HAL
open science

Influence du nombre de feuilles et de la repartition des fruits sur la production et la qualite des peches

Michel M. Génard

To cite this version:

Michel M. Génard. Influence du nombre de feuilles et de la repartition des fruits sur la production et la qualite des peches. Canadian Journal of Plant Science, 1992, 72, pp.517-525. hal-02700425

HAL Id: hal-02700425

https://hal.inrae.fr/hal-02700425v1

Submitted on 1 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.

AG 96

Influence du nombre de feuilles et de la répartition des fruits sur la production et la qualité des pêches

Michel Génard

Station d'Agronomie, INRA, Domaine St Paul, BP 91, 84143 Montfavet cédex, France. *Reçu le 8 juillet 1991, accepté le 17 décembre 1991.*

Génard, M. 1992. **Influence du nombre de feuilles et de la répartition des fruits sur la production et la qualité des pêches.** Can. J. Plant Sci. **72**: 517–525. L'effet du nombre de feuilles par fruit sur les composantes de la production et de la qualité des pêches de la variété Suncrest a été étudié en relation avec leur répartition sur les charpentières. Les niveaux de densité de feuilles étaient de 0, 1 ou 2 pousses feuillées par fruit et la répartition des fruits était homogène ou hétérogène. Une charpentière a été traitée sur chacun des 15 arbres que nous avons étudiés. Le poids de fruits produits et la croissance moyenne des fruits sont plus faibles en l'absence de feuilles sur la charpentière. Parallèlement, le taux de chute des fruits est plus élevé. En présence de feuilles, la production de fruits et de bourgeons fructifères ne varie pas significativement avec le nombre de feuilles par fruit et la répartition des fruits. Les fruits provenant des charpentières sans feuilles sont de couleur rouge violacée, fermes et ont de faibles teneurs en sucres. Les fruits associés à de nombreuses feuilles en fin de croissance sont plus sucrés, ont un fort niveau en acide malique et sont de couleur jaune orangée.

Mots clés: Production, qualité, feuille, fruit, répartition, *Prunus persica* L.

Génard, M. 1992. **Effect of leaf number and fruit distribution in peach trees on the yield and quality of peaches.** Can. J. Plant Sci. **72**: 517–525. We compared the production of flower buds, fruit abscission, fruit growth and quality according to the fruit distribution on limbs (regular or not) and to the number of leaves per fruit (0, 1 or 2 shoots per fruit). Only one limb per tree was treated from a sample of 15 trees. The yield per limb and the mean growth of fruits were lowest, and the fruit abscission was highest on limbs without leaves. On leafy limbs, the yield components and the number of flower buds were not significantly affected by changes in the number of leaves per fruit or by the fruit distribution. Fruits on limbs without leaves had a lot of purple color, a greater firmness and a low sugar content. Fruits on limbs with many leaves before harvest had high sugar and malic acid content, as well as yellow and orange color.

Key words: Yield components, quality, leaf, fruit, distribution, *Prunus persica* L.

Chez les arbres fruitiers, la grande variabilité des conditions de développement et de croissance des bourgeons fructifères puis des fruits dans l'arbre induit une forte variation de la production et de la qualité (Marini et Trout 1984; Dann et Jerie 1988). Cette variation est notamment liée à l'hétérogénéité de la production en assimilats selon les parties de l'arbre. En effet, Magness (1929) et Weinberger et Cullinan (1932) ont montré que l'initiation des bourgeons fructifères et la croissance des fruits augmentaient avec la surface foliaire par fruit. Inversement, la chute des fruits augmente lorsque la surface foliaire diminue (Llewelyn 1968) ou lorsque la photosynthèse est stoppée par ombrage (Berüter et Droz 1991). La qualité des fruits dépend aussi de la surface foliaire mais à des degrés différents selon les paramètres considérés (Weinberger et Cullinan 1932; Roper et Loescher 1987). La variabilité de la croissance et de la chute des fruits dépend également des relations de compétition entre fruits pour les assimilats (Zucconi 1986; Lai et coll. 1990) et ainsi du nombre et de la répartition

des fruits sur les rameaux fructifères. Ces recherches conditionnent l'amélioration de pratiques qui influent sur la quantité de feuilles et sur les relations de compétition entre fruits telles que la taille et l'éclaircissage (Johnson et Handley 1989; Reynolds 1989).

Les résultats mentionnés ci-dessus sont issus d'expérimentations portant sur l'arbre entier ou sur des charpentières isolées du corps de l'arbre par décortication annulaire. Lorsque la charpentière n'est pas isolée, ce qui correspond aux conditions normales de culture, son comportement dépend également de celui du corps de l'arbre (Berüter et Droz 1991) et les résultats cités précédemment doivent être testés, ce qui est l'objet du présent travail. Nous avons étudié, sur des charpentières de pêcher (*Prunus persica* L. Batsch) non isolées du corps de l'arbre, l'effet du nombre de feuilles par fruit et de la répartition des fruits, sur les composantes de la production (nombre de bourgeons fructifères, taux de chute des fruits, croissance des fruits) et de la qualité des pêches (coloration, poids, fermeté, sucres, acides).

MATERIEL ET METHODES

L'étude est effectuée sur la variété Suncrest de pêcher greffée sur GF677. Les arbres âgés de huit ans en 1989 sont conduits en gobelet. Des lots de quatre rameaux situés sur une même charpentière et comportant 20 fruits sont retenus. La répartition des 20 fruits par lot est soit régulière (5 fruits par rameau), soit irrégulière (aucun fruit sur deux rameaux et 10 fruits sur les deux autres). Le nombre de pousses feuillées par fruit est de 0, 1 ou 2. Si l'on exclut le cas extrême où toutes les pousses feuillées sont supprimées, ces niveaux correspondent à des situations naturellement rencontrées localement dans l'arbre sur les rameaux porteurs de fruits. De façon à minimiser l'effet de position dans l'arbre, la charpentière retenue est toujours orientée vers le sud. Cinq combinaisons des deux facteurs sont appliquées après la nouaison (mai 1989) à 15 arbres répartis en trois blocs de 5 arbres chacun (Tableau 1). Les fruits ont alors un diamètre moyen de 27 mm et le nombre de feuilles par fruit est égal à 0, 7 et 14 feuilles selon le nombre de pousses feuillées conservées dans les traitements. A la récolte, le nombre de feuilles par fruit est en moyenne 10 fois supérieur à celui de mai 1989 à cause de la croissance des pousses feuillées et de la chute des fruits (Tableau 1).

La présence ou la chute éventuelle de chaque fruit est notée hebdomadairement du 17 mai 1989 à la récolte. Le diamètre (D en mm) de chaque fruit est mesuré à l'équateur du fruit et perpendiculairement à sa suture avec la même fréquence. Cette mesure est convertie en poids frais (P en g) grâce à la relation $P = 0.003D^{2.58}$ (n=226; r=0.99; $P<0.001$) établie sur des échantillons de fruits récoltés chaque semaine sur des arbres du même verger. Les fruits sont récoltés à maturité de consommation en plusieurs passages et sont analysés individuellement pour leur qualité commerciale (coloration, poids, fermeté) et pour leur qualité gustative (sucres, acides). La proportion de jaune, orange, rouge, rouge violacé sur la peau du fruit est mesurée par analyse d'image (logiciel MICROSCALE, Holyoake 1989). La couleur de la face la plus rouge ou violacée est en outre exprimée dans l'espace L^* a^* b^* de la CIE (Delwiche et Baumgardner 1983) grâce à un spectrocolorimètre Hunterlab modèle Colorquest CQ 1200 ×. L^* représente la luminance (L^* = 0 pour un objet noir et L^* = 100 pour un objet blanc);

Tableau 1. Répartition des fruits sur les quatre rameaux de chaque traitement et nombre moyen de pousses et de feuilles par fruit

Traitement	Nombre de répétitions	Nombre de fruits sur les quatre rameaux	Nombre de pousses feuillées par fruit	Nombre de feuilles par fruit	
				mai 89	récolte
1	3	10 10 0 0	2	14±1.4[z]*a*	165±15*a*
2	3	5 5 5 5	2	14±2.2*a*	116±13*ab*
3	3	10 10 0 0	1	7±0.4*b*	81±42*b*
4	3	5 5 5 5	1	7±0.2*b*	63±18*b*
5	3	5 5 5 5	0	0*c*	0*c*

[z]Moyenne ± écart type.

a–c Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (test HDS de Tukey).

a^* et b^* représentent la chrominance ($a^* = -60$ pour le vert et $+60$ pour le rouge; $b^* = -60$ pour le bleu et $+60$ pour le jaune). La fermeté des faces colorées et non colorées est mesurée au moyen d'un pénétromètre à ressort avec un embout de 6 mm de diamètre. Les paramètres de la qualité gustative mesurés sont les matières solubles, les sucres et les acides organiques. Les matières solubles sont mesurées par réfractométrie. Les sucres totaux et réducteurs sont dosés par la méthode à la nécuproïne (Bittner et Manning 1967). Le saccharose, sucre dominant chez la pêche (Souty et André 1975) est obtenu par différence entre ces deux valeurs. Les principaux acides de la pêche sont les acides maliques et citriques et les fruits ayant un faible rapport acide malique / acide citrique ont une saveur plus acide à la dégustation (Souty et André 1975). Ces acides sont obtenus par dosages enzymatique (Boehringer 1988) réalisés au moyen d'un analyseur à flux continu. Nous avons également mesuré le pH qui donne le degré d'ionisation des acides. Le nombre de bourgeons fructifères produits par noeud est mesuré en 1990 sur le même dispositif pour les rameaux ayant émis des pousses feuillées en 1989, soit les rameaux des traitements 1 à 4.

Les productions totales de fruits et les poids moyens des fruits des différents traitements sont comparés à chaque date de mesure par analyse de variance suivie, en cas de rejet de l'hypothèse d'égalité des traitements, par des tests HSD de Tukey (Scherrer 1984). Les mêmes analyses sont faites pour comparer les nombres moyens de bourgeons floraux par noeud. Les taux de chute des fruits sont comparés grâce au test du rapport de vraisemblance puis, en cas de différences significatives, les comparaisons multiples sont faites par des tests de contraste (Scherrer 1984). Le faible nombre de répétitions effectuées ne permet pas la mise en évidence de petites différences entre traitements.

La comparaison des niveaux de qualité des 5 traitements étudiés est faite par analyse discriminante. Cette méthode est une analyse multivariée particulièrement adaptée à l'étude d'ensembles de paramètres intercorrélés comme le sont les descripteurs de la qualité et à l'obtention d'une représentation globale de leurs variations. L'analyse discriminante permet de définir les ensembles de variables caractéristiques des traitements étudiés (Legendre et Legendre 1979). Son interprétation est basée sur la statistique de Wilks (Tomassone 1988) qui teste la signification des facteurs, et sur des représentations graphiques qui donnent une vision globale des groupes de variables caractéristiques de chaque traitement. Les variables de qualité sont représentées sur les plans factoriels par des vecteurs. Les vecteurs de longueur proche de 1 sur un plan factoriel, ont leur variance surtout exprimée sur ce plan et sont donc ceux utilisés pour son interprétation. La corrélation entre deux variables dans un plan factoriel est égale au cosinus de l'angle entre les vecteurs qui les représentent. Un angle nul correspond à une corrélation de 1 et un angle de 180° à une corrélation de -1. Les fruits étudiés sont positionnés dans l'espace des premiers facteurs de l'analyse discriminante. Les ellipses de confiance bidimensionnelles à $P = 95\%$ des barycentres des fruits de chaque traitement sont représentées sur les plans factoriels sous hypothèse de normalité (Scheffé 1959). Ce dernier calcul prend en compte la dispersion et l'effectif au sein du traitement considéré. Il autorise la comparaison deux à deux des différents barycentres.

RESULTATS

La production totale de fruits, le poids moyen des fruits et les taux de chute observés en 1989 ne sont pas significativement différents entre les différents traitements avec feuilles (Tableaux 2 et 3). Le traitement sans feuille est par contre caractérisé par une diminution du poids total de fruits dès juin et surtout lors de la phase de croissance active en juillet, qui se traduit par un poids total à la récolte réduit de 82% par rapport aux traitements avec feuilles. Ceci est dû à une croissance des fruits situés sur les rameaux sans feuille plus faible de 34% et surtout à un taux de chute de 73% supérieur à celui observé dans les traitements avec feuilles (Tableaux 2 et 3). Le nombre de bourgeons fructifères produits à l'aisselle des feuilles en 1990 n'est pas significativement différent selon les traitements avec feuilles (Tableau 3).

Les deux premiers axes de l'analyse discriminante concernant la qualité des fruits sont significatifs ($P<0.001$). La répartition des ellipses de confiance des barycentres des traitements sur le plan F_1*F_2 de l'analyse permet d'isoler trois groupes de fruits: les fruits du traitement 1, ceux des traitements 2 à 4 qui ont des qualités voisines et ceux du traitement sans feuilles (n°5). Les fruits situés sur les rameaux sans feuilles s'opposent aux autres sur le premier axe de l'analyse

Tableau 2. Poids total et moyen des fruits selon les traitements et les dates de mesures

Traitement	Poids total (g)					Poids moyen (g)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Date										
17/05	352±8[z]*a*	340±33*a*	319±33*a*	325±54*a*	332±41*a*	22±1*a*	22±1*a*	21±1*a*	22±2*a*	21±3*a*
25/05	405±19*a*	399±42*a*	365±36*a*	380±74*a*	322±58*a*	31±3*a*	28±4*a*	26±3*a*	27±3*a*	22±2*a*
31/05	442±25*a*	401±64*a*	398±47*a*	407±92*a*	273±67*a*	34±3*a*	35±3*a*	32±2*a*	34±2*a*	28±3*a*
7/06	497±28*a*	447±80*ab*	422±60*ab*	440±85*ab*	249±83*b*	39±3*a*	39±3*a*	37±1*a*	39±3*a*	30±3*b*
14/06	566±48*a*	510±123*a*	497±70*a*	498±99*a*	190±89*b*	46±4*a*	46±5*a*	44±1*a*	46±4*a*	32±5*b*
21/06	666±31*a*	598±142*a*	567±88*a*	593±108*a*	158±106*b*	55±5*a*	54±5*a*	52±1*a*	55±4*a*	44±8*a*
27/06	768±47*a*	668±140*a*	659±98*a*	700±124*a*	157±142*b*	65±6*a*	65±10*a*	60±1*a*	65±4*a*	50±15*a*
3/07	976±77*a*	840±210*a*	810±127*a*	890±142*a*	174±180*b*	83±6*a*	81±17*a*	74±1*a*	83±3*a*	69±18*a*
12/07	1436±154*a*	1209±326*a*	1218±212*a*	1382±214*a*	235±255*b*	121±7*a*	116±20*a*	111±4*a*	129±4*a*	89±14*a*
19/07	1668±251*a*	1394±418*a*	1335±152*a*	1645±287*a*	261±319*b*	145±14*a*	138±30*a*	135±6*a*	154±6*a*	90±9*b*
26/07	1958±356*a*	1569±490*a*	1519±267*a*	1763±494*a*	308±424*b*	170±21*a*	155±30*a*	158±14*a*	174±17*a*	95±41*a*

[z]Moyenne ± écart type.
a,b Pour une date donnée, les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (test HSD de Tukey).

discriminante qui extrait 54% de l'inertie du nuage de points (Figure 1). Ils sont de couleur rouge violacée, plus fermes sur la face non colorée du fruit et leur poids à la récolte, leurs teneurs en matières solubles et en sucres sont plus faibles que chez les autres fruits (Tableau 4, Fig. 2). Parmi les fruits situés sur des rameaux feuillés, ceux du traitement 1, associés au nombre de feuilles par fruit en fin de croissance le plus élevé (Tableau 1), s'opposent aux autres traitements sur le deuxième facteur (21% de l'inertie; Figure 1). Ils ont les plus fortes teneurs en saccharose, en sucres totaux et en acide malique. La teneur en acide citrique étant relativement stable, ces fruits sont également ceux ayant le plus fort rapport acide malique sur acide citrique (2.4 pour le traitement 1 contre 1.4 à 2.2 pour les autres traitements). Ils sont de couleur jaune orangé (Tableau 4, Figure 1).

DISCUSSION ET CONCLUSION

Divers travaux menés à l'échelle de l'arbre montrent que la diminution de la densité de fruits par rameaux et l'augmentation du nombre de feuilles par fruit favorisent en général la production de bourgeons fructifères (Hennerty et Forshey 1971), la tenue des fruits sur l'arbre (Llewelyn 1968; Quinlan et Preston 1971) et leur poids (Johnson et Handley 1989). Les recherches menées chez le pêcher et portant sur des charpentières isolées du reste de l'arbre par annelage donnent les mêmes résultats (Jones 1932; Weinberger et Cullinan 1932). Nos résultats sur charpentières non isolées du reste de l'arbre ne permettent pas de mettre en évidence des effets aussi importants que ceux énoncés ci-dessus. Seul le traitement sans feuilles a été nettement défavorable au rendement quantitatif. Trois hypothèses explicatives de ces faits peuvent être émises:

- la quantité de feuilles par fruit est suffisante dans tous nos traitements avec feuilles, quelque soit le nombre de feuilles par fruit et la répartition des fruits sur les rameaux, pour assurer une fourniture convenable en assimilats et en hormones nécessaires à

l'initiation de bourgeons fructifères et à la production de fruits (nouaison et croissance);

- les feuilles des charpentières ayant un faible rapport feuilles/fruits peuvent avoir une activité photosynthétique plus grande, dont la conséquence serait la production de la même quantité d'assimilats que sur les charpentières ayant un fort nombre de feuilles par fruit. Les travaux de Chalmers et coll. (1975) et Dejong (1986) appuient cette hypothèse car ils ont montré que la photosynthèse était stimulée chez le pêcher par la présence de fruits.

Tableau 3. Taux de chute des fruits et nombre de bourgeons floraux produits par noeud selon les traitements

Traitements	1	2	3	4	5
Taux de chute (%)	25.5*a*	36.6*a*	35.6*a*	29.5*a*	81.8*b*
Nombre de bourgeons floraux	0.53±0.1[z]*a*	0.33±0.11*a*	0.47±0.06*a*	0.43±0.02*a*	-

[z]Moyenne ± écart type.
a,b Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (test de contraste).

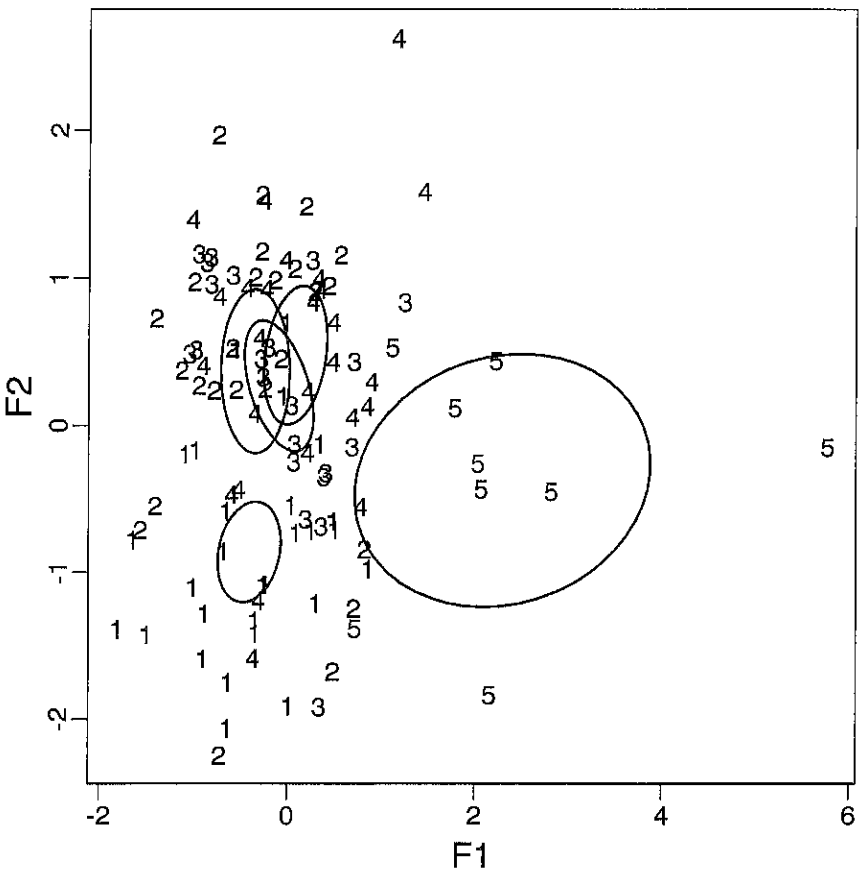

Fig. 1. Effet des traitements sur la qualité des fruits. Représentation sur le premier plan factoriel de l'analyse discriminante des fruits identifiés par leurs numéro de traitement et des ellipses de confiance de la moyenne de chaque traitement à $P = 0.95$.

Tableau 4. Valeurs des variables de qualité selon les traitements

Traitement	1	2	3	4	5
L^*	38±3[z]	39±2	38±2	37±3	39±3
a^*	13±6	14±5	14±6	10±6	14±9
b^*	12±4	12±3	12±4	10±4	13±6
Jaune (%)	4±4	2±2	3±2	2±1	2±1
Orange (%)	17±6	15±7	16±5	13±6	13±10
Rouge (%)	55±7	57±5	54±4	55±7	49±12
Rouge violacé (%)	24±9	25±9	27±7	30±10	36±19
Poids (g)	188±71	171±59	188±64	178±58	144±56
Sucres totaux (g 100 g^{-1})	8.7±3.1	6.5±2.4	8.0±2.6	7.9±2.1	6.4±1.8
Sucres réducteurs (g 100 g^{-1})	2.6±0.6	2.5±0.4	2.4±0.4	2.7±0.4	2.3±0.5
Saccharose (g 100 g^{-1})	6.1±3.2	4.0±2.3	5.5±2.9	5.2±2.2	4.0±1.9
Acide malique (meq 100 g^{-1})	7.5±2.8	5.8±2.1	6.3±2.8	5.5±1.4	6.3±0.9
Acide citrique (meq 100 g^{-1})	3.2±2.8	4.0±2.9	3.1±2.1	2.5±1.8	3.9±4.2
Fermeté de la face colorée (kg cm^{-2})	0.3±0.2	0.4±0.7	0.3±0.4	0.2±0.1	0.3±0.3
Fermeté de la face non colorée (kg cm^{-2})	0.3±0.1	0.5±0.9	0.4±0.4	0.2±0.2	0.9±1.0
pH	4.0±0.1	3.9±0.1	3.9±0.1	4.0±0.1	4.0±0.1
IR (g 100 g^{-1})	11.3±2.7	9.3±2.0	10.4±2.3	10.4±1.9	9.0±1.4

[z]Moyenne ± écart type.

- les branches ayant un faible nombre de feuilles par fruit peuvent utiliser leurs réserves propres ou être alimentées par des assimilats et des substances hormonales provenant d'autres parties de l'arbre comme cela a pu être montré chez différentes plantes ligneuses (Hansen et Christensen 1974; Lai et coll. 1986). Le maintien d'une production de matière dans le traitement sans feuilles conforte cette hypothèse.

Quelle que soit la part prise par chacune de ces trois hypothèses, on peut conclure que dans des conditions de conduite normale (traitements avec feuilles) la variabilité entre branches de la répartition des fruits et du nombre de feuilles par fruits n'influe pas fortement sur le rendement quantitatif. Cette conclusion est en accord avec les résultats de Palmer et coll. (1991) qui montrent que des hétérogénéités dans le nombre et la répartition des fleurs dans l'arbre chez le pommier ont peu d'influence sur les composantes de la production. Ils suggèrent que la circulation des carbohydrates à longue distance permet une alimentation convenable des parties de l'arbre les plus densément pourvues en fruits.

Comme pour les composantes de la production, l'absence de feuilles sur les rameaux fructifères induit de profond changements de qualité (1er axe de l'analyse discriminante). Cependant, des différences entre traitements avec feuilles ont également été observées. Ainsi, comme l'ont déjà notés Jones (1932) et Weinberger et Cullinan (1932), sur des branches de pêcher annelées, la teneur en sucre total et notamment en saccharose augmente avec le nombre de feuilles par fruits. Parallèlement nous avons observé une croissance de la concentration en acide malique et du rapport acide malique/acide citrique, ce qui correspond à des fruits ayant une saveur acide plus persistante mais douce (Souty et André 1975). La quantité de feuilles peut influer directement sur la qualité des fruits car les sucres et les acides peuvent provenir directement des feuilles (Bollard 1970; Ulrich 1970). Une action indirecte est également possible puisque des régulateurs de croissance provenant des feuilles peuvent influer sur la maturation du fruit et donc sur sa composition biochimique (Farhoomand et coll. 1977). Enfin, l'inhibition de la photosynthèse induit une augmentation de la fermeté chez la pêche (Byers et coll. 1984) ce qui pourrait expliquer une fermeté plus élevée sur les rameaux sans feuilles.

La coloration rouge violacée des fruits du traitement sans feuille est probablement due

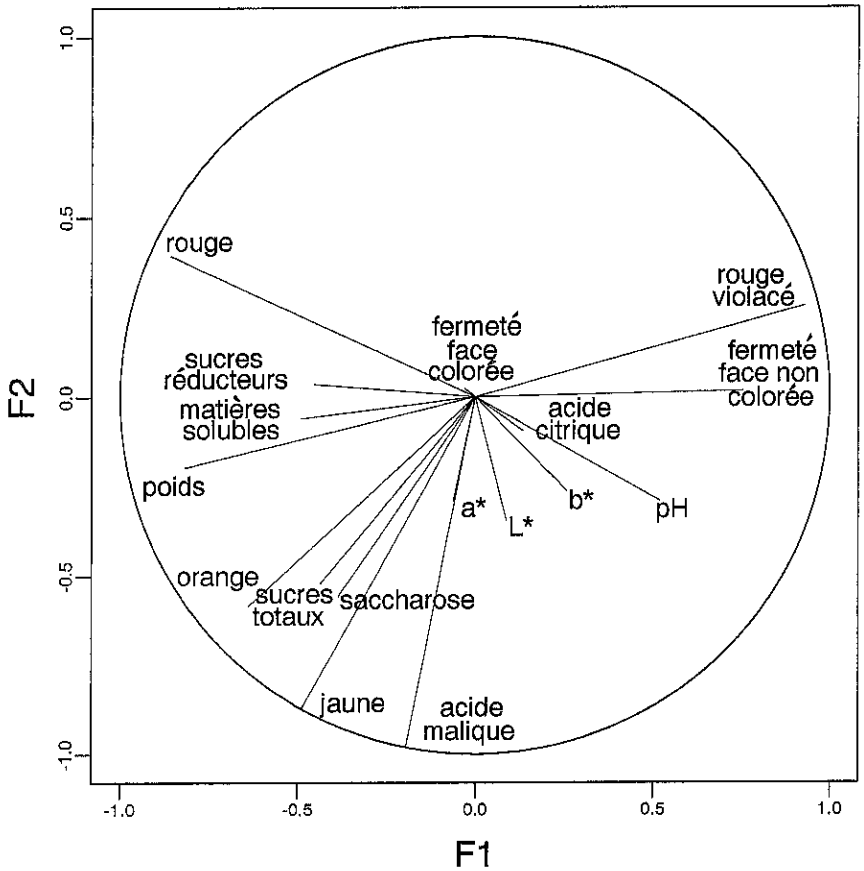

Fig. 2. Effet des traitements sur la qualité des fruits. Graphe des corrélations entre facteurs de l'analyse discriminante et variables.

à un ensoleillement plus important lié à l'absence de feuilles. L'action positive de l'ensoleillement sur les anthocyanes responsables de cette coloration est en effet bien connue (Erez et Flore 1986). Le même phénomène peut être invoqué pour expliquer la coloration plus jaune des fruits du traitement ayant le nombre de feuilles par fruit le plus élevé. Ceux-ci sont en effet les moins ensoleillés (données non publiées).

Nos résultats n'excluent pas un effet significatif de faibles variations de la répartition des fruits et du nombre de feuilles par fruit. En effet, la mise en evidence d'un tel effet demanderait l'étude d'un échantillon plus important que celui utilisé dans ce travail. Ils montrent cependant que seules de fortes variations entre charpentières de la répartition des fruits et du nombre de feuilles par fruit ont des effets importants sur la production. La même tendance existe pour la qualité qui semble cependant plus sensible au nombre de feuilles par fruit. Tout se passe donc comme si les assimilats étaient produits et répartis dans l'arbre en fonction de la demande des organes en croissance. Les implications de ces résultats sont qu'une pratique légèrement hétérogène de la taille et de l'éclaircissage entre charpentières n'aura pas forcément d'influence sur les composantes de la production et de la qualité.

REMERCIEMENTS

Ce travail a bénéficié d'une aide de la région PACA (conventions n° 90.03399 et 90.03400) et des

conseils de F. Lescourret. L. Breuils et M. Reich ont participé aux analyses de qualité. Je remercie M. Souty pour son accueil dans son laboratoire.

Berüter, J. et Droz, Ph. 1991. Studies on locating the signal for fruit abscission in the apple tree. Sci. Hortic. **46**: 201–214.

Bittner, D. L. et Manning, J. 1967. Automated neocuproïne glucose method: critical factors and normal values. Automation in analytical chemistry. Technicon Corp., Ardsley, NY. pp. 33–36.

Boehringer. 1988. Méthodes enzymatiques pour l'analyse agro-alimentaire. Fiches descriptives d'analyses. Boehringer, Mannheim, France.

Bollard, E. G. 1970. The physiology and nutrition of developing fruits. Pages 387–425 *dans* A. C. Hulme, ed. The biochemistry of fruits and their products, 1. Academic Press, London and New York.

Byers, R. E., Lyons, C. G., Del Valle, T. B., Barden, J. A. et Young, R. W. 1984. Peach fruit abscission by shading and photosynthetic inhibition. HortScience **19**: 649–651.

Chalmers, D. J., Canterford, R. L., Jerie, P. H., Jones, T. R. et Ugalde, T. D. 1975. Photosynthesis in relation to growth and distribution of fruit in peach trees. Aust. J. Plant Physiol. **2**: 635–645.

Dann, I. R. et Jerie, P. H. 1988. Gradients in maturity and sugar level of fruit within peach trees. J. Am. Soc. Hortic. Sci. **113**: 27–31.

Dejong, T. M. 1986. Fruit effect on photosynthesis in *Prunus persica*. Physiol. Plant. **66**: 149–153.

Delwiche, M. J. et Baumgardner, R. A. 1983. Ground color measurements of peach. J. Am. Soc. Hortic. Sci. **108**: 1012–1016.

Erez, A. et Flore, J. A. 1986. The quantitative effect of solar radiation on 'Redhaven' peach fruit skin color. HortScience **21**: 1424–1426.

Farhoomand, M. B., Patterson, M. E. et Chu, C. L. 1977. The ripening pattern of "delicious" apples in relation to position on the tree. J. Am. Soc. Hortic. Sci. **102**: 771–774.

Hansen, P. et Christensen, J. V. 1974. Fruit thinning. III. Translocation of ^{14}C assimilates to fruit from near and distant leaves in the apple "Golden delicious". Hortic. Res. **14**: 41–45.

Hennerty, M. J. et Forshey, C. G. 1971. Effect of defruiting, scoring, defoliation and shading on the carbohydrate content of "Golden Delicious" apple trees. J. Hortic. Sci. **46**: 153–161.

Holyoake, J. 1989. A vision system for microcomputer, Microscale IC, version 1.1. Digithurst Ltd, Royaume-Unis. p. 42.

Johnson, R. S. et Handley, D. F. 1989. Thinning response of early, mid-, and late-season peaches. J. Am. Soc. Hortic. Sci. **114**: 852–855.

Jones, I. D. 1932. Further observations on influence of leaf area on fruit growth and quality in peach. Proc. Am. Soc. Hortic. Sci. **29**: 34–38.

Lai, R., Wooley, D. J. et Lawes, G. S. 1986. Leaves essential to fruit growth. N.Z. Kiwifruit. March 1986: 19.

Lai, R., Wooley, D. J. et Lawes, G. S. 1990. The effect of inter-fruit competition, type of fruiting lateral and time of anthesis on the fruit growth of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). J. Hortic. Sci. **65**: 87–96.

Legendre, L. et Legendre, P. 1979. Ecologie numérique. Masson, Paris. p. 247.

Llewelyn, F. W. M. 1968. The effect of partial defoliation at different times in the season on fruit drop and shoot growth in Lord Lambourne apple trees. J. Hortic. Sci. **43**: 519–526.

Magness, J. R. 1929. Relation of leaf area to size and quality of apples and pears. Proc. Am. Soc. Hortic. Sci. **26**: 160–162.

Marini, R. P. et Trout, J. R. 1984. Sampling procedures for minimizing variation in peach fruit quality. J. Am. Soc. Hortic. Sci. **109**: 361–364.

Palmer, J. W., Cai, Y. L. et Edjamo, Y. 1991. Effect of part-tree flower thinning on fruiting, vegetative growth and leaf photosynthesis in "Cox'Orange Pippin" apple. J. Hortic. Sci. **66**: 319–325.

Quinlan, J. D. et Preston, A. P. 1971. The influence of shoot competition on fruit retention and cropping of apple trees. J. Hortic. Sci. **46**: 525–534.

Reynolds, A. G. 1989. "Riesling" grapes respond to cluster thinning and shoot density manipulation. J. Am. Soc. Hortic. Sci. **114**: 364–368.

Roper, T. R. et Loescher, W. H. 1987. Relationships between leaf area per fruit and fruit quality in "Bing" sweet cherry. HortScience **22**: 1273–1276.

Scheffé, H. 1959. The analysis of variance. John Wiley & Sons, New York, NY. p. 477.

Scherrer, B. 1984. Biostatistique. Gaëtan Morin (ed). Chicoutimi, PQ, Canada. p. 850.

Souty, M. et André, P. 1975. Composition biochimique et qualité des pêches. Ann. Technol. Agric. **24**: 217–236.

Tomassone, R. 1988. Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle discriminante. ITCF (ed). Paris, France. p. 56.

Ulrich, R. 1970. Organic acids. Pages 86–118 *dans* A. C. Hulme, ed. The biochemistry of fruits and their products, 1. Academic Press, London and New York.

Weinberger, J. H. et Cullinan, F. P. 1932. Further studies on the relation between leaf area and size of fruit, chemical composition, and fruit bud formation in Elberta peaches. Proc. Am. Soc. Hortic. Sci. **29**: 23–27.

Zucconi, F. 1986. Peach. Pages 303–321 *dans* S.P. Monselise, ed. Handbook of fruit set and development. CRC Press, Boca Raton, FL.