

# ANANAS EN CULTURE SANS SOL

par

**P. PÉLEGRIN**

*Institut Français de Recherches Fruitières Outre-Mer.*

*L'étude du développement d'une plante, telle qu'elle est pratiquée d'ordinaire, c'est-à-dire en pleine terre, donne d'excellentes indications quant aux besoins en éléments nutritifs.*

*Néanmoins la complexité des facteurs qui interfèrent est un obstacle à l'étude de la croissance optimum. Si l'on envisage le sol, il est difficile de déterminer la correspondance entre la composition de ce milieu et les besoins de la plante. Et inversement, si l'on étudie les teneurs de la plante en divers constituants, on ne sait pas de façon précise s'il n'y a pas eu dans le sol certains blocages.*

*La culture en solution nutritive est une technique utilisée classiquement en physiologie végétale. Le but de cette note n'est pas d'en faire l'histoire. Nous renvoyons pour le sujet même au livre très complet de Hewitt (Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition).*

*Le travail que nous relatons dans cette note est effectué au Laboratoire de Photosynthèse du Professeur A. MOYSE au Centre National de la Recherche Scientifique de Gif-sur-Yvette (Seine-et-Oise).*

*Les photographies ont été prises dans les serres du même laboratoire.*

PHOTO 1. — Fruits cultivés sur terre.



La culture de l'ananas en conditions artificielles c'est-à-dire en serre en France et en solution nutritive a pour but de connaître les réactions de la plante lorsque aucun facteur n'en limite le développement. Il va de soi que cette étude doit pouvoir être interprétée en fonction du développement dans des conditions naturelles. Une serre, en France, pouvant rétablir les conditions d'Afrique, à l'exception de l'ensoleillement (et ceci est tout un domaine à explorer), on a d'abord cultivé la variété Cayenne lisse dont les rejets venaient de Guinée. La serre maintenant une hygrométrie de 80 % et sa température oscillait entre 25° et 35°. On a cultivé sur divers terreaux 26 plants à partir de janvier 1955. Nous ne détaillerons pas ici les traitements qui furent exécutés (engrais, hormonage, etc.). L'essentiel est de savoir que l'on a obtenu des fruits dans des conditions satisfaisantes.

Ce test acquis, qui de plus nous a donné les courbes de sortie de feuilles ainsi que celles de leur croissance, nous envisageâmes de nous libérer du sol comme support de l'ananas.

Pourquoi ?

La culture sans sol permet d'éviter l'hétérogénéité de ce dernier, car travaillant sur un milieu liquide, il est facile de le faire homogène et d'en reproduire la composition constante. On pourra par ce fait doser

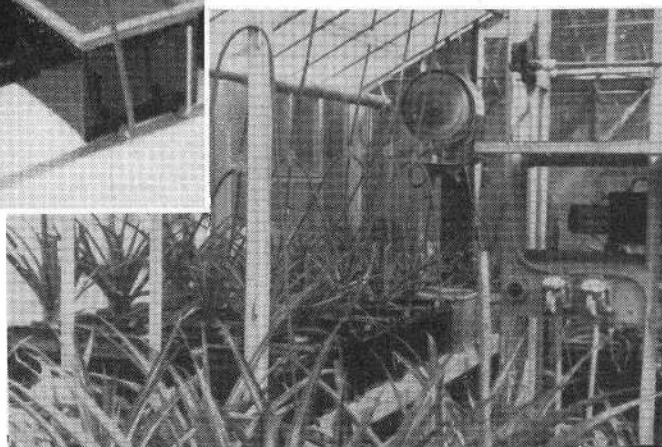
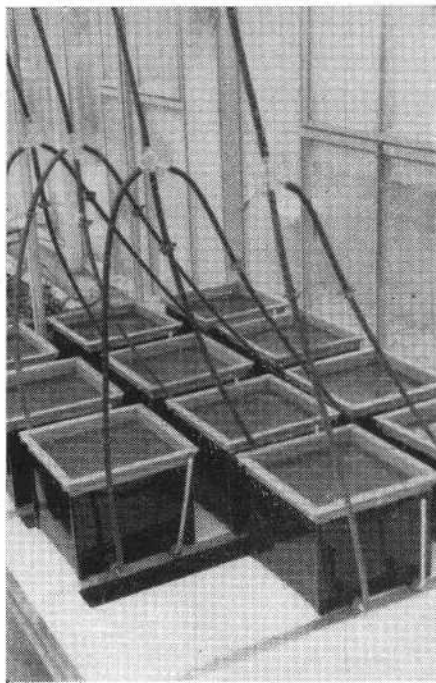
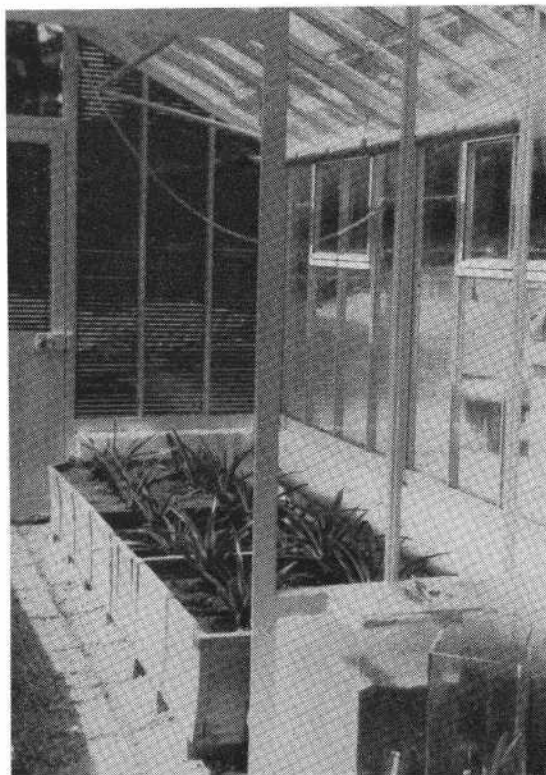
le milieu et déduire de quels éléments la plante a eu besoin à un moment repérable de sa croissance.

Le volume d'un milieu liquide peut être très fortement abaissé par rapport à celui du milieu solide : le sol. Car on peut renouveler aussi souvent que nécessaire le liquide nutritif.

Mieux encore ; lorsqu'on changera le milieu liquide on pourra effectuer sur la plante entière et vivante toutes les mesures désirées relatives au poids et aux longueurs, et ceci sans altérer le moins du monde les racines.

En concevant, ainsi qu'on le verra, des récipients bien adaptés on peut réduire à presque rien l'évaporation au niveau du milieu liquide. Connaissant le volume de la solution initiale et sachant de quel poids s'est accrue la plante on déduira facilement ce qui a été évaporé par elle, en tenant compte du carbone atmosphérique.

Cette méthode permet donc de connaître l'absorption d'éléments par la plante, l'augmentation de poids et de longueur de cette dernière ainsi que son



évaporation. On peut faire varier la teneur du milieu en fonction des besoins de la plante à ses diverses phases de croissance beaucoup plus facilement qu'on le ferait avec le sol comme support, car on évite de nombreuses inter-relations entre sol et éléments chimiques.

Un dernier avantage est la maniabilité du matériel que nous allons décrire, ce qui est fort utile dans un travail de recherche.

Nous envisagerons les diverses techniques que nous

PHOTO 2 (*en haut*). — Culture sur terre.

← PHOTOS 3 et 4.  
Bacs Luciflex aérés.



PHOTO 5 (à gauche). — Jeunes plants d'ananas cultivés en pots étanchésés avec aération par le fond.

PHOTO 6. — Culture par sous-irrigation sur plastylène.

avons utilisées au C. N. R. S. de Gif-sur-Yvette. Nous ne parlerons pas des solutions coulantes qui, à notre avis, ont deux inconvénients, au moins en pratique : la difficulté de réaliser une bonne répartition sur toute la surface du support de cette solution et l'apparition assez constante d'algues au niveau où coule la solution, cause de déperditions en azote tout particulièrement.

**Culture en solution aérée.**

Nous avons expérimenté dès 1955 cette technique et depuis nous l'utilisons après améliorations.

Notre première culture se fit, selon les indications de Sideris, en bac de verre contenant 20 l d'une solution nutritive ayant la composition suivante :

	Nombre de mmg. par litre de solution
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , 4H <sub>2</sub> O	708,
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	348,
MgSO <sub>4</sub> , 7H <sub>2</sub> O	246,
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> O	68,
FeSO <sub>4</sub> , 7H <sub>2</sub> O	14,
ZnSO <sub>4</sub> , 6H <sub>2</sub> O	2,8
Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> , 10H <sub>2</sub> O	7,6
CuSO <sub>4</sub> 5H <sub>2</sub> O	1,2
(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> M <sub>o</sub> <sub>7</sub> O <sub>24</sub> , 4H <sub>2</sub> O	1,2

On remarquera que l'azote est apporté ici sous forme de nitrate. Il n'y a pas de manganèse alors que cet élément est souvent présent, parfois à l'excès dans certains sols volcaniques où l'on cultive l'ananas.

Récemment on a enregistré avec cette solution des

jaunissements sur jeunes rejets. Le sel de Mohr (sulfate ferreux et d'ammonium) a causé le reverdissement ainsi que l'apport de sulfate d'ammonium. On utilise donc depuis systématiquement cette forme ammoniacale d'azote et les 708 mmgr/l de nitrate de chaux sont remplacés par

{ 132 mmg. de sulfate d'ammoniaque  
  172 — — — de chaux

ce qui apporte autant de N et les plantes sont plus belles.

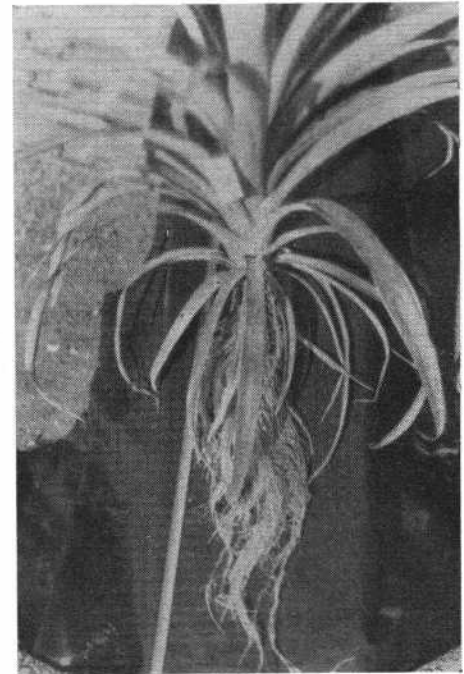


PHOTO 7.  
Racines d'un ananas cultivé en aquarium.



PHOTO 8. — Culture sur gravier vermiculite en fructification.

Nous ajouterons de suite que dans les deux cas (nitrate ou ammoniacque) on a toujours aéré la solution à l'aide d'air comprimé (1 bulle par seconde en moyenne) réglé pour chaque bac. Ceci est essentiel.

On évite que la lumière ne pénètre au niveau des racines en peignant en noir (ou à l'aluminium) le bac.

Dans ces conditions on peut laisser un ananas de taille adulte jusqu'à deux mois dans le même milieu nutritif qui est seulement complété toutes les semaines avec de l'eau permutée ou distillée.

Il faut remarquer cependant que lorsque la plante a émis sa fleur la demande en potassium devient très forte et il est nécessaire de renouveler la solution pratiquement tous les mois.

Nous avons dit que l'on avait commencé la culture sans sol avec 20 l de liquide en bac de verre. La fragilité et le poids de ce dernier ont fait qu'on a utilisé une matière plastique : le lucoflex (chlorure de polyvinyle). On a fait réaliser au laboratoire des bacs représentés sur les photos.

Ces bacs sont très légers. Ils comportent aération par le haut (pour éviter le remplissage d'eau des tuyaux en cas d'aération ralentie) et vidange. Ces bacs sont peints en noir et il y a un couvercle maintenu par des pinces. Le couvercle enserre le collet de l'ananas et des plaques mobiles ferment les fentes du couvercle. Ainsi on peut penser que l'évaporation est très réduite.

Mais on a toujours 20 l de liquide.

Notre technique la plus récente qui semble donner pleine satisfaction, consiste à réduire à environ 3 l seulement le volume de ce liquide.

On a constaté que lorsqu'ils ont de la place à volonté, en aquarium par exemple, les ananas émettent un chevelu d'environ 60 cm de long et 20 cm de diamètre.

Les ananas poussant en solution liquide ont un rapport de leurs diverses parties ainsi composé (en %) :

	Quelques cas							Moyennes approximatives
racines	5,5	5,7	4,0	7,3	6,0	5,2	4,3	6
tige	14,2	12,4	11,4	13,4	15,6	10,7	11,7	13
feuilles	31,	49,7	58,8	40,2	42,2	48,7	40,8	45
fruit	49,3	32,2	25,8	39,1	36,2	24	31,5	36
rejet						11,4	11,7	11,05

On a utilisé des tubes en lucoflex de 9 cm de diamètre et 60 cm de haut avec aération par le bas. L'ananas repose dans le tube par ses feuilles. On peut si l'on veut fermer avec de l'isorel pour apprécier

l'évaporation. Le chevelu de racines suffit à tenir droite la plante.

Un ananas qui le 17 septembre avait des racines de 11 cm a développé son système racinaire jusqu'à 28 cm en 1 mois et 35 cm en 2 mois avec un chevelu abondant et sain.

Ces tubes sont très maniables. Leur poids à vide est de 1 kg et on peut apprécier facilement sur une balance à lecture directe des variations de poids de l'ordre de 5 g.

Les rejets qui y sont placés sont bien enracinés et l'expérience a montré que l'on a intérêt à pratiquer une préculture, avant la mise dans le tube de façon que les rejets fassent 200 à 300 g au départ. Il n'y a pas d'arrêt de croissance dans ces conditions.

Les données qui précèdent permettent de dégager les avantages et les inconvénients de la culture en solution aérée.

Comme avantages on retiendra avant tout la possibilité de peser directement la plante sans briser les racines. Le milieu liquide étant homogène en principe on a en outre une alimentation plus constante et il est facile de faire des prélèvements. En dosant ce qui reste on déduit ce que la plante a absorbé.

On a dans cette méthode une vue facile de l'état des

racines, de leur développement en fonction de la constitution du milieu.

Un dernier avantage est le fonctionnement automatique. La solution mise en place, il n'y a rien à faire sinon qu'à veiller à ce que l'aération soit régulière.

Les inconvénients sont qu'il est souvent difficile d'avoir une aération régulière et qu'il faut y veiller sans cesse. On doit, spécialement dans le cas des tubes de 60 cm de hauteur, faire attention à ce que le niveau de l'eau soit le plus près possible de la zone de naissance des premières racines.

#### Culture avec support.

On a expérimenté successivement.

- un gravier,
- la vermiculite,
- divers granulés plastiques.

#### a) Gravier.

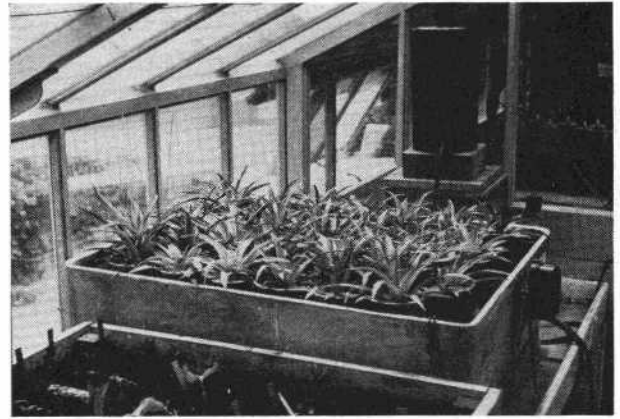
Il s'agissait d'un gravier de la Drôme lavé et de granulométrie égale à environ 3 mm. Ce gravier, particulièrement « neutre », a été lavé à l'acide chlorhydrique dilué à froid pour éliminer le calcaire qu'il

PHOTOS 9 et 10. — Culture par sous-irrigation en tube contenant un support de polystyrène sphérique.





PHOTO 11. —>  
Un essai de culture sur plastylène sphérique avec sous-irrigation dans un bac contenant de l'eau maintenue à 30°.



← PHOTO 12.  
Montage d'un essai sur gravier ou vermiculite.

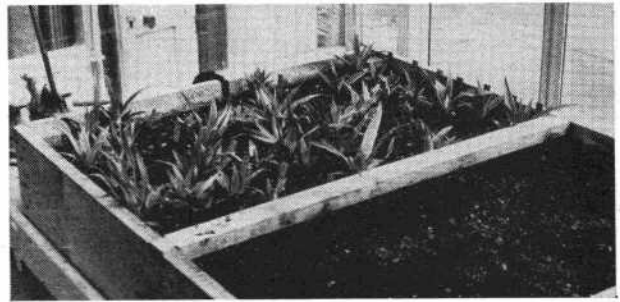


PHOTO 13. —>  
Souches mises en stratification sur châssis chauffé électriquement à 30°.

pouvait retenir. Un abondant rinçage éliminait le sable restant.

On a utilisé, comme bac, d'abord des cuves en Eternit (50 × 50 × 20 cm) pourvues d'un faux fond percé de petits trous (1 mm de diamètre) et soigneusement peint avec du flint-kote ou avec une peinture blanche caoutchoutée.

Ainsi le milieu ne s'enrichissait pas en calcium. Dans ces cuves il fallait malheureusement une grande quantité de gravier et malgré cela on avait une faible épaisseur de « sol ». L'ensemble était peu maniable. Chaque jour on remplissait le bac avec la solution nutritive de façon à monter le niveau du liquide à 5 cm en dessous de la surface. Cette sous-irrigation laissait les racines en contact avec le milieu nutritif environ 3 heures et on écoulait en amorçant un siphon avec une trompe à vide.

On a rapidement amélioré la technique en remplaçant le bac en Everite par un bac en luciflex, matière plastique légère. Le bac type mesurant 30 × 30 × 25 cm, étant pourvu d'un double fond perforé et d'un robinet d'évacuation. Ainsi on évitait les inconvénients de l'Eternit relatifs à la cession de calcium et au grand volume en rendant plus aisés les opérations de remplissage et vidage des solutions.

Les résultats furent bons. On a cueilli par exemple

un fruit de 1 590 g sur un ananas poussant sur gravier. Le cycle un peu long (près de 2 ans) s'explique par un démarrage très lent du rejet, écueil que l'on sait éviter maintenant. Ce fruit était parfaitement coloré en rouge et son goût absolument normal le faisait classer comme un fruit excellent. Le dosage effectué au laboratoire de technologie de l'I.F.A.C. par P. Dupaigne, a donné un rendement en jus de 41 % du fruit entier, un indice de réfraction de 13,8 et une acidité de 176 méq./l. L'indice de maturité de 13 correspond bien à un fruit normal.

Par cet exemple on a vu que la culture sur gravier est possible. Mais il s'agissait d'alléger le poids du support. D'où les deux autres solutions : vermiculite et matières plastiques.

#### b) Vermiculite.

Nous avons vu l'utilisation de cette matière au « phytotron » du professeur MANGENOT à Adiopodoumé en Côte d'Ivoire.

La vermiculite est obtenue à partir d'un mica traité par la chaleur et brusquement refroidi ce qui fait éclater les constituants pour en faire un matériau très léger utilisé en isolation. Ce matériau de plus retient bien l'eau. Ainsi un bac en matière plastique du

modèle utilisé avec du gravier devrait pouvoir tenir en place un ananas tout en pesant beaucoup moins.

On utilise également la technique de sous-irrigation, avec une solution du type « Sideris » comportant l'azote sous forme de nitrate de chaux. La solution n'est évidemment pas aérée, la montée et la descente dans la vermiculite (ou le gravier) facilitant cette aération.

Les résultats furent au début bons ; mais assez vite on remarqua d'une part une croissance plus faible, bien que la floraison puisse se produire, et d'autre part un jaunissement du plant très poussé gagnant le fruit et la couronne.

C'est que la vermiculite est un silicate d'alumine et de magnésie (13 % d'alumine et 23 % de MgO) avec 5 % de  $Fe_2O_3$ . A l'analyse des solutions qui fut

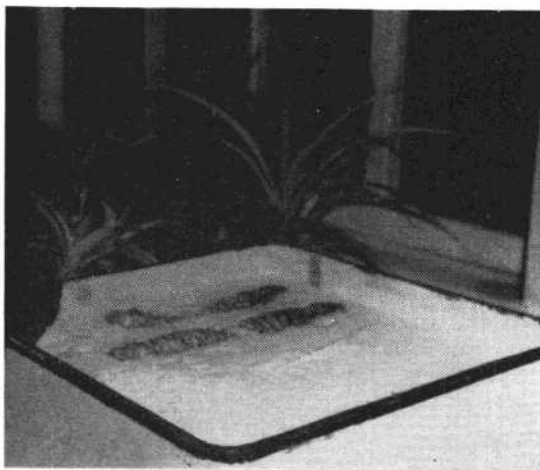


PHOTO 14. — Essai de stratification de souches d'ananas sur Afcolène en poudre.

faite tous les deux mois, trois fois entrechaque renouvellement, on enregistra un accroissement de la teneur en Mg qui a certainement perturbé l'assimilation des autres éléments ainsi que l'élaboration de la chlorophylle.

Cette seule raison nous fait éliminer la vermiculite malgré ses avantages de légèreté.

### c) Matières plastiques.

C'est le support idéal : léger, ne cédant rien si elles sont en polyéthylène, pouvant être de divers grossseurs.

On a commencé par utiliser le polyéthylène en cubes de 5 mm de côté puis on a essayé l'afcolène (polystyrène) en cylindres de 1 mm de diamètre et 5 mm de

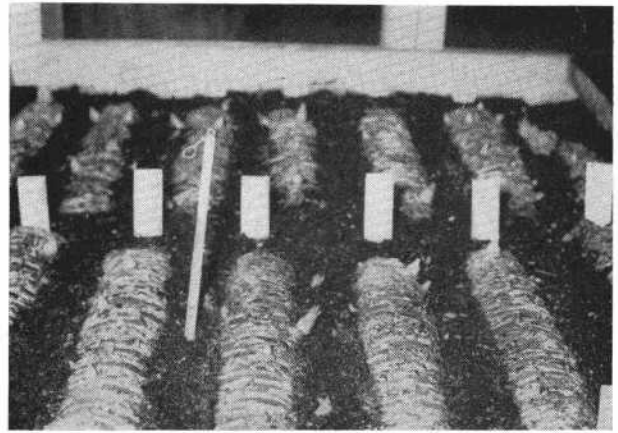


PHOTO 15. — Souches d'ananas en stratification sur terreau.

long. Enfin on a adopté le polyéthylène en granules sphériques de 2 mm de diamètre.

Ces matières sont légères ; leur densité inférieure à celle de l'eau risque même d'être un inconvénient lorsqu'on demande au polyéthylène de remplacer un sol, comme support.

Elles permettent aux racines de pénétrer pratiquement comme dans un sol et de recueillir les substances nutritives qui restent en film sur les granules.

Elles ne modifient en rien le milieu de culture et peuvent facilement être séparées ou récupérées après usage.

On a d'abord utilisé les bacs de 20 l. Puis on a imaginé un bac prenant en gros la forme des racines dans un aquarium rempli de milieu nutritif. Les tubes adaptés après essais sont des cylindres de 60 cm, en chlorure de polyvinyle dur, dont le diamètre est de 9 cm. Un fond est soudé et la solution est amenée

PHOTO 16. — Trois souches commencent à émettre leurs premiers rejets (Les souches blanches se distinguent sur le terreau noir).

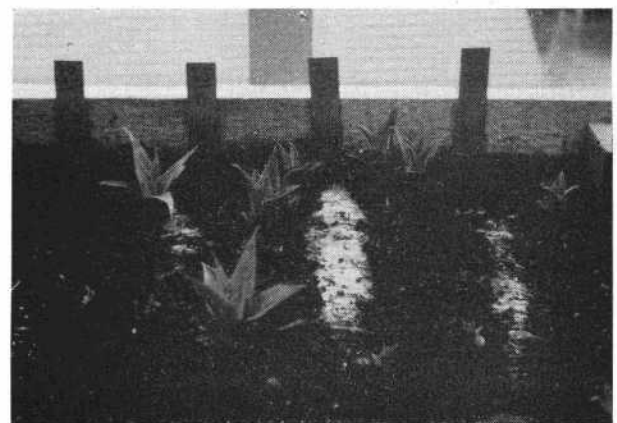




PHOTO 17. — Bac en Lucoflex avec aération de la solution nutritive, contenant 6 jeunes plants d'ananas issus du châssis chauffé électriquement.

soit latéralement soit, dans les derniers modèles, par le fond verticalement.

Ainsi un tube plein de granules de polyéthylène pèse environ 2 800 g. On peut facilement apprécier des variations du poids de la plante de l'ordre de 5 g d'autant plus que le poids de l'ananas seul va varier pratiquement de 300 à 3 000 g.

Notre dernière technique consiste à relier entre eux 5 tubes et à les mettre en communication avec un flacon de 10 l contenant la solution nutritive. Il suffit d'élever ou d'abaisser ce flacon pour faire la sous-irrigation. Il est bon de munir l'orifice de sortie de chaque tube d'un tamis en nylon pour éviter que les granules ne passent dans les tuyaux et qu'ainsi le poids mort du tube ne soit changé.

Ces trois méthodes avec support ont l'avantage de ne nécessiter que peu de solution nutritive. Avec des bacs aérés on mettait environ 20 l que l'on doit renouveler tous les mois ou tous les deux mois. La technique avec gravier ou plastique réduit les besoins en liquide à 5 l (bac), ou 1,3 l (tube).

Le travail journalier est très simplifié et l'on peut 3-4 fois (ou davantage) monter la solution.

Les prélèvements sont faciles.

PHOTO 18. — Culture de très jeunes rejets de couronnes sur gravier.

Les pesées donnent le poids de la plante plus celui du support. L'égouttage est rapide et au bout de 1 heure on peut considérer qu'on est arrivé à un poids stable.

L'inconvénient essentiel est que l'on ne peut pas examiner le système racinaire.

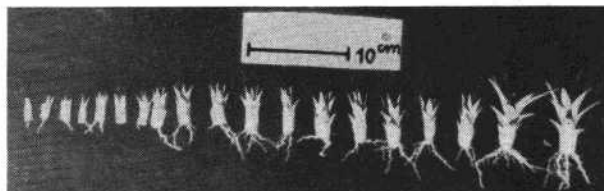
#### Un schéma de culture rationnelle.

En conclusion nous donnons nos techniques les plus récentes.

D'abord partir d'un matériel homogène au stade du clone.

On ne cultive donc que des rejets issus de même souche.

Ceci nécessite un certain temps. Une expérience récente nous a montré que dans de bonnes conditions on peut tirer d'une souche de 30 cm de long une quinzaine de rejets.





Mais pour cela il faut utiliser un châssis chauffé électriquement à 30°. En six mois on doit atteindre le taux de multiplication de 12 au moins. Nous n'avons pas encore réussi à effectuer la culture sur matière plastique.

Les rejets recueillis mesurant alors 25 cm pèsent au moins 60 g et ont de belles racines. On les transporte dans un bac de préculture dont une photo donne l'aspect : long de 90 cm, profond de 12 cm il peut contenir 6 ananas pendant 2 ou 3 mois ; il est aéré par le bas et la vidange de la solution est facilitée par une tubulure spéciale. La solution du type Sideris mais contenant l'azote sous forme de sulfate d'ammoniaque et la chaux en sulfate de calcium est changée chaque semaine. On constate alors une augmentation de poids de 10 % chaque semaine par rapport au poids de la semaine antérieure.

En outre il n'y a aucun arrêt de croissance, ce qui, en essai en plein champ, se produit lorsqu'on plante des rejets de 300 g non racinés.

Des souches mises à stratifier le 11 février ont eu leurs premiers rejets prêts à être sevrés le 12 juin, soit quatre mois après le début de la culture, pesant 60 g ; quatre mois plus tard ils pesaient 250 g. Cette multiplication est aisée en serre tempérée (20° en hiver).

Il est possible d'aller plus vite encore en travaillant en serre chaude (25-35°) et humidifiée à l'aide d'un appareil pulvérisant de l'eau qu'un courant d'air brasse. Diverses photos montrent l'aspect de cet « humidifère ». Bien faire attention à brancher l'appareil sur une réserve d'eau non calcaire (eau de pluie) sous peine d'obscurcir en six mois les vitres de la serre, et de recouvrir de calcaire les feuilles des ananas au point d'en arrêter la croissance.

Lorsque l'on a obtenu un rejet de 250 g dont les racines sont limitées à la hauteur du bac préculture soit 12 cm, on passe, en serre tropicale, à la culture en tube sur plastique ou en solution aérée ainsi qu'il a été décrit précédemment.

On dispose alors ces tubes sur des piquets en fer de façon que les feuilles des ananas permettent le passage en dessous sans qu'on les casse. Si l'on dispose les tubes tous les 60 cm, ce qui correspond à la densité réelle de 28 000 pieds à l'hectare, on peut dans une serre de 3 × 15 m cultiver 120 ananas. Cinq ananas sont reliés par des tubes au bocal contenant

la solution commune. Ainsi, connaissant le développement antérieur de la plante, par ses courbes de croissance, et éliminant les variations dues au facteur « sol », on peut considérer chacun des cinq ananas comme une répétition et prévoir 24 traitements ou encore par exemple quatre essais différents à six traitements chacun.

Il semble que l'on doive fonder de sérieux espoirs sur ces méthodes contrôlant le maximum de facteurs,



PHOTO 19. — Un beau fruit obtenu sur gravier.

car dans un stade ultérieur, on peut utiliser la lumière artificielle et éliminer encore ce facteur de variation.

On en arrive ainsi, logiquement, à utiliser des enceintes climatisées et contrôlées pour l'éclairage après avoir au préalable mis au point les techniques assez longues et complexes de culture sans sol.

Gif-sur-Yvette, Novembre 1958.

