



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

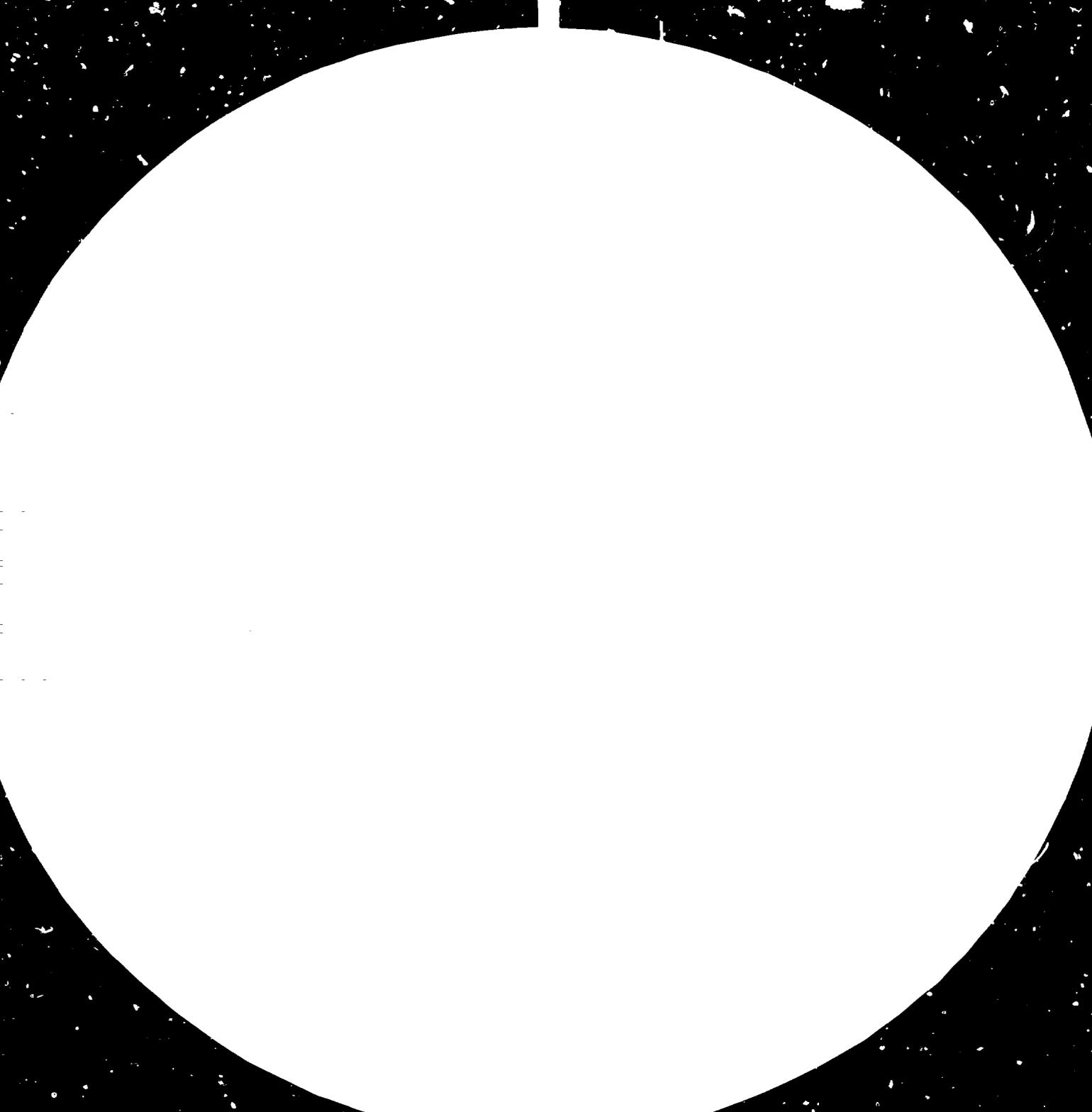
## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

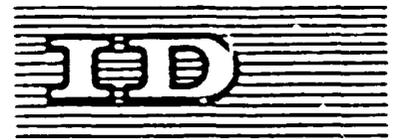
For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)







09935-F



Organisation des Nations Unies pour le développement industriel

Distr. LIMITEE

ID/WG.327/2  
8 septembre 1980

Original : FRANCAIS

Huitième Congrès international sur les applications  
des matières plastiques dans l'agriculture

Lisbonne (Portugal), 6-11 octobre 1980

000000

STRUCTURE POUR DES FILMS EN PVC SUR LES CULTURES PROTEGEES\*

par  
M. Guariento\*\*

\* Les opinions exprimées dans le présent document sont celles de l'auteur et ne reflètent pas nécessairement celles du Secrétariat de l'ONUDI. Ce document n'a pas fait l'objet d'une mise au point rédactionnelle.

\*\* Consultant de l'ONUDI.

Dès 1965 le Prof. Favilli, à Latina, au cours de son excellent rapport au deuxième Colloque national pour les applications des matières plastiques dans l'agriculture, remarquait que " les progrès ont été considérables dans le domaine des produits plastiques utilisables dans les serres, tandis que l'évolution a été négligeable pour les structures. Bien souvent ces structures ne sont pas propres aux fonctions physiques et agronomiques que la serre exige et ne permettent pas en même temps l'utilisation optimale du matériau de couverture, dont les services et la durée en sont ainsi limités".

Dans le Centre des Technologies Agricoles de Montedison Servizi Agricoltura S. p. A., l'Auteur de cette communication a toujours réservé une attention particulière à la recherche sur les structures, surtout pour ce qui a trait à l'application des films plastiques et parmi ceux-ci à ceux en PVC qui sont les plus difficiles à mettre en oeuvre.

Tous les chercheurs - dont la bibliographie mentionne les travaux les plus importants - ont toujours reconnu la supériorité des films en PVC à l'égard des autres films plastiques pour ce qui concerne le rendement thermique et l'effet de serre relevant d'une capacité élevée de rétention du rayonnement, c'est-à-dire des radiations infrarouges moyennes et longues émises par le sol et pour ce qui a trait à la plus longue durée potentielle du film.

Les avantages suivants découlent des caractéristiques positives du PVC :

1. Défense plus vigoureuse des plantes contre les dommages du froid.
2. Produits plus précoces.
3. Production augmentée
4. Amélioration qualitative des produits.
5. Possibilité de réaliser la stérilisation du sol par la thermothérapie, gardant la serre hermétiquement fermée durant l'été.

Tous ces avantages se résument dans l'augmentation du rendement. En dépit de cela, l'utilisation du film en PVC dans la couverture des serres est en général très réduite à l'exception du Japon, où environ 50% du film utilisé pour la couverture des tunnels ou serres sont en PVC. En Italie, l'emploi du film en PVC n'atteint pas encore 10% de la consommation totale des films plastiques employés dans ce but.

Les causes de cette utilisation réduite sont à rechercher dans une série de caractéristiques négatives du film en PVC, que l'on peut modérer partiellement en ayant recours à des corrections apportées dans la formulation du "compound".

- 1) L'augmentation de l'élasticité rend plus difficile la tension parfaite et constante du film, réduisant par conséquent sa résistance au vent. Ce défaut, associé à la réduction de la résistance à la propagation du déchirement - qui est typique des films en PVC - amène souvent la destruction complète de la couverture, ce qui se traduit par des graves pertes économiques qui ne se limitent pas à celles concernant le remplacement du film.

En effet, il n'est pas toujours possible de le remplacer tout de suite. De cette façon la culture peut subir des dommages même graves. Ce défaut annule la durée potentiellement plus élevée du film. Il faut encore ajouter à cela que l'élasticité du film, quand il n'est pas assez tendu, favorise la formation de grosses poches pleines d'eau de pluie, qui au moindre obstacle s'opposent à l'écoulement de l'eau, sur la ligne de pente de la bâche.

- 2) L'électrostatisme, attirant et faisant adhérer de façon persistante au film le smog et la poussière de l'air, réduit sensiblement la transparence et la clarté du film. Cet inconvénient, dans les zones particulièrement polluées, peut obliger à remplacer le film après un an ou deux au plus, même s'il est encore intact.
- 3) Le coût par kg du film d'une durée d'un an est actuellement en Italie d'environ 18% supérieur au PE "quatre saisons". De plus le poids spécifique du film en PVC est plus élevé que celui du film PE d'environ 30%.

Tout cela se traduit par une hausse du coût, par mètre carré d'environ 65%.

Ceci est exact si l'on considère les prix actuels, mais il y a quelques mois la différence était encore plus marquée et l'on devait considérer que le coût au m<sup>2</sup> du film en PVC était d'environ le double de celui du polyéthylène.

- 4) Les difficultés plus considérables que l'on rencontre pour l'extrusion de films en PVC dans des largeurs telles qu'elles permettent la couverture de grands abris.

Actuellement les transformateurs italiens, exploitant des formulations indiquées, débitent des films de 0.12 mm d'épaisseur et une largeur dépassant même 6 mètres qui, en général, suffit à couvrir les structures.

Bien qu'il soit possible d'obtenir des largeurs plus grandes, celle de 6,40 m est la plus commercialisée pour le moment. Par conséquent, pour des films de dimensions plus considérables, il faut avoir recours à des films soudés entre eux.

- 5) Plus de de difficultés dans la conduite de la serre, par suite du rendement thermique plus élevé. En effet, étant donné que les températures trop élevées peuvent amener des arrêts de végétation et des pertes dans la production, les serres recouvertes par des films PVC doivent avoir plus de possibilité de ventilation afin de maintenir les hautes températures dans des limites plus raisonnables.

Les horticulteurs qui utilisent des films plastiques jusqu'à présent ont préféré éviter ces difficultés en utilisant le film polyéthylène qui, en effet, présente une résistance mécanique plus élevée, un prix plus abordable et des possibilités d'utilisation moins difficiles, mais de cette façon ils ont renoncé aux avantages découlant du rendement thermique plus élevé et de l'effet de serre plus prononcé. Pour ces raisons durant environ dix ans, dans le Centre

des Technologies Agricoles de Montedison, Servizi Agricoltura S.p.A. nous avons étudié et perfectionné progressivement un type de structure permettant de réduire le risque de dommages possibles dus aux défauts du film PVC et exploitant en même temps au plus haut degré ses caractéristiques positives.

Il s'agit de tunnels multiples en acier galvanisé aux dimensions suivantes :

- largeur à la base m 6,00
- hauteur à la gouttière, environ m 1,50
- hauteur au faite, environ m 3,20
- porte m 2,00
- développement de l'arc, environ m 7,00
- cubage mc/m.c., environ m 2,40

Les arcs, en forme légèrement ogivale, en tuyau carré galvanisé Sendzimir, ont des dimensions et épaisseurs variant (côté de 25 à 35 mm., et épaisseur de 1,5 à 2,5 mm). selon que les zones de destinations sont plus ou moins ventées. Les zones où l'on prévoit des chutes de neige considérables prévoient à cet effet une largeur à la base ramenée à 5 m. et une courbure de l'arc plus marquée.

Ces arcs sont insérés dans les branches externes de chaque couple des montants en Y qui, étant pourvus d'une hélice d'ancrage ont été enterrés dans le terrain à une profondeur d'environ 50 cm.

Ces montants galvanisés dans un bain de zinc fondu à 500° C, ont naturellement une section et une épaisseur dépassant celles de l'arc, de cette façon ils permettent une insertion aisée et une résistance adéquate contre les poids et les forces incidentes.

Les renouvellements d'air sont assurés par des ouvertures dans la voûte du tunnel, protégées par des couples de volets que l'on peut ouvrir ou fermer en série sur l'un des côtés d'après la direction du vent et en même temps pour toute la longueur du tunnel.

Grâce à ces fenêtres, dites "en aile de papillon " pour l' analogie structurelle, on crée un effet de cheminée optimisant l'aération et éliminant même la zone d'air à haute concentration d'humidité qui se forme sous le faite des tunnels.

A la fin du printemps ou en été, il est possible d'augmenter l'aération afin d'obtenir un climat plus tolérable, en soulevant les bâches en bordure de la gouttière.

A ce point le bord du film est fixé par des profilés en tôle légère ou en PVC rigide à un tuyau carré en acier, de 20 mm de côté d'une épaisseur de 1,5 mm et d'une longueur égale à celle du tunnel (on conseille une longueur maximum d'environ 60 m.).

Ce tuyau court dans une série d'anneaux ouverts, un par arc, fabriqués de façon à laisser passer le film et à permettre au tuyau carré de tourner quand on enrroule le film sur celui-ci.

Quand le film est tendu, le tuyau est bloqué à la hauteur voulue moyennant une dérivation faite par un petit cable en acier et reliée à un autre cable plus gros, de longueur égale à celle du tunnel, passant à travers des anneaux fixes aux montants sous le point de jonction des montants en Y.

De cette façon, il sera possible de fermer hermétiquement le tunnel, fixant la bâche en contact avec la gouttière ou laissant la bâche plus ou moins détachée de la gouttière de façon à permettre une aération plus ou moins abondante, en plus de celle amenée par les fenêtres ouvertes dans la voûte du tunnel.

Dans une variante de ce système on obtient la gouttière dans le corps du film même que l'on fait passer, avant de l'enrouler au tuyau carré, autour d'un autre tuyau rond, situé plus en bas.

De cette façon on assurera l'écoulement de l'eau de pluie même si la bâche est soulevée.

Si l'on enroule le film sur le tuyau carré selon les indications ci-dessus - agissant en même temps sur les deux bouts du tunnel avec l'aide de quelques réducteurs de forces - il sera possible de tendre le film de façon à éviter tout battement et par conséquent toute rupture et formation de poches d'eau.

Après quelques jours on pourra observer un relâchement du film, surtout quand l'a monté pendant la saison froide avec hausse successive de la température. On tendra alors encore le film de la même façon, au besoin en répétant l'opération plusieurs fois, jusqu'à ce qu'on obtienne une certaine stabilité et qu'on n<sup>e</sup> remarque plus de relâchements importants.

Si l'on emploie des films en PVC il faut être bien sûr qu'il ne présente aucun trou ou déchirure même minime étant donné que ces points peuvent être le début de ruptures bien plus importantes qui diminueraient l'efficacité de l'ensemble.

Dans ce but, la bâche est préparée sur mesure pour le tunnel. Après une tension initiale assez modérée on la bloque sur les arcs où on la fixera sur des profilés en PVC renforcés de profilés en fer et par un petit cable mis sous pression par l'entremise d'un levier.

Sur les ouvertures en aile de papillon avant de couper le film, il sera bloqué par les mêmes profilés qui maintiendront le film stable. A leur tour les profilés susmentionnés demeureront fermes sur place par l'intervention d'étaux à pression.

Si des trous ou déchirures se forment on les réparera au plus vite par l'application de pièces découpées du même film.

Les portes aux extrémités ont une forme en écu. Elles suivent la silhouette du tunnel et tournent par des charnières appliquées à une barre transversale à environ 60 cm de la voûte. Le croissant qui se forme ainsi au sommet de la voûte peut s'ouvrir et est par conséquent

utilisable aux fins de l'aération de la voûte du tunnel, de façon à empêcher la formation de gouttes de condensation, permettant en même temps le passage des abeilles même si la porte est fermée. La silhouette même de la porte a été étudiée de façon à ne pas empêcher la circulation des abeilles.

Monté ainsi, le film en PVC peut développer au maximum ses possibilités de durée, en particulier <sup>si</sup> à l'aplomb des points d'appui sur les arcs il est peint en blanc pour réfléchir les radiations calorifiques.

Malheureusement l'électrostaticité du matériel attire et fait adhérer le "smog" et les poussières atmosphériques si bien qu'à partir de la deuxième année la transparence est réduite fortement. Il peut arriver par conséquent que dans certaines régions - par exemple dans la Vallée du Pô - où la luminosité est déjà faible - on doive remplacer le film même s'il paraît intact.

C'est pourquoi nous avons pris une précaution qui s'est révélée fort utile : au lieu de monter un film avec une épaisseur de 0,20 mm (0,15 mm dans les régions moins ventées), nous avons monté un film en PVC avec une épaisseur de 0,15 ou même de 0,12 mm avec un autre en PE d'une épaisseur de 0,08-0,10 mm stabilisé pour une durée d'un an au moins.

Après une année - en général en automne - on enlève le film (et avec lui toute la poussière) et on le remplace.

De cette façon l'ensemble est toujours très transparent, on remplace tous les ans un film très mince et meilleur marché, on augmente la résistance contre le vent et la grêle.

On forme ainsi un intervalle entre les deux films - tout petit qu'il puisse être - qui augmente l'isolation thermique et évite que le film en PVC ne soit atteint par la partie des radiations U.V. absorbées par le film en PE. Ceci se traduit par une prolongation considérable de sa durée qui peut atteindre 5-6 ans. De cette façon les frais pour la couverture, dans un délai de 6 ans, sont <sup>plus</sup> bas qu'ils n'auraient été en employant une épaisseur égale de PE.

Par exemple : si l'on suppose une batterie de 10 tunnels, longs de 60 m et larges de 6 m, pour une surface 3 600 m<sup>2</sup>, on aurait aux prix actuels (juin 1980) les coûts suivants :

<u>Couverture avec PE "Quatre saison." durée 1 an, coût li-</u> <u>res 1.650/Kg.) 2 bâches à m 60x9 (pour les tunnels exter-</u> <u>nes)</u>			
épaisseur 0.20 mm	Kg.210	lires	346.500.=
8 bâches à m 60x7 (pour les tunnels internes) épaisseur 0.20 mm	Kg. 650	lires	1.072.500.=
Main-d'oeuvre pour le montage heures 126 x litres 5.000 =		"	630.000.=
Main-d'oeuvre pour le démontage des résidus - heures 50 x litres 5.000 "		"	250.000.=
			<hr/>
		Lires	2.299.000.=
			<hr/> <hr/>

Ces frais se répètent tous les ans, et par conséquent en 6 ans ils monteront à litres 13.794.000.=

<u>Couverture en PE - longue durée (durée de 2 ans, coût</u> <u>Lires 2.050/Kg).</u>			
2 bâches à m 60x9, épaisseur 0.20mm, Kg.210		lires	430.000-
8 " " " 60x7, " 0.20 " " 650		"	1.332.500-
Main-d'oeuvre pour le montage, h 126x5000		"	630.000-
Main-d'oeuvre pour démontage résidus, heures 50 x litres 5000 =		"	250.000-
			<hr/>
		lires	2.643.000-
			<hr/> <hr/>

Ces frais se répètent tous les deux ans et, par conséquent, en 6 ans, ils monteront à lires 7.929.000, avec une économie à l'égard du coût précédent de lires 5.865.000.-

Couverture avec PVC (durée 6 ans) + PE "Quatre Saisons" (durée 1 an).

1<sup>re</sup> année : (PVC Plypac lires/kg 1.950; PE "Quatre saisons" lires /Kg 1.650)

2 bâches à m 60x9 (pour les tunnels externes) PVC Plypac, épaisseur 0,12 mm, Kg. 170 x lires 1.950 =	lires	331.500.=
2 bâches à m 60x9 PE "Quatre saisons" épaisseur 0,10 mm, Kg.110 x lires 1.650 =	"	181.500.=
3 bâches (pour tunnel internes) à m 60x7 PVC Plypac, épais seur 0,12 mm, Kg.510 x lires 1.950 =	"	994.500.=
8 bâches à m 60x7 PE "Quatre saisons" épaisseur 0,08 mm - Kg 260 x lires 1.650 =	"	429.000.=
Main-d'oeuvre pour le montage (on mon te les deux films à la fois) heures 126 x lires 5.000 =	"	630.000.=
TOTAL la première année .....	lires	<u>2.566.500.=</u>

Dans les années suivantes il faudra remplacer le PE cinq fois, et de ce fait les frais augmenteront de lires 810.500 chaque fois pour l'achat du matériau pour un total de lires 3.052.500.

A ces frais il faudra ajouter, cinq fois, les frais pour la main d'oeuvre (lires 250.000 pour le démontage

des résidus + lires 630.000 pour le montage du film nouveau), ensuite ceux pour le démontage final du film pour un total de lires 4.350.000. Au total, en six ans, les frais pour la couverture seront de lires 10.259.000, et de ce fait par rapport à la couverture uniquement en PE "Quatre saisons" on réalisera une économie de lires 3.525.000 correspondant à 25,6%.

<u>Couverture en PVC + PE de longue durée (PVC Plypac lires/Kg 1.950; PE à longue durée lires/Kg 2.050).</u>		
2 bâches (pour les tunnels externes) à m 60x9 PVC Plypac, épaisseur 0,12 mm, Kg.170 x lires 1.950 =		lires 331.500.
2 bâches (pour les tunnels externes) m 60x9 à longue durée, épais seur 0,10 mm, Kg.110 x lires 2.050 =	"	225.500.
3 bâches (pour les tunnels internes) m 60x7 PVC Plypac, épaisseur 0,12 mm, Kg.510 x lires 1.950=	"	994.500.
8 bâches (pour tunnels internes) m 60x7 PE longue durée, épaisseur 0,08 mm, Kg.260xlires 2.050=	"	533.000.
Main-d'oeuvre pour le montage, heures 126 x lires 5000 =	"	630.000.
TOTAL pour la première année .....		lires 2.714.500-

Dans les années suivantes, il faudra remplacer le PE deux fois, ce qui se traduira par d'autres frais d'un montant de lires 758.000 à chaque fois, pour un total de lires 1.517.000 lires 780.000 à chaque fois pour la main d'oeuvre, et encore lires 250.000 pour le démontage du film après six années pour un total de lires 3.327.000.-

Le total des frais, dans les six années, pour la couverture sera donc de

.../...

lires 6.041.500 avec une économie de lires 1.887.500 correspondant à 23,8% à l'égard de la couverture.

Il ressort de ces exemples qu'il est possible de réaliser les avantages économiques dus à la précocité plus élevée et la qualité meilleure des produits avec réduction des risques de dommages causés par les gelées en exploitant le rendement thermique plus élevé et l'effet<sup>d</sup>serre amélioré du film PVC.



