

INFLUENCE DE L'ALTITUDE SUR LE COMPORTEMENT DE L'ANANAS "CAYENNE LISSE": ESSAIS RÉALISÉS AU PIED DU MONT CAMEROUN

B. AUBERT, J.P. GAILLARD, C. PY, P. LOSSOIS et J. MARCHAL*

INFLUENCE DE L'ALTITUDE SUR LE COMPORTEMENT DE
L'ANANAS «CAYENNE LISSE»: ESSAIS REALISES AU PIED DU
MONT CAMEROUN

B. AUBERT, J.P. GAILLARD, C. PY, P. LOSSOIS et J. MARCHAL
Fruits, mar. 1973, vol. 28, n°3, p. 203-214.

RESUME - Le comportement de deux clones de Cayenne lisse, l'un importé, l'autre local, est étudié à trois altitudes différentes : niveau de la mer, 550 mètres et 1.000 mètres. Afin de pouvoir tirer des conclusions pratiques pour les cultures de type industriel, l'étude est poursuivie jusqu'à la récolte du deuxième cycle de production. Dans les conditions de l'expérimentation, les résultats les plus intéressants ont été obtenus à 550 mètres.

Il a paru utile de situer cette étude dans le cadre des découvertes récentes relatives au type particulier de photosynthèse rencontré chez l'ananas.

Avec ses 4.100 mètres d'altitude, le Mont Cameroun constitue le point culminant de l'ouest africain. Son versant occidental, soumis constamment à l'influence des alizés océaniques, reçoit un total annuel de précipitations pouvant dépasser 10 mètres d'eau. Sur les pentes sud-est qui s'étagent en gradins, la saison sèche se fait sentir de novembre à février et la pluviométrie n'atteint que 2,50 à 3 mètres.

Ces pentes ont été choisies de longue date pour l'établissement de grandes plantations : hévéa, palmier à huile, bananier, théier, que l'on rencontre au fur et à mesure de la progression en altitude.

Récemment un essai ananas y était implanté à trois niveaux différents : plaine côtière, 550 mètres et 1.000 mètres. Il avait pour objectif de comparer le comportement de deux clones de **Cayenne lisse** en fonction de l'altitude.

DONNÉES CLIMATIQUES

Le massif montagneux en forme d'ellipse (40 km de grand axe) se dresse au-dessus d'une plaine qui ne dépasse pas 150 mètres en son point le plus haut. Les basses couches

d'air chaud et humide, qui soufflent sud-ouest, quelquefois désignées sous le terme de «mousson du Golfe de Guinée», viennent heurter brutalement cet accident orographique (figure 1). Les turbulences et ascendances qui en résultent déclenchent de fortes précipitations.

On enregistre des gradients pluviométriques très accusés en fonction de l'exposition (face au vent très arrosée ou face sous le vent soumise à un effet de «Foehn» résultant d'une déviation ou d'un étalement des courants humides), et de l'altitude (maximum pluviométrique probable vers 1.000 m puis assèchement progressif au-delà de ce seuil) : LEFEVRE 1967, SUCHEL 1972.

La façade sud-est, située dans «l'ombre pluviométrique» connaît un régime des pluies sensiblement identique en répartition et intensité entre **Tiko** (niveau de la mer) et **Buéa** (1.000 mètres) : tableau 1. On enregistre en revanche une baisse de température avec l'altitude : les minima diminuent d'environ 4°C et les maxima de 2°C chaque fois que l'on progresse de 500 mètres. Il s'ensuit des amplitudes thermiques diurnes proches de 7°C en plaine et 10°C en altitude. Le refroidissement adiabatique de l'atmosphère, renforcé à certaines époques par les alizés froids de l'hémisphère nord, entraîne une condensation de l'humidité ambiante conduisant à la formation de brouillards. Le total annuel d'heures d'insolation baisse de moitié entre zéro et 1.000 mètres : 1600 heures à **Tiko** contre 800 à **Buéa**.

* - AUBERT et GAILLARD - Institut français de Recherches fruitières Outre Mer, B.P. 13, NYOMBE, République du Cameroun.
PY, LOSSOIS et MARCHAL - Institut français de Recherches fruitières Outre-Mer, 6, rue du Général Clergerie - 75116 PARIS

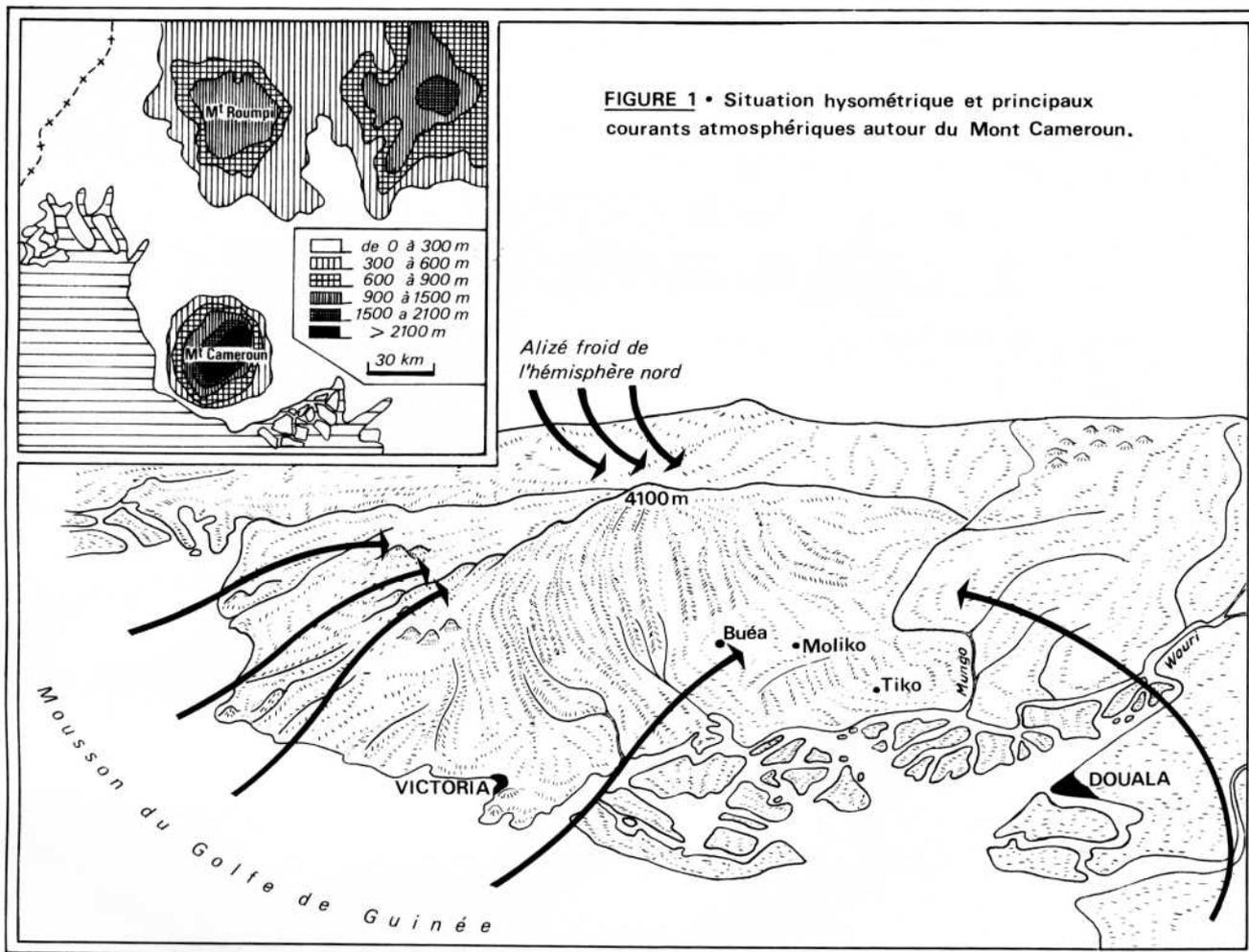


TABLEAU 1 - Données météorologiques 1970.

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy. totale
Aéroport Tiko niveau de la mer	Température maxima °C	25,2	26,5	26,9	26,6	26,1	26,1	22,5	23,0	23,5	24,4	25,2	24,6	25,0
	Température minima °C	15,1	15,2	15,2	16,1	15,6	13,5	13,8	14,2	15,2	15,8	15,2	14,7	14,9
	Pluie mm	10,1	23,9	270,6	264,1	243,2	151,6	650,0	460,4	190,0	265,0	60,0	12,3	2601,2
	Heures d'insolation	82,3	91,2	98,1	102,2	74,3	53,5	12,1	20,3	30,2	68,2	109,1	110,8	852,3
Molyko 550 m	Température maxima °C	32,0	31,8	31,2	31,1	26,1	24,7	24,8	23,6	25,7	25,2	26,4	29,1	27,6
	Température minima °C	17,2	17,7	17,8	18,5	18,4	17,7	17,5	17,6	17,8	17,9	17,8	17,2	17,7
	Pluie mm	38,6	6,8	149,6	220,0	153,8	313,8	796,7	394,8	453,7	162,9	87,9	4,0	2782,6
	Heures d'insolation	108,5	145,7	122,0	131,3	169,5	84,2	35,7	35,2	65,5	156,7	104,3	130,3	1288,9
Buéa 1000 m	Température maxima °C	31,4	32,4	31,9	35,5	31,6	28,7	26,2	26,7	27,5	29,8	30,5	31,2	30,2
	Température minima °C	21,9	22,6	22,9	23,2	23,1	22,2	22,3	22,2	22,4	21,8	21,8	22,2	22,3
	Pluie mm	0,0	28,1	135,1	160,0	195,3	404,4	639,8	447,9	325,4	283,3	53,3	3,8	2676,4
	Heures d'insolation	152,2	158,0	159,7	184,9	191,6	145,4	31,8	28,4	56,6	108,9	167,5	192,5	1577,5

La zone de **Molyko**, située à 550 mètres d'altitude, et dont les caractéristiques climatiques sont intermédiaires entre les deux précédentes stations, fut choisie pour l'installation d'une parcelle de comparaison.

DONNÉES PÉDOLOGIQUES

Le massif volcanique du Mont Cameroun résulte d'un empilement de produits éruptifs, sur des terrains tertiaires formant le socle du volcan. L'activité volcanique s'est déroulée sur plusieurs phases, comme l'atteste la carte pédologique de la figure 2 : GEZE 1943, HAWKINS et BRUNT 1965. Les éruptions plus anciennes supportent les sols ayant un degré de latéritisation plus poussé (sols brun-rouge de **Moliwé-Bota**). Les sols noirs des deux stations **Buéa** et **Molyko** sont issus de formations volcaniques récentes. Ceux de **Tiko** se sont constitués sur des débris volcaniques également récents ayant recouvert une zone sédimentaire. Les trois endroits retenus pour l'essai ananas Cayenne lisse, présentaient de ce fait une certaine homogénéité de sol sur le plan des qualités physiques aussi bien que chimiques.

On note toutefois un taux de matière organique et une proportion de sables grossiers, plus élevés à **Buéa** (tableau 2).

TABLEAU 2 - Analyses des sols de Tiko, Molyko et Buéa.

	Tiko	Molyko	Buéa
pH	5,5	5,2	5,6
Matière organique p. cent	0,69	1,02	2,05
Azote total p. cent	0,080	0,126	0,313
C/N	8,6	8,1	6,5
Coefficient de saturation p. cent	64,51	41,48	29,25
Total des bases échangeables mé p. 100 g	12,19	9,97	10,82
Bases échangeables mé p. 100 g			
K	0,86	1,77	0,75
Na	0,13	0,10	0,22
Ca	8,73	6,36	9,61
Mg	2,47	1,64	2,47
P ₂ O ₅ ppm	2,00	4,65	5,30
Sables grossiers p. cent	11,17	8,97	30,60
Sables fins p. cent	8,74	9,31	13,85
Argile p. cent	40,93	30,58	16,55
Limon p. cent	29,50	34,23	26,40

L'équilibre en bases échangeables est dans l'ensemble satisfaisant et représentatif de celui rencontré sur plusieurs sols volcaniques camerounais.

PLANTATION ET TECHNIQUES CULTURALES

Les mêmes techniques culturales furent utilisées dans les trois stations. Dans chaque cas, le périmètre d'essai se composait de parcelles de 48 plants (dont 44 observés), avec deux traitements principaux : Cayenne locale et G. 32 - 33 et deux traitements secondaires : plantation avec ou sans couverture de polyéthylène sur le sol. Le dispositif comprenait cinq répétitions disposées en blocs. Un périmètre comportait un total de 880 ananas observés et 560 plants de bordure. La distance de plantation adoptée correspondait à une densité de 60.000 plants/hectare (figure 3). Le matériel végétal utilisé à la plantation était le rejet d'un poids

moyen de 250 g ayant subi un traitement contre la pourriture du cœur. La mise en place de l'essai eut lieu en août 1969.

Les traitements phytosanitaires suivants ont été appliqués au sol avant la plantation :

- Lindane à raison de 15 l/ha contre les vers blancs,
- NEMAGON à raison de 45 l/ha

Les plants ont reçu une fumure croissante sous forme liquide à 2, 4, 6 et 8 mois aux doses suivantes :

0,4 - 0,8 - 1,1 - 1,3 g de N par plants sous forme d'urée
0,6 - 1,2 - 1,8 - 2,4 g de K₂O par plant sous forme de sulfate de potasse.

Pour éviter la carence en fer, une solution de sulfate ferreux et d'acide citrique a été appliquée au moment de la première et de la deuxième fertilisation : respectivement 0,1 et 0,02 g de ces produits par plant.

Un traitement florigène a été exécuté dix mois après la plantation en déposant dans le cœur de la rosette foliaire 50 ml d'une solution d'acétylène (250 g de carbure de calcium dans 100 litres d'eau). L'opération a été répétée deux fois à deux jours d'intervalle. Elle avait lieu très tôt le matin entre 4 et 5 heures.

Un mois et demi après la récolte, une répétition, dans chaque périmètre, a été sacrifiée pour observer la position des rejets et des happas sur la tige. Les pieds restants ont été conduits jusqu'au deuxième cycle.

RÉSULTATS

Croissance.

Dès le troisième mois après la plantation, la croissance était suivie par des pesées mensuelles de feuilles D. A cet effet 20 plants, dans chacune des sous-parcelles, étaient prélevés au hasard, soit pour une station donnée un total de 100 plants par traitement, compte tenu des répétitions.

L'évolution des poids moyens de feuille D est donnée sur la figure 4. C'est à **Molyko** que sont enregistrés les poids de feuille D les plus élevés au moment de l'hormonage, aussi bien sur sol nu que sur sol recouvert de mulch plastique. Ceci malgré une légère avance prise à **Tiko** lors des six premiers mois.

Dans l'ensemble, la croissance est plus régulière et plus précoce en présence de mulch. L'analyse statistique factorielle 2 x 2 (deux variétés x deux traitements au sol), met en évidence une amélioration significative du poids de feuille D sur les parcelles recouvertes d'un mulch plastique. Sur sol nu, le poids de feuille D ne commence à croître réellement qu'à partir du sixième mois c'est-à-dire en fin de saison sèche (février-mars).

En conditions peu favorables (sol nu à **Buéa**) il diminue même légèrement jusqu'au cinquième mois.

Dans les trois stations, l'effet de la couverture au sol semble avoir été double :

- favoriser une reprise plus rapide à la plantation,
- atténuer l'action de la sécheresse en début de croissance.

Les pesées de feuille D donnent une indication générale de l'évolution de la croissance, puisqu'elles suivent d'assez près l'évolution du poids de la plante entière. La corrélation est cependant meilleure en associant la cadence d'émission foliaire, ce qui n'a pas été fait ici.

A **Buéa**, le poids de feuille D peut ne représenter que 50 p. cent de celui observé à **Molyko**. Les feuilles sont étroites, rigides et courtes. On verra ultérieurement que le poids des

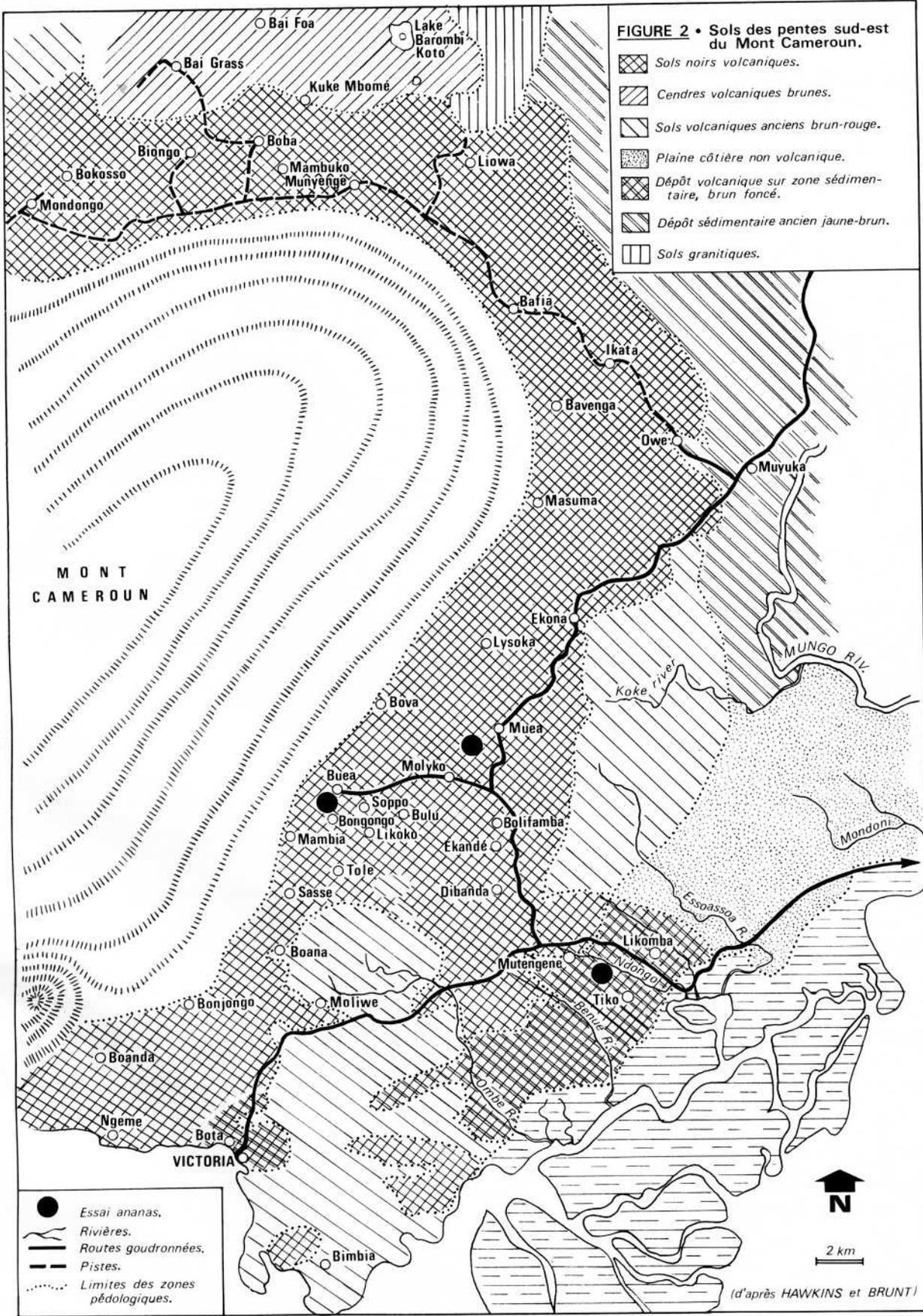


FIGURE 3 • ESSAI MOLIKO AN 12. Détail d'un périmètre d'essai.

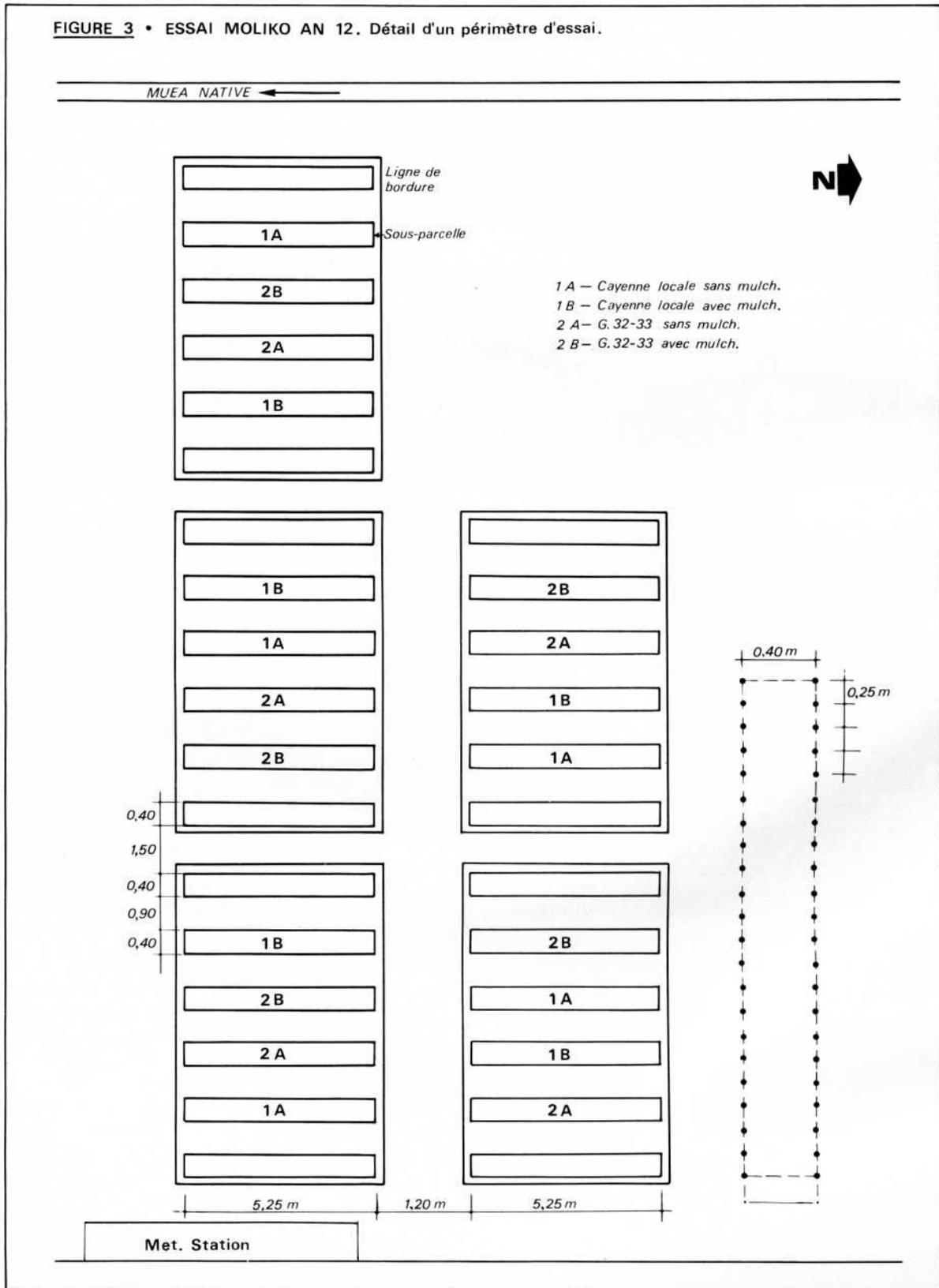
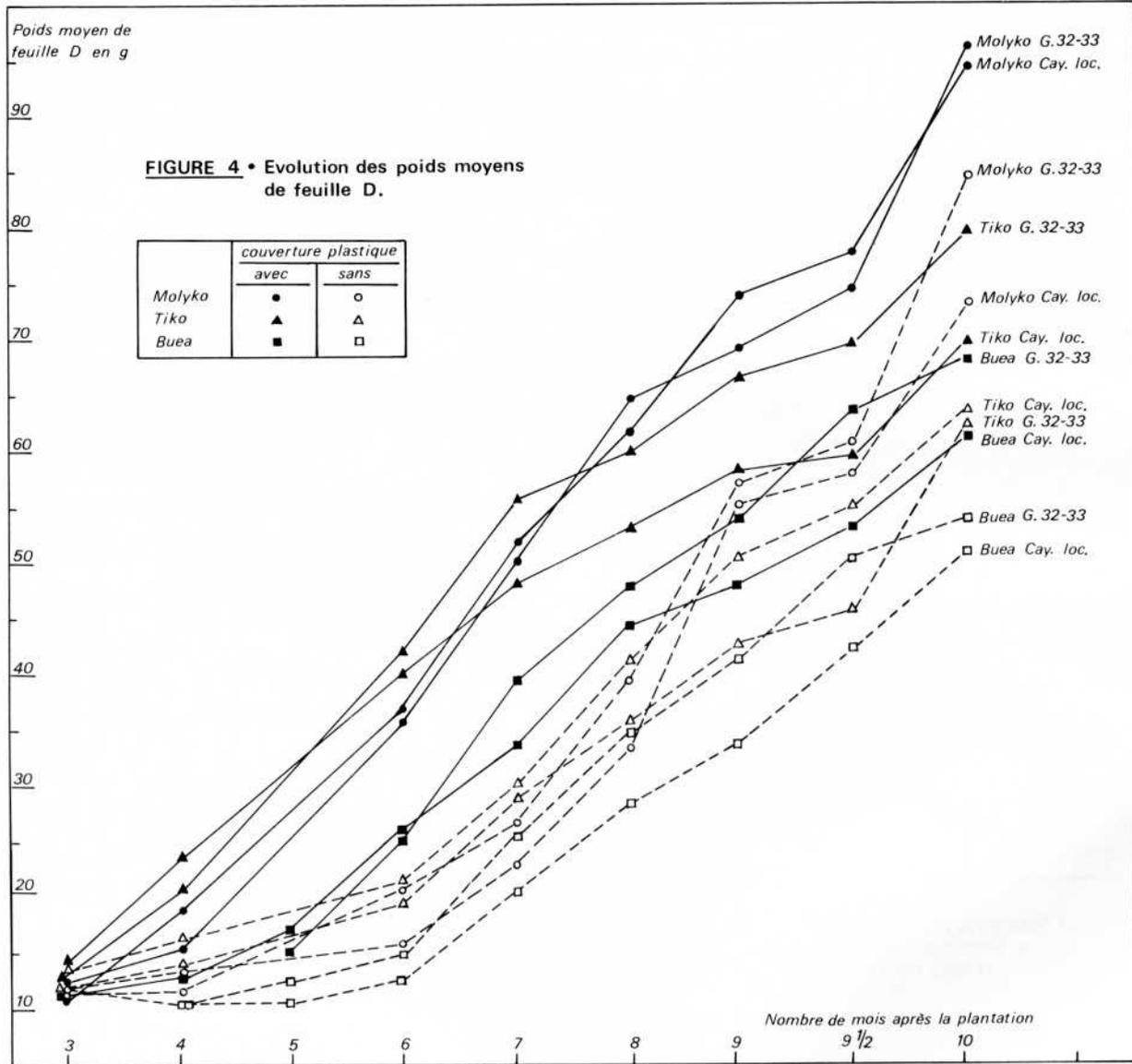




Photo 1. Essai de Molyko à 7 mois.



fruits et celui des tiges un mois et demi après la récolte, peut lui aussi varier sensiblement dans les mêmes proportions. Cette remarque est surtout valable pour les parcelles recouvertes de mulch plastique.

Analyses minérales.

Les feuilles D ont été analysées à trois mois et à dix mois. Au moment du premier prélèvement, on a enregistré des teneurs en éléments minéraux plus élevées à **Tiko** qu'à **Molyko**. Mais comme pour les poids moyens de feuille D, c'est **Molyko** qui présente un avantage à dix mois. Pour ce qui concerne **Buea**, les plants étaient au départ mal pourvus en presque tous les éléments, cependant les teneurs redevenaient satisfaisantes plus tard au moment du traitement florigène.

Le niveau en azote augmente avec l'altitude ce qui, la croissance diminuant en même temps, dénote une moins bonne utilisation de cet élément, probablement en raison du

manque d'insolation. A fumure azotée égale, les feuilles avaient tendance à présenter une couleur plus foncée à 1.000 mètres : la proportion de couleur 1 dans l'échelle hawaïenne (vert pâle) ne dépassant pas ici 10 p. cent. Ce pourcentage reflète un déséquilibre glucides/protides dû à une faible quantité de réserves amylacées. Une diminution de la fumure azotée au-delà de 550 mètres aurait probablement entraîné une meilleure rentabilisation des apports d'urée (une bonne réponse à l'azote nécessite environ 40 à 50 p. cent de feuilles de couleur 1 dans le couvert végétal). On peut ensuite se demander si un niveau azoté trop riche, par rapport aux besoins réels, n'est pas à l'origine de certains dérèglements. SANFORD (1964) a par exemple signalé des cas de «carence apparente» en fer due à un excès d'azote. Dans l'essai de **Buea**, ce sont des symptômes visuels de carence en zinc (nombreuses ponctuations jaunes) qui se sont manifestés à partir du sixième mois, sans que pour autant la teneur en cet élément soit particulièrement faible, comparée à celle de **Tiko** ou **Molyko** (tableau 3).

TABLEAU 3 - Résultats des analyses foliaires au moment de la différenciation florale (moyenne de 20 plants observés)

	Tiko niveau de la mer				Molyko 550 mètres				Buéa 1.000 mètres				
	Cayenne lo.		G. 32-33		Cayenne lo.		G. 32-33		Cayenne lo.		G. 32-33		
	sans mulch	avec mulch	sans mulch	avec mulch	sans mulch	avec mulch	sans mulch	avec mulch	sans mulch	avec mulch	sans mulch	avec mulch	
p. cent de matière sèche de feuille	N	1,10	1,10	1,23	1,05	1,50	1,28	1,58	1,31	1,49	1,43	1,47	1,59
	P	0,179	0,170	0,180	0,197	0,194	0,249	0,211	0,252	0,142	0,141	0,145	0,152
D	K	3,04	3,08	3,45	2,94	4,04	4,00	4,34	3,95	3,10	2,55	3,09	2,82
	Ca	0,419	0,395	0,412	0,415	0,336	0,353	0,353	0,316	0,458	0,525	0,466	0,643
	Mg	0,240	0,246	0,243	0,223	0,176	0,188	0,179	0,181	0,251	0,286	0,251	0,308
ppm de matière sèche de feuille	Zn	20	19	19	19	16	16	15	17	15	15	14	14
	Fe	186	120	120	126	263	172	248	193	126	127	178	134
D	Mn	134	148	161	115	235	209	229	199	68	48	72	87
	Cu	9	10	9	9	10	10	9	10	8	9	9	9
Résultats obtenus à la récolte													
Poids moyen du fruit en g		2742	2778	2586	2732	2422	2556	2406	2540	1620	1290	1400	1260
Diamètre moyen du fruit en cm		12,7	12,7	12,3	12,8	12,2	12,4	12,3	12,3	9,8	8,57	9,27	8,60
Diamètre moyen de la tige en cm		2,62	2,68	2,58	2,62	2,18	2,26	2,18	2,28	1,75	1,50	1,70	1,57
Distance moyenne de la base du fruit au sol en cm		33,5	34,3	32,0	35,2	38,9	39,8	39,4	41,4	33,5	34,5	32,5	34,7
Acidité		8,1	8,2	8,8	8,6	10,8	10,8	10,8	12,0	16,9	16,6	18,9	18,2
Extrait sec		13,6	13,7	13,2	13,5	14,4	14,7	14,0	14,5	13,9	13,5	13,0	12,9
Nombre de rejets pour 100 plants		17	24	17	33	27	66	13	18	69	95	37	65
Nombre de happas pour 100 plants		0	1	5	24	0	0	5	7	0	0	0	2
Nombre de bulbilles pour 100 plants		4	0	19	55	0	0	78	185	3	3	124	153

On peut faire observer que la feuille n'est pas nécessairement le meilleur organe permettant de détecter la carence en zinc. SANFORD (1964) signale que, de ce point de vue, le tissu le plus sensible est le méristème terminal.

Les résultats obtenus dans les trois stations confirment une notion bien connue, à savoir que les besoins en azote de l'ananas peuvent être très variables en fonction de plusieurs facteurs agronomiques ou climatiques. Ils diminuent notamment de façon sensible lorsque baisse l'éclairement (LACOEUILHE 1971), ce qui est bien le cas ici. En fait, l'utilisation de l'azote pour la synthèse des protéines est fonction de la quantité d'hydrates de carbone disponibles dans la plante : NIGHTINGALE (1942). La baisse d'ensoleillement et à un degré moindre de température, agit d'abord sur l'accumulation des réserves amylacées, lesquelles commandent à leur tour le niveau azoté.

Il n'existe pas d'anomalie particulière pour ce qui est des autres éléments majeurs ou mineurs.

Bien qu'à des niveaux différents dans les trois stations, Fe et Mn se maintiennent dans les proportions correctes, puisque le rapport Fe/Mn reste compris entre 0,4 et 2.

Signalons enfin que la supériorité du polyéthylène, très nette à trois mois pour l'ensemble des éléments, disparaît avec le temps. On peut penser ici à un effet global de «dilution» étant donné que les poids moyens de feuille D sont sensiblement plus élevés sur les parcelles recouvertes de

mulch plastique au moment du traitement florigène : cette couverture commence par améliorer l'absorption des éléments, celle-ci contribue à stimuler la croissance foliaire et par là les teneurs s'équilibrent.

Récolte.

L'écart traitement hormonal-récolte a été d'environ cinq mois à Tiko, six mois à Molyko et sept mois à Buéa. Les floraisons étaient très groupées à Molyko, de sorte que la récolte n'a duré que 15 jours. Ailleurs elle s'est prolongée un mois durant et plus (tableau 4).

Le poids moyen des fruits est plus élevé en plaine, où d'ailleurs la Cayenne locale se comporte mieux que la variété G. 32-33 (confirmation des résultats enregistrés lors de la croissance) (tableau 3). A Molyko, il n'existe pas de différences significatives entre traitements. La baisse de poids par rapport à Tiko atteint environ 10 p. cent pour la Cayenne locale, et 5 p. cent pour la G. 32-33.

On note à Buéa une diminution brutale du poids moyen des fruits, de près de 50 p. cent par rapport aux deux précédentes stations. Ce résultat ne surprendra pas si l'on se rappelle que PY (1963) avait déjà noté en Martinique une diminution de rendement de 58 p. cent entre 50 m et 380 m d'altitude, à longueur de phase végétative et à fumures égales.

TABLEAU 4 - Calendrier de plantation et de récolte

Date de plantation	Tiko	Molyko	Buéa
		21/8/1969	21/8/1969
Début de récolte premier fruit	17/11/1970	16/12/1970	2/2/1971
Fin de récolte premier fruit	19/12/1970	9/1/1971	6/3/1971
Date de sélection des rejets pour le deuxième fruit	18/1/1971	18/1/1971	29/3/1971
Date du deuxième hormonage	17/6/1971	17/6/1971	15/7/1971
Temps plantation-récolte deuxième fruit	2 ans 3 mois 10 jours	2 ans 5 mois 25 jours	2 ans 5 mois 20 jours

Très probablement c'est le facteur ensoleillement qu'il faut incriminer ici. **Buéa** ne jouit en effet que de 850 heures d'ensoleillement par an. Ce chiffre fait d'ailleurs apparaître plutôt la fréquence que l'importance des masses nuageuses qui règnent au-dessus de cette localité. En terme de rayonnement global les différences avec **Molyko** et **Tiko** seraient encore plus grandes.

Pour les forts éclaircissements, **SIDERIS** (non publié) a signalé sur l'ananas Cayenne lisse une diminution de rendement de 10 p. cent chaque fois que la radiation solaire baisse de 20 p. cent. Il semble en fait qu'il existe un seuil critique se situant vers 1.000 - 1.200 heures (faute d'équipement il n'a pas été possible de mesurer la radiation globale dans les trois stations), en-dessous duquel la pente de la courbe exprimant le rendement en fonction de l'énergie radiante atteint son maximum. Cette réponse correspond précisément au taux de pénétration de l'énergie lumineuse jusqu'au niveau du chloroplaste.

Dans le cas de l'ananas, dont la feuille érigée et crochante se trouve protégée par un appareil épidermique important (trichomes, grains de silice), et dont le parenchyme assimilateur est surmonté d'un tissu aquifère pouvant occuper entre le quart et les deux tiers de l'épaisseur du limbe (suivant les conditions d'alimentation hydrique), la réponse aux variations d'ensoleillement est particulièrement sensible, pour une intensité d'éclaircissement marginale.

Qualités gustatives.

Les qualités gustatives des fruits ont été estimées en se référant aux valeurs de l'acidité et de l'extrait sec. L'acidité est exprimée en milliéquivalents pour cent, par ml de neutralisation de 10 cc de jus avec de la soude décinormale. L'extrait sec est mesuré par lecture directe au réfractomètre. Les résultats figurent au tableau 3.

C'est à **Molyko** que les fruits ont été incontestablement les plus savoureux. On notera spécialement les performances de la variété G. 32-33 sur mulch : 12,0 d'acidité et 14,5 d'extrait sec. Les fruits à maturité présentent une peau normalement pigmentée, jaune pour le type local de Cayenne, jaune avec liserés chocolat pour le clone G. 32-33. La chair est jaune opaque.

A **Tiko**, les fruits sont fades, avec une faible acidité. Leur peau se colore peu à maturité, la chair est jaune translucide.

A **Buéa**, les fruits sont petits, à peau pigmentée de rouge. La chair est blanche opaque. Le goût est amer en raison de la très forte acidité.

Plusieurs auteurs ont mis en relation l'acidité du fruit de l'ananas avec les conditions climatiques. **HUET** (1958) a par exemple enregistré en Guinée une baisse d'acidité vers les valeurs 6-7 mé p. cent, lorsque la moyenne des maxima et des minima s'approche de 27°C (cette moyenne est de 26,2

°C à **Tiko**, 22,6°C à **Molyko** et 19,9°C à **Buéa**). **GORTNER** (1963) a trouvé, sous les conditions du climat hawaïen, que la teneur en acide malique des fruits proches de la maturité peut subir en quelques jours des fluctuations importantes : elle passe de 0,10 p. cent par temps ensoleillé à 0,26 p. cent par temps nuageux. Cet auteur pense que de telles fluctuations sont liées au métabolisme crassulacéen où le malate joue un rôle important. L'acide citrique augmente de façon constante au cours des trois mois qui précèdent la récolte, sans subir de fluctuation notable.

Aucune analyse chimique détaillée n'ayant été entreprise ici, il est difficile de se prononcer sur l'origine des différences d'acidité observées dans les trois stations.

Analyse des profils de tige, production de cayeux happas et bulbilles.

Les profils de tige obtenus un mois et demi après la récolte sur une des répétitions, ont été regroupés sur la figure 5.

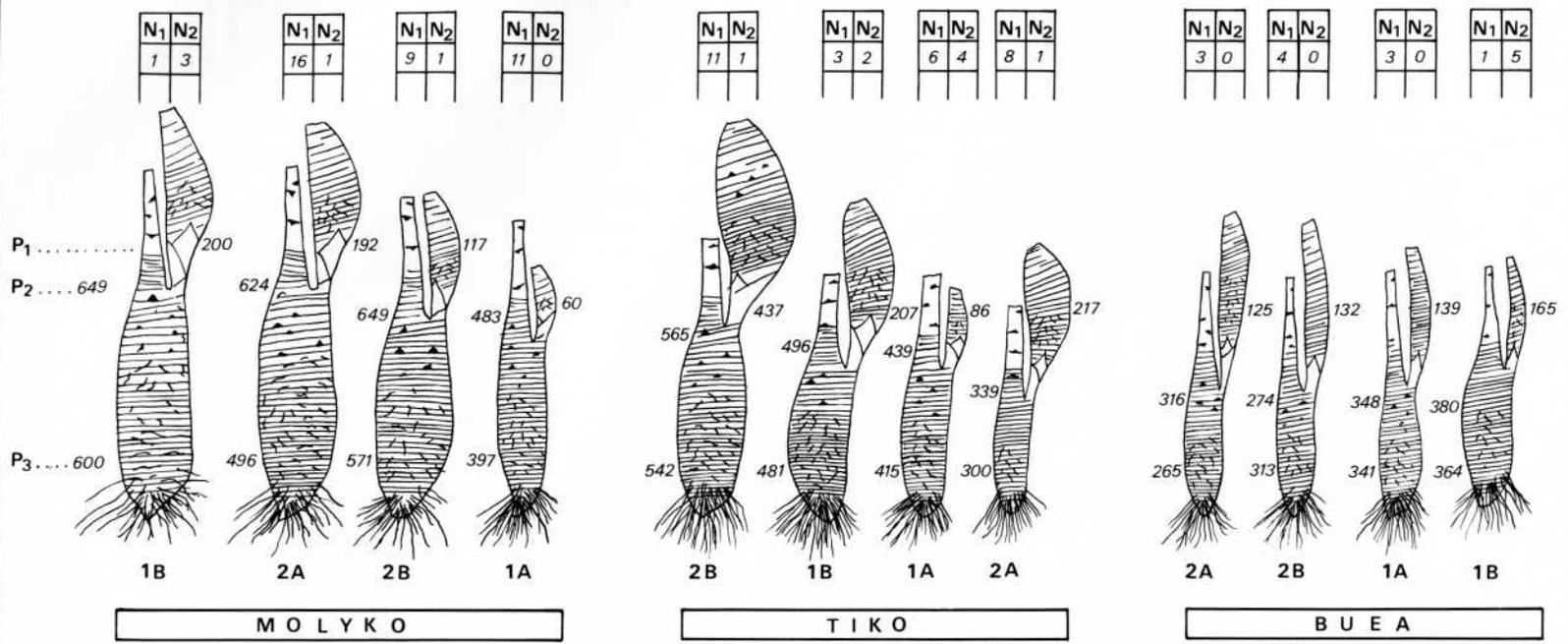
Les plants représentatifs étaient arrachés, leurs feuilles retirées une à une, les tiges pesées et mesurées. C'est **Molyko** qui fournit les tiges les plus vigoureuses aussi bien sur G. 32-33 que sur Cayenne locale. Cette dernière variété réagit très favorablement à la présence de mulch, en gagnant environ 40 p. cent de poids moyen de tige.

A **Buéa**, les tiges sont très effilées avec un niveau d'insertion des cayeux proportionnellement plus bas.

La production de cayeux, happas et bulbilles sur l'ensemble des cinq répétitions est donnée au tableau 3. La Cayenne locale (type apparenté au type **Hilo**) fournit de plus en plus de cayeux lorsqu'on progresse en altitude avec toujours une production supplémentaire en présence de mulch. On n'enregistre par contre aucune apparition ou presque de bulbilles ou de happas quel que soit le traitement ou la localité.

Pour le clone G. 32-33 au contraire, lequel se rapproche du type Saint Domingue, la présence de bulbilles sur le pédoncule floral est de règle, avec un maximum à **Molyko** sur parcelle recouverte de mulch. Entre **Tiko** et **Molyko**, l'augmentation du nombre de bulbilles semble se faire aux dépens de celui des happas et des cayeux. On assiste à une levée de dormance des bourgeons situés sur le pédoncule floral, laquelle n'est pas sans rappeler une tendance « Collar of slips » d'origine génétique, dont l'expression est favorisée par les conditions plus fraîches rencontrées en altitude (**PY** et **GAILLARD**, 1971). Il est toutefois difficile de relier cette levée de dormance à une inhibition plus ou moins partielle des bourgeons situés sur la tige, donc différenciés plus tôt. Le nombre de cayeux et de bulbilles fournis à **Buéa** par la G. 32-33 indiquerait plutôt que les bourgeons de la tige et du pédoncule floral peuvent évoluer indépendamment les uns des autres. En fait les conditions rencontrées à

FIGURE 5 • Profils de tiges un mois et demi après la récolte du premier fruit.
Moyennes de 20 plants représentatifs par traitement.



N₁ - Nombre de pieds sans cayeu.
N₂ - Nombre de pieds portant deux cayeux.

P₁ - Poids moyen en g des cayeux.
P₂ - Poids moyen en g des tiges porteuses de cayeux.
P₃ - Poids moyen en g des 20 tiges.

1A - Cayenne locale sans mulch.
1B - Cayenne locale avec mulch.
2A - G. 32-33 sans mulch.
2B - G. 32-33 avec mulch.

10 cm

TABLEAU 5 - Résultats de deuxième récolte calculés sur une base de 176 plants pour chaque sous-traitement mulch plastique

	Tiko niveau de la mer				Molyko 550 mètres				Buéa 1.000 mètres			
	Cayenne lo.		G. 32-33		Cayenne lo.		G. 32-33		Cayenne lo.		G. 32-33	
	sans mulch	avec mulch	sans mulch	avec mulch	sans mulch	avec mulch	sans mulch	avec mulch	sans mulch	avec mulch	sans mulch	avec mulch
p. cent de plants récoltés	18	17	25	31	76	74	54	48	40	40	31	42
poids des fruits en g	1870	2032	1679	1994	2134	2181	1907	2062	726	640	658	716
p. cent de floraison tardive	24	26	19	10	5	7	20	16	32	14	14	12

Buéa exaltent la tendance au développement végétatif comme si le potentiel assimilateur, insuffisant, devait être compensé par un redémarrage de nouveaux bourgeons. Cette réaction s'apparente curieusement à celle résultant d'une application, au moment de la différenciation de l'inflorescence, d'hormones de croissance appartenant au groupe des morphactines : SANFORD et RAVOOF (1971).

Deuxième récolte.

Entre la date de sélection du rejet et celle du deuxième traitement florigène (tableau 4) trois applications d'engrais eurent lieu. Elles consistaient à déposer au bas de la rosette foliaire 10 g de sulfate d'ammoniaque et 6 g de chlorure de potassium, à l'aide d'une petite cuillère. La troisième application s'est située 25 jours avant l'hormonage. Ce dernier n'a consisté qu'en un seul traitement à l'acétylène (dépôt de 50 ml d'une solution saturée d'acétylène dans le cœur du rejet). Il eût été préférable de renouveler au moins une fois ce traitement, ce qui n'a pas été fait. Le pourcentage de floraison tardive qui figure au tableau 5 provient d'une vague de différenciation naturelle. On constate au total que **Tiko** a fourni le plus bas pourcentage de floraison : environ 40 p. cent, contre 75 p. cent à **Molyko** et 55 p. cent à **Buéa**.

Par rapport à la première récolte, on enregistre une baisse de poids moyen des fruits de 25 p. cent à **Tiko** et **Molyko**, de 50 p. cent à **Buéa**. Ce sont en général les tiges les plus vigoureuses qui supportent les plus gros fruits en raison d'une meilleure tenue du cayeux sur la tige. A **Tiko**, tous les seconds fruits gisaient à terre au moment de la récolte, contre la moitié seulement à **Molyko** et moins du tiers à **Buéa**.

La production d'une seconde récolte apparaît comme pouvant être une opération rentable à **Molyko**, mais non à **Tiko** où la verse est généralisée. Quant aux fruits de **Buéa**, ils ne présentent en second cycle aucune qualité marchande valable.

DISCUSSION ET CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Les résultats qui précèdent sont dictés en grande partie par les contraintes climatiques propres aux trois stations. Le choix du type de sol et des techniques culturales avait pour but de minimiser les autres facteurs éventuels. Les seuls paramètres d'ordre agronomique restant en cause ont été la variété et la présence ou non de mulch.

Bien que l'on se trouve fort éloigné des conditions semi-arides de certains secteurs hawaïens, l'application au sol d'une couverture de polyéthylène procure des avantages non négligeables. Le poids moyen du premier et du second fruit est tout d'abord augmenté tandis que la qualité gustati-

ve peut elle aussi être améliorée : cas de la G. 32-33 à **Molyko**.

Par ailleurs, une plus grande production de cayeux et bulbilles constitue un atout important en culture industrielle, puisque le tonnage brut par hectare de la seconde récolte s'en trouve amélioré, et que les extensions ou replantations peuvent être envisagées sans trop de difficulté en raison de la disponibilité en matériel végétal.

Les performances observées à **Molyko**, sur les deux types de Cayenne les plus fréquents en Afrique de l'ouest, conduisent à conseiller une altitude de 500-600 mètres dans le choix d'un site d'implantation en zone équatoriale. Mais il faut se garder d'une généralisation hâtive. La situation du Mont Cameroun face à la mer est en effet assez exceptionnelle. Elle a imposé l'étude du comportement de l'ananas sous ensoleillement décroissant et thermopériode faiblement croissante. Il serait intéressant de pouvoir tester aussi ce même comportement sous ensoleillement et thermopériode croissantes, conditions généralement rencontrées sur les pentes situées à l'intérieur du pays. Il est possible que dans ce cas les limites fixées pour l'altitude eussent été quelque peu différentes. On pourra toutefois objecter que les impératifs économiques obligent à rechercher des sites proches des zones portuaires donc soumis à l'influence des alizés océaniques.

Du point de vue écologique, l'intérêt de cette étude apparaît mieux si on la place dans le contexte des récentes découvertes relatives au métabolisme des plantes succulentes en général et de l'ananas en particulier.

On sait aujourd'hui (RANSON et THOMAS, 1960) que la fixation de CO₂ chez les plantes succulentes a lieu par accumulation de jour d'un pouvoir réducteur sous forme d'amidon. Ce produit, dégradé par la respiration au cours de la nuit, fournit l'A.T.P. et un accepteur de CO₂, le phospho-énolpyruvate. La fixation nocturne de CO₂ sur cet accepteur en présence de PEP-carboxylase conduit à la formation de malate (cycle C4), lequel est à son tour stocké pour être réutilisé le jour suivant dans la synthèse d'hydrates de carbone. Ce fonctionnement dit « crassulacéen » s'accompagne d'une inversion de la régulation stomatique, d'un rendement de matière sèche en général assez médiocre, mais d'une économie d'eau remarquable.

Il est rare toutefois que ce cycle C4 soit exclusif. Il coexiste le plus souvent, et c'est le cas de l'ananas, avec le système de fixation de CO₂ connu sous le terme de « cycle de Calvin », faisant intervenir le RuDP et la carboxy-dismutase. La formation d'acide phosphoglycérique qui en résulte (cycle C3) a lieu de jour. Elle suppose donc une ouverture des stomates au cours de la phase lumineuse.

Plusieurs travaux ont montré que l'ananas est susceptible d'ouvrir ses stomates de jour ou de nuit selon les conditions

de thermopériode (YODER 1968, AUBERT 1971). Plus récemment, CONNELLY (1972), étudiant le comportement d'un clone de Cayenne lisse en enceinte climatisée, a trouvé que chez l'ananas la prédominance de l'un ou de l'autre cycle est essentiellement fonction de la thermopériode. Le cycle C4 l'emporte sur le cycle C3 lorsque la température entre le jour et la nuit atteint au moins 15°C. Cette constatation permet d'entrevoir la solution de plusieurs problèmes qui n'ont cessé d'intriguer les écophysiologistes s'intéressant à l'ananas :

- l'importance exceptionnelle de la production de matière sèche pour une plante succulente en climat équatorial : de 10 à 15 g de m.s./m²/jour,
- sa sensibilité au photopériodisme,
- le fait qu'elle puisse ajuster «à la demande» sa régulation stomatique.

Compte tenu des conditions thermiques rencontrées à

Tiko, Molyko et Buéa, on peut conclure que l'étude du comportement des deux clones de Cayenne lisse a été réalisée sous un cycle C3 prédominant. Les résultats observés ont été en grande partie fonction de l'énergie lumineuse en tant que facteur limitant, l'effet secondaire du rayonnement sur la température des feuilles ayant eu relativement moins d'importance. La thermopériode n'a pu approcher que très exceptionnellement la valeur de 15°C.

On notera que dans les écologies où le métabolisme crassulacéen devient prépondérant (fort ensoleillement accompagné de minima nocturnes assez bas) la production de deux récoltes successives peut s'étendre sur une durée de trois ans : Hawaï, et même cinq ans : Swaziland, DODSON (1968). En région équatoriale, cette durée peut être inférieure à deux ans.

Il s'agit, là aussi, d'un atout important en culture de type industriel.

BIBLIOGRAPHIE

AUBERT (B.). 1971.

Effets de la radiation globale sur la synthèse d'acides organiques et la régulation stomatique des plantes succulentes. Exemple d'ananas *Comosus* L. MERR.
Oecologia Plantarum, 6, p. 25-34.

CONNELLY (P.R.). 1971.

The effect of thermoperiod on the carbon dioxide uptake and compensation point of the pineapple plant, ananas *Comosus* L. MERR.
Thèse Université des Hawaï, Honolulu.

DODSON (P.G.C.). 1968.

Effect of spacing, nitrogen and hormone treatment on pineapple in Swaziland.
Expl. Agric., 4, p. 103-115.

GEZE (B.). 1943.

Géographie physique et géologie du Cameroun occidental.
Mem. Mus. Hist. Nat., Nelle série, T. XVIII.

GORTNER (W.A.). 1963.

A short-term effect of weather on malic acid in pineapple fruit.
Journal of Food Science, vol. 28, n°2, p. 191-192.

HAWKINS (P.) et BRUNT (M.). 1965.

Report to the Government of Cameroon on the soils and ecology of West Cameroon.
FAO, Rome, deux volumes.

HUET (R.). 1958.

La composition chimique de l'ananas.
Fruits, vol. 13, n°5, p. 183-197.

LACOEUILHE (J.J.). 1971.

L'azote et la croissance de l'ananas.
Fruits, vol. 26, n°1, p. 37-44.

LEFEVRE (R.). 1967.

Aspect de la pluviométrie dans la région du Mont Cameroun.
Cahiers ORSTOM, sér. Hydrol., vol. IV, n°4, p. 15-39.

NIGHTINGALE (G.T.). 1942.

Nitrate and carbohydrate reserves in relation to nitrogen of pineapple.
Bot. Gaz., vol. 103, n°3, p. 409-455.

PY (C.). 1963.

Influence du climat et de différents types de fumure sur la croissance de l'ananas en Martinique.
R.A. IFAC, doc. 49.

PY (C.) et GAILLARD (J.P.). 1971.

La formation et la croissance des rejets d'ananas.
Fruits, vol. 26, n°3, p. 211-222.

RANSON (S.L.) et THOMAS (M.). 1960.

Crassulacean acid metabolism.
Annu. Rev. Plant Physiol., II, 111-126.

SANFORD (W.G.). 1962.

Pineapple Croplog, concept and development.
Better crops Pl. Food, p. 32-43.

SANFORD (W.G.). 1964.

Factors influencing the interpretation of the pineapple crop log.
Plant Analysis and Fertilizer Problems.

SANFORD (W.G.) et RAVOOF. 1971.

Growth regulator may speed pineapple propagation.
Hawaii Farm Science, vol. 20, n°3, p. 8-9.

SUCHET (J.B.). 1972.

La répartition des pluies et les régimes pluviométriques au Cameroun.
Travaux et documents de géographie tropicale. Université fédérale du Cameroun, 287 p.

YODER (R.C.). 1968.

Effects of thermoperiod on the stomatal opening and transpiration of pineapple *Ananas comosus* L. MERR.
Thèse Université des Hawaï, Honolulu.

