

# Production intégrée du melon cantaloup à contre-saison en Afrique de l'Ouest, à l'aide de voile non tissé

R FROISSART  
Laboratoire de phytomorphologie  
École pratique des hautes  
études  
16, rue Buffon  
75005 Paris  
France

M GERARD  
Projet GCP SEN 033 BEL  
FAOR  
BP 3300  
Dakar  
Sénégal

BE VAISSIÈRE  
Laboratoire de pollinisation  
entomophile  
Unité de zoologie INRA  
Site Agroparc  
84914 Avignon cedex 9  
France

Reçu : mars 1995  
Accepté : janvier 1996

Fruits, 1995, vol 50, p 359-374  
© Elsevier, Paris

## Production intégrée du melon cantaloup à contre-saison en Afrique de l'Ouest.

### RÉSUMÉ

Au Sénégal, le melon, espèce non parthénocarpique et strictement entomophile, est soumis à des attaques importantes d'insectes. L'utilisation d'un voile non tissé a été testée sur deux facteurs touchant la production : aspect phytosanitaire et pollinisation. Quatre traitements, différant par les techniques de pose du voile (à plat ou en tunnel) et par la durée de la protection des cultures, ont été comparés à un témoin laissé à l'air libre. Toutes les parcelles ont reçu des traitements préventifs de fongicides, mais seulement certaines d'entre elles ont reçu des pulvérisations d'insecticides. Les parcelles débâchées à la mise à fruit ont donné des résultats peu satisfaisants. Les parcelles débâchées 21 jours plus tard ont donné les productions les plus intéressantes : 0,97 kg de fruits exportables/plante pour les cultures sous tunnels de voile fermés et pollinisés par une ruche, et 0,56 kg pour celles sous tunnels ouverts à une extrémité et laissés en pollinisation libre. Seuls ces deux derniers traitements ont permis de dégager une marge brute positive.

### MOTS CLÉS

*Cucumis melo*, Sénégal, lutte intégrée, culture sous abri, matériel de protection des plantes, pollinisation, virose, insecte déprédateur des fruits.

## Integrated production of out of season cantaloupes in West Africa.

### ABSTRACT

In Senegal, cantaloupe, a non parthenocarpic and strictly entomophilous cucurbit, is subjected to severe attacks from sap-sucking insects and cucurbit fruit flies. We evaluated the use of a spunbonded row cover with regard to both pest management and pollination. Four different treatments were compared: use of the spunbonded row covers placed directly onto the plants or in small tunnels with a multiple entrance hive or an open end to allow pollination, and the duration of protection lasting until the onset of fruiting or for 20 days afterwards. All plants were sprayed with fungicides as reseeded, but only the plants in the open or those with the cover removed were treated with insecticides. Chemical protection alone was unsatisfactory. The closed tunnels with pollination provided by a multiple-entrance hive gave the best results: 0.97 kg/plant of export-grade fruit. An opening at one end of the tunnels maintained a significant level of protection from insect pests and yielded 0.56 kg of export-grade fruit per plant. These two treatments were the only ones which were economically profitable.

### KEYWORDS

*Cucumis melo*, Senegal, integrated control, protected cultivation, plant protection equipment, pollination, viroses, fruit damaging insects.

## Producción integrada del melon cantaloup fuera de la estación normal en África del Oeste.

### RESUMEN

En el Senegal el melon, especie no partenocarpica y estrictamente entomofila, está muy atacado por los insectos. La utilización de un velo sin tejer fue comprobada sobre dos factores tocantes a la producción : aspecto fitosanitario y polinización. Cuatro tratamientos, diferentes por las técnicas de instalación del velo (de plano o en tunel) y por la duración de la protección de los cultivos, fueron comparados a una muestra dejada al aire libre. Todas la parcelas recibieron tratamientos preventivos de fungicidas, pero solo algunas de ellas recibieron pulverizaciones de insecticidas. Las parcelas desentoldadas después de la fructificación (protección física corta) dieron resultados poco satisfactorios. Las parcelas con protección física mas larga son las mas interesantes : 0,97 kg de frutas exportables/planta para los cultivos bajo tuneles de velo cerrados y polinizados por una colmena, y 0,56 kg para las de los tuneles abiertos a una extremidad y dejados en polinización libre. Unicamente estos dos últimos tratamientos permitieron liberar un beneficio bruto positivo.

### PALABRAS CLAVES

*Cucumis melo*, Senegal, lucha integrada, cultivo protegido, equipo de protección vegetal, polinización, virosis, insectos depredadores de los frutos.

## ● introduction

Au Sénégal, la culture du melon cantaloup, *Cucumis melo* L, doit faire face à d'importants problèmes phytosanitaires pendant le développement des plantes et la croissance des fruits. Les pucerons (*Aphis gossypii* Glover ; *Homoptera* : - *Aphididae*), l'aleurode (*Bemisia tabaci* (Gennadius) ; *Homoptera* : *Aleurodidae*), la mouche mineuse (*Liriomyza trifolii* (Burgess) ; *Diptera* : *Agromyzidae*), et les viroses que transmettent ces insectes, peuvent réduire considérablement la vigueur des plantes. De plus, les pontes des mouches des cucurbitacées (*Dacus ciliatus* (Loew) et *Dacus vertebratus* (Bezzi) ; *Diptera* : *Tephritidae*) dans les jeunes fruits peuvent entraîner des pertes supérieures à 60 % de la récolte (COLLINGWOOD *et al*, 1984). La maîtrise de ces problèmes est donc essentielle pour la rentabilité de la culture, et la recherche de solutions présente un grand intérêt économique pour le Sénégal qui voudrait augmenter cette production pour l'exportation (Direction de l'Agriculture, Dakar).

Dans le contexte d'une lutte intégrée, la protection des cultures par un voile non tissé pourrait constituer une technique intéressante à développer, ou intervenir en complément de la lutte chimique classique, comme l'ont déjà montré des essais sur courgette *Cucurbita pepo* (NATWICK *et al*, 1988 ; FAOUZI *et al*, 1993 ; REYD *et al*, 1993) et sur melon (PERRING *et al*, 1989). Ces cucurbitacées ne sont pas parthénocarpiques sans application d'hormones exogènes, et elles sont, par ailleurs, strictement entomophiles (FREE, 1993). Dès lors, la protection des plantes pendant la floraison pistillée pose le problème de la pollinisation pour obtenir une production fruitière satisfaisante (GAYE *et al*, 1991). Dans les études déjà citées, les voiles étaient généralement retirés, du moins pendant la journée, dès l'ouverture des premières fleurs pistillées, afin de permettre aux abeilles d'accéder librement aux cultures et donc d'effectuer un transfert efficace de pollen. Cependant, ce retrait de la protection entraîne une rapide infestation des plantes par des insectes phytophages souvent vecteurs de viroses, et les rendements s'en trouvent réduits (NATWICK *et al*, 1988 ; REYD *et al*, 1993).

Par ailleurs, si, selon la saison, la croissance d'une courgette de taille commerciale ne demande que

3 à 7 jours, le melon n'atteint, lui, sa maturité que 45 jours en moyenne après l'anthèse (ODET, 1991). Comme les mouches des cucurbitacées pondent leurs œufs dans les jeunes fruits d'un diamètre inférieur à 8-10 cm (APPERT et DEUSE, 1982), le fait de découvrir les cultures de melon au Sénégal rendrait alors les jeunes fruits vulnérables aux attaques des mouches des cucurbitacées.

Outre le contrôle de l'infestation des plantes, l'activité pollinisatrice des abeilles domestiques est également un paramètre important pour la production de melon (FREE, 1993) ; l'efficacité de ces insectes, testée sur des cultures protégées par un voile non tissé, n'avait pas été étudiée jusqu'à présent.

Ces deux facteurs, protection phytosanitaire des plants et pollinisation de leurs fleurs, étroitement liés à la production du melon, ont donc été analysés conjointement lors de l'expérimentation mise en place ; cela a permis de tester l'efficacité de l'utilisation d'un voile non tissé comme moyen de production intégrée du melon à contre-saison au Sénégal.

## ● matériel et méthodes

L'essai a été réalisé dans une parcelle expérimentale de l'Institut sénégalais de recherche agricole (ISRA) au Centre pour le développement de l'horticulture (CDH). Ce centre est situé sur la presqu'île du Cap-Vert, dans la région des Niayes à Cambérène (14°N, 17°W, département de Dakar). L'expérimentation s'est déroulée durant la saison sèche de novembre 1993 à mars 1994. La protection physique des plantes a été assurée par un voile non tissé en polypropylène Agryl P17 Plus (Fiberweb-France, Biesheim, F). Ce voile blanc est constitué d'une nappe de filaments d'environ 20 à 25 µm d'épaisseur (REYD, 1993).

### dispositif de production intégrée

Un schéma expérimental complètement randomisé, avec cinq traitements et deux répétitions par traitement, a été utilisé et chaque répétition était constituée d'une parcelle expérimentale de 50 plantes. Les parcelles (26 m x 1,3 m) étaient espacées de 0,7 m et comprenaient un rang de plantes espacées de 0,5 m (une plante/m<sup>2</sup>).

Deux parcelles constituant le traitement témoin ont été laissées à l'air libre. Les parcelles des quatre autres traitements ont été protégées avec un voile non tissé ; les modalités adoptées pour ces protections sont présentées sur la figure 1 : pour deux des traitements protégés, la couverture des plants a été maintenue jusqu'à la mise à fruit (protection physique longue), pour les deux autres, elle a été prolongée de 20 jours au-delà de ce stade (protection physique longue). Les traitements à « protection physique courte » ont différé par la technique d'installation du voile : dans le traitement « à plat », le voile a été posé directement sur les plantes, dans le traitement « tunnel », il a été disposé en tunnel de 0,7 m au faitage. Les traitements à « protection physique longue » ont eu tous deux un voile disposé en tunnel ; ils ont différé par la conduite de la pollinisation : ces traitements, nommés traitement « ruche » et traitement « découpé à une extrémité », sont présentés dans la suite du texte.

La première fleur hermaphrodite épanouie a été observée 31 jours après la plantation. À partir de cette date, les plantes ayant au moins une fleur hermaphrodite épanouie ont été dénombrées sur

toutes les parcelles à 33, 34, 35, 37 et 39 jours après la plantation. Durant les 3 premiers jours d'observation, le nombre de plantes avec au moins une fleur pistillée épanouie a été semblable, quel que soit le traitement considéré. Lors des comptages effectués aux deux dernières dates, ces effectifs ont été homogènes pour les plantes des traitements avec protection (que le voile soit posé à plat ou disposé en tunnel), et supérieurs à ceux du témoin. Le développement des plantes placées sous voile est donc plus rapide que celui des plantes laissées à l'air libre. Pour tenir compte de cette observation, par ailleurs cohérente avec les résultats de REYD *et al* (1993), et pour démarrer la pollinisation à un stade homogène, les insectes pollinisateurs n'ont eu accès aux fleurs des plantes protégées que lorsqu'au moins 20% d'entre elles ont eu une fleur pistillée épanouie. Cette étape a eu lieu 40 jours après la plantation ; au cours de l'essai présenté, le 41<sup>e</sup> jour après plantation a donc été adopté comme premier jour de la mise à fruit (jour j), sauf mention expresse du contraire.

Au crépuscule du jour j - 1, les voiles des deux traitements à « protection physique courte » ont été retirés, et un pan du voile des tunnels consti-

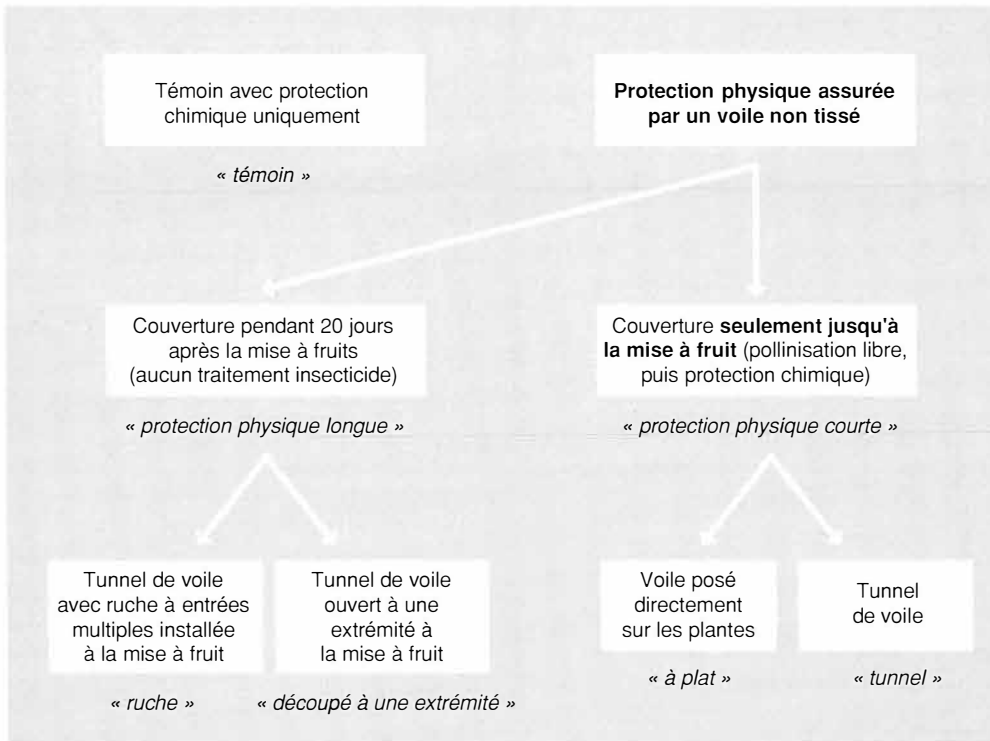


Figure 1  
Diagramme synoptique de présentation des cinq types de protection chimique ou physique testés pour la culture du melon au Sénégal. Les noms entre guillemets renvoient aux libellés des traitements, tels qu'ils sont utilisés dans le texte.

tuant l'un des traitements « à protection physique longue » a été découpé à une extrémité, afin de donner une voie d'accès aux insectes pollinisateurs (traitement « découpé à une extrémité »). Les tunnels du second traitement de « protection physique longue » ont été maintenus fermés et, pour la pollinisation des plantes, on a mis en place, dans chacune des deux parcelles concernées, une ruche de type Dadant peuplée d'abeilles domestiques d'Afrique de l'ouest (*Apis mellifera adansonii* Lat), ayant plusieurs entrées dirigées soit vers l'intérieur des tunnels, soit vers l'extérieur (traitement « ruche »). Ces deux derniers traitements à « protection physique longue » ont été débâchés à partir du moment où les fruits ne présentaient plus le risque d'être attaqués par les mouches des cucurbitacées ; ce stade a été considéré comme atteint lorsque trois fruits par plante, en moyenne, ont atteint 8 à 10 cm de diamètre (APPERT et DEUSE, 1982), soit 21 jours après le jour j.

### conduite culturale

Le précédent cultural de l'essai était une jachère inondable pendant la saison des pluies. La variété de melon " Diamex " (obtention France-Graines, La Ménitric, F), andromonoïque, a été retenue. Les graines ont été semées et laissées en pépinière sous voile jusqu'à leur mise en place dans les parcelles, 37 jours plus tard, lorsque les plantes avaient atteint le stade de deux feuilles vraies. L'axe principal a été taillé au-dessus de ces deux feuilles juste avant la plantation, et les plantes ont été conduites à plat sur deux bras et sans taille ultérieure. Les parcelles des traitements avec protection de voile non tissé ont été recouvertes immédiatement après la plantation. L'irrigation a été réalisée à la raie. Les apports d'engrais ont été calculés selon ODET et MUSARD (1989). Les fumures de fond minérale (phosphogypse, patentkali, sulfate de magnésie, phosphate diammonique) et organique (fumier de cheval) ont été incorporés 23 jours avant la plantation. Une fumure de couverture (10/10/20 et urée) a été apportée 27 jours et 58 jours après la plantation.

Les parcelles ont reçu des traitements chimiques appliqués avec un pulvérisateur à dos. Pendant la durée de l'essai, les parcelles témoins ont reçu 11 pulvérisations de solutions d'insecticides (5 d'Endosulfan, 1 de Méthamidophos, 1 de Chlorpyrifos-éthyl et 4 de Deltaméthrine) ; les

parcelles à « protection physique courte » ont eu six pulvérisations (deux d'Endosulfan et quatre de Deltaméthrine), et les parcelles à « protection physique longue » n'ont reçu aucun traitement insecticide. Afin de contrôler les maladies fongiques (oïdium, mildiou), toutes les parcelles, qu'elles soient protégées ou non, ont reçu 16 pulvérisations de solutions fongicides (2 de Métalaxyl et Mancozèbe, 2 de Chlorothalonil, 5 de Tridémorphe, 2 de Fosétyl-Al, 4 de Manèbe, 1 de Chinométhionate) pendant l'expérimentation. Les applications effectuées dans ce cas étaient aussi bien préventives que curatives.

### relevés phytosanitaires

Dans les parcelles des traitements à « protection physique longue », l'accès aux plantes sous voile était nécessaire pour effectuer certaines mesures permettant d'évaluer le taux de pollinisation. Or, le fait de découvrir ces plantes pouvait conduire à des infestations d'insectes et de maladies qui auraient biaisé l'analyse des résultats faite ultérieurement. Pour pallier cela, chaque parcelle expérimentale a été divisée en deux parties de superficie égale (12,5 m x 1,3 m) ; l'une (A), ponctuellement découverte, a été affectée aux mesures qui nécessitaient l'accès aux plantes, et l'autre (B), dont la protection a été maintenue tout au long de l'expérimentation, a permis d'effectuer les mesures phytosanitaires et agronomiques ; l'attribution d'un type (A) ou (B) aux deux sous-parcelles d'une même parcelle a été faite de façon aléatoire (fig 2, photo 1).

Dix plantes d'aspect normal ont été repérées dans chaque demi-parcelle (B) pour déterminer leur rendement individuel en fruits. Pour le traitement « découpé à une extrémité », ces dix plantes ont été choisies dans une zone située au-delà de 5 m de l'ouverture, et des observations ont été réalisées à partir de l'extrémité ouverte pour déceler un éventuel gradient d'infestation.

Les premiers relevés phytosanitaires ont été réalisés à la mise à fruit, sur les demi-parcelles (A) et (B) du témoin et des traitements à « protection physique courte », juste après leur débâchage (40 plantes par traitement). Après le débâchage des traitements à « protection physique longue », des relevés similaires ont été faits sur les demi-parcelles (B) de ces traitements et du témoin (20 plantes par traitement).

Généralement, les piqûres des insectes piqueurs-suceurs provoquent des symptômes de recroquevillement partiel de la feuille (APPERT & DEUSE 1982). Dans les Niayes, les insectes piqueurs-suceurs pouvant exercer une pression parasitaire importante sont les aleurodes *Bemisia tabaci* et les pucerons *Aphis gossypii* (COLLINGWOOD *et al*, 1984). Les galeries sinueuses des larves de

mouches mineuses sont facilement repérables à l'œil nu. Pour évaluer les attaques des insectes piqueurs-suceurs et des mouches mineuses, deux comptages ont été effectués, qui ont porté sur :  
 – le nombre de feuilles par plante, touchées par ces symptômes de recroquevillement ;  
 – le nombre de galeries des larves par plante, sur l'ensemble du couvert végétal.

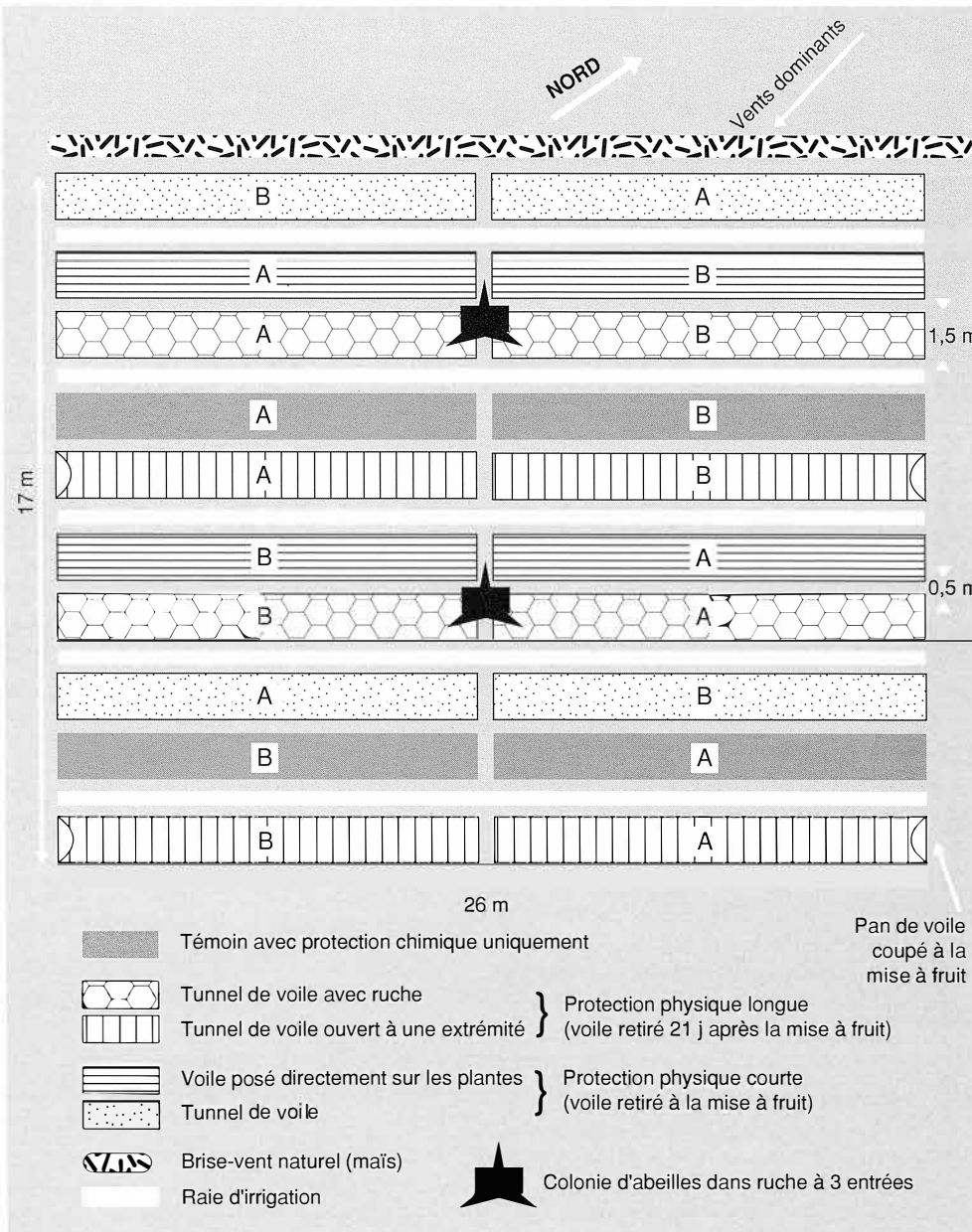


Figure 2  
 Dispositif expérimental de l'essai permettant de comparer cinq types de protection chimique ou physique testés pour la culture du melon au Sénégal. Les demi-parcelles (A) ont permis de suivre la pollinisation (voile relevé lors des mesures) ; les demi-parcelles (B) ont donné lieu aux mesures de type phytosanitaire et agronomique (protection laissée en place jusqu'au débâchage).



*Photo 1*  
 Vue générale de l'essai sur  
 l'étude de différents types de  
 protection d'une culture de  
 melon au Sénégal.

Les taches d'oïdium d'un diamètre supérieur ou égal à 3 mm, ainsi que les aleurodes et les pucerons, ont aussi été dénombrés sur dix feuilles par plante lors de la première observation, puis sur 20 feuilles par plante lors de l'observation suivante à  $j + 21$ .

Après le dernier jour de récolte, soit 101 jours après la plantation, période qui permettait aux symptômes d'avoir eu le temps de s'exprimer pleinement, les plantes présentant des symptômes de viroses et les plantes mortes ont été comptabilisées. Pour ce comptage, toutes les parcelles, soit 100 plantes par traitement, ont été observées. Puisque les demi-parcelles (A), dont les tunnels ont été ouverts quotidiennement entre  $j$  et  $j + 10$ , ont également été prises en compte, le dénombrement effectué a pu surestimer les résultats obtenus pour le taux de plantes atteintes dans les traitements à « protection physique longue ».

### production fruitière

Chaque jour, les fruits des dix plantes expérimentales, repérées dans les demi-parcelles (B) au début de l'essai, ont été récoltés en s'appuyant sur les critères usuels de maturité (dessèchement des

vrilles et de la feuille rattachées au pédoncule, tégument du melon légèrement cireux et odeur caractéristique). Le nombre de fruits récoltés pour chacune de ces plantes ainsi que la date de récolte et le poids de chacun de ces fruits ont été relevés.

Les mouches des cucurbitacées pondent leurs œufs sous le tégument des jeunes fruits. Quand les larves commencent à se développer, la zone autour des trous de ponte se ramollit et brunit sous l'action de micro-organismes qui provoquent la décomposition de la chair du melon (APPERT et DEUSE 1982). Les fruits des dix plantes expérimentales étudiées, qui présentaient ces traces caractéristiques d'infestation sur leur tégument, ont été dénombrés (photo 2).

Enfin, les fruits récoltés ont été évalués en fonction de certaines caractéristiques aptes à conditionner leur devenir commercial. Les melons présentant des marbrures vertes, ou n'ayant pas de côtes distinctes et contrastées, sont classés comme virosés. Ces melons, ainsi que ceux qui sont fendus ou attaqués par les mouches des cucurbitacées, ne sont pas commercialisables. Seuls les fruits sains pouvant être vendus soit sur le marché local (poids du fruit supérieur à 0,3 kg), soit sur un marché d'exportation (poids compris entre



Photo 2  
Symptômes de l'attaque de  
mouches des cucurbitacées  
*Dacus spp* sur melon au  
Sénégal.

0,4 kg et 0,75 kg), ont été considérés comme ayant une valeur commerciale.

Pour évaluer la qualité des fruits, chacun de ces melons commercialisables a été coupé en deux selon un plan équatorial ; la fermeté de leur chair a été mesurée avec un pénétromètre (Euromatest Sintco, Croisy-sur-Seine, F) et leur teneur en sucre évaluée avec un réfractomètre portable (Bellingham & Stanley, Tunbridge Wells, Royaume-Uni).

Le poids moyen d'un fruit et le rendement moyen par plante ont été calculés sur la base des fruits considérés comme commercialisables, récoltés sur les dix plantes expérimentales repérées au début de l'essai dans chaque demi-parcelle (B).

## analyse statistique

L'analyse statistique a été faite en utilisant les techniques habituelles d'analyse de variance, dans l'hypothèse d'une distribution normale pour toutes les variables continues considérées. Pour stabiliser la variance entre les groupes, certaines variables ont été analysées après transformation. Ainsi, la variable discrète « nombre de feuilles / plante, avec symptômes de recroquevillement » a été transformée en prenant sa racine carrée, les

variables exprimant des proportions ont subi une transformation  $\arcsin \sqrt{\quad}$  et c'est le logarithme du « nombre de taches d'oïdium / plante » qui a été considéré (SOKAL et ROHLF, 1981).

Les associations entre paramètres qualitatifs ont été analysées en utilisant des tests de G quand il y avait au moins cinq observations attendues par cellule (SOKAL et ROHLF, 1981). Lorsque des cellules avaient un effectif attendu inférieur à 5, la probabilité significative (P) a été calculée par des tests de Monte-Carlo sur 10 000 essais (ENGELS, 1988a et b). Les moyennes sont rapportées avec leur erreur standard (ES) et les effets ont été considérés comme significatifs, lorsque leur probabilité significative était inférieure ou égale à 0,05, sauf mention expresse autre faite dans le texte. Les analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel SYSTAT (WILKINSON, 1989).

## ● résultats

### contrôle phytosanitaire

#### attaques de ravageurs

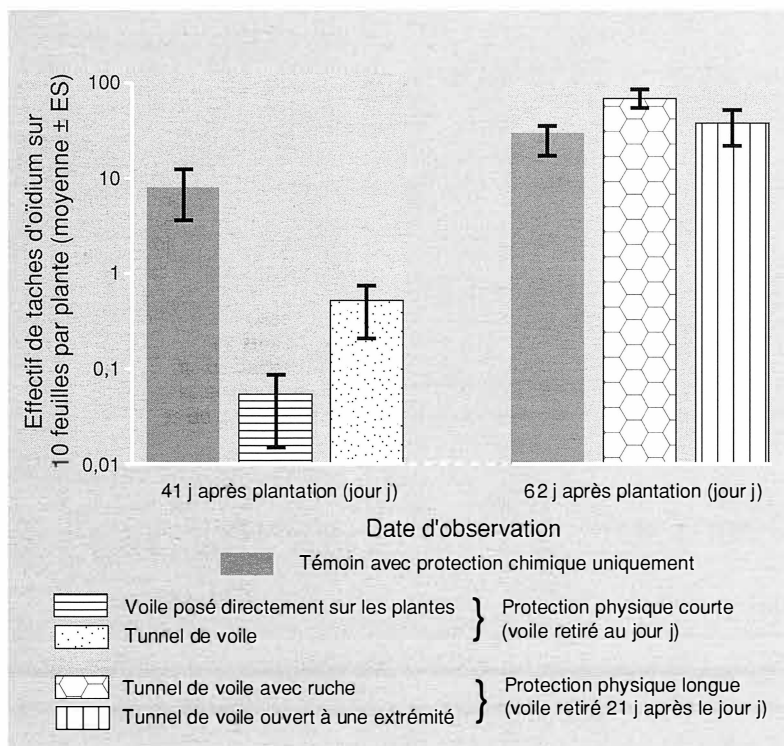
Au cours de l'essai, aucun aleurode ni puceron n'a été repéré. Cependant, certains des traitements



testés ont eu un effet significatif sur le nombre de feuilles présentant des symptômes de recroquevillement. Au jour  $j$ , une moyenne de  $1,32 \pm 0,24$  feuilles / plante-témoin présentaient des recroquevillements, alors que, pour les traitements où les plantes avaient été préalablement protégées, quelle que soit la disposition du voile (posé ou en tunnel), cette moyenne n'a été que de  $0,31 \pm 0,08$  feuille touchée / plante. À  $j + 21$ , aucune feuille des plantes du traitement « ruche » ne présentait de signe de recroquevillement. Les plantes du traitement « découpé à une extrémité », tout comme celles des plantes témoins, ont donné en moyenne  $0,60 \pm 0,27$  feuille recroquevillée / plante.

Au jour  $j$ , aucune galerie de mouches mineuses n'a pu être observée sur le feuillage des plantes protégées par le voile non tissé. À  $j + 21$ , 90 % des plantes témoins avaient des galeries avec une moyenne de  $4,5 \pm 0,5$  galeries / plante, alors que, quelle que soit la disposition du voile, il n'y avait aucune galerie sur les plantes des traitements à « protection physique ».

Figure 3  
Effets de différents types de protection des cultures sur l'infestation des plantes de melon par oïdium au Sénégal (jour  $j$  = premier jour de la mise à fruit).



## attaques fongiques

Au jour  $j$ , soit 41 jours après la plantation, certains traitements ont eu un effet significatif sur le taux d'infestation de l'oïdium, et les plantes des parcelles témoins, avec une moyenne de  $0,8 \pm 0,4$  tache / feuille bien développée, présentaient significativement plus de taches blanches sur leurs feuilles que celles des parcelles traitées ; les plantes ayant bénéficié d'une « protection physique courte » présentaient une moyenne de  $0,026 \pm 0,014$  tache d'oïdium / feuille et la position du voile n'a pas eu d'influence sur le degré d'infestation ( $p = 0,50$ , fig 3). Les premières taches observées sur les plantes protégées par les voiles des traitements à « protection physique longue » sont apparues à  $j + 4$ , soit 45 jours après plantation. À  $j + 21$ , l'expansion du champignon sous les tunnels était telle que le voile n'avait plus d'effet significatif par rapport au témoin ( $p = 0,257$ ), la moyenne sur les trois traitements (témoin + deux traitements à « protection physique longue ») étant alors de  $3,4 \pm 0,5$  taches d'oïdium / feuille (fig 3).

Le nombre de plantes se desséchant en quelques jours a varié selon les traitements ( $p = 0,012$ ). Les premiers flétrissements de plantes ont été notés 61 jours après la plantation ( $j + 21$ ). En fin de récolte, les traitements les plus touchés ont été ceux à « protection physique courte » (23 %), quelle que soit la position du voile (fig 4). L'agent pathogène *Pythium* spp a été identifié par le laboratoire de phytopathologie du CDH, dans le système racinaire de ces plantes desséchées.

## viroses

La répartition des plantes présentant des symptômes de viroses a été très hétérogène d'un traitement à l'autre ( $p = 0,004$ ). Près d'un tiers des plantes témoins se sont révélées infectées ( $30 \pm 8$  %), et cette valeur a été la plus élevée de tous les traitements (fig 4).

## production fruitière

Les conditions climatiques de la saison 1993-1994 ont été dans les normales saisonnières de la région ; de ce fait, les résultats agronomiques obtenus lors de cette étude peuvent être considérés comme représentatifs des conditions de production pour cette zone.



### attaques des fruits par *Dacus spp*

Les traitements ont eu un effet très significatif sur le nombre de fruits attaqués par les mouches des cucurbitacées ( $p = 0,01$ ) (fig 5). Plus de 1/5 des fruits des parcelles témoins a été touché ( $21 \pm 6 \%$ ) et cette proportion a été du même ordre de grandeur que celle des traitements à « protection physique longue » ( $p = 0,703$ ) dont 1/4 des fruits du traitement « découpé à une extrémité » a été touché. Cependant, ce taux d'infestation s'est révélé significativement moins élevé que celui des fruits des traitements à « protection physique courte », qui avaient pourtant reçu six traitements insecticides.

La date de récolte a été la même pour les fruits des deux parcelles du traitement témoin et pour ceux des deux traitements à « protection physique courte ». Pour les fruits des traitements à « protection physique longue », cette date a été très significativement différente selon que les fruits étaient attaqués ou non par *Dacus spp*. Ainsi, pendant les 10 premiers jours de récolte, 68 fruits de ces traitements, parvenus à maturité, n'avaient pas été touchés.

### taux de fruits fendus

À la récolte, un taux global de 2,7 % de fruits fendus a été enregistré, mais la répartition de ces fruits n'a pas été uniforme d'un traitement à l'autre. En effet, si seulement trois melons fendus ont été observés sur les 272 fruits récoltés dans les parcelles des traitements « témoin », « ruche », « découpé à une extrémité » et « à plat », il y a eu 10 % de tels fruits fendus dans le traitement « tunnel » ; cette valeur a d'ailleurs été homogène dans les deux demi-parcelles (B) de ce traitement. La différence entre ce dernier traitement et les autres était hautement significative ( $p < 0,001$ ).

### rendement des plants et qualité des fruits

Les rendements observés au cours de l'expérimentation ont varié de  $2,3 \pm 0,2$  fruits par plante (parcelle témoin) à  $4,4 \pm 0,4$  fruits par plante (traitement « ruche »), mais, pour ce caractère, l'effet traitement n'a pas été significatif ( $p = 0,065$ ) alors qu'il l'a été pour la plupart des autres composantes de la production, qu'elles soient de type quantitatif ou qualitatif (tableau I). C'est le cas, en particulier, du taux de fruits commercialisables et exportables qui s'est révélé

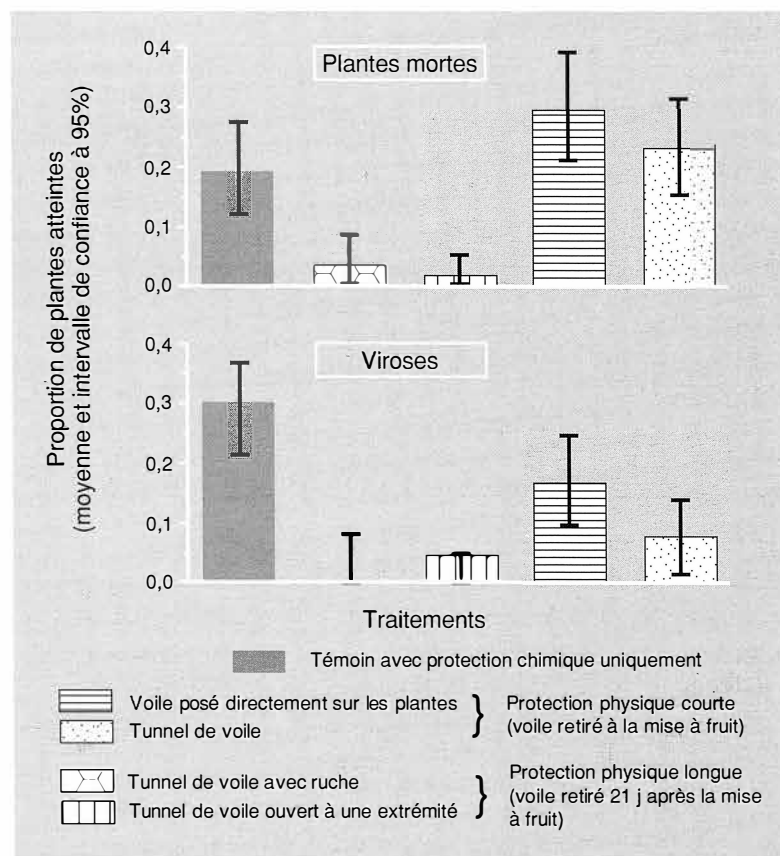
nettement inférieur dans la production de la parcelle témoin que dans celle des autres traitements (tableau I). Cet effet a pu être expliqué essentiellement par des différences dans les nombres de fruits virosés, fendus ou attaqués par les mouches des cucurbitacées.

Les fruits dont le poids était inférieur à 0,3 kg se sont répartis de façon uniforme d'un traitement à l'autre ( $G = 7,28$  ;  $dl = 4$  ;  $p = 0,122$ ) et le calibre des fruits commercialisables a été équivalent pour tous les traitements, avec une moyenne de 382 g / fruit (tableau I).

Sur le plan qualitatif, la fermeté de la chair des fruits a été comparable d'un traitement à l'autre ( $1,14 \text{ kg} / \text{cm}^2$ ), observation qui confirme que la récolte a été réalisée à un stade de maturité uniforme. La teneur en sucres des melons a également été homogène entre les traitements (11,3 %).

Le nombre de fruits commercialisables par plante a varié, de façon hautement significative

Figure 4 Effets de différents types de protection des cultures sur la mortalité des plants et sur le contrôle des viroses, évalués en fin de récolte dans une culture de melon au Sénégal.

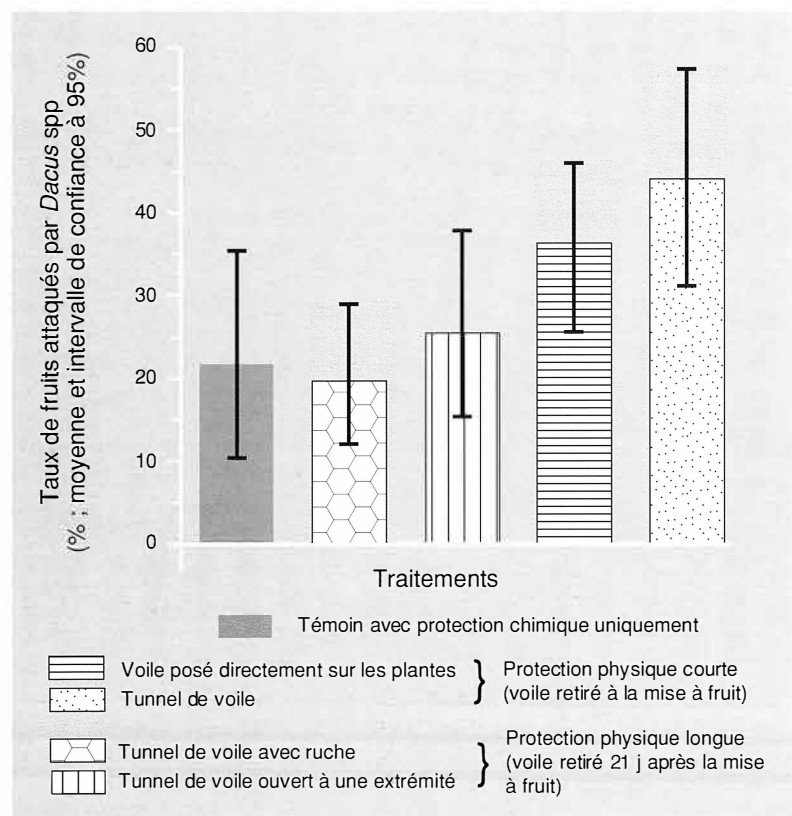


( $p = 0,005$ ), entre  $0,75 \pm 0,20$  fruit (témoin) et  $2,90 \pm 0,28$  fruits (traitement « ruche »), soit multiplié par un facteur 3, en faveur du traitement « ruche ». Le nombre de fruits commercialisables par plante a été homogène pour les parcelles des traitements à « protection physique longue », mais le rendement en fruits commercialisables de la parcelle du traitement « ruche » (en moyenne  $1,4$  kg de fruits par plante) a été significativement supérieur à celui de la parcelle du traitement « découpé à une extrémité » (en moyenne  $0,8$  kg de fruits / plante) (fig 6).

Le nombre de fruits exportables produits par les plantes témoins a été comparable à celui des plantes débâchées lors de la mise à fruit : en moyenne  $0,35$  fruit par plante pour le témoin,  $0,80$  pour le voile mis à plat et  $0,85$  pour le voile disposé en tunnel ; mais cette valeur était significativement inférieure à la production exportable des plantes maintenues sous voile jusqu'au jour  $j + 21$  : en moyenne  $1,8$  fruits par plante pour le traitement « ruche » et  $1,1$  pour le traitement

« découpé à une extrémité », ces deux dernières valeurs n'étant pas, par ailleurs, significativement différentes entre elles. Globalement, la production de fruits exportables a été similaire pour les parcelles témoins qui ont reçu 11 applications d'insecticides, et pour les parcelles à « protection physique courte », qui avaient été couvertes jusqu'à la mise à fruit et qui avaient reçu six applications d'insecticides après leur débâchage (tableau I). La production de melons exportables par les plantes des parcelles des deux traitements de « protection physique longue », découvertes 21 jours après la mise à fruit et n'ayant pas reçu d'applications insecticides, n'a pas été significativement différente d'un traitement à l'autre :  $0,56$  kg/m<sup>2</sup> pour les tunnels ouverts à une extrémité et  $0,97$  kg/m<sup>2</sup> pour les tunnels fermés disposant d'une ruche à entrées multiples. Toutefois, la production de fruits exportables du traitement « ruche » a été significativement supérieure à celle de la parcelle témoin et à celle des traitements à « protection physique courte » (tableau I).

Figure 5  
Effets de différents types de protection des cultures sur les attaques des plants de melon par *Dacus* spp.



## coûts de production

Les coûts de production liés à la protection phytosanitaire ont varié de façon importante d'un traitement à l'autre (tableau II). La lutte chimique effectuée sur la parcelle témoin a été la moins coûteuse de toutes les protections ( $0,16$  FF/m<sup>2</sup>) et, des quatre traitements effectués, c'est la protection effectuée avec un voile posé à plat sur les plantes qui a constitué la méthode la moins chère. Toutefois, compte tenu du faible rendement de fruits exportables obtenu à l'issue de ce traitement, le coût de la protection phytosanitaire effectuée a représenté près de 41 % des recettes.

La stratégie adoptée avec le traitement « ruche » a engendré des coûts de protection importants. Ce traitement n'a reçu aucune pulvérisation d'insecticide, mais le poste « voile », a représenté 26 % des recettes. De plus, pour les traitements à pollinisation libre, le coût lié à la pollinisation est faible (inférieur à 1 % des recettes), alors que, pour ce traitement « ruche », ce poste a représenté un investissement nettement plus important (19 % des recettes). Malgré ces contraintes, le traitement « ruche » a permis de dégager une marge brute intéressante, qui permet à ce traitement de se différencier des autres.

Les coûts liés à la protection phytosanitaire des parcelles avec les traitements « tunnel » et « découpé à une extrémité » représentent les charges les plus importantes en part relative des recettes (54 % et 45 %, respectivement). Cependant, le traitement « découpé à une extrémité » a permis d'avoir une marge brute légèrement bénéficiaire (0,76 FF/m<sup>2</sup>) grâce à l'obtention d'un rendement intéressant en melons exportables.

## ● discussion

### contrôle phytosanitaire

#### attaques fongiques

Les résultats indiquent que le voile semble avoir constitué une barrière mécanique efficace mais temporaire contre les oïdies. La vitesse du vent est dix fois inférieure sous une parcelle avec protection physique que sur des plantes à l'air libre (MERMIER *et al.*, 1994). Cet effet brise-vent du voile pourrait avoir limité la dissémination des oïdies. En revanche, une fois introduit sous le voile, l'oïdium s'est développé rapidement, sans doute à la faveur de conditions climatiques favorables et malgré les 16 pulvérisations de fongi-

cides. GERST (1993) indique que des pulvérisations de fongicides sont possibles à travers le voile, mais elles nous sont apparues moins efficaces du fait de la barrière physique constituée par le voile. La rapidité avec laquelle l'oïdium s'est développé dans les parcelles protégées physiquement fait de cet agent pathogène un facteur limitant important (GAYE *et al.*, 1991). En effet, l'affaiblissement des plantes provoqué par ce champignon peut diminuer la teneur en sucre des fruits de façon notable et leur donner parfois un goût indésirable (SITTERLEY, 1978 ; ODET, 1991). Dans ces conditions, il serait nécessaire d'identifier avec précision l'agent pathogène responsable (*Sphaerotheca fuliginea* (Schlenchtend : Fr) Pollacci *et/ou* *Erysiphe cichoracearum* DC). La variété Diamex étant considérée comme résistante à *Erysiphe cichoracearum* (BLANCARD *et al.*, 1991), si ce champignon était détecté, il pourrait s'agir d'une souche particulièrement virulente. Dans tous les cas de figure, il serait opportun d'utiliser une variété résistante appropriée permettant de maîtriser ce problème sans utilisation de fongicide (PITRAT et RISSER, 1992).

Au jour j + 21, l'expansion du champignon sous les tunnels, exprimée en nombre de taches sur les

Tableau I

Utilisation de voile non tissé pour la production intégrée du melon au Sénégal : effets de différents types de protection chimique et physique sur certaines composantes du rendement en fruits commercialisables et exportables.

	Proportion de fruits rapportée à l'effectif total		Production totale kg/plante	Poids moyen fruits commercialisables g	Rendement exportable kg/m <sup>2</sup>
	fruits commercialisables %	fruits exportables %			
Témoin avec protection chimique uniquement	36 b	19 b	0,75 b	350 a	0,18 b
<i>Protection physique longue (voile enlevé 21 jours après la mise à fruit)</i>					
Tunnel de voile ouvert à une extrémité	76 a	51 a	1,75 a	416 a	0,97 a
Tunnel de voile fermé avec ruche	76 a	51 a	1,11 b	383 a	0,56 ab
<i>Protection physique courte (voile enlevé à la mise à fruit)</i>					
Voile posé sur les plantes	65 a	38 ab	1,16 b	347 a	0,39 b
Tunnel de voile	47 ab	40 ab	1,06 b	400 a	0,46 b

Les valeurs suivies d'une même lettre au sein d'une colonne ne sont pas significativement différentes à P = 0,05 d'après un test de Turkey-Kramer.

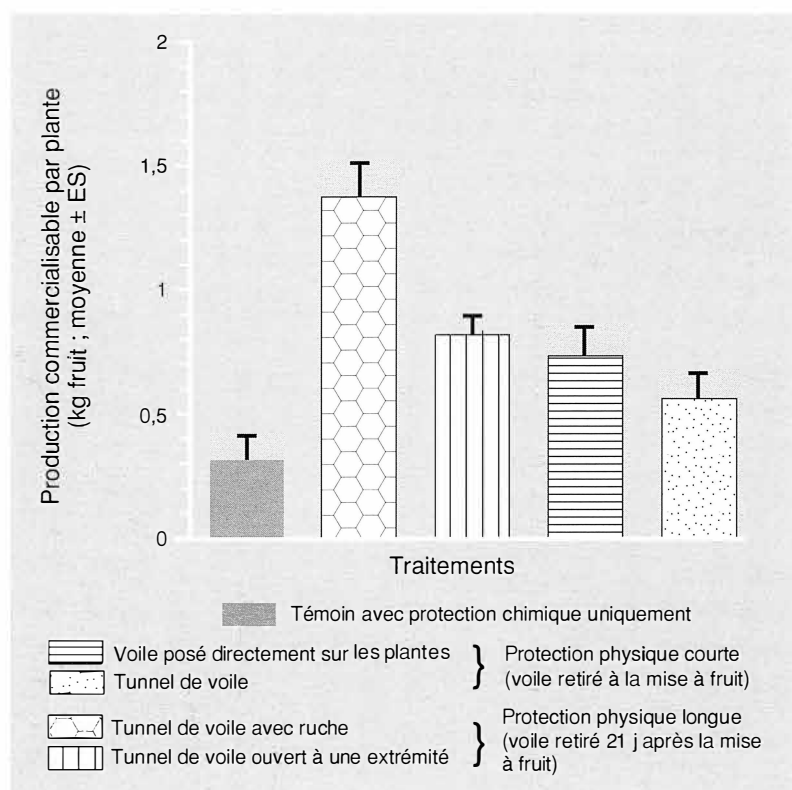


Figure 6  
Effet de différents types de protection sur la production de melons commercialisables dans une culture au Sénégal.

feuilles, est apparue comparable au développement observé dans les parcelles-témoins, mais l'importance relative de l'attaque fongique, pour les plantes touchées, n'était pas équivalente d'un traitement à l'autre. En effet, les feuilles des plantes-témoins étaient nettement plus petites que celles des plantes des parcelles protégées par un voile, ce qu'avaient déjà observé REYD *et al* (1993) sur la courgette. De ce fait, pour un même nombre de taches, il est probable que l'infestation n'a pas entraîné des dommages aussi sévères sur les plantes avec de grandes feuilles que sur celles avec petites feuilles.

Le nombre de plantes mortes en fin de récolte a été plus élevé dans les parcelles des traitements à « protection physique courte ». Le retrait des voiles a changé l'environnement climatique. En effet, l'humidité relative de l'atmosphère d'une culture sous voile est de 15 % à 20 % supérieure à celle de l'air libre, du fait des effets de confinement et de la condensation. Le jour, la température de l'air sous le voile a en moyenne 4 °C de plus que celle de l'extérieur (MERMIER *et*

*al*, 1994). Le débâchage a dû provoquer une diminution de l'hygrométrie qui a entraîné une augmentation de l'évapotranspiration nette des plantes. Une plante attaquée par *Pythium* absorbe moins d'eau (MOULIN *et al*, 1994), elle ne peut donc plus compenser ses pertes dues à l'évapotranspiration, ce qui accentue le stress hydrique consécutif au débâchage. Lors de cultures précédentes réalisées au CDH, des flétrissements semblables avaient été constatés, le plus souvent sur les plantes au stade de la récolte comme lors de cette étude, mais les phénomènes avaient été attribués au *Fusarium solani* (Mart) Sacc. Des souches de *Pythium* spp (entre autres *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzpatrick), surtout actives lors de la saison des pluies, avaient aussi été identifiées, ainsi qu'une bactérie, *Erwinia tracheiphila*, trouvée dans les vaisseaux. La variété Diamex était alors apparue comme relativement moins sensible aux attaques de ces agents pathogènes (DEFrancq, 1984).

## VIROSES

Les taux d'infection des plantes, trouvés plus faibles dans les parcelles protégées par un voile que dans celles à l'air libre, sont cohérents avec les résultats de REYD *et al* (1993) sur courgette, selon lesquels le voile non tissé retarderait les infections virales d'un mois. Toutefois, ces auteurs ont rapporté que, en fin de culture, le taux d'infestation de parcelles témoins n'ayant pas reçu d'applications d'insecticide était de 100 % 40 jours après la plantation, et la population aphidienne se révélait abondante pendant toute la culture. Dans l'étude présentée, la population aphidienne a été minimale lors de la saison sèche (COLLINGWOOD *et al*, 1984), et les parcelles témoins ont reçu 11 pulvérisations d'insecticides. Cela pourrait expliquer que seulement 30 % de plantes virosées n'ont alors été observés après 101 jours de culture. L'identification précise des virus présents n'était pas prévue dans cette étude, mais les symptômes observés ont suggéré la présence de mosaïques transmises par des pucerons et de jaunisses pouvant être inoculées soit par puceron, soit par aleurode (LECOQ, communication personnelle, 1994).

Dans la perspective d'une culture de melon avec débâchage des parcelles à la mise à fruit, il semble opportun d'identifier la nature de ces viroses afin de choisir, pour ce type de culture, des variétés

Tableau II  
Utilisation de voile non tissé pour la production intégrée du melon au Sénégal : effets de différents types de protection chimique et physique sur les marges opérationnelles dégagées.

	Protection physique longue			Protection physique courte	
	Témoin avec protection chimique uniquement	Tunnel de voile fermé avec ruche	Tunnel de voile ouvert à une extrémité	Voile posé sur les plantes	Tunnel de voile
<b>Charges opérationnelles</b>					
Charges fixes de plantation et fongicides (1)	2,17	2,17	2,17	2,17	
Charges variables					
<i>Protection phytosanitaire</i>					
Voile (2)	0,00	2,05	2,05	1,40	2,05
Main d'œuvre	0,00	0,32	0,32	0,08	0,32
Insecticides	0,09	0,00	0,00	0,04	0,04
Main d'œuvre	0,07	0,00	0,00	0,04	0,04
Pollinisation (3)	0,02	1,77	0,02	0,02	0,02
TOTAL DES CHARGES	2,35	6,31	4,56	3,75	4,64
<b>Produits</b>					
Rendement exportable (kg/m <sup>2</sup> )	0,18	0,97	0,56	0,39	0,46
Prix de vente à l'export (FF/kg)	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50
RECETTES	1,71	9,22	5,32	3,71	4,37
Marges brutes (FF/m <sup>2</sup> )	- 0,64	2,91	0,76	- 0,04	- 0,27

Tous les prix sont exprimés en francs français par mètre carré (sauf mention expresse), hors taxe et correspondent aux prix de vente de Dakar en janvier 1994.

1) Engrais minéraux et organiques, semences, compost, produits phytosanitaires (fongicides, insecticides et nématicides), irrigation et main d'œuvre (3,8 FF/h).

2) Voile Agryl P 17 Plus, fer (amorti sur 5 ans), gaine en plastique (amortie sur 2 ans), piquets et ficelles.

3) Pollinisation libre calculée sur la base de 2,5 ruches/ha (McGREGOR & TODD, 1953) et pour le traitement ruche, 1 ruche/34 m<sup>2</sup> (26 m x 1,3 m). Prix d'une ruche : 300 FF amortie sur 5 ans.

résistantes. L'hypothèse d'une transmission de viroses par les insectes piqueurs-suceurs est très probable, car quelques rangs de maïs n'ayant jamais subi de traitements insecticides servaient de brise-vent à l'aire de culture utilisée (fig 2) ; une parcelle de tomate se trouvait à quelques mètres, et enfin, le dispositif expérimental utilisé était bordé d'une jachère sur un côté ; toutes ces plantes sont susceptibles de servir d'hôtes d'inoculum viral aux insectes piqueurs-suceurs. Dans les tunnels « découpés à une extrémité », la plupart des plantes malades étaient situées près des ouvertures, alors qu'il y en avait très peu au-delà de 5 m de cette extrémité. Le gradient d'infestation observé, allant de l'ouverture vers l'intérieur de ces tunnels (12,5 m de long), suggère que l'ouverture des tunnels à une extrémité pourrait constituer une approche intéressante permettant de contrôler le développement de viroses.

## production fruitière

### attaques des fruits par *Dacus* spp

Les feuilles des plantes témoins étaient petites et les fruits étaient donc facilement accessibles aux pulvérisations régulières d'insecticides. Les plantes qui ont été protégées par un voile jusqu'au jour j avaient, au contraire, des feuilles beaucoup plus grandes. La première pulvérisation d'insecticide effectuée sur ces plants n'a été réalisée qu'au jour j + 2, soit 2 jours après le retrait des voiles posés sur les parcelles des traitements à « protection physique courte », les mouches ont donc eu le temps de repérer les plantes et de pondre leurs œufs dans les jeunes fruits. Les attaques de *Dacus* ont été homogènes pour les deux parcelles de chacun des traitements, excepté pour le traitement « à plat », où les fruits de la parcelle située à proximité des rangs de maïs (53 ± 7 % de fruits touchés) ont été nettement plus attaqués que ceux

de l'autre parcelle, plus éloignée ( $16 \pm 6\%$  de fruits touchés). Les mouches *Dacus* spp ont pu utiliser ce brise-vent pendant la journée afin d'y prélever des exsudats sucrés et de s'y abriter du soleil (COLLINGWOOD *et al.*, 1984). Les fruits du traitement « découpé à une extrémité » qui n'avaient pas reçu d'insecticide ont été significativement moins touchés que ceux des traitements à « protection physique courte » qui avaient reçu six pulvérisations d'insecticides. Ce résultat indique que, malgré l'ouverture à une extrémité, le tunnel a constitué une protection efficace contre les attaques des mouches des cucurbitacées.

La date du débâchage des parcelles à « protection physique longue » a été définie à la suite de l'observation du développement de l'oïdium qui devenait préoccupant sous les voiles. Le retrait des protections, qui permettrait de modifier des conditions climatiques des tunnels favorables au champignon et de faciliter les pulvérisations de fongicides, était alors apparu comme un moyen de limiter cette expansion. Les voiles ont été enlevés 20 jours avant le premier jour de récolte, alors qu'il y avait en moyenne trois fruits par plante présentant un diamètre supérieur à 8-10 cm ; à ce stade, selon APPERT et DEUSE (1982), les melons ne risquaient donc plus d'être attaqués par les mouches des cucurbitacées. L'utilisation d'une variété de melon résistante à l'oïdium aurait permis de bénéficier d'une période de protection des parcelles plus longue, et donc d'obtenir une récolte commercialisable probablement plus importante.

### rendement des plants et qualité des fruits

La proportion de fruits fendus produits par les parcelles du traitement à « protection physique courte » avec voile en « tunnel » a été nettement supérieure à celle obtenue avec tous les autres traitements. Cette technique semble donc avoir eu un effet très net sur l'éclatement des melons, sans que l'on ait pu déterminer l'origine de cet effet, car les fruits de la variété Diamex sont réputés être peu sensibles à ce phénomène (Catalogue Vilmorin, 1987/88).

L'obtention d'un melon de taille commerciale nécessite au moins 400 à 500 ovules fécondés (BOHN et DAVIS, 1964, ISELIN *et al.*, 1974), soit un dépôt de 500 à 1000 grains de pollen (ATKINS et KELLUM, 1979). Chez cette espèce, la taille des

fruits est donc positivement corrélée au nombre de graines ; les résultats obtenus, tant sur le nombre de fruits produits que sur le calibre de ces fruits, suggèrent que, au cours de cet essai, la pollinisation n'a constitué un facteur limitant ni dans les parcelles à l'air libre (traitements « témoins » et à « protection physique courte ») ni pour les plantes des traitements à « protection physique longue » (traitements « ruche » et « découpé à une extrémité »), dans lesquels les abeilles ont été observées en train de butiner sur toute la longueur des tunnels. Aucun gradient n'a pu être décelé dans ce cas à partir de l'ouverture des tunnels, ni pour le nombre de fruits par plante, ni pour leur poids.

### coûts de production

Les traitements chimiques effectués dans les parcelles témoins ont représenté la protection des cultures la moins coûteuse de toutes celles expérimentées. Toutefois, cette technique n'a pas permis de dégager une marge brute positive, du fait du faible rendement en fruits commercialisables et exportables de ces parcelles. Les traitements à « protection physique courte » n'ont pas non plus permis de dégager une marge brute positive malgré le fait que le traitement « à plat » ait constitué la méthode de protection la moins chère.

Les traitements à « protection physique longue » sont les seuls à avoir permis de dégager une marge brute positive. Parmi eux, le traitement « ruche » serait le plus intéressant. Toutefois, l'aire de 32 m<sup>2</sup> du tunnel (25 m x 1,3 m) représente une très petite surface à polliniser pour une colonie d'abeilles. En effet, d'après MCGREGOR et TODD (1953), une ruche peut polliniser de façon usuelle une surface de 2,5 ha de melon. Il serait donc intéressant d'expérimenter différentes longueurs de tunnel afin de rentabiliser au mieux l'activité des abeilles d'une ruche à double entrée. Le traitement « découpé à une extrémité » donne des résultats encourageants et des essais sur la longueur maximale, avec de tels tunnels, devraient aussi être envisagés.

### ● conclusions

Les résultats obtenus à partir des parcelles témoins n'ayant reçu qu'une protection chimie par pulvérisations d'insecticides démontrent que cette

seule stratégie ne suffit pas à protéger les plantes de façon efficace pour assurer une production satisfaisante sur le marché de l'exportation.

Les deux traitements à « protection physique courte », dont le voile a été retiré au moment de la mise à fruit, et qui ont reçu six applications d'insecticides, ont donné des résultats généralement équivalents à ceux du témoin qui n'avait reçu qu'une protection chimique. Le débâchage précoce a apparemment fragilisé les plantes et entraîné une mortalité élevée, ainsi que de nombreuses attaques d'insectes ravageurs que les pulvérisations d'insecticide n'ont pu enrayer.

Les résultats des deux traitements à « protection physique longue » ont été souvent homogènes entre eux et bien différents de ceux du témoin. Les tunnels de voile non tissé laissés en place pendant 20 jours après la mise à fruit ont assuré une bonne protection contre les insectes ravageurs. Ils ont permis de dégager une marge brute positive avec une récolte de melons de bonne qualité qui ne présentaient pas de symptômes de viroses. Les résultats obtenus ont toutefois montré que, pour obtenir une protection maximale contre les mouches des cucurbitacées, le voile devrait être laissé en place plus longtemps à condition qu'il n'induisse pas, pendant la maturation des fruits, une réduction des qualités organoleptiques des melons. Il est également apparu, au cours de ces deux traitements à « protection physique longue », que l'oïdium, une fois introduit sous le voile, pouvait devenir rapidement un facteur limitant pour la culture d'une variété sensible.

Les plantes en tunnels maintenus fermés, pollinisées par les abeilles domestiques d'une ruche à plusieurs entrées, ont donné les meilleures performances, tant sur le plan de leur croissance et de leur développement que sur celui de leur production en fruits et de la rentabilité économique. La mise en place du traitement correspondant à cette technique est cependant lourde puisqu'une ruche a été utilisée pour polliniser deux tunnels de 12,5 m de long. Un tel traitement pourrait être intéressant pour la production de semences en conditions contrôlées avec une bonne protection phytosanitaire. De plus, il pourrait permettre d'obtenir une meilleure production de fruits de bonne qualité et de dégager une marge brute encore plus intéressante si des essais montraient qu'une seule colonie d'abeilles

pouvait polliniser une surface de culture plus étendue.

L'utilisation des tunnels de voile ouverts à une seule extrémité a aussi donné des résultats très intéressants. En effet, l'ouverture a permis d'obtenir une pollinisation satisfaisante tout en maintenant une protection importante. Par conséquent, les plantes de ce traitement ont eu une production présentant une proportion élevée de fruits commercialisables, comparable à celle obtenue avec le traitement « ruche ». Pour tirer le meilleur parti de cette technique, il serait souhaitable de réaliser d'autres essais permettant de déterminer la longueur maximale de ces tunnels qui resterait compatible avec une pollinisation efficace. En effet, les tunnels utilisés dans cette étude qui mesuraient seulement 12,5 m de long ont permis néanmoins d'observer un net gradient décroissant de plantes virosées de l'ouverture vers l'intérieur, et ils ont démontré ainsi l'efficacité de la protection.

Globalement, les résultats de l'expérimentation présentée incitent à employer plus largement cette approche de production intégrée du melon. Ils conduisent également à tenter de mieux comprendre les facteurs limitants des cultures sous voile étanche aux insectes (*insectproof*), propres à chaque nouveau site de culture, afin de pouvoir améliorer les techniques culturales *in situ*. La définition d'itinéraires techniques appropriés permettraient ainsi au plus grand nombre d'agriculteurs de concilier les objectifs de rendements et de qualité des productions, avec ceux de protection de l'environnement.

## remerciements

*Nous tenons ici à remercier toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de cette étude, en particulier, G Reyd et H de Saint-Pierre (Fiberweb-France), EV Coly et JP Sarr (CDH), GM Delhove et B Dewez (FAO), A Le Thomas (EPHE), WS Sheppard (USDA, Molecular Systematics Research Laboratory à Beltsville, Maryland), D Bordat (CIRAD-FLHOR), et M Cousin, P Daurade, M Monfrin, N Morison, G Rodet, E Sobkow et JP Torrè Grossa (laboratoire de pollinisation entomophile de l'unité de zoologie à l'INRA d'Avignon).*



## ● références

- Appert J, Deuse J (1982) *Les ravageurs des cultures vivrières et maraîchères sous les tropiques*. Vol 31. Paris, France : Maisonneuve & Larose, vol 31, 420 p
- Atkins EL, Kellum D (1979) Pollination of melons : density and placement of honey bee colonies for maximizing quality and production. *In: Proc 4<sup>th</sup> Int Symp on Pollination, Univ of Maryland, 11-13 October 1978*, 163 p. Maryland, USA, Md Agric Exp Sta Spec Misc College Park, DM Caron publ, 1, 191-200
- Blancard D, Lecoq H, Pitrat M (1991) *Les maladies des cucurbitacées*. Paris, France : Revue Horticole / INRA, 301 p
- Bohn GW, Davis GN (1964) Insect pollination is necessary for the production of muskmelons (*Cucumis melo v reticulatus*). *J Apic Res* 3, 61-63
- Collingwood E F, Bourdhouxhe L, Defrancq M (1984) *Les principaux ennemis des cultures maraîchères au Sénégal*. Dakar, Sénégal, ISRA-CDH, 95 pp
- Defrancq M (1984) *Maladie des cultures maraîchères au Sénégal et sensibilité variétale*. Dakar, Sénégal, CDH, 7 pp
- Engels W (1988a) *Monte Carlo 2xN contingency table test*. Madison (WI), USA, Genetics Department Univ Wisconsin (software)
- Engels W (1988b) *Monte Carlo RxC contingency table test*. Madison (WI), USA, Genetics Department Univ Wisconsin (software)
- Faouzi EH, Choukr-Allah R, Hafidi B, Reyd G (1993) Influence du voile AGRYL non tissé sur la production de courgettes hivernales dans le sud marocain. *Plasticulture* 98, 31-40
- Free JB (1993) *Insect pollination of crops*. London UK, Academic Press, 684 pp
- Gaye MM, Maurer AR, Seywerd FM (1991) Honey bees placed under row covers affect muskmelon yield and quality. *Scientia Horti* 47, 59-66
- Gerst JJ (1993) *Légumes sous bâches*. Paris, France, Centre interprofessionnel des fruits et légumes, 248 pp
- Iselin WA, Jensen MH, Spangler HG (1974) The pollination of melons in air inflated greenhouses by honey bees. *Environ Entomol* 3, 664-666
- McGregor SE, Todd FE (1953) No bees, no melons. *Glean. Bee Culture* 81, 726-759
- Mermier M, Reyd G, Simon JC, Boulard T (1994) Analyse du microclimat sous un voile Agryl P17 abritant une culture de laitue en période hivernale et estivale. *In : 13<sup>e</sup> congrès international CIPA Vérone, 8-11 mars 1994*. Paris, France, Comité international des plastiques en agriculture (CIPA) éditeur, 2-8
- Moulin F, Lemanceau P, Alabouvette C (1994) Pathogenicity of *Pythium* species on cucumber in peat-sand, rockwool and hydroponics. *Eur J Plant Pathol* 100, 3-17
- Natwick E, Durazo III A, Laemmlen F (1988) En zone aride, bâches à plat pour la protection des cultures contre les insectes et les maladies à virus. *Plasticulture* 78, 35-46
- Odet J, Musard M (1989) *Mémento fertilisation des cultures légumières*. Paris, France, Centre interprofessionnel des fruits et légumes, 398 pp
- Odet J (1991) *Le melon*. Paris, France : Centre interprofessionnel des fruits et légumes, 295 p
- Perring T, Royalty R, Farrar CA (1989) Floating row covers for the exclusion of virus vectors and the effect on disease incidence and yield of cantaloupe. *J Econ Entomol* 82, 1709-1715
- Pitrat M, Risser G (1992) Le melon. *In: Amélioration des espèces végétales cultivées*, Paris, France, INRA, Gallais A, Bannerot H, eds, 448-460
- Reyd G (1993) Les voiles non tissés en agriculture. *Phytoma* 448, 16-18
- Reyd G, Faouzi EH, Hafidi B, Choukr-Allah R (1993) Lutte contre les insectes vecteurs de virus au Maroc : efficacité des voiles non tissés sur une culture en plein champ. *Plasticulture* 100, 49-56
- Sitterley WR (1978) Powdery mildews of cucurbits. *In: The powdery mildews*, New York, USA, Spencer DM, ed, Academic Press, 359-379
- Sokal RR, Rohlf FJ (1981) *Biometry*. Freeman WH, San Francisco, USA, 2<sup>nd</sup> edition, 859 pp
- Webb SE, Linda SB (1992) Evaluation of spunbonded polyethylene row covers as a method of excluding insectes & virus affecting fall-grown squash in Florida. *J Econ Entomol* 85, 2344-2352
- Wilkinson L (1989) *SYSTAT : the system for statistics*. Evanston (IL), USA, Systat, inc, 638 pp