

INFLUENCE DU TERROIR ET DE LA CONDUITE DU VERGER SUR LA COMPOSITION DES POMMES A CIDRE.

I. Travers*, A. Jacquet*, V. Bouchart**, F. Le Dily*, J. Boucaud*

* : UA INRA 950 de Physiologie et Biochimie Végétales. IRBA. Université de Caen, 14032 Caen cedex. ** : Laboratoire départemental Frank Duncombe, 14000 Caen.

INTRODUCTION

L'économie cidricole française est concentrée dans les régions du grand Ouest avec environ 40% de la production nationale de pommes à cidre pour la seule région Bas-Normande où le Pays d'Auge occupe une place importante. Une grande part de cette production bénéficie des Appellations d'Origine Contrôlée (AOC) (calvados, pommeau, cidre du Pays d'Auge...). Par définition, ces produits d'appellation tiennent une partie de leur qualité et de leur typicité du milieu physique de production (conditions pédo-climatiques). Aussi la délimitation des parcelles aptes à produire des AOC doit reposer sur des éléments les plus précis et les moins contestables possible. Les critères pédologiques utilisés par l'Institut National des Appellations d'Origine (INAO) dans les procédures AOC d'identifications parcellaires (Brunet et *al.*, 1997) ont un caractère provisoire et devraient être remplacés par une délimitation parcellaire systématique à caractère plus définitif.

Il est reconnu que la qualité et la typicité de ces productions cidricoles dépendent largement des variétés de pommiers (Pidoux et *al.*, 1988) et de la technologie appliquée à la matière première. Mais, pour une variété donnée de pommes, la composition biochimique peut varier en fonction des conditions écologiques de production comme le pédoclimat et la conduite (Gautier, 1993) ainsi qu'en fonction du rendement (Poll et *al.*, 1996).

Pour aborder la variabilité de la composition des pommes à cidre en relation avec les caractéristiques du milieu physique de production, l'étude s'appuie sur une méthodologie développée en viticulture. Celle-ci suppose qu'une aire d'appellation (viticole ou cidricole) est constituée d'unités homogènes correspondant à des territoires d'extension géographique variable, définis comme l'association de leurs composantes géologiques, pédologiques et paysagères (Morlat, 1989). La réponse du pommier est, par hypothèse, considérée comme reproductible dans chacun d'eux. Le lien terroir-produit est abordé en reliant directement les variables d'état initial (sol, roche relief) à la variable de sortie "pomme", sans prendre en compte les variables intermédiaires de fonctionnement écophysologique.

En complément, l'interaction des conditions de production avec le terroir est abordée à travers une comparaison de deux modes de conduite, de deux variétés et deux niveaux de rendement.

La caractérisation des cinétiques de maturation réalisée en 1998 et 1999 est présentée dans cette note. Elle constitue une première approche de la variabilité du potentiel qualitatif cidrier en fonction des milieux naturels et des conditions de production.

MATERIEL ET METHODES

Milieu physique et climatique. Pour mener à bien ce travail, un réseau de parcelles, comprenant des vergers situés dans le Pays d'Auge, a été mis en place. Cette zone, située en bordure ouest du bassin parisien, correspond à un vaste plateau entaillé de nombreuses vallées. Les sols rencontrés sont développés sur des substrats récents, datant soit de l'ère secondaire (Jurassique, Crétacé), soit de l'ère tertiaire. Au quaternaire, ces terrains ont été recouverts d'apports éoliens épais et limoneux, qui sont encore bien représentés sur les plateaux. Ce territoire est soumis à un climat homogène caractérisé par une pluviométrie annuelle de 700 mm et une température moyenne annuelle de 10,3 °C.

Facteurs étudiés. Trois terroirs de base contrastés et représentatifs du Pays d'Auge du point de vue géopédologique et de leur extension géographique (> à 50%) ont été sélectionnés. Chacun d'eux occupe une position topographique particulière dans le paysage et présente des profils racinaires caractéristiques. Il s'agit de :

- l'argile à silex en situation de pente faible avec horizon arable inférieur à 30 cm (végétation peu vigoureuse avec enracinement superficiel \pm 25 cm)
- l'argile verte sableuse sur craie glauconneuse du Cénomani en situation de forte pente (végétation moyennement vigoureuse avec enracinement intermédiaire, \pm 70 cm)
- des limons épais (>90 cm) en situation de plateau (végétation vigoureuse avec enracinement profond \pm 120 cm).

Les deux variétés retenues sont bisquet (BQ) et binet rouge (BR), elles appartiennent à la même catégorie «douce-amère» prépondérante dans le Pays d'Auge. Leurs différences de précocité, de productivité et de potentiel alcoolique (Boré et Fleckinger, 1997) devraient permettre de prendre en compte l'interaction terroir - variété.

Les deux modes de conduite choisis sont le système haute tige (HT) associé au pâturage et le système basse tige (BT) spécialisé qui représentent plus de 90% du verger cidricole Normand. Le porte-greffe est le M106 pour le système BT, le franc avec un intermédiaire Président Descours pour le système HT. L'âge des pommiers (8 à 12 ans en BT et 15 à 25 ans en HT) correspond à l'état du début de stabilisation de la production. Les autres conditions de production sont analogues.

Le choix du plan d'expérience est fondamental pour cette approche plurifactorielle où il s'agit de démontrer l'effet d'un facteur, toutes choses étant le plus souvent différentes par ailleurs. Le monde de l'industrie nous a fourni un plan d'expérience utilisant des répétitions indirectes (Pillet, 1992) qui permet de juger de l'importance d'un facteur quel que soit le niveau des autres facteurs étudiés. Dans notre cas, douze parcelles suffisent pour tester les trois facteurs de variation. Sur chacune de ces parcelles, deux niveaux de charge en pommes sont pris en compte, le réseau est finalement constitué de 24 parcelles élémentaires. Le choix des parcelles a été conduit en étroite collaboration avec l'INAO à partir des dossiers d'identification des vergers à cidre (plus de 1000 vergers). Il a été complété par prospection directe sur le terrain.

Suivi et mesures. Sur chaque parcelle élémentaire, le suivi de maturation réalisé sur trois arbres de vigueur moyenne a commencé au début de la chute des fruits et s'est terminé à la fin de la chute naturelle des pommes (environ 10% des fruits restant dans l'arbre). Il comprend le suivi de la chute des fruits et de l'évolution de différents paramètres physico-chimiques.

La chute des fruits a été mesurée chaque semaine, pour chaque arbre, en pesant les pommes au sol afin d'établir les dynamiques de chute et d'évaluer l'influence des différents facteurs de variations sur la précocité des pommes.

Sur chaque parcelle élémentaire, deux fois par mois, 2 lots de 36 pommes ont été prélevés, l'un dans les arbres (12 pommes par arbre), l'autre dans l'ensemble des pommes chutées.

Les teneurs en sucres simples (saccharose, glucose, fructose) et en sorbitol des pommes sont dosés par CHLP au stade récolte selon le protocole de Morvan-Bertrand et *al.*(1999), en utilisant le mannitol comme étalon interne. Ce dosage est effectué sur poudres de pommes lyophilisées. Les lyophilisats sont obtenus à partir du prélèvement, sur 20 pommes, d'un quartier représentant $1/8^e$ du fruit.

L'évolution des concentrations en sucres au cours de la maturation est suivie par réfractométrie sur des jus obtenus par centrifugation et filtration d'environ 1 kg de pommes. Les résultats obtenus en °Brix sont convertis en teneurs en sucres (g/l).

La teneur en acide L-malique, acide organique majoritaire des pommes (Peschet, 1997), est mesurée sur les jus par kit de dosage enzymatique (Roche, Diagnostics).

La maturité physiologique se définissant par la disparition totale de l'amidon (Kingston, 1992), son indice de régression est utilisé couramment comme marqueur de la maturité des pommes. Dix tranches de pommes sont immergées dans une solution I₂-KI qui colore l'amidon en bleu, le degré de coloration est estimé visuellement et noté de 1 à 10, la note 1 correspondant à 100% de la surface colorée (Lau, 1988).

La diminution de la fermeté des tissus due à la solubilisation de composés pariétaux, est utilisée comme deuxième indicateur de maturité (Kingston, 1992). Deux mesures, diamétralement opposées à mi-hauteur du fruit sont effectuées sur 16 pommes de chaque lot avec un duromètre shore A (Mytutoyo). Chacune fournit une valeur minimale correspondant à la fermeté du parenchyme et une valeur maximale correspondant à celle de l'épiderme.

RESULTATS

Certains résultats, obtenus pour les deux variétés, ne sont présentés que pour la variété binet rouge.

Dynamiques de chute des fruits. Le début de la chute des fruits a été observé début septembre (figure 1). Celle-ci a été progressive jusqu'à la mi-octobre où une accélération est ensuite constatée. Un effet variétal est observé, avec dix jours de retard au stade récolte (70% de chute) pour la variété BR (figure 1a), traduisant une différence de précocité entre ces deux variétés. La fin de la chute naturelle des pommes se situe fin octobre pour la variété BQ et mi-novembre pour la variété BR. L'influence du terroir sur cette dynamique se manifeste par une plus grande précocité sur argile verte (figure 1b) confirmant les observations faites en 1998. Par ailleurs, le mode de conduite basse tige et les faibles rendements par arbre augmentent légèrement la précocité de la chute.

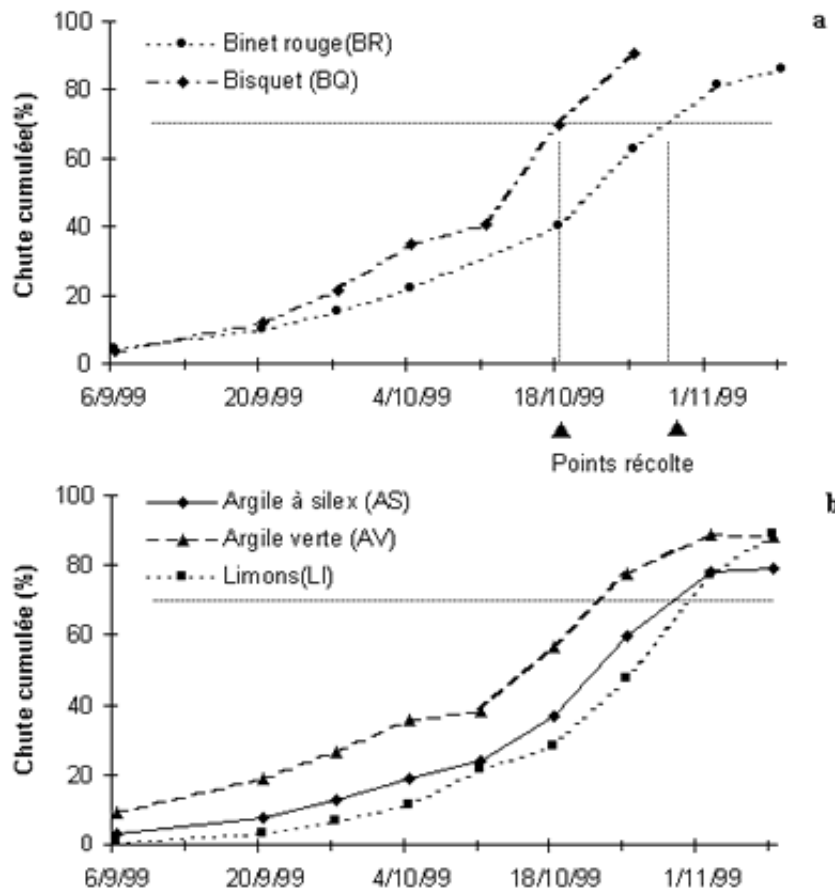


Figure 1 : Comparaisons des dynamiques de chute des pommes selon l'origine variétale des fruits (a) et le terroir de production pour la variété binet rouge (b) en fonction des dates de prélèvement.

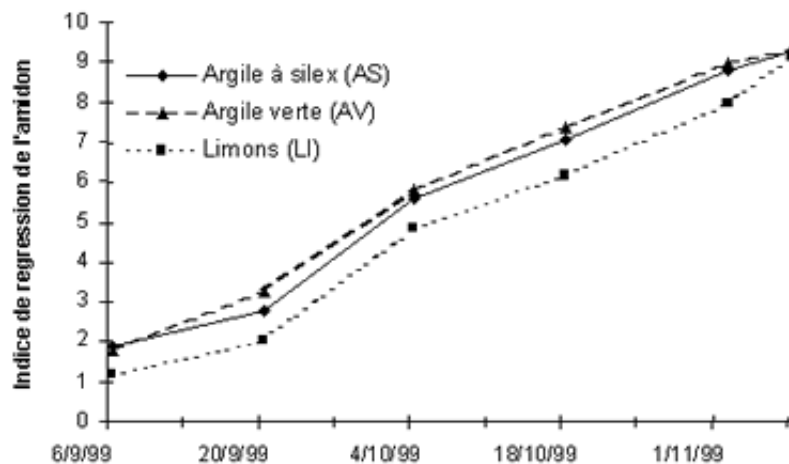


Figure 2 : Evolutions de l'indice de régression de l'amidon selon le terroir de production de la variété binet rouge en fonction des dates de prélèvement.

Indice de régression de l'amidon. Les évolutions de l'indice de régression de l'amidon sont identiques au cours de la maturation quel que soit le terroir avec un retard constant des pommes produites sur limons (pommes LI) (figure 2). Ce retard confirme le caractère plus tardif des pommes LI.

Fermeté de l'épiderme et du parenchyme. La fermeté du parenchyme et de l'épiderme diminue au cours de la maturation (figure 3). Pendant la première phase de cette maturation, la fermeté de l'épiderme ne permet pas une discrimination significative des terroirs. A compter de début octobre, les fruits LI se singularisent par une plus grande fermeté. Cette particularité est observée, tout au long du suivi de maturation, en ce qui concerne la fermeté du parenchyme.

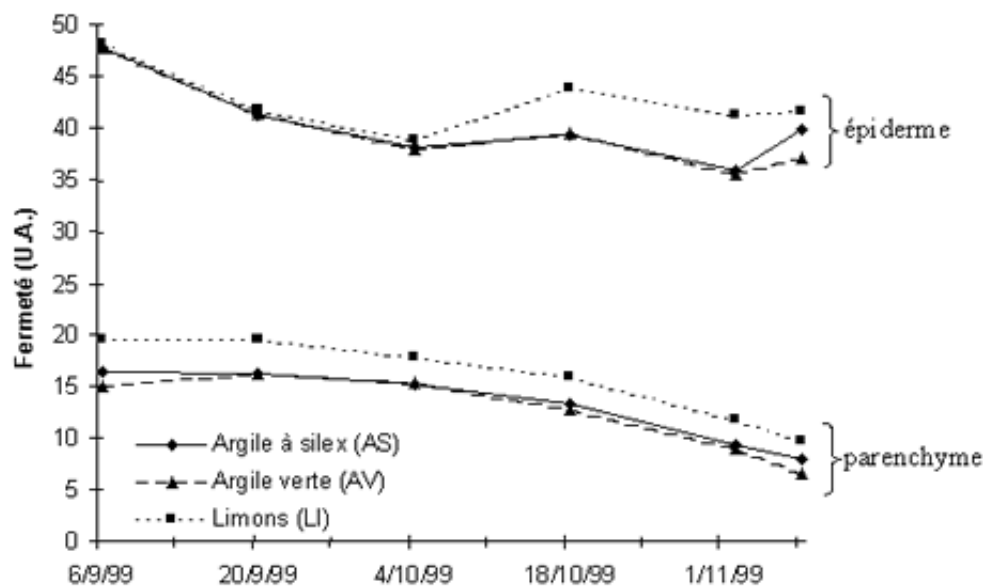


Figure 3 : Evolutions de la fermeté du parenchyme et de l'épi derme selon le terroir de production pour la variété binet rouge en fonction des dates de prélèvement.

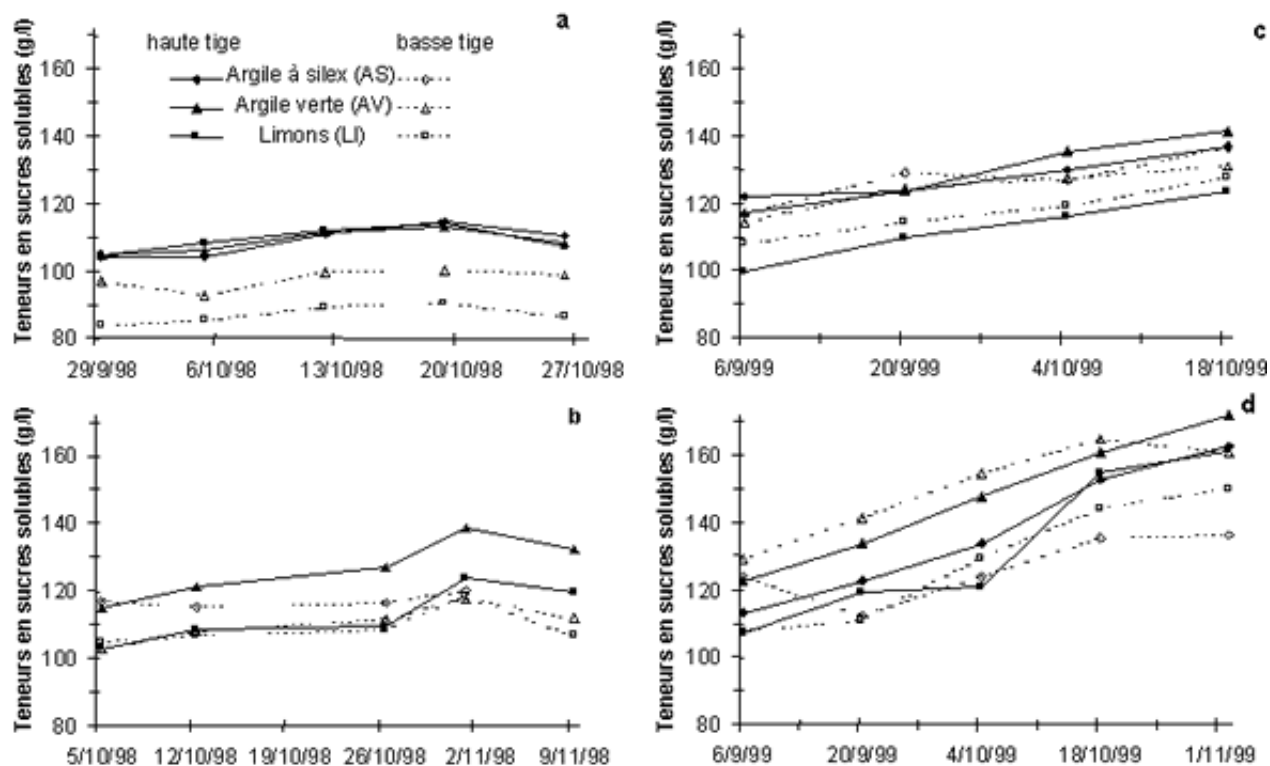


Figure 4 : Evolutions des teneurs en sucres solubles des jus au cours de l'année 1998 (a, b) et de l'année 1999 (c, d) de la variété bisquet (a, c) et de la variété binet rouge (b, d) selon le terroir de production et le mode de conduite du verger en fonction des dates de prélèvement

Teneurs en sucres solubles des pommes et des jus. Les cinétiques d'accumulation des sucres totaux dosés sur les jus au cours des deux années d'étude montrent une forte sensibilité du pommier à l'année climatique, à la variété, à la conduite et au terroir (figure 4). Globalement, l'essentiel des écarts, à l'intérieur de chaque variété, est acquis dès le début des suivis. En 1999, les teneurs en sucres sont environ 25% plus élevés que l'année antérieure. La variété BR présente une vitesse d'accumulation des sucres plus rapide et une richesse finale supérieure de 20% par rapport à la variété BQ, quelle que soit l'année.

En 1998, le système de conduite HT permet l'obtention d'une plus forte concentration en sucres des

jus. Cet effet de la conduite, bien que souvent observé, est moins prononcé en 1999.

L'effet du terroir se manifeste globalement par des concentrations en sucres solubles plus faibles pour les jus des pommes obtenues sur les limons comparativement aux deux autres formations pédologiques qui semblent induire un comportement des fruits différent selon l'année climatique et la variété considérées.

L'analyse séparative des sucres solubles et du sorbitol des fruits, au stade 70% de chute, est donnée dans le tableau I. Le fructose et le saccharose sont les sucres majoritaires respectivement chez BR et BQ. Les teneurs en glucose s'établissent entre 12 et 15% indépendamment des facteurs étudiés, le sorbitol est toujours peu représenté (5%). Les teneurs relatives des différents sucres ne sont pas affectées par d'autres facteurs que la variété. Par ailleurs, les résultats confirment ceux obtenus à partir de l'indice réfractométrique des jus en 1999, à savoir, une plus grande richesse en sucres solubles des pommes produites sur argile verte (pommes AV) et sur argile à silex (pommes AS) et en HT pour les deux variétés.

Concentrations en acide L-malique. La concentration en acide L-malique des jus décroît légèrement au cours de la maturation (figure 5). Les jus des pommes AS présentent une richesse en acide L-malique environ 20% inférieure à ceux issus des pommes AS et LI.

Tableau I : Teneurs en sucres simples en en sorbitol dans les pommes en % de la matière fraîche(1) et du total (2) au stade 70 % de chute.

| | Bisquet | Binet rouge | Argile à silex | Argile verte | Limons | Haute tige | Basse tige | moyenne | |
|------------|---------|-------------|----------------|--------------|--------|------------|------------|---------|-------|
| Saccharose | (1) | 4,75 | 4,30 | 4,76 | 4,87 | 4,02 | 4,70 | 4,40 | 4,55 |
| | (2) | 43,0 | 33,6 | 39,3 | 37,9 | 36,4 | 38,0 | 37,9 | 37,9 |
| Glucose | (1) | 1,34 | 1,86 | 1,48 | 1,75 | 1,56 | 1,60 | 1,59 | 1,60 |
| | (2) | 12,1 | 14,5 | 12,2 | 13,6 | 14,2 | 12,9 | 13,7 | 13,3 |
| Fructose | (1) | 4,55 | 5,88 | 5,29 | 5,51 | 4,87 | 5,38 | 5,07 | 5,22 |
| | (2) | 41,1 | 45,9 | 43,7 | 42,8 | 44,2 | 43,5 | 43,6 | 0,4 |
| Sorbitol | (1) | 0,42 | 0,77 | 0,57 | 0,73 | 0,58 | 0,70 | 0,56 | 0,63 |
| | (2) | 3,8 | 6,0 | 4,7 | 5,7 | 5,2 | 5,6 | 4,8 | 0,1 |
| total | | 11,07 | 12,81 | 12,10 | 12,85 | 11,02 | 12,37 | 11,62 | 11,99 |

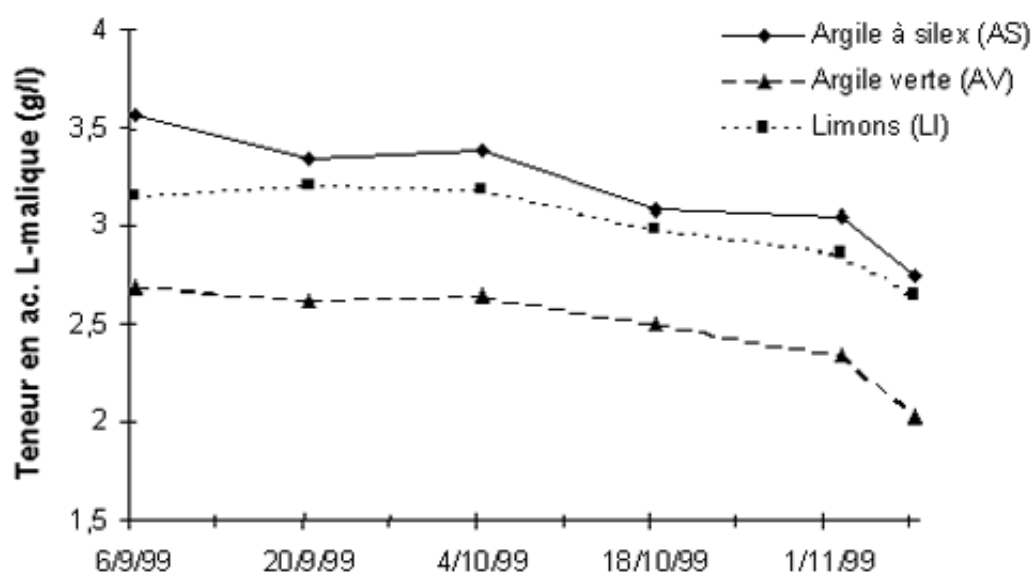


Figure 5 :

Evolution des teneurs en acide L-malique dans les jus de pommes de la variété Binet rouge au cours de la maturation selon le terroir de production.

DISCUSSION

L'étude réalisée en 1998 et 1999 a eu pour objectifs de rechercher une éventuelle influence du milieu physique sur la qualité des pommes à cidre et d'évaluer les interactions possibles avec les facteurs majeurs de variation de cette production.

La présente étude a ainsi confirmé la précocité connue de la variété BQ par rapport à BR (Boré et Fleckinger, 1997). Néanmoins, il apparaît clairement que cette différence variétale peut être fortement modulée par le terroir et, en moindre proportion, par la conduite des vergers. La chute des fruits, la régression de l'amidon et la diminution de la fermeté des tissus montrent la plus grande précocité des pommes AV et AS par rapport aux fruits LI. Cette influence du terroir rarement décrite chez le pommier rejoint un fait bien connu chez la vigne (Morlat *et al.*, 1997).

En plus de l'action sur la précocité, l'effet terroir se manifeste également sur la richesse et donc sur la qualité des fruits. La qualité des pommes à cidre repose en effet, sur un équilibre entre différents constituants parmi lesquels les teneurs en sucres et en acide malique sont reconnues pour être particulièrement représentatives (Pidoux et *al.*, 1988). Une analyse de variance (non présentée) a permis de montrer que chaque facteur a un effet significatif et de classer leur influence respective sur les principaux paramètres de la qualité, par ordre décroissant : variété > charge en pommes > terroir, conduite. Les résultats obtenus montrent la plus grande richesse en sucres des pommes AV et AS. Cet effet existe quelles que soient la variété et la conduite bien qu'il soit plus marqué en BT et pour la variété BR. Il peut être mis en relation avec la compétition nutritionnelle qui s'instaure entre le développement des rameaux végétatifs et le développement des fruits (Gautier, 1993). En effet, le développement végétatif des arbres sur LI est nettement supérieur à celui des arbres cultivés sur AV et très nettement supérieur à celui des arbres cultivés sur AS. Des analyses minérales effectuées sur feuilles et fruits situent chaque parcelle au-delà de la zone de carence, un éventuel effet dépressif de la nutrition minérale sur le fonctionnement des arbres peut donc être écarté.

Le mode de conduite HT favorise une plus forte accumulation des sucres. L'indice de productivité, calculé par le rapport entre le rendement en pommes et le volume du couvert de l'arbre, plus fort en BT qu'en HT, laisse supposer un rapport feuilles / fruits insuffisant en BT pour assurer une alimentation correcte des pommes dans l'arbre (Poll et *al.*, 1996). L'effet variétal demeure important en ce qui concerne la richesse en sucres des fruits comme le montrent les teneurs en sucres plus élevées chez BR et les rapports fructose/glucose différents (plus faible chez BQ).

Il est à noter que l'influence de ces différents facteurs de variation de la qualité des pommes peut être fortement modulée par l'année climatique. Globalement, une année chaude et ensoleillée (1999) entraîne logiquement une récolte de fruits présentant des teneurs en sucres supérieures à une année pluvieuse et peu ensoleillée (1998). Comparativement aux deux autres types de sol, l'influence de l'argile à silex sur la qualité des fruits varie en fonction de l'année climatique. En 1998, les pommes AS apparaissent comme les plus riches en sucres pour les deux variétés alors qu'en 1999, elles présentent une richesse plus faible que celle des pommes AV. Cela pourrait s'expliquer par un fort déficit hydrique observé de mai à juillet 1999 auquel les pommiers sur argile à silex, sol mince, ont répondu par un stress prononcé allant jusqu'à une défoliation partielle.

Enfin, l'influence du terroir et du mode de conduite est également fortement modulée par le rendement en pommes. En effet, le suivi sur chaque parcelle de 2 niveaux de charge en fruits des arbres a montré une corrélation négative forte entre les forts rendements et la qualité. Ce phénomène bien connu sur pommes à couteaux (Poll et *al.*, 1996) montre l'intérêt pour la filière d'introduire l'éclaircissage dans ses pratiques de culture.

BIBLIOGRAPHIE

Boré J.M. et Fleckinger J., 1997. Pommiers à cidre, variétés de France. Ed INRA, 771p.

Brunet P., Bonafonds P., Mary G., Camuzard J.P., Primault J., Jacquet A., 1997. Rapport d'experts sur les critères d'identification parcellaire des vergers cidre pays d'Auge. INAO, centre de Caen, 17p + annexes

Gautier M., 1993. L'arbre fruitier. La culture fruitière, vol. 1, Ed Lavoisier Tec et Doc, Agriculture d'aujourd'hui, 594 p.

Kingston C-M., 1992. Maturity indices for apples and pears. *Horticultural reviews*, **13**, 407-432.

Lau O.L., 1988. Harvest indices, dessert quality and storability of «jonagold» apples in air and controlled atmosphere storage. *Journal of American Society for Horticultural Science*, **113**, 4, 564-

Morlat R., 1989. Le terroir viticole : contribution à l'étude de sa caractérisation et de son influence sur les vins. Applications aux vignobles rouges de Moyenne Vallée de la Loire. Thèse d'état. Université Bordeaux II. 289p + annexes.

Morlat R., Jacquet A., Asselin C., 1997. Variabilité de la précocité de la vigne en Val de Loire : rôle du terroir et du millésime, conséquences sur la composition de la baie. *Revue française d'œnologie*, **165**,11-22.

Morvan-Bertrand A., Boucaud J., Prud'homme M.P., 1999. Influence of initial levels of carbohydrates, fructans and soluble proteins on regrowth of *Lolium perenne* L. cv. Bravo following defoliation. *Journal of Experimental Botany*, **50**, 341, 1817-1826.

Peschet J.L., 1997. Analyse des acides organiques par chromatographie ionique. *Annales des Falsifications, de l'Expertise Chimique et Toxicologique*, **90**, 940, 189-205.

Pidoux M., Balac L., Qannari M., 1988. Jus de pomme de différentes variétés : caractéristiques physico-chimiques et sensorielles, analyses des données et classement des jus. *Industries Alimentaires et Agricoles*, **105**, 10, 911-912.

Pillet M., 1992. Introduction au plans d'expériences par la méthode de Taguchi. Les éditions d'organisation université , ISBN 2 7081 1442 5 , 224 p.

Poll L., Rindom A., Toldam-Andersen T-B., Hansen P., 1996. Availability of assimilates and formation of aroma compounds in apples as affected by the fruit/leaf ratio. *Physiologia Plantarum*, **97**, 223-227.

Ces travaux ont bénéficié du soutien financier du Conseil Régional de Basse Normandie.