

CULTURE SUR MILIEU ARTIFICIEL

CONDUITE DE CULTURES EXPÉRIMENTALES D'ANANAS

I- LE SYSTÈME HYDROPONIQUE DE L'ANGUÉDÉDOU

Renée TISSEAU

*Institut français de Recherches fruitières Outre-Mer*CONDUITE DE CULTURES EXPERIMENTALES
D'ANANAS SUR MILIEU ARTIFICIEL

1. SYSTEME HYDROPONIQUE DE L'ANGUEDEDOU

Renée TISSEAU

Fruits, Apr. 1971, vol. 26, n° 4, p. 279-285

RESUME - Description d'un système simple permettant, grâce à l'emploi du polystyrène expansé comme substrat, de mener des cultures expérimentales d'ananas sans intervention mécanique.

Etude du rythme d'aération des racines. Composition et équilibre de la solution nutritive de base utilisée et action de sa concentration en éléments principaux sur leur assimilation par la plante. L'azote, le phosphore et le potassium sont très rapidement assimilés quelle que soit leur concentration dans la solution. Pour obtenir une croissance harmonieuse des plants il est nécessaire de renouveler souvent des solutions nutritives diluées.

Pour étudier la nutrition de l'ananas en conditions contrôlées, ou pour disposer de plants aussi homogènes que possible en vue d'autres travaux, divers chercheurs de l'IFAC se sont adressés aux cultures sur milieu artificiel. Les premières furent mises en place en France en 1955, dans une serre chauffée de Gif-sur-Yvette (2), puis en Guinée en 1958, à l'air libre (1). L'expérimentation s'est poursuivie depuis 1962 en Côte d'Ivoire (5, 6) et 1965 en Martinique (3, 4), sous abri.

Les techniques ont différé selon les stations :

- culture sur milieu liquide avec aération soit par barbotage continu de bulles d'air, soit par vidanges fréquentes ;

- culture sur différents substrats : sable de rivière, quartz broyé de Norvège, gravillon quartzueux, vermiculite, matière plastique (polyéthylène granulé ou polystyrène expansé).

En Côte d'Ivoire, c'est le polystyrène expansé qui a été choisi. En effet en 1962, au moment de la mise en place des cultures hydroponiques faisant l'objet de cette étude, la station de l'Anguédédou n'était pas électrifiée. Dans ces conditions particulières, il a été nécessaire de réaliser un système simple, ne faisant pas appel à un appareillage pneumatique d'aération des solutions, mais permettant une bonne oxygénation des racines et une observation rationnelle de la croissance.

Le système mis au point offre une sécurité certaine car il est à l'abri des pannes mécaniques ; les manipulations sont simples et le prix de revient est faible.

Ces avantages ajoutés à la fidélité des résultats obtenus ont conduit à conserver ce procédé "rustique" après l'électrification de la station.

DISPOSITIF

L'abri sous lequel ces cultures sont réalisées mesure 12 mètres sur 5 mètres et sa couverture est en verre ordinaire (photo 1). 120 plants y sont répartis sur trois travées longitudinales séparées par deux allées. Chaque travée est constituée par deux lignes de 20 plants.

Les rejets sont mis en place dans des pots rigides de "lucoflex", peints extérieurement (pour limiter l'action des algues), mesurant 60 cm de hauteur et 10 cm de diamètre (photo 2). L'enracinement se fait sur un substrat chimiquement inerte de glomérules de polystyrène expansé, préalablement lavés à l'acide chlorhydrique à 5 p. cent, contenu dans un manchon de treillis nylon d'un diamètre légèrement inférieur à celui du pot dans lequel il est introduit (photo 3).

Les pots sont groupés par quatre pour un même traitement, alimentés à l'aide d'un répartiteur à partir de 10 litres de solution nutritive contenus dans un bidon de polyéthylène peint. Au moment de l'aération des racines, la solution des 4 pots est soutirée simultanément dans un autre bidon et homogénéisée, puis elle est remise en circuit après la période d'aération, opérations simples se faisant manuellement.

Les détails de réalisation ont été donnés, avec croquis à l'appui, dans de précédentes publications (5, 6).

Le choix de pots cylindriques de faible diamètre peut sembler aberrant. En effet la majorité des racines d'un plant cultivé en plein champ sur sable tertiaire, à 61.500 pieds/ha, s'étale en moyenne sur un rayon de 20 à 30 cm et sur une profondeur de 25 à 35 cm. Dans les pots de lucoflex, les racines se logent dans un manchon de 9 cm de diamètre et atteignent souvent 50 à 60 cm de profondeur. Des tests de vérification visant à comparer la croissance de plants cultivés dans ces pots avec celle de

plants mis en place dans des seaux de 30 cm de diamètre sur 30 cm de hauteur, tous autres facteurs restant semblables, ont confirmé la parfaite adaptation des racines à ces conditions particulières de développement, la croissance des plants n'en étant pas perturbée (photo 4).

Ces pots ont le grand avantage d'un encombrement minimum et permettent une densité de plants qui tendrait à se rapprocher des conditions de culture et d'essais en plein champ. Chaque travée de l'abri étant considérée comme un bloc, si l'on élimine comme plants de bordure les 6 groupes de 4 plants des deux extrémités des travées, les 60 mètres carrés de l'abri permettent la mise en place d'un essai comportant 3 répétitions de 8 traitements à 4 plants chacun. La légèreté du support d'enracinement : glomérules de polystyrène et manchon de crin nylon, et son égouttage rapide jusqu'à poids constant permettent de suivre la croissance par des pesées régulières des plants. Par la récupération des solutions on peut effectuer analyses et études de consommation. L'inconvénient de ce système réside dans l'impossibilité d'observer l'ensemble des racines. Seules, celles qui croissent sur le pourtour du manchon sont visibles.

RYTHME D'AÉRATION

L'emploi du polystyrène expansé présente les avantages de la culture sur milieu liquide sans la sujétion d'une aération pneumatique, et les avantages de la culture sur substrat arrosé de solution nutritive sans risque d'entraver le développement des racines. La rétention de nombreuses microbulles d'air à la surface des glomérules permet d'inverser la durée des phases par rapport au procédé classique de la sub-irrigation : les racines baignent la plus grande partie du temps dans la solution nutritive sans être totalement privées de l'air dont elles ont besoin. Inversement, pendant les périodes d'aération, la pellicule de solution maintenue par adsorption à la surface des glomérules empêche le dessèchement des radicelles.

Différents rythmes ont été essayés entre la durée d'aération après soutirage et la durée d'irrigation pendant laquelle le substrat et les racines baignent dans la solution :

- 1) aération quotidienne pendant 2 heures
- 2) aération de 2 heures tous les deux jours
- 3) aération pendant 24 heures, irrigation pendant 24 heures

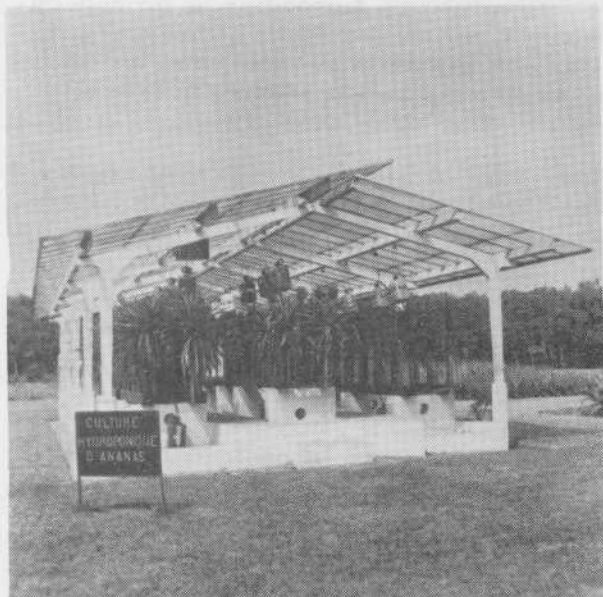


Photo 1 - Vue générale de l'abri réalisé à l'Anguédédou (Côte d'Ivoire).



Photo 2 - Mise en place dans les pots de lucoflex de 4 rejets d'un traitement.

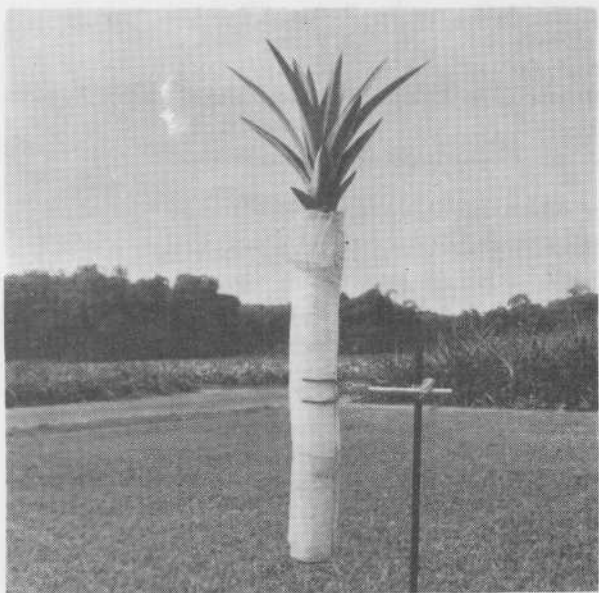


Photo 3 - Plantation du rejet dans le manchon de treillis nylon contenant les glomérules de polystyrène expansé.

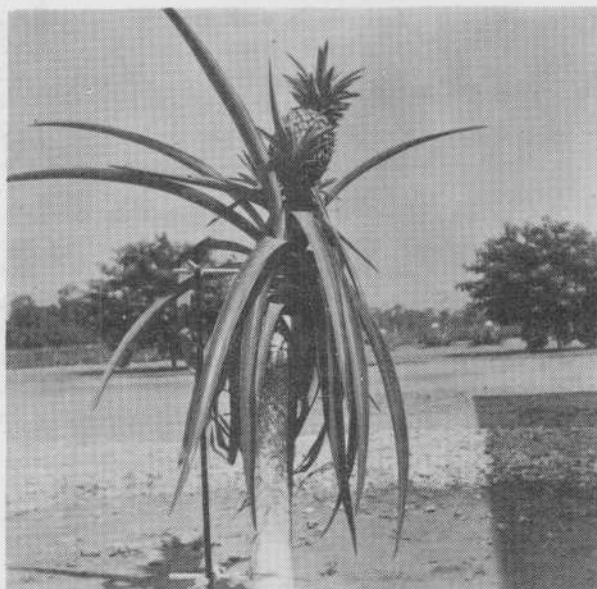


Photo 4 - Plant à la récolte ayant effectué toute sa croissance sur milieu artificiel.

4) irrigation pendant 2 heures, aération pendant 2 heures

5) insufflation quotidienne d'air.

Quel que soit le mode d'aération, chaque plant a donné un fruit dans un délai variant de 11 à 14 mois entre la plantation et la récolte.

On a cependant retenu que, pour une même alimentation, la croissance est plus harmonieuse et les rendements meilleurs lorsqu'un plant est aéré deux heures chaque jour.

On peut admettre à la rigueur, pour des raisons pratiques de simplification des manipulations, que l'on peut se contenter d'aérer les plants 2 heures tous les 2 jours.

COMPOSITION DE LA SOLUTION NUTRITIVE

Plusieurs essais nous ont conduits avec P.

MARTIN-PREVEL à modifier la formule initialement utilisée par P. PELEGRIN, pour arriver aux équilibres suivants entre les constituants majeurs dans la solution de base actuelle :

$$[K^+] = 6 \quad [1/2 Ca^{++}] = 2 \quad [1/2 Mg^{++}] = 4,5 \\ [NO_3^-] = 6 \quad [PO_4H_2^-] = 0,5 \quad [1/2 SO_4^{--}] = 6$$

(Concentrations exprimées en milliéquivalents grammes par litre de solution).

Aux oligo-éléments Fe, B, Zn, Cu, Mo a été ajouté le manganèse.

Les sels employés ainsi que leur concentration par litre dans la solution nutritive, que nous appelons "solution S", sont détaillés dans le tableau 1.

10 litres de solution alimentent 4 plants d'un traitement entre deux renouvellements.

TABLEAU 1 - Composition de la solution nutritive "S"

Nitrate de calcium	(NO ₃) 2 Ca, 4 H ₂ O	236 mg/litre
Nitrate de potassium	NO ₃ K	404 mg/litre
Sulfate de potassium	SO ₄ K ₂	130 mg/litre
Sulfate de magnésium	SO ₄ Mg, 7 H ₂ O	554 mg/litre
Phosphate monopotassique	PO ₄ H ₂ K	68 mg/litre
Sulfate de fer	SO ₄ Fe, 7 H ₂ O	13,9 mg/litre
Borate de sodium	B ₄ O ₇ Na ₂ , 10 H ₂ O	7,6 mg/litre
Sulfate de zinc	SO ₄ Zn, 7 H ₂ O	2,9 mg/litre
Sulfate de cuivre	SO ₄ Cu, 5 H ₂ O	1,2 mg/litre
Molybdate d'ammonium	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ , 4 H ₂ O	1,2 mg/litre
Sulfate de manganèse	SO ₄ Mn, H ₂ O	0,1 mg/litre

Cette solution "S" sert de point de départ à l'établissement d'autres formules pour les études de déficiences ou d'équilibres entre éléments minéraux. Mais, utilisée telle qu'elle, il apparaît souvent nécessaire de la diluer en fonction du rythme de son renouvellement, de l'âge du plant, ainsi que du poids moyen des fruits que l'on se propose d'obtenir selon le but de l'essai.

RYTHME DE RENOUVELLEMENT DES SOLUTIONS

La mise au point d'un équilibre convenable des éléments dans la solution, l'aération satisfaisante des racines nous ont permis d'obtenir des plants vigoureux, de croissance harmonieuse et donnant des fruits d'un poids gé-

néralement élevé dans des temps normaux de végétation (11 à 13 mois).

On pourrait être tenté, connaissant par l'analyse des solutions épuisées la consommation du plant dans l'intervalle plantation-récolte, d'offrir des solutions relativement concentrées nécessitant un minimum de renouvellements pour apporter au cours du cycle les quantités d'éléments nécessaires aux besoins globaux de la plante. L'avidité de l'ananas pour certains éléments, potassium et azote en particulier, rend cette simplification impossible. Dès que le plant a ces éléments à sa disposition, il les absorbe en priorité, en fonction de leur concentration dans la solution beaucoup plus qu'en fonction de ses besoins.

Pour préciser cette absorption préférentiel-

le on a étudié l'influence de la concentration sur l'assimilation en suivant la consommation de deux groupes de 4 plants homogènes T1 et T2. Issus de rejets semblables, nourris de façon identique pendant deux mois, les plants pèsent en moyenne au début de l'expérimentation :

771 grammes pour T1

796 grammes pour T2

A partir de ce moment on les alimente de façon différente ; pour 8 jours :

- les 4 plants T1 reçoivent 10 litres de solution S

- les 4 plants T2 reçoivent 10 litres de solution S diluée au demi (S/2).

● Absorption de N, P, K selon la concentration de la solution nutritive

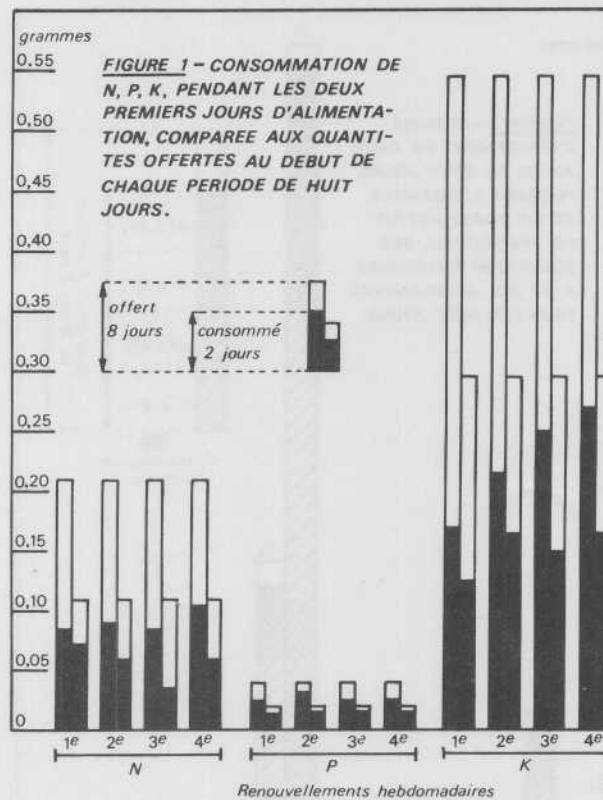
Au cours des quatre premiers renouvellements qui ont suivi, des analyses de N, P, K ont été effectuées sur les solutions S et S/2 après qu'elles aient alimenté respectivement les plants T1 et T2 pendant deux jours. On a représenté dans la figure 1 les quantités de N, P, K consommées dans les deux jours qui suivent un renouvellement de solution, en les comparant aux quantités offertes pour huit jours d'alimentation, calculées d'après les teneurs initiales.

Dès le premier apport de solutions différenciées, alors que les plants ont le même potentiel et la même capacité d'absorption, la consommation de T2 est inférieure à celle de T1 bien que les quantités d'éléments consommés par T1 ne dépassent pas les quantités offertes à T2. L'action de la concentration de N, P, K dans la solution nutritive sur l'assimilation de ces éléments par le plant est donc très nette.

Il n'est pas possible de poursuivre une telle étude au-delà du 4ème renouvellement (1 mois) car les différences de consommation retentissent rapidement sur la végétation et les plants ne sont plus comparables.

● Rythme d'épuisement des solutions nutritives en N, P, K, Ca, Mg.

Pendant la phase végétative active, du début de l'expérimentation précédemment décrite jusqu'au traitement de floraison, les solutions ont été renouvelées 11 fois, toujours après 8 jours d'alimentation des plants T1 et T2 par leurs solutions respectives S et S/2. Des prélèvements ont été effectués tous les deux jours sur les solutions, pour y analyser N, P, K, Ca, Mg.

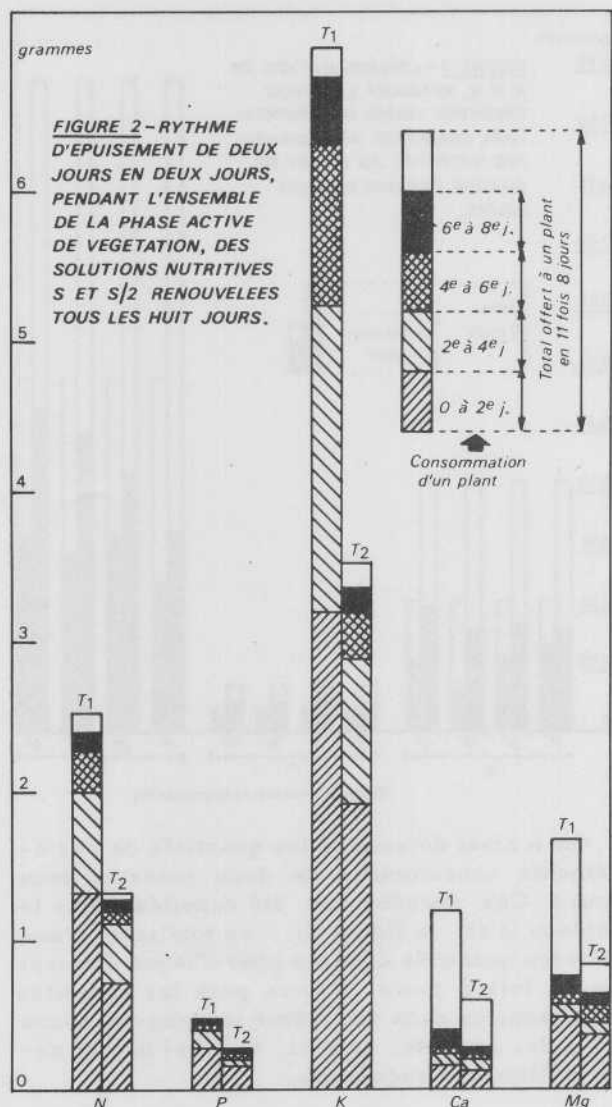


On a ainsi déterminé les quantités de ces éléments consommées de deux jours en deux jours. Ces données ont été cumulées dans le tableau 2 et la figure 2, en totalisant d'une part les quantités offertes pour chaque élément en 11 fois 8 jours, d'autre part les quantités consommées dans une même tranche de 2 jours (0 à 2e, 2e à 4e, 4e à 6e, 6e à 8e) des 11 renouvellements successifs.

L'avidité du plant d'ananas pour N, P et K est bien caractérisée puisque dès les 2e jours il consomme environ 50 p. cent de ce qui lui est offert. Par contre Ca et Mg sont absorbés de façon plus régulière et en quantité proportionnellement faible.

Aussi si l'on décidait de nourrir un plant avec les éléments contenus dans la formule T2 en ne renouvelant la solution nutritive que tous les 15 jours, la solution qui lui serait offerte pour ce laps de temps serait la solution S. Dans ce cas, la solution rapidement épuisée en N, P, K offrirait au plant une nourriture déséquilibrée par rapport à Ca et Mg pendant la plus grande partie de son alimentation.

Cette avidité pour N, P, K augmente paral-



lèvement aux dimensions du plant. Dans le graphique 3 on compare la progression de la consommation de N et de K de 2 jours en 2 jours, selon qu'il s'agit du premier ou du 11^e et dernier renouvellement des solutions au cours de l'expérience. Si en quatre jours un plant de 2 mois absorbe entre 60 et 80 p. cent de l'azote et du potassium mis à sa disposition, au moment du traitement de floraison il consomme dans le même temps plus de 90 p. cent : il devient donc nécessaire de changer plus souvent les solutions diluées.

Dans notre cas, un renouvellement hebdomadaire convenablement dilué selon le niveau de croissance atteint par le plant, sans demander un travail astreignant, semble permettre une croissance normale.

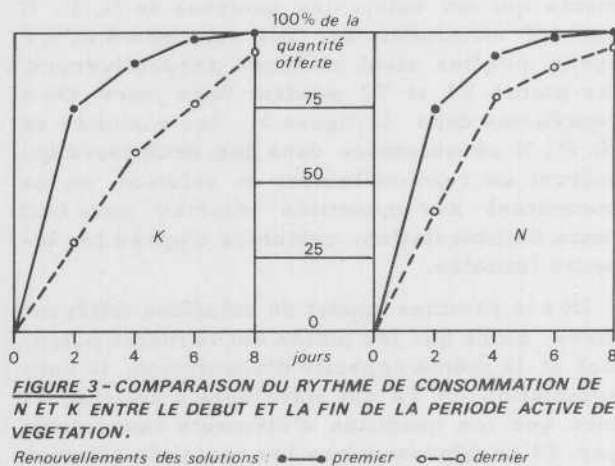


FIGURE 3 - COMPARAISON DU RYTHME DE CONSOMMATION DE N ET K ENTRE LE DÉBUT ET LA FIN DE LA PÉRIODE ACTIVE DE VÉGÉTATION.

TABEAU 2 - Elements offerts et consommés en 88 jours (grammes par plant)

Quantités offertes	N		P		K		Ca		Mg	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
	2,50	1,25	0,46	0,23	6,93	3,47	1,20	0,60	1,64	0,82
Consommation 0 à 2 jour	1,30	0,74	0,29	0,17	3,35	1,90	0,16	0,09	0,22	0,10
2e à 4e jour	0,79	0,36	0,10	0,05	1,90	0,95	0,08	0,05	0,10	0,12
4e à 6e jour	0,26	0,09	0,04	0,01	1,06	0,34	0,07	0,07	0,09	0,05
6e à 8e jour	0,07	0,04	0,02	0,00	0,43	0,08	0,09	0,05	0,11	0,10
Consommation totale	2,42	1,23	0,45	0,23	6,74	3,27	0,40	0,26	0,53	0,41

TRAITEMENT DE FLORAISON

Pour certaines études, lorsqu'on désire grouper la fructification et la récolte, il est nécessaire, comme en culture en champs, d'effectuer des traitements de floraison.

Les plants cultivés en hydroponique répondent relativement mal à ces traitements et pour les réussir à 100 p. cent on a été amené à prendre un certain nombre de précautions :

- une à deux semaines avant la date prévue pour la première application de produit florigène, on supprime l'alimentation minérale en remplaçant la solution nutritive par de l'eau distillée.

- les périodes de jours courts étant plus propices au déclenchement de la floraison, on augmente la durée de la nuit en recouvrant les plants pendant quelques heures matin et soir à l'aide de polyéthylène noir.

- ces précautions étant prises, 3 applications dans le coeur de la rosette foliaire à deux jours d'intervalle de chacune 50 ml d'une solution

d'acétylène (préparée en faisant réagir au moment de l'emploi 3,5 g de carbure de calcium sur 1 litre d'eau à environ 10°) ont déclenché la floraison à 100 p. cent. Ces traitements doivent être effectués de nuit, vers 3 heures du matin de préférence.

CONCLUSION

Simple et rustique, ce système réalisé à peu de frais a permis de mettre en place un bon nombre d'essais dont les résultats ont été positifs (7, 8). Les impératifs pratiques sont :

- aération journalière des racines,
- renouvellement hebdomadaire de solutions peu concentrées,
- confection des solutions nutritives à l'aide d'eau déminéralisée et de sels purs.

Des études sur la consommation par la plante vont permettre de rationaliser l'alimentation par des dilutions différentes et progressives de la solution nutritive "S" en fonction de l'âge des plants.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 - MARTIN-PREVEL (P.) et GUIMBERTEAU (L.).
Influence du substrat, du mode d'irrigation et de la variété dans les cultures d'ananas sur milieu artificiel.
Fruits, Mai 1961, vol. 16, n° 5, p. 251-253.
- 2 - PELEGRIN (P.).
Ananas en culture sans sol.
Fruits, 1958, vol. 13, n° 9-10, p. 401-409.
- 3 - PY (C.).
Recherches pour la mise au point d'une technique simple et économique de culture d'ananas en hydroponique.
Réunion annuelle IFAC, 1965, Doc. 30.
- 4 - PY (C.) et DORMOY (M.).
Recherche des besoins de la plante. Essai d'une méthode de travail en hydroponique.
Réunion annuelle IFAC, 1965, Doc. 34.
- 5 - TISSEAU (M.A.).
Un essai de floraison - nutrition de l'ananas conduit en milieu artificiel.
Journées d'études sur la nutrition minérale des plantes fruitières tropicales et subtropicales, Ed. IFAC, 3-4 octobre 1963, p. 105-118.
- 6 - TISSEAU (M.A.) et TISSEAU (Renée)
Mise en place d'un essai floraison-nutrition minérale sur ananas. Culture sur milieu artificiel.
Fruits, 1963, vol. 18, n° 1, p. 33-36.
- 7 - TISSEAU (M.A.) et TISSEAU (Renée).
Situation des cultures hydroponiques d'ananas en Côte d'Ivoire.
Réunion annuelle IFAC, 1965, Doc. 31.
- 8 - TISSEAU (Renée).
(Ananas en hydroponique, comptes rendus divers).
Réunions annuelles IFAC, 1965 doc. 40, 1967 doc. 6, 54, 66, 67, 68 ; 1970 doc. 9, 74, 93.