

N° 30

juin 1976

plasticulture

revue du comité international des plastiques en agriculture

21, rue Pinel - 75 Paris 13

Association reconnue par arrêté du Ministère de l'Intérieur
de la République Française,
en date du 18-7-1969
(« Journal Officiel » n° 193, des 18-19 août 1969).

25 F

C.I.P.A. Comité International des Plastiques en Agriculture

Siège social (Head Office) : 21, rue Pinel, PARIS-13^e

Président : M. SMITH (U.S.A.).

Vice-présidents : M. PRUZAN (Argentine) ; M. FEBRER (Portugal)

Secrétaire Général : M. GARNAUD (France).

Membre d'honneur : Dr BONFIGLIOLI.

CONGRES DU C.I.P.A. :

- 1964 : **AVIGNON**. — **Fondateurs** : Président G. DERNIS, Professeur P. DUBOIS, Ing. F. BUCLON (France), Dr BONFIGLIOLI (Italie).
- 1966 : **PISE**. — Président : Ing. A. RHO.
- 1968 : **BARCELONE**. — Président : Professeur INFIESTA.
- 1970 : **PARIS**. — Président : Professeur P. DUBOIS.
- 1972 : **BUDAPEST**. — Président : Professeur A. SOMOS.
- 1974 : **BUENOS-AIRES**. — Président : M. PRUZAN.

LISTE DES COMITES NATIONAUX DES PLASTIQUES EN AGRICULTURE MEMBRES ACTIFS DU C.I.P.A. à la date du 1^{er} janvier 1976

LIST OF THE NATIONAL AGRICULTURAL PLASTICS ASSOCIATIONS ACTIVE MEMBERS OF THE C.I.P.A. on the 1st January 1976

ARGENTINE :

Président : M. PRUZAN.
Secrétaire général : M. PALACIOS.
Camara Argentina de la Industria Plastica,
Sarmiento 2494, Buenos-Aires.

COLOMBIE :

Président : M. Ignacio CHIAPPE LEMOS,
ACOPLASTICOS,
Carrera 8a, n° 15-42, Oficina 504
APDO. Aereo 29844 - BOGOTA.

ESPAGNE :

Président : Professeur MENDIZABAL.
Vice-président : M. VICENTE.
Secrétaire général : M. ROBLEDO DE PEDRO.
C.E.P.L.A.,
Avda del Brazil, n° 5 4a Planta, Edificio Iberia, Mart II,
Madrid (20).

FRANCE :

Président d'honneur : M. G. DERNIS.
Président : M. BUCLON.
Vice-Présidents : — M. CHATAIN ;
— M. BARTOLI ;
— M. REBISCHUNG.
Secrétaire général : M. GARNAUD.
Secrétariat du Comité des Plastiques en Agriculture :
B.P. 122, 92 - Neuilly-sur-Seine.

HONGRIE :

Président : Professeur SOMOS.

Secrétaire général : M. GYORGY.
Hungarian Society of Agricultural Sciences,
Szabadsag ter 17, Budapest.

ITALIE :

Président : M. MORETTI.
Secrétaire général : Dr V. OLIVELLI.
A.M.P.A., % Istituto Italiano dei Plastici, 20149 MILANO,
Via C.I. Petitti n° 16.

JAPON :

Président : Dr Shigeru SHIMIZU.
Directeur général : M. Kaname KATO.
Directeur général adjoint : M. Mitsuru HIRABAYASHI
Japan Greenhouse Horticulture Association,
Zenkoku-Choson-Kaikan,
1-11-35, Nagata-cho, Chiyoda-ku, Tokyo.

PORTUGAL :

Président : M. FEBRER.
Secrétaire général : M. SEMEDO.
A.P.P.A., rua de D. Estefania, 32-2^o Esq, Lisbonne

U.S.A. :

Président : M. SMITH.
Secrétaire général : J.W. COURTER.
National Agricultural Plastics Association,
Simpson, Illinois 62985.

PLASTICULTURE

Pour tout renseignement, s'adresser à :
M^{me} HERSCOVICI, Secrétariat du Comité des Plastiques en Agriculture, 18, place Bergson,
75008 Paris, tél. 387-31-76.

PLA 0173M

Sommaire

- **Symposium international sur les cultures légumières protégées sous serre, Bucarest, 18-22 mai 1976, par A. Bry** 3
- **La photodégradabilité contrôlée des films de polyéthylène agricoles en Israël, par Dan Gilead** 9
- **Mousses plastiques pour l'amélioration des sols, par B. Werminghausen** 17
- **Hotpot (enceintes chaudes) : essais de structures plastiques étanches, par W.-R. Burton, P. Newton et C.-M. Olymbios** .. 33
- **Problèmes d'irrigation sous abri, par J.-C. Laberche** 43
- **Hommes et faits** 25
- S.I.S.H. :**
 - Commission Cultures protégées.
 - La plasticulture et la recherche : objectifs nouveaux.
- République Fédérale d'Allemagne :** Journées GKL à Würzburg, 15-16 septembre 1976.
- Argentine :** Les comptes rendus du VI^e Congrès international des plastiques en agriculture.
- B Brésil :** Démarrage de la plasticulture.
- France :**
 - La serre à climatisation solaire.
 - Marque de qualité « Ensilage ».
 - Documentations plastiques.
- Royaume Uni :** Le vieillissement des plastiques et du caoutchouc : compte rendu du colloque tenu à Londres, les 8 et 9 juin 1976.
- U.R.S.S. :** Cultures protégées dans le Grand Nord.
- U.S.A. :**
 - VII^e Congrès international des plastiques en agriculture.
 - Programme ONUDI de formation à la plasticulture.
- **Calendrier des manifestations** 56

Contents

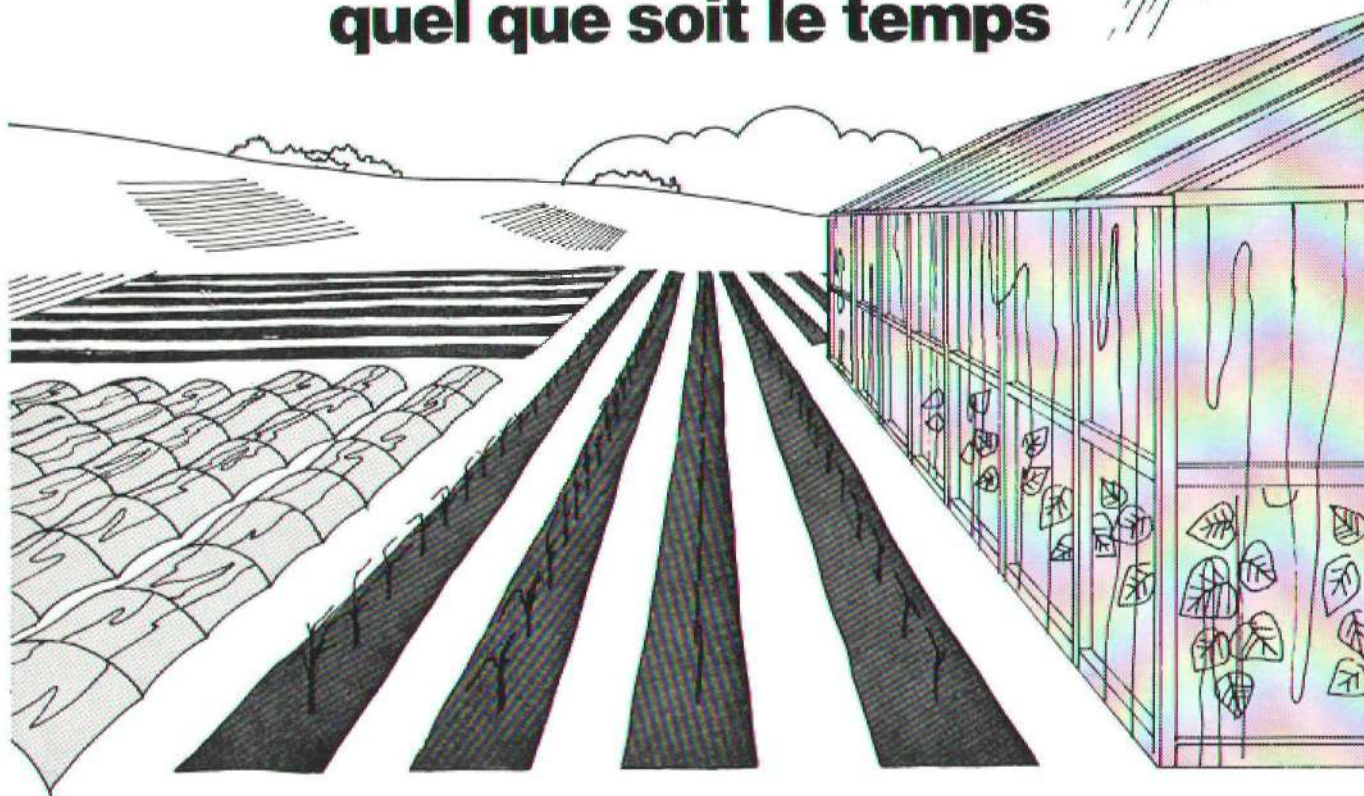
- **International Symposium on the vegetable production in greenhouses, Bucharest, 18th-22nd May 1976, by A. Bry** 3
- **The controlled photodegradation of polyethylene films in Israeli agriculture, by Dan Gilead** 9
- **Plastics foam for soil improvement, by B. Werminghausen** 17
- **Hotpot : experiments with soil-sealed plastics structures, by W.R. Burton, P. Newton et C.M. Olymbios** 33
- **Problems of irrigation in greenhouses, by J.C. Laberche** 43
- **Men and events** 25
- I.S.H.S. :**
 - Technical Committee for protected cultivation.
 - Plasticulture and research: new objectives
- German Federal Republic:** technical symposium at Würzburg, 15-16th September 1976.
- Argentina:** the proceedings of the VIth International Congress on plastics in agriculture.
- Brazil:** plasticulture gets on the way.
- France :**
 - A solar air-conditioned greenhouse.
 - The «silage» quality mark.
 - Plastics literature.
- United Kingdom:** the Weathering of Plastics and Rubber: a report on the symposium held in London, 8/9th June 1976.
- U.S.S.R.:** protected cultivation in the far North.
- U.S.A.:**
 - VIth International Agricultural Plastics Congress.
 - UNIDO education programme on plasticulture.
- **Calendar of events** 56

Supplément au n° 168 (juin-juillet 1976) de la revue « Pépiniéristes - Horticulteurs - Maraîchers - Revue Horticole », 59, rue du Faubourg-Poissonnière, 75009 Paris. N° C.P.P.P. 36-807.

Centre Impression, 87 - Limoges.

lacqtene

des polyéthylènes pour gagner du temps



lacqtene 1002 FN 22 pour films noirs**
lacqtene 1005 FL 23 et 1005 FL 23 S "super** pour 3 saisons"**
pour films transparents.

ATO CHIMIE a mis au point une gamme de polyéthylènes basse densité répondant aux principales applications agricoles.

Obtenues par le procédé tubulaire sous haute pression, ces résines particulièrement adaptées à l'obtention de films agricoles possèdent :

- de très bonnes propriétés mécaniques,
- une excellente résistance à la déchirure,
- une durée de vie variant selon le cas de quelques mois à 2 ans ou plus.

** Label deux étoiles du Centre d'Etude des Matières Plastiques de Paris

ATO CHIMIE **ATO**

Tour Aquitaine Cedex n° 4 - 92080 Paris La Défense (France)
Tél. : 33 (1) 256.61.61 - Télex.620953 F

Symposium international sur les cultures légumières protégées sous serre - Bucarest, 18-22 mai 1976

International symposium on the vegetable production in greenhouses - Bucharest, 18th-22nd may 1976

A. BRY,

Ecole Nationale Supérieure d'Horticulture, Versailles, France.

De ce symposium, placé sous l'égide de la Société internationale de la science horticole représentée par le Dr J. Van Kampen, président de la Section légumes, et par M^{me} Denise Blanc, présidente de la Commission pour les cultures protégées, le P^r Dr I. Ceausescu, vice-ministre de l'Agriculture, assurait la présidence d'honneur tout en présentant un rapport général sur l'évolution des cultures légumières protégées dans la République socialiste de Roumanie.

DEROULEMENT DU SYMPOSIUM

Le symposium proprement dit, qui s'est déroulé sur deux jours, a eu son programme réparti sur plusieurs sections.

Dans la section Génétique, Hybridation et Production des semences, l'accent a été mis sur les travaux réalisés dans les pays de l'Est surtout, et en particulier en Roumanie, en vue de la production des semences destinées aux cultures protégées.

La Roumanie a, en effet, commencé ses travaux dans ce domaine à partir de 1971, et les résultats obtenus dans les différents pays considérés font ressortir les orientations suivantes :

- La mise au point d'hybrides F_1 concernant les piments, en particulier pour des productions précoces. De même, la résistance aux maladies et en particulier aux virus (VMT-VMC), constitue également un programme de travail en cours. Concernant l'Italie, l'Institut expérimental pour l'Horticulture de Salerne a mis au point, pour la culture dans le Sud, un nouvel hybride 'Vulcan 145-73' dont les qualités sont prometteuses.

- Plusieurs travaux ont également été présentés concernant la création de nouvelles variétés et d'hybrides de tomates. La Station d'Isalnita s'applique actuellement à introduire, dans de nouvelles variétés et hybrides, la

This symposium was organised under the aegis of the International Society for Horticultural Science, which was represented by Dr. J. Van Kampen, chairman of the vegetable section, and by Ms Denise Blanc, chairman of the Committee for cultivation under protection. The President, Dr. I. Ceausescu, Vice-Minister of Agriculture, presented a general report on the development of the growing of vegetables in protective structures in the Socialist Republic of Rumania.

GENERAL PROGRAMME

The programme which occupied two days was divided into a number of sections.

The section for genetics, breeding and seed production has concentrated on the work carried out in the Eastern countries and particularly in Rumania on the production of seeds intended for growing in protective structures.

The work in Rumania started in this field in 1971 and the results obtained from the various countries have led to several aspects of great interest:

- The development of F_1 hybrids of peppers particularly suitable for early production. At the same time, the resistance to disease and particularly to the virus (VTM-VMC) has also come out from this programme of work. In Italy, the experimental Institute for Horticulture in Salerne has developed, for growing in the South, a new hybrid 'Vulcan 145-73' which shows great promise.

- Several reports have been presented on the development of new varieties and hybrids of tomatoes and the experimental station of Isalnita, which is working on the subject, hopes to introduce new varieties and

résistance aux nématodes, au *Verticillium*, au *Fusarium* et au *Cladosporium fulvum*, cela par back-cross avec des variétés de tomates de serre traditionnelles telles que 'Allround', 'Moneymaker', etc.

Quelques-unes de ces obtentions ont déjà été homologuées et sont cultivées dans un certain nombre de centres : ce sont 'Oltbreed' et 'Craiobreed'.

Dans la section **Physiologie et Nutrition**, plusieurs rapports ont mis l'accent sur différentes méthodes de fertilisation et leur influence sur les qualités nutritionnelles des produits obtenus.

Nous avons noté la nécessité, pour promouvoir une fructification pendant les mois de janvier et février en Tunisie, de réaliser des traitements hormonaux sur inflorescence ou sur feuillage : c'est ainsi que des traitements au Stimocarp à 6 p. cent n'ont pas provoqué de déformations du feuillage mais ont permis une nette augmentation de la production des fruits commercialisables.

En expérimentation, l'emploi des tunnels plastiques et la couverture du sol, également avec des films plastiques, se sont avérés très intéressants et la variété naine 'Primabell' a été classée la meilleure parmi celles qui ont été mises en essais.

Un rapport de l'Université technique de Munich a précisé que la concentration en vitamines C des tomates décroît avec une réduction de l'intensité lumineuse et que même ces différences de concentration existent dans les différentes parties du fruit : c'est ainsi que les parties exposées au Sud sont les plus riches en vitamines C.

De l'ensemble des travaux présentés, l'on note, dans tous les pays, une recherche de l'amélioration de l'irrigation et de la fertilisation, d'une part, par le fractionnement des apports d'eau et d'éléments fertilisants et, d'autre part, grâce à l'introduction de nouvelles méthodes d'irrigation dans les cultures.

Pour les pays septentrionaux, et en particulier la Suède et la Pologne, nous avons pu constater l'intérêt marqué par l'amélioration de la production des plants grâce, d'une part, à la recherche de mélanges terreux adéquats

hybrids with resistance to nematodes, to *Verticillium*, to *Fusarium* and to *Cladosporium fulvum*, by hybridisation of the traditional varieties grown in the greenhouse, such as 'Allround', 'Moneymaker' and so on. Some of these hybrids such as 'Oltbreed' and 'Craiobreed' have been officially accepted and are already been grown in a certain number of centres.

The **physiological and nutrition section** considered several reports dealing with different methods of fertilisation and the various nutritional properties of the resulting produce.

In order to stimulate fruit forming during the months of January and February in Tunisia, it has proved necessary to carry out hormone treatments on the flowers or on the foliage: it has for example been established that treatment with 6 p. cent Stimocarp has not produced deformation of the foliage but has led to a significant increase in the production of saleable fruit.

In this work, the use of plastics tunnels and soil covering also with plastics films has proved to be of great interest and the dwarf variety 'Primabell' has been classified as the best amongst those undergoing trials.

A report from the Technical University of Munich has indicated that the concentration of vitamin C in tomatoes decreases with a reduction in the light intensity and also that differences in concentration exist within different sections of the fruit, thus sections exposed to the south are the richer in vitamin C.

It was evident from the reports presented from the various countries that researches were directed to improved irrigation and fertilisation on the one hand by the control of the water and fertiliser supply and the introduction of new methods of crop irrigation on the other.

In the more Northern countries, particularly in Sweden and Poland, there has been marked interest in improved production both by research into different soil mixtures and also by cultivation using mineral solutions in a peat



Vue générale d'un important groupe de serres dans la région de Craiova.

A huge group of glasshouses in the Craiova area.

et, d'autre part, aux cultures en solutions minérales sur un lit de tourbe (10 à 15 cm) placé sur un film plastique. C'est ainsi qu'en 1976, 10 p. cent des tomates produites le seraient suivant ce système.

On note enfin, en fonction des climats des pays considérés et des dates de production recherchées, plusieurs expérimentations concernant les effets des différentes dates de plantation lorsqu'il s'agit d'un système de cultures pseudo-bisannuelles (plantation du quatrième trimestre pour récolte de printemps).

Dans la section Technologie, Mécanisation, Construction et Micro-climat, les différents facteurs intervenant dans la culture en serre ont été successivement présentés :

- l'intérêt du drainage (1 500 ha de cultures protégées sont drainés en Roumanie);
- la comparaison de différents systèmes d'irrigation;
- l'intérêt de l'enrichissement de l'atmosphère en CO₂ pour le piment;
- l'automatisation du conditionnement de l'atmosphère dans les serres (température et hygrométrie).

Deux rapports ont traité du développement des cultures protégées de piments en Hongrie, et du développement spectaculaire des cultures légumières en France mettant en jeu l'emploi des matériaux plastiques en couverture du sol et des plantes. Dans ce dernier pays, l'on note, entre autres, la progression du paillage et des couvertures temporaires sous les grands abris. En paillage, les films photo-dégradables commencent à être utilisés avec succès, tandis que pour les abris les résultats des premières expérimentations réalisées avec des films E.V.A. démontrent leur intérêt au point de vue « thermique ».

Dans la section Protection des plantes, le nombre des rapports présentés a été très important.

Les orientations qui en ressortent sont les suivantes :

- généralisation des traitements avec des fongicides systémiques contre les maladies vasculaires en serres à légumes;

bed (10-15 cm) supported on a plastics film. For example, in 1976, 10 p. cent of the tomatoes will be produced using this system.

It is of interest also that several trials have been carried out, depending on the climatic conditions and on the required period of harvest, on the effect of different dates of planting based on a pseudo-biennial system (planting during the 4th quarter for cropping in the spring).

The section for technology, mechanisation, construction and micro-climate considered the various factors arising with cultivation in the greenhouse:

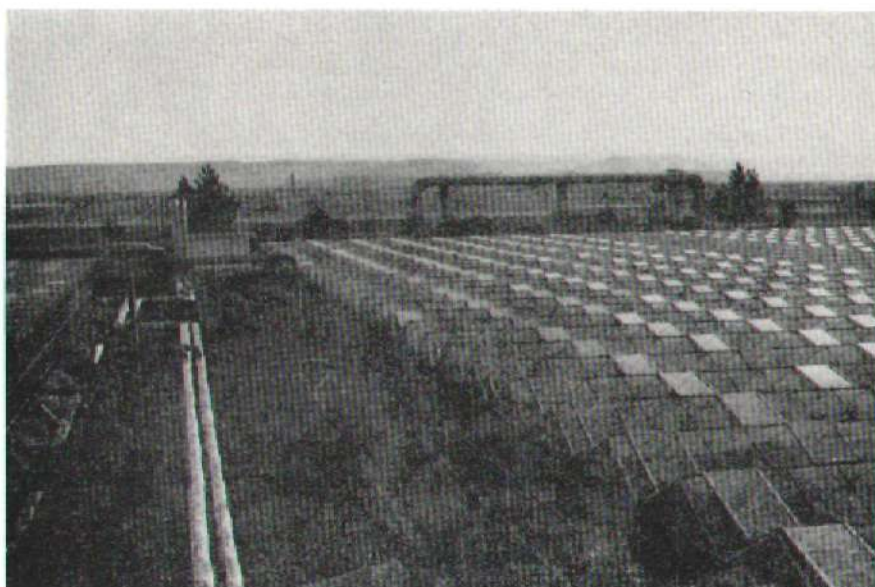
- the interest in drainage (1,500 ha of crops grown under protection in Rumania are drained);
- the comparison of different systems of irrigation;
- the interest in the enrichment of the atmosphere with CO₂ for red peppers;
- the automation of the control of the atmosphere in greenhouses (temperature and hygrometry).

Two reports dealt with the development of protected cultivation in Hungary and the spectacular rise in France of vegetable cultivation using plastics materials for covering the soil and the plants. In this latter country, it is interesting to note amongst other things, the increase in mulching and the use of temporary covers inside large structures. Photodegradable films are starting to be used for mulching with success while the results on the first trials carried out with EVA films for greenhouses indicate their potential from the «thermal» view-point.

In the section for plant protection, many papers have been presented, covering the following aspects:

- general survey of the treatments with systemic fungicides against vascular diseases in vegetables in greenhouses;





Dans le même complexe, on remarquera (à gauche) les canalisations d'amenée de l'eau chaude dans les serres.

In the same large undertaking, pipes bringing hot water to the greenhouses (on the left).

- traitements des semences au Cryptonol;
- traitements du sol avec Di-Trapex (le plus efficace), Basamid, Vapam, Formaline;
- traitements des plantes avec Cryptonol, Dithane, Streptomycine;
- recherche de variétés résistantes pour lutter contre le *Corynebacterium michiganense* sur tomates en serre;
- recherche des meilleurs moyens de lutte contre le virus de la Mosaïque du Tabac (TMV) sur tomates et poivrons;
- intérêt de l'introduction du Bioresmethrin dans la lutte intégrée contre les insectes entomophages en serres;
- étude comparative de l'action de la désinfection des sols par la vapeur et par voie chimique.

Les travaux présentés dans cette section par des rapporteurs roumains montrent bien les difficultés à surmonter dans le domaine phytosanitaire avec le développement rapide des cultures protégées.

Dans les sections Emballages, Transports et Commercialisation, nous retiendrons les efforts réalisés dans l'ensemble des pays socialistes sur les points suivants :

- amélioration de la présentation des produits grâce à :
 - l'emploi d'emballages normalisés, souvent en matières plastiques;
 - le stockage en entrepôts frigorifiques;
 - le transport en camions réfrigérés;
- programmation rigoureuse de la production en fonction de la demande des consommateurs;
- enquêtes auprès des consommateurs concernant les qualités des produits présentés.

LE PROGRAMME DE VISITES

Près de Bucarest d'abord et au cours d'un circuit Bucarest - Brasov - Sibiu - Craiova - Bucarest, les congressistes ont eu l'occasion d'apprécier l'effort de dévelop-

- treatment of seeds with Cryptonol;
- treatment of the soil with Di-Trapex (the most efficient) Basamid, Vapam, Formalin;
- treatment of the plants with Cryptonol, Dithane, Streptomycin;
- research on resistant varieties to combat the bacterium *Corynebacterium michiganense* on tomatoes in greenhouse;
- research on better ways of combatting the tobacco mosaic virus on tomatoes and peppers;
- potential of the introduction of Bioresmethrin in the fight against insectivorous insects in the greenhouse;
- comparative study of the action of disinfection of soil by vapour and chemical treatments.

The work described in this section by the Rumanian reporters clearly show the difficulties which have to be overcome in the area of phytosanitation with the rapid development of cultivation under protection.

It is of interest to draw attention **in the sections for packaging, transport and commercialisation** to the results achieved in all the socialist countries on the following aspects:

- improvement in the presentation of products by reason of:
 - the use of standardised packs, often in plastics materials;
 - storage in refrigerated warehouses;
 - transport in refrigerated lorries;
- strict programming of production based on consumer demand;
- customer surveys on the quality of the products presented.

THE PROGRAMME OF VISITS

The delegates were able to appreciate the efforts being made on cultivation in protective structures in Rumania on trips in the area of Bucharest and during a tour

pement des cultures sous serres en Roumanie : 48 ha en 1960, 1 188 ha en 1976. Progression à 2 204 ha programmée pour 1980.

Les principes de base du développement des serres en Roumanie sont :

- le développement planifié de l'agriculture et, par conséquent, des productions horticoles;
- l'utilisation économique de la chaleur (obtenue dans les centrales électriques, thermiques, les grandes industries, etc.);
- la concentration des superficies de serres dans de grandes ou très grandes entreprises.

through Brasov, Sibiu and Craiova: 48 ha in 1960; 1,188 ha in 1976. It is programmed to increase this to 2,204 ha by 1980.

The basic principles for the development of greenhouses in Rumania are:

- the planned development of agriculture and in consequence of horticultural production;
- the economic use of the heat obtained from power-stations, thermal power-stations, heavy industries, etc.;
- the concentration of the areas of greenhouses into large or very large undertakings.

Superficie d'un emplacement (ha) Area of a site (ha)	1-5	5-10	10-50	50-100	>100
Nombre des emplacements Number of sites	80	11	16	3	3
Superficie totale (ha) Total area (ha)	167	72	281	195	473
Pourcentage Percentage	14,1	6,1	23,6	16,4	39,8

Les rendements moyens annoncés, réalisés en deux cycles de production (janvier à juillet et août à décembre), sont les suivants :

- tomates : 120 à 140 tonnes/ha;
- concombres : 240 à 250 tonnes/ha;
- poivrons : 50 tonnes/ha.

Les groupes de serres sont répartis en blocs de 6, 4 et 2 ha.

La moyenne des unités de travailleurs/ha (UT) est de l'ordre de :

- 10 UT pour les fleurs coupées (œillets et roses);
- 5 UT pour les tomates;
- 6-7 UT pour les concombres, sur lesquels les nouveaux systèmes de taille ne sont pas encore retenus.

The published average yields, obtained in two production cycles (January to July and August to December) are as follows:

- tomatoes : 120 to 140 tonnes/ha;
- cucumbers : 240 to 250 tonnes/ha;
- peppers : 50 tonnes/ha.

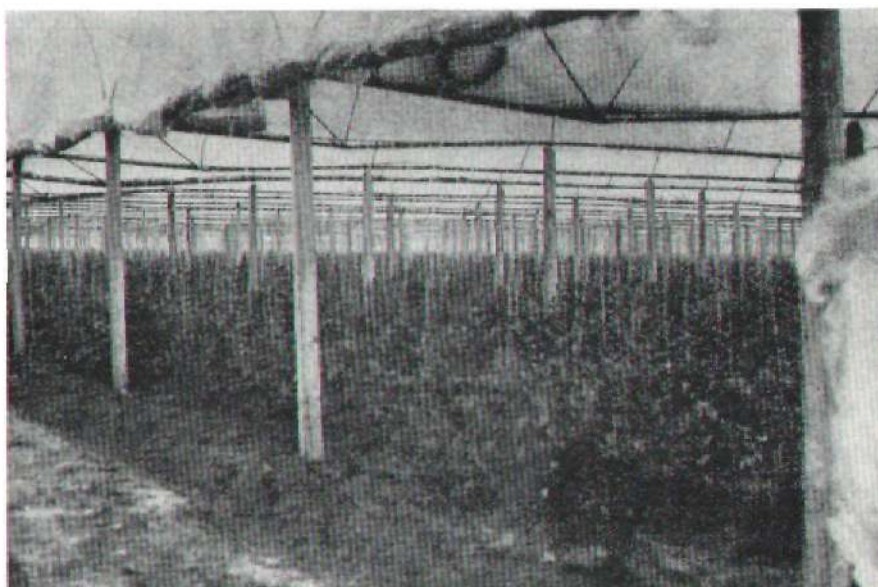
The greenhouses are grouped together in blocks of 6, 4 and 2 ha.

The average work-force units per hectare (WU) is of the order of:

- 10 WU for cut flowers (carnations and roses);
- 5 WU for tomatoes;
- 6-7 WU for cucumbers, for which the new method of pruning has not yet been adopted.

Institut de recherches sur les constructions horticoles (région de Bucarest) : abri-serre en matière plastique avec charpente mixte béton armé + métal.

Research Institute on Horticultural Buildings (Bucharest area): plastics greenhouses with structures made of reinforced concrete and steel.



En général, l'encadrement par bloc de 6 ha comporte :

- 1 ingénieur agronome,
- 1 technicien,
- 1 économiste.

Et compte tenu des secteurs administratifs et commerciaux, il faut pratiquement doubler le nombre des UT/ha pour obtenir l'effectif global en personnel qui reçoit un salaire fixe basé sur 48 heures de travail hebdomadaire, assorti d'une prime proportionnelle aux recettes réalisées. Le salaire des ouvriers représenterait, en moyenne, 25 p. cent des frais généraux des entreprises.

Nous noterons enfin la place qui est faite en Roumanie à la recherche consacrée aux constructions horticoles et viticoles par un Institut d'études, de recherches et de projets.

Dans ce secteur, les matériaux plastiques ne sont pas oubliés, puisque nous y avons vu des études comparatives de deux types de « solarium » (abris-serres en matière plastique) avec des cultures de piments, de tomates et d'aubergines.

Et l'on compte, en Roumanie, environ 3 700 ha de cultures protégées sous abris plastiques, dont :

- 2 000 en Coopératives;
- 1 000 en entreprises d'Etat;
- 700 en exploitations privées.

En conclusion, ce Symposium, qui a réuni pendant cinq jours en Roumanie près de trois cents participants dont plus de cent d'autres nationalités, et qui a donné lieu à la présentation d'une centaine de rapports, a permis de faire le point du développement des cultures légumières protégées dans les différents pays et, en particulier, dans ceux d'économie socialiste où l'on a, au cours de ces dernières années, réalisé un effort très important.

Les comptes rendus seront édités et diffusés par la Société internationale de la Science horticole, Bezuidenhoutseweg 73, La Haye (Pays-Bas).

Generally, the technical back-up for a block of 6 ha is made up of:

- 1 agronomic engineer,
- 1 technician,
- 1 economist.

With the administration and commercial sectors, it is necessary to double the number of WU/ha in order to obtain the total complement of personnel who receive a fixed salary, based on a 48 hour working week, with the addition of a bonus proportional to the returns realised. The labour costs represent, on average, 25 p. cent of the general costs of the undertakings.

Finally, attention should be drawn to the researches carried out in Rumania on viticultural and horticultural buildings by a research institute.

In this sector, plastics materials have not been overlooked since we have noted comparative studies on two types of «solarium» (protective structures in plastics materials) with the cultivation of red peppers, tomatoes and aubergines.

In Rumania, there are about 3,700 ha of crops grown under protective structures, which are distributed as follows:

- 2,000 in co-operative;
- 1,000 in State undertakings;
- 700 in privately owned undertakings.

This symposium, which lasted for five days, was attended by 300 delegates of whom more than 100 were of other nationalities. About one hundred reports were presented and these gave a complete picture of the state of development of the cultivation of vegetables under protection in the different countries and particularly in those in the socialist economies where considerable efforts have been made over recent years. The proceedings will be published by the International Society for Horticultural Science, Bezuidenhoutseweg 73, The Hague (The Netherlands).



Institut de recherches sur les constructions horticoles : à noter les larges aérations latérales.

Research Institute on Horticultural Buildings: the wide side ventilation is to be noted.

La photodégradabilité contrôlée des films de polyéthylène agricoles en Israël

The controlled photodegradation of polyethylene films in Israeli agriculture

Dan GILEAD,

Plastopil Ltd., Hazorea, Israel.

L'emploi très étendu de films agricoles en Israël a soulevé un problème : celui posé par l'élimination de grandes quantités de films après la récolte et avant la remise en culture.

On utilise des films de 30 microns pour le paillage des melons, tomates, poivrons, fraises et bien d'autres espèces légumières. On y associe ou non l'emploi de petits tunnels, suivant qu'il s'agit d'une production très précoce ou de récoltes de printemps; les tunnels sont recouverts de films de polyéthylène de 30 à 100 microns d'épaisseur, selon la saison et le stade de la végétation. De ce fait, ce sont au total de 300 à 1250 kg de polyéthylène qui s'accumulent à l'hectare. Après la récolte, il est indispensable de procéder au ramassage, au chargement et à la destruction de ces films, le plus souvent en les brûlant. Dans les meilleures conditions, l'opération reste incommode et exigeante en main-d'œuvre, et laisse néanmoins de nombreux déchets sur le terrain. Mise à part la pollution du paysage, ces déchets entravent la marche des appareils de préparation du sol et des semoirs, occasionnant des retards et par suite des pertes pour la culture suivante.

Il serait donc du plus haut intérêt, aussi bien pour l'agriculteur que pour l'écologiste, de pouvoir faire disparaître le plastique une fois qu'il a rempli son office. C'est exactement l'objectif que réalisent les films photodégradables. Le film photodégradable doit se conformer à deux exigences. D'une part, il doit rendre le service attendu, de la même façon qu'un film ordinaire. D'autre part, son prix ne doit pas excéder celui du film ordinaire majoré des frais de ramassage. La dégradation devra impérativement être contrôlée de façon précise, afin que le processus de destruction n'intervienne ni trop tôt ni trop tard.

Un film fabriqué en Israël sous le nom de « Plast-or » peut prétendre répondre à toutes ces caractéristiques. Ce film photodégradable « Plast-or » est fabriqué selon un procédé breveté de G. Scott de la Aston University à Birmingham (Grande-Bretagne).

The extensive application of agricultural films in Israel has brought with it the problem of disposing of large quantities of film after the harvesting of the crops and prior to further cultivation.

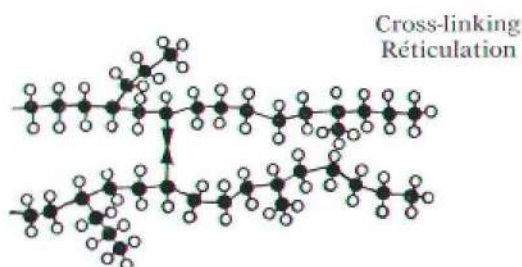
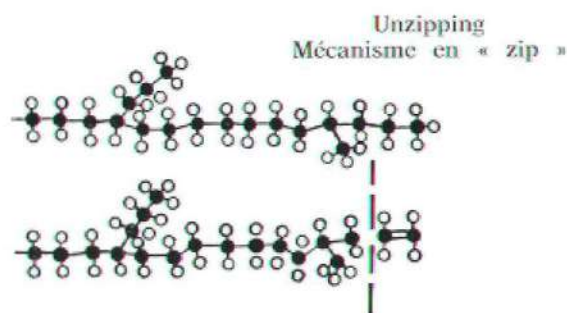
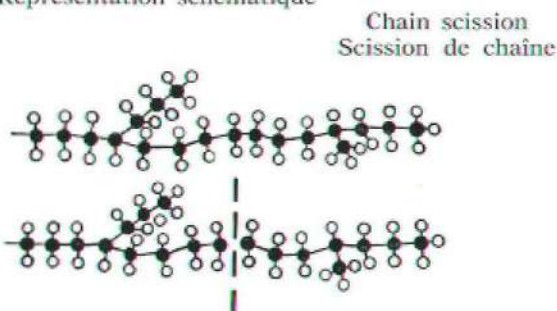
Films of 0.03 mm thickness are used for mulching for many crops, such as melons, tomatoes, peppers, strawberries and many vegetables. This in conjunction with low tunnels for the earliest crops or without these for spring crops; the tunnels being of polyethylene films of a thickness from 0.03 up to 0.1 mm, according to the season and growing period. In all, there accumulates an aggregate weight of film of 120 to 500 kilo polyethylene per acre. After harvest time this material has to be lifted, loaded and finally disposed of, mostly by burning. At the best of conditions, this cumbersome and labour consuming process still leaves many residual pieces on the field. Quite apart from the marring effect this has on the sight of the countryside, these pieces clog cultivating and sowing machinery and cause delay and subsequent losses in the following crop.

It would therefore be of primary importance to the agriculturist as well as to the ecologist if the plastics could be made to disappear, once it has served its purpose. This is exactly what can be achieved by photodegradable plastics. What is needed is a plastics film that will serve its purpose just as ordinary films do, the price of which is no more than that of ordinary plastics, plus the cost of collecting the same. It is of utmost importance that the date of deterioration can be controlled effectively and with certainty, lest the onset of the degradation process is too early or too late to be of use.

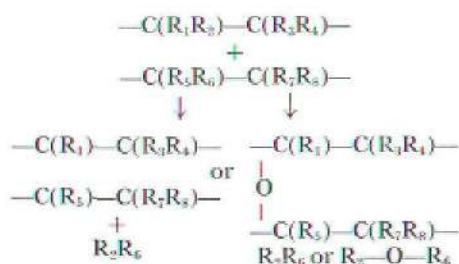
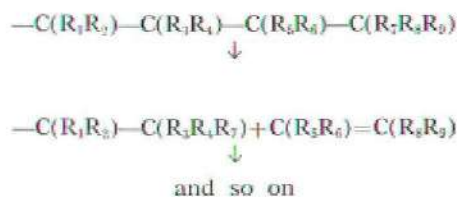
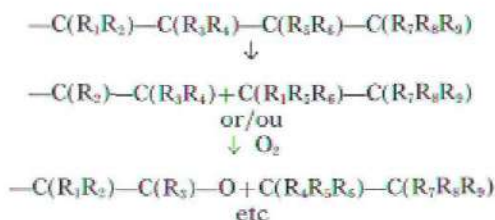
A film of Israeli manufacture called «Plast-or» has a claim to all these properties. «Plast-or» photodegradable film is based on a process patented by G. Scott of the Aston University of Birmingham (U.K.).

Fig. 1. — CHEMICAL DEGRADATION MECHANISMS IN POLYMERS
MECANISMES DE LA DEGRADATION CHIMIQUE DES POLYMERES

Schematic representation
Représentation schématique



Chemical reactions (simplified)
Réactions chimiques (simplifiées)



- Carbon atoms in polyolefins and polystyrene, interspersed with oxygen or nitrogen in other plastics.
Atomes de carbone dans les polyoléfines et le polystyrène avec des enchaînements d'oxygène et d'azote dans d'autres plastiques.
- Hydrogen atoms in polyethylene, alternating hydrogen atoms and phenyl groups in polystyrene, alternating hydrogen and chlorine atoms in PVC, other groups in other plastics.
Atomes d'hydrogène dans le polyéthylène, en alternance avec des atomes d'hydrogène et des groupements phénols dans le polystyrène, des atomes d'hydrogène et de chlore dans le PVC, d'autres groupements dans d'autres plastiques.

VIEILLISSEMENT ET PHOTODEGRADABILITE

Afin de comprendre ses propriétés, il paraît opportun de rappeler les principes du vieillissement des matériaux plastiques. Dans le passé, un des buts de la recherche a été de protéger les plastiques des effets destructeurs des conditions atmosphériques et du soleil. Des années d'études sur les causes et effets de l'exposition des plastiques en plein air ont permis de rassembler une somme de connaissances. Les quatre principales causes de la détérioration des plastiques ne manquent pas d'évoquer les éléments originels de la Grèce antique. Ce sont : la terre, l'air, l'eau et le feu. En d'autres termes, les agents de la dégradation sont :

- les micro-organismes;
- l'oxydation;
- l'hydrolyse;
- les radiations thermiques et autres.

● Pour reprendre chacun de ces points, dans le vieillissement du polyéthylène, les **micro-organismes** ne jouent aucun rôle au départ, et c'est même une propriété fondamentale de cette matière que d'être à l'abri de toute attaque microbiologique.

● **L'oxydation** est un risque toujours possible, mais les matériaux plastiques actuellement offerts sur le marché sont suffisamment stables (ou stabilisés) pour résister à toute oxydation pendant une longue période.

● **Le polyéthylène est imperméable à l'eau** et n'est pas attaqué par cet agent. Les températures extérieures sont largement inférieures à celles qui ont un effet néfaste sur le plastique, bien que, dans tous les cas, la température joue un rôle déterminant pour toutes les réactions chimiques.

● Il ne reste ainsi qu'un seul facteur significatif pour les phénomènes de vieillissement à l'extérieur : **le rayonnement solaire**. L'ensoleillement donne des effets équivalents à la dégradation par la chaleur. Toutefois, dans ces phénomènes de dégradation, seule une fraction du spectre solaire entre en cause. C'est la bande de longueur d'ondes relativement étroite — 295 à 320 millimicrons — des radiations ultra-violettes. La lumière ultra-violette dans cette bande correspond à une énergie de 70 à 100 kcal/mole. L'énergie du lien carbone-carbone est d'environ 80 kcal/mole, ce qui montre que la force de la radiation ultra-violette peut causer la rupture des liens de carbone qui constituent la trame du polymère et sa résistance. Le polyéthylène lui-même n'absorbe pas la lumière dans la longueur d'onde critique. Cependant, dans tous les produits fabriqués, tels que les films par exemple, il y a des impuretés, résultant en grande partie des procédés de fabrication et de polymérisation, qui absorbent dans cette zone. Les groupes Carbonyl, c'est-à-dire les groupes contenant de l'oxygène, sont particulièrement vulnérables et sont les premiers attaqués. Les réactions photochimiques qui s'ensuivent et qui provoquent la photodégradation, peuvent prendre différentes formes : dissociation en radicaux, ré-arrangement intra-moléculaire et réticulation (fig. 1). Tout cela conduit à une perte de la résistance mécanique du polymère, à une diminution de sa faculté de résistance aux chocs, en bref à sa détérioration en un produit cassant.

On sait que pour contrebalancer cette influence négative et destructrice du soleil, des stabilisants ultra-violetts sont utilisés. Ils ont une double action :

- ils absorbent les énergie dépendant du polymère et assurent la transformation de ces énergies destruc-

WEATHERING AND PHOTODEGRADABILITY

In order to understand its properties it is necessary to set out the principles of weathering of plastics materials. It has been the aim of the plastics technologists in the past to protect their products against the deteriorating effect of the weather and sunlight. It is through these endeavours and thorough study of the cause and effect of outdoor exposure of plastics by many workers over the years that a wealth of knowledge has accumulated. The main causes of plastics deterioration are four, reminiscent of the original elements of ancient Greece, namely: Earth, Air, Water, Fire.

Or, in other words, degradation by:

- micro-organisms;
- oxidation;
- hydrolysis;
- thermal and radiational degradation.

● In the weathering of polyethylene — to take the case in point — **micro-organisms** play no part initially, and it is the outstanding property of this plastics to be immune to microbiological attack.

● **Oxidation** is an everpresent hazard, but modern plastics materials are sufficiently stable (or stabilized) to stand up to oxidation for a considerable time.

● **Polyethylene is not wettable by water** and is not attacked by it. Temperatures obtained outdoors are well below those that have a detrimental effect on the plastics, although in all cases the temperature is the controlling factor of all chemical reactions.

● There remains but one significant factor in the aging of plastics outdoors, this is **solar radiation**. Insolation is equivalent to heat degradation. However, it has been found that it is only part of the solar spectrum that is of significance for the degradation of plastics. It is the comparatively narrow band of wavelengths — 295 to 320 millimicron — of the ultra-violet radiation that is part of the global radiation spectrum of sunlight. The ultra-violet light in this wavelength region corresponds to energies in the range 70-100 kcal/mole. The strength of the carbon-carbon bond is about 80 kcal/mole, and it would therefore appear that the energies derived from the ultra-violet lightwaves are well able to cause the scission of the carbon bonds that form the backbone of the polymer and its strength. Polyethylene as such does not absorb light in the critical wavelength. Still, in all manufactured products such as films, for instance, there exist impurities mainly deriving from the manufacturing and polymerisation processes that do absorb in these regions. Carbonyl groups, i.e. groups containing oxygen, are especially vulnerable and act as principal initiators. The photochemical reactions ensuing which are the cause of photodegradation can take different forms, such as dissociation into radicals, intramolecular rearrangement and cross-linking (fig. 1). All these lead to the loss of the mechanical strength of the polymer, its loss of capacity to withstand impact stress, in short: its deterioration into brittleness.

It is well known that to counteract these negative and destructive influences of sunlight, special ultra-violet stabilizers have been developed. These function in two ways:

- One, the absorption of the energies incident on to the polymer and transforming them from rotational

tives, rotationnelles et vibrationnelles en énergie thermique qui est dissipée dans l'atmosphère rapidement et sans effet, sous forme de chaleur;

- ils agissent comme « collecteurs » des molécules susceptibles d'être nuisibles. Celles-ci peuvent être présentes ou se développer lorsqu'elles sont soumises aux radiations. Les stabilisants les rendent inoffensives par formation de composés stables.

THEORIE DE LA PHOTODEGRADABILITE

L'étude de ces stabilisants a donné à Scott l'idée qu'il était peut-être possible de les modifier, de façon à ce qu'ils aient au départ un effet stabilisateur, pour devenir, après une période de radiation donnée, des agents agressifs attaquant le polymère dans lequel ils sont incorporés.

Les études théoriques ont été pleinement confirmées dans la pratique.

Certains mélanges métallo-organiques, ajoutés au polymère, deviennent actifs après une période d'induction prévisible (temps d'irradiation); ils agissent donc en « photo-activateurs » permettant l'initiation du processus de dégradation. De tels complexes renfermant des ions de fer et de cuivre révèlent des périodes d'induction différentes selon leur concentration dans le polymère (fig. 2). En ajoutant ces complexes de façon appropriée, il est donc possible d'obtenir « à la commande » des durées de service et des périodes d'induction déterminées.

and vibrational, destructive energies, into thermal energy which is dissipated as heat, quickly and harmlessly, into the environment.

- The other form of stabilizer activity is its role as a «collector» of potentially aggressive molecules. The latter are either present or develop during the course of irradiation. The task of the stabilizers is to render them harmless by forming stable compounds.

THEORETICAL BACKGROUND

It is by way of studying these stabilizers that Scott first propounded the idea that it may be possible to modify these stabilizers in such a way that whilst initially they would have a stabilizing effect they could become, during a period of irradiation, aggressive compounds which would now attack the polymer matrix in which they are embedded.

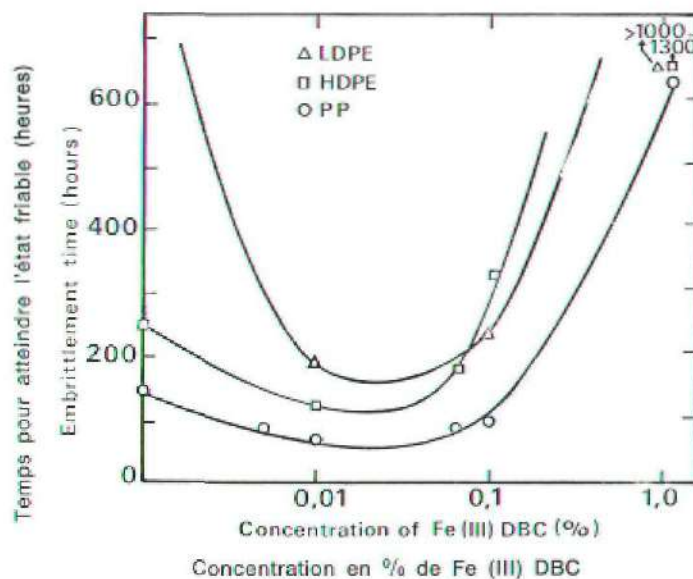
Theoretical studies have been fully borne out in the field.

Certain metallo-organic complexes, when added to the polymer, will become active after a predictable period of induction (irradiation); they therefore act as photo-activators which will initiate the degradation process. Such complexes containing iron or copper ions show induction periods depending on the concentration in which they are present in the polymer (fig. 2). By judicious addition of these complexes, «made to order» induction periods and service times are feasible.

Fig. 2 (after / d'après G. Scott)

UV STABILITY OF POLY (PROPYLENE)
LOW DENSITY POLY (ETHYLENE)
AND HIGH DENSITY POLY (ETHYLENE)
FILMS (240 μ m) CONTAINING Fe (III) DBC
STABILITÉ

AUX UV DE FILMS (240 μ) POLY-PROPYLENE
DE POLY (ETHYLENE) BASSE DENSITÉ
ET EN PE HAUTE DENSITÉ
CONTENANT DU Fe (III) DBC



APPLICATIONS PRATIQUES

Telles sont les données théoriques, bien entendu très simplifiées. Dans la pratique, on est arrivé aujourd'hui à établir une corrélation entre les temps d'induction obtenus en laboratoire et ceux réellement observés sur le terrain.

Il convient de rappeler qu'en Israël, les moyennes mensuelles d'ensoleillement ne subissent pas d'écart importants et qu'en conséquence, pour une période de culture, l'ensoleillement peut être prévu sans risque d'erreur important. L'agriculteur peut maintenant disposer de films plastiques qui durent le temps nécessaire pour réaliser les meilleures conditions culturales et se désagrègent rapidement par la suite.

Une fois les phénomènes de dégradation démarrés (on décèle des fendillements à la surface du film), la désintégration totale du film en petites paillettes friables s'accomplit très rapidement, parfois en seulement deux semaines. Aux yeux de l'agriculteur, l'affaire de la dégradation du film est close lorsque ce stade est atteint : les paillettes résiduelles ne sont pas plus gênantes que de petites feuilles sèches. Pourtant, le processus de désintégration chimique se poursuit, réduisant progressivement le poids moléculaire du polymère. Celui-ci se transforme ultérieurement en une poudre fine et inerte qui, avec le temps, deviendra mouillable et pourra par conséquent être attaquée par l'eau (hydrolyse) puis par les micro-organismes. En fin de compte, les molécules de polymère seront retournées à l'état de composés simples : eau, bioxyde de carbone et autres dérivés simples du carbone. Une fois que le processus a été déclenché par « photo-activation », il n'est pas besoin de lumière pour qu'il parvienne à son terme : en présence d'oxygène, il continue donc, bien qu'à un rythme plus lent, même lorsque les fragments de polyéthylène sont enterrés.

Ajoutons d'un point de vue pratique que le film plastique contenant des « photo-activateurs » peut être entreposé à l'intérieur, comme n'importe quel autre plastique. La lumière ultra-violettes nécessaire à l'activation n'est qu'à peine présente dans la lumière diffuse et ne pénètre pas à travers les vitres. Toutefois, une fois qu'il est enclenché, le processus ne peut être arrêté.

FILMS DE PAILLAGE

Bien que l'on puisse parfaitement envisager d'utiliser du film photodégradable pour les tunnels, les essais n'ont porté jusqu'à présent que sur des films pour paillage. Ces films sont en partie enterrés dans le sol, des deux côtés des rangs de plantation. Ces bandes ne sont pas exposées et ne peuvent ainsi se dégrader en même temps que le film en surface. Après la récolte, il est nécessaire de dégager ces bandes plastiques — alors complètement séparées l'une de l'autre — pour les exposer à la lumière. La forte intensité lumineuse de l'été réduira rapidement les bandes qui viennent d'être mises à l'air. Une solution mécanique, pour ce faire, ne devrait présenter aucune difficulté.

Les essais, jusqu'à présent, ont porté sur les cultures suivantes :

Tomates

Seules les plastiques photodégradables permettent de résoudre la contradiction freinant le développement des cultures de tomates destinées aux conserveries.

PRACTICAL APPLICATIONS

This then is the theoretical background, much simplified, to be sure. In practice the following has been achieved so far: the establishment of a relationship of the induction times in the laboratory with those actually obtained in the field.

It must be remembered that in Israel monthly irradiation averages do not have a lot of scatter, and over a growing period the irradiation to be expected can be predicted with some degree of confidence. One can now supply the agriculturist with plastics films that will last a period of time required for optimal growing condition, after which the film will disintegrate quickly.

It has been found that once the degradation process has started, which can be seen by cracks appearing in the film, the time needed for total disintegration of the film into small friable flakes is very short, perhaps two weeks only. Once this stage has been reached, the chapter of degradation of the film from the agriculturist's point of view is closed. The residual flakes are no more troublesome than small dry leaves. The process of chemical disintegration, however, is moving on, reducing progressively the molecular weight of the polymer. The latter is further degraded into a fine and inert powder which, in due course, will become wettable and therefore open to attack by water (hydrolysis), and consequently by micro-organisms. In the end, it is predicted, the polymer molecules will revert to simple compounds such as water, carbon dioxide or other simple carboxyl derivatives. Once this process has been started by photoactivation no more light is needed to carry the process to its conclusion, and in the presence of oxygen it will proceed, albeit at a slower pace, even when underground.

From a practical point of view it must be stated that plastics containing photo-activators may be stored indoors just like any other. The ultra-violet light needed for the activation is hardly present in diffused light and does not penetrate window glass. However, once started, the process cannot be stopped.

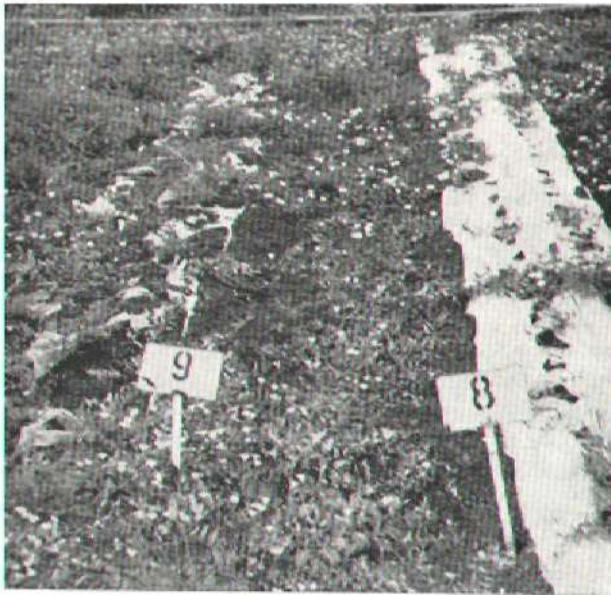
MULCHING FILMS

So far only mulching films were tried, although it will become quite feasible to use photodegradable film also for the tunnels. Mulching films are partly buried into the ground on both sides of the planted rows. These margins are not exposed and therefore will not degrade along with the part of the film that is on the surface. It is necessary to pull up these strips of plastics: now completely disconnected from each other, thus exposing them to light after the harvesting of the crop. The extremely strong sunlight which is present in midsummer will make short shrift of the now exposed residual bands. A mechanical solution for this process should not present any problems.

The following crops have been tried so far:

Tomatoes

Here is an agrotechnical problem that only photodegradable plastics can solve.



Tomatoes : photodegradable film (9) and ordinary mulching film (8) on August 5, after harvesting.

← Tomates : film photodégradable (9) et film de paillage ordinaire (8) le 5 août, après la récolte.

Bananas / bananiers (planted / plantés 25-3-1972)

Ordinary mulching film (left) and photodegradable film (right) on May 13 (top) and July 2 (bottom).

Film de paillage ordinaire (à gauche) et film photodégradable (à droite) le 13 mai (en haut) et le 2 juillet (en bas).



D'une part, il est obligatoire d'avoir recours au paillage plastique, de façon à faire des apports en début de saison, à utiliser pleinement les équipements et aussi à faire du profit.

D'autre part, la nécessité d'économiser une main-d'œuvre chère impose la récolte mécanique.

Ces deux exigences s'excluent l'une l'autre, puisque le film plastique entrave la marche de la machine et engorge les parties mobiles.

Un plastique dont la présence est assurée pendant la croissance, mais qui a disparu ou est tout au moins devenu entièrement friable au moment de la récolte, peut évidemment apporter une réponse à ce problème particulier.

Melons et pastèques

Des milliers d'hectares sont cultivés pour l'exportation. Les premiers essais ont donné des résultats encourageants et seront reconduits sur une échelle moyenne en 1975-1976.

Bananiers

La plantation intervient en février et le paillage est nécessaire pour contrôler les mauvaises herbes et accélérer l'apparition de pousses; il y a en effet un nombre de jours fixe entre l'apparition des pousses et la maturité du fruit. Dix mois après sa mise en place, le plastique est complètement désintégré.

Il ne s'agit que d'un aperçu de quelques expérimentations initiales. Au cours de la saison 1975-1976, les essais seront élargis et étendus à d'autres productions.

On espère pouvoir mettre à la disposition des agriculteurs une série de formules couvrant des temps d'induction allant de trois semaines à sept ou huit mois, ou même davantage.

Tomatoes grown for canning can only be grown profitably when under plastics, so as to enter the factories early and make use of the available machinery.

However, the picking must be done mechanically in order to save expensive labour.

These two facts are mutually exclusive as the plastics film will clog the picker and choke the moving parts.

Only plastics that is there when needed for growth but is gone or, at least, completely brittle by picking time can solve this particular problem.

Sugar melons and watermelons

Thousands of acres are under cultivation for this particular crop, for the export market. Tests have rendered encouraging results and will be tried on a moderate scale in 1975-1976.

Bananas

Rooting material is planted in February and the plastics mulch is needed for weed control and the speedy emergence of the shoots, as there is a strict number of days from sprouting to maturity of fruit. Two months after covering, the plastics had disintegrated completely.

These are just a few of the first experiments, but in the 1975-1976 growing season the trials will be enlarged and will comprise different crops.

It is hoped that a range of formulations will be available for the growers over a range of induction periods, from three weeks to seven or eight months, or even longer.

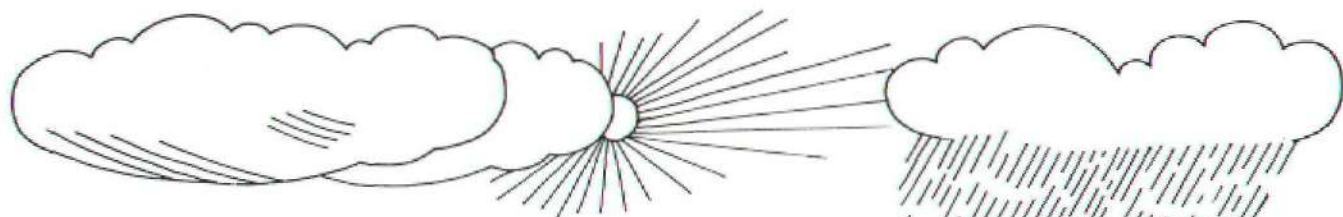
ANTIBES, 9-14 MAI 1977 (FRANCE)

**COLLOQUE S.I.S.H.
SUR L'ŒILLET**

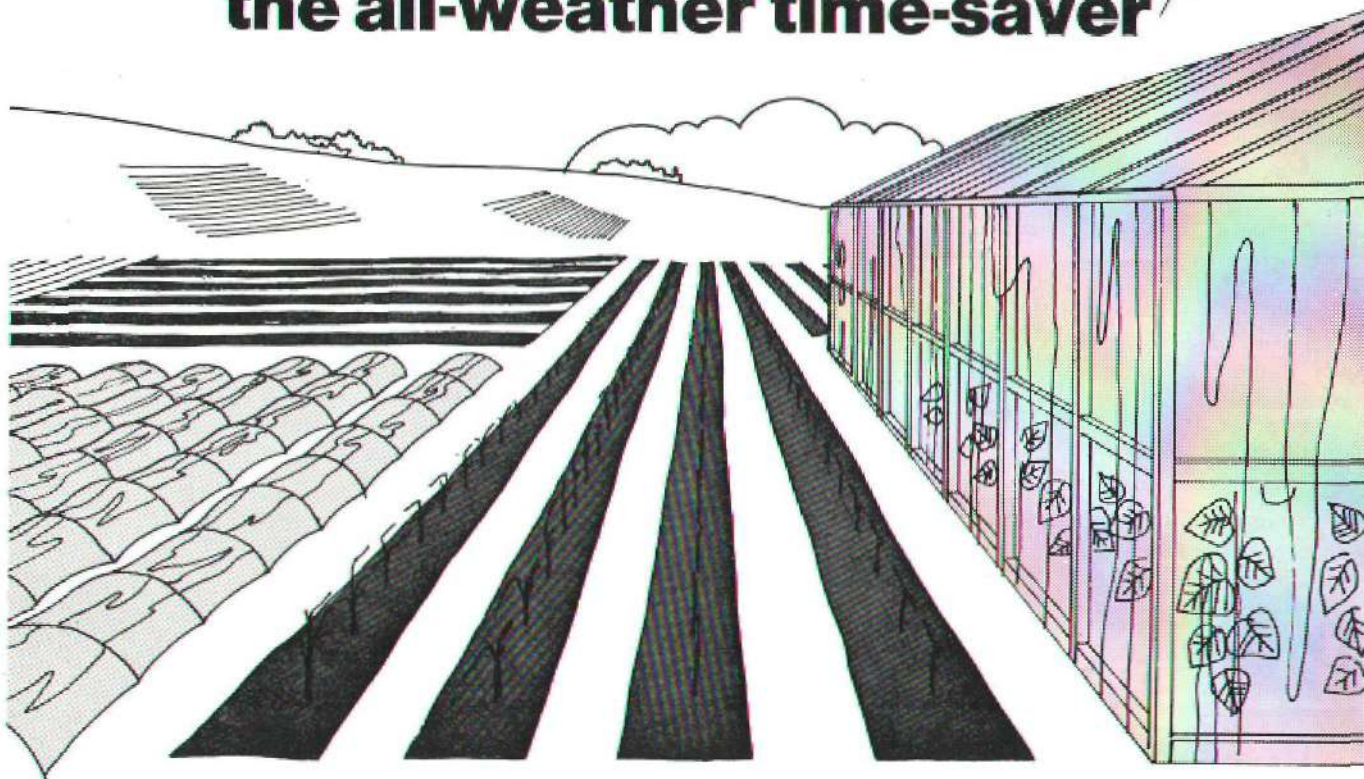
**SYMPOSIUM I.S.H.S.
ON CARNATIONS**

Renseignements : Station d'Agronomie I. N. R. A.
Inquiries 45, boulevard du Cap
F - 06600 ANTIBES

lacqtene polyethylene



the all-weather time-saver



lacqtene 1002 FN 22 for black films**
lacqtene 1005 FL 23 and 1005 FL 23 S "Super** for long life"**
for transparent films (over 2 years)

ATO CHIMIE now produces low density polyethylene for agriculture and horticulture.

Obtained by the high pressure tubular process, these grades are particularly suitable for agricultural films because of their:

- very good mechanical properties,
- excellent tearing resistance,
- long life up to 2 years or more.

** Awarded 2 stars from the Centre d'Etudes des Matières plastiques Paris.

ATO CHIMIE

ATO

Tour Aquitaine Cedex n° 4 - 92080 Paris La Défense (France)
Tél : 33 (1) 256.61.61 - Télex.620953 F

Mousses plastiques pour l'amélioration des sols

Plastics foam for soil improvement

Dr B. WERMINGHAUSEN,
Limburgerhof, BRD.

La productivité des sols peut être préservée et même accrue grâce à différentes techniques : travail de la terre, drainage, incorporation de matériaux organiques tels que fumier, compost, tourbe, ou de substances floculantes : chaux, phosphate, etc. Toutes ces techniques ont pour effet, direct ou indirect, d'améliorer la structure du sol et d'y entretenir un rapport air-eau optimal pour la croissance des végétaux.

La structure des terres horticoles ou des sols lourds ou compactés par des machines peut être efficacement améliorée grâce au ^{*}Styromull. Il s'agit d'un mélange de perles ou flocons de polystyrène expansé, élastiques et de taille variant entre 4 et 16 mm. C'est un matériau sans odeur, chimiquement neutre et absolument compatible avec tous les végétaux. Chaque perle ou flocon est constitué d'une multitude de petites cellules fermées emprisonnant de l'air. Styromull permet donc d'alléger les sols lourds. La mousse de polystyrène a en outre l'avantage d'être élastique et imputrescible. Elle améliore donc les sols de façon durable et s'oppose à leur tassement sous l'effet de sollicitations mécaniques (utilisation ou passage répété de matériels agricoles). Grâce à l'air emmagasiné, le matériau est extrêmement léger et ne pèse que 10 à 20 kg par mètre cube.

Styromull a en revanche la propriété de ne pas retenir l'eau. L'humidité ne pénètre pas au sein des particules; elle peut tout au plus s'accrocher à leur surface. Le matériau en vrac se comporte à l'égard de l'eau comme le sable, le gravier ou le mâchefer. Sa perméabilité a été déterminée selon la loi de Darcy (vitesse de filtration). On a tenu compte comme paramètre supplémentaire de la compression exercée sur le matériau ou, selon le cas, de la compaction pouvant résulter de la mise en tas. Dans le domaine qui nous intéresse en pratique, les mesures de perméabilité ont donné des valeurs de K (conductivité hydraulique) allant de 1 cm/s pour une

The productivity of the soil can not only be maintained but also increased by the use of various techniques such as working of the ground, drainage and the incorporation of organic matter such as manure, compost, peat, or flocculant substances i.e. chalk or phosphates. All these techniques act either directly or indirectly to improve the soil structure and to maintain an optimum air-water ratio for the growth of the vegetation.

The structure of ground for horticultural use, heavy soils or those compacted by heavy equipment can be very effectively improved by the use of Styromull[®]. This is a mixture of granules or flakes of expanded polystyrene, varying between 4 and 16 mm in size; it has no smell, is chemically neutral and is completely compatible with all plants. Each granule or flake is made up of a multitude of small cells which contain air. Styromull therefore helps to lighten heavy soils. Polystyrene foam has, in addition, the advantage of being flexible and biologically indestructible. It improves the soil in a permanent manner and prevents compaction by the effect of heavy mechanical loads such as by repeated passage of agricultural equipment. Because of the air which is occluded, the material is very light and weighs only 10 to 20 kg per metre cube.

Styromull has, on the other hand, the property of not retaining moisture; water does not penetrate into the body of the particle and remains only on the surface. The material behaves with regards to water as sand, gravel or clinker. Its permeability has been determined according to Darcy's law (speed of filtration). Account has been taken of the compression exerted on the material or, in relevant cases, of the compaction, as an additional parameter. The measurements for the permeability of K (hydraulic conductivity) in the area, which is of interest in practice, varies from 1.0 cm/s

^{*} Marque déposée par BASF AG, Ludwigshafen am Rhein (R.F.A.).

[®] Registered product of BASF AG, Ludwigshafen a. Rh., Germany.

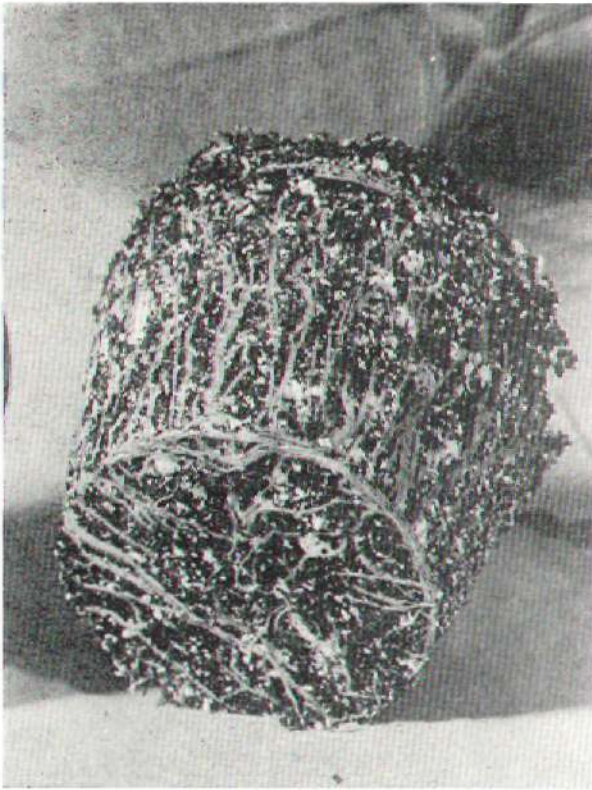


Fig. 1. — *L'addition de Styromull aux terreaux horticoles augmente la résistance au lessivage des plantes en pot.*

1. *The addition of Styromull to the soil for pot plants reduces leaching.*



Fig. 2. — *L'intérêt des déchets de Styropor pour la culture des orchidées n'a plus à faire ses preuves.*

2. *The use of Styropor waste for growing orchids needs no further proof.*

compression d'environ 20 p. cent, à 0,1 cm/s pour une compression de l'ordre de 50 p. cent (qui correspond à la pression du sol à 1 m de profondeur). En d'autres termes, Styromull a une perméabilité à l'eau variant avec sa compaction mais comparable à celle d'un sable grossier de granulométrie 0,6-2 mm.

En horticulture ornementale et en pépinière, pour la culture en conteneurs (multiplication, culture et commercialisation de plantes vivaces ou de végétaux ligneux de grande taille), Styromull assure un ameublissement permanent du substrat. Incorporé à un sol à raison de 10 à 25 p. cent en volume, il en augmente la résistance au lessivage. L'ameublissement obtenu améliore la répartition de la chaleur et l'aération dans la zone des racines et favorise en conséquence la croissance des végétaux. Par ailleurs, le gain de poids au transport et à l'expédition n'est pas négligeable.

Les chutes de "Styropor, pour leur part, peuvent être utilisées seules ou en mélange pour servir de substrat dans la culture des orchidées. La culture sur Styropor de ces délicates plantes exotiques est relativement aisée et leur croissance rapide est une preuve supplémentaire de la bonne compatibilité du matériau avec les végétaux.

Des expériences d'amélioration du sol par Styromull dans l'établissement de jardins, parcs, pelouses ou terrains de sport se sont révélées concluantes. Face aux problèmes actuels de main-d'œuvre, il est en effet impensable de préparer les sols de ces aires destinées à la détente et aux loisirs autrement que mécaniquement. Cependant, surtout lorsqu'il s'agit de sols lourds ou détremés, les engins tassent le sol et en altèrent la structure, — inconvénients auxquels il est ensuite difficile et onéreux de remédier. En pareil cas, on réussit à régénérer le sol de façon économique et durable en incorporant des déchets de mousse de polystyrène sur toute son étendue.

Il faut compter 2 à 6 m³ de produit par are, selon la texture du sol et la profondeur de traitement. Les

for a compression of about 20 p. cent to 0.1 cm/s for a compression of the order of 50 p. cent, which corresponds to the soil pressure at a depth of 1 metre. Styromull can be regarded as having a permeability to water depending on the compaction comparable to that of coarse sand of the size of 0.6-2 mm.

Styromull can therefore be used in ornamental horticulture and in nurseries for cultivation in containers (propagation, growing and sale of plants and young trees). By incorporation in the soil, at a level of 10 to 25 p. cent by volume, resistance to leaching is increased and the improvement obtained helps in the distribution of heat and air around the roots and in consequence produces better plant growth. The reduced weight for dispatch and transport is another advantage.

The off-cuts and waste of Styropor* can also be used on their own or as mixture for the substrate in the growing of orchids. The cultivation with the use of Styropor of these exotic and delicate plants is relatively easy and the rapid growth is a further indication of the good compatibility of the material with the vegetation.

The trials on soil improvement, using Styromull in the establishment of gardens, parks, lawns and sports grounds have proved successful. Because of the present problems in relation to the work force, it is quite impossible to prepare the soil for these areas intended for leisure use other than by mechanical means. However, particularly with heavy or very wet soils, the equipment compacts the soil and destroys its structure and this can be very difficult and expensive to correct. In such cases, the soil can be improved permanently and in an economic manner by the incorporation over the whole area of waste of polystyrene foam.

The quantity required varies between 2 and 6 cubic metres per hundred square metres, according to the texture of the soil and the depth of the treatment.

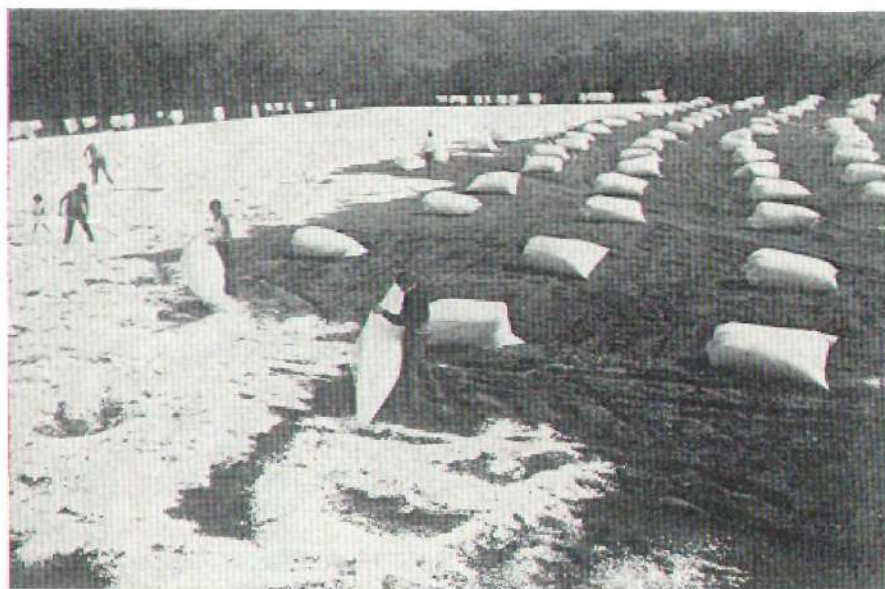


Fig. 3. — Amélioration grâce au Styromull d'un sol destiné à l'aménagement d'un terrain de sport engazonné.

3. Improvement obtained by use of Styromull to a soil intended for a sports arena.



Fig. 4. — Les flocons sont enfouis dans le sol à l'aide d'une houe rotative opérant à vitesse réduite.

4. The flakes are dispersed in the soil using a rotary harrow operating at a reduced speed.

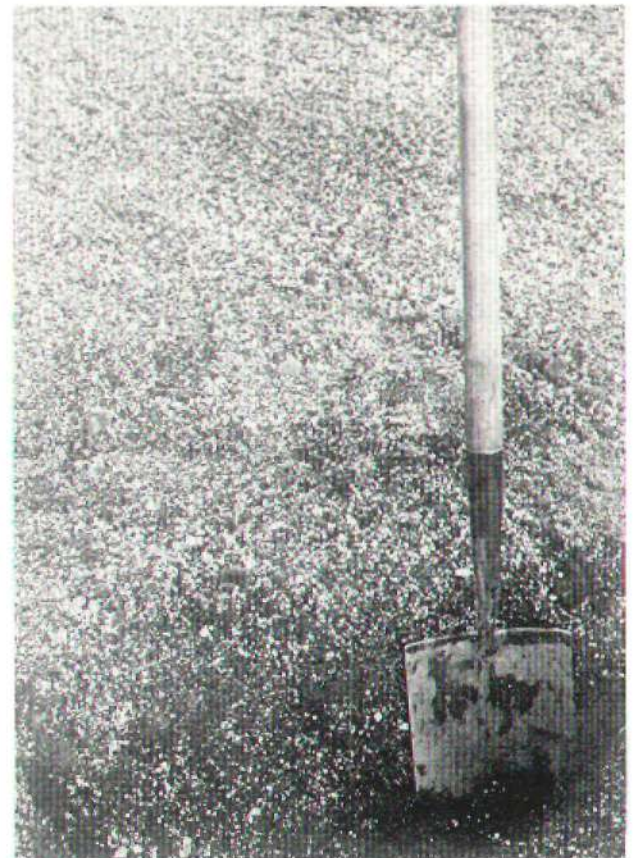


Fig. 5. — Pour que Stymorull ait une action efficace, il est indispensable de l'incorporer uniformément et profondément dans le sol.

5. For effective action, uniform incorporation to the required depth is essential.

perles ou flocons sont répandus en une couche de 2 à 6 cm sur toute la surface du sol et doivent être enfouis sans délai, sous peine d'être rapidement dispersés par le vent. Pour l'incorporation, on a recours à des appareils rotatifs tels que herse à disques, houes rotatives, fraises.

Afin d'obtenir un ameublissement et un drainage satisfaisants, il est indispensable d'enfouir le produit dans le sol uniformément et sur une bonne profondeur. Grâce à son élasticité et à son imputrescibilité, le Styromull conservé son efficacité dans le temps, empêche le tassement et augmente la résistance au piétinement, notamment dans le cas de surfaces engazonnées.

Une autre utilisation intéressante des chutes de Styropor est l'établissement de sentiers sportifs (comme les

The granules or flakes are spread out in a layer 2 to 6 cm deep over the whole surface of the soil and are worked into the soil right away, otherwise it could be blown away by the wind. This can be done using equipment such as disc harrow, rotary hoe.

In order to ensure the best possible results and satisfactory drainage, it is essential to work the product into the soil uniformly and over a good depth. Because of its flexibility and its stability of bacteria, Styromull maintains its efficiency over a long time, prevents compaction and increases resistance to walking particularly with grassy areas.

A further interesting use for scrap Styropor is for making sport tracks or quite simply paths for walkers

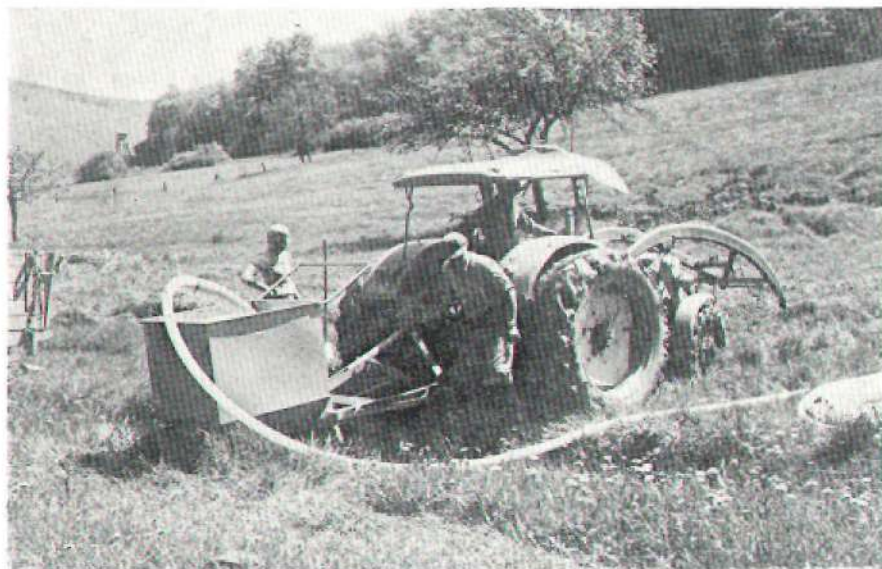


Fig. 6-7. — Styromull sert de matériau filtrant pour le drainage par tuyaux. Le drain posé à l'outil-taube est simultanément enrobé de flocons de mousse de polystyrène.

6-7. Styromull, as the filter material for drainage pipes. The drain, as laid by a mole plough, is at the time surrounded by flakes of polystyrene foam.



parcours Vita en Suisse et en Allemagne), ou tout simplement de chemins pour promeneurs et randonneurs. Pistes et sentiers acquièrent une bonne souplesse lorsqu'on a incorporé au sol existant, uniformément sur une bonne profondeur, une épaisseur de 4-6 cm de flocons, sous la couche d'usure liée à l'eau. Le marcheur a vraiment l'impression de fouler aux pieds un sol de sous-bois, et cet effet est persistant. Les pistes cavalières, qui ne cessent de se multiplier, tirent également bénéfice des qualités élastiques et ameublissantes de la mousse de polystyrène. Grâce à Styromull, la piste demeure sèche et souple. Les sabots des chevaux ne collent plus et leurs articulations sont moins éprouvées.

Styromull sert aussi lors du drainage. Il constitue un « filtre » imputrescible pour l'enrobage des drains dont il favorise et maintient l'activité. Selon la méthode de drainage utilisée, il faut 1 à 3 m³ de Styromull pour 100 m linéaires de drains. Styromull possède les deux qualités requises pour garantir le bon fonctionnement d'un drainage taube, à savoir légèreté et granulation. Or, la pose des drains par charrue-taube est le mode de travail le plus économique, puisque cette technique permet de poser 500 à 1000 m de drains à l'heure, selon la nature du sol et la profondeur de drainage.

Styromull sert également de remblai poreux dans le drainage par fentes. En coupant les couches imperméables à l'aide d'un coutre, sur une profondeur d'environ 70 cm, on élimine les accumulations d'eau ou nappes perchées. On remblaie les saignées ainsi formées, larges de 8 cm environ, à l'aide de Styromull. Cette application consomme 4 à 5 m³ de matériau pour 100 m linéaires de saignées.

La mise au point de Styromull a résolu le problème de l'élimination des déchets de mousse de polystyrène. Que les chutes proviennent de l'usine, lors de la transformation des matières premières, ou d'emballages non réutilisables par le grossiste ou l'utilisateur particulier, elles sont récupérables et, une fois broyées, utilisables sous forme de Styromull. Précisons à ce propos que le Styropor broyé peut servir d'adjuvant de compostage, aussi bien dans les entreprises spécialisées que chez le jardinier amateur.

Au cours du compostage, des matières organiques d'origine animale ou végétale sont transformées par les micro-organismes en humus qui améliore le sol. Le processus de transformation peut être accéléré par l'adjonction de 25 à 30 p. cent de Styromull au volume total de matières à traiter. L'aération optimale fournie par le Styromull stimule en effet l'activité des micro-organismes; la décomposition est de ce fait plus rapide et plus complète, tandis que la brusque augmentation de température induit une « pasteurisation » du compost. Le produit final est un agent d'amélioration du sol largement exempt de germes pathogènes et de mauvaises herbes.

Nous avons vu l'efficacité de Styromull en matière de drainage. Un produit complémentaire a également été mis au point. Il s'agit d'[®]Hygromull, une mousse résultant de l'expansion d'un produit de condensation de l'urée et du formol et offrant une très large compatibilité avec les végétaux. C'est un produit spongieux, donc formé principalement de cellules ouvertes. De ce fait, il est apte à emmagasiner de l'eau et des éléments nutritifs en solution, et à réapprovisionner les végétaux au fur et à mesure de leurs besoins. Ce produit est capable d'absorber plus de moitié de son volume d'eau.

and hikers. The uniform incorporation into the existing soil over a good depth of 4 to 6 cm of flakes produces in paths and tracks a good flexibility under the top layer. It gives the impression of walking on the soil under trees and the effect is long lasting. Bridle paths are still on the increase and these benefit considerably from the elastic properties and the improvement obtained by use of polystyrene foam. The tracks remain dry and flexible, the soil no longer sticks to the horses' shoes and there is less effect on the leg joints.

Styromull is used also as an aid to drainage, it forms a bacteria proof filter for enclosing the drains, thereby preventing blockages. According to the method used, 1 to 3 cubic metres of Styromull is required for every 100 metres run of drainage. Styromull has two particular properties which are needed to ensure effective and continuous operation of land drainage pipes, i.e. the light weight and granular form. When this type of drain is installed by the most economic method by use of a mole-plough, the rate of laying can be 500 to 1000 metres per hour depending on the nature of the soil and the depth of the pipe.

Styromull can be used also as the porous back-fill for channel drainage. In the cutting of the impermeable layers to a depth of about 70 cm, accumulations and surface water is eliminated. The trenches thus formed are about 8 cm wide and are filled with Styromull: this application consumes 4 to 5 cubic metres of material for every 100 metres.

The development of these techniques with Styromull has overcome the problem of the disposal of polystyrene foam waste. When the waste comes from the factory or as non-returnable packages from the wholesaler or a particular user, it is recoverable and reused after grinding in the form of Styromull. Ground Styropor can be used as an addition to compost, not only by the professional but also by the amateur gardener.

During the course of composting, organic matter of both animal and vegetable origin is transformed by micro-organisms into humus which improves the soil. The transformation process can be accelerated by the addition of 25 to 50 p. cent of the total volume of Styromull to the material being treated. The increased aeration provided by the Styromull stimulates the activity of the microorganisms, decomposition is therefore more rapid and more complete, while the sharp temperature rise induces a «pasteurisation» of the compost. The final product is a soil improver which is free from pathogens and weeds.

The effectiveness of Styromull for drainage has already been described and a complementary product has also been developed; this is Hydromull[®] with is a foam produced by the expansion of the condensation product of urea and formalin, and this is very compatible with plants. It is a spongy product, which has an open cell structure and because of this, it is capable of taking up water and nutritive elements in solution and feeding them to the plants according to their needs. This product Hydromull is capable of absorbing more than half its own volume of water and is therefore available as a

Avec Hygromull, nous disposons donc d'un agent d'amélioration du sol qui, incorporé à une terre ou à un substrat légers, permet de tirer le meilleur parti des précipitations naturelles et des arrosages. En d'autres termes, son effet régulateur permet de réduire les charges de main-d'œuvre nécessaires à l'arrosage ou à l'irrigation des cultures horticoles. De par sa composition chimique, Hygromull peut être qualifié de substance organique. Après incinération, le résidu est de 0,5 p. cent seulement. Hygromull contient environ 30 p. cent de sa teneur en extrait sec d'azote difficilement disponible. Dans le sol, la mousse se décompose lentement, libérant cet azote sous une forme assimilable par les végétaux. Utilisé avec discernement, Hygromull est un matériau compatible avec les végétaux, exempt de germes pathogènes et de mauvaises herbes. Il peut être fabriqué n'importe où, à n'importe quel moment, en quantité quelconque et demeure de qualité constante. On l'associe fréquemment à Styromull, sous forme d'^{re}Hygropor, pour l'amélioration des terres horticoles ou agricoles.

Mélange en proportions variables de Styromull et Hygromull, Hygropor allie les qualités ameublissantes de l'un aux propriétés hygroscopiques de l'autre. Selon la compacité du sol, on utilise un Hygropor plus ou moins riche en l'un ou l'autre des constituants. Les aménagements réalisés à l'occasion des Jeux Olympiques de Munich ont mis en jeu à eux seuls 12 000 m³ de Styropor 55, un matériau composé de Styromull et d'Hygromull en volumes égaux. La mise en œuvre d'Hygropor se pratique également à l'aide d'appareils rotatifs (herse et houes à disques) circulant à vitesse relativement lente et répartissant le produit dans le sol uniformément et en profondeur.

L'usage de mousse de polyuréthane pour l'amélioration des sols et des substrats n'a encore été l'objet d'aucune application pratique à grande échelle, en dépit de travaux de développement intensifs menés notamment par les Sociétés Bayer, à Leverkusen, et Dow Chemical.

soil improver which, when incorporated in the soil or in a light substrate, takes up the greater part of natural precipitations and water supplied artificially. The effect therefore is to reduce labour cost for irrigation of horticultural crops. By reason of its chemical composition, Hygromull qualifies as an organic substance which, after incineration, leaves a residue of only 0.5 p. cent. In addition, it contains 30 p. cent of its own weight of nitrogen which is not readily available. In the soil, the foam decomposes slowly, liberating this nitrogen in a form which can be taken up by the plants.

When correctly used, Hydromull is a material which is compatible with vegetation and free from pathogens and weeds. It can be manufactured anywhere, at any time, in small or large quantities to a consistent quality. It is often used as a mixture with Styromull, under the name of Hygropor, as a soil improver in both agriculture and horticulture.

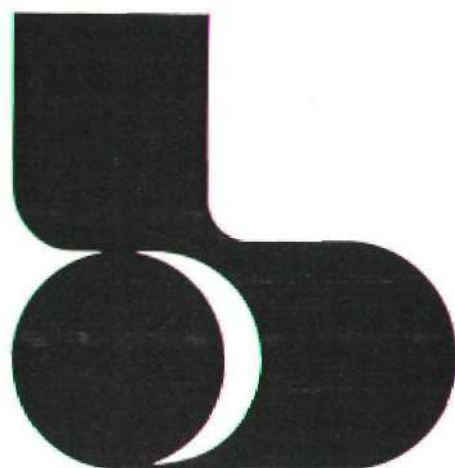
As a mixture, in variable proportions of the two components, Hygropor brings together the lightening characteristics of the one with the hygroscopic properties of the other. According to the soil heaviness, one uses a Hydropor which is more or less rich in one or the other of the components. The grounds laid down for the Olympic games of Munich used 12 000 cubic metres of Styropor 55, which consists of Styromull and Hygromull in equal volumes. The incorporation of Hygropor is carried out in the usual manner using rotary equipment (such as a disc harrow) operating at a relatively low speed to distribute the product uniformly in the soil to the required depth.

The use of polyurethane foam, as a soil improvement agent and also for the substrates, has not yet been carried out in practice on a large scale, although considerable development work has been done by Bayer at Leverkusen and Dow Chemical companies.



Fig. 8. — Un drainage par fentes remblayées au Styromull fait disparaître les tassements du sol et les accumulations d'eau.

8. Drainage channels back filled with Styromull overcomes soil settlement and water accumulation.



barbier & c°

films polyéthylène à usages agricoles

- **paillages**

qualité standard
qualité 2 Etoiles paillage vigne

- **serres et grands abris** 

qualité longue durée 2 Etoiles 2 Saisons
qualité longue durée 33 Mois

- **semi-forçage, tunnels et châssis**

- **bâchage**

- **ensilage**

- **réserves d'eau**

- **gaines d'irrigation**

- **sacs et sachets**

échantillons qualités sur demande :

BARBIER & CIE
"LA GUIDE" 43600 STE-SIGOLENE
TEL. (71) 61.60.93. TELEX 390.956

Hommes et faits

Men and events

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DE LA SCIENCE HORTICOLE

● COMMISSION CULTURES PROTÉGÉES

Trois importants colloques intéressant les applications des plastiques sont prévus sur :

- L'œillet, à Antibes (France), 9-14 mai 1977.
- L'amélioration de l'utilisation de l'énergie en cultures protégées, à Alnarp (Suède), en septembre 1977.
- La programmation de la production en cultures protégées, au Danemark, en 1979.

Il convient d'ajouter qu'un groupe de travail s'est fixé pour objectif la « normalisation des mesures climatiques sous serre », à la suite d'une présentation du sujet par le Dr Gaastra à Scheveningen (Pays-Bas), le 13 mai 1975.

● LA PLASTICULTURE ET LA RECHERCHE : OBJECTIFS NOUVEAUX

Le Dr A. Nisen, professeur associé à la Faculté agronomique des Sciences agronomiques de l'Etat, Gembloux (Belgique), est bien connu pour ses travaux sur les serres et abris, les phénomènes physiques et les techniques culturales qui y sont liées. Dès l'origine, il a su percevoir l'intérêt des matières plastiques et il est d'ailleurs président du groupe de travail « Plastiques en horticulture » de la Société internationale de la Science horticole.

Dans *Chronica horticultrae*, vol. 15, n° 3 (déc. 1975), en conclusion d'un important article, il propose la réalisation « d'une synthèse à l'échelon mondial de l'infinité des données dont on dispose (en matière de plasticulture) mais dont la dispersion interdit l'usage rationnel en pays neuf ». Ainsi que l'auteur l'affirme lui-même, « la plasticulture n'est-elle pas en effet un moyen efficace de tirer le maximum de productions agricoles d'un minimum de disponibilités en eau sous un climat (semi) aride ? ».

Il ne sera sans doute pas facile de dresser l'inventaire complet des connaissances acquises à travers le monde et de les synthétiser sous forme de fiches techniques précisant les possibilités d'utilisation des variétés végétales, des plastiques et des types d'abris en fonction du climat local. Le Dr A. Nisen peut en tout cas compter sur le CIPA et les Comités nationaux qui le composent : ce sera la confirmation d'une collaboration établie de longue date avec la Société internationale de la Science horticole (secrétariat général : Bezuidenhoutseweg 73, La Haye, Pays-Bas).

INTERNATIONAL SOCIETY FOR HORTICULTURAL SCIENCE

● TECHNICAL COMMITTEE FOR PROTECTED CULTIVATION

Three important symposia on the application of plastics have been arranged as follows:

- Carnations, at Antibes (France), 9-14 May 1977.
- Improvements in the use of energy for protected cultivation, at Alnarp (Sweden), September 1977.
- Programming of the production under protected cultivation, Denmark, in 1979.

A working group has been set up to consider «standardization for climatic measurements in the greenhouse», following a lecture on this subject given by Dr. Gaastra in Scheveningen (Holland), on the 13th May 1975.

● PLASTICULTURE AND RESEARCH: NEW OBJECTIVES

Professor A. Nisen, of the Agronomic Faculty, Gembloux (Belgium), is well known for his work concerned with greenhouses and also the physical aspects and cultivation techniques associated with it. He has shown considerable interest in plastics materials right from the outset and is now chairman of the working group for plastics in horticulture of the International Society for Horticultural Science.

In *Chronica horticultrae*, vol. 15, n° 3 (December 1975) he proposes in the conclusions of an important article, that all the information on plasticulture which is available in the world should be assembled together, so that it can be at the disposal of developing countries. To quote from his article, «plasticulture can be regarded as an effective means of getting the maximum efficiency in agricultural production for the minimum available water supplies in a (semi) arid climate».

Undoubtedly it would not be easy to compile a complete record of all the information which is available and to set it out as technical leaflets showing all the possibilities for the use of the different plant varieties, of the plastics and the types of structures in relation to local climate.

Professor Nisen can count on the help of the CIPA and the various national Committees, confirming a long established collaboration with the International Society for Horticultural Science (general secretariat: Bezuidenhoutseweg 73, The Hague, The Netherlands).

REPUBLIQUE FEDERALE D'ALLEMAGNE

● JOURNEES GKL A WURZBURG 15-16 SEPTEMBRE 1976

Le thème majeur des journées annuelles de la Société des plastiques en agriculture sera l'utilisation des matières plastiques en viticulture.

Renseignements : Gesellschaft für Kunststoffe in der Landwirtschaft e.V. (GKL), Geschäftsstelle KTBL, D-6100 Darmstadt-Kranichstein, Bartningstrasse 49.

ARGENTINE

Les comptes rendus du VI^e Congrès international des plastiques en agriculture viennent de paraître en deux volumes (plus de 400 pages avec illustrations).

Organisé à Buenos-Aires en septembre 1974, conjointement avec un colloque latino-américain sur les plastiques, cette manifestation a permis de faire le point de l'expérience acquise dans le monde entier en matière de plasticulture. Grâce au patronage de l'ONUDI et de la Camara Argentina de la Industria Plastica, des experts venus de plus de trente pays avaient pu être réunis et traiter de tous les aspects des applications des plastiques en agriculture. Leurs communications sont publiées dans la langue d'origine : anglais, espagnol, français.

Les commandes, accompagnées du règlement (US \$ 35) sont à adresser :

- soit à la Camara Argentina de la Industria Plastica, Sarmiento 2494, Buenos-Aires (République Argentine);
- soit au CIPA, 18, place Bergson, F-75008 Paris.

BRESIL

● DEMARRAGE DE LA PLASTICULTURE

A l'initiative des fabricants de matières plastiques, quatre essais ont été mis en place cette année en coopération avec les services agronomiques. Une expérience que tous suivront avec beaucoup d'intérêt.

FRANCE

● LA SERRE A CLIMATISATION SOLAIRE

Un nouveau type de serre, utilisant l'énergie solaire comme source de chauffage et de climatisation, vient d'être mis au point en commun par les chercheurs de la Station de bioclimatologie du Centre de l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) d'Avignon, et du Commissariat à l'Énergie nucléaire de Grenoble (CENG).

Le développement de ce procédé est particulièrement adapté aux conditions climatiques des régions méditerranéennes. Dans ces régions, il est en effet nécessaire de chauffer les serres en toute saison durant la nuit, mais pendant la journée et même en hiver il faut utiliser des systèmes de ventilation et de refroidissement pour éviter la montée en température.

GERMAN FEDERAL REPUBLIC

● TECHNICAL SYMPOSIUM, AT WURZBURG 15-16 th SEPTEMBER 1976

The major theme for the annual meeting of the Society for plastics in agriculture will be the use of plastics materials for growing vines.

Further information can be obtained from : Gesellschaft für Kunststoffe in der Landwirtschaft e.V. (GKL), Geschäftsstelle KTBL, D-6100 Darmstadt-Kranichstein, Bartningstrasse 49.

ARGENTINE

The proceedings of the VIth International Congress on plastics in agriculture have just been published in 2 volumes (more than 400 pages with illustrations).

This symposium, which was held in Buenos-Aires in September 1974, associated with the Latin America Colloquium on plastics, has enabled the assembly of all the up-to-date information in the world on the use of plastics materials in agriculture and horticulture. As a result of the support forthcoming from UNIDO and the Camara Argentina de la Industria Plastica, delegates experienced in this field of application from 30 countries were able to meet and discuss all the aspects of the use of plastics in agriculture and horticulture. The papers have been published in the original language: English, Spanish and French.

Copies of the proceeding can be ordered on the payment of 35 US \$ from:

- Camara Argentina de la Industria Plastica, Sarmiento 2494, Buenos-Aires (Argentine);
- Comité international des plastiques en agriculture, 18, place Bergson, F-75008 Paris.

BRAZIL

● PLASTICULTURE GETS ON THE WAY

As a result of the initiative taken by manufacturers of plastics materials, four trials have been set up this year, in collaboration with the official agronomic services and this work will be followed with great interest by everyone.

FRANCE

● A SOLAR AIR-CONDITIONED GREENHOUSE

A new type of greenhouse using solar energy for heating and air-conditioning has recently been developed jointly by research workers from the Station de bioclimatologie du Centre de l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) at Avignon and from the Commissariat à l'Énergie nucléaire of Grenoble (C.E.N.G.).

This development has been adapted particularly to the climatic conditions of the mediterranean regions, where it is necessary to heat greenhouses at night during all seasons, while during the day, even in winter, it is essential to use ventilation and cooling in order to avoid excessive rises in temperature.

Il s'agissait donc de trouver un moyen d'accumuler et de stocker l'énergie fournie par le soleil durant la journée, évitant ainsi d'avoir à trop ventiler les serres durant les heures d'ensoleillement, et permettant d'utiliser cette énergie la nuit comme source de chauffage.

On perçoit l'intérêt d'un tel système en matière d'économie d'énergie.

Dans le spectre solaire, les longueurs d'onde utiles à la photosynthèse sont situées dans le visible et le rayonnement infrarouge ne fait que contribuer à accroître la température dans les serres. Les chercheurs ont donc eu l'idée d'utiliser un filtre sélectif ne laissant passer que les longueurs d'onde utiles à la photosynthèse et d'assurer ainsi le contrôle de la température des cultures sous serre à partir du contrôle de la température de la paroi.

Ce filtre, qui est en fait une double paroi filtrante (en plastique) dans laquelle circule un liquide caloporteur, accumule de jour l'excédent d'énergie : l'énergie infra-rouge absorbée dans la paroi est stockée dans un réservoir. De nuit, l'énergie ainsi accumulée est libérée au niveau de la paroi pour le chauffage de la serre.

Un tel système, présentant en outre l'avantage de réduire considérablement la consommation d'eau des cultures (d'environ 65 p. cent par rapport aux conditions extérieures), est particulièrement intéressant pour des régions où l'eau est rare. Il est envisagé de l'associer aux installations de dessalement d'eau de mer pour une production vivrière en zone aride. Le dispositif a fait l'objet d'une demande de brevet en mai 1974. Un prototype à grande échelle a été réalisé en liaison avec un industriel (Société Filclair) et présenté le 7 mai 1976.

It was a question, therefore, of finding a means of storing the energy provided by the sun during the day, avoiding to have to ventilate the greenhouses too much during the periods of sunshine and, thereby, enabling this energy to be used for heating during the night.

The value of such a system for the saving of energy is obvious.

In the solar spectrum, the wave-lengths used for photosynthesis are found in the visible part and the infra-red radiation only goes to increase the temperature inside the greenhouse. The research team had the idea of using a selective filter which only allowed the radiation for photosynthesis to pass through and of controlling the temperature of the crops inside the greenhouse by the control of the temperature of the wall.

This filter is a double wall filter (in plastics), through which a heat-exchange liquid circulates and accumulates the excess energy during the day: the infra-red energy absorbed is stored in a reservoir. At night, the energy which has been accumulated in this way is released at the wall level for the heating of the greenhouse.

Such a system has the additional advantage of considerably reducing the water consumption of the crops (about 65 p. cent in comparison with external conditions) and is particularly suitable for those regions where water is scarce. It is intended to use the system in association with a desalination plant for crop production in arid zones.

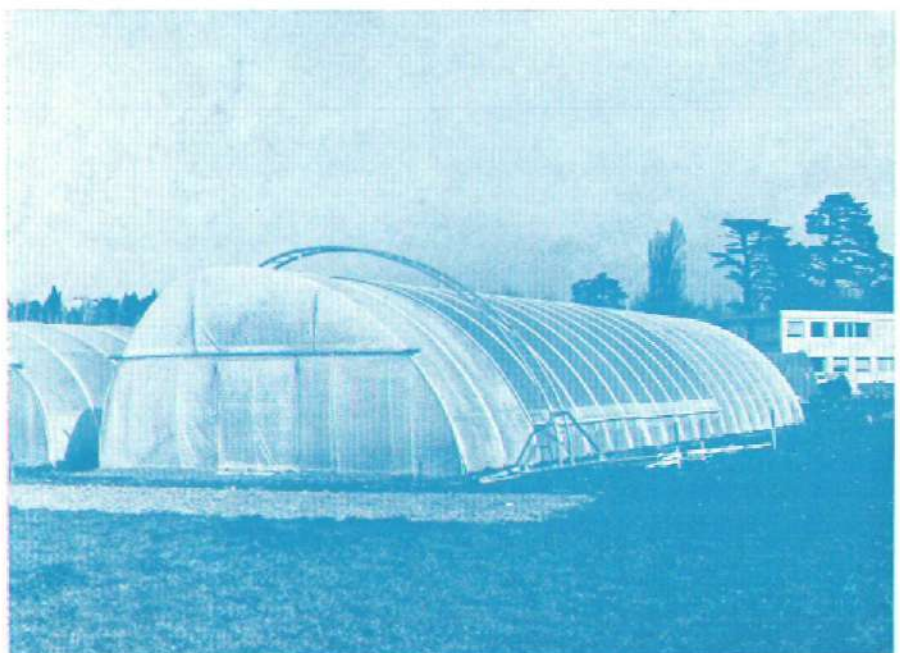
The system has been patented in May 1974. A large scale prototype has been constructed in association with an industrial company (Filclair) and this was introduced on the 7th May 1976.

La serre à climatisation solaire.

Solar air-conditioned greenhouse. *A droite, la paroi, orientée vers le Sud, a été calculée pour optimiser le captage de l'énergie solaire en hiver.*

On the right, the wall facing South has been designed in order to most efficiently store the solar energy during winter.

(Photo INRA.)



● MARQUE DE QUALITE « ENSILAGE »

L'ensilage constitue en France une des applications les plus importantes des films plastiques : on évalue à quelque 20 000 t les quantités utilisées chaque année.

Un tel marché a bien entendu attiré la convoitise de fabricants et d'importateurs peu scrupuleux, offrant des produits à bas prix mais de qualité médiocre. La mauvaise tenue de ces films, compromettant la conservation d'un produit cher à remplacer (herbe ou maïs-fourrage), risquait de compromettre le développement des techniques d'ensilage sous film plastique.

C'est pourquoi le Comité des plastiques en agriculture et les organisations d'éleveurs ont conjointement demandé au Centre d'étude des matières plastiques (service du contrôle de la qualité) de rechercher les causes d'incidents et de déterminer en conséquence les caractéristiques minimales que doivent présenter les films destinés à l'ensilage.

Le règlement technique est maintenant arrêté, qui fixe les seuils de la teneur en noir de carbone, de l'indice de fluidité, de la résistance et de l'allongement à la rupture en fonction des épaisseurs. D'ici quelques semaines, les films porteurs de la marque de qualité « ensilage » seront identifiés par une tête de bœuf : les éleveurs pourront leur faire confiance.

Renseignements : Centre d'étude des matières plastiques, 21, rue Pinel, F-75013 Paris.

● THE «SILAGE» QUALITY MARK

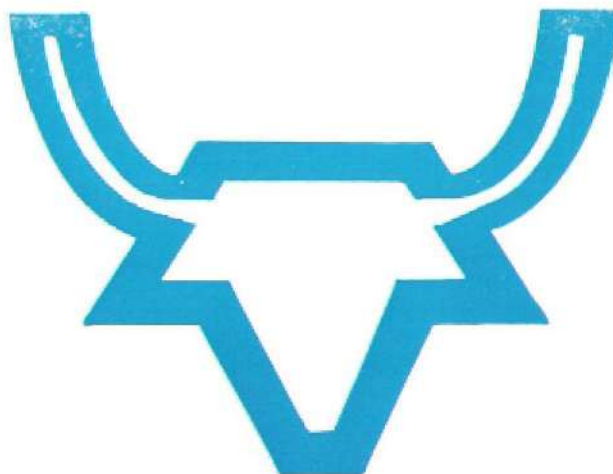
Silage is still one of the main applications for plastics films in France and it is estimated that about 20,000 tonnes are used each year.

Such a market has naturally attracted the covetousness of unscrupulous manufacturers and importers offering low price products but of mediocre quality. The poor quality of these films endangers the conservation of a product (grass or maize fodder) which is expensive to replace and thereby risks to compromise the development of silage techniques using plastics films.

This is why the Comité des plastiques en agriculture and the organisations of stock-breeders have jointly asked the Centre d'étude des matières plastiques (the quality control service) to look into the causes of incidents and to determine, in consequence, the minimum properties which are required for films intended for silage.

The technical specification has now been established and this sets the levels of carbon black, the melt flow index, the mechanical strength and elongation at break as a function of thickness. In a few weeks time, the films carrying the quality mark «ensilage» will be identified by the head of a bullock; stock-breeders will be able to use them with confidence.

For further information, contact: Centre d'étude des matières plastiques, 21, rue Pinel, F-75013 Paris.



● DOCUMENTATIONS PLASTIQUES

Le Centre d'étude des matières plastiques (C.E.M.P.) publie déjà depuis treize ans un Bulletin de documentation générale, correspondant au dépouillement de la littérature relative aux matières plastiques, à leur mise en œuvre, leurs propriétés et leurs applications.

D'autre part, depuis 1971, des profils documentaires ont été élaborés, ayant pour titres :

- Vieillessement - Dégradation.
- Combustibilité.
- Moulage - Injection.
- Extrusion.
- Plastiques renforcés - Composites.

● BIBLIOGRAPHICAL ABSTRACTS ON PLASTICS

The Centre d'Etude des Matières Plastiques has for the last thirteen years published a general Bulletin based on literature abstracts of the literature relating to plastics materials, their fabrication, properties and application.

Since 1971, the abstracts have been classified under the following headings:

- Weathering - Degradation.
- Inflammability.
- Injection Moulding.
- Extrusion.
- Reinforced Plastics - Composites.

Le Centre d'étude des matières plastiques annonce la parution, depuis janvier 1976, d'un nouveau Bulletin de documentation sectoriel consacré au domaine de l'emballage et intitulé :

• Bulletin de documentation emballages plastiques et complexes.

Il se présente comme le bulletin général en fiches prédecoupées et se compose de sept sections :

1. Matériaux (plastiques, papier, carton, métal, complexes).
2. Equipements de conditionnement.
3. Mise en œuvre - Finition.
4. Machines de conditionnement.
5. Propriétés - Essais - Normalisation.
6. Economie.
7. Divers - Réglementation - Environnement - Congrès.

Ce bulletin groupe les analyses et brevets provenant de son fonds documentaire élargi d'apports extérieurs.

Le prix de l'abonnement annuel de lancement est de 400 F par an pour onze numéros.

Des exemplaires sont disponibles au C.E.M.P., Service Documentation, 21, rue Pinel, F-75013 Paris (tél. 707.65.59).

ROYAUME UNI

● LE VIEILLISSEMENT DES PLASTIQUES ET DU CAOUTCHOUC

Compte rendu du colloque tenu à Londres les 8 et 9 juin 1976.

Ce colloque, organisé par l'Institut des plastiques et du caoutchouc, a rassemblé plus de deux cents participants dont un nombre relativement important de personnalités étrangères.

Dans son discours d'inauguration, le Dr P. J. Bakker, directeur de l'Institut des plastiques et du caoutchouc, T.N.O. Delft, Hollande, a insisté sur le rôle de plus en plus important joué par les matériaux plastiques dans tous les secteurs d'application et sur la nécessité d'arriver à une meilleure connaissance de leur durabilité dans les conditions de vieillissement naturel. Ce n'est pas une tâche facile, et bien qu'un vaste programme de recherche ait été déjà réalisé, les informations permettant la prévision de la tenue à long terme des plastiques complé tenu de toutes les conditions extérieures restent très limitées. Il s'agit là d'un problème d'ordre général et des progrès ne peuvent être envisagés que grâce à la collaboration étroite des laboratoires de recherche fondamentale et appliquée intéressés à cette étude, qu'ils soient officiels ou privés.

L'accent a été mis ensuite sur les travaux réalisés par le Ministère de la défense, en vue de contrôler systématiquement la radiation ultraviolette. Ce rapport étudie la composition de la radiation ultraviolette et montre l'importance du rayonnement diffus par rapport au rayonnement direct; par ailleurs, il établit une relation entre la radiation solaire totale et la lumière UV. Des progrès considérables ont été faits pour estimer le rayonnement total UV à partir des données météorologiques conventionnelles.

Deux communications par P. Trubiroha (Bundesanstalt für Materialprüfung) and R. A. Kinmonth et J. E. Norton (Atlas Electric Devices Co) ont abordé les problèmes relatifs au matériel de laboratoire utilisé pour les études de vieillissement. Généralement, le spectre de la lumière atteignant les échantillons testés ne correspond pas à

The Centre d'Etude des Matières Plastiques now announces the appearance, since January 1976, of a new literature survey concerned with packaging and entitled:

• Bulletin de documentation emballage plastiques et complexes.

It is in the form of a general bulletin in separate abstracts and which come under the following seven sections:

1. Materials (plastics, paper, cardboard, metal, complexes).
2. Packaging equipment.
3. End product application.
4. Packaging machinery.
5. Properties - Trials - Standardisation.
6. Economics.
7. Miscellaneous - Legislation - Environment - Meetings.

This bulletin arranges in groups the analyses and patents coming from its documentary background extended by outside contributions.

The price of the initial annual subscription is 400 francs per year for eleven numbers. Copies are available from: C.E.M.P., Service Documentation, 21, rue Pinel, 75013 Paris (tél. 707.65.59).

UNITED KINGDOM

● THE WEATHERING OF PLASTICS AND RUBBER

A report on the symposium held in London, 8-9th June 1976.

This was arranged by The Plastics and Rubber Institute and was attended by over 200 delegates with a large contingent from overseas.

In his opening address, Dr P. J. Bakker, the Director of The Plastics and Rubber Institute, T.N.O. Delft (Holland) emphasised the increasing importance of the role being played by polymeric materials in all areas of application and of the need for better data on their performance under natural weathering conditions. This was no easy problem and although wide ranging research work had already been carried out, there was inadequate information for the prediction of the longterm performance of plastics in all environments; this was not a problem associated with one manufacturer or one type of product and progress would be made only by the closest collaboration of industrial, governmental and academic research laboratories engaged in this field.

The Conference went on to consider the various aspects of the continuous monitoring of solar UV radiation in a programme of work being carried out by the Ministry of Defence. The composition of solar UV was considered and the relative importance of diffuse as opposed to direct UV established, and, in addition, a relationship between UV content and total solar radiation was shown. It would appear that substantial progress has been made in estimating the UV environment from conventional data.

The problems associated with laboratory weathering equipment were discussed in two papers by P. Trubiroha (Bundesanstalt für Materialprüfung) and R. A. Kinmonth and J. E. Norton (Atlas Electric Devices Co). Generally the spectrum of the light reaching the samples under test does not correspond to the radiation encountered

la radiation rencontrée dans les différentes régions, ce qui est une des principales sources d'incertitude lorsqu'on part des essais de vieillissement accélérés pour établir des prédictions de vieillissement naturel. Bien qu'on puisse filtrer l'émission de l'arc Xénon pour reproduire exactement la lumière solaire dans toute la zone actinique, des différences entre les lampes et des différences de comportement de ces lampes au fur et à mesure de leur utilisation ont contribué de façon non négligeable aux erreurs expérimentales.

Dans une étude sur la corrélation entre le vieillissement artificiel et le vieillissement naturel, A. Davis et B. C. Head (Ministère de la Défense) remarquent que les meilleurs résultats sont obtenus pour les polyoléfines. Toutefois, si le vieillissement artificiel, judicieusement utilisé, peut continuer d'être un moyen de scruter les formulations avant leur emploi en plein air, il est primordial d'employer des méthodes précises pour évaluer les modifications physiques, chimiques et mécaniques qui peuvent intervenir dans les matériaux exposés à l'extérieur.

Un certain nombre de communications ont concerné les résultats de durabilité des matériaux plastiques; la plupart d'entre eux sont obtenus par une exposition sous les climats tropicaux; il s'agit là d'essais non seulement longs mais également onéreux, compte tenu du grand nombre d'échantillons nécessaires pour les mesures et leur évaluation pendant la période de vieillissement. La difficulté d'apprécier à sa juste valeur les conditions particulières et les facteurs spéciaux intervenant dans la dégradation des matériaux rend les résultats obtenus quelque peu incertains et permet assez difficilement une extrapolation.

Les différentes conférences sur le vieillissement des polyoléfines ont abordé de nombreux aspects de la question, mais nous attirons l'attention sur une communication de D. J. Kingsnorth et D. G. M. Wood (ICI) relative à l'effet des antioxydants sur la stabilité aux UV du polypropylène. Les meilleurs antioxydants n'ont été que moyennement efficaces par rapport aux stabilisants UV; les résultats de vieillissement naturel ont tout à fait correspondu à ceux de l'exposition au « Xentotest ». Au cours de la dernière session, consacrée à des expériences d'utilisation, un rapport de M. J. Hanras (CdF Chimie) a été présenté sur le vieillissement des films de polyéthylène basse densité à usage agricole. L'auteur a insisté sur les facteurs dominants pour obtenir un bon vieillissement, ainsi que sur la marque de qualité délivrée en France. Le Pr Scott (Université d'Aston) s'est étonné qu'aucune mention n'ait été faite des films photodégradables et présente quelques diapositives montrant l'emploi de plus en plus fréquent de ce type de matériau pour le paillage, en Israël.

Une discussion générale, en dernière partie du colloque, s'est concentrée d'une part sur les problèmes soulevés pour arriver à des résultats pratiques à partir des essais de vieillissement accéléré et, d'autre part, sur la possibilité de définir des mesures plus précises pendant les tout premiers stades du vieillissement sous conditions naturelles pour en extrapoler des prévisions à long terme. Les participants se partageaient également pour soutenir l'une ou l'autre de ces thèses; il est toutefois certain que des ressources importantes sont consacrées à ce problème général, ce qui conduira obligatoirement à une meilleure compréhension du sujet.

Le compte rendu du colloque est d'ores et déjà disponible. Les demandes sont à adresser à : The Plastics and Rubber Institute, 11 Hobart place, London SW1W 0HL (Grande-Bretagne).

because of variability of different regions and this is one of the main factors of uncertainty in using accelerated tests to predict weathering performance. While emission from the Xenon arc can be filtered to closely reproduce sunlight throughout the actinic region, variability among lamps and within lamps over extended hours of use has contributed significantly to the experimental error.

In a study concerned with the correlation between results of natural and artificial weathering, A. Davis and B. C. Head (Ministry of Defence) noted that the greatest successes in achieving satisfactory correlation continue to be reported for olefin polymers. However it is concluded that, whilst artificial weathering may continue, cautiously employed, as a means of screening formulations prior to outside exposure, greater emphasis should be given to applying sensitive methods of evaluating the physical, chemical and mechanical changes occurring in materials exposed naturally outdoors.

A wide range of papers were included on the detailed weathering performance of many plastics materials, many of these have been determined by extensive tropical exposure trials which can not only be very time-consuming but also very expensive, because of the large number of samples required for measurement and assessment during the ageing period. The difficulty of a proper appraisal of the prevailing conditions and the special factors involved in the degradation of the materials contribute some uncertainties to the results obtained and make prediction of actual performance unreliable.

The group of papers concerned with the aging of polyolefins covered many aspects of the subject, but attention is drawn to the paper by D. J. Kingsnorth and D. G. M. Wood (ICI) on the effect of antioxidants on the UV stability of polypropylene. The best antioxidants were only moderately effective compared with UV stabilisers; the results of outdoor ageing and «Xentotest» exposure correlated well. In the final session, papers concerned with experience in use were presented and these included the «Ageing of LD polyethylene films for agricultural use» by J. Hanras (CdF Chimie). The author discussed the factors affecting the outdoor weathering performance of LD polyethylene and drew attention to the quality control procedure operating in France. Professor Scott (University of Aston) drew attention to the omission of reference on photo-degradable films and showed slides illustrating the increasing use of this type for mulching in Israel.

The symposium concluded with a general discussion which centred on the problems involved in arriving at realistic results from accelerated weathering techniques and the possibility of carrying out more precise measurements during the early stages of weathering under natural conditions and using this data to make long term predictions. Opinion was equally divided on the two aspects but it was evident that considerable resources are being devoted to the general problem and this can only result in a better understanding of the whole subject.

Copies of the papers can be obtained, in booklet form, from: The Plastics and Rubber Institute, 11 Hobart place, London SW1W 0HL (G.-B.).

U.R.S.S.

● CULTURES PROTEGEES DANS LE GRAND NORD

S'étendant de la presqu'île de Kola à l'ouest jusqu'au Kamtchatka à l'est, au-delà de 65° de latitude N dans sa partie européenne et de 60° N dans sa partie asiatique, cette vaste région est le site d'une industrialisation intense et, en conséquence, d'une urbanisation accélérée. L'approvisionnement en produits agricoles frais, difficiles à acheminer, pose cependant un problème que seules les cultures protégées de légumes peuvent résoudre. Favorisées par des ressources énergétiques illimitées (gaz naturel, rejets des industries, électricité), les cultures sous abri se développent rapidement. En 1975, on comptait déjà 40 000 m² de serres verre, 30 000 m² de tunnels plastiques et 15 000 m² de châssis.

Les particularités du régime lumineux du Grand Nord expliquent la forte productivité de la photosynthèse sous serre. Chez le concombre par exemple, l'activité ne s'interrompt pas pendant la période des « nuits blanches », pour autant que l'intensité lumineuse soit supérieure à 400 lux, et l'on a enregistré des rendements de 45 kg/m².

Hormis cet avantage procuré par l'été polaire, de nombreux obstacles sont à surmonter : nuit polaire, températures très basses en toutes saisons, vents violents et déplacements de neige, présence de permafrost, pauvreté des sols locaux (toundra marécageuse)...

Les chercheurs soviétiques se sont donc appliqués, d'une part à concevoir un type de serre adapté aux conditions écologiques défavorables (sur plate-forme montée sur pilotis, avec toit entièrement orienté vers le Sud). Ils ont, d'autre part, mis au point des méthodes culturales intégrant données génétiques et physiologiques, sélection de variétés (éclairage artificiel des plantules, dates de plantation, solutions nutritives en hydroponique...) et assurant une productivité record des concombres, tomates, radis et oignons verts dans les serres arctiques.

Ces informations sont extraites d'un rapport de G.S. Bernon, département des sols protégés, Institut agricole de recherches scientifiques de la Sibérie du nord-ouest, publié dans *Phytotron Newsletter* 12/13, avril 1976 (Secrétariat Phytotronique, Phytotron, C.N.R.S., F-91190 Gif-sur-Yvette).

U.S.A.

● VII^e CONGRES INTERNATIONAL DES PLASTIQUES EN AGRICULTURE

Les fêtes du Bicentenaire ne doivent pas éclipser le VII^e Congrès international des plastiques en agriculture et vous en faire oublier les dates : 11-16 avril 1977, à San Diego (Californie).

De son côté, le Comité exécutif fait tout pour vous faciliter la tâche. C. Don Gustafson, président du Comité technique (1616 Silvas street, Chula Vista, Calif. 92011), a par exemple accepté de reporter de septembre 1976 au 1^{er} février 1977 la date limite pour le dépôt des communications. Mais ce n'est pas une raison pour attendre de vous mettre en rapport avec lui, si vous désirez présenter un exposé à San Diego !

U.S.S.R.

● PROTECTED CULTIVATION IN THE FAR NORTH

The area extending from the peninsula of Kola in the West to Kamtchatka in the East, that is from the latitude of 65° North in the European part and the 60° N. in the Asiatic part of the country, is a vast region in which there has been extensive industrialisation and in consequence accelerated urbanisation. The supply of fresh agricultural produce, which is difficult to transport, poses a problem which can only be resolved by the cultivation of vegetables under protective structures. Because of the unlimited energy resources (natural gas, industrial waste gas, electricity), the growing of protected crops is developing rapidly. In 1975, there was already an area of 40 000 sq. m of glasshouses, 3 000 sq. m of plastics tunnels and 15 000 sq. m of dutch frames.

The characteristics of the daylight cycle in the far North is responsible for the high productivity of photosynthesis inside the greenhouse. For instance, with the cucumber, there is no interruption during the period of 24 hours daylight in the photosynthesis activity, so long as the light intensity exceeds 400 lux, and then yields of 45 kg/sq. m are obtained.

In spite of this advantage arising from the polar summer, there are a number of difficulties to be overcome: the polar night with very low temperatures in all seasons, strong winds and drifting snow, regular night frosts, poverty of local soils (marshy tundra)...

Soviet research workers have therefore concentrated on the design of a type of greenhouse which is suited to these unfavorable ecological conditions (on a platform supported on piles with the roof entirely oriented to the South). They have also developed cultivation techniques with the integration of genetical and physiological data, the selection of certain varieties (artificial lighting at an early stage, planting dates, nutritive solutions in hydroponic systems) and this has given record outputs of cucumbers, tomatoes, onions in greenhouses in the Arctic.

This informations has been taken from a report by G.S. Berson, the department of soil protection, Agricultural Institute for Scientific Research of Siberia, published in *Phytotron Newsletter* 12/13, April 1976 (Secretariat Phytotronique, Phytotron, C.N.R.S., F-91190 Gif-sur-Yvette).

U.S.A.

● VIIIth INTERNATIONAL AGRICULTURAL PLASTICS CONGRESS

The bicentennial celebrations must not be allowed to eclipse the VIIIth international agricultural plastics congress and to make you forget the dates, the 11 to 17th of April 1977, in San Diego (California).

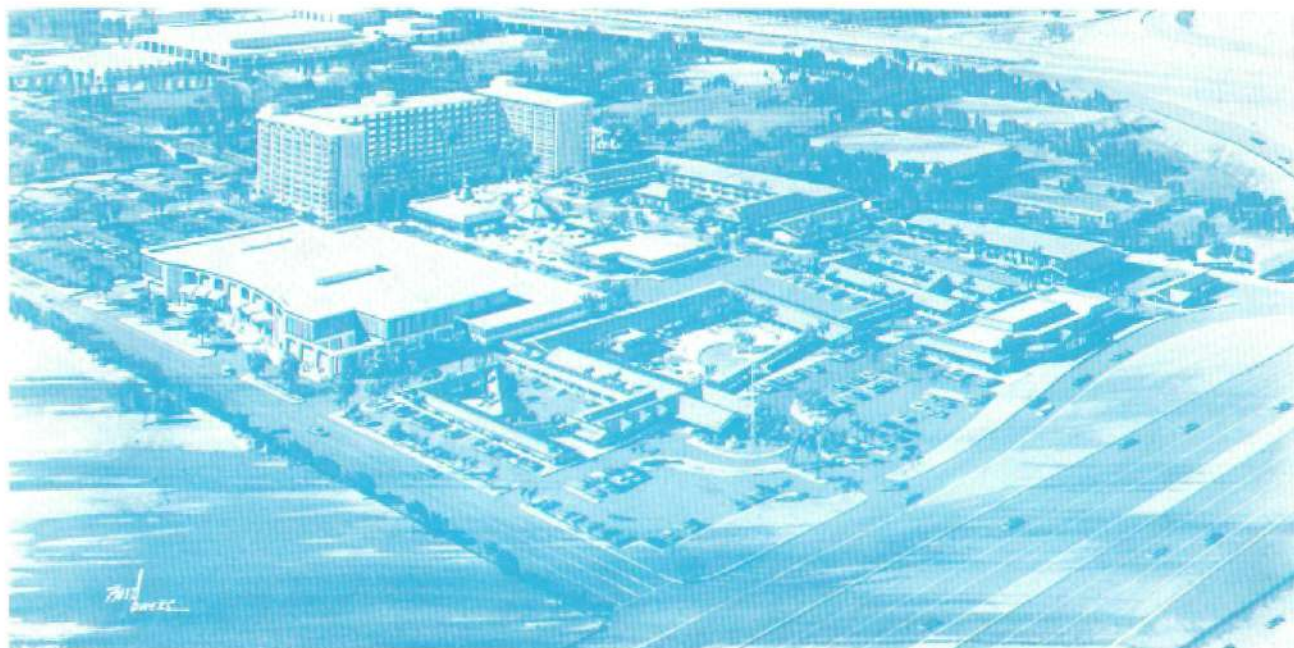
The executive Committee is doing everything it can to prevent this. C. Don Gustafson, chairman of the technical Committee, has for example agreed to delay the date, from September 1976 to the 1st February 1977, for the submission of papers, but this is no reason why you should delay, if you have it in mind to present a communication at San Diego.

Chaque mois, des renforts parviennent. Ainsi, le Dr Charles Hess, doyen du collège d'agriculture de l'Université de Californie, a accepté de présenter le rapport inaugural. Les Universités des Etats voisins, notamment d'Arizona, ont également tenu à apporter leur concours.

Quant au site du Congrès, tout est d'ores et déjà prêt pour vous recevoir au Town and Country Hotel Convention Center, Mission Valley, 500 Hotel Circle North, San Diego : plus de 600 chambres, 3 restaurants, 3 piscines, avec bien sûr de remarquables installations pour les conférences plénières et les réunions de Commissions.

Every month, more support is forthcoming. Dr. Charles Hess, Dean, University of California College of Agriculture, has agreed to present the opening address and the neighbouring states, notably Arizona, to give their support.

All the arrangements for the Congress are complete and you will be made welcome at the Town and Country Hotel Convention Center, Mission Valley, 500 Hotel Circle North, San Diego, which has more than 600 rooms, 3 restaurants and 3 swimming pools, with extremely good conference facilities.



● PROGRAMME ONUDI DE FORMATION A LA PLASTICULTURE

Le thème du VII^e Congrès international — « L'alimentation pour la survie du monde » — et l'accent qui y sera mis sur les techniques modernes d'irrigation, fondées sur l'utilisation des plastiques, ne pouvaient laisser indifférents les organismes internationaux.

L'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel se propose donc d'envoyer à San Diego une trentaine de responsables d'Amérique latine et des pays en voie de développement, notamment de ceux qui sont confrontés à des difficultés d'approvisionnement en eau.

A leur intention, un colloque ONUDI sera organisé dans le cadre du Congrès, le 14 avril 1977. En outre, une Sous-Commission animée par le Dr Merle Jensen, de l'Université d'Arizona, prépare une session de perfectionnement. Le programme sera prochainement précisé.

● UNIDO EDUCATION PROGRAMME ON PLASTICULTURE

The theme for the VII international congress «Food for World Survival» with the accent on modern techniques of irrigation, based on the use of plastics, cannot be overlooked by the main international organisations.

UNIDO intends to send to San Diego about 30 delegates from Latin America and from the developing countries, and particularly those who are confronted with problems of water supply.

A special UNIDO session will be organised during the congress on the 14th of April and in addition, a working party under the direction of Mr. Merle Jensen, from the University of Arizona, is arranging a further training session; the programme for which will be set up later on.

HOTPOT (enceintes chaudes) : **essais de structures plastiques étanches**

HOTPOT: **experiments with soil-sealed plastic structures**

W.R. BURTON, P. NEWTON
et **C.M. OLYMBIOS**

Le programme ci-dessus a amené le Dr Burton, chimiste, à s'associer au Département de botanique de l'Université de Manchester, où le Dr Newton est maître de conférence; le Dr Olymbios dirige une section de production légumière à l'Institut de recherches agronomiques, Nicosie, à Chypre.

Dr. Burton is a chemist associated through the above project with the Botany Department, University of Manchester; Dr Newton is a lecturer in the Department; Dr. Olymbios leads a vegetable production section at the Agricultural Research Institute, Nicosia, Cyprus.

INTRODUCTION

Dans de nombreuses régions du monde, les précipitations sont faibles et se concentrent souvent en de courtes périodes de l'année; la gamme des espèces cultivables et les saisons de production y sont donc restreintes. Les conditions climatiques, généralement caractérisées par des températures élevées et une basse humidité, entraînent une transpiration excessive et par là des pertes en eau très supérieures aux quantités d'eau retrouvées dans la matière végétale. Au début de 1971, on émit l'idée de réaliser des cultures à l'intérieur d'une simple enceinte, sans aération ni par conséquent de pertes d'eau.

PRINCIPES DE BASE

Au Royaume-Uni, on avait mis au point au cours des années 1960-1970 des structures plastiques portées sur arceaux, capables de résister aux aléas du climat tout au long de l'année. Les supports allaient des petits arceaux en fil de fer (d'environ 1 m de large et 0,5 m de haut) aux grandes charpentes permettant le passage (portée de 5 m sur 2,5 m de haut; tube en acier de 12 mm), en passant par des structures moyennes en tube d'acier de 6 mm (2 m de large sur 1 m de haut). En outre, grâce à l'adjonction d'inhibiteurs de l'ultra-violet (UVI), la durabilité des plastiques avait été portée à un niveau tel que le rythme de renouvellement était désormais acceptable. En même temps, l'intérêt de réserves doublées

INTRODUCTION

In many areas of the world, rainfall is slight and often restricted to short periods of the year: plant growth is therefore limited in type and by season. Climatic conditions in the above areas, often of high temperatures and low humidity, are conducive to excessive transpiration which leads to water loss many times than the amounts found in plant material. Early in 1971, it was suggested that plants might be grown within a simple enclosure with no ventilation and hence no corresponding water loss: the principles are described below.

BASIC PRINCIPLES

In the UK, plastics structures supported by hoops had been developed satisfactorily in the 1960's to withstand climatic conditions throughout the year. Supports varied from small wire hoops (about 1 metre span, 0.5 metre high), medium size hoops of 6 mm steel tube (2 metres span, 1 metre high) to the «walk-in» type with 12 mm steel tube hoop (say 5 metres span, 2.5 metres high). Moreover the lifetime of plastics had been improved by ultra-violet inhibitors (UVI) to a level which gave satisfactorily low replacement rates. At the same time, reservoirs with polythene linings were commercially proven; a layer of polythene under the soil could therefore provide an impermeable barrier

de polyéthylène était démontré dans la pratique, d'où l'idée qu'une feuille de polyéthylène pourrait établir un écran imperméable dans le sol et y retenir une réserve d'eau en vue des périodes de sécheresse. On pensa que le sol lui-même pourrait servir de joint d'étanchéité entre la couverture et la sous-couche, de façon à former une structure imperméable où placer les plantes (des calculs devaient par la suite démontrer que les pertes d'eau dues aux variations de la pression d'air au cours du cycle journalier des températures n'étaient pas significatives). Il est en outre possible de recueillir l'eau de pluie au-dessus du film enterré, en aménageant des trous de drainage dans le film de couverture à l'intérieur du joint de terre. La figure 1 montre une vue latérale du système.

and hold a stock of water against periods of drought. The combination of cover and underlay could be held together by a soil seal to provide an effectively water tight structure within which plants could be placed. (Subsidiary calculations showed that water loss through air pressure changes from daily temperature cycling was not significant.) By arranging drain holes in the cover under the soil seal, rain could be collected and retained by the underlay. A side view of the combination is given in Figure 1.

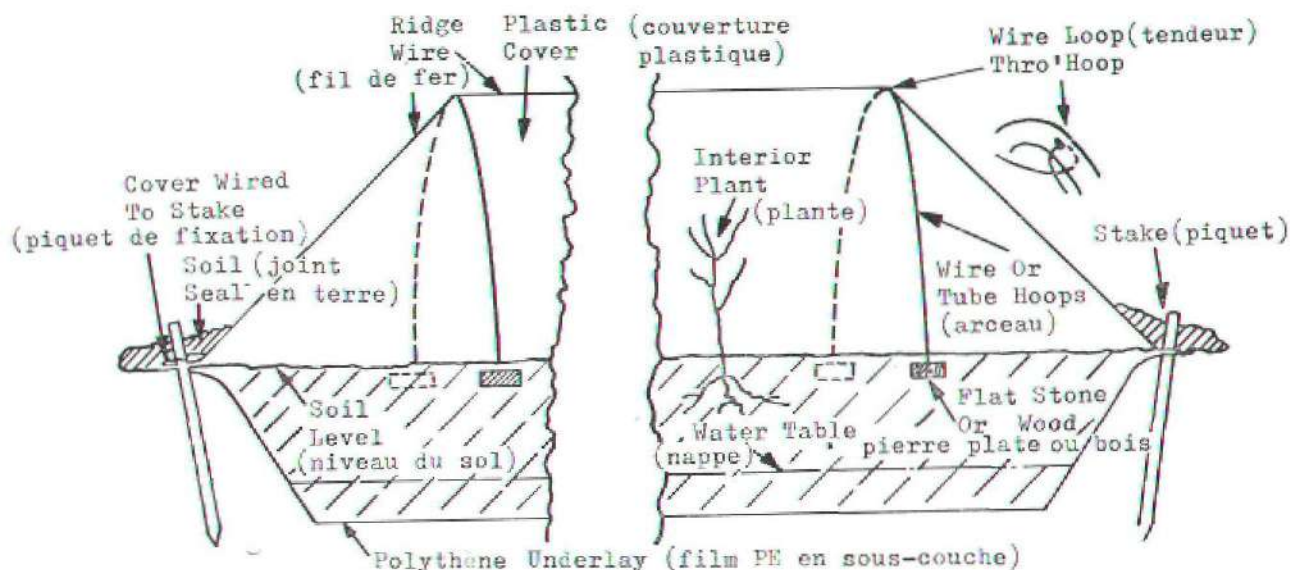


Fig. 1. — HOTPOT A : SIDEVIEW / VUE LATÉRALE

Lorsque les précipitations sont très faibles et épisodiques et que l'on dispose d'eaux de médiocre qualité (eaux saumâtres ou de mer), on peut constituer une réserve d'eau de bonne qualité dans le sol en amenant les eaux saumâtres dans un bassin aménagé à l'aide de polyéthylène noir sous la structure, à la manière d'une cornue ou d'un appareil de désalinisation solaire : en quelques semaines, l'eau s'évapore, se condense sur le film de couverture et passe dans le sol, abandonnant ses impuretés qui seront enlevées avec le film noir. La figure 2 illustre ce principe par une vue en coupe du « Hotpot A ».

In cases of very low and spasmodic rainfall where water of low quality was available (eg brackish or sea water) this might be used to build up a stock of good quality water in the soil by filling a black polythene sheet laid in a hollow in the structure after the manner of a solar still: in a few weeks, the water should evaporate, condensing on the cover and permeating the soil, leaving the impurities to be withdrawn with the black polythene. Figure 2 illustrates this in an end view of Hotpot A.

La figure 3 présente, avec le « Hotpot B », une simplification fondamentale, supprimant le fond du bassin; des joues ou des rallonges de la couverture constituent des déflecteurs s'opposant à la remontée capillaire du sol vers l'air libre et aux pertes par évaporation.

A natural simplification, Hotpot B, in which the bottom of the reservoir is omitted, is shown in Figure 3; sidewalls or cover extensions are alternate forms of baffles to capillary rise of soil moisture to open surfaces and loss by evaporation.

Une troisième variante est proposée par la figure 4. Le « Hotpot C » n'a en réalité pour fonction que la distillation de l'eau que cependant l'on ne recueille plus, mais qu'on laisse s'infiltrer du film de couverture vers le sol non couvert, afin d'irriguer les cultures adjacentes.

A third variant is illustrated in Figure 4; Hotpot C is really a simple solar still. Water is not however collected but drains from the cover to the outside soil to provide irrigation to plants set alongside.

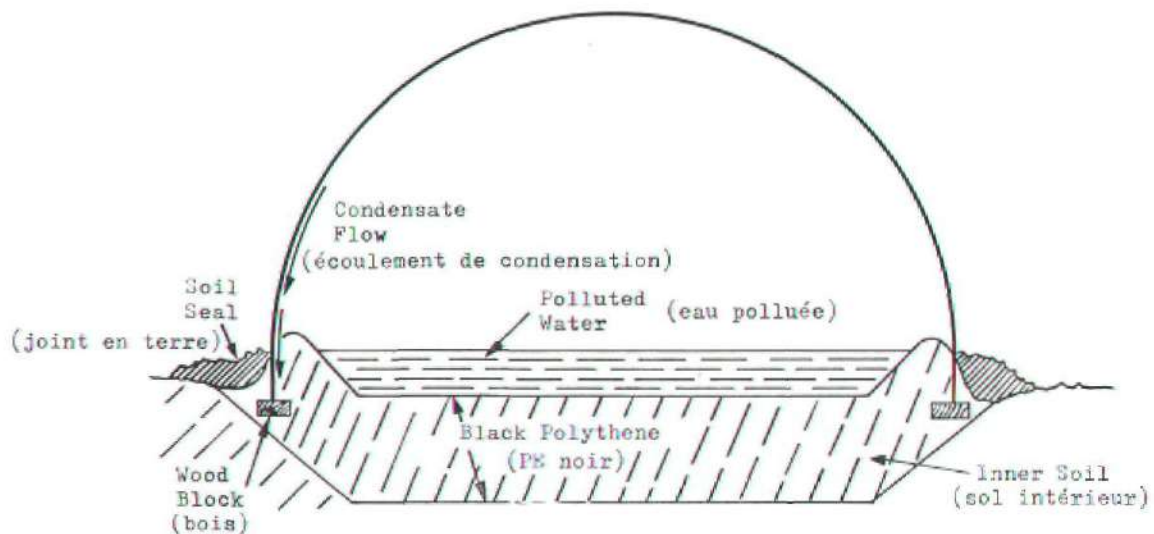


Fig. 2. — INITIAL IRRIGATION BY DISTILLING POLLUTED WATER
IRRIGATION DE DÉPART PAR DISTILLATION D'EAU POLLUÉE

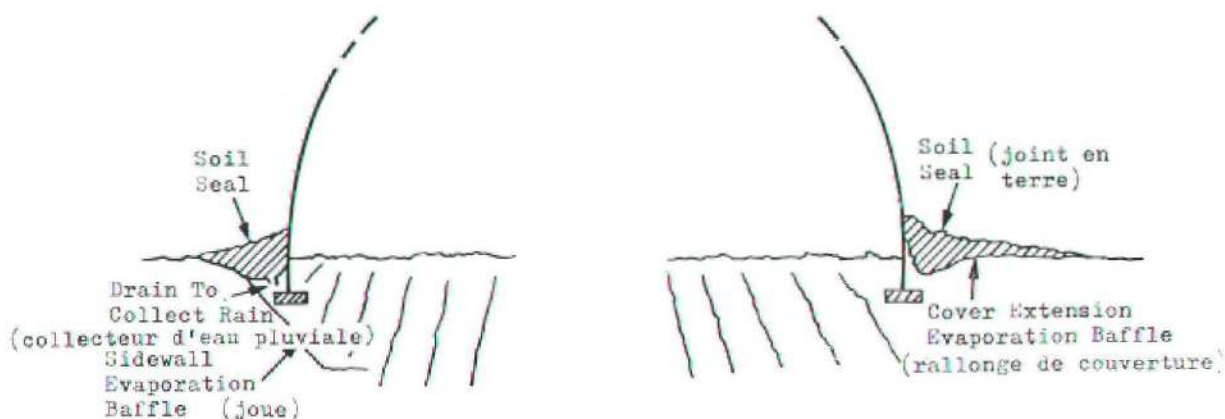


Fig. 3. — HOTPOT B : TWO ARRANGEMENTS
FOR BAFFLING SOIL EVAPORATION

DEUX DISPOSITIFS DE FREINAGE DE L'ÉVAPORATION DU SOL

Dans le « Hotpot D » (figure 5), une gouttière en plastique recueille l'eau de condensation en bas du film de couverture. On peut l'utiliser comme eau potable ou bien la distribuer de manière précise aux plantes, sous abri ou en plein air. La source d'eau peut être soit de l'eau polluée apportée en conteneurs, soit le sol lui-même.

Hotpot D (Figure 5) uses a plastic gutter to collect condensate from the cover either as drinking water as illustrated or to redistribute it accurately and closely to plants inside or outside. The source of the water may be either polluted water in containers, or just soil.

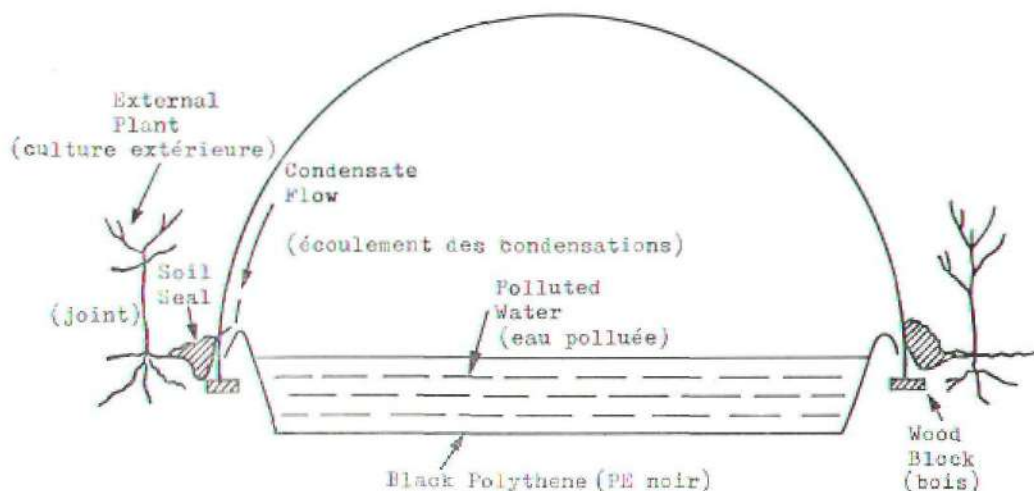


Fig. 4. — HOTPOT C : DIRECT IRRIGATION BY SOLAR STILL
IRRIGATION DIRECTE PAR DISTILLATION SOLAIRE

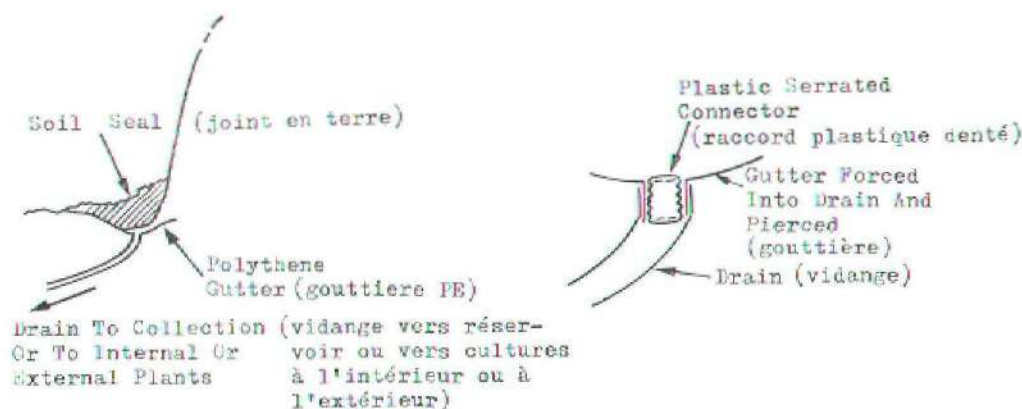


Fig. 5. — HOTPOT D : COLLECTION BY GUTTER WITH CONNECTOR DETAIL
RECUPERATION PAR GOUTTIERE AVEC DETAIL DU RACCORD

ESSAIS AU ROYAUME-UNI

Ils ont pour l'essentiel été réalisés sur le terrain de l'Université de Manchester, à Jodrell Bank. On se contentera de les résumer, car ils ne visaient qu'à préparer les essais faits sous climat plus typiquement chaud, à Chypre, et qui seront décrits ensuite.

Quelques essais exploratoires tentés à petite échelle fin 1971 - début 1972 démontrèrent que la végétation était possible, bien qu'elle révélât parfois des phénomènes anormaux.

A l'automne 1972, sous grand tunnel recouvert de polyéthylène longue durée, on soumit à expérimentation les espèces légumières suivantes : maïs sucré, betterave fourragère et potagère, chicorée, épinard, arachide, laitue, oignon, persil, ricin, melon, concombre, chou-fleur, chou, céleri.

Un gel précoce en octobre mit fin à l'essai, mais la végétation s'était révélée en général normale. Seuls, les

REVIEW OF UK TESTS

The preponderance of tests in the UK have been carried out at the Manchester University field site at Jodrell Bank. These will be outlined only briefly as they were preparatory to more comprehensive hot climate tests in Cyprus, described later.

Some very simple scouting tests in late 1971 and early 1972 on a few plants in small enclosures showed that plant growth was possible, though abnormal in some cases.

In autumn 1972, a «walk-in» structure was constructed and covered with clear UVI polythene. Vegetables tested were: maize, beetroot, chicory, spinach, beet, ground nut, prickly spinach, lettuce, onion, parsnip, castor oil, melon, cucumber, cauliflower, cabbage, celery.

The experiment was terminated by an early frost in

oignons avaient manifesté des signes de maladie (rouille).

En 1973, on construisit deux grands tunnels, quatre prototypes du « Hotpot B » de moyennes dimensions et deux du « Hotpot A », sans ombrage. Il fit très beau en juillet et août, de telle sorte qu'il y eut nombre de journées très ensoleillées, avec des températures extérieures atteignant 30 °C à l'ombre. A l'intérieur des enceintes, les températures dépassaient régulièrement 45 °C. Haricots, pois, tomates, concombres, etc., fleurirent mais ne donnèrent que peu de fruits. Le chou chinois poussa bien mais, comme la laitue, avait de petits pommes (les essais 1972 en conditions moins chaudes avaient donné des laitues tout à fait normales). Il n'y eut pas d'apparition d'insectes ou de cryptogames jusqu'à la fin d'août, peut-être en raison de la grande amplitude des températures journalières.

Les essais agronomiques se doublaient d'essais sur toute une série de dispositifs d'ombrage soumis à des vents violents. Des bandes de polyéthylène noir entrelacées dans un grillage plastique posé sur les structures ou suspendu au-dessus à des câbles embraqués entre des poteaux ont procuré la meilleure efficacité.

On a fait subir aux structures « Hotpot C » de multiples modifications, jusqu'à obtenir des résultats satisfaisants avec de l'eau salée; les pluies que connaît le Royaume-Uni ont enlevé toute signification aux essais culturels adjacents.



1. UK structure under Jodrell Bank telescope.

Les installations anglaises aux pieds du télescope de Jodrell Bank.

October. Growth was generally normal: only onions showed any sign of disease with some mildew.

In 1973, two «walk-in» and four medium Hotpot B's, also two Hotpot A's were constructed, with no shading. The weather was very fine in July and August so that there were appreciable numbers of days with high sunshine and outside shade temperatures reaching 30 °C. The temperatures within the structures were repeatedly over 45 °C. Flowers formed on beans, peas, tomatoes, cucumbers etc but little fruit resulted. Chinese cabbage grew well, but like the lettuce had little heart (1972 tests in cooler conditions had given quite normal lettuce). There were no signs of fungi or insects up to the end of August, perhaps because of the large daily temperature cycle.

In addition to the above plant trials a variety of shade devices were separately tested in high wind conditions. The more successful ones consisted of black polythene strips interwoven through plastic netting and either laid on the covers or supported clear by wires tautened between posts.

Hotpot C structures were erected and modified until operating satisfactorily on saline water: UK rainfall made adjacent plant tests pointless.



2. Maize growing in UK large unit.

Culture de maïs sous grand tunnel à Jodrell.

On n'a fait jusqu'à présent que quelques essais préliminaires sur le « Hotpot D ». A Jodrell, pendant plusieurs semaines, une structure de taille moyenne couvrant 8 m² a produit 2 litres d'eau distillée par jour à partir du sol nu.

ESSAIS A CHYPRE

En 1974, on procéda à la construction d'un groupe de structures à la Station de recherches agronomiques d'Athalassa, près de Nicosie. On mit en place les légumes début juin, et on enregistra les données concernant leur croissance et les facteurs climatiques. Malheureusement, les opérations militaires en juillet imposèrent des interruptions et réduisirent considérablement les observations.

Le programme brièvement décrit ci-dessous démarra en mars 1975, de nouvelles structures étant venues s'ajouter aux rescapées de 1974. Se fondant sur les travaux anglais antérieurs, on mit en culture : okra, haricot, betterave, carotte, navet, chou chinois, radis (légumes-racines et légumes-feuilles).

a) Disposition

Des structures A et B, en nombre plus ou moins égal, douze étaient de taille moyenne (5 m de long environ), une du petit modèle (5 m de long) et une du type grand tunnel (8 m de long). D'autres variables intervenaient : films de couverture transparents ou partiellement opaques (blancs), divers dispositifs d'ombrage essayés au Royaume-Uni (bandes) en comparaison avec un filet tissé serré de fabrication locale et une peinture appliquée au pistolet. Tous les ombrages au-dessus des films transparents étaient conçus pour réduire l'éclairement aux heures chaudes de la journée.

En outre, on avait installé trois petites unités « Hotpot C » contenant de l'eau salée et alimentant en eau de condensation une culture d'okra plantée à côté, en plein air.

Un thermomètre enregistreur Grant relevait les données dans quelques-unes des structures; on mesura également la lumière en juillet. On procéda à de nombreuses analyses de l'humidité du sol et on collationna en parallèle les relevés de la station sur la vitesse du vent, l'évaporation et les précipitations.

b) Température et lumière

A l'approche de la mi-été, les températures extérieures avoisinaient souvent un maximum journalier de 38 °C. En correspondance, les températures sous structures non ombrées dépassaient 60 °C et marquaient une augmentation de 22 °C. Cette augmentation était sensiblement réduite par l'ombrage, disposé dans la plupart des cas de façon à jouer à plein à midi. Les maxima journaliers étaient atteints (sous les structures) à peine une heure après les maxima relevés à l'extérieur. Tout au long de l'expérimentation, tous les types d'ombrage ont présenté une résistance mécanique suffisante.

c) Humidité du sol et précipitations

On a mesuré la teneur en eau du sol sableux-humifère à trois profondeurs (0-15 cm, 15-30 cm et 30-45 cm) et à cinq reprises : à la plantation (28 mars ou 5 avril), 21 avril, 12 mai, 13 juin et 10 juillet. Pendant cette période habituellement sans pluies à Chypre, les précipitations ont totalisé 75 mm environ. Sous les structures

Only a few preliminary tests on Hotpot D have been done so far. For several weeks at Jodrell a medium size structure of area 8 square metres produced 2 litres of distilled water per day from bare soil.

REVIEW OF CYPRUS TESTS

In 1974, a group of structures was built at the Agricultural Research Station, Athalassa, near Nicosia. Vegetables were set in early June; plant growth and environmental factors were then recorded. Unfortunately, because of interruptions from military operations in July, only slight information was obtained.

The programme described briefly below, was started in March 1975, additional units being built to survivors from 1974. From the previous UK work, root and leaf crop plants were set: okra, beans, beet, carrots, turnips, chinese cabbage, radish.

a) Site Arrangements

Of the A and B structures, erected in more or less equal numbers, 12 were medium size about 5 metres long, one small size (wire) about 5 metres long, and one walk-in about 8 metres long. Other variables were clear or partially opaque white covers, various UK-tested arrangements of strip shading and shades of close-woven local netting or sprayed paint. All the shading over clear covers was designed to reduce sunlight during the middle hours of the day.

In addition three small Hotpot C units containing saline water were set up to drip feed condensate to okra planted just outside.

A Grant recorder took temperature readings hourly inside some of the structures; light measurements were also taken during July. Numerous soil moisture analyses were taken and concurrent station records of wind velocity, evaporation and rainfall were made available.

b) Temperature and Light

As mid-summer approached, outside temperatures often approached a daily maximum of 38 °C (100 °F). The temperatures inside the unshaded control units correspondingly reached over 60 °C (140 °F), an increment of 22 °C. This increment was substantially reduced by the shading, which in most cases was arranged to be most effective at midday. Daily peak temperatures were reached not more than an hour after maxima outside. All the shade types were satisfactorily mechanically stable throughout the programme.

c) Soil Moisture and Rainfall

The moisture of the sandy loam was measured at three depths (0-6 inches, 6-12 inches and 12-18 inches) on five occasions: planting (28 March or 5 April), 21 April, 12 May, 13 June and 10 July. There were rainfalls (unusual for Cyprus in this period) on several days, totalling about three inches. In Hotpot A structures

du type « Hotpot A », l'ensemble des pertes d'eau sur les trois mois ont été insignifiantes. Sous le type « Hotpot B », il y eut de légères déperditions d'eau, mais trop réduites pour affecter les besoins des végétaux. A l'extérieur, les parcelles témoins révélèrent des pertes de plus de la moitié de leur réserve en eau après seulement deux mois (sur la profondeur de 45 cm étudiée).

d) Végétation

La germination des graines a été bonne sous toutes les structures. A la troisième semaine de mai (avec trois journées présentant des maxima de 30 °C), la végétation était en général convenable dans les enceintes sous ombrage, avec toutefois quelques variations telles qu'une meilleure croissance en bordure sous certaines structures et des brûlures de feuillage sous les dispositifs d'ombrage posés à même la couverture. Dans les enceintes sans ombrage, la végétation était médiocre dès le départ. Fin mai, un accroissement sensible de la température ambiante avec des maxima de 36 °C pendant trois jours consécutifs entraîna la mort de la plupart des plantes, même sous ombrage. Cependant, des adventices continuaient de prospérer sous toutes les structures avec ombrage : surtout *Portulaca oleracea* et *Panicum colonum* avec quelques petits sujets de *Convolvulus betonicifolius* et *Heliotropum europeum*). Au point de vue agronomique, les structures A et B ne présentaient pas de différence significative.

e) Distillation

Au départ, en raison d'un temps anormalement nuageux en avril, le fonctionnement du « Hotpot C » fut lent. Par temps plus chaud, le rendement atteignait environ 0,1 litre/m²/jour, entretenant une humidité de 15 p. cent

3.4. Okra and solar still.

Culture d'okra et désalinisation solaire.

3. Midday with plants wilting.

A midi, signes de flétrissement.



the overall moisture loss over the three months was insignificant. In Hotpot B structures there was a small loss of moisture but insufficient to affect plant requirements. Outside control tests showed a uniform loss (through the 18-inch depth measured) of more than half the soil moisture in only two months.

d) Plant Growth

Seeds in all structures germinated well. By the third week in May (including three days with 30 °C), growth was generally satisfactory in shaded units with minor variations including better growth in some structures at the sides and sunburn marks on some leaves with laid-on shading. In unshaded units, plant growth was poor from the start. At the end of May, there was a significant increase in the ambient temperature to about 36 °C maximum on three consecutive days: most vegetables, even in shaded units, died during this period. However, weeds (mostly *Portulaca oleracea* and *Panicum colonum* with a few small plants of *Convolvulus betonicifolius* and *Heliotropum europeum*) were thriving in all shaded structures. No significant plant differences between corresponding A and B structures were observed.

e) Distillation

The Hotpot C tests operated slowly at first due to unusual cloudy weather in April. In the hotter weather yields reached about 0.1 litres per day per square metre of distillation area. Soil moisture was maintained at

4. 7 h. 30 pm : plants turgid again.

A 19 h. 30, les plantes ont repris leur turgescence.



le long de la structure : la culture d'okra se révéla satisfaisante, ouvrant des perspectives intéressantes pour Chypre.

CONCLUSIONS PROVISOIRES

1. Pour la culture des espèces légumières classiques expérimentées, la température limite à l'intérieur des « Hotpots » semble se situer à environ 45 °C. Avec les types d'ombrage utilisés à ce jour, cette limite correspond à une température extérieure de 33 °C.
2. Dans les enceintes du type « Hotpot A », les pertes d'eau sont insignifiantes et les pluies sont recueillies de manière efficace. Des cultures peuvent donc y subsister pendant de longues périodes de sécheresse.
3. Plus faciles à installer, les enceintes du type « Hotpot B » devraient vraisemblablement permettre de protéger les cultures de la sécheresse pendant plusieurs mois, et indéfiniment si quelques centimètres de pluie tombaient en cours d'année.
4. Bien que le système n'ait encore été expérimenté que de façon superficielle (par exemple, les paramètres tenant à la nature du sol n'ont pas été pris en compte), il devrait se révéler utile pour cultiver les légumes mentionnés dans beaucoup de pays, du moins au cours des saisons où les températures maximales n'excèdent pas 33 °C de jour et 15 °C de nuit. On peut imaginer retirer quelque avantage d'un ombrage plus dense ou même d'un obscurcissement complet aux heures chaudes de la journée, en utilisant des écrans portatifs (là où la main-d'œuvre est bon marché).



15 % alongside: Okra grew satisfactorily and looked promising for further development in Cyprus.

SOME TENTATIVE CONCLUSIONS

1. For the «conventional» vegetables tested, the internal temperature limit for growth in Hotpots appears to be about 45 °C. With the type of shading used to date this corresponds to about 33 °C externally.
2. Hotpot A structures lose no significant moisture and collect rain efficiently. They can therefore support plants through long periods of drought.
3. More easily built Hotpot B structures could probably protect plants against several months of drought and indefinitely if a few inches of rain fell during the year.
4. Though the system has only been tested superficially, eg no variants in soil conditions have yet been tried, the above vegetables could be useful in many countries in seasons where the maximum temperature during the day is less than 33 °C and the maximum at night is less than 15 °C. Some benefit might be derived by heavier shading for hotter countries or affecting complete darkness in the middle of the day using movable shades (where labour is cheap).

5. *Panicum colonum* and a few remaining vegetables from the shaded large structure.

Sous le grand abri avec ombrage, Panicum colonum et quelques plants de légumes rescapés.

5. Comme au Royaume-Uni, les essais réalisés à Chypre ont démontré l'absence presque totale de déprédateurs et pathogènes, en raison probablement des fluctuations importantes de la température au cours de la journée. En conséquence, les cultures devraient pouvoir être effectuées plus tôt qu'en plein air, du fait des températures plus élevées créées dans les enceintes, et s'avérer peut-être moins sujettes aux attaques de leurs ennemis.

6. Il semblerait intéressant de rechercher :

a) des espèces tropicales capables de survivre aux hautes températures : par exemple, *Portulaca oleracea* subsp. *sativa*;

b) des variétés légumières supportant la forte chaleur, comme *Amaranthus*, divers types d'épinard, la patate douce...

(cf. H. Tindall, *Textbook of Tropical Vegetables*).

7. Les conditions stagnantes prévalant dans les enceintes et les paramètres qui, en correspondance, ne sont que partiellement contrôlés (concentration en CO₂, températures du sol et des feuilles, évolution de l'humidité du sol...) font que, pour le moment, il est difficile de comparer les résultats avec les travaux plus complets et plus élaborés entrepris par l'Université d'Arizona et le Centre de recherche des régions arides à Abu Dhabi en matière de « culture humide ».

8. Les différents modèles de « Hotpot C » et « Hotpot D » pourraient se révéler utiles sous climat chaud pour transformer des eaux de mauvaise qualité en eaux d'une potabilité acceptable ou destinées à irriguer des cultures de plein air.

9. Par rapport aux cultures de plein champ, l'accroissement des coûts de fournitures, dû essentiellement au remplacement du polyéthylène, est de l'ordre de 10-20 p (FF 0,08-0,16) par m² et par an. Il devrait donc être relativement économique de faire face aux périodes de sécheresse, d'améliorer les ressources alimentaires et de réaliser la culture à grande échelle de nouvelles espèces. Il serait par ailleurs plus facile, plus économique et plus sûr de stocker du polyéthylène en prévision des périodes de sécheresse que d'entreposer les denrées alimentaires correspondantes.

Remerciements

Les auteurs expriment leur reconnaissance au Ministère britannique du Développement outre-mer pour son appui financier et au Ministère chypriote de l'Agriculture et des Ressources naturelles pour la mise à disposition du terrain et du personnel.

5. As found in the UK, tests in Cyprus were virtually free of fungi and pests, presumably because of the large daily temperature fluctuation. Crops might therefore be usefully grown earlier than outdoors, due to higher temperatures within the units, and perhaps be less prone to epidemics.

6. It would appear worthwhile to investigate:

a) tropical crops related to the weeds which survived high temperatures, eg *Portulaca oleracea* subspecies *sativa*;

b) vegetables known to be tolerant of high temperature, eg *Amaranthus*, various types of spinach, sweet potatoes (see H. Tindall, *Textbook of Tropical Vegetables*).

7. With the stagnant conditions within enclosures and the corresponding only partially controlled variables such as carbon dioxide concentration, soil and leaf temperatures, soil moisture patterns etc, it is difficult at present to compare results with the more comprehensive and sophisticated work in humid cultivation of plants by the University of Arizona and the Arid Lands Research Centre at Abu Dhabi.

8. The various forms of Hotpot C and D could be useful in hot climates with poor water qualities to provide water acceptable for drinking or irrigating external plants.

9. Incremental material costs, chiefly in polythene replacement, over ordinary open cultivation are about 10 to 20p per square metre per year of use. Periods of drought could be therefore sustained relatively cheaply, nutrition improved or new commercial crops exploited. Polythene stored against periods of drought would be much lighter, cheaper and more stable than corresponding food stores.

Acknowledgements

The authors express their thanks to the UK Ministry of Overseas Development for financial support, and to the Cyprus Ministry of Agriculture and Natural Resources for providing the labour and site facilities.

Economie d'énergie en horticulture

- * énergies nouvelles
en horticulture et cultures légumières
- * pompes à chaleur

La F.N.P.H.P., l'INVUFLEC et notre revue viennent de publier l'ensemble des textes des conférences présentées lors des **Journées Nationales sur les Economies d'Énergie en Serre**, qui se sont déroulées les 10 et 11 juin 1975, au Parc floral d'Orléans.

Tous les serristes, horticulteurs ou maraîchers, trouveront dans ce document d'actualité des informations sur les économies d'énergie réalisables à court terme, qui les guideront dans la modernisation ou l'adaptation de leurs serres et dans la conduite des cultures :

- Obtention du rendement maximum de l'installation de chauffage ;
- Déperditions de chaleur en serre, structures, écrans, etc...
- Limitation des pertes d'énergie en productions de serre froide et de serre chaude ;
- Adaptation des techniques culturales en cultures légumières et ornementales : températures de cultures, exigences variétales, élevage des plants, etc...

Les perspectives d'économies d'énergie à long terme et les nouvelles sources d'énergie possibles sont également évoquées. Après un rappel du coût des énergies actuellement utilisées et leur évolution envisageable, le producteur trouvera des informations sur les possibilités de reconversion de chauffage, sur les aspects techniques et économiques de la pompe à chaleur, et les nouvelles sources d'énergie : énergie solaire, énergie géothermique, les eaux de rejets des centrales thermo-nucléaires ou de l'industrie. En conclusion, de nouveaux critères devront être étudiés pour l'implantation de nouvelles serres, et des espoirs, limités certes, sont à attendre de l'amélioration génétique.

Les personnes intéressées par ce document peuvent se le procurer, pour le prix de 40 F franco, en utilisant le bon de commande ci-joint.

Bon de commande

★

M. :

Adresse :

désire recevoir exemplaire(s) de la brochure « ECONOMIE D'ENERGIE EN HORTICULTURE », au prix de **40 F franco l'unité**.

Adresse le montant, soit F à « Pépiniéristes-Horticulteurs-Maraîchers », 59, rue du Faubourg-Poissonnière, 75009 Paris. C.C.P. 10098-60 Paris, par chèque bancaire (1) - virement postal (1).

A, le

Signature :

(1) Rayer la mention inutile.

Problèmes d'irrigation sous abri

Problems of irrigation in greenhouses

J.-C. LABERCHE,

*Institut Universitaire de Technologie,
66025 Perpignan, France.*

Le développement important des serres et des abris (près de 2 350 ha en France - Giannesini, 1975) a entraîné de profondes modifications dans le comportement des agriculteurs.

Les techniques culturales précédemment employées en plein champ ne sont pas généralement transposables, car l'artificialisation du milieu, si elle permet de mieux exprimer les potentialités génétiques des plantes cultivées, entraîne une plus grande sensibilité du matériel végétal aux erreurs techniques dont les conséquences économiques peuvent être catastrophiques.

Parmi ces contraintes nouvelles, le problème des irrigations n'est pas un des moindres. Facteur de production particulièrement important, une mauvaise alimentation hydrique des plantes conduit à des baisses importantes de rendement et de qualité. Il importera donc d'estimer les besoins en eau et de les satisfaire aussi exactement que possible.

Cependant, l'optimisation des conditions d'alimentation en eau suppose la connaissance de trois facteurs :

- les besoins en eau des cultures ;
- le comportement des sols, souvent très modifiés par rapport aux conditions de plein champ, vis-à-vis de l'eau ;
- la mise en œuvre de techniques d'arrosage assurant des apports d'eau réguliers aux plantes, tout en ne perturbant pas le sol, soit par des lessivages intempestifs, soit en concentrant les engrais.

Tous ces points nécessitent de nombreuses études qui, bien souvent, débutent seulement. C'est pourquoi, plutôt que de donner des conclusions, nous signalerons l'état d'avancement des travaux tels qu'ils se dégagent, et des différentes expériences menées aussi bien en France qu'à l'étranger.

L'ACQUIS SUR LES CULTURES DE PLEIN CHAMP, BASE D'UNE METHODOLOGIE ADAPTEE AUX ABRIS.

L'acquis.

Les études sur les besoins en eau des cultures de plein champ ont amené de nombreux renseignements

The considerable development in the use of greenhouses and protective structures (about 2 350 ha in France - Giannesini 1975) has led to extensive changes in the behaviour of agriculturists.

The cultivation techniques previously used in the open are not generally transposable, for the artificiality of the environment, although it enables the genetic potentialities of the growing plants to be more effectively developed, carries with it a much greater sensitivity of the vegetation to technical errors which can have catastrophic economic consequences.

The problem of irrigation is not one of the least from among these new constraints. It is a factor with considerable importance on production and a poor water supply to plants leads to very much reduced yields and lower quality.

However, the optimisation of the conditions of water supply calls for a knowledge of three factors:

- the water needs of the plants;
- the behaviour of the soil which is frequently different with respect to water as compared with the open ground;
- the application of watering techniques which assure regular contributions of water while not disturbing the soil either by untimely leaching or concentrating of fertilizer.

All these aspects require numerous studies which, in many cases, are only just starting. This is why, rather than giving conclusions, we will outline the extent of the progress of these studies as they have become available and the different experiments being carried out both in France and abroad.

THE EXPERIENCE ON OPEN FIELD CULTIVATION AS A BASE FOR A TECHNIQUE ADAPTED TO GREENHOUSES

The Knowledge Attained

The studies on the water needs of plants grown in the open field have produced extensive information on

quant aux seuils d'humidité caractéristiques des sols et aux relations qui peuvent exister entre besoins en eau des cultures et évapotranspiration de l'ensemble sol/plante.

Ainsi, le sol est un milieu poreux et, à la suite d'un arrosage important, le sol est saturé. Tous les interstices qui séparent normalement les constituants minéraux sont occupés par de l'eau, mais, très rapidement, une partie non retenue draine en profondeur et l'air remplit les cavités ainsi libérées.

Après ce ressuyage, on dit que le sol est à la **capacité au champ**. La quantité d'eau retenue dans le sol est alors d'environ :

- 15 p. cent du poids de sol sec pour un sol sableux;
- 25 p. cent du poids de sol sec pour un sol limoneux ;
- 40 p. cent de poids de sol sec pour un sol argileux.

La plante va prélever cette eau. De même, à la surface du sol, de l'eau va s'évaporer. Le stock d'eau dans le sol diminuera donc, mais plus celui-ci s'appauvrit, plus les forces qui retiennent l'eau du sol grandissent, et il arrive un moment où la plante n'a plus assez de force pour attirer à elle cette eau. Le sol est au **point de flétrissement**. L'eau qui reste n'est plus à la disposition des plantes. Il s'ensuit que l'on a pu dénommer **réserve utile (RU)** du sol le volume d'eau retenue entre le taux d'humidité à la capacité au champ et au point de flétrissement. Cependant, la plante commence à ressentir des difficultés d'alimentation en eau bien avant d'atteindre le point de flétrissement. Il est donc préférable de ne pas laisser le sol se dessécher complètement et, pratiquement, il ne faut pas descendre en dessous de 30 à 50 p. cent de cette réserve utile.

Cette quantité d'eau que la plante peut extraire sans difficulté représente la réserve en eau facilement utilisable (RFU) (Catzefflis, 1970). Elle joue un grand rôle dans la détermination des doses d'irrigation.

La figure 1 essaie de résumer, pour ces 3 types de sols, l'importance de ces différents seuils. Elle montre les différences considérables qui peuvent exister entre eux.

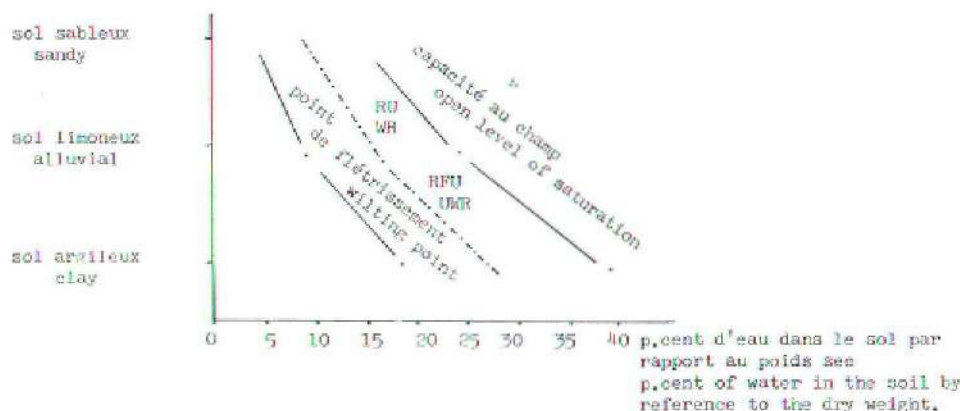


Figure 1. — IMPORTANCE DES DIFFERENTS SEUILS HYDRIQUES DANS TROIS TYPES DE SOLS

IMPORTANCE OF THE DIFFERENT HYDRIC THRESHOLD LEVELS FOR THREE TYPES OF SOILS

the threshold limits of moisture in soils and on the relations which can exist between water needs of growing plants and the transpiration of the soil and plant together.

Soil is a porous medium, which, after heavy watering, is completely saturated. All the interstices which normally separate the mineral constituents are filled with water, but very quickly, part of this drains away to lower depths and air fills the cavities which are thus formed.

After this drying out, the soil is said to be at the **open field level of saturation** and the amount of water retained is then of the order of:

- 15 % by weight of dry soil for a sandy soil;
- 25 % — — — for an alluvial soil;
- 40 % — — — for a clay soil.

The plant will take up this water and at the same time water will evaporate from the surface of the soil. The amount of water in the soil will therefore fall, but the more it becomes impoverished, the greater the forces holding the water in the soil and the time comes when the plant is no longer able to take up this water. The soil is at **wilting point**. The water which is left is no longer available to the plants. It follows that one can refer to the '**useful water reserve**' (WR) of the soil which is the difference between the water content at normal saturation in the open and that at the wilting point. Nevertheless, the plant starts to feel the effects of a shortage of water even before the wilting point is reached. It is preferable therefore not to let the soil become completely dry and in practice, the water content should not fall below 30 to 50 % of the '**useful water reserve**'.

The amount of water which the plant can take up without any difficulty represents the water reserve which is readily useable (UR) (Catzefflis 1970). It plays a very important role in the determination of the quantities for irrigation.

Figure 1 attempts to show the magnitude of the threshold levels for these three types of soil and the considerable differences which can exist between them.

Autre acquis obtenu en plein champ et concernant les problèmes d'irrigation : la relation qui existe entre les besoins en eau des cultures et les différentes contraintes du milieu (climat) modulées par la physiologie du végétal.

Ainsi, d'un point de vue agronomique, l'habitude est prise d'employer la notion d'évapotranspiration potentielle (ETP), englobant sous un même vocable un aspect purement physique, l'évaporation, et un processus biologique, la transpiration, pour matérialiser la hauteur d'eau libre que permet d'évaporer la quantité d'énergie disponible au niveau du végétal considéré.

Si, pour des cultures à activité physiologique et couverture du sol totale et permanente (un gazon, par exemple), on peut considérer que l'ETP est réalisée, il n'en est pas de même pour les cultures annuelles où l'ETP n'est pas atteinte à tous moments (Robelin, 1962). Lorsque tous les facteurs physico-chimiques et hydriques sont à l'optimum, l'évapotranspiration est maximale (ETM), mais elle dépend à tout instant du degré de couverture du sol et des stades végétatifs (fig. 2). Il est alors possible d'établir un rapport de consommation ETM/ETP qui représente bien l'état de développement de la culture.

Other knowledge which is obtained on the problems of irrigation in the open concerns the relation which exists between the water needs of the plants and the different restraints, as regulated by the physiology of the vegetation, on the environment (climate).

Thus, from the agronomic stand-point, the normal practice is to use the notion of the **potential evapotranspiration** (this includes under the same heading a purely physical aspect, **evaporation**, and a biological process, **transpiration**) in order to arrive at the quantity of free water which the amount of energy, available at plant level, can evaporate.

Thus for plants in physiological activity and total and permanent soil covering (a lawn for example) it can be regarded that the ETP is realised but it is not the same for annual crops where the ETP is not reached all the time (Robelin 1962). When all the physico-chemical and hydric factors are at an optimum, the evapotranspiration is at a maximum (ETM) but it depends at all times on the extent of the covering of the soil and on the stage of growth (Fig. 2). It is then possible to establish a consumption ratio ETM/ETP which represents the extent of development of the plant.

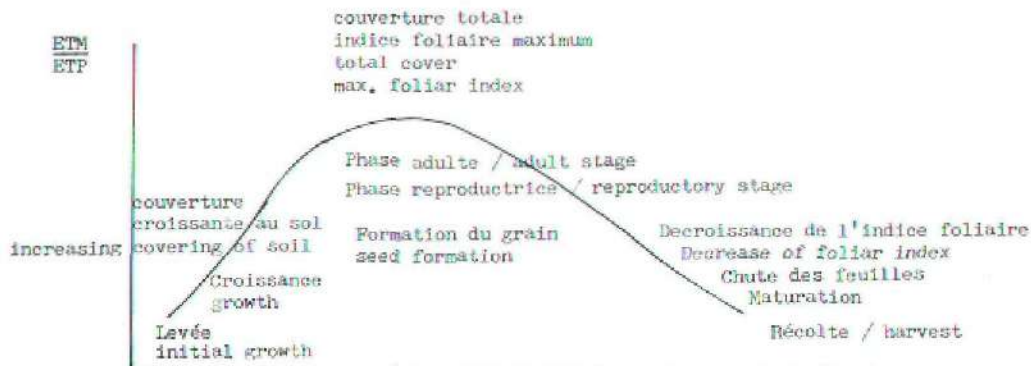


Figure 2. — EVOLUTION THEORIQUE DU RAPPORT DE CONSOMMATION DANS LE TEMPS POUR UNE CULTURE ANNUELLE (d'après J. Puech, 1973)

THEORETICAL DEVELOPMENT OF THE CONSUMPTION RATIO WITH TIME FOR AN ANNUAL CROP (after J. Puech, 1973)

L'expérience acquise sur les cultures de plein champ aide à mettre au point les techniques d'irrigation sous abri.

Experience on open field cultivation helps the approach to irrigation problems in greenhouses.

(Doc. Irrifrance.)



Méthodologie utilisée pour les problèmes d'irrigation sous abri.

Par analogie à la démarche utilisée en plein champ, les problèmes d'irrigation sous abri sont abordés selon les optiques complémentaires suivantes :

- Estimation d'une grandeur de référence caractérisant l'importance de la demande climatique. On conviendra de désigner cette grandeur sous l'appellation d'**ETP serre**.
- Appréciation de la variabilité des consommations d'eau maximales des cultures sous abri (ETM), selon leur nature et selon leur stade de développement (croissance, apparition des stades de reproduction...) représentant une fraction plus ou moins importante de l'ETP serre.
- En fait, dans la pratique, il ne sera pas toujours rentable d'arroser les plantes selon le régime de l'ETM, et il faudra en trouver un nouveau correspondant à l'optimum économique. Pour cela, on considère les ETM comme des références maximales, puis on définit des rendements commerciaux correspondant à des rationnements de plus en plus sévères.
- Enfin, mise au point des techniques d'apports permettant d'apporter exactement les quantités d'eau, sans risque d'erreur ou de perturbations au niveau du végétal et des sols.

Ainsi, cette méthode en quatre étapes est intéressante, car elle permet de mettre en relation des besoins en eau qui correspondent au meilleur rendement économique et l'ETP, valeur de référence liée uniquement aux facteurs climatiques.

PREMIERE ETAPE :

L'ESTIMATION DE L'ETP SERRE.

Depuis près d'une décennie (Nielsen, 1962, Morris et al., 1967), plusieurs équipes de bioclimatologistes essaient de relier l'ETP serre à des facteurs climatiques facilement mesurables.

Les résultats les plus intéressants concernant la région méditerranéenne furent cependant réalisés par l'I.N.R.A. (Station de bioclimatologie d'Avignon : Mermier, Samie et de Villele, 1970) où, dès 1967-1968, un dispositif expérimental fut mis en place pour mesurer l'ETP serre et juger de l'action de divers facteurs physiques susceptibles d'intervenir sur le phénomène évaporatoire.

Comme dans les conditions de plein air, une étroite corrélation fut trouvée entre valeurs mesurées sous serre de l'évapotranspiration maximale d'un gazon et du rayonnement solaire, l'ajustement statistique s'exprimant par l'équation :

ETM gazon sous serre : $ETP_{serre} = 0,67 \frac{Rg_{serre}}{L}$
expression dans laquelle :

- ETM et ETP sont exprimées en millimètres d'eau ;
- Rg serre représente le rayonnement solaire global pénétrant dans l'abri et s'exprime en $\text{calcm}^{-2} \text{mn}^{-1}$;
- L représente la chaleur latente de vaporisation de l'eau, soit 60 calories par cm^2 par mn d'évaporation.

Dans les conditions expérimentales qui furent les leurs (de Villele, 1973), il fut impossible de mettre en évidence

Procedure Used for Irrigation Problems in Greenhouses

By analogy to the method used for open cultivation, the approach to irrigation problems in greenhouses is made according to the following aspects:

- Estimation of a reference quantity characterising the importance of the climatic demand. It is convenient to refer to the quantity as the **greenhouse ETP**.
- Appraisal of the variability of the maximum water consumption for crops in the greenhouse (ETM) according to their character and their stage of development (growth, appearance of the stages of reproduction...) representing a greater or smaller fraction of the greenhouse ETP.
- In practice, it will not always be profitable to water plants according to the schedule of the ETM and it will be necessary to find a level corresponding to the economic optimum. For that, the ETM's are considered as the maximum references and then the corresponding commercial yields are established for increasingly severe water limitations.
- Finally, the development of the distribution methods enables the amounts of water to be controlled exactly without risk of mistakes and disruptions to the vegetation and the soils.

This method in four stages is thus of interest for it permits the establishment of the relation of the water needs to the best economic yield and the ETP, the reference value which is linked only to the climatic factors.

STAGE ONE:

THE ESTIMATION OF THE GREENHOUSE ETP

For nearly a decade (Nielsen 1962 - Morris et al. 1967), several teams of bioclimatologists have tried to relate the greenhouse ETP with the climatic factors which are easily measurable.

The most interesting results concerned the Mediterranean region and were obtained by INRA (Bioclimatologie d'Avignon) (Mermier, Samie et de Villele 1970) where an experimental set up measured the greenhouse ETP and assessed the action of the various physical factors which might influence the evaporation phenomenon.

As with the conditions in the open, a direct correlation was found in the greenhouse between the values for the maximum evapotranspiration of a lawn and the solar radiation, the relationship being expressed by the equation:

ETM (lawn) inside greenhouse:

$$ETP_{(greenhouse)} = 0,67 \frac{Rg_{(greenhouse)}}{L}$$

where:

- ETM and ETP are expressed in millimeters of water.
- Rg (greenhouse) represents the total solar radiation penetrating the structure and is expressed in $\text{calcm}^{-2} \text{mn}^{-1}$.
- L represents the latent heat of vapourisation of water which is 60 calories per cm^2 per mn of evaporation.

Under the experimental conditions employed (de Villele 1973), it was impossible to establish a significant effect

un effet significatif sur l'évapotranspiration lorsque le chauffage devient important, l'augmentation ne semblant pas devoir excéder 0,3 mm par jour en moyenne.

DEUXIEME ETAPE :

ESTIMATION DES ETM DE DIVERSES CULTURES.

Au cours des dernières années, plusieurs organismes de recherches en France effectuèrent des campagnes d'ETM sur différentes cultures se développant sous abri.

Dans tous les cas, les expériences furent réalisées par analogie avec le plein champ sur des cases lysimétriques qui sont des bacs de cultures enterrés, de superficie connue (4 m²) et construits de façon à permettre l'évacuation des eaux de drainage. Leur emplacement dans les différents abris fut choisi en fonction des installations d'arrosage pour que ces cases soient disposées dans des zones homogènes et que les plantes soient comparables à la moyenne des cultures.

Quelques cultures furent testées. Citons parmi celles-ci la laitue et la tomate (Musard, 1974, Laberche, 1975), et plus partiellement le melon (Contrant, 1971). Le tableau I essaie de résumer, en les synthétisant, quelques résultats obtenus.

Ainsi, il apparaît nettement qu'il existe des rapports précis entre les ETP et les ETM des différentes cultures, liés aux différents stades phénologiques.

Dès que les plantes sont bien installées, que leur développement végétatif devient important, leur ETM est très proche de l'ETP. Cependant, en fin de culture, ils ont tendance à diminuer. On retrouve la courbe générale du plein champ (fig. 2) et bien souvent les mêmes coefficients que dans ce dernier cas.

on the evapotranspiration of modifications in the programming of the temperature, the humidity and the speed of the air changes. Nevertheless, the authors mentioned a tendency for an increase in the evapotranspiration when the heating was high, the increase did not appear to exceed 0.3 mm per day on average.

STAGE TWO:

THE ESTIMATION OF THE ETM FOR VARIOUS PLANTS

During the last few years several research organisations in France have endeavoured to establish the ETM for various plants growing in a greenhouse.

In all cases the experiments were carried out by analogy with open cultivation in small compartments of known area (4 m²) for the measurement of the percolation of water through the soil; these are the containers for the plants and constructed in such a way as to allow evacuation of the drainage water.

Their location in the different structures was chosen in relation to the irrigation systems and the general air-conditioning in order that these compartments are set out in homogeneous areas and that the plants are comparable to the average.

Several different types of plants have been tested, and mention can be made of lettuce and tomatoes (Musard 1974, Laberche 1975) and more partially of the melon (Contrant 1971). Table 1 gives a summary of some of the results obtained.

It is quite clear that there exists precise ratios between the values of the ETP and the ETM for different plants, linked to the different phenological stages. From the time the plants have been put in and extensive growth has taken place, the values of ETM are very close to the ETP. However, at the end of the crop, they have a tendency to get less. It is found in the general curve for the open (fig. 2) that the coefficients are the same as in this latter case.

Tableau I. — EVOLUTION DES RAPPORTS ETM/ETP SERRE POUR DIFFERENTES CULTURES SOUS ABRI

Table I. — DEVELOPMENT OF THE RATIO ETM/ETP GREENHOUSE FOR DIFFERENT INDOOR CROPS

		Mise en place	Couverture du sol	Récolte	
		Planting	Soil Covering	Cropping	
LAIQUE LETTUCE	Hiver - sol paillé Winter - soil mulched		0,70	0,90	
	Hiver - sol nu Winter - bare ground		0,80	0,90	
	Eté - sol nu Summer - bare ground		0,80	0,90 - 1,0	
TOMATE TOMATOES	d'automne (Autumn) de printemps (Spring)	Mise en place	Floraison 4 ^{ème} bouquet	mi-récolte	Fin culture
		Planting	4 th tress flowers	Mid crop	Final crop
		0,50	0,80	1	0,80
		0,50	0,80	1	0,70
MELON MELONS	d'été (Summer)	Mise en place	Floraison fleurs	Récolte	Fin culture
		Planting	Flowering	Cropping	Final crop
		0,60	1,20	0,90	0,90

TROISIEME ETAPE :

RECHERCHE D'UN RATIONNEMENT OPTIMAL.

Dès 1963, Pouzoulet montrait qu'en plein champ, il existait une relation entre la consommation maximale d'eau par la végétation et la production optimale de matière sèche. Cependant, les apports correspondant à l'ETM ne permettent pas forcément de parvenir à un meilleur rendement économique qui, bien souvent, consiste à favoriser le développement d'un organe (les fruits) par rapport à un autre (le feuillage), d'où la nécessité de juger des effets d'un rationnement plus ou moins sévère.

Sous abri, de tels essais furent très rarement réalisés, et encore moins publiés. Nous citerons seulement ceux effectués en 1974-1975 à l'I.N.R.A.-S.E.I. de Perpignan sur laitue et tomate.

Ainsi, au cours de deux campagnes, deux variétés de laitue ('Estelle' et 'Averya') cultivées sous grand abri froid reçurent, toutes autres conditions identiques, différentes doses d'irrigation, fraction plus ou moins importante de l'ETM déterminée sur case.

Le tableau II résume, quant aux récoltes, les résultats obtenus. Il y apparaît nettement que la laitue (du moins 'Averya' et 'Estelle') supporte parfaitement bien un certain rationnement, et même avec un sol paillé le coefficient 0,75 affecté à l'ETM paraît le meilleur.

Au cours du printemps 1975, une expérience de rationnement fut effectuée sur une culture de tomate H63-4. Sous un grand abri plastique de 400 m², 6 traitements furent comparés (tableau III). Si, au cours du développement, peu de différences apparurent, c'est au moment des récoltes qu'il est possible de différencier les traitements. Si la dose d'eau ne paraît pas faire varier la date d'entrée en production, elle influe grandement sur les rendements précoces, qui sont nettement plus importants quand les cultures reçoivent 80 p. cent de l'ETM. De même, avec cette dose, les fruits sont plus gros. Ainsi, en rationnant légèrement, on a déséquilibré en faveur des fruits le développement normal des plants. Réalisées sur de trop courtes périodes et en des lieux limités, de telles expériences se doivent cependant d'être recommencées et complétées.

THIRD STAGE:

ESTIMATION OF THE OPTIMUM CONTROL.

In 1963, Pouzoulet has shown that for crops grown in the open, there exists a relation between the maximum consumption of water by the vegetation and the optimum production of dry matter. However, the quantities corresponding to the ETM do not necessarily give rise to a better economic yield which, often, requires to favourise the development of one part of the plant (the fruit) by comparison to another (the foliage) hence the necessity to assess the effects of a more or less strict control of the water.

Such trials have only rarely been carried out in greenhouses and even fewer have been published. Reference is made only to those carried out in 1974-1975 at the INRA-SEI of Perpignan on lettuce and tomatoes.

During the course of two seasons, two varieties of lettuce (Estelle and Averya), grown in cold greenhouses, received, under identical conditions, different amounts of irrigation, a greater or smaller fraction of the ETM determined in the compartment.

Table 2 summarises the results obtained on the crop yields. It appears quite clearly that the lettuce (that is to say at least the varieties Averya and Estelle) will tolerate very well a certain limitation on the water supply and with soil mulching, a coefficient of 0.75 assumed for the ETM appeared the best.

During the course of the spring 1975, an experiment on water rationing was carried out on a crop of tomatoes H63-4 in a large plastics structure (400 m²) and six different treatments were compared (table 3). Although there appears to be little difference during the growing stages, it is possible to differentiate between the various treatments at the time of the harvest. Although the amount of water does not appear to have affected the date at which fruit picking started, it greatly influenced the early yields which are obviously greater when the plants receive 80 % of the ETM. Likewise, at this level, the fruits are larger. Thus, by limited restriction an unbalance in the normal development of the plants has been created in favour of fruit production. Such experiments have been carried out over too short periods and in only a few locations and should, therefore, be repeated and extended.

Tableau II. — EXPERIENCES DE RATIONNEMENT D'EAU SUR LAITUE
Poids moyen des laitues au moment de la récolte commerciale

Table II. — TRIALS ON WATER RATIONNING FOR LETTUCE
Average weight of lettuce at time of commercial cropping

Apport d'eau = K ETM Water = K ETM	Averya						Estelle											
	Sol nu Bare soil		Sol paillé Mulched soil				Sol nu Bare soil		Sol paillé Mulched soil									
	1,5	1	1	0,75	0,5	0,3	1,5	1	1	0,75	0,5	0,3						
	Semis : 4 octobre 1973 Sowing 4 October, 1973						Plantation : 29 octobre 1973 Planting 29 October, 1973						Récolte : 8 janvier 1974 Cutting 8 January, 1974					
\bar{m} en g (\bar{m} in g)	319	300	309	305	309		401	394	414	410	400							
	Semis : 9 octobre 1974 Sowing 9 October, 1974						Plantation : 7 novembre 1974 Planting 7 November, 1974						Récolte : 27 janvier 1975 Cutting 27 January, 1975					
\bar{m} en g (\bar{m} in g)			329	345	343	341			418	407	395	367						

\bar{m} = poids moyen des laitues exprimé en grammes de matière fraîche

\bar{m} = average weight of lettuce expressed in grammes of fresh matter

Tableau III. — EXPERIENCE DE RATIONNEMENT D'EAU SUR TOMATE H 634
Evolution des rendements et de la précocité

Table III. — TRIALS ON WATER RATIONING FOR TOMATOES
Effect on yields and earliness of crop

Traitements / Treatment	Eau apportée / Water supplied	Début de récolte / First picking	Rendements cumulés en kg/m ² / Cumulative yields in kg/m ²			Poids moyen des fruits / Average Wt of fruit	Déchets/Rejets	
			17/05	13/06	09/07		petites / small	déformées / deformed
100 p.cent ETM sol paillé / 100 p.cent ETM soil mulched	250 mm	5/05/75	1,31	7,95	10,32	90 g	0,42 %	0,08 %
80 p.cent ETM sol paillé / 80 p.cent ETM soil mulched	196 mm	5/05/75	1,49	9,08	11,23	93 g	0,44 %	0,18 %
60 p.cent ETM sol paillé / 60 p.cent ETM soil mulched	154 mm	2/05/75	1,34	7,91	10,20	87 g	0,78 %	0,09 %
100 p.cent ETM sol nu / 100 p.cent ETM bare soil	250 mm	7/05/75	1,03	8,72	10,85	93 g	0,46 %	-
80 p.cent ETM sol nu / 80 p.cent ETM bare soil	196 mm	7/05/75	1,32	8,95	11,00	94 g	0,31 %	0,20 %
60 p.cent ETM sol nu / 60 p.cent ETM bare soil	154 mm	5/05/75	1,12	8,17	10,39	89 g	0,36 %	-

QUATRIEME ETAPE :

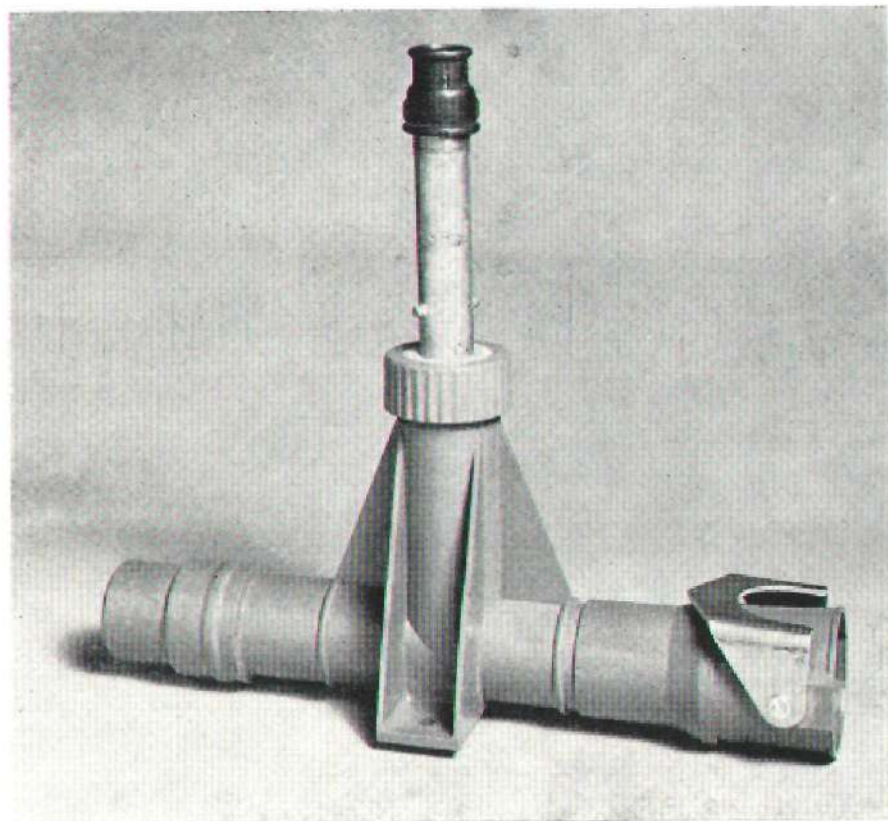
LES NOUVELLES TECHNIQUES D'IRRIGATION SOUS ABRI.

L'irrigation à la raie, depuis des siècles utilisée en plein champ, a constitué tout naturellement la première technique d'arrosage sous abri. Si elle convient aux serres installées sur des sols légers, il n'en est pas de même pour ceux qui durent s'établir sur des sols lourds. L'eau pénétrant mal, une grande partie ruisselle sur le sol et est perdue avant de pénétrer. Il est donc impos-

FOURTH STAGE:

THE NEW TECHNIQUES OF IRRIGATION IN GREENHOUSES

Irrigation by means of channels has been used since a very long time in the growing of crops in the open and naturally this was the first method used for watering in protective structures. Although it was satisfactory for greenhouses on light soils, this was not the case with heavy soils. The water is not taken up easily by the soil so that a large part runs over the ground and is lost



Pour l'irrigation sous abri comme en plein air, les plastiques (notamment le PVC) ont apporté les solutions les plus efficaces et les plus économiques.

For irrigation under cover or in the open, plastics (particularly PVC) have allowed most efficient and economical solutions.

(Doc. SOTRA-Eternit.)

sible de maîtriser les quantités d'eau apportées. D'autres techniques se doivent d'être envisagées. Il s'agit :

- de l'irrigation par aspersion ;
- de l'irrigation localisée.

L'IRRIGATION PAR ASPERSION.

L'irrigation par aspersion consiste à distribuer l'eau sous forme de pluie sur le sol. De ce fait l'eau tombe naturellement et dans les mêmes conditions que les précipitations naturelles. Cependant, elles sont très importantes — de 50 à 60 mm par heure — et il est certain que les agriculteurs souhaiteraient trouver sur le marché des asperseurs aux débits plus faibles. De ce fait, sur un sol lourd, même si le nivellement du terrain permet de distribuer la RFU sans risque de perte, il peut être prudent de la diminuer en la fractionnant pour éviter le glaçage des sols ainsi que son refroidissement brutal ; inversement on augmente l'humidité relative de l'air et l'impénétrabilité du personnel dans la serre.

D'une manière générale, cette technique convient bien pour la laitue (dont les besoins en eau sont relativement faibles : près d'un millimètre par jour) mais pour les cultures de tomates, si les rendements sont peu différents entre une irrigation par aspersion et par ruissellement (tableau IV), le poids moyen des fruits est plus élevé et la précocité plus marquée dans l'irrigation à la raie ; d'autre part dans ce dernier cas, l'état sanitaire y est bien meilleur.

Des observations identiques ont pu être faites sur melon, poivron ou aubergine. Pour ces diverses plantes, l'aspersion sur frondaison favorise le développement de certains parasites d'où la nécessité, si elle est employée, de placer les rampes sous le feuillage.

L'IRRIGATION LOCALISEE.

Principe :

Dans sa conception actuelle, l'irrigation localisée de surface consiste à distribuer l'eau en un maximum de points au moyen d'ajutages portés sur des rampes d'alimentation.

before it can penetrate. It is therefore impossible to control the amounts of water supplied and other techniques must be envisaged. These include:

- irrigation by spraying;
- localised irrigation.

SPRAY IRRIGATION.

Spray irrigation involves the distribution of water in the form of rain droplets on the soil. From this fact, the water falls naturally and under the same conditions as with natural precipitations. However, the amounts are quite heavy — from 50 to 60 mms per hour — and it is certain that agriculturist would like to have available on the market, sprays with much reduced outputs.

Because of this, on heavy soil, even if the ground is level and the water which is readily accessible (UWR) can be distributed without loss, it is advisable to reduce the quantity and break it up so as to avoid panning and excessive cooling of the soil. Inversely, one can increase the humidity of the air and reduce entry of personnel in the greenhouse.

Generally, this technique is well suited to lettuce (their water requirements are relatively low — about one mm per day) but for tomatoes, there is little difference in yield between spray and channel irrigation (Table IV); the average weight of the fruit is higher and crops are earlier using channel irrigation, moreover, in this latter case, the plants are healthier.

Identical observations have been made on melons, peppers and aubergines. For these various plants, spray on the foliage encourages the development of certain pests so that if need be, the pipes should be installed under the leaves.

LOCALISED IRRIGATION.

Principle:

Basically, localised irrigation of the soil surface consists in distributing the water at a maximum number of points by means of fixtures on the supply pipes.

Tableau IV. — RENDEMENTS OBTENUS SUR UNE CULTURE DE TOMATES H 634 REALISEE SOUS SERRE PLASTIQUE A ALENYA EN 1973 ET IRRIGUEE SOIT PAR RUISSELLEMENT SOIT PAR ASPERSION

YIELDS OF TOMATOES H 634 PRODUCED UNDER PLASTICS AT ALENYA IN 1973 AND IRRIGATED EITHER BY CHANNEL OR SPRAY

Traitements Treatment	date de début de récolte start of cropping	rendements cumulés en kg par m ² cumulative yields in kg/m ²							poids moyen des fruits en grammes average wt. of fruit in grammes
		2/5	10/5	17/5	23/5	31/5	7/6	12/6	
Ruissellement Channel	29 avril 29 April	0.20	2.25	3.78	6.04	9.34	10.53	10.72	94
Aspersion Spray	2 mai 2 May	0.08	1.94	3.67	5.94	9.40	10.60	10.81	89

Deux techniques sont en compétition :

— Le système goutte à goutte au niveau des plantes sur le sol : des rampes fournissent l'eau aux plantes au moyen de gouteurs (disposés à emplacements réguliers) de formes et de conceptions diverses mais qui permettent à l'eau de s'écouler entre les débits faibles et constants. Ceux-ci oscillent selon les cas entre 1 et 4 litres/heure.

Les systèmes goutte-à-goutte apportent l'eau selon un débit faible mais constant.

Trickle systems allow the water to flow in steady and low amounts.

(Doc. Sotradies-Irrigation.)



— L'irrigation par rampes perforées. Il s'agit d'une adaptation à l'abri du système mis au point par la Compagnie nationale du Bas-Rhône-Languedoc et utilisé pour les vergers. Le long d'une rangée de plants et au-dessus d'un sillon profond, est disposé un tube de polyéthylène 27-32 sur lequel est installé tous les 75 cm un ajutage de diamètre intérieur 1,4 mm laissant passer 30 litres/heure à 500 g de pression; l'eau qui s'en écoule tombe dans le sillon; pour qu'elle y reste, celui-ci est interrompu tous les trois ajutages par un bief.

Avec de telles pluviométries et compte tenu de la capacité des auges ainsi délimitées, il est possible alors d'apporter à chaque fois de 7 à 10 mm d'eau d'irrigation.

Expérimentation à Alenya :

Disposant de ces deux techniques : goutte à goutte et rampes perforées, une nouvelle campagne d'essais comparatifs d'irrigation localisée a été lancée.

Au printemps 1974, dans deux serres plantées en tomate 'Lucy' deux systèmes étaient mis en comparaison :

- la rampe perforée aux débits importantes (40 mm/h) ;
- de véritables « goutte à goutte » aux débits oscillant entre 2 et 3 l/h représentant des pluviométries fictives de 2,6 à 4,5 mm/h à 1 kg de pression.

Chacune de ces comparaisons représentait un traitement mais était partout subdivisée en deux sous-traitements : sol nu et sol paillé avec un paillage polyéthylène opaque-thermique.

Two techniques are in competition:

— The drop by drop or trickle system at plant level on the soil: the tubes supply the water by means of drip nozzles (fixed at regular intervals) of various types which allow the water to flow in steady and low amounts. The quantity varies, according to the requirement, between 1 and 4 litres per hour.

— The irrigation using perforated tubes. This is an adaption to undercover use of the system developed by the Compagnie Nationale du Bas-Rhône Languedoc for orchards. A polyethylene tube 27/32 is laid alongside the row of plants and above a deep furrow, it is fitted every 75 cms with nozzles which have an internal diameter of 1.4 mm and pass 30 litres/hour at a pressure of 500 g; the water flows into the furrow and is retained by as small dam between every three nozzles.

By these irrigation techniques and taking account of the capacity of the feed supplies as set out, it is possible to provide each time 7 to 10 mm of irrigation water.

Experimentation at Alenya:

A new series of trials has been initiated to compare the two techniques of localised irrigation, trickle and perforated tube.

In the spring 1974, the two systems were used in two greenhouses planted with the tomato 'Lucy':

- perforated tube delivering large amounts of water (40 mm/h);
- drip feed with the amounts varying between 2 and 3 litres/hour at 1 kg pressure representing a rainfall of 2.6 to 4.5 mm/hour.

Each of the two trials was sub-divided into two sub-treatments: bare soil and ground mulched with thermally opaque polyethylene film.

Cependant la mise en place d'une irrigation localisée ne peut manquer de soulever le problème fort complexe de la fertilisation. Il ne s'agit pas de l'aspect théorique de la question mais d'un côté très pratique. En effet, il est maintenant bien établi (Robelin, 1968) que l'absorption minérale est pratiquement indépendante de l'appel d'eau vers les racines créé par la transpiration mais les engrais sont normalement disposés en cours de culture sur le sol, lors d'une irrigation par ruissellement, ils sont dissous et entraînés par l'eau mais au goutte à goutte où normalement aucune eau ne doit flaqueur sur le sol, ceux-ci ne pourront se dissoudre. La solution est d'introduire directement les engrais dans l'eau d'irrigation. C'est ce qui a été adopté pour une des serres. La solution nutritive nous a été communiquée par le laboratoire de physiologie de Versailles (I.N.R.A.).

Dans l'autre serre, les engrais furent apportés régulièrement dans les sillons. Il faut noter que les apports

The installation of a localised irrigation system, however, must bring up the complex and difficult problem of fertilisation. It is not the theoretical but rather the practical aspect of the operation. It has already been well established (Robelin 1968) that the absorption of minerals is practically independent of the water demand by the roots resulting from transpiration. But fertilisers are normally distributed onto the soil during the crop cultivation. With the supply of water as a stream, they are dissolved and washed down by the water but with a trickle or drip feed there is not enough water on the soil to dissolve the solids. This can be overcome by dissolving the fertilisers in the irrigation water and has been used in one of the greenhouses. The nutrient solution has been communicated to us by the Physiology Laboratory of Versailles (I.N.R.A.).

In the other greenhouse, the fertilisers were fed regularly into the furrows; it should be noted that feeding

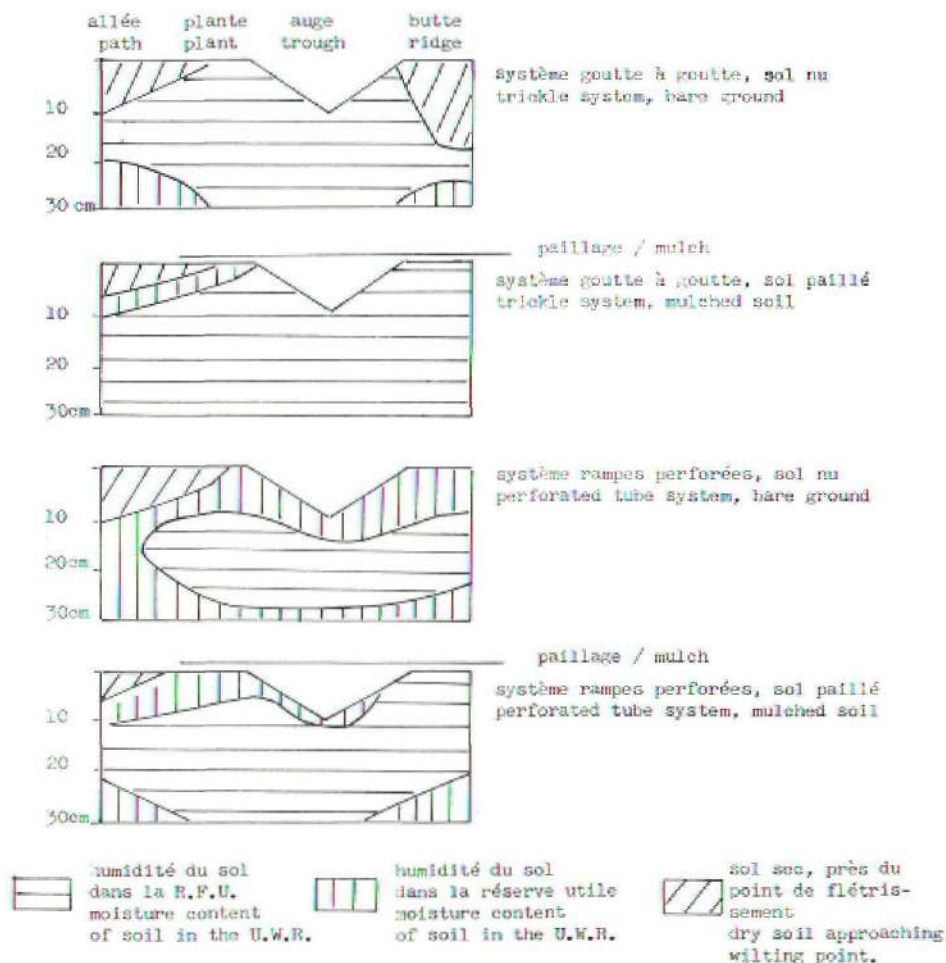


Figure 3. — PROFILS HYDRIQUES SELON LES DEUX TYPES D'APPORTS (mesures effectuées en cours de culture, avant les arrosages)*

WATER PROFILES FOR THE TWO WATERING METHODS (measurements made during cultivation, before watering)

se font simultanément dans les deux serres et qu'en définitive on a apporté :

- 540 unités d'azote ;
- 155 unités d'acide phosphorique ;
- 600 unités de potasse.

Au cours de la campagne, différentes observations ont été effectuées. Elles concernent en premier lieu les mouvements de l'eau.

Les profils hydriques :

L'observation visuelle sur des tranchées a permis de reconnaître dans le sol une zone sèche au niveau de l'allée. Les mesures d'humidité effectuées (fig. 3) précisent ces premières données. On y voit que dans les quatre cas étudiés, l'humidité du sol située dans l'axe de la rigole est importante car l'eau diffuse sous forme capillaire pour former un bulbe au lieu de s'infiltrer en profondeur.

L'influence du paillage est manifeste ; en sa présence, l'humidité dans le sol est plus importante mais surtout les différences entre les zones sont moins tranchées ; ceci en particulier dans la butte séparant les deux sillons.

Les profils salins :

Régulièrement des mesures de conductivité ont été effectuées sur ces sols.

Il existe des gradients salins dans les sols, les plus faibles valeurs s'observant au niveau de l'auge où les apports d'eau sont les plus importants. Inversement, c'est en périphérie du bulbe que les valeurs sont plus élevées. Sous paillage où les profils hydriques sont homogènes, les différences sont moins marquées : la migration est moins importante que sous sol nu. Dans le cas de l'apport classique d'engrais dans l'eau, les profils sont peu différents sauf dans les dix premiers centimètres de l'auge, surtout au goutte à goutte où l'on observe de fortes concentrations en sels.

Les récoltes :

Le 29 avril 1974, soit 75 jours après la plantation, ont débuté les premières récoltes. Le tableau V ci-après en donne les résultats.

Il apparaît que les différences entre les types d'irrigation sont peu marquées. Le goutte à goutte paraît cependant légèrement supérieur aux rampes perforées, de même dans trois cas sur quatre, le paillage est un peu en avance sur le sol nu.

De plus, il apparaîtrait que l'irrigation fertilisante apporte un net avantage qui se traduirait par une précocité accrue, un rendement supérieur en fin de récolte et un poids moyen des fruits plus élevé.

CONCLUSIONS.

Ainsi, pour maîtriser complètement les irrigations, il est indispensable de connaître avec précision :

- les caractéristiques hydriques des sols ;
- les besoins en eau des cultures ;

was done at the same time in the two greenhouses using:

- 540 units of nitrogen;
- 155 units of phosphoric acid;
- 600 units of potash.

During the trials, different observations have been made, but in the first instance they were concerned with the movements of the water.

The Water Profiles:

Visual observations on the trenches have noted a dry zone at path level in the soil. The measurements made of the moisture (fig. 3) set out precisely this initial data. It can be seen in the four case studies that the moisture of the soil in the axis of the gully is high as the water diffuses by capillary attraction to form a bulb instead of infiltrating in depth.

The influences of mulching is very apparent; when it is used, the moisture of the soil is greater but the differences between the zones are less pronounced particularly in the ridge separating the two furrows.

The Saline Profiles:

Measurements of conductivity have been carried out on these soils. There are gradients in the salt concentrations in these soils, the lowest values being found at the trough level where the water flows are highest. Under the mulch film where the water profiles are uniform, the differences are less marked: the migration is lower than under the bare ground. With the standard feeding of fertiliser in the water, the profiles are little different except in the first ten centimetres of the trough, particularly with trickle irrigation where strong salt concentrations are observed.

The Crop Yield:

The first crops were picked on the 29th April, 1974, 75 days after planting and the results are given in Table 3 below.

There appears to be only little difference between the two types of irrigation, however, trickle irrigation is slightly better than the perforated tubes, likewise, in three cases out of four, mulched crops are a little earlier than those on uncovered ground.

In addition, it would appear that the use of irrigation water containing fertiliser shows a clear advantage by producing earlier crops with a higher total yield and increased average fruit weights.

CONCLUSIONS

In order to completely control irrigation, it is absolutely essential to know precisely:

- the moisture retention characteristics of the soil;
- the water requirements of the plants;

Tableau V. — EVOLUTION DES RECOLTES
EN FONCTION DE LA FERTILISATION

IRRIGATION LOCALISÉE SEULE

Table V. — CROP YIELDS IN RELATION TO FERTILISER USE
ONLY LOCALISED IRRIGATION

Traitements Treatment		date de début récolte start of cropping	rendements commercialisables cumulés en kg/m ² cumulative yields in kg/m ² (saleable fruit)						P.M. du fruit en g average wt. on fruit in g
			6/5	20/5	31/5	14/6	28/6	5/7	
rampes perforées perforated tubes	sol nu bare soil	3 mai 3 May	0,04	0,64	1,42	4,34	9,26	9,78	84
	paillage mulch	3 mai 3 May	0,02	0,64	1,60	4,82	9,60	10,04	84
goutte à goutte trickle	sol nu bare soil	3 mai 3 May	0,03	0,68	1,74	4,74	9,79	10,11	85
	paillage mulch	3 mai 3 May	0,11	0,64	1,73	4,44	8,92	9,59	86

IRRIGATION LOCALISÉE FERTILISANTE

LOCALISED IRRIGATION CONTAINING FERTILISER

Traitements Treatment		date de début récolte start of cropping	rendements commercialisables cumulés en kg/m ² cumulative yields in kg/m ² (saleable fruit)						P.M. du fruit en g average wt. on fruit in g
			6/5	20/5	31/5	14/6	28/6	5/7	
rampes perforées perforated tubes	sol nu bare soil	29 avril 29 April	0,09	0,78	1,70	5,56	10,20	10,79	85
	paillage mulch	29 avril 29 April	0,11	1,02	2,36	6,22	10,96	11,50	87
goutte à goutte trickle	sol nu bare soil	29 avril 29 April	0,13	1,01	2,24	6,09	11,35	11,83	87
	paillage mulch	29 avril 29 April	0,17	1,10	2,42	6,66	11,92	12,29	88

— les techniques d'apport adaptées aux deux précédentes données.

Si le premier point est bien connu et s'il est envisageable d'avoir de sérieuses indications sur le second d'ici quelques années, le troisième volet, celui des techniques d'apport, demande encore de sérieuses mises au point.

Dans le cas des sols lourds, les systèmes d'irrigation localisée apportent un certain nombre d'avantages :

- l'érosion des sols est inexistante ;
- l'enherbement est très réduit ;
- le compactage du sol est limité ;
- le contrôle absolu des apports est possible, même si les apports, dans le cas du goutte à goutte, peuvent être délicats ;
- l'irrigation fertilisante est autorisée.

— the supply techniques suited to the above data.

If the first criterion is well established and it is envisaged to have reliable information on the second in a few years from now, the third aspect, that of the supply techniques, still requires extensive development.

With heavy soils, the systems of localised irrigation carry a certain number of advantages :

- soil erosion is non-existent;
- weeds are much less;
- soil compaction is limited;
- absolute control of the water supply, even although, as with the trickle method, it can be delicate;
- enables fertilisers to be incorporated.

Ces systèmes imposent cependant des contraintes. Le goutte à goutte nécessite des irrigations tous les jours ; le système par rampes perforées admet des fréquences plus longues. L'eau, dans certains sols, pénétrant très mal, peut toutefois rester dans les auges plusieurs heures, ce qui peut présenter des inconvénients pour certaines cultures.

Ces inconvénients ne paraissant pas l'emporter sur les avantages, quel système choisir ? Goutte à goutte ou rampes perforées ? Il est impossible de se prononcer : seules de nouvelles expériences actuellement en cours pourront peut-être dégager les avantages d'un système par rapport à l'autre. Encore faudra-t-il pouvoir, avant de conclure, apprécier l'influence de ces nouvelles techniques d'irrigation sur l'évolution de la structure, de la porosité du sol mais aussi déterminer les risques de salinité des sols après l'utilisation intensive de l'irrigation localisée.

There are, however, a number of constraints with these systems. The trickle technique has to operate every day while the use of perforated tubes allows longer intervals in between. With certain soils, however, where water does not penetrate easily it can remain in the troughs for several hours and this can be troublesome for certain crops.

These inconveniences do not appear to outweigh the advantages: which system should be adopted, trickle or perforated tube? It is not possible to make a definite recommendation: only the latest trials now in progress will be able, perhaps, to establish the relative merits of the two systems. Moreover, before deciding, it will be necessary to be able to appreciate the influence of these new irrigation techniques on the changes in the structure and porosity of the soil and also to determine the dangers of salt build-up after the intensive use of localised irrigation.

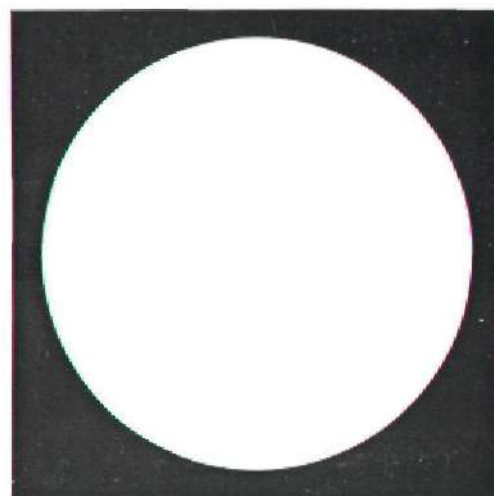
TRADUCTIONS EN LANGUE ANGLAISE

Mr. C.A. Brighton, ancien Président de la « British Agricultural and Horticultural Plastics Association » (Comité britannique des plastiques en agriculture), qui assure les traductions en langue anglaise des articles de **Plasticulture**, accepterait d'effectuer des traductions techniques de français en anglais pour nos lecteurs. Renseignements auprès du secrétariat du Comité international des plastiques en agriculture, 18, place Bergson, 75008 Paris, tél. 387-31-76.

Calendrier des manifestations

- 10-11-12 septembre 1976 :** FRANCE — Orléans « Hortimat ». (9^e Salon professionnel de matériel horticole). Rens. HORTIMAT, Domaine de Cornay, 45590 St Cyr en Val. Tél. (38) 65.20.95.
- 13-16 septembre 1976 :** ISRAEL — Tel Aviv. Agricultural machinery and equipment exhibition. Renseignements : The Israel Export Institute, Metal Center, P.O. Box 29732 Migdal Shalom, Tel Aviv.
- 15-16 septembre 1976 :** R.F.A. — Würzburg. Journées de la Société des plastiques en agriculture. Renseignements : Gesellschaft für Kunststoffe in der Landwirtschaft e.V., Geschäftsstelle KTBL, D-6100 Darmstadt-Kranichstein, Barningstrasse 49.
- 16-17 septembre 1976 :** FRANCE. — Ile de Bendor. Journées d'études du vieillissement des plastiques. Renseignements : Station d'essai des matières plastiques, Boîte postale « F », 83150 Bandol.
- 24-27 septembre 1976 :** R.F.A. — Karlsruhe. Exhibition and symposium on horticultural engineering. Inf. R. Bohn Kuratorium für Technik u. Bauwesen in der Landwirtschaft, Kölnerstrasse 142, 53 Bonn-Bad Godesberg.
- 25-27 septembre 1976 :** R.F.A. — Cologne. V^e Salon international du jardinage.
- 25 oct. - 2 novembre 1976 :** ESPAGNE. — Las Palmas de Gran Canaria. Fourth International Congress on Soilless Culture. Renseignements : I.W.O.S.C., P.O. Box 52, Wageningen, Pays-Bas.
- 14-20 novembre 1976 :** JAPON — Tokyo. CORESTA 1976 : VI^e Congrès scientifique du tabac. Renseignements - Secrétariat : Comité d'Organisation de Coresta Tokyo 76, c/o D' E. TAMAKI, the Japan Tobacco and Salt Public Corporation, 2, Akasaka Aoi-cho, Minato-Ku, Tokyo 107.
- 15-20 novembre 1976 :** ARGENTINE — Bariloche. First Latin American Petrochemical Congress (jointly organized by Argentine authorities and UNIDO).
- 15-20 novembre 1976 :** FRANCE — Paris (Porte de Versailles). Salon international de l'emballage, du conditionnement et de la présentation. Renseignements : I.F.E.C., 40, rue du Colisée, 75008 Paris.
- 7-11 décembre 1976 :** FRANCE — Paris (Porte de Versailles). Semaine internationale de l'Environnement.
- 11-16 avril 1977 :** U.S.A. — San Diego. VII^e Colloque international sur les Plastiques en Agriculture. Renseignements : Mr. B. HALL, University of California, Agricultural Extension Service, 5555 Overland Avenue, San Diego, California 92123.
- 9-14 mai 1977 :** FRANCE — Antibes. Colloque SISH sur l'œillet. Renseignements : Station d'Agronomie I.N.R.A., 45, bd du Cap, F-06600 Antibes
- 12-23 mai 1977 :** FRANCE — Nantes. Florales.

MANDUCHER



injection

pièces industrielles
conditionnements

extrusion

marque déposée : mandylène

agriculture

gainés et films polyéthylène

qualités :

standard

longue durée - label 2 étoiles

anti-buée

paillage vigne - label 2 étoiles

films EVA

qualités :

Manducétyl

Manducétyl S

industrie

sacs - sachets

film et housses rétractables

siège social :

34, rue paradis, 01102 oyonnax
france

(74) 77-40-88 - télex 340646

LA SOCIÉTÉ
LA CELLOPHANE

est spécialisée dans la fabrication
des films plastiques pour application
dans les techniques culturales.

POLYANE QUALITÉ 2 ÉTOILES (2 saisons)
POLYANE AI 3 F LONGUE DURÉE (33 mois)
Pour couverture de serres-tunnels
et abris grande culture

POLYANE AI PA
Pour couverture des tunnels nantais

POLYANE AI PF
Pour le paillage des fraisiers

POLYANE AI 2V LONGUE DURÉE
Pour le paillage de la vigne
et des arbres fruitiers

POLYANE SST
Film de haute résistance mécanique et de
très longue durée pour couverture de
Bâtiments d'Élevage et de Séchoirs
à Tabac à un plan de pente


SILOFILM
Pour la protection et la conservation des fourrages



POLYANE*

SLC Publicité

RHÔNE-POULENC-FILMS

Société LA CELLOPHANE - SECTEUR DE VENTES POLYANE S/AI 
69, Rue Casimir-Périer - 95870 BEZONS - Téléphone 982.59.47 - Téléc. Cello 28.384 F

*Marque déposée