

La serriculture de la côte nord du Liban : entre tradition et intensification

Thérèse Atallah, Talal Darwish, Roger Ward

Après l'Asie, les pays méditerranéens représentent la seconde zone d'importance mondiale pour les cultures protégées avec 396 000 ha [1]. Ayant débuté dans les années 60, ce développement spectaculaire est dû aux bonnes conditions d'ensoleillement en automne et en hiver, associées à une certaine stabilité climatique. Le faible coût des investissements en matériel et la disponibilité des films de couverture en plastique ont aussi favorisé l'augmentation rapide des surfaces couvertes durant les vingt-cinq dernières années. Au Liban, après son introduction en 1965, la serriculture a connu une période d'expansion, avec une superficie en production de 713 ha lors du recensement général en 1987-1988 [2], suivie par une régression suite aux conditions locales et régionales, pour atteindre 670 ha en 1991 [3]. Au nord de Beyrouth, la plupart des serres étaient localisées à une altitude inférieure à 100 m, alors que dans le sud, suite à l'occupation des plaines côtières par les orangeries, les cultures protégées ont été développées sur les plateaux calcaires [2]. Actuellement, ce secteur est à nouveau en expansion avec l'installation de nouvelles

serres sur les collines qui surplombent l'étroite bande côtière.

En l'absence du secteur public de vulgarisation, les horticulteurs ont d'abord reçu des conseils des représentants du secteur privé, très actif. Les informations sur les types d'exploitation, la gestion de la protection et de la fertilisation sont fondées sur un recensement général et une étude de la rentabilité a été effectuée lors d'une première régression en 1987-1988 [2]. D'autres aspects socio-économiques, en particulier les contraintes face à l'innovation technologique, avaient été étudiés en 1991 [3], mais l'éventuelle relation entre, d'une part, le choix des cultures, les pratiques culturales et l'innovation et, d'autre part, le niveau d'intensification fondé sur la taille de l'exploitation (qui détermine le mode de faire-valoir, les revenus et les investissements) n'a pas été analysée.

Globalement, la qualité de certaines ressources naturelles et la durabilité écologique [4] de ces systèmes comporteraient des risques. Ainsi, au Maroc, la nappe phréatique s'est enfoncée de 60 m après 20 ans de cultures protégées [5]. Au Liban, on observe une augmentation de la salinité des sols due à une fertilisation excessive dans les cultures sous serre [6]. Il conviendrait que les horticulteurs soient conscients des conséquences de leurs pratiques agricoles à plus ou moins long terme, particulièrement pour l'eau et le sol, et puissent juger des risques encourus quant à la durabilité de ces ressources.

Notre étude est fondée sur une enquête menée auprès de serriculteurs libanais

afin d'identifier les critères de décision et d'intervention (empiriques, traditionnels ou « scientifiques ») et d'évaluer les pratiques de gestion de l'irrigation, de la fertilisation et de la protection des cultures. L'impact des pratiques culturales et de la qualité de l'eau d'irrigation sur certaines caractéristiques des sols a été étudié, en particulier du point de vue de la salinisation.

Une enquête a été conduite sur 56 km de bande côtière entre les villes de Beyrouth et de Tripoli, zone où les serres à ossature métallique ont été introduites en premier, alors que, au nord de Tripoli, une serriculture moins intensive, à charpente en bois, prédomine. L'étude a concerné 87 horticulteurs exploitant au total 43,8 ha (soit 15 % de la surface cultivée sous serre dans la région selon le recensement général de 1988). Les exploitations étaient réparties dans les cazas (unité administrative, l'équivalent du département) Batroun, Jbaïl, Kesrouan et Metn Nord (figure 1). Le choix des sites a été facilité par une distinction visuelle des regroupements de serres distribuées surtout autour des axes routiers de la région. Dans chaque caza, plusieurs sites ont été étudiés et, pour chaque site (selon sa taille), un ou plusieurs horticulteurs ont été interrogés par la même personne selon un questionnaire portant sur les aspects socio-économiques (mode de faire-valoir, main-d'œuvre), les aspects agronomiques (succession culturale, gestion de la fertilisation), les problèmes phytosanitaires et les moyens de lutte, l'origine de l'eau et la technique utilisée pour l'irrigation.

T. Atallah, R. Ward : Faculté d'agronomie, Université libanaise, PO box 13-5368, Beyrouth, Liban. Fax : 961-1-483307. <Luag2@cnrs.edu.lb>

T. Darwish : Conseil national de la recherche scientifique, PO box 11/8281, Beyrouth, Liban. <consult@cnrs.edu.lb>

Tirés à part : T. Atallah

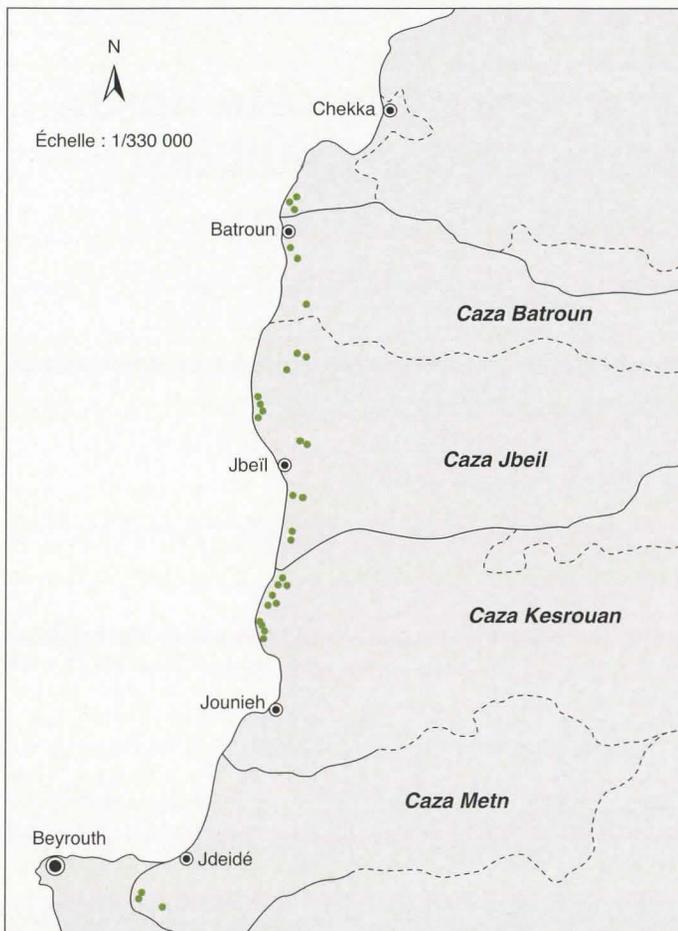


Figure 1. La région étudiée au Liban entre Beyrouth et Chekka couvrant 4 cazas. Chaque point ($n = 32$) représente un site de prélèvement d'un échantillon de sol pour une analyse détaillée. Les fleuves et rivières sont montrés en ligne continue.

Figure 1. The region surveyed in Lebanon, between Beirut and Chekka, covering four cazas. Each point ($n = 32$) represents a site where soil samples were collected for subsequent detailed analysis. Rivers are shown with adashed line.

Les résultats ont été regroupés par exploitation agricole et par caza, l'exploitation agricole étant considérée comme l'unité de production commerciale dont les bénéfices et les pertes reviennent à l'horticulteur, lui-même considéré comme exploitant direct s'il est propriétaire des terres ; les exploitations agricoles ont été divisées en quatre catégories, selon leur superficie.

Sur chaque site, la conductivité électrique (CE) d'un échantillon d'eau d'irrigation a été déterminée à l'aide d'un conductimètre portable (Hack), permettant un classement selon la FAO [7]. Des échantillons de sol ($n = 64$) ont été prélevés à l'intérieur de serres choisies de façon à représenter tous les cazas et les différentes cultures. Chaque échantillon comportait cinq sous-échantillons prélevés sur une profondeur de 0-20 cm, à égale distance entre deux goutteurs, afin de réduire les différences spatiales associées à la micro-irrigation. On a par ailleurs recherché une relation éventuelle entre l'âge de la serre et la salinité du sol dans la serre et, à titre comparatif, des

échantillons appartenant aux mêmes types de sols ont été prélevés à l'extérieur des serres ($n = 34$).

La CE des sols a été répartie en cinq classes : non salin (0-2 dS/m), très légèrement salin (2-4 dS/m), légèrement salin (4-8 dS/m), modérément salin (8-16 dS/m) et fortement salin (> 16 dS/m) [8]. Pour 32 échantillons de

sols de l'intérieur des serres, on a analysé la texture du sol (méthode de Boyoucos), l'azote organique (méthode Kjeldhal), le phosphore disponible (méthode Olsen) et les cations échangeables (extraction à l'acétate d'ammonium (1 N à pH 7).

Résultats et discussion

Aspects socio-économiques et gestion des cultures

La plupart des sites (80,2 %) étaient localisés à moins de 200 m d'altitude, mais de nouvelles serres sont établies jusqu'à 500 m d'altitude, surtout dans la région de Jbeil. Cela nécessite une préparation du terrain avec importation de sol de remblai, ainsi que le forage de puits artésiens en l'absence de fleuve ou de systèmes d'irrigation collectifs. Comme pour le recensement de 1987-1988 [2], le facteur économique limitant est la nécessité de chauffer en hiver. Cette contrainte climatique justifierait la localisation des serres le long de la côte libanaise et leur disparition de la vallée de la Bekaa soumise à d'importantes fluctuations de température en hiver.

Les types d'exploitation sont classés par catégories (l'unité de base des apports et du rendement étant le deca - 1 000 m²) : très petite [3], petite, moyenne et grande (tableau 1). Dans les exploitations étudiées, les serres étaient des tunnels (*walk-in tunnels*) à charpente métallique avec protection par un film en polyéthylène. La superficie moyenne d'une serre est constante (tableau 1), mais c'est le nombre de serres par exploi-

Tableau 1

Distribution des exploitations visitées, en fréquence et pourcentages (% total), selon la superficie de l'exploitation, le mode de faire-valoir et la superficie d'une serre dans chacune des quatre catégories

Superficie de l'exploitation (m ²)	Catégorie de l'exploitation	Nombre d'exploitations	Exploitation directe	Superficie moyenne d'une serre (m ²)
< 2 000	Très petite	30 (34,5 %)	12 (40 %)	370
2 000-5 000	Petite	28 (32,2 %)	12 (42,8 %)	428
5 000-10 000	Moyenne	17 (19,5 %)	2 (2,3 %)	451
> 10 000	Grande	12 (13,8 %)	2 (2,3 %)	469
Total		87	28	

Distribution of production units in 4 classes according to their size, the farming strategy and mean greenhouse area

tation qui double en passant d'une catégorie à l'autre.

Les revenus des très petites à petites exploitations sont insuffisants et, dans ce cas, l'exploitant, qui est aussi le propriétaire des terres dans 41,4 % des cas (tableau 1), dépend d'une autre source de revenu. La proportion des très petits producteurs (34,5 %) est proche de celle trouvée en 1991 (37 %) [3]. Pour les moyens et grands producteurs, la serri-culture peut constituer leur seule source de revenu ; ces exploitants sont, en général, locataires du sol, seuls 13,8 % d'entre eux étant propriétaires.

La dimension moyenne d'une exploitation était de 5 034,8 m², avec une importante différence entre les cazas de Kesrouan (5 752,1 m²) et Batroun (2 637,5 m²) où 75 % des horticulteurs étaient des exploitants directs (contre une moyenne générale de 32,2 %).

Le recours à la main-d'œuvre est généralisé (82,8 % des sites), la plupart des ouvriers étant étrangers avec paiement en nature pour 93 % (15 à 30 % de la récolte), l'horticulteur fournissant, par ailleurs, l'équipement, les pesticides, les engrais et les semences. Les ouvriers-métayers se font aider par une main-d'œuvre journalière, qu'ils payent eux-mêmes en espèces. Le paiement en nature est favorable à l'horticulteur en le protégeant contre les faibles rendements causés par des maladies, des ravageurs ou des fluctuations du marché. Par ailleurs, les frais encourus en engrais ou pesticides ne sont pas une priorité pour l'employé que seul le rendement intéresse, de sorte que la décision déterminant l'intervention est souvent empirique. Ce type d'accord pourrait conduire à une acceptation limitée des nouvelles techniques ou à une préoccupation réduite quant à la reproductibilité ou durabilité écologique [4] de ces systèmes de culture à moyen ou long termes. Cela rend plus difficile toute technique ou approche qui nécessiterait une main-d'œuvre plus abondante ou une économie en engrais, en produits phytosanitaires ou autres.

Au cours d'une année, les horticulteurs font généralement une culture d'automne et une autre de printemps avec, dans 9,2 % des cas, une seule culture maintenue de septembre jusqu'aux chaleurs d'été, vers la fin juin. Les frais de semences, de semis et de transplantation ne pénalisent pas la rentabilité liée surtout à la précocité du produit ou à un léger décalage permettant de récolter à un moment de grande demande, comme

les fêtes de fin d'année ou au cours du Ramadan.

Lors de l'enquête de printemps, tomates et concombres occupaient 85,7 % des superficies visitées et les plantes ornementales 7,6 % (tableau 2). Au cours de la saison printanière, les producteurs ont cité un rendement moyen de 15,6 t/1 000 m² pour la tomate et de 12,2 t/1 000 m² pour le concombre. Les rendements des cultures d'automne sont plus faibles à cause des conditions de température et d'éclairement des mois d'hiver. Il serait souhaitable que les producteurs diversifient leurs produits (pour être plus compétitifs et surtout viables, à l'abri de fluctuations de prix des deux principales cultures) avec des productions d'aubergines, de poivrons, de fraises et de melons destinés à la clientèle locale, à la recherche de produits frais hors saison.

Sur le plan de la protection des cultures contre les agents pathogènes (nématodes ou champignons), une fumigation était effectuée par 87,7 % des horticulteurs à l'aide du bromure de méthyle pour 99 % d'entre eux. Cette opération a un coût élevé (500 \$/1 000 m²) représentant 15 à 20 % des frais de production en 1988, ce qui a amené à son abandon au cours de la récession [2], suivi d'une reprise au coût de 700-750 \$/1 000 m² en 1998. La fumigation est un indicateur du niveau d'intensification : les moyens et grands producteurs la pratiquent, sauf à des altitudes supérieures à 250 m. Ils peuvent, pendant les premières années, se passer de cette pratique, jusqu'à l'accroissement significatif des populations de pathogènes. Les très petits et petits producteurs qui n'effectuent pas de fumigation sont pour 58,8 % d'entre eux à une altitude inférieure à 250 m.

Il s'agit d'une source de contrainte, eu égard à la toxicité élevée du produit et à son éventuelle interdiction dans les années à venir. Des alternatives telles que la solarisation [14], la stérilisation à la vapeur ou le recours à des produits peu toxiques sont envisagées. Dans un essai conduit sur une culture protégée de concombre, la solarisation pendant un mois en août a été moins efficace que le bromure de méthyle ou un autre nématicide, le 1-3 dichloro-propène [15]. En fait, ni la durée de la solarisation ni la température du sol n'étaient suffisantes pour assurer une stérilisation efficace.

Les nématicides sont utilisés par 26,4 % des horticulteurs y compris le produit Nemacur (phénaminophos - 40 %)

Tableau 2

Principales cultures des exploitations visitées et superficies couvertes par chaque culture

Culture	Superficie cultivée (m ²)	% total
Tomate	233 061	53,2
Concombre	142 549	32,5
Ornementales	33 265	7,6
Fraise	7 400	1,7
Aubergine	6 475	1,5
Melon	5 520	1,2
Poivron doux	5 200	1,2
Autres	4 565	1,1

Main crops grown on surveyed farms and respective areas under greenhouses

connu pour sa grande toxicité [16]. Selon 86 des horticulteurs interrogés, les pesticides et fertilisants constituent les frais de culture les plus élevés (n = 87). Les mineuses des feuilles du concombre et les acariens pour la tomate, entre autres ravageurs, conduisent à utiliser 3,63 insecticides en moyenne ; quant aux maladies fongiques, elles sont nombreuses, avec 2,63 produits utilisés en moyenne. La lutte reste loin d'être rationnée et les outils d'aide à la décision manquent.

Irrigation et fertilisation

Parmi les facteurs de production, l'eau est essentielle. La plupart des horticulteurs des cazas du Kesrouan (n = 23 ou 95,8 %) et de Jbaïl (n = 28 ou 68,3 %) utilisent l'eau du fleuve Nahr Ibrahim comme source principale. Dans les deux autres cazas, l'eau provient surtout de puits artésiens, ce qui peut être un facteur limitant pour la production en altitude vu le coût élevé du forage et du fonctionnement. Dans 87,4 % des cas, la conductivité électrique est inférieure à 0,75 dS/m. Parmi les sites à risque de salinité (n = 11), 4 présentaient des conductivités supérieures à 2 dS/m, ce qui peut entraîner une réduction de 20 % du rendement de la tomate [9] et du concombre [10]. Ces sites localisés dans une petite zone côtière du Batroun correspondent probablement à une intrusion d'eau de mer. La technique d'irrigation localisée (ou micro-irrigation) était prédominante (n = 85) avec deux cas d'irrigation à la raie ou gravitaire. L'introduction de cette technique

illustre le souci des horticulteurs d'économiser la main-d'œuvre et l'énergie. Cependant, une telle approche reste incomplète tant que la gestion de l'eau n'est pas fondée sur les besoins des cultures, ce qui requiert une connaissance non seulement de ces besoins mais aussi des moyens de pilotage de l'irrigation disponibles pour les producteurs et acceptables par les ouvriers-métayers.

Dans ces systèmes parmi les plus intensifs au Liban, on observe des apports traditionnels de fumier dans 72 des cas étudiés ($n = 87$), sans prendre en compte les risques d'introduction de pathogènes. La forme prédominante est le fumier de bovins (à raison de 5 752 kg/1 000 m²) suivi par du fumier de caprins. La quantité moyenne dépasse de loin la recommandation de 2 500 kg/1 000 m² dans les conditions méditerranéennes [11], ce qui augmente les risques de salinisation due à une minéralisation élevée. Sur 32 échantillons de sols, 84,4 % ont présenté des teneurs en azote organique supérieures à 0,24 %, ce qui est adéquat [12].

L'application des engrais à travers le système d'irrigation (ou fertigation) a été introduite rapidement mais reste associée à une approche traditionnelle de la fertilisation avec apport d'engrais à faible solubilité directement dans le sol (31 % des cas). La fertigation se fait à l'aide d'un injecteur qui reçoit directement des engrais solides dont la solubilisation se fait au fur et à mesure que l'eau traverse le mélangeur, de sorte que le transfert des engrais dans les tuyaux d'irrigation se fait sans contrôle de la concentration fournie. Cela rend difficile l'estimation des doses d'engrais appliquées (3,2 produits avec environ 168 kg d'engrais/1 000 m²/saison), l'engrais le plus cité étant le complexe 20-20-20, suivi par un engrais binaire, le nitrate de potassium.

La fertigation consiste en une application alternée d'eau d'irrigation et de solution nutritive, permettant, selon les horticulteurs, de rincer l'excès de sels et d'éviter un stress de salinité. Ceci, malgré des recommandations en faveur d'un fractionnement d'apports à conductivités électriques constantes [13]. L'approche est donc éloignée d'une fertigation automatisée, avec un contrôle du volume, des concentrations et des composantes de la solution (CE, pH). Par ailleurs, le choix des engrais devrait prendre en considération le pH des sols qui, dans 70 % des cas, est neutre ($6,5 < \text{pH} < 7,5$) et, dans 28,3 % des cas, basique ($7,5 < \text{pH} < 8,7$). En conséquence les engrais

devraient être acides, afin d'augmenter la disponibilité en éléments nutritifs et d'éviter les problèmes de colmatage des goutteurs, d'autant que le pH de l'eau d'irrigation est de l'ordre de 7,6 (avec une prédominance des ions calcium et magnésium), ce qui requiert un pH de la solution fertilisante compris entre 6 et 6,5. Aucun des horticulteurs interrogés n'était au courant de ces aspects.

La salinité à l'intérieur des serres était supérieure à celle des sols extérieurs (figure 2). Ce déplacement vers des conditions très légèrement salines à légèrement salines entraîne une réduction de la production des cultures semi-tolérantes comme la tomate et le concombre [12]. Les rendements de la tomate (15,6 t/1 000 m²/saison) et du concombre (12,2 t/1 000 m²/saison) cités par les producteurs sont acceptables mais peuvent être améliorés.

La salinité des sols ne présente pas de relation avec l'âge de la serre, le sol étant lessivé intensément en fin de saison afin de le débarrasser des sels accumulés. Ce traitement est efficace, puisqu'il n'y a pas d'accumulation de sels bien que la région étudiée soit l'une des premières au Liban où la serriculture a été introduite. Cependant, cette pratique est coûteuse avec un risque de lixiviation des nitrates et des résidus de pesticides vers la nappe phréatique et vers la mer.

Globalement, la teneur des sols en matière organique était satisfaisante. La structure des sols serait à l'abri d'une sodisation puisque le sodium atteint 4,3 % de la somme des cations, valeur inférieure à la limite de 15 %, alors que le potassium (5,3 % de la somme des cations) atteint une valeur supérieure à la limite recommandée de 3 % [17]. Cette valeur pourrait être améliorée par une gestion adéquate de la fertilisation fondée sur l'état des sols et les besoins des cultures.

Conclusion

Cette étude a confirmé certains présupposés, dont la dépendance des horticulteurs vis-à-vis des représentants du secteur privé, qui, par leur dynamisme, ont toutefois contribué à maintenir l'activité de ces systèmes de production.

Sur le plan socio-économique, dans ces cultures intensives, seules les unités de moyenne à grande taille s'agrandissent. Le risque financier est trop grand pour

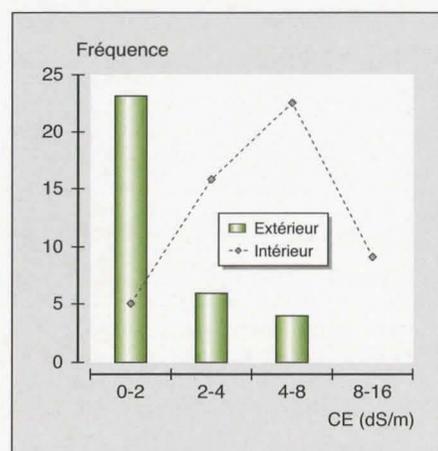


Figure 2. La conductivité électrique (dS/m) de 32 paires d'échantillons de sols prélevés à l'intérieur et à l'extérieur des serres.

Figure 2. Electrical conductivity (dS/m) for 32 pairs of soil samples collected inside and outside of the greenhouses.

un petit à moyen producteur, vu les fluctuations importantes du marché local et l'absence de subventions, de planification et de protection. Les unités de taille moyenne à grande sont gérées en systèmes d'affaires plutôt qu'en exploitation familiale avec, au-delà d'une certaine dimension (donc d'un certain niveau de revenu), une gestion par des employés payés en nature. La gestion technique est presque totalement déléguée aux ouvriers-métayers, certes expérimentés en horticulture, mais dont la seule priorité est le rendement et la rentabilité du produit. L'autre contrainte d'une certaine importance est le besoin en main-d'œuvre agricole, puisque l'ouvrier-métayer doit lui-même la payer, ce qui rend difficile l'introduction de moyens de conduite de l'irrigation et de la fertilisation qui exigeraient une plus grande activité.

La durabilité écologique n'est pas prise en compte, en raison des contraintes économiques et de la résistance des acteurs de ces systèmes. Pourtant, une approche plus rationnelle, plus scientifique, fondée sur des résultats expérimentaux, sur des mesures et des suivis de l'état des sols, de la solution fertigante, du développement des maladies et des ravageurs serait nécessaire, suite aux contraintes à venir quant à la qualité des produits. Les consommateurs deviennent plus exigeants à propos des résidus de pesticides dans les aliments, d'où le recours à des produits spécifiques, à

Summary

Greenhouse practices along the northern Lebanese coast: melding tradition and intensification

T. Atallah, *et al.*

In Lebanon, since its introduction in the 1960s, protected cultivation first expanded and then regressed due to local and regional conditions. This sector – one of the most intensive production systems – is currently flourishing, but information on cultural practices and input management is lacking. In particular, apart from a study documenting soil salination in greenhouses, no information is available on the soil and water status and their sustainability. A survey was conducted with growers along the coastline between Beirut and Chekka to determine farmers' cultural practices and decision-making criteria. Socioeconomic aspects, manpower, production unit sizes and management – cultural succession, crop protection, water and fertilizer inputs – were evaluated while focusing on the impact of these practices on soil fertility, including salinity. The area covered by greenhouses is increasing, especially above 400 m elevation. Growing units were found to be medium – to small-sized ($67\% \leq 5,000 \text{ m}^2$) and all had employees. This manpower takes care of all agricultural operations and is not salaried, i.e. workers are paid in products. Tomato and cucumber crops prevailed. Cultural techniques, especially fertilization, were traditional, despite the use of localized irrigation systems. Farmyard manures were widely used, in addition to low-solubility fertilizers. Nutrient types and doses were determined empirically since no soil or plant analyses are carried out. Water quality was satisfactory and soil analysis showed overfertilization but no long-term salinity build-up.

Cahiers Agricultures 2000 ; 9 : 135-9.

faible toxicité et à temps de rémanence court. Or, dans les conditions de production actuelles, l'horticulteur est guidé dans son choix des moyens de lutte et de la gestion en général, d'abord, par l'efficacité, ensuite, par le coût de l'opération, le recours à un produit relativement cher étant justifié par le prix du produit frais sur le marché.

Étant donné l'évolution incertaine de la situation, l'horticulteur de la côte libanaise ne serait donc pas prêt à prendre davantage de risques financiers en investissant plus ou en intensifiant. Sur le plan technique, des données relatives aux besoins en eau et en fertilisants des cultures sous les conditions libanaises manquent, de même que les approches de gestion de la fertilisation et de ses conséquences sur l'environnement. Dans les conditions actuelles, les progrès techniques ne seront acceptés par les producteurs que s'ils s'accompagnent d'une diminution des frais de production.

Il serait dommage que des conditions climatiques propices ne puissent pas être utilisées d'une façon plus adéquate par les producteurs libanais. D'autant plus que ces systèmes intensifs constituent une source importante de pollution de la nappe phréatique et des eaux côtières toute proche des sites de production par les engrais et pesticides. Cela indiquerait que l'impact de ces systèmes sur l'environnement est très risqué, d'autant plus que, sur le plan social et économique, leur viabilité est incertaine ■

Remerciements

Ce projet a été financé par le Conseil national de la recherche scientifique (CNRS) libanais. Les ingénieurs F. Baydoun et L. Tawn ont contribué à l'exécution de ce travail.

Références

1. Anonyme. Cultures protégées en zone méditerranéenne. *Medagri* 1995 ; 22 : 2.
2. Salamé SJ. *Recensement et rentabilité des cultures protégées au Liban*. Rapport technique 1, Liban AG/DP/LEB/86/005. Rome : FAO, 1989 ; 37 p.
3. Baalbaki A. *Étude sur les cultures protégées au Liban. Problèmes et contraintes de l'innovation technologique*. Ministère de l'Agriculture, Liban, 1991 ; 39 p. (en arabe).
4. Landais E. Agriculture durable : les fondements d'un nouveau contrat social ? *Le courrier de l'environnement de l'INRA* 1998 ; 33 : 5-22.
5. Hamdy A, Lacirignola C. An overview of protected agriculture in the mediterranean countries. *Workshop on environmentally sound water management of protected agriculture under and mediterranean climates*. CIHEAM. Bari, Italy, 16-18 July 1993 : 1-32.
6. Solh M, Baasiri M, Ryan J, Rubeiz I. Salinity observations in greenhouses along Lebanon's coast. *Leb Sci Bull* 1987 ; 3 : 5-9.
7. Ayers RS, Westcot DW. *Water quality for agriculture. Irrigation and drainage paper*. Rome : FAO, 1985 ; 29 : 174 p.
8. Soil survey manual. *Soil survey Division staff USDA*, 1993 ; Handbook n° 18 ; 193 p.
9. Sonneveld C. The salt tolerance of greenhouse crops. *Neth J Agric Sci* 1988 ; 36 : 63-73.
10. Chartzoulakis KS. Effects of saline water on germination, growth and yield of greenhouse cucumber. *Act Hort* 1990 ; 287 : 327-34.
11. Tisdale SL, Nelson WL, Beaton JD, Hawlin JL. *Soil fertility and fertilizers*. 5th edition. New York : Macmillan Publ. Comp., 1993 ; 634 p.
12. Odet J, Musard M. *Mémento fertilisation des légumes*. Paris : CTIFL, 2^e édition, 1989 ; 398 p.
13. Papadopoulos I. Micro-irrigation systems and fertigation. *Advanced short course on fertigation*. Beirut, Lebanon, 26 novembre-2 décembre 1995 : 52-82.
14. Horiuchi S. Solarization for greenhouse crops in Japan. *Plant production and protection*. Rome, Italy, 1991 ; 109 : 16-27.
15. Abou Jaoudé Y, Saad W. Evaluation of fumigants and soil solarization for the control of root-knot nematodes on cucumber. *Agrotica* 1998 ; 24 : 16-7 (en arabe).
16. Geahchan A, Abi Zeid Daou A. *Répertoire des produits phytosanitaires*. Beirut, 1995 ; 241 p.
17. Brady NC. Fertilizers and fertility management. In : *Nature and properties of soils*. 10th edition. New York : Maxwell and Macmillan Publ., 1990 : 471-96.