	19 sept.
Bas ombré	Fruits/branche	3,0	2,3	4,0	2,0
	Poids/fruit (g)	17,2	56,5	119,9	131,7
	Fruits/surf. fol. (nb/m <sup>2</sup> )	<b>8,4</b>	7,7	15,6	9,4
Bas	Fruits/branche	15,0	14,7	13,0	17,7
	Poids/fruit (g)	19,0	66,5	137,0	155,0
	Fruits/surf. fol. (nb/m <sup>2</sup> )	<b>20,0</b>	22,8	23,7	22,6
Haut	Fruits/branche	67,3	28,7	18,0	20,0
	Poids/fruit (g)	23,2	88,6	193,3	190,2
	Fruits/surf. fol. (nb/m <sup>2</sup> )	<b>53,6</b>	21,5	25,0	19,4

Remarque: l'éclaircissage a été effectué entre le 25 et le 27 juin. En comparant les niveaux de charge avant cette opération (valeurs en caractère gras du 17 juin) avec celles des autres dates, on constate d'importantes différences de nouaison et de chute physiologique entre les procédés.

du procédé *bas ombré* provoque une chute physiologique importante qui ramène naturellement son niveau de charge à moins de la moitié de l'objectif. Cette situation artificielle met en péril la survie des fruits, mais également celle de tous les organes feuillés (bourgeons et rameaux). Ces derniers présentent une elongation nulle; ils perdent rapidement une partie de leurs feuilles. L'ombrage inhibe totalement la formation de nouveaux bourgeons et seules les rosettes conservent un aspect à peu près normal.

## Evolution des teneurs en sucres au cours de la saison

La dynamique d'accumulation saisonnière des sucres (fig. 1) montre que les deux procédés peu éclairés ont un comportement similaire pour ce qui concerne l'évolution de leurs teneurs en **saccharose** et en **amidon**. Celles-ci peuvent être considérées comme des révélateurs sensibles aux conditions environnementales (FERRAR *et al.*, 2000). Il apparaît clairement que les deux composés réagissent positivement à l'éclaircissement, ce que confirment les observations de KLAGES *et al.* (2001). Dès le 22 juillet, on observe une augmentation significative des teneurs dans la situation d'éclaircissement maximum, et ce jusqu'à la 2<sup>e</sup> date de récolte. L'amidon atteint un pic de concentration au milieu de l'été et décroît régulièrement à l'approche de la maturité des fruits, avec une accélération du phénomène en cours de maturation. Dans le cas de ces deux substances et malgré d'importants écarts de microclimat lumineux entre les trois variantes, les différences de teneurs ne sont flagrantes qu'entre *haut* et *bas*.

Le **fructose**, quantitativement le plus représenté, évolue de manière similaire quel que soit l'éclaircissement. En revanche, le **glucose** est présent en quantité nettement supérieure dans les deux variantes *bas* et *bas ombré*, surtout à la mi-été. A la même époque, KLAGES *et al.* (2001) obtiennent des teneurs pratiquement identiques avec la variété Braeburn et un rapport de 1,4 entre zone d'ombre et zone bien éclairée (dans notre cas, 1,21 entre *haut* et *bas* et 1,44 entre *haut* et *bas ombré*). Les différences s'amenuisent à l'approche de la récolte et décroissent rapidement entre la première et la seconde cueillette.

L'évolution des sucres pour les branches artificiellement ombrées (3% de l'éclaircissement d'une branche bien exposée) et des branches constituant la zone naturellement la plus défavorisée de

l'arbre (17%) est globalement similaire. Même si l'adaptation des feuilles à la lumière augmente leur rendement photosynthétique en conditions défavorables, leur assimilation simulée (respectivement 8-10% et 30-40%) est largement déficitaire (HENRIOT *et al.*, 2004). Les transferts d'assimilats à partir des zones photosynthétiquement favorisées vers les zones moins éclairées sont certainement capitaux pour l'accumulation des sucres dans les fruits. Si ce constat est très utile pour guider la recherche en matière de conduite du pommier, les

mécanismes de transfert et leur dynamique saisonnière demeurent en grande partie inconnus.

## Résultats agronomiques

Les niveaux d'éclaircissement testés ne permettent pas de définir précisément le seuil d'éclaircissement qui correspondrait à une assimilation suffisante pour que la branche soit autonome. D'une manière générale, et bien qu'un tel seuil soit très utile en matière de conduite des arbres fruitiers, il n'est pas aisé à

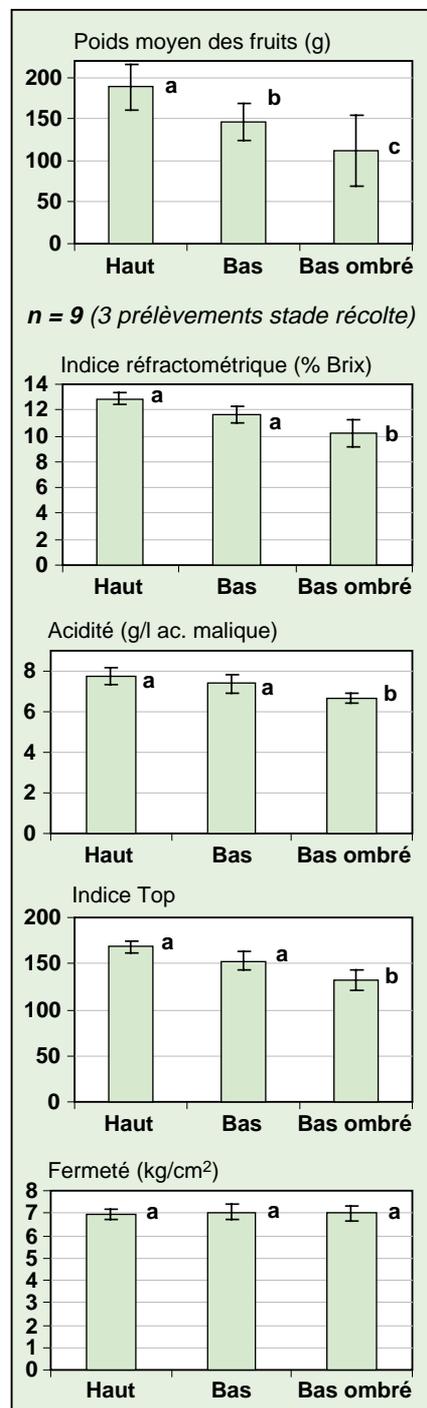


Fig. 1. Evolution des teneurs en sucres pour la variété Golden Delicious.

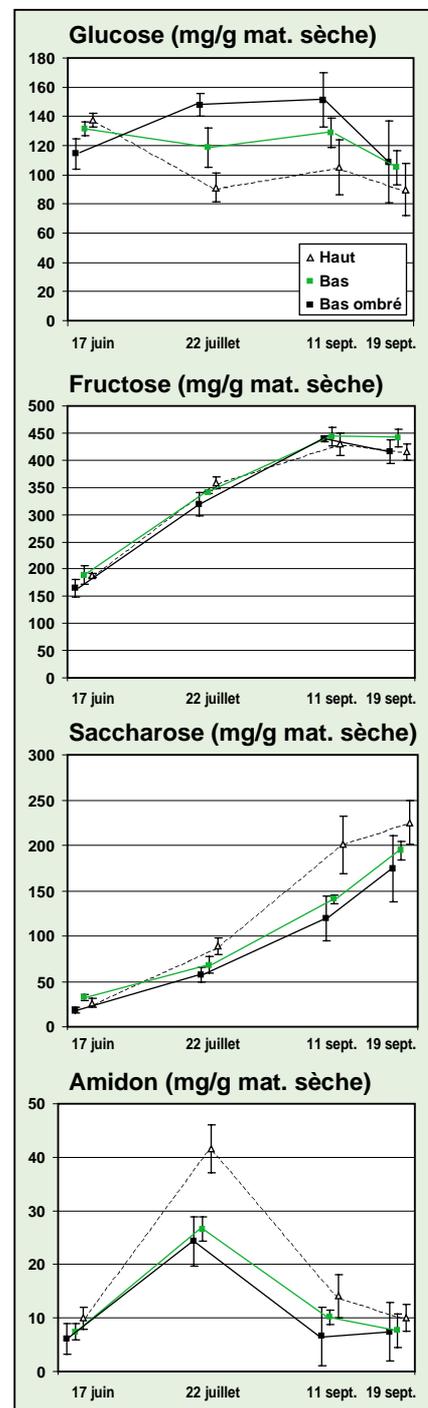


Fig. 2. Qualité des fruits de Golden Delicious à la récolte selon les critères agronomiques.

définir. Des seuils sont souvent cités en fonction d'autres critères comme l'induction florale, la pérennisation de la fructification, le calibre et la coloration des fruits dont l'application pratique est plus immédiate. Le comportement du procédé *bas ombré*, proche du *bas*, confirme cependant nettement l'insuffisance de l'éclairage du second.

Les critères qualitatifs couramment mesurés à la récolte sont exposés à la figure 2. Le calibre des fruits a particulièrement souffert du manque de lumière. Avec  $147 \pm 23$  g/fruit en moyenne (calibre de  $71 \pm 4$  mm) et 11,6 °Brix, le procédé *bas* se situe légèrement au-dessous de la limite inférieure admissible pour ces deux critères. L'acidité et l'indice top (indice de qualité calculé selon la formule  $(10,583 \cdot IR) - 20,423 + 10 \cdot \text{acide malique}$ ) sont significativement inférieurs dans le cas de la variante *bas ombré*. Pour l'indice top, ce résultat est donc dû à la fois au faible indice réfractométrique (IR) des fruits et à leur acidité inférieure aux autres procédés. Seule la fermeté ne montre aucune tendance, vraisemblablement à cause de la diminution du calibre des fruits provenant des branches d'ombre.

## Application aux systèmes de conduite

En 2001, différents tests de qualité en fonction de la position des fruits dans la couronne ont été effectués avec la variété Arlet. Comme il apparaît que la teneur en sucres solubles à la récolte est fortement corrélée au rayonnement

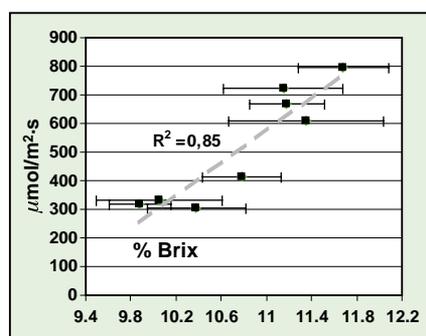


Fig. 3. Richesse en sucres totaux (°Brix) en fonction de l'éclairage intercepté en moyenne durant la journée, pour la variété Arlet à la récolte.

solaire intercepté (fig. 3), une comparaison est établie pour des zones de l'arbre soumises à des expositions différentes dont la figure 4 représente la localisation. La comparaison entre deux systèmes permet accessoirement de tirer quelques enseignements sur des formes (axe vertical et Ycare) conçues pour favoriser une bonne distribution de la lumière pour une hauteur respective de 3 et 2 m.

## Indice réfractométrique et calibre des fruits

Les facteurs de localisation communs aux deux systèmes sont le niveau (moitié supérieure et inférieure de la couronne), l'exposition ainsi que la face externe et interne des plans du «Y» pour la forme Ycare. Le tableau 4 montre que l'écart maximum pour les deux paramètres mesurés est légèrement supérieur dans le cas du système Ycare, ce

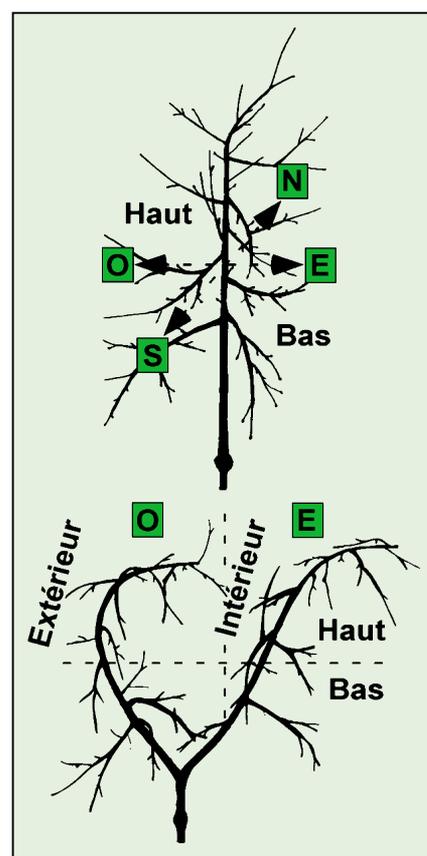


Fig. 4. Schéma des zones de prélèvement des échantillons de fruits de la variété Arlet pour deux systèmes de conduite.

qui tendrait à démontrer l'existence d'une zone particulièrement défavorisée quoique de dimension limitée. La hauteur de l'axe vertical permet d'éviter les situations de superposition trop néfastes à l'éclairage.

Tableau 4. Qualité des fruits de la variété Arlet en fonction de leur position dans l'arbre pour deux systèmes de conduite.

	Axe vertical						Ecart maximum
	Niveau		Orientation				
	Haut	Bas	Est	Ouest	Nord	Sud	
Fruits/surface foliaire (nb/m <sup>2</sup> )	25,6 a	19,7 b	21,9 a	24,2 a	25,5 a	21,0 a	5,9 (23%)
Indice réfractométrique (°Brix)	11,10 a	10,61 b	11,28 a	10,84 a	10,13 b	11,19 a	0,49 (5%)
Indice de coloration	4,8 a	2,9 b	4,5 a	3,1 b	3,6 ab	4,1 ab	1,9
Poids moyen des fruits (g)	170 a	154 b	170 a	160 a	157 a	161 a	16 (10%)
	Ycare						Ecart maximum
	Niveau		Orientation		Exposition		
	Haut	Bas	Est	Ouest	Extérieur	Intérieur	
Fruits/surface foliaire (nb/m <sup>2</sup> )	23,4 a	20,8 a	22,3 a	21,9 a	22,3 a	21,9 a	2,6 (11%)
Indice réfractométrique (°Brix)	11,34 a	10,27 b	10,74 a	10,87 a	11,00 a	10,61 b	1,07 (9%)
Indice de coloration	4,1 a	1,7 b	3,2 a	2,6 b	3,2 a	2,6 b	2,4
Poids moyen des fruits (g)	171 a	149 b	159 a	161 a	164 a	156 a	22 (13%)

Les valeurs suivies de la même lettre ne se distinguent pas significativement à  $p = 0,05$  (test de Newmann-Keuls). Quatre répétitions pour chaque combinaison des facteurs N, O et E. L'indice de coloration de 0 à 15 est le produit de l'intensité (1 = faible à 3 = intense) par la surface (1 = 20% à 5 = 100%).



Fig. 5. Association variété/porte-greffe faible (Braeburn/M9 en 6<sup>e</sup> année) permettant une répartition optimale de la lumière.



Fig. 6. Association variété/porte-greffe forte (Maigold/M9 en 5<sup>e</sup> année). L'éclaircissement des parties intérieures et situées en bas du Y commence à souffrir du chevauchement des branches.

L'analyse de la charge en fruits démontre globalement une très bonne répartition et un indice de charge équivalent dans toutes les zones. Les écarts les plus importants concernent le facteur niveau. Instinctivement, l'éclaircissage s'applique plus sévèrement dans la partie basse où le risque d'obtenir une mauvaise qualité est plus élevé. Dans le cas de l'axe vertical, la différence significative (-23%) en faveur du bas pourrait expliquer en partie les écarts qualitatifs moins importants. Au vu de la diminution de calibre observée dans les deux systèmes, un éclaircissage plus sévère des branches basses se justifie certainement.

### Coloration des fruits

Des mesures de coloration des fruits de la variété Arlet ont accompagné les différents tests. En raison de l'importance des facteurs climatiques annuels (humidité, contrastes thermiques) et des caractéristiques variétales, les valeurs obtenues doivent être interprétées avec prudence.

La meilleure exposition d'un système bas au rayonnement vertical s'exerçant durant les heures chaudes de la journée ne favorise pas la coloration. Avec la vigueur trop élevée pour une densité de plantation de 2500 arbres/ha et une hauteur des arbres de 2 m, les branches de la partie intérieure du Y tendent à se chevaucher. D'autres essais plus récents avec le système Ycare montrent que la coloration est excellente tant que les branches des deux plans internes n'atteignent pas le centre de l'arbre, laissant un passage pour la lumière (fig. 5). Une augmentation de la hauteur est également envisagée pour les variétés bicolores, principalement avec les combinaisons variété porte-greffe vigoureuses (fig. 6).

## Conclusions

- ❑ En ce qui concerne l'accumulation des sucres non structuraux (saccharose, fructose, glucose et amidon), les branches de pommier de la variété Golden naturellement les moins exposées (17% de la moyenne journalière maximale d'éclaircissement) se comportent plus comme les branches soumises artificiellement à un ombrage extrême (3%) que comme les branches exposées à la pleine lumière.
- ❑ Des teneurs élevées en saccharose et dans une moindre mesure en amidon sont révélatrices d'un bon éclaircissement alors qu'une concentration élevée en glucose traduit une sous-exposition.
- ❑ Le niveau bas des arbres pour les deux systèmes de conduite produit des fruits de qualité inférieure. L'éclaircissement reçu au cours de la saison influence donc d'une manière très sensible l'indice réfractométrique, le calibre et la coloration des fruits mesurés à la récolte.
- ❑ A hauteur comparable dans la couronne des arbres, l'orientation des branches ne joue pas un rôle important sur l'indice réfractométrique et le calibre des fruits mesurés à la récolte. En revanche, pour une variété semi-précoce et bicolore comme Arlet, sensible aux facteurs influençant la coloration, l'orientation des branches induit des différences notables dans l'intensité de la teinte rouge et la proportion de la surface totale du fruit qu'elle occupe.
- ❑ L'adéquation entre vigueur, forme et hauteur est essentielle pour obtenir une qualité élevée et homogène des fruits.

### Remerciements

Nous adressons nos remerciements à l'Ecole d'ingénieurs du Valais et à M. Glassey pour la mise à disposition des moyens techniques de préparation et de conditionnement des échantillons destinés aux analyses de sucre ainsi que leur lyophilisation. Ils s'adressent également au Service de chimie des vins de la RAC, en particulier à M<sup>mes</sup> Belcher-d'Andres, Desponds et Paris pour l'appui technique et la mise à disposition des équipements d'analyse des sucres. Enfin, le Dr Vivian Zufferey est vivement remercié pour la lecture attentive du manuscrit et l'appui scientifique durant la phase expérimentale du projet.

### Bibliographie

- FERRAR J., POLLOCK C., GALLAGHER J., 2000. Sucrose and the integration of metabolism in vascular plants. *Plant science* **154**, 1-11.
- HELLER H., ESNAULT R., LANCE C., 1998. Physiologie végétale, nutrition. Dunod, Paris, 323 p.
- HENRIOT C., MONNEY Ph., EVÉQUOZ N., 2004. Réponse photosynthétique des feuilles de pommier à la lumière selon leur position dans la couronne et effet d'un ombrage induit. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **36** (1), 9-15.
- KLAGES K., DONNISON H., WÜNSCHE J., BOLDINGH H., 2001. Diurnal changes in non-structural carbohydrates in leaves, phloem exudate and fruit in «Braeburn» apple. *Aust. J. Plant Physiol.* **28**, 131-139.
- MONNEY Ph., HENRIOT C., 2003. Mesure de l'indice de surface foliaire et incidence agronomique sur le pommier. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **35** (4), 223-231.

## Summary

### Effect of light intensity on sugar content of apples

Light is one of the key factors for fruit quality. Exposure of leaves (cultivar Golden Delicious) mainly determines the dynamic of non structural sugar accumulation in the fruits. Poorly exposed branches are strongly dependent on well illuminated tree parts for sugar supply. Among the carbohydrates analysed, sucrose and starch are positively correlated with light exposure. Fructose concentration is equivalent all along the season at any illumination intensity. In contrast, high glucose content is clearly associated with shading conditions in the tree.

These results as well as other fruit quality attributes can help to find adapted training systems for apple. They may be used as a model for interrelationship between tree shape, orchard height and fruit quality.

**Key words:** apple, fruit quality, light exposure, non structural carbohydrates, sucrose, starch, fructose, glucose.

## Zusammenfassung

### Wirkung des Lichtes auf den Zuckergehalt der Apfel

Das Licht ist eines der Schlüsselemente für die Qualität der Obstproduktion. Die Stellung der Blätter (Sorte Golden Delicious) bestimmt die Dynamik der Kohlenhydrateinlagerung in die Früchte. Schlecht belichtete Äste sind stark abhängig von gut belichteten Kronenteilen und profitieren von letzteren für Zuckeranreicherung in ihre Früchte.

Stärke und Saccharose sind mit dem Licht positiv korreliert. Fructose hingegen findet man, unabhängig von der Stellung zum Licht, überall in gleichen Mengen. Ein hoher Glucosegehalt findet man in Schattenteilen der Krone. Diese Resultate, sowie einige Beobachtungen der Erntequalität werden als Interpretationsmodell bei Anbauformen angewendet. Sie dienen zudem als Reflexionsgrundlage bezüglich der Beziehungen zwischen Baumform, Höhe der Obstanlage und Fruchtqualität.

## Riassunto

### Effetto della luce sul tenore zuccherino delle mele

La luce rappresenta nella produzione frutticola l'elemento chiave per la qualità dei frutti. L'esposizione del fogliame (varietà Golden Delicious) condiziona largamente la dinamica d'accumulo degli idrati di carbone non strutturali nei frutti. I rami mal illuminati, largamente tributari delle parti ben esposte, beneficiano dell'apporto di queste ultime per l'arricchimento in zuccheri dei loro frutti. Tra gli zuccheri analizzati, il saccarosio e l'amido sono correlati positivamente con l'illuminazione. Il fruttosio è presente nelle medesime proporzioni indipendentemente dall'esposizione alla luce, mentre che un elevato tenore in glucosio è nettamente associato a situazioni d'ombra. Questi risultati, come pure qualche osservazione riguardante la qualità della raccolta, sono applicati ai sistemi di allevamento del melo. Essi serviranno da base ad una riflessione sulla relazione tra i criteri di forma, altezza del frutteto e qualità dei frutti.