

INFLUENCE DU TERROIR ET DE LA CONDUITE DU VERGER SUR LA VIGUEUR, LE DEVELOPPEMENT ET LA PRODUCTIVITE DES POMMIERS. CONSEQUENCES SUR LA TENEUR EN SUCRES DES POMMES.

A. Jacquet, I. Travers, V. Boisgontier, J.C. Simon

UA INRA 950 de Physiologie et Biochimie Végétales. IRBA. Université de Caen, 14032 Caen cedex.

Introduction

Dans le cadre d'une étude globale de l'influence du type de sol et de la conduite du verger sur la composition des pommes à cidre, une attention particulière est portée sur les facteurs amonts de la qualité comme la vigueur et la productivité des arbres. En effet, il est connu que des vergers ne présentant pas une bonne qualité de fruits correspondent souvent à des arbres où le rapport feuilles/fruits devient insuffisants pour assurer une bonne alimentation des organes fructifères (Poll et al, 1996). Par ailleurs, les plus faibles taux de sucres des pommes sont généralement obtenus avec des arbres présentant un excès de vigueur. Dans ce cas, il existe une compétition nutritionnelle des gourmands et pousses de l'année vis-à-vis des organes fructifères (Goldwin et Ermen, 1989).

Les sols du territoire AOC du pays d'Auge (Normandie) sont développés sur des substrats, datant soit de l'ère secondaire (Jurassique, Crétacé), soit de l'ère tertiaire comme l'argile à silex qui résulte de l'altération de la craie formée au Crétacé. Au quaternaire, ces terrains ont été recouverts par des apports éoliens épais encore bien représentés sur les plateaux. Ces différents sols présentent un gradient de profondeur et de fertilité important. Les travaux présentés dans cette note portent sur l'étude de la vigueur et du développement des pommiers en fonction des principaux types de sols rencontrés dans le Pays d'Auge. Pour deux années, les relations entre vigueur, productivité et teneur en sucres des pommes sont recherchées.

Matériels et méthodes

Réseau expérimental.

Les trois terroirs de base retenus pour leur représentativité pédoclimatiques sont :

- **l'argile à silex (AS)** en situation de pente faible avec horizon arable inférieur à 30 cm (enracinement superficiel \pm 25 cm)
- **l'argile verte sableuse sur craie glauconieuse du Cénomaniens (AV)** en situation de forte pente (enracinement intermédiaire, \pm 70 cm)
- **des limons épais (L)** (>90 cm) en situation de plateau (enracinement profond \pm 120 cm).

Douze parcelles remplissent les combinaisons données par un plan d'expérience complet croisant ces trois terroirs avec les deux variétés binet rouge et bisquet et les deux modes de conduite haute tige (HT) et basse tige (BT). Chaque terroir est répété indirectement quatre fois. Les autres facteurs pouvant affecter le développement du pommier sont analogues pour chaque mode de conduite (âge adulte proche, porte-greffe, densité de plantation, fertilisation, protection phytosanitaire, ...).

Mesure de la vigueur et du développement végétatif.

La vigueur et le développement végétatif des pommiers, observés sur 100 arbres/parcelle en basse tige et 10 à 20 arbres/parcelle en haute tige, sont mesurés ou calculés à partir de la hauteur et de la circonférence du tronc, de la hauteur de l'arbre, le diamètre et de la hauteur du feuillage.

Le volume du couvert est calculé en assimilant l'ensemble du feuillage et branches à différentes figures géométriques simples (cône, sphère, sphère tronquée, demi-ellipsoïde). Les volumes sont calculés par les formules suivantes :

$$\text{Cône : } V = \frac{1}{2} \pi (D/2)^2 \times H$$

$$\text{Sphère : } V = \frac{4}{3} \pi (D/2)^3$$

$$\text{Sphère tronquée : } V = \pi /6 \times H^3 + \pi /2(D/2)^2 \times H$$

$$\text{Demi ellipsoïde : } V = 4/6 \pi (D/2)^2 \times H$$

Avec V = volume en (m^3)

D = diamètre du couvert (m)

H = hauteur du couvert (m)

Rendement et indice de productivité.

Trois arbres sont sélectionnés pour leur vigueur moyenne et leur niveau de rendement comparable dans chaque parcelle. Le rendement en pommes est obtenu par pesée de l'ensemble des fruits à la fin de leur chute naturelle. Afin de rendre compte du rapport feuille/fruits, un indice de productivité est calculé à partir du ratio entre le rendement en kg/arbre et le volume du couvert (m^3 /arbre).

Teneur en sucres des pommes.

Sur chaque parcelle élémentaire, au stade 70% de chute, 2 lots de 36 pommes ont été prélevés, l'un dans les arbres préalablement sélectionnés (12 pommes par arbre), l'autre dans l'ensemble des pommes chutées. Dans l'arbre, le prélèvement est effectué dans chaque direction, sur bois de deux à quatre ans à mi-hauteur du couvert, ce qui permet de limiter fortement l'hétérogénéité intra-arbre (Marguery, 1992). La teneur en sucres solubles est mesurée par réfractométrie sur les jus obtenus par centrifugation de ces 72 pommes.

Traitement des données.

Les données relatives aux arbres sont traitées par une méthode descriptive, l'analyse en composante principale (ACP). Pour ce traitement les valeurs de vigueur et de développement sont divisées par l'âge des arbres. Le plan principal (axe 1 et 2) de l'ACP permet de mettre en évidence la variabilité maximale existant dans une population d'individus décrite par plusieurs variables ainsi que les corrélations entre celles-ci. On peut ainsi identifier les variables les plus représentatives de la dispersion d'une population donnée. En projetant les individus sur ce plan, des regroupements de sous population ainsi que la position de leur centre de gravité peuvent être déterminés. Cette possibilité est offerte par le logiciel utilisé pour traiter les données (SPAD, 1998).

Résultats discussion

Vigueur et développement végétatif

L'A.C.P effectuée à partir des données sur les arbres haute tige, fournit un plan principal explicatif de 83% de la variabilité contenue dans la population, avec 70% de la variation pour le seul axe 1 (figure 1a). Cet axe est déterminé par l'ensemble des descripteurs de la vigueur qui s'oppose légèrement à la hauteur du tronc. Les variables les plus contributives sont le diamètre du tronc, le volume du couvert assimilé soit à un demi ellipsoïde, soit à un cône avec respectivement comme coefficients de corrélation à l'axe 1 : 0.92, 0.96 et 0.96. La hauteur du tronc principalement déterminée par le point

de greffe est peu explicative de la variabilité ($r = 0.39$). Le deuxième axe est représentatif des différences d'âge entre arbres (13 à 21 ans), son indépendance à l'égard du premier résulte du pré-traitement des données en âge équivalent.

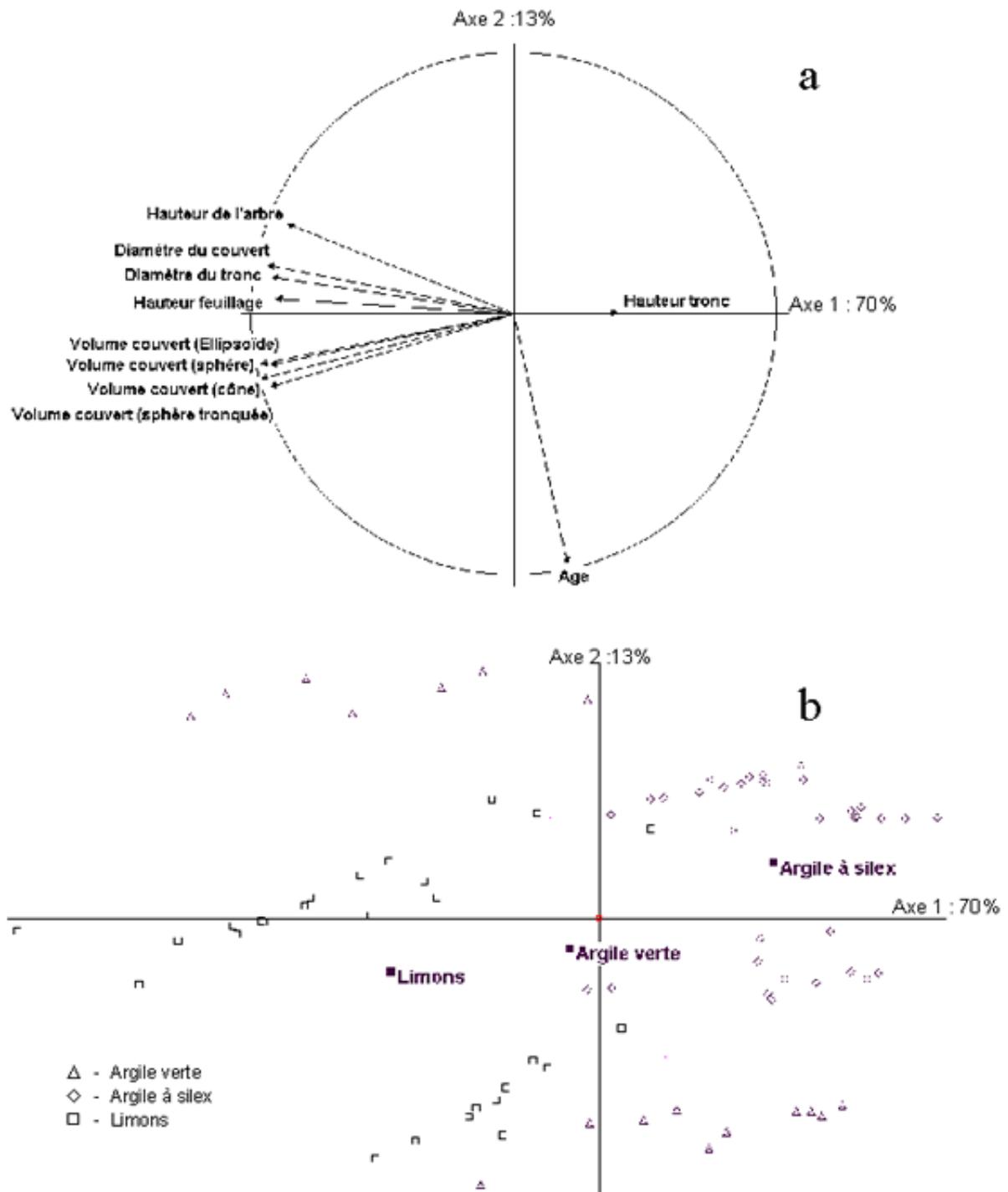


Figure 1. Analyse en composantes principales sur le tableau des données relatives à la vigueur et au développement des pommiers haute tige, variétés binet rouge et bisquet confondues : plan principal représentant les variables (a) et les individus (b).

La projection des individus sur le plan principal permet d'observer une forte dispersion de ceux-ci (figure 1b). Cependant, un gradient de vigueur important en fonction des terroirs d'appartenance se dégage, en effet les centres de gravité des arbres de chacun d'eux se répartissent le long de l'axe 1.

La même analyse faite sur les pommiers conduits en basse tige, donne des résultats analogues (figure 2). L'axe 1, déterminé par les mêmes variables de la vigueur, à l'exception du diamètre du tronc, exprime 72% de la variabilité. L'âge des arbres n'est plus indépendant de la vigueur, mais s'y oppose

ainsi que le diamètre et la hauteur du tronc. Ce phénomène semble traduire les interventions inhérentes à la conduite basse tige, les opérations de tailles latérales diminuent le volume du couvert indépendamment de l'âge et de la croissance du tronc.

La projection des individus sur le plan principal (figure 2b) montre le même gradient de vigueur en fonction des terroirs que pour le mode de conduite haute tige.

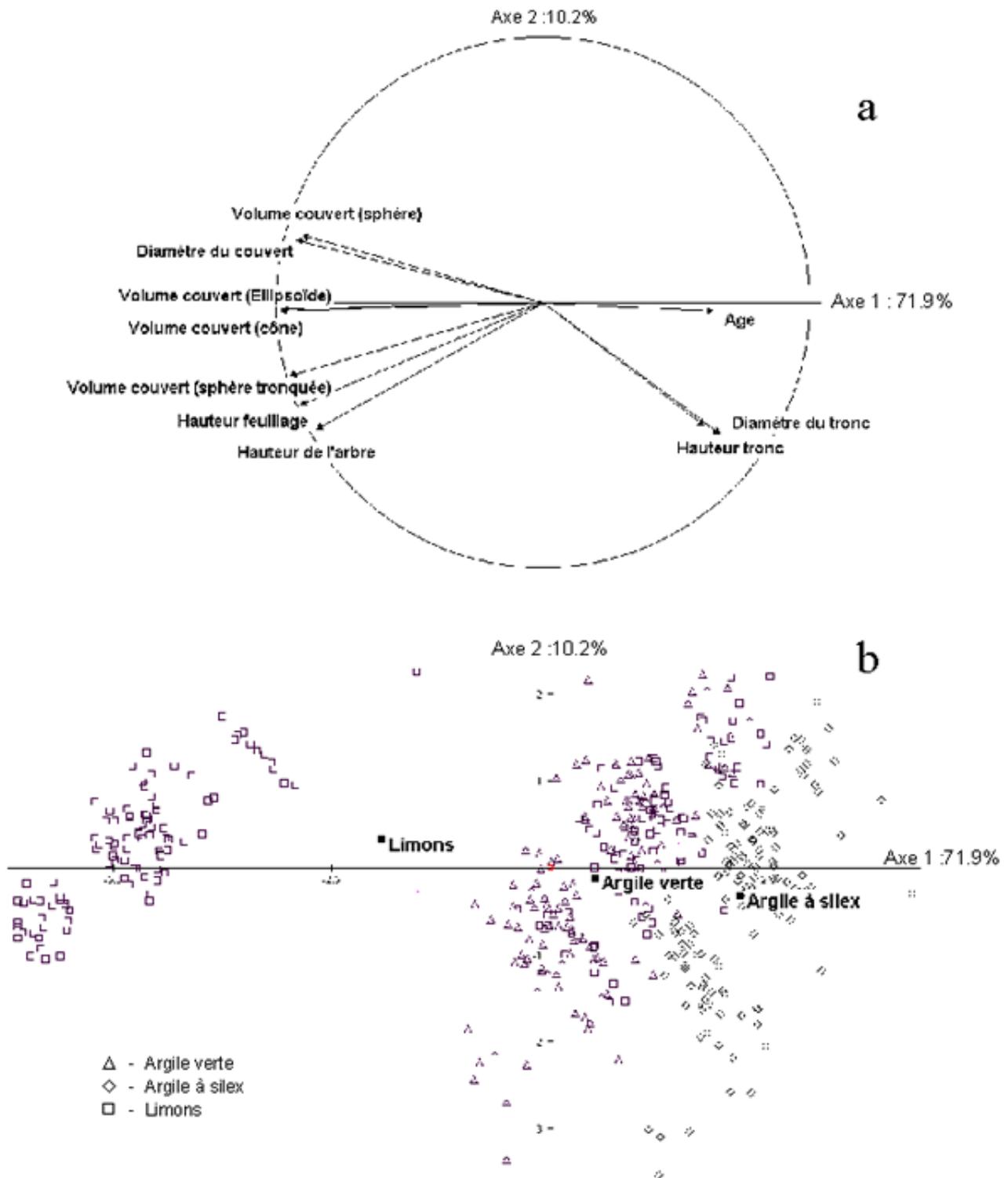


Figure 2. Analyse en composantes principales sur le tableau des données relatives à la vigueur et au développement des pommiers basse tige, variétés bisquet et binet rouge confondus : plan principal représentant les variables (a) et les individus (b).

L'argile à silex conduit aux arbres les moins vigoureux, les limons aux plus vigoureux et l'argile verte occupe une position intermédiaire quel que soit le mode de conduite. Ces différences de

développement de l'appareil aérien en fonction du terroir sont similaires à celles relevées pour les systèmes racinaires (Manteaux, 1991).

Ces résultats, équivalents pour les deux variétés étudiées, ont permis également d'identifier les variables les plus représentatives du développement végétatif pour chaque mode de conduite. Il s'agit du volume du couvert assimilé à un demi-ellipsoïde pour la haute tige (le plus corrélé à l'axe 1, figure 1a) et la hauteur du couvert végétal, non dépendante de la taille latérale, pour la basse tige.

Conséquences sur la teneur en sucres des pommes

L'indice de productivité, calculé par le rapport entre le rendement en pommes et le volume du couvert assimilé à un demi-ellipsoïde, discrimine fortement les deux modes de conduite (tableau 1), mais classe les terroirs de manière irrégulière selon la conduite. Le système basse tige qui présente le plus fort indice de productivité fournit les pommes aux plus faibles teneurs en sucres. Cette forte productivité des arbres basse tige pourrait aboutir à un rapport feuilles-fruits insuffisant pour une bonne alimentation des fruits au cours de leur maturation. L'indice de productivité apparaît donc explicatif d'une partie de l'origine des différences de teneur en sucres des pommes entre système de conduite, par contre il s'avère inopérant pour comprendre les différences entre terroirs.

Tableau I : Comparaisons des indices de productivité et des teneurs en sucres des jus de pommes au stade 70% de chute en fonction des terroirs et des mode de conduite, les deux variétés binet rouge et bisquet étant confondues.

Conduite	Terroir	Indice de productivité	Teneur en sucres (g/l)
Basse tige	Argile à silex	2,35	135
	Argile verte	2,80	134
	Limons	2,63	122
Haute tige	Argile à silex	1,13	137
	Argile verte	1,50	142
	Limons	0,99	135
Basse tige	moyennes	2,61 a	130 b
Haute tige		1,24 b	139 a

Le développement des arbres, exprimé par le volume en haute tige et par la hauteur du feuillage en basse tige, varie de manière inversement proportionnelle avec la teneur en sucres des pommes (figures 3 et 4). Les arbres sur limons qui présentent les plus forts développements végétatifs sont ceux dont les pommes sont les moins riches en sucres tandis que les faibles vigueurs observées sur argile à silex sont associées au groupe des fruits les plus riches. Cela pourrait s'expliquer par une compétition nutritionnelle s'instaurant entre le développement des rameaux végétatifs et le développement des fruits, le développement des rameaux se faisant au détriment de l'accumulation en sucres, comme l'ont déjà signalé Goldwin et Ermen (1989).

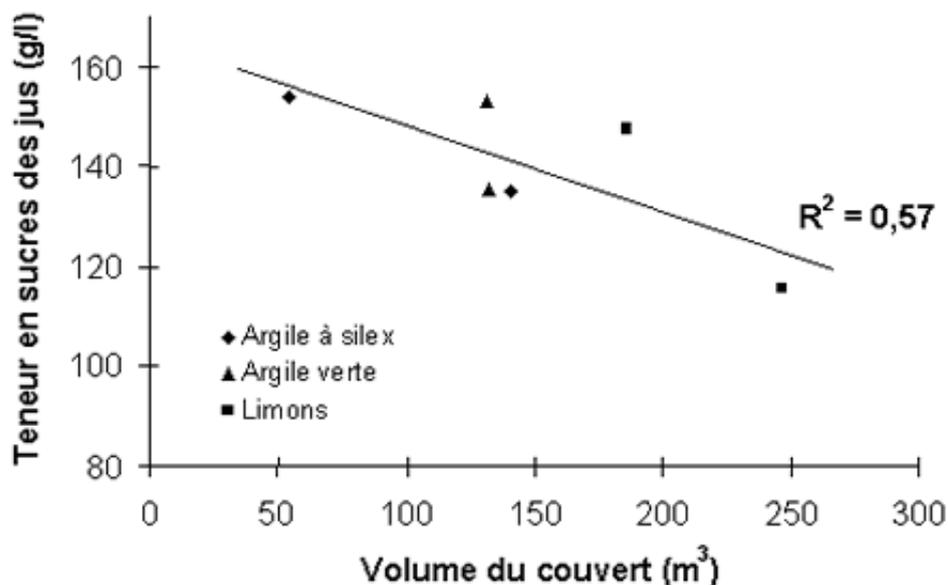


Figure 3 : Teneurs en sucres des jus de pommes des variétés binet rouge et bisquet au stade 70% de chute en fonction du volume du couvert des arbres assimilé à un demi-ellipsoïde, en conduite haute tige

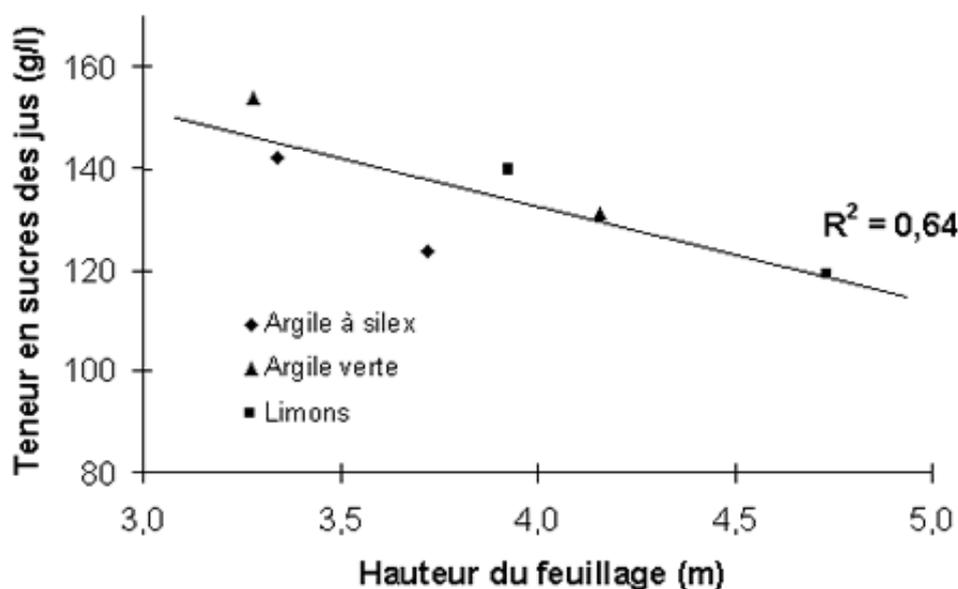


Figure 4 : Teneurs en sucres des jus de pommes des variétés binet rouge et bisquet au stade 70% de chute en fonction de la hauteur du feuillage des arbres, en conduite basse tige.

Conclusion

Quelle que soit la variété considérée, le type de sol influence fortement la vigueur et le développement végétatif des pommiers tandis que la conduite modifie nettement l'indice de productivité. Les formations favorisant la vigueur sont par ordre croissant l'argile à silex, l'argile verte du cénomaniens puis les limons. L'indice de productivité est plus élevé en basse tige qu'en haute tige. En moyenne, les différences de teneurs en sucres suivent les différences de vigueur lorsque l'on compare les terroirs alors qu'elles correspondent aux écarts de productivité lorsque l'on compare les modes de conduite.

Bibliographie

Goldwin et Ermen, 1989. Tree-to-tree variability in the yield of apple *Malus pumila* cv Cox's orange pippin. *Journal of Horticultural Science*, **64**, 259-264.

Manteaux N., 1991. Etude agropédologique de vergers dans le cadre d'une délimitation de terroirs en vue d'une appellation d'origine contrôlée "cidre pays d'Auge". Etude réalisée pour le syndicat de promotion des cidres du pays d'Auge, 47p + annexes.

Marguery P., 1992. Contribution à l'étude et à l'amélioration de la croissance du fruit chez le pommier (*Malus domestica* Dork. cv *Golden delicious*). Thèse Doct Université d'Amiens, 177p.

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.

SPAD, 1998. Système portable pour l'analyse des données. Logiciel diffusé par CISIA, 1, av Herbillon, 94160 Saint-Mandé, France.

Ces travaux ont bénéficié du soutien financier du Conseil Régional de Basse-Normandie (convention 98 A 32).