

Quelques données sur les dernières phases du développement de l'ananas.

C. TEISSON et P. PINEAU*

QUELQUES DONNEES SUR LES DERNIERES PHASES DU DEVELOPPEMENT DE L'ANANAS

C. TEISSON et P. PINEAU (IRFA)

Fruits, dec. 1982, vol. 37, n° 12, p. 741-748.

RESUME - Les derniers stades de l'évolution du fruit de l'ananas, en fonction ou non de diverses interventions extérieures, ont été suivis au cours de plusieurs séries d'observation. Environ trois semaines avant la date de récolte habituelle, l'inflorescence dans son ensemble (fruit, pédoncule, couronne) est le siège de profondes perturbations qui sont sans doute les premières manifestations du phénomène de la maturation. Les réserves de la tige et des feuilles semblent participer aux dernières phases de l'élaboration du fruit. Un ombrage intense de la plante et du fruit peu de temps avant la récolte diminue les atteintes d'une maladie physiologique : «le jaune» ; mais il réduit aussi le poids du fruit et sa teneur en sucres alors que l'acidité est accrue. Des applications trop précoces d'éthephon induisent une synthèse accrue des acides organiques de fruit et déprécient sa valeur gustative.

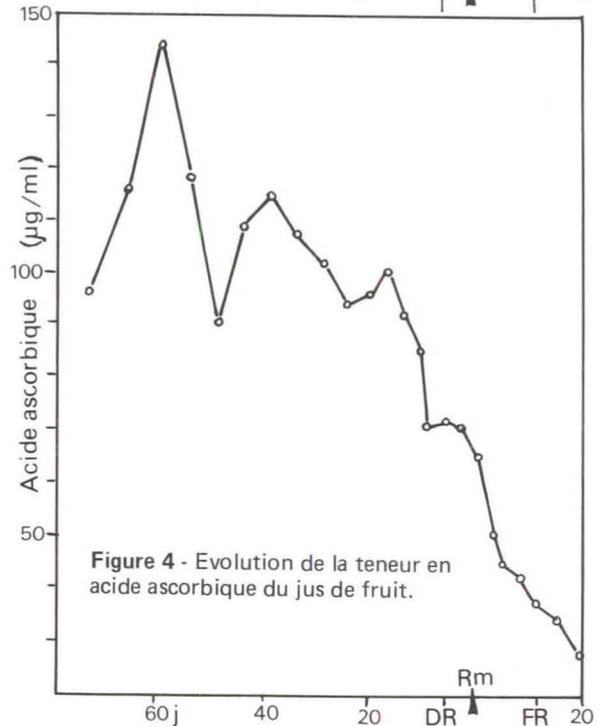
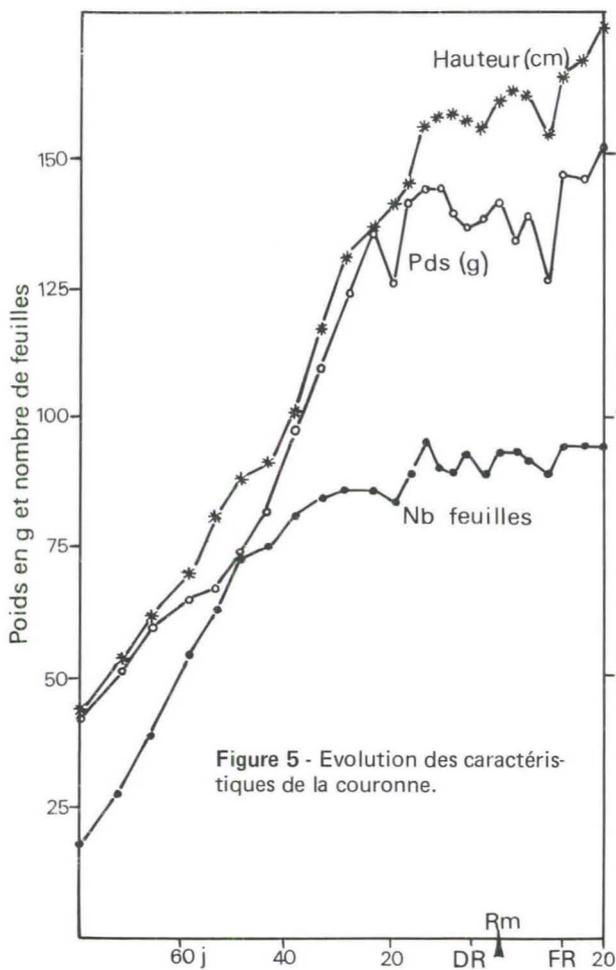
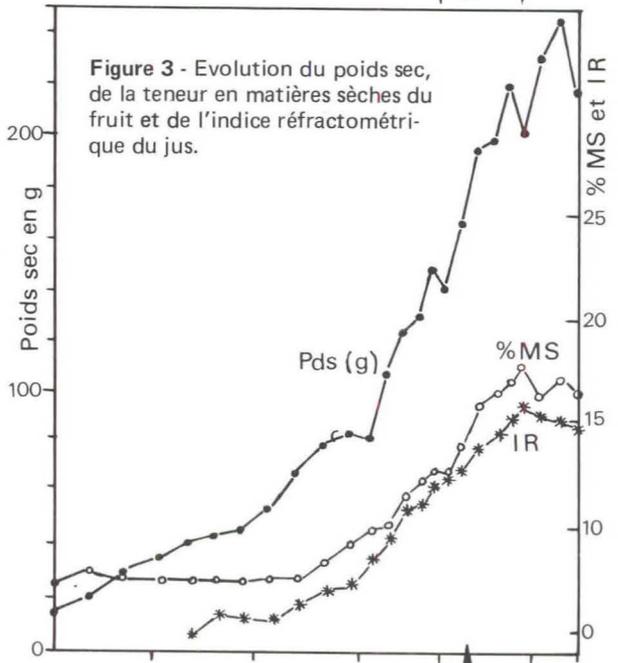
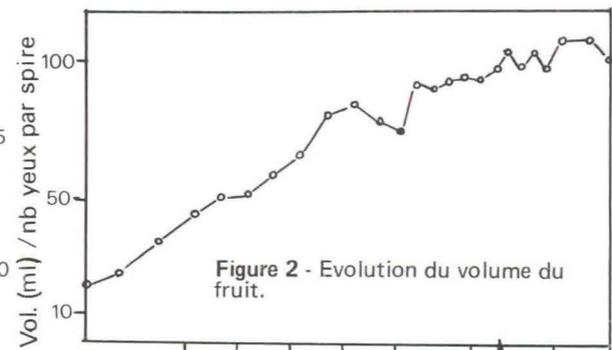
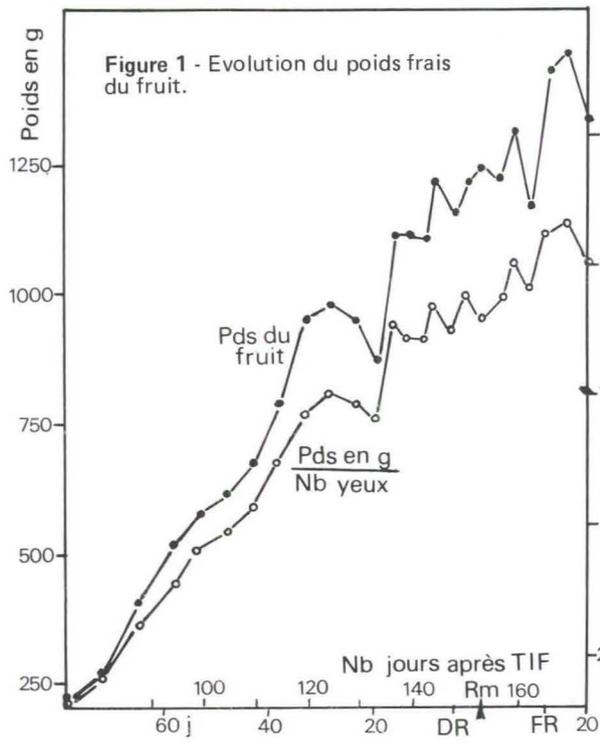
Le développement et la croissance de l'inflorescence d'ananas ont été déjà décrits sous ses aspects physiques et chimiques aux Hawaii par un ensemble d'articles de GORTNER et SINGLETON (1965) et en Côte d'Ivoire par TEISSON (1973) mais sans référence particulière à la prématuration. La connaissance des phénomènes liés aux derniers stades de développement d'un fruit et aux techniques agricoles mises en oeuvre à ce moment là est toujours d'un grand intérêt pour améliorer la qualité d'une production. Dans le cas de l'ananas ces études sont quelque peu compliquées par l'hétérogénéité du fruit composé de fruits élémentaires qui sont tous à des stades différents, par son poids variable dans de très larges proportions et par l'incidence des facteurs nutritionnels et surtout climatiques puisque du fait de l'induction florale artificielle les récoltes ont lieu tout au long de l'année.

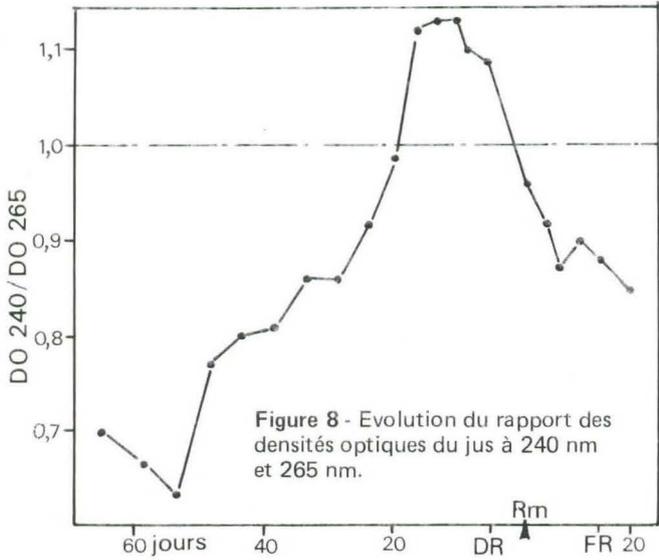
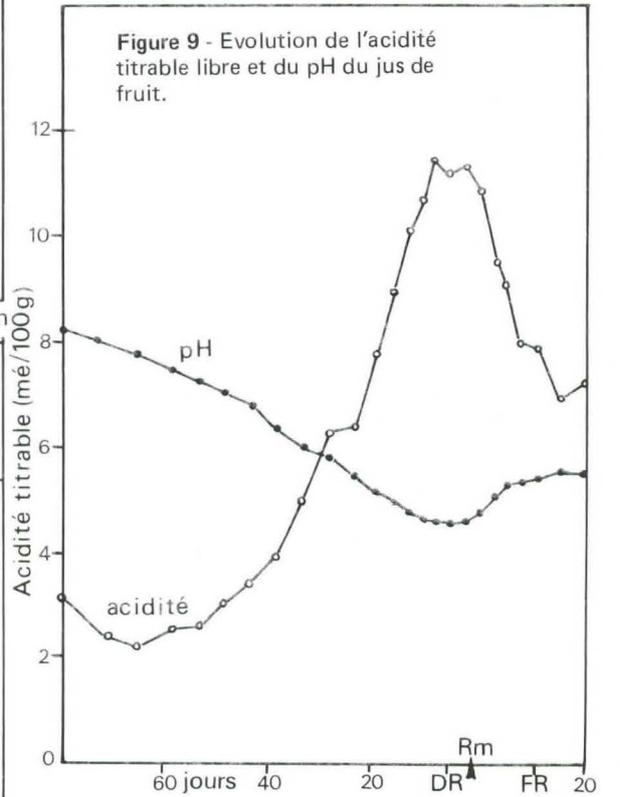
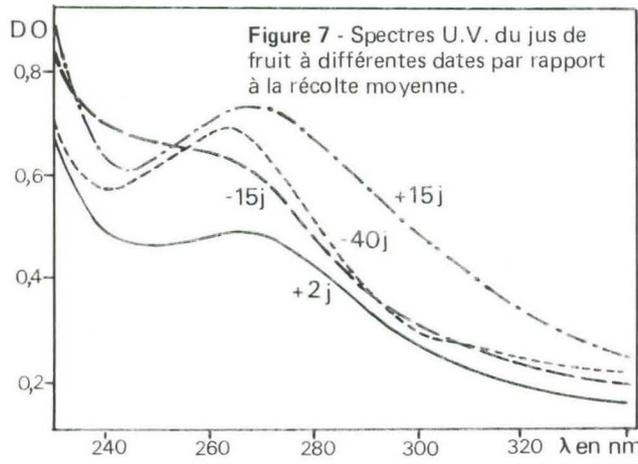
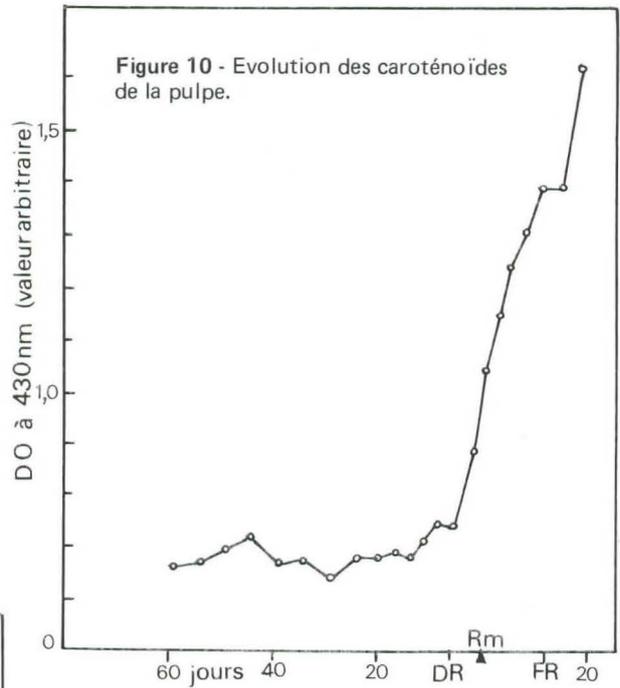
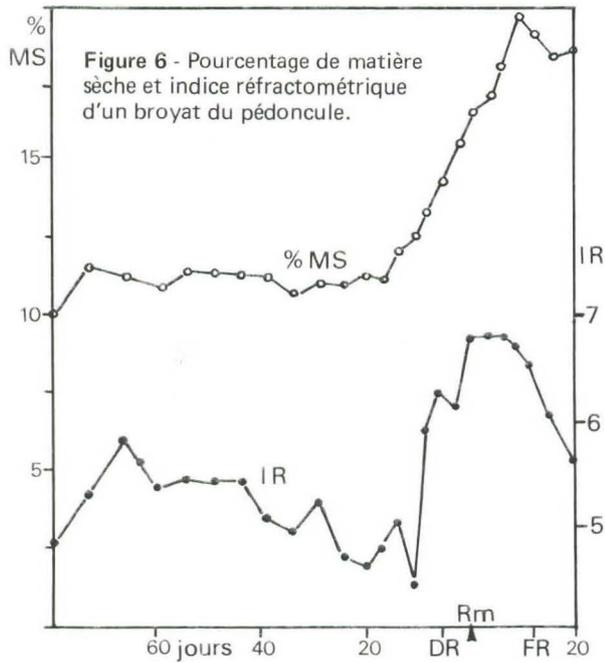
Un ensemble plus ou moins homogène de données sur ce sujet, tirées d'expériences diverses réalisées en Côte d'Ivoire sur des ananas 'Cayenne lisse', est présenté dans cet article.

DESCRIPTION DES MODIFICATIONS PHYSIQUES ET CHIMIQUES A L'APPROCHE DE LA RECOLTE

Afin d'opérer sur des fruits les plus homogènes possibles, l'expérimentation a été conduite sur des ananas d'un clone local sélectionnés dans une même parcelle en fonction de la date d'épanouissement des premières fleurs - épanouissement synchrone dans un délai de trois jours - et du nombre d'yeux : entre 96 et 112. Les plants avaient reçu les soins classiques en Côte d'Ivoire (GUYOT et al., 1974) et l'induction florale avait été réalisée en deux passages à l'acétylène avec une bouillie de carbure de calcium. Parmi les plants sélectionnés, dix tirés au hasard sont analysés à chaque date d'échantillonnage à des intervalles décroissants

* - C. TEISSON - IRFA - B.P. 5035 - 34032 Montpellier Cedex
P. PINEAU - anciennement IRFA (Côte d'Ivoire).





au fur et à mesure que l'on se rapproche de la date théorique de récolte. Les échantillonnages se sont poursuivis quelque temps après la date de récolte moyenne définie a posteriori comme le jour de récolte du plus grand nombre de fruits suivant les critères locaux d'exportation : coloration orangée atteignant la moitié de la hauteur du fruit. Le début et la fin de la récolte sont définis comme les jours où sont récoltés suivant ce même critère les premiers et les derniers fruits de la parcelle. Les évolutions des différents caractères observés sont représentées dans les graphiques 1 à 10. Pour une date donnée la valeur indiquée est la moyenne des valeurs individuelles quel que soit le stade précis de maturation de chaque individu.

Dans les conditions de l'expérimentation on observe dans l'évolution de plusieurs caractères un changement plus ou moins brutal entre le trentième et le dixième jour, mais en général autour du vingtième jour, avant la date moyenne de récolte des fruits de la parcelle. C'est le cas pour :

- le poids frais du fruit : les valeurs expérimentales suivent dans un premier temps une courbe ascendante très régulière puis augmentent de façon moins rapide et beaucoup moins régulière ; ce phénomène s'observe également lorsque pour diminuer la variation inter-échantillon on analyse l'évolution du quotient du poids du fruit par le nombre d'yeux. L'erraticisme apparent de ces valeurs à l'approche de la récolte a déjà été noté par SINGLETON (1965) et TEISSON (1973). Le poids du fruit continue à croître après la récolte normale des fruits. (figure 1).

- le volume du fruit : il suit une évolution comparable à celle du poids du fruit mais les valeurs observées pendant la deuxième phase de croissance ralentie sont beaucoup moins variables. (figure 2).

- l'indice réfractométrique : son augmentation commence dès le quarantième jour avant récolte mais s'accélère autour du vingtième. Il culmine en fin de récolte puis tend à diminuer légèrement. (figure 3).

- le poids sec : la courbe de son évolution présente un changement de pente très net autour du vingtième jour. L'infléchissement signalé précédemment dans l'augmentation en poids frais du fruit est donc imputable uniquement à une diminution de l'alimentation hydrique du fruit. (f. 3).

- la teneur en acide ascorbique du jus : la perte en acide ascorbique se fait plus brutale à partir du vingtième jour.

- les caractéristiques de la couronne : toujours aux alentours du vingtième jour avant la date moyenne de récolte, la couronne semble rentrer dans une phase de dormance : la différenciation foliaire déjà fortement ralentie depuis un mois et son augmentation de poids deviennent nulles. (f.5).

Une légère croissance foliaire se poursuit cependant et la hauteur continue à croître.

- la teneur en matière sèche du pédoncule : elle augmente brutalement entre le vingtième et le dixième jour avant récolte, indiquant un dessèchement du pédoncule d'ailleurs visible à l'oeil nu (TEISSON, 1973). L'indice réfractométrique

du jus obtenu par broyage du pédoncule et qui peut être un indice du flux de sucre transitant par cet organe, croît brutalement à peu près à la même époque mais décroît tout aussi brutalement lorsque les fruits ont dépassé le stade normal de la récolte (figure 6)

Il existe une autre caractéristique, moins bien définie, qui varie de façon remarquable aux mêmes dates : le spectre ultra violet du jus. L'allure de ce spectre dépend essentiellement des composés phénoliques présents (TEISSON, 1977). Avant la récolte, l'absorption à 240 nm augmente puis diminue alors que celle à 265 nm décroît régulièrement ; il apparaît par la suite un pic très marqué vers 270 nm. Dans ces conditions, le rapport de la densité optique à 240 nm sur la densité optique à 265 nm présente des valeurs supérieures à 1 dans les 20 jours précédant la récolte. (f.7,8).

D'autres caractéristiques, par contre, varient de façon apparemment indépendante par rapport aux stades précédemment définis, c'est le cas de :

- l'acidité titrable : l'évolution mise en évidence ici est conforme à toutes les observations antérieures et présente un pic très net avant la date moyenne de récolte. (f. 9).

- les caroténoïdes de la pulpe : leur synthèse commence juste au début de la récolte et donc beaucoup plus tardivement qu'aux Hawaii (GORTNER, 1965). On rappelle que dans l'épiderme il n'y a pas synthèse de caroténoïdes mais un simple démasquage de ceux-ci par disparition de la chlorophylle. (figure 10).

PARTICIPATION DES DIFFERENTS ORGANES DE LA PLANTE A L'ELABORATION DU FRUIT

Dans le but de déterminer une éventuelle participation des réserves des organes végétatifs à l'élaboration du fruit, une expérimentation comparable dans son principe à la précédente a été mise en place. Dans ce cas cependant les observations ont porté essentiellement sur les poids frais et secs des différents organes. La sélection des plants a été plus rigoureuse - intervalle de floraison de deux jours et nombre d'yeux de 116 à 124 - mais a été réalisée dans une population et non dans un clone. Malgré la rigueur de la sélection il est apparu des variations individuelles très importantes en particulier au niveau des organes végétatifs. Si le nombre des yeux est le premier des facteurs déterminant le poids du fruit, l'état et le comportement des organes végétatifs - qui doivent dépendre, en particulier, de la valeur du système racinaire - entre l'induction florale et la récolte jouent également un rôle primordial. Dans cette expérimentation la sélection sur l'inflorescence seule a été insuffisante et d'autres facteurs tels que nombre, taille et aspects des feuilles auraient dû être pris en considération.

Malgré ces remarques, les graphiques 11 et 12 montrent de façon indubitable qu'il peut y avoir participation des réserves des organes végétatifs à la formation du fruit dans les derniers stades de développement. Cette participation peut ne pas être négligeable : l'ensemble des organes végé-

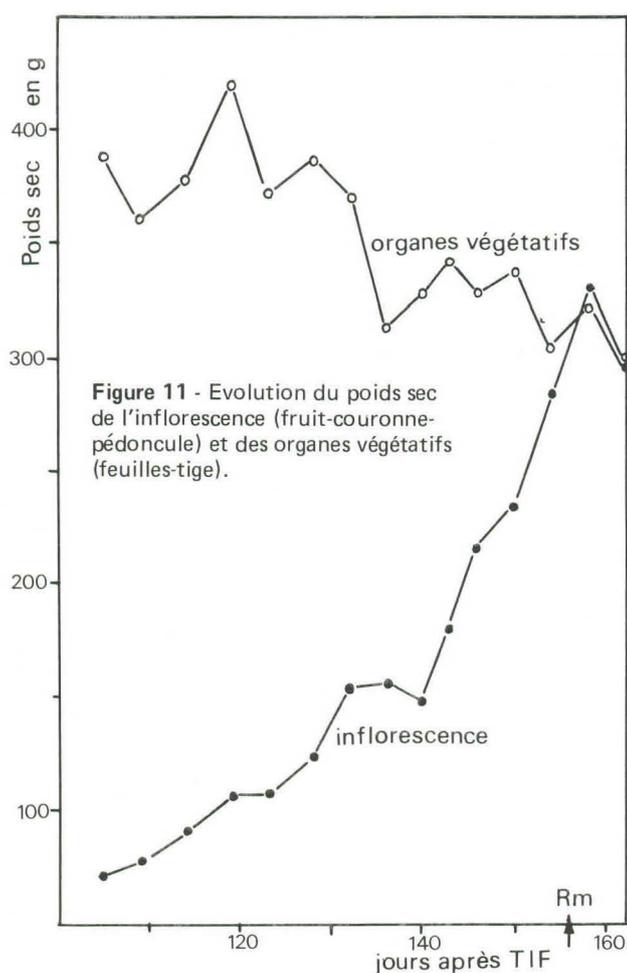


Figure 11 - Evolution du poids sec de l'inflorescence (fruit-couronne-pédoncule) et des organes végétatifs (feuilles-tige).

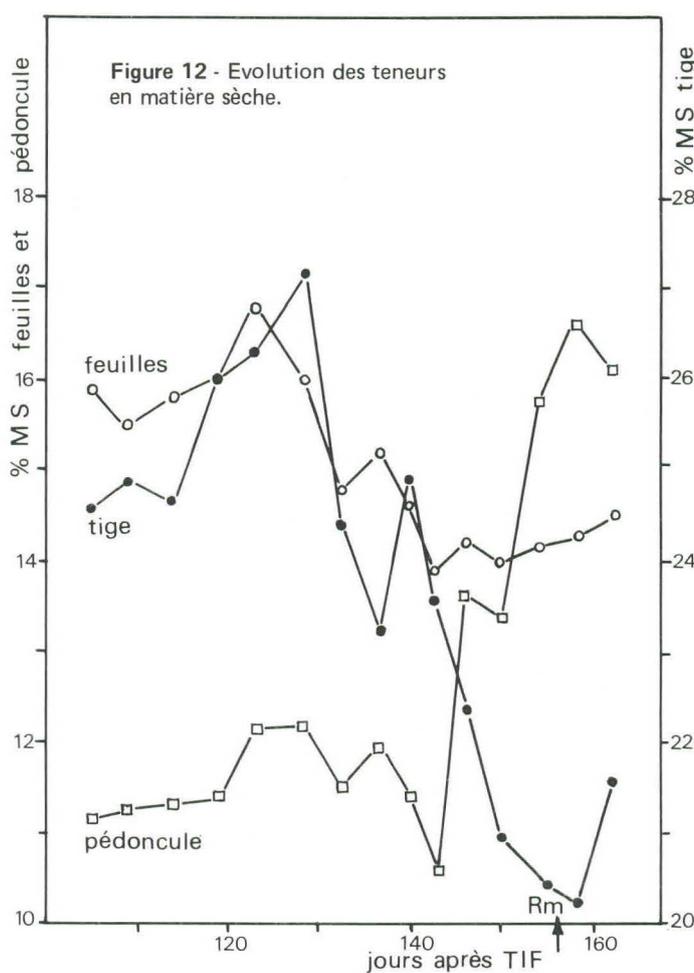


Figure 12 - Evolution des teneurs en matière sèche.

tatifs perd, mais peut-être pas totalement au profit du fruit, environ 80 à 100 g de poids sec pendant que le fruit en gagne plus de 200.

L'hétérogénéité inter-échantillon intervient moins dans les teneurs en matière sèche et les courbes d'évolution sont plus régulières que celles du poids sec. On observe dans celles-ci d'abord une augmentation due au vieillissement et au dessèchement des organes, puis une diminution relativement brutale qui intéresse les feuilles avant la tige. Dans les feuilles cette baisse de la teneur en matière sèche débute environ 30 jours avant la date moyenne de récolte puis se stabilise à peu près au moment où le pédoncule se dessèche. La mobilisation des éléments des organes foliaires au profit du fruit peut donc être liée à l'état du pédoncule. Par la suite, les produits de la photosynthèse ne sont plus destinés en priorité à la formation du fruit et les teneurs en matières sèches des organes végétatifs tendent à réaugmenter.

INCIDENCE DES APPLICATIONS PRECOSES D'ETHEPHON

L'éthephon ou éthrel (acide 2 chloroéthane phosphonique) est un générateur d'éthylène utilisé depuis longtemps pour regrouper la maturation et la récolte de l'ananas. On sait (AUDINAY, 1970) que des applications trop précoces entraînent une diminution de la qualité du fruit en augmentant son acidité. Cette acidification du fruit peut être imputable au simple avancement de la récolte qui coïnciderait alors avec le pic d'acidité maximale ou à une augmentation de la synthèse des acides. Pour préciser cette origine, la technique d'échantillonnages systématiques de fruits sélectionnés a été utilisée pour suivre l'évolution de fruits témoins ou traités à l'éthrel, soit à la dose de 2,2 kg de m.a./ha 15 jours avant le début de la récolte, soit à la dose de 1,4 kg le premier jour de la récolte des témoins.

Il apparaît nettement (figure 13) que des applications trop précoces d'éthephon entraînent, mais sans modification de sa cinétique, un accroissement important de l'augmentation de l'acidité des fruits peu avant récolte. L'excès d'acidi-

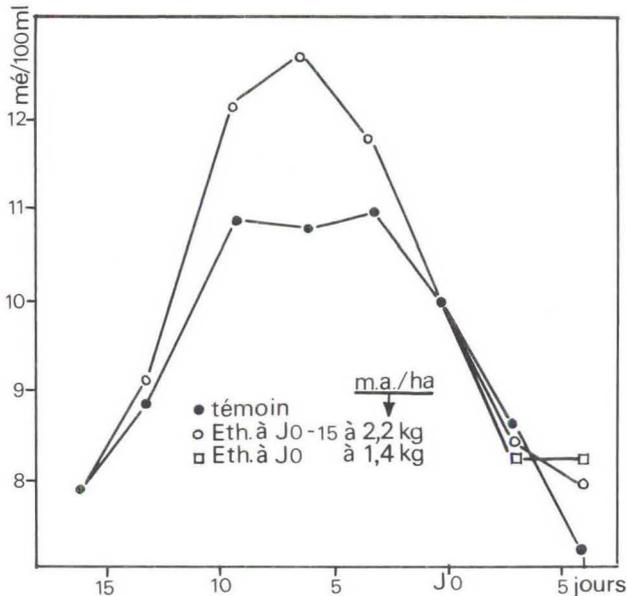


Figure 13 - Evolution de l'acidité titrable libre du jus en fonction de traitement à l'éthéphon
J0 = Jour théorique de la première récolte du témoin.

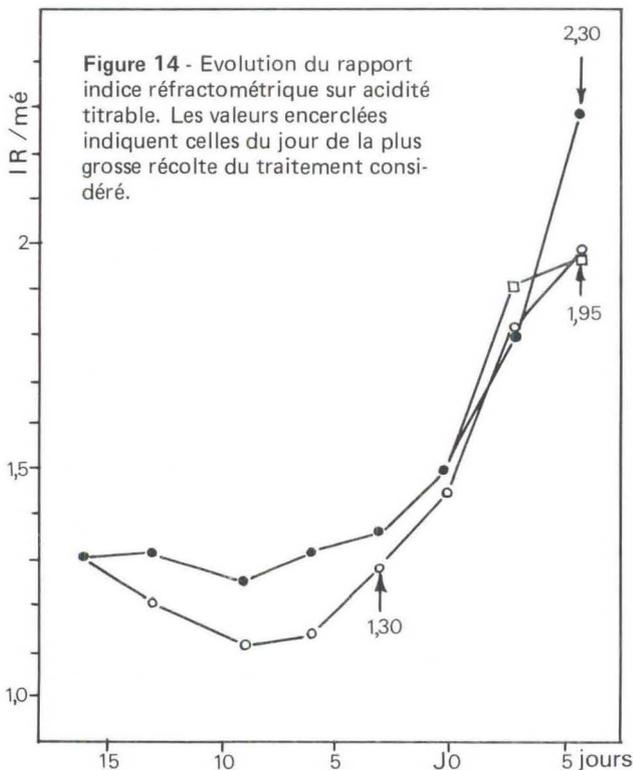


Figure 14 - Evolution du rapport indice réfractométrique sur acidité titrable. Les valeurs encadrées indiquent celles du jour de la plus grosse récolte du traitement considéré.

té classiquement observé dans les fruits traités trop tôt à l'éthéphon est donc imputable à la fois à un accroissement de la synthèse des acides organiques du fruit et à l'avancement de la récolte. Cet avancement se traduit de plus par la récolte de fruits peu sucrés puisque les teneurs en sucre augmentent fortement à l'approche de la récolte. La valeur du rapport extrait sec sur acidité, qui présente une importance capitale pour la qualité gustative du fruit, est très nettement en défaveur des fruits traités trop tôt (figure 14).

Par contre, lorsque l'application d'éthéphon est réalisée au plus près de la date normale de récolte il n'y a pas d'effet dépressif net sur la qualité du fruit.

EFFETS D'UN OMBRAGE INTENSE DU PLANT ET DU FRUIT

Dans le cas de la production d'ananas commercialisés en frais, il est très fréquent qu'à l'approche de la récolte les feuilles soient regroupées autour du fruit pour le protéger d'éventuels coups de soleil qui déprécient fortement sa valeur marchande (PY; TISSEAU, 1965). Il a été par ailleurs, observé que le «jaune» (green shell ripe fruit), anomalie se traduisant par une avance de la maturité intérieure sur la coloration extérieure, semblait débiter préférentiellement sur le côté du fruit le plus directement exposé aux rayons solaires. Il a donc paru intéressant de déterminer les effets sur le fruit d'un ombrage intensif et, dans une parcelle homogène de plants bien développés (les gros fruits étant les plus sensibles au jaune), les traitements suivants ont été réalisés 30 ou 15 jours avant la date théorique de récolte et comparés à un témoin sans protection :

- protection classique, en Côte d'Ivoire : feuilles ramenées sur le fruit à l'aide de ficelles tendues parallèlement de part et d'autre de la double rangée de plants.

- protection intense : système précédent complété par une couverture générale et très dense des plants à l'aide d'herbe sèche.

Les résultats sont résumés dans le tableau 1. Les traitements n'étant différenciés qu'à l'approche de la récolte, l'analyse des fruits a porté sur des ananas présentant des nombres d'yeux voisins, ceux-ci étant déterminés au moment de la différenciation florale.

L'ombrage a un effet très net sur le poids du fruit, sa teneur en sucres, son acidité, les coups de soleil et le jaune. Il existe peut-être un phénomène de rattrapage dû à une adaptation de la plante et les effets des traitements réalisés à 15 jours sont plus forts que ceux réalisés à 1 mois.

L'ombrage intense en particulier a diminué très fortement le poids et la teneur en sucres, il a accru l'acidité et réduit à un très faible pourcentage le «jaune» pourtant très fréquent dans la parcelle témoin. La protection classique contre les coups de soleil donne des résultats intermédiaires et, en particulier, si elle est relativement efficace contre les coups de soleil elle n'a aucun effet sur le jaune.

TABLEAU 1 - Effets sur le fruit de différents ombrages.

	témoin	ombrage classique		ombrage intense	
		30 jours	15 jours	30 jours	15 jours
Observations sur l'ensemble de la parcelle					
poids moyen en g	1 616	1 615	1 512	1 448	1 332
pourcentage de fruits atteints de coups de soleil	14,0	6,0	8,1	2,2	2,5
pourcentage de fruits atteints de «jaune»	42,3	49,2	49,6	18,1	7,6
Analyses sur fruits à nombre d'yeux identique					
nombre d'yeux	125,6	123,2	124,0	124,0	124,0
poids fruits (g)	1 819	1 750	1 786	1 609	1 581
poids de l'oeil (g)	14,5	14,2	14,4	13,0	12,8
longueur (mm)	161	160	160	153	152
largeur (mm)	126	126	126	123	121
coloration intense	1,2	1,0	1,2	0,9	0,7
translucidité	0,6	0,5	0,7	0,3	0,05
remplissage	1,3	1,3	1,4	1,2	1,0
acidité mé. p. 100	10,6	11,9	10,5	16,0	16,4
degré Brix	17,1	17,2	17,2	15,0	15,2
sucres (p. 100)	15,1	14,9	15,2	11,9	12,1

coloration, translucidité, remplissage : notation visuelle par échelle croissante de 0 à 5.

sucres en p. 100 estimés par : degré Brix - 0,192 x acidité en mé. p. 100.

La diminution du jaune par le paillage est en fait sous-estimée car dès la première récolte la couverture a été en partie enlevée pour pouvoir distinguer les fruits et l'évolution du pourcentage de fruits atteints de jaune en fonction des récoltes est indiquée dans le tableau 2.

TABLEAU 2 - Evolution du pourcentage de fruits «jaunes» avec ombrage intense au cours des récoltes successives.

	ombrage	
	30 jours	15 jours
première récolte	3,7	0,8
deuxième récolte	21,5	10,5
troisième récolte	20,1	16,5

Un ombrage de la plante dans sa totalité entraîne tout un ensemble de modifications plus ou moins liées : diminution de la température du fruit et des feuilles, diminution de la photosynthèse et de l'évapotranspiration. Il est donc difficile de prévoir l'origine exacte des effets observés. On peut cependant supposer que la diminution de la photosynthèse est à l'origine de la baisse du poids et de la teneur en sucres du fruit. On peut également imputer à la baisse de température du fruit l'augmentation de son acidité : cet effet est déjà connu que ce soit pour le fruit sur pied (PY et TISSEAU, 1965) ou coupé (HUET et TISSEAU, 1959).

Par contre, la diminution du «jaune» pourrait avoir plusieurs origines. La baisse de température peut intervenir. Il a été prouvé que le maintien de fruits coupés pendant 24 heures à une température de 48°C entraîne l'apparition du «jaune», or des températures sous-épidermiques supérieures

à celle-ci sont fréquemment observées au champ dans les zones du fruit directement exposées au soleil. On rappelle que, du fait de son métabolisme crassulacéen et donc de son évapotranspiration nocturne, la régulation thermique de l'ananas est très faible. Les diminutions de l'évapotranspiration et de l'afflux d'éléments élaborés au niveau du fruit ont pu également intervenir. Il est en effet connu depuis longtemps que la reprise des pluies en période ensoleillée favorise l'apparition du «jaune» (HUET, 1953). Celui-ci pourrait alors être dû à une alimentation hydrique et organique du fruit trop intense provoquant des lésions cellulaires.

Au cours de cet essai il a également été constaté que la coloration de l'épiderme était beaucoup plus rapide et séduisante dans le cas d'un ombrage excessif et entraînait une récolte légèrement plus groupée des fruits. Cet effet peut être imputable à la diminution de la température superficielle du fruit : on sait en effet que des températures fraîches favorisent la dégradation de la chlorophylle, le phénomène inverse pourrait donc intervenir dans le «jaune» : une faible disparition de la chlorophylle consécutive à une température trop forte accroît l'écart apparent entre maturité interne et coloration externe.

CONCLUSION

De l'ensemble des expérimentations diverses présentées, plusieurs points se dégagent :

- peu de temps avant la maturation du fruit, le plant dans son ensemble est le siège de bouleversements importants qui sont successivement : l'apport vers le fruit d'éléments cons-

titutifs des organes végétatifs, la diminution de l'alimentation hydrique du fruit et l'augmentation accrue de sa teneur en matière sèche constituée essentiellement par des sucres, l'entrée en dormance de la couronne et enfin le flétrissement du pédoncule. L'ensemble de ces événements, parfois successifs, parfois synchrones, a lieu dans les conditions de Côte d'Ivoire entre le trentième et le dixième jour précédant la récolte. L'évolution de l'acidité et des pigments de la chair ne se rattache pas directement à celle des critères précédemment mentionnés. Toutes ces caractéristiques du fruit déterminent sa qualité, il serait donc intéressant de connaître leurs liens exacts et leurs variations dans d'autres conditions climatiques.

L'application trop précoce d'éthrel accroît la synthèse des acides du fruit et avance sa récolte, elle se traduit donc par la coupe de fruits très acides de qualité gustative médiocre.

Un ombrage très intense du fruit et du plant, peu de temps avant la récolte, diminue l'incidence du «jaune» mais aussi et de façon importante, le poids du fruit et en accroît l'acidité. Une telle technique cependant aurait été mise en place avec succès sur une plantation ivoirienne où le «jaune» représente l'essentiel des pertes à l'exportation. Même une protection classique contre les coups de soleil a tendance à diminuer le poids du fruit et cette pratique doit donc être strictement limitée aux périodes les plus ensoleillées.

BIBLIOGRAPHIE

1. AUDINAY (A.). 1970.
Essai de contrôle artificiel de la maturation de l'ananas par l'éthrel.
Fruits, 25 (10), 695-708.
2. GORTNER (W.A.). 1965.
Chemical and physical development of the pineapple fruit.
IV.- Plant pigment constituents.
J. Fd Sci., 30, 30-32.
3. GORTNER (W.A.) et SINGLETON (V.L.). 1965.
Chemical and physical development of pineapple fruit.
III.- Nitrogenous and enzyme constituents.
J. Fd Sci., 30, 24-29.
4. GUYOT (A.), PINON (A) et PY (C.). 1974.
L'ananas en Côte d'Ivoire.
Fruits, 29 (2), 85-117.
5. HUET (R.). 1953.
Contribution à l'étude du «jaune» de l'ananas en Guinée.
Fruits, 8 (11), 544-546.
6. HUET (R.) et TISSEAU (M.-A.). 1959.
Observations sur l'évolution de l'ananas après la coupe.
Fruits, 14 (6), 271-275.
7. PY (C.) et TISSEAU (M.A.). 1965.
L'ananas.
Ed. Maisonneuve et Larose.
8. SINGLETON (V.L.). 1965.
Chemical and physical development of the pineapple fruit.
I.- Weight per fruitlet and other physical attributes.
J. Fd. Sci., 30, 98-104.
9. SINGLETON (V.L.) et GORTNER (W.A.). 1965.
Chemical and physical development of the pineapple fruit.
II.- Carbohydrate and acid contents.
J. Fd Sci., 30, 19-23.
10. TEISSON (C.). 1973.
Développement et croissance de l'inflorescence d'*Ananas comosus* (cv 'Cayenne lisse').
Fruits, 28 (6), 433-439.
11. TEISSON (C.). 1977.
Le brunissement interne de l'ananas.
Thèse Doctorat Etat Abidjan, 183 p.

