

Les cultures sur substrat et hors sol

F

Exposé introductif

par Denise BLANC,

Directrice de la station d'agronomie et de physiologie végétale Antibes.

Conçue par un Français, Boussingault, aux environs de 1850, à des fins scientifiques, puis utilisée comme telle par les physiologistes du monde entier pendant la deuxième moitié du XIX^e siècle pour étudier la nutrition minérale des plantes, la technique de culture sans sol ou hydroponique n'est sortie du laboratoire qu'en 1929 sous l'impulsion d'un Américain, le Dr Gericke, de l'Université de Californie, qui, grâce à l'appui de quelques firmes privées et malgré un scepticisme quasi général, a réussi à démontrer l'intérêt de cette technique au niveau de la production agricole. Dans le traité de culture sans sol qu'il publiait en 1940 (et qui fut le premier traité en la matière) (1), il en envisageait l'avenir dans le domaine de l'amateurisme, mais également dans les régions du globe bénéficiant d'un climat élément associé à des conditions édaphiques défavorables pour une agriculture traditionnelle. L'exactitude de ses prévisions s'est trouvée confirmée dès la Deuxième guerre mondiale grâce aux initiatives américaines et britanniques :

- Dès 1940, la Pan American Airways établit la première implantation de culture sans sol dans l'île de Wake, au milieu du Pacifique, afin d'approvisionner en légumes frais les passagers et les membres de l'équipage de ses lignes aériennes ;
- A la même époque, le ministère de l'Agriculture de Grande-Bretagne s'intéresse à cette technique pour lutter contre la faim dans le monde ;
- En 1945, le ministère de l'Air britannique installe des cultures sans sol en Irak, sur la base aérienne de Habbaniya et sur l'île de Bahrein dans le Golfe Persique, à proximité de champs pétroliers.

L'exemple est donné, les résultats sont encourageants et plusieurs régions désertiques comme le Koweït, le Sahara ont à leur tour une production locale de légumes frais.

Les comptes rendus du groupe international de culture sans sol permettent de confirmer

qu'à côté de ces installations quasi industrielles, grand nombre d'amateurs multiplient effectivement les expériences avec des succès divers.

C'est essentiellement sous cette dernière forme que les cultures sans sol ne sont introduites sporadiquement en France où les conditions du milieu naturel et les facteurs économiques de l'époque, ne justifiaient pas l'adoption d'une technique aussi sophistiquée et aussi onéreuse pour des productions courantes. Seules quelques cultures spéciales pouvaient supporter les investissements élevés que nécessitaient la construction des bacs et des réservoirs, la mise en place d'un réseau de distribution de solutions nutritives, l'assistance de techniciens compétents, et bénéficier ainsi des avantages de cette technique pour résoudre les problèmes spécifiques : ce fut le cas pour la sélection de nouvelles variétés de roses (3), pour la multiplication de l'œillet américain à partir de plants issus de méristèmes, pour la production de certaines plantes d'ornement. De 1950 à 1970, seuls quelques milliers de mètres carrés dans le Midi de la France ont ainsi été consacrés avec succès à la culture sans sol.

Depuis 1970, la situation sur le plan agricole et sur le plan industriel évolue rapidement dans un sens beaucoup plus favorable à une extension de cette technique :

■ Sur le plan agricole, l'intensification croissante des productions horticoles (maraîchères, florales et ornementales) de plus en plus orientées vers un type de monoculture intensive et continue, s'accompagne dans le temps d'une diminution sensible des rendements du fait de la contamination des sols par des agents pathogènes spécifiques. L'inefficacité croissante des traitements préconisés vis-à-vis de formes de plus en plus résistantes aux pesticides disponibles sur le marché, conduit à envisager la suppression du sol contaminé et son remplacement par un substrat nouveau.

■ Sur le plan industriel, le développement des plastiques à usage horticole permet de concevoir

pour le conteneur et le système de distribution des solutions, une infrastructure légère et peu onéreuse. Par ailleurs, l'apparition sur le marché d'engrais solubles et de solutions concentrés d'oligo-éléments parfaitement adaptés à cette technique réduit considérablement les difficultés liées à la préparation des solutions nutritives.

La culture sans sol apparaît dès lors comme une technique idéale permettant de s'affranchir du sol contaminé, pouvant être mise en œuvre avec des investissements raisonnables, et présentant des risques relativement limités.

Néanmoins, la simplicité apparente de cette technique et les résultats remarquables obtenus quand elle est bien maîtrisée, ne doit pas cacher les risques liés :

- à un choix irrationnel du substrat dans la gamme des produits disponibles ;
- à la non-adaptation de la solution utilisée à la nature du substrat et à l'espèce cultivée ;
- à une distribution irraisonnée de l'eau et des éléments nutritifs en fonction des substrats, du type de culture, des conditions climatiques.

L'objet de cette table ronde est précisément d'attirer votre attention sur ces difficultés et de vous permettre de profiter de l'expérience de techniciens familiarisés avec cette technique.

Denise BLANC.

Après son exposé, M^{me} Blanc demande à M. Anstett et à M. Zuang de donner très brièvement leurs points de vue sur les différents substrats du commerce.

INTERVENTION DE M. ANSTETT.

On peut placer les substrats dans 2 catégories différentes :

Le premier groupe correspond aux substrats physico-chimiquement inactifs comme la pierre ponce, la pouzzolane, l'argile expansée, la perlite, les matières plastiques expansées, les sables et graviers siliceux, etc. Ils sont caractérisés par le fait qu'ils n'interviennent pas dans l'alimentation minérale de la plante ce qui implique l'obligation de faire appel à des solutions nutritives.

Le deuxième groupe comprend les substrats physico-chimiquement actifs, comme les tourbes, les terreaux végétaux, les écorces compostées ou noires, etc. Dans ce cas le substrat peut stocker et donc céder les éléments nutritifs au végétal et l'apport de solutions nutritives n'est plus une obligation bien que souvent on ait recouru à ces solutions en cours de culture.

Il existe évidemment tous les termes de passage entre ces deux groupes : les substrats physico-chimiquement peu actifs comme le mélange tourbe-pouzzolane, préconisé par Y. Coïc dans son système.

C'est finalement la nature du substrat utilisé qui doit guider le mode de fertilisation et vice-versa, les deux étant liés.

INTERVENTION DE M. ZUANG.

Il faut dans le choix d'un substrat tenir compte de deux groupes de caractéristiques.

1. Caractéristiques techniques.

Avant tout le substrat doit répondre aux exigences de la plante c'est-à-dire, qu'il ne doit pas blesser la plante, ne contenir aucun élément nocif ou déséquilibrant la solution nutritive, être bien aéré et permettre une bonne circulation de l'eau.

2. Caractéristiques économiques.

Elles permettent :

a) D'établir un prix de revient de l'installation. Pour cela il faut tenir compte du prix d'achat du matériau du coût de son transport, de la quantité à mettre en œuvre, par exemple il faudra une couche de 10 cm pour certains matériaux et de 20 cm pour d'autres. Mais on tiendra compte aussi de l'infrastructure nécessaire pour la mise en œuvre ; par exemple elle ne sera pas la même pour une culture hydroponique et pour une culture sur sable ou sur gravier.

b) De calculer l'amortissement et en définitif de connaître le prix de revient par kilogramme ou par unité de production.

Ici c'est la durée du substrat choisi et des matériaux utilisés pour sa mise en œuvre qui compte.

Par exemple la laine de roche et la vermiculite ont une durée beaucoup moins longue que la pouzzolane, un gravier ou un sable. D'autre part un bac construit avec un film plastique durera moins longtemps qu'en matériau dur, etc.

Il faut aussi tenir compte dans les systèmes qui durent une ou deux saisons de la main-d'œuvre de pose et de dépose du substrat et de son infrastructure.

Enfin un élément important est le choix du système de culture par exemple les pains de laine de roche ou les sacs de tourbe sont spécifiques des cultures hautes (tomates, etc.) et dans les conceptions actuelles ne peuvent être utilisés pour des cultures de laitue. Il faut donc concevoir son système en fonction du marché.

PROMOTION DÉROULEUSE

2.800 F

Dérouleuse TL 1500 (0,70 à 1,00 m) H.T. départ
Extrêmement robuste - Dispositif exclusif de tension
du film

m. c. m.

Tél. (96) 43-84-34

Kerjoly - 22200 GUINGAMP

LE SPECIALISTE
DES DEROLEUSES

Discussion

Après l'intervention de M. Zuang, la discussion a porté sur les points suivants :

- L'aspect phytosanitaire ;
- Les solutions nutritives ;
- Quelques aspects de l'utilisation des substrats ;
- Et le contrôle de l'alimentation.

● ASPECT PHYTOSANITAIRE.

Ce problème se pose au niveau de la contamination, de la désinfection, de l'exportation des plants entiers et vivants sur substrats.

LA CONTAMINATION :

Une contamination par les champignons du sol est toujours possible et pour l'éviter il faut prendre un certain nombre de précautions non limitées à celles citées ici.

Tout d'abord utiliser un matériel végétal sain, ensuite ne pas mettre en contact un substrat sain avec un matériel ou une plante ou un instrument contaminé, enfin savoir que lorsqu'on travaille avec des solutions recyclées, l'eau ainsi utilisée peut devenir un agent de transport de parasites.

Vue générale d'une culture de tomate sur film nutritif (système de culture NFT)



LA DESINFECTION :

Elle est possible soit avec des substances chimiques ex formol, soit à la vapeur mais dans ce dernier cas il faut savoir que même avec de petites épaisseurs de substrats il se crée en fond de bac un « front froid » qui ne permet pas à la température de monter au-delà de 40 à 45°, il faut pour éviter ce « front » utiliser des mélanges air-eau à des températures supérieures à 100° C.

ASPECT LEGISLATIF A L'EXPORTATION :

M. Picard signale que pour exporter aux U.S.A. des plantes sur substrat celui-ci doit être composé de 70 % de tourbe et 30 % de pouzzolane.

● LES SOLUTIONS NUTRITIVES.

La discussion engagée autour de ce point important peut se résumer ainsi :

Pour élaborer une solution, il faut tenir compte des besoins de la plante, de la nature du substrat par exemple la tourbe exige d'être neutralisée par des apports de calcium ; et enfin de la nature de l'eau (pH, teneur en magnésie, en carbonates, etc.)

Parmi les questions que se posent les utilisateurs, certaines font l'objet de prises de positions différentes de la part des chercheurs, citons entre autres :

Doit-on utiliser la même solution pour toutes les plantes ?

Doit-on moduler la solution en fonction du stade physiologique et de la saison ?

Quelle concentration utiliser ?

Cette concentration doit-elle varier avec la saison et la vie de la plante ?

Doit-on différencier les solutions en fonction de la nature du substrat (organique ou inerte) ?

Enfin il faut dans la fabrication de la solution mère, faire attention aux incompatibilités.

● L'UTILISATION DES SUBSTRATS.

Trois questions ont été posées :

Peut-on utiliser les substrats à base de déchets de bois ?

Oui! mais il faut distinguer d'une part les déchets de feuillus et les déchets de résineux ; ces derniers demandent un traitement différent et plus long et d'autre part, les écorces des sciures.

— Les écorces ont donné de bons résultats. Le milieu est assez bien aéré ; des essais de culture sur tomate sont en cours à l'INVUFLEC. En horticulture de bons résultats ont été obtenus.

— La sciure est peut-être plus délicate à conduire car, l'aération est moins bonne mais des résultats intéressants ont été obtenus sur différentes cultures.

Où peut-on se procurer de l'argile expansée ?

Il semble que ce matériau ne soit plus fabriqué, cependant cette information doit être confirmée.

Comment utiliser les balles de paille ?

Il faut mouiller la balle, mettre des engrais, les faire pénétrer par aspersion d'eau. Une fermentation se produit ; la température du centre des balles monte aux environs de 70° C ; lorsque la température redescend aux environs de 20°, on pose une couche de terreau pour amorcer l'enracinement, on plante et on conduit la plante normalement en arrosant directement les balles.

● LE CONTROLE DE L'ALIMENTATION.

Le problème qui se pose est : que faut-il contrôler et comment contrôler ?

En fait, il faut être assuré que la plante cultivée sur substrat trouve à tout moment une alimentation optimum en eau et en éléments nutritifs.

Rapporteurs : MM. Parisot et H. Zuang.

Outre la lumière et la température nécessaires à la plante, les facteurs influents au niveau de la solution sont :

— Sa composition : on doit tendre vers un équilibre de la solution la plus proche des besoins de la plante ;

— Son pH, sa salinité ou la composition. Le pH, la salinité peuvent varier par exemple dans la cuve si des températures trop basses empêchent une bonne solubilisation des sels, mais aussi au niveau de la solution finale en cas de variation de la composition de l'eau. Enfin des jets peuvent se boucher ; la salinité peut varier en fonction de la fréquence des apports et de la quantité de solution apportée, etc.

A cause de tous ces points visuellement rarement contrôlables il faut un appareillage de contrôle qui renseigne l'utilisateur.

En conclusion les cultures sur substrats permettent de résoudre un certain nombre de problèmes de production. Des résultats plus qu'encourageants ont été obtenus depuis de nombreuses années, mais il reste à préciser certains points et à rendre ces techniques véritablement fiables.

Les clichés illustrant le compte rendu des Journées de Bordeaux ont été aimablement prêtés par la revue « Plastique ».

SERRES HORTICOLES ET MARAICHÈRES

Construction fer galvanisé et aluminium

Largeur de 3,20 m à 12,80 m

Pour l'entretien de votre chaudière, la brosse rotative aspirante :

RAZUROTER

Economie de fuel, de temps, facilité d'emploi, aspiration complète de la suie

TABLETTES

de culture SCHELLEVIS en béton, pour plantes en pots, pour pieds-mères, caisses de semis - BACS pour cultures au sol

SOVASER

02000 CLACY-ET-THIERRET — Tél. (23) 23-33-04

DEVILLELE O. (1965)

Premiers résultats des mesures du Rayonnement solaire global effectuées à l'ARIANA (INRAT) - Document technique n° 12 Sept. 1965 INRAT

EL AMAMI S. (1975)

L'effet de l'oasis sur le Rayonnement solaire - Conférence COMPES INTERNATIONAL Nov. 1975 DHAHRAN SAUDI-ARABIA

RIOU Ch. et EL AMAMI S. (1976)

Mesures de l'Evapotranspiration potentielle en Tunisie - Colloque Testour Juin 1976.

EL AMAMI S. et BEN MECHLIA N. (1976)

L'irrigation goutte-à-goutte des agrumes en Tunisie, Premiers résultats d'expérimentation - Cahiers du C.R.G.R. Fév. 1976

EL AMAMI S. (1978)

Les perspectives d'utilisation de l'énergie solaire dans le domaine agricole en Tunisie - Bulletin d'information de l'INRAT n° 9, Mars 1978

SOCIETE TUNISIENNE DE L'ELECTRICITE ET DU GAZ (1977)

Plan du développement régional de distribution (1977-1978) Mars 1977.

ANNEXES

Tableau I : Rayonnement global de quelques stations en Tunisie - en calories/cm²/jour (moyenne de 75-78)

	Janv.	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.
Tunis	216	267	357	452	590	630	647	584	460	323	271	194
Kairouan	251	309	399	476	484	623	613	562	456	352	293	225
Gabès	250	319	416	498	609	621	653	589	488	373	289	235

Tableau II : Evapotranspiration potentielle mesurée en Tunisie en mm/jour

	Janv.	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.
Tunis (moyennes 63-72)	1,42	2,00	2,64	3,83	4,93	6,00	6,80	6,20	4,47	3,06	2,03	1,48
Gabès (moyennes 62-73)	1,77	2,18	3,16	4,33	5,00	5,83	6,42	6,10	4,57	3,29	2,40	1,78

RESUME

La Tunisie compte plus de 40.000 puits de surface, pour lesquels le pompage est effectué soit avec des moteurs diesel, soit avec des moteurs électriques.

En raison du risque de pénurie en gas-oil dans les prochaines années, et pour ménager les réserves en eau, le C.R.G.R. de Tunis a mis en place, en 1978, une expérimentation combinant le pompage solaire et l'irrigation au goutte-à-goutte; la surface ainsi irriguée (cultures maraîchères et arboriculture) serait de l'ordre de 3 ha, mais elle sera fonction du débit réel de la pompe et de l'E.T.P. (en mm/jour).

D'après l'Auteur, l'investissement nécessaire à l'équipement de 10.000 puits en pompage solaire serait de l'ordre de 100 millions de dollars (20 dollars/watt installé) auxquels il faudrait ajouter la même somme pour l'installation du goutte-à-goutte sur 100.000 ha (10 ha par puits). L'investissement serait donc de 2.000 dollars/ha, soit nettement moins que ce que coûte l'irrigation à partir d'un grand barrage.

Cette hypothèse mérite d'être vérifiée.

ABSTRACT

In Tunis there are more than 40,000 surface wells, where the water is pumped either by means of diesel engines or electric ones.

Because of the risks of fuel oil shortage in the next years and also to preserve water resources, in 1978 C.R.G.R. has developed in Tunis an experimentation which combines the solar pumping system with trickle irrigation; the surface