

Evaluation économique des dommages causés par la mouche méditerranéenne des fruits et de la lutte contre ce ravageur au Maghreb

***Analyse de trois options de lutte faisant notamment appel
à la technique de l'insecte stérile***

*Rapport établi par un groupe d'experts réuni par
la Division mixte FAO/AIEA des techniques nucléaires
dans l'alimentation et l'agriculture*



En principe, l'AIEA ne conserve pas de stocks des rapports publiés dans la présente collection. Toutefois, on peut en obtenir des copies sur microfiches à l'adresse suivante:

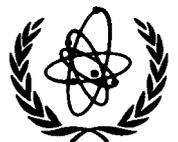
Organe centralisateur d'INIS
Agence internationale de l'énergie atomique
Wagramerstrasse 5
B.P. 100
A-1400 Vienne
Autriche

Il convient de régler d'avance les commandes en joignant la somme de 100 schillings autrichiens sous la forme soit d'un chèque, soit de coupons spéciaux qui peuvent être commandés séparément auprès de l'organe centralisateur d'INIS.

***Evaluation économique
des dommages causés par
la mouche méditerranéenne des fruits
et de la lutte contre ce ravageur
au Maghreb***

***Analyse de trois options de lutte faisant notamment appel
à la technique de l'insecte stérile***

*Rapport établi par un groupe d'experts réuni par
la Division mixte FAO/AIEA des techniques nucléaires
dans l'alimentation et l'agriculture*



Pour tous renseignements concernant cette publication s'adresser à:

Section de la lutte contre les insectes et autres ravageurs

Agence Internationale de l'énergie atomique

Wagramerstrasse 5

B.P. 100

A-1400 Vienne, Autriche

**EVALUATION ECONOMIQUE DES DOMMAGES
CAUSES PAR LA MOUCHE MEDITERRANEENNE DES FRUITS
ET DE LA LUTTE CONTRE CE RAVAGEUR AU MAGHREB**

AIEA, VIENNE, 1995

IAEA-TECDOC-830/F

ISSN 1011-4289

© AIEA, 1995

Imprimé par l'AIEA en Autriche

Octobre 1995

AVANT-PROPOS

La production de fruits et légumes est une activité majeure du secteur agricole dans le bassin méditerranéen. A l'heure actuelle, pourtant, la protection des cultures contre la mouche méditerranéenne des fruits repose essentiellement sur l'épandage d'insecticides par avion ou au sol. Cette mouche cause d'énormes dommages aux quelque 200 espèces de fruits et de légumes auxquelles elle s'attaque. Les pesticides doivent souvent être utilisés jusqu'à 12 fois par an, ce qui entraîne de fortes dépenses dans toute la région.

L'objectif de l'étude était d'évaluer pour les quatre pays nord-africains les aspects économiques de diverses méthodes d'élimination totale ou partielle du ravageur. Il s'agit de la première étude de ce type à analyser en détail les trois options de lutte contre la mouche méditerranéenne des fruits à l'échelle d'une région. L'étude compare les coûts et les avantages économiques d'une lutte reposant sur l'utilisation continue d'insecticides avec ceux de méthodes moins dommageables pour l'environnement faisant appel à la technique de l'insecte stérile.

Les résultats montrent que, même sans inclure un certain nombre de dépenses environnementales importantes, les méthodes biologiques sont plus favorables à moyen terme, en dépit d'un investissement initial élevé. La technique de l'insecte stérile (TIS) utilisée pour l'élimination totale ou partielle est donc non seulement très intéressante du point de vue environnemental, mais aussi praticable du point de vue économique.

Sur le plan environnemental, l'éradication à l'aide de la TIS est la solution la plus intéressante parce qu'il n'est pas envisageable de continuer d'utiliser les insecticides au niveau actuel. L'éradication aurait pour conséquence une réduction des invasions de nouveaux ravageurs faisant suite à l'élimination de leurs ennemis naturels, ainsi qu'une baisse considérable des quantités d'insecticides dans l'environnement. L'absence de mouche méditerranéenne des fruits attirerait aussi de nouveaux investissements en vue de l'amélioration de la production fruitière et l'introduction de nouvelles espèces de fruits dans la région. Enfin, la mouche méditerranéenne des fruits donnant lieu à l'application de mesures quaranténaires dans certains pays importateurs de fruits frais, son absence permettrait d'avoir accès à ces importants marchés.

A l'avenir, avec une sensibilisation accrue du public et une bonne quantification des coûts environnementaux, les méthodes de lutte biologiques telles que la technique de l'insecte stérile deviendront encore plus intéressantes. Dès à présent, des pressions croissantes s'exercent dans toute la région en vue de la réduction de l'utilisation des insecticides car d'importants pays importateurs de fruits frais modifient leur réglementation concernant les niveaux acceptables en ce qui concerne le traitement et les résidus de pesticides dans les fruits et les légumes.

AVERTISSEMENT DE L'EDITEUR

Pour la mise sous presse de la présente publication, les fonctionnaires de l'Agence internationale de l'énergie atomique ont assemblé et paginé les manuscrits originaux en accordant une certaine attention à la présentation.

Les opinions exprimées ne reflètent pas nécessairement celles des gouvernements des Etats Membres ou des organisations sous les auspices desquels les manuscrits ont été établis.

L'emploi dans la présente publication d'appellations particulières pour désigner des pays ou des territoires n'implique de la part de l'éditeur — l'AIEA — aucune prise de position quant au statut juridique de ces pays ou territoires ou de leurs autorités et institutions, ni quant au tracé de leurs frontières.

La mention de certaines sociétés ou de leurs produits ou de noms commerciaux ne vaut pas approbation ou recommandation de la part de l'AIEA.

TABLE DES MATIERES

RESUME	7
INTRODUCTION	9
1. LE PROBLEME DE LA MOUCHE MEDITERRANEENNE AU MAGHREB	10
1.1. Etendue des dommages provoqués par la mouche méditerranéenne et coût de la lutte chimique	10
1.1.1. Pertes de production fruitière	11
1.1.2. Coûts écologiques	16
1.1.3. Manque à gagner avec les techniques de lutte actuelles	16
1.1.3.1. Consommation de fruits	17
1.1.3.2. Marchés potentiels	17
1.1.3.3. Qualité des fruits	18
1.2. Perspectives d'amélioration de la lutte contre la mouche méditerranéenne	19
2. OPTIONS DE LUTTE CONTRE LA MOUCHE MEDITERRANEENNE	20
2.1. Eradication à l'échelon régional par la TIS	20
2.2. Elimination partielle à l'échelon régional par la TIS	21
2.3. Elimination partielle à l'échelon régional à l'aide de pulvérisations d'appât	22
3. ANALYSE COUTS-AVANTAGES	23
3.1. Modélisation de l'impact de la mouche méditerranéenne des fruits et du marché ..	23
3.2. Résultats du modèle	27
3.2.1. Calcul par zone des coûts et des avantages	28
3.2.2. Hypothèses sur l'efficacité de la lutte	28
3.2.3. Plan d'action et coûts	29
3.2.4. Prévision des coûts et des avantages	30
3.3. Risques	30
4. RESULTATS DES ANALYSES COUTS-AVANTAGES	31
4.1. Eradication à l'échelon régional par la technique de l'insecte stérile	31
4.2. Elimination partielle à l'échelon régional par la TIS	31
4.3. Elimination partielle à l'échelon régional au moyen de pulvérisations d'appât	35
5. DISCUSSION	35
6. CONCLUSION	41
REFERENCES	42
APPENDICE 1: LISTE DES EXPERTS	47
APPENDICE 2: TABLEAUX ET CALCULS COMPLEMENTAIRES	49

RESUME

La mouche méditerranéenne des fruits, *Ceratitis capitata*, constitue un problème grave pour la production fruitière du Maghreb (Algérie, Libye, Maroc et Tunisie). La culture fruitière est une importante activité de la région, la production étant évaluée à plus de 800 millions de dollars des Etats-Unis par an, dont une très grande partie est exportée. On estime que les pertes financières dues à ce ravageur sont comprises entre 60 et 90 millions de dollars par an, auxquels s'ajoutent 7 à 10 millions de dollars par an de traitements insecticides. Des pertes supplémentaires, que l'on n'est pas en mesure de chiffrer, sont dues 1) à l'impossibilité d'exporter certains produits, notamment les fruits à noyau, en raison de fortes infestations de mouches méditerranéennes; 2) à la nécessité d'effectuer des traitements pesticides supplémentaires contre des ravageurs de moindre importance, tels que cochenilles, acariens, pucerons et aleurodes, dont les ennemis naturels sont détruits par les insecticides employés contre la mouche méditerranéenne; 3) aux effets de l'utilisation croissante d'insecticides sur l'environnement et la santé humaine. Les problèmes à traiter sont donc de deux ordres :

- Pertes importantes de récolte, avec pour conséquence des rendements faibles dans le cas des producteurs du secteur extensif et de moindres possibilités d'exportation dans le cas des producteurs du secteur intensif;
- Usage massif de pesticides chez les producteurs du secteur intensif.

Trois stratégies de lutte à l'échelon régional sont envisagées pour résoudre le problème de la mouche méditerranéenne au Maghreb :

- Elimination partielle à l'aide d'appât;
- Elimination partielle par la TIS (technique de l'insecte stérile);
- Eradication par la TIS.

Les informations techniques et économiques concernant ces trois stratégies proviennent des statistiques nationales, d'une étude sur les pertes et les méthodes de lutte dans la région, de l'expérience acquise dans d'autres pays en matière de lutte contre la mouche méditerranéenne et d'un rapport d'un groupe d'experts de l'AIEA sur l'application de la technique de l'insecte stérile (TIS) au Maghreb.

Des données économiques concernant l'étendue du problème et les coûts de ces stratégies de lutte ont été rassemblées. On a mis au point des modèles pour l'évaluation des coûts et des avantages des différentes stratégies, afin de normaliser les niveaux actuels de production et de pertes des quatre pays du Maghreb et de permettre la comparaison des divers scénarios en partant d'hypothèses homogènes. Ces modèles servent plusieurs objectifs : tester les résultats des différentes stratégies, fournir un cadre où intégrer les informations complémentaires dont on pourra disposer ultérieurement pour affiner ces évaluations, et fournir des indications sur les données économiques supplémentaires qui devront être rassemblées à l'avenir.

Les estimations coûts-avantages prennent pour base de calcul une période de 15 ans, temps nécessaire à la mise en oeuvre de l'option la plus longue, l'éradication par la TIS. Chacune des trois stratégies de lutte nécessite trois années de travaux préparatoires pour recueillir des informations écologiques et environnementales de référence. La stratégie d'élimination partielle à l'aide d'appât serait ensuite mise en oeuvre simultanément dans l'ensemble de la région. L'élimination partielle par la TIS serait réalisée en quatre ans. L'éradication par la TIS, qui nécessiterait des mesures intensives de lutte, de surveillance et de quarantaine, serait mise en

oeuvre successivement dans neuf zones (de superficie comprise entre 2 500 et 5 250 km²) sur une période de neuf ans. Pour permettre une comparaison équitable de l'impact final des différentes stratégies, il est tenu compte pendant trois années supplémentaires des coûts et des avantages qui subsistent après l'achèvement complet des travaux.

Pour comparer les trois stratégies, on a retenu trois catégories de critères :

- Indicateurs financiers;
- Indicateurs environnementaux;
- Adaptation à l'évolution du marché.

Comme le montre la figure 2, l'élimination partielle à l'aide d'appât constitue l'option la plus favorable en termes de valeur nette actualisée, car elle entraîne rapidement des bénéfices pour un investissement peu élevé. Toutefois, si l'on considère les avantages annuels nets finals, l'éradication par la TIS serait plus intéressante, une fois réalisée dans l'ensemble de la région.

Le principal indicateur environnemental étudié a été l'emploi de pesticides. Les deux stratégies reposant sur la TIS réduisent les quantités de pesticides utilisées, alors que, d'après les estimations, l'élimination partielle à l'aide d'appât augmente ces quantités de 400 % par rapport aux pratiques actuelles. L'éradication de la mouche méditerranéenne par la TIS permet d'éliminer toute pulvérisation d'appât.

Tous les programmes de lutte à l'échelon régional augmenteraient la consommation locale de fruits, ce qui améliorerait la nutrition de la population.

On prévoit que les importateurs de fruits en provenance du Maghreb risquent d'imposer davantage de restrictions à l'avenir, notamment en ce qui concerne les résidus de pesticides. Une telle évolution du marché pourrait obliger les producteurs du Maghreb à abandonner la lutte par traitements insecticides afin de maintenir leur part de marché. Les traitements par pulvérisation d'appât pourraient eux aussi être rejetés, d'autant plus qu'ils interfèrent avec les tentatives de lutte contre les ravageurs secondaires (essentiellement des insectes homoptères) par lâchers de leurs ennemis naturels. Même dans le cas où les marchés à l'exportation ne connaîtraient que des changements relativement mineurs, cela pourrait diminuer considérablement les avantages économiques de l'élimination partielle par pulvérisation d'appât, si les fruits ainsi traités n'étaient plus acceptés sur les marchés à l'exportation les plus rentables. Dans cette éventualité, la stratégie d'élimination partielle par la TIS en particulier deviendrait la plus intéressante (en se basant sur une valeur nette actualisée sur 15 ans). L'éradication par la TIS devient l'option la plus avantageuse si de nouveaux marchés s'ouvrent aux fruits produits sur des exploitations certifiées indemnes de mouches.

Si de meilleures stratégies de lutte contre la mouche méditerranéenne étaient mises en oeuvre à grande échelle au Maghreb, les principaux bénéficiaires seraient les consommateurs et les industriels. Les traitements pesticides sur les agrumes diminueraient et les pertes de fruits à pépins et, davantage encore, de fruits à noyau seraient moindres. Ceci permettrait de développer de façon importante la production de fruits à noyau, et donnerait donc à la région la possibilité d'accroître ses recettes d'exportation. Les analyses coûts-avantages présentées dans ce rapport ne tiennent pas compte de l'augmentation des surfaces cultivées qui pourrait faire suite à l'élimination partielle ou totale de la mouche méditerranéenne. On s'attend enfin à d'autres avantages résultant d'une expansion des industries de transformation des fruits.

INTRODUCTION

Le principal objectif du présent rapport est de fournir une évaluation des avantages économiques de la lutte contre la mouche méditerranéenne des fruits par la technique de l'insecte stérile (TIS) dans les quatre pays du Maghreb (Algérie, Libye, Maroc et Tunisie). Il vise à faciliter le processus de décision à ces pays et aux organismes donateurs, en leur fournissant une argumentation économique pour l'utilisation de stratégies de lutte à l'échelon régional. Un projet de rapport [1] a établi la faisabilité économique de trois stratégies de lutte à l'échelon régional contre la mouche méditerranéenne au Maghreb :

- Elimination partielle à l'aide d'appât;
- Elimination partielle par la TIS;
- Eradication par la TIS.

La production fruitière est une activité économique essentielle du Maghreb. Deux pays (Maroc et Tunisie) exportent une grande partie de leur production (presque exclusivement des agrumes), et tous sont de gros consommateurs de fruits frais et transformés. Pour un grand nombre de fruits et de légumes, la mouche méditerranéenne est la seule mouche des fruits d'importance économique dans la région. Elle est le principal insecte responsable de pertes et de résidus de pesticides sur les cultures fruitières. Elle est sujette à quarantaine dans de nombreux pays et sa présence interdit aux fruits du Maghreb plusieurs marchés potentiels à l'exportation.

A l'heure actuelle, la technique utilisée pour lutter contre la mouche méditerranéenne au Maghreb consiste essentiellement à procéder à des pulvérisations d'appât et à des traitements de couverture à grande échelle sur les cultures commerciales destinées à l'exportation et au marché intérieur. Cette technique donne de bons résultats lorsqu'elle est généralisée, mais elle n'est pas très répandue chez les petits producteurs. Elle est coûteuse et son incidence sur les ennemis naturels de ravageurs comme les aleurodes, les cochenilles, les pucerons et les acariens peut entraîner une augmentation de l'utilisation de pesticides.

La TIS a été employée avec succès pour lutter contre la mouche méditerranéenne dans différents pays (Etats-Unis, Amérique centrale) et de nouvelles techniques de production et de stérilisation ont été mises au point au Laboratoire d'agriculture de l'AIEA à Seibersdorf pour abaisser le coût de cette méthode. La TIS peut permettre de réduire à la fois les pertes dues à la mouche méditerranéenne et les applications de pesticides au Maghreb. Toutefois, étant donné les investissements nécessaires pour introduire la TIS dans cette région, une analyse coûts-avantages détaillée de ses effets présumés sur les différentes composantes économiques du secteur fruitier constitue un élément important pour le processus de prise de décisions.

Le présent rapport comprend cinq sections, qui correspondent aux objectifs de cette étude. La première présente la situation actuelle de la production fruitière, ainsi que les pertes dues à la mouche méditerranéenne et les coûts de la lutte contre ce ravageur dans les pays maghrébins. La section 2 décrit les stratégies de lutte prises en compte dans l'analyse coûts-avantages. La section 3 traite des techniques employées pour cette analyse, et la section 4 en présente les résultats. Les incidences de ces résultats sont examinées à la section 5. Enfin, des appendices donnent des informations complémentaires.

1. LE PROBLEME DE LA MOUCHE MEDITERRANEENNE AU MAGHREB

La présente section montre l'importance et l'étendue des dommages provoqués par la mouche méditerranéenne des fruits au Maghreb et donne une évaluation des pertes actuelles et prévisibles avec les techniques de lutte classiques.

1.1. Etendue des dommages provoqués par la mouche méditerranéenne et coût de la lutte chimique

On sait que les cultures commerciales d'agrumes, de fruits à pépins et de fruits à noyau sont sensibles à la mouche méditerranéenne, qui provoque des pertes de production et de qualité. D'autres fruits traditionnellement cultivés au Maghreb, tels que les grenades et les figues, sont également attaqués par la mouche méditerranéenne, mais ils font l'objet d'une culture commerciale moins importante. En outre, ce ravageur s'attaque à de nombreuses plantes hôtes non cultivées (sauvages), qui sont de moindre valeur économique mais couvrent une grande superficie. La présente analyse des dommages porte essentiellement sur les cultures commerciales d'agrumes et de fruits à pépins et à noyau.

Les coûts que doivent supporter les producteurs de fruits en raison des dégâts causés par la mouche méditerranéenne peuvent être classés en trois catégories. La première catégorie de coûts est due aux pertes physiques de récolte : fruits tombés, pourris ou éliminés lors du tri. La deuxième catégorie résulte des prix inférieurs auxquels se vendent les fruits déclassés sur le marché. Enfin, la troisième catégorie est représentée par le coût des mesures de lutte contre le ravageur à tous les stades de la production et de la commercialisation. Ces mesures consistent essentiellement à procéder à des pulvérisations d'appât et à des traitements de couverture, à adopter certaines pratiques culturales, et à recourir à des traitements par fumigation ou réfrigération après récolte pour les produits de qualité supérieure (surtout pour l'exportation). Tous ces coûts sont variables selon les années et les régions, en raison des fluctuations des populations de ravageurs.

Les dommages importants causés par la mouche méditerranéenne pénalisent non seulement les producteurs, comme on l'a vu ci-dessus, mais aussi les consommateurs de fruits frais, car la réduction de l'offre entraîne une hausse des prix et une baisse de la qualité. La plupart des pays du Maghreb perçoivent des droits de douane élevés sur les fruits importés, afin de protéger leur marché intérieur de la concurrence. Ceci aggrave les augmentations de prix dues à la réduction de l'offre locale. L'industrie de transformation des fruits (essentiellement jus, confitures et conserves) risque également de devenir moins compétitive en raison de l'augmentation du coût des fruits locaux qui résulte des pertes imputables à la mouche méditerranéenne. Les consommateurs réagissent en achetant moins de fruits frais et transformés qu'ils ne le feraient si les prix étaient plus bas.

Par conséquent, le problème posé par la mouche méditerranéenne sur les cultures fruitières sensibles influe sur les coûts actuels et futurs et se traduit par de moindres possibilités pour les producteurs, les négociants et les consommateurs, et concerne tant les fruits frais que ceux destinés à la transformation. Les pertes sont à la fois quantitatives et qualitatives et ont lieu au stade de la production, de la commercialisation et de l'exportation. D'autres coûts sont liés à l'utilisation d'insecticides pour lutter contre la mouche. Ces derniers ont des effets écologiques négatifs touchant les producteurs et les consommateurs et constituent une autre composante du coût social des méthodes actuelles de lutte contre ce ravageur.

Les premières estimations des dommages causés par la mouche méditerranéenne au Maghreb ont été basées sur les données obtenues lors d'une enquête menée en 1990 [2-6]. Ces données ont ensuite été homogénéisées au moyen d'un modèle informatique de la production fruitière et de la lutte contre la mouche méditerranéenne au Maghreb [1]. Les avantages futurs sont évalués au moyen des nouvelles estimations ainsi obtenues, car elles permettent de corriger les disparités entre les données des différents pays et d'éliminer les discordances dues à l'utilisation directe des résultats de l'enquête. Le coût actuel de la lutte contre la mouche au Maghreb a été évalué d'après le nombre moyen de traitements réalisés par les producteurs des secteurs intensif et extensif dans les différents pays.

1.1.1. Pertes de production fruitière

Les cultures fruitières sensibles à la mouche méditerranéenne dans les pays du Maghreb sont très diverses. Le premier groupe se compose des fruits d'importance commerciale (différentes variétés d'agrumes, abricots, pêches, pommes, poires, nèfles et coings). Le deuxième groupe comprend les grenades, les figues et quelques autres fruits (ceux des opuntias en particulier) qui sont commercialisés sur le marché intérieur, mais pour lesquels on dispose de peu d'informations.

Selon plusieurs auteurs (voir références bibliographiques), les plantes hôtes non cultivées de la mouche méditerranéenne sont très répandues au Maghreb. Il s'agit notamment d'espèces forestières naturelles, telles que l'arganier (700 000 hectares dans le sud-ouest du Maroc) et d'autres arbustes et buissons. Si cette végétation naturelle possède une valeur sociale (bois de feu, alimentation animale, fruits sauvages, huile de noix d'argan, conservation des sols, etc.), elle constitue un foyer de mouches méditerranéennes. Bien qu'ils n'aient pas de valeur économique directe, ces végétaux sont très importants sur le plan écologique, et il faut envisager de combattre les mouches infestant ces zones lors de toute tentative d'élimination totale ou partielle du ravageur.

Les principales cultures fruitières (agrumes, fruits à pépins et à noyau) en Algérie, en Libye, au Maroc et en Tunisie couvrent une superficie totale de 344 198 hectares. Les superficies respectives des vergers de ces quatre pays sont présentées dans le tableau I. Les agrumes sont la principale culture (46 % de la superficie totale), suivis par les fruits à noyau (30 %) et les fruits à pépins (24 %). Ce tableau montre l'importance de ces cultures au Maghreb. Il en ressort que les vergers d'agrumes sont principalement situés au Maroc, en Algérie et en Libye, tandis que les fruits à pépins et à noyau sont surtout cultivés en Tunisie, en Algérie et au Maroc.

Au cours de la période 1980-1989, la production fruitière a augmenté dans l'ensemble du Maghreb, à l'exception des agrumes en Algérie (tableau II). Cette tendance ne rend pas compte des variations de prix, de l'inflation et des changements de politique agricole et commerciale. Ces augmentations de production peuvent s'expliquer par les incitations que représentent les prix relativement hauts des fruits et les droits de douane élevés qui sont perçus sur les fruits importés dans ces pays. Cette progression permet de supposer que, parallèlement à l'augmentation de la production, les pertes seront de plus en plus importantes si l'on s'en tient à la méthode actuelle de lutte contre la mouche méditerranéenne. Il est également possible que ce ravageur fasse obstacle à une intensification encore plus rapide de la production fruitière dans la région, notamment dans le cas des fruits à noyau, qui sont gravement touchés.

Le tableau III présente les pertes annuelles par culture et par pays. Les agrumes apparaissent comme la principale source de pertes, le Maroc étant particulièrement concerné. Leur valeur monétaire a été estimée sur la base des prix du marché intérieur et des taux de change constatés au cours de la période 1980-1989 [1]. Les pertes, dont la moitié se produisent au Maroc, s'élèvent globalement à 60 millions de dollars. En Algérie et en Tunisie, les niveaux de pertes sont

Tableau I. Superficie, production et rendement moyens des agrumes, des fruits à pépins et des fruits à noyau dans les pays du Maghreb (1980-1989).

Superficie (milliers d'hectares)

	Algérie	Libye	Maroc	Tunisie	Maghreb
Agrumes	37	35	71	14	157
Fruits à pépins	21	8,2	13,1	39	81,3
Fruits à noyau	31	5,9	19,6	49,4	105,9
Total	89	49,1	103,7	102,4	344,2

Production (milliers de tonnes)

Agrumes	300	857	1 095	210	2 250
Fruits à pépins	66	8	204	49	327
Fruits à noyau	88	17	135	53	293

Rendement (tonnes/ha)

Agrumes	8,1	24,5	15,4	14,9	14,3
Fruits à pépins	3,2	1,0	15,5	1,3	4,0
Fruits à noyau	2,8	2,9	6,9	1,1	2,8

Tableau II. Variation moyenne annuelle de la production d'agrumes, de fruits à pépins et de fruits à noyau dans les pays du Maghreb (% par an) (calculée par régression sur les données de production FAO) (1980-1989).

	Algérie	Libye	Maroc	Tunisie	Maghreb
Agrumes	-3,75	2,66	3,03	5,00	3,15
Fruits à pépins	9,82	7,44	14,95	10,06	13,00
Fruits à noyau	4,88	9,64	4,14	0,00	3,74

Tableau III. Pertes annuelles moyennes attribuées à la mouche méditerranéenne sur les agrumes, les fruits à pépins et les fruits à noyau dans les pays du Maghreb (1980-1989).

Total (milliers de tonnes)

	Algérie	Libye	Maroc	Tunisie	Maghreb
Agrumes	10,22	4,81	77,20	9,24	101,47
Fruits à pépins	2,19	2,43	30,03	7,25	41,90
Fruits à noyau	4,65	10,36	41,58	14,74	71,33

Total (millions de \$)

	Algérie	Libye	Maroc	Tunisie	Maghreb
Agrumes	1,02	2,91	8,77	1,06	13,76
Fruits à pépins	0,44	3,67	9,95	1,61	15,67
Fruits à noyau	0,93	12,33	13,93	3,49	30,68
Total	2,39	18,91	32,65	6,16	60,11

moins élevés et concernent essentiellement les fruits à noyau en raison de leur prix supérieur dans ces pays, bien que les pertes physiques soient plus importantes pour les agrumes. Cependant, ces chiffres doivent être pris avec des réserves car ils ne rendent pas compte de certaines incohérences dans les données, des surévaluations des taux de change, des distorsions de prix et de l'inflation intérieure.

Lorsqu'on observe les pertes en valeur, les fruits à noyau représentent la moitié des pertes totales au Maghreb, la Libye et le Maroc étant les plus touchés. Cette situation peut s'expliquer par le nombre relativement faible de traitements sur les fruits à noyau, qui font surtout l'objet d'une culture extensive, et par la coïncidence entre les dates de récolte et le maximum d'activité de la mouche méditerranéenne. Les agrumes enregistrent moins de pertes, car ces cultures, essentiellement destinées à l'exportation au Maroc et en Tunisie, sont déjà fortement protégées contre la mouche méditerranéenne par des pulvérisations d'appât et des traitements de couverture dans le secteur intensif. En Algérie et en Libye, les agrumes sont destinés au marché intérieur; bien que les superficies cultivées soient pratiquement identiques, les pertes totales sont plus importantes en Libye du fait de rendements supérieurs (24 tonnes/hectare, contre 8 tonnes/hectare en Algérie).

La seconde composante des coûts dus à la mouche méditerranéenne sur les espèces fruitières hôtes est liée au prix des traitements pesticides. Dans les exploitations fruitières commerciales du Maghreb, la lutte contre la mouche méditerranéenne se fait essentiellement au moyen de pulvérisations d'appât ou de traitements de couverture, souvent effectués par voie aérienne dans les plus grandes exploitations. L'appât utilisé consiste en un mélange d'insecticide (généralement du malathion ou du chlorpyrifos) et de protéine dérivée d'un extrait de levure. L'appât protéique dégage de l'ammoniac, qui est très attractif pour les mouches mâles et femelles. La protéine elle-même attire les femelles car elle est nécessaire à la maturation des oeufs. L'insecticide mélangé à l'appât tue alors les mouches de façon très efficace. Dans certains cas, on utilise des traitements de couverture au lieu de procéder à des pulvérisations d'appât. Il s'agit alors d'assurer une bonne couverture de la culture par des insecticides qui tuent les mouches par contact. En principe, les traitements de couverture sont moins efficaces que les pulvérisations d'appât, mais ils peuvent être nécessaires lorsque l'on veut combattre d'autres insectes ou des maladies (contre lesquelles les pulvérisations d'appât sont inopérantes) au moyen du même pesticide ou mélange de pesticides. Dans la majeure partie du Maghreb cependant, la mouche méditerranéenne est le seul ravageur des cultures fruitières qui soit suffisamment nuisible pour nécessiter des traitements pesticides.

L'augmentation progressive de la fréquence des traitements pesticides pose un problème de pollution de l'environnement dont les conséquences ont été jusqu'à présent très peu étudiées au Maghreb. Au Maroc, en Algérie et en Tunisie, les acariens, les cochenilles, les pucerons et les aleurodes causent des dommages de plus en plus importants, d'où la nécessité d'accroître encore le nombre de traitements pesticides. Des essais de lutte biologique faisant appel à des insectes entomophages ont été effectués en Algérie et en Tunisie, mais les traitements insecticides à grande échelle constituent un obstacle majeur. En Israël, où une campagne nationale de lutte par pulvérisation d'appât est menée depuis 30 ans, les études sur les conséquences économiques de la destruction des ennemis naturels dans les vergers de fruits à noyau et d'agrumes, très peu nombreuses, n'ont pas permis de recueillir des informations suffisantes.

Malgré la très grande efficacité des pulvérisations d'appât, certains fruits destinés à l'exportation peuvent nécessiter des traitements supplémentaires après récolte afin de satisfaire aux exigences de certains importateurs. Selon l'espèce et le marché destinataire, les fruits seront alors soumis à une réfrigération pendant plusieurs jours, à un chauffage de quelques minutes ou à une fumigation par du bromure de méthyle. Tous les fruits destinés à l'exportation, qui doivent avoir un bel aspect extérieur, sont nécessairement nettoyés et triés, ce qui augmente encore le coût de la lutte contre la mouche méditerranéenne.

Dans les grandes exploitations commerciales, l'efficacité de la lutte insecticide contre la mouche méditerranéenne est très bonne, avec huit à dix traitements par saison. Pratiquement tous les fruits devraient être sains si les traitements sont faits correctement, mais les petites exploitations produisant pour le marché intérieur effectuent souvent des traitements moins nombreux et moins efficaces, voire aucun traitement. La plupart des fruits cultivés pour l'autoconsommation ne sont pas traités.

Même pour les fruits qui ont été parfaitement protégés, certains marchés à l'exportation ont des réglementations de quarantaine qui interdisent l'importation de fruits de pays où la mouche méditerranéenne est présente même s'ils sont irréprochables (Japon et sud des Etats-Unis).

Le tableau IV.A montre que les agrumes sont la culture donnant lieu à la lutte la plus intensive contre la mouche dans les quatre pays. Le coût élevé des traitements au Maroc peut être attribué à la forte proportion dans ce pays de producteurs tournés vers l'exportation, qui effectuent

Tableau IV.A. Coût annuel moyen de la lutte contre la mouche méditerranéenne des fruits sur les agrumes, les fruits à pépins et les fruits à noyau dans les pays du Maghreb (1980-1989) (d'après les résultats d'enquêtes).

Total (millions de \$)

	Algérie	Libye	Maroc	Tunisie	Maghreb
Agrumes	0,65	2,13	3,85	0,38	7,01
Fruits à pépins	0,48	0,12	0,40	0,11	1,11
Fruits à noyau	0,56	0,12	0,63	0,16	1,47
Total	1,69	2,37	4,88	0,65	9,59

Tableau IV.B. Prévision pour 1990-1999 du coût annuel moyen des dommages causés par la mouche méditerranéenne et de la lutte contre ce ravageur sur les agrumes, les fruits à pépins et les fruits à noyau.

	Algérie	Libye	Maroc	Tunisie	Maghreb
Agrumes	1,62	6,93	14,27	8,52	24,66
Fruits à pépins	1,01	4,63	18,23	2,34	26,24
Fruits à noyau	1,70	14,32	20,63	4,26	40,22
Total	4,33	25,88	53,13	15,12	91,12

un plus grand nombre de pulvérisations d'appât ou de traitements de couverture. Les coûts élevés en Libye s'expliquent par le haut niveau des prix des pesticides et de la main-d'oeuvre, ainsi que des tarifs des pulvérisations aériennes. Les coûts par hectare inférieurs de l'Algérie et de la Tunisie confirment les incohérences entre les différents pays. Le tableau IV.B présente les pertes et les coûts de traitement dus à la mouche méditerranéenne extrapolés sur dix ans, en supposant qu'ils augmentent au même rythme que la production fruitière. Si l'on ne prend pas de nouvelles mesures, les pertes dues à la mouche méditerranéenne pourraient atteindre 81 millions de dollars et les coûts de traitement 10 millions de dollars en prix constants. Au total, les coûts s'élèveraient pour l'ensemble du Maghreb à 91 millions de dollars. Ces chiffres, après ajustement, sont présentés à la section 4 pour permettre une évaluation des avantages qu'engendreraient les différentes techniques de lutte contre la mouche méditerranéenne envisageables.

1.1.2. Coûts écologiques

On peut mesurer simplement les coûts écologiques de la lutte contre la mouche méditerranéenne telle qu'elle est menée actuellement en calculant la quantité de pesticides introduite dans l'environnement. Les chiffres des volumes de pesticides utilisés ne sont pas disponibles, mais on peut en avoir une approximation en se basant sur les dépenses totales engagées pour les traitements. Les hypothèses suivantes ont été adoptées : les pesticides représentent environ 25 % du coût total (le reste correspond aux coûts de main-d'oeuvre et d'équipement), et le pesticide le plus fréquent est le malathion à une concentration de 57 % de matière active (m.a.), qui coûte environ dix dollars le litre. Sur cette base, le tableau V présente des estimations des volumes de malathion employés par production et par pays. Il ressort des nouvelles estimations qui ont ensuite été établies au moyen du modèle décrit à la section 3.1 que les volumes de pesticides utilisés seraient plus faibles au Maghreb (94 t m.a.), au Maroc (45,6 t), en Libye (13 t) et en Algérie (19,5 t). Pour la Tunisie, le volume de malathion utilisé a été ajusté à la hausse (16,25 t). Le malathion a une toxicité relativement basse pour les mammifères, mais il est toxique pour les poissons et les insectes utiles. Faute de données, il n'a pas été possible de prendre en compte les autres coûts écologiques, tels que les effets sur la production de miel, la pollution de l'eau et la santé humaine.

Tableau V. Estimation des volumes de malathion (tonnes de matière active) utilisé sur les agrumes, les fruits à pépins et les fruits à noyau dans les pays du Maghreb (1980-1989).

	Algérie	Libye	Maroc	Tunisie	Maghreb
Agrumes	8,1	26,6	48,1	4,7	87,6
Fruits à pépins	6,0	1,5	5,0	1,4	13,9
Fruits à noyau	7,0	1,5	7,9	2,0	18,4
Total	21,1	29,6	61,0	8,1	119,9

1.1.3. Manque à gagner avec les techniques de lutte actuelles

En général, les analyses de projet indiquent les avantages directs, mais pas tous les effets indirects à moyen et long terme. Les effets sur le développement du marché, sur l'amélioration de la qualité et sur la consommation de fruits sont des points importants étudiés dans cette section. Si des données avaient été disponibles, on aurait pu ajouter ce manque à gagner aux coûts liés aux techniques de lutte actuelles.

1.1.3.1. Consommation de fruits

Avec l'accroissement de la population et des revenus au Maghreb, la demande de fruits frais et transformés augmente et les prix continueront eux aussi à monter. En effet, dans le cadre de la stratégie de lutte actuelle, la demande croît plus vite que l'offre et les prix augmentent rapidement d'année en année, sans que les consommateurs bénéficient de nouveaux avantages. Par conséquent, la consommation risque de diminuer et les groupes à faibles revenus pourraient atteindre des niveaux de consommation encore plus bas si la tendance se maintenait. Des estimations de la consommation de fruits dans les quatre pays figurent dans les exemples de modélisation présentés en appendice.

En revanche, si l'on adoptait une stratégie plus efficace de lutte contre la mouche, les consommateurs profiteraient d'une baisse des prix des fruits frais. Ils auraient également à leur disposition des fruits de qualité supérieure et très variés. L'offre en fruits transformés serait augmentée et, par là, la consommation. Cet accroissement de la consommation, profitable à l'ensemble de la population, permettrait d'améliorer l'état nutritionnel des groupes à faibles revenus.

1.1.3.2. Marchés potentiels

Outre une amélioration de la qualité des fruits, une lutte plus efficace contre la mouche méditerranéenne entraînerait une augmentation de l'offre. Etant donné l'intensité actuelle des attaques de mouches sur les fruits sensibles et les pertes qu'elles causent, l'offre en fruits dans les pays du Maghreb permettra de moins en moins de répondre aux besoins. La perte de marchés traditionnels à l'exportation et l'impossibilité de s'implanter sur de nouveaux marchés potentiels constitueront probablement des problèmes importants pour les économies maghrébines. Le maintien et l'amélioration de l'offre sur les marchés intérieurs et extérieurs, ainsi que la conquête de nouveaux marchés à l'exportation, comptent donc parmi les bénéfices directs essentiels attendus d'un projet de lutte contre la mouche méditerranéenne. De plus, un pays importateur net comme la Libye pourrait réduire ses importations de fruits à noyau et à pépins. L'Algérie pourrait reprendre l'exportation de ses surplus. Enfin, l'expansion des marchés fruitiers intérieurs serait une conséquence importante du projet.

Concernant ce dernier point, chaque pays du Maghreb voit sa population croître annuellement de 2 à 3 %, avec des taux supérieurs dans les villes. Cela signifie que la demande de fruits est essentiellement entraînée par la croissance de la population urbaine. En outre, du fait de l'augmentation des revenus d'une partie de la population, la demande de fruits de qualité supérieure à des prix raisonnables sera plus importante sur les marchés intérieurs.

En ce qui concerne le commerce extérieur régional entre les pays du Maghreb, on peut s'attendre à des améliorations globales pour l'économie grâce à une offre de fruits plus variés et de catégories supérieures. Ces échanges commerciaux rendraient les fruits plus abordables pour les consommateurs, ce qui contribuerait à l'amélioration de l'alimentation des groupes à faibles revenus dans chaque pays.

Parallèlement à l'expansion des marchés régionaux et intérieurs pour les fruits frais, l'industrie de transformation pourrait être encore développée pour fournir une gamme de produits diversifiée. Ceci augmenterait les débouchés pour les fruits de catégorie inférieure qui ne conviennent pas à la consommation en frais.

L'amélioration de la qualité globale des fruits frais et transformés peut permettre d'augmenter le niveau des exportations. Les importateurs européens traditionnels pourraient absorber un surcroît de marchandises si celles-ci présentaient la qualité requise à des prix compétitifs. D'autre part, de nouveaux marchés à l'exportation peuvent être développés dans des conditions similaires (Etats-Unis, Canada, Europe orientale, Japon). Alors que le Maroc et la Tunisie, qui sont exportateurs nets, bénéficieraient davantage de ces nouveaux marchés, la Libye et l'Algérie ne pourraient atteindre cet objectif qu'à long terme. La Libye peut réduire de façon importante ses importations de fruits à pépins et à noyau, tout en développant ses exportations d'agrumes. L'Algérie peut améliorer son offre et aborder les marchés à l'exportation.

Les marchés intérieurs et extérieurs constituent une base de développement potentiel et peuvent être à l'origine de nouveaux avantages pour chacun des pays. Ces avantages ne seront possibles qu'avec des stratégies à long terme de lutte contre la mouche méditerranéenne.

1.1.3.3. Qualité des fruits

L'amélioration de la qualité des fruits sera une conséquence importante d'un projet de lutte contre la mouche méditerranéenne. En effet, on observera des améliorations aux stades de la production, de la commercialisation et de l'exportation. En outre, avec le nouvel essor des cultures fruitières, de nouvelles espèces et variétés pourront être introduites et cultivées dans différentes zones du Maghreb, à chaque fois que les coûts de production et la rentabilité le permettront.

En même temps qu'elle augmentera les rendements, la lutte contre la mouche permettra d'améliorer la qualité et contribuera à réduire les coûts de production et de commercialisation, ce qui pourrait accroître la rentabilité pour les producteurs et les négociants. Les consommateurs devraient également être gagnants puisqu'ils auront à leur disposition des fruits de qualité plus diversifiée et devraient bénéficier de prix plus bas en raison de l'augmentation de l'offre. De plus, les groupes à faibles revenus pourront avoir une alimentation plus équilibrée.

L'amélioration de la qualité et des normes de commercialisation pourrait relancer les exportations. La renégociation de contrats avec l'Union européenne a plus de chances d'être menée à bien si de nouvelles catégories et qualités de fruits peuvent être offertes. Autre considération importante, de nouveaux marchés à l'exportation peuvent s'ouvrir dans ces conditions. L'amélioration de la qualité se traduirait par des prix plus élevés pour les producteurs.

L'amélioration de la qualité peut entraîner des modifications de la production, de la commercialisation, de la consommation et des exportations, tant pour les fruits frais que pour les fruits transformés. Les inconvénients dus au caractère saisonnier de ces produits peuvent être réduits, puisque grâce au stockage, à la conservation et à la transformation, ils peuvent être mis sur le marché toute l'année. Ceci se produira vraisemblablement avec l'élimination de la principale cause de dégâts sur les fruits. Le stockage et la conservation, ainsi que le développement de nouvelles variétés, permettront d'étaler l'offre de fruits frais sur l'année. Cette évolution sera une source importante d'avantages indirects pour les différents agents économiques. Elle ouvrira de nouveaux débouchés à l'exportation, grâce à la continuité de l'offre sur les différents marchés tout au long de l'année. Des variétés précoces et tardives pourront être développées et de nouveaux fruits introduits. Les variétés tardives en particulier bénéficieront de l'élimination de la mouche méditerranéenne pendant la saison. A l'heure actuelle, de nombreuses variétés tardives ne sont pas rentables au Maghreb en raison des attaques de mouches.

1.2. Perspectives d'amélioration de la lutte contre la mouche méditerranéenne

Avec les hypothèses adoptées et étant donné l'insuffisance des données soulignée dans de précédents rapports [1-6], il est vraisemblable que les coûts obtenus sont des estimations faussées puisqu'ils n'incluent pas les pertes affectant les autres fruits hôtes du ravageur. Il est également important de tenir compte des différences entre les pays et les cultures, qui sont liées à des variations dans les taux de pertes estimés. En outre, les comparaisons entre pays risquent d'être faussées si les coûts considérés ne sont pas ajustés en fonction des politiques agricoles, économiques (prix, taux de change) et commerciales. Cependant, les conséquences probables de ces éléments ont été prises en compte et les coûts ont été ajustés pour la période de référence de façon à obtenir des estimations cohérentes des avantages dans la situation actuelle.

Les coûts ainsi obtenus permettent donc de constater que, avec les techniques utilisées depuis 1980, tous les pays et le Maghreb dans son ensemble enregistrent des pertes économiques importantes. Ces coûts augmentent d'année en année et pénalisent les producteurs, en raison de coûts de production croissants, et les consommateurs qui doivent payer des prix plus élevés. Le problème de la mouche méditerranéenne concerne aussi des secteurs apparentés : les prix et les coûts de production des fruits transformés (jus, confitures, conserves, etc.) augmentent. De plus, les baisses de qualité et de quantité provoquées par les attaques de mouches méditerranéennes peuvent entraîner des réductions des exportations dans certains pays (Maroc et Tunisie). Etant donné la diminution de l'offre et l'augmentation importante de la demande (croissance de la population de 2 à 3 % par an), le calcul des coûts actuels et prévus montre que les fruits commercialisés sur le marché intérieur subiront des hausses de prix. Avec les politiques agricoles et commerciales imposant des droits de douane élevés sur les fruits importés (Algérie, Maroc et Tunisie), les prix sur le marché intérieur vont considérablement augmenter, ce qui entraînera une diminution de la consommation par habitant d'agrumes et de fruits à pépins et à noyau. Lorsque les monnaies sont surévaluées, comme en Libye, les consommateurs paient des prix élevés (importations et subventions) de façon à assurer un débouché à la production locale.

Durant les années 80, des programmes d'ajustement structurel ont commencé à peser sur les prix des produits agricoles, et notamment des fruits, dans les différents pays du Maghreb. Ces programmes pourraient conduire à une réduction des distorsions des échanges avec les autres pays. Grâce à ces politiques, les importations de fruits deviendront possibles et moins chères, tandis que les exportations seront revalorisées pour chaque pays. Par conséquent, les producteurs de fruits sensibles à la mouche devront, pour se conformer aux nouvelles politiques, réduire leurs coûts de production afin de rester compétitifs.

Quelles que soient les politiques menées en matière de prix agricoles, les producteurs de fruits ont intérêt à réduire leurs coûts de production de façon à tirer des revenus soit des marchés à l'exportation, soit du marché intérieur. Etant donné les coûts dus aux dommages causés par la mouche méditerranéenne et à la stratégie actuelle de lutte contre ce ravageur, il a fallu déterminer toutes les évolutions techniques susceptibles d'améliorer les avantages sociaux liés à la production fruitière. L'évaluation des coûts et des avantages entraînés par chaque solution technique sur 15 ans a permis de classer de façon appropriée les différentes options disponibles. Les options suivantes ont été comparées [1] : lutte à l'échelon régional contre le ravageur avec et sans la TIS, et éradication dans l'ensemble du Maghreb à l'aide de la TIS. Chacun de ces programmes à l'échelon régional donnerait de meilleurs résultats que les méthodes actuelles et dispenserait les producteurs d'avoir à lutter individuellement contre les ravageurs, notamment sur les agrumes, dont la mouche méditerranéenne est le seul ennemi important. Les arboriculteurs disposeraient ainsi de davantage de temps pour développer leur production et la commercialiser. Ces options de lutte à l'échelon régional sont décrites à la section suivante.

2. OPTIONS DE LUTTE CONTRE LA MOUCHE MEDITERRANEENNE

Outre les pulvérisations insecticides utilisées à l'heure actuelle par les producteurs individuels, trois options de lutte contre la mouche méditerranéenne au Maghreb ont été étudiées. Il s'agit dans tous les cas de programmes régionaux destinés à étendre à tous les producteurs fruitiers les avantages de la lutte contre la mouche. Ces options sont l'éradication à l'échelle régionale par la TIS, l'élimination partielle par la TIS et l'élimination partielle par des pulvérisations d'appât. On peut aussi envisager de limiter l'élimination partielle à des superficies moins étendues si les pays décident d'axer leurs efforts sur certaines zones.

2.1. Eradication à l'échelon régional par la TIS

Un plan général d'éradication de la mouche méditerranéenne par la TIS a été présenté par un groupe d'experts de l'AIEA [7]. Ce plan est fondé sur l'expérience réussie de campagnes d'éradication de la mouche méditerranéenne par cette technique menées en Amérique centrale. Il s'appuie également sur un programme récent qui a permis de façon très efficace d'éradiquer la lucilie bouchère en Libye grâce à cette même technique [8], à la suite de campagnes similaires aux Etats-Unis et au Mexique. Une grande expérience dans la mise en oeuvre et l'évaluation des programmes d'éradication de la mouche méditerranéenne a été accumulée grâce aux programmes opérationnels MOSCAMED au Mexique et au Guatemala [9]. Ces programmes ont démarré en 1979 et concernent des environnements très variés allant de zones très arides à des zones tropicales humides. De plus, la situation économique des agriculteurs, des grossistes, des exportateurs et des consommateurs locaux offre de nombreuses ressemblances avec la région du Maghreb.

Le plan nécessite une phase préliminaire de trois ans afin de rassembler des données sur les populations de mouches méditerranéennes selon les régions et les saisons, et de planifier de façon détaillée les phases et l'intensité du programme d'éradication. Pendant la troisième année de la phase préliminaire, on construirait une installation d'élevage de mouches des fruits et d'irradiation (atelier de production). Il serait également possible d'importer des mouches d'Amérique centrale ou de Hawaii qui disposent de surplus, mais en cas d'urgence aux Etats-Unis, ces installations pourraient ne plus être en situation de fournir des mouches au Maghreb.

Le programme d'éradication serait mis en oeuvre zone par zone, chacune d'entre elles étant estimée théoriquement par les experts à 5 000 km² [7]. Dès que l'on atteint ou approche l'éradication dans une zone, la campagne est étendue à la zone suivante. On estime que l'ensemble du processus devrait prendre neuf ans (une zone par an), mais il sera peut-être possible de l'accélérer au bout de quelques années grâce à l'expérience accumulée. En début de saison, on procède à une réduction de la population de mouches méditerranéennes dans la zone d'éradication au moyen de traitements avec appât, effectués essentiellement par pulvérisations aériennes. Lorsque le piégeage montre que les populations ont atteint un niveau suffisamment bas, des mouches stériles sont lâchées par voie aérienne pendant les deux premières années, à raison de 100 000 par kilomètre carré et par semaine si l'on emploie des mouches des deux sexes ou de 50 000 par kilomètre carré et par semaine si l'on n'emploie que des mâles. Lors de la deuxième année d'éradication dans une zone donnée, les poches de populations résiduelles sont éliminées au moyen de lâchers de mouches stériles intensifs ou de pulvérisations d'appât localisées.

Pendant le processus d'éradication, des mesures de quarantaine intensives seraient mises en place pour contrôler ou limiter les importations dans la zone de fruits provenant de zones voisines infestées. En Algérie et au Maroc, ceci implique d'imposer une quarantaine intérieure

pendant plusieurs années. Une fois l'éradication réalisée, il faudrait maintenir un système de quarantaine pour éviter la réintroduction accidentelle de mouches dans la région.

Dans la présente étude, la taille des neuf zones a été calculée de façon plus détaillée, d'après la superficie connue des cultures fruitières sensibles dans les quatre pays et une estimation de l'extension des foyers potentiels de mouches méditerranéennes sur hôtes non cultivés. La superficie de ces foyers est plus importante vers l'ouest. Dans le cas du Maroc, on a retenu comme hypothèse un rapport de 1 à 12 entre la superficie occupée par les plantes hôtes cultivées et celle occupée par les plantes hôtes sauvages. Les vergers couvrent par exemple environ 120 000 hectares et la forêt d'arganiers quelque 700 000 hectares. Dans les zones de cultures fruitières, une grande partie du terrain n'est pas plantée en espèces sensibles, mais comme les mouches relâchées se dispersent, il faut prendre en compte une zone dépassant de beaucoup la superficie réelle en plantes hôtes. Dans le rapport de 1 à 6 des superficies connues en plantes hôtes, il faut donc doubler la superficie non cultivée. On a retenu un rapport de 1 à 8 en Algérie, et de 1 à 4 en Tunisie et en Libye, où les hôtes sont moins répandus. D'après ces rapports et les surfaces fruitières connues, la taille des zones d'éradication a été calculée comme suit : Libye, 2 500 km²; Tunisie, 5 250 km²; Algérie, trois zones de 2 700 km²; Maroc, quatre zones de 3 900 km². La superficie totale à traiter est bien inférieure aux 220 000 km² de la zone où les facteurs bioclimatiques permettraient à la mouche méditerranéenne de vivre [9]. En effet, une grande partie de cette zone est consacrée essentiellement à des cultures n'hébergeant pas la mouche telles que le blé et l'orge; de plus, les conditions ne permettent pas partout la survie du ravageur pendant les hivers froids.

On admet que le nombre de mouches stériles nécessaires chaque année sera en moyenne suffisant pour le traitement intensif d'une zone dans la phase initiale et le traitement partiel d'une zone dans la phase suivante (voir plan d'action à l'appendice 2). Le maximum des besoins surviendra la deuxième année de mise en oeuvre, compte tenu d'une capacité de production de réserve d'environ un milliard de mouches par semaine.

2.2. Elimination partielle à l'échelon régional par la TIS

Une part importante des coûts d'un programme d'éradication est due à l'échantillonnage et à la quarantaine, ainsi qu'à la mise en oeuvre d'efforts d'éradication dans de vastes zones de plantes hôtes sauvages sans valeur commerciale. On peut donc réduire les coûts en concentrant les efforts de lutte sur les zones économiques et en adoptant un échantillonnage moins rigoureux.

Dans le cadre d'une élimination partielle, on peut éviter les pulvérisations d'appât en début de saison. Les lâchers de mouches se font avec la même intensité que pour l'éradication, mais seulement pendant la durée de la saison de récolte commerciale. En fin de processus, les traitements ont lieu dans toutes les zones et requièrent la production de trois ateliers de la taille de celui nécessaire à l'éradication. La construction de ces ateliers serait étalée sur trois ans. La mise en oeuvre du programme pourrait commencer sur environ un tiers de la région l'année suivant l'achèvement d'un atelier. La phase préliminaire de collecte de données sur les populations de mouches méditerranéennes est encore en grande partie nécessaire. Les lâchers de mouches doivent être poursuivis et constituent une dépense renouvelable.

Les applications de pesticides seraient supprimées et les avantages de la lutte contre la mouche seraient étendus aux petits producteurs commerciaux et aux producteurs familiaux qui font actuellement peu d'efforts de traitement. Cependant, on ne peut s'attendre à aucune amélioration sur les marchés à l'exportation sans éradication.

La TIS est efficacement utilisée tous les ans dans la lutte contre le ver rose des capsules du cotonnier en Californie depuis 23 ans [11, 12]. Le programme consiste essentiellement en pièges à phéromone et en lâchers d'insectes stériles dans les zones de culture du coton à raison de six millions d'insectes par jour. Le coût total du programme en 1991-1992 a été de 6,3 millions de dollars des Etats-Unis, permettant de protéger environ 0,49 million d'hectares dans la vallée de San Joaquin, soit une production annuelle de 780 millions de dollars (valeur marchande brute aux prix mondiaux). Les agriculteurs paient une contribution calculée sur leur production, qui couvre environ 87 % du coût total du programme. L'objectif de cette stratégie n'est pas l'éradication du ravageur, mais le maintien de niveaux de populations suffisamment bas pour éviter les traitements insecticides.

2.3. Elimination partielle à l'échelon régional à l'aide de pulvérisations d'appât

Il serait également possible de faire profiter les petits producteurs de la lutte contre la mouche méditerranéenne et de réduire les traitements pratiqués à l'heure actuelle par les grands producteurs d'agrumes grâce à un programme de pulvérisations aériennes d'appât étendu à toute la région. Cette lutte régionale limiterait la réinfestation des exploitations qui effectuent des traitements. De nouvelles techniques, par exemple une surveillance améliorée et de meilleurs appâts et équipements de pulvérisation, pourraient rendre un tel programme beaucoup plus efficace que des traitements individuels.

Les pulvérisations d'appât seraient effectuées tous les dix à 14 jours, pendant toute la période où les fruits sont présents. Elles concerneraient toutes les zones de production fruitière, mais non les foyers sauvages. Comme pour les autres options, une phase préliminaire de planification serait nécessaire afin d'établir des modalités d'application adaptées aux conditions locales. Cette option pourrait être mise en oeuvre simultanément dans toutes les zones. Bien que susceptible d'élargir les avantages de la lutte contre la mouche de la même façon que l'élimination partielle par la TIS, elle augmenterait le volume de pesticides utilisés contre ce ravageur au Maghreb. Le risque de développement de ravageurs secondaires s'en trouverait accru [13] et il pourrait survenir à la longue des problèmes de résistance aux insecticides, bien que rien de tel ne se soit encore produit lors des programmes de lutte mis en oeuvre depuis 1956 [14].

L'une des principales innovations de ce programme est la mise en place d'une lutte coordonnée dans des zones comprenant plusieurs exploitations. L'efficacité d'une telle coordination dans le cas de ravageurs mobiles a été établie par les entomologistes à l'occasion de nombreux programmes [15, 16, 17]. Cependant, il est normalement très difficile de quantifier ces avantages par hectare ou par dollar de production à long terme et pour différentes échelles de traitement, sans expérimentation en vraie grandeur. Le coût des intrants est connu, mais les économies d'échelle et l'efficacité varient beaucoup selon la vitesse et l'intensité de la réinfestation, les coûts de quarantaine locale, les coûts de traitement des réinfestations, la vitesse d'extension de la campagne de lutte régionale et les variations dans les prix des produits [18, 19, 20].

Parmi les expériences de lutte à l'échelle régionale organisée contre la mouche méditerranéenne, la plus proche du cas maghrébin est celle d'Israël [14]. Un programme de lutte à l'échelon régional à l'aide d'appât est également prévu à Maurice [21]. L'adoption des pulvérisations d'appât à l'échelon régional se fera plus rapidement que pour des programmes volontaires de lutte intégrée; il pourrait y avoir des gains d'efficacité au Maghreb par rapport aux techniques de base en raison de pertes en fruits réduites et d'une moindre dissémination des fruits infestés. Alors que les pulvérisations d'appât pourraient atteindre des niveaux importants en comparaison de ce qui se fait actuellement dans les vergers extensifs, les traitements insecticides pourraient diminuer dans certains vergers commerciaux du fait d'une infestation réduite en provenance des zones non cultivées environnantes.

3. ANALYSE COÛTS-AVANTAGES

Les différentes options sont comparées sur une période de 15 ans, c'est-à-dire la durée de l'option dont la mise en oeuvre est la plus longue (éradication). Chaque option comprend trois phases : les trois premières années sont consacrées à une phase préliminaire de recherche et de planification, la mise en oeuvre elle-même dure de un à neuf ans, et trois années supplémentaires permettent d'étudier les coûts et les avantages après l'achèvement du projet. Un taux d'actualisation constant de 8 % a été choisi, sur la base des taux d'intérêt et d'inflation constatés dans la région durant la période 1980-1989.

Les valeurs nettes actualisées du flux de coûts et d'avantages, des rapports avantages/coûts et du taux de rentabilité interne de l'investissement sont calculées. Le rendement du capital est mesuré par le rapport des valeurs actualisées des termes positifs et négatifs dans le flux cumulé de coûts et d'avantages. L'évaluation de la période de récupération permet de savoir dans quel délai le projet générera des bénéfices.

En ce qui concerne les avantages écologiques des différentes options de lutte, l'indicateur choisi est le coût des traitements pesticides effectués avant et après la mise en oeuvre du projet. Pour cette comparaison, on a choisi une unité de temps de dix ans. Les dépenses de pesticides ont donc été calculées pour tous les projets sur dix ans, d'une part pour la fréquence de traitement actuelle, d'autre part pour la fréquence qui sera adoptée après achèvement du projet. On a supposé que le même pesticide (en général le malathion) était utilisé pour chaque option et à chaque étape, et que le coût du pesticide était en rapport constant avec les coûts totaux d'application. Avec ces hypothèses, le coût en dollars des opérations de traitement est un bon indice de la quantité de pesticide introduite dans l'environnement. Un quart environ du coût du traitement est dû au pesticide lui-même. Ainsi, une dépense de 1 million de dollars pour des traitements pesticides correspond environ à 12 500 kg de matière active de malathion (250 000 dollars de malathion 50 % m.a. à 10 dollars/l).

Des estimations de la production fruitière, des pertes dues à la mouche méditerranéenne et des coûts de la lutte contre ce ravageur pour les quatre pays du Maghreb ont été présentées aux sections précédentes. C'est sur ces chiffres que s'appuient les estimations des avantages potentiels d'une lutte améliorée contre la mouche méditerranéenne. Ces données ont été entrées dans un modèle informatisé incluant la production, les pertes et les moyens de lutte, qui a permis d'obtenir des estimations homogènes pour chaque pays et pour l'ensemble de la région. Ce modèle a deux avantages par rapport aux données brutes sur les pertes et sur les coûts de la lutte recueillies dans chacun des quatre pays. Les estimations par pays de ces paramètres sont calculées par des fonctions standard, de sorte que les différences existant entre les pays dans la production, les coûts et les prix s'expliquent plus clairement. Plus important encore, il est plus aisé de prévoir et de mettre en évidence les conséquences de la lutte contre la mouche sur le système de production fruitière.

3.1. Modélisation de l'impact de la mouche méditerranéenne des fruits et du marché

Un tableur a été développé afin de modéliser les estimations des pertes commerciales et des coûts correspondant à une série d'options de lutte contre la mouche méditerranéenne (les fonctions sont décrites dans le tableau VI et des exemples de résultats sont présentés dans le tableau VII). Le programme calcule des estimations de la production de fruits, de sa valeur et des coûts de traitement pour trois groupes de produits (agrumes, fruits à pépins et fruits à noyau), deux secteurs de production (production commerciale intensive et extensive) et trois types de marchés

Tableau VI. Paramètres et fonctions utilisés pour la modélisation de l'impact de la mouche des fruits et des marchés (les fonctions entre [] sont des valeurs calculées, les autres sont des données entrées par l'utilisateur.

Production potentielle	<ul style="list-style-type: none"> ■ Superficie cultivée (hectares par produit et par secteur) ■ Rendement potentiel (kg/ha par produit et par secteur)
Dégâts	<ul style="list-style-type: none"> ■ [Production potentielle (par produit et par secteur)] ■ Pourcentage de dégâts dus à la mouche en l'absence de lutte (par produit et par secteur)
Lutte	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pourcentage de réduction des dégâts résultant de la lutte (par secteur) ■ Nombre moyen de traitements par secteur
Coût de la lutte	<ul style="list-style-type: none"> ■ Coût unitaire de la lutte ■ Nombre moyen de traitements par secteur
D'après les données ci-dessus, la production de chaque type de fruits est estimée par secteur, et les pertes et les coûts de la lutte sont calculés par produit et par secteur.	
Prix	<ul style="list-style-type: none"> ■ Prix à la production (qualité pour le marché intérieur) ■ Prix à la production (qualité exportation)
Distribution	<ul style="list-style-type: none"> ■ Trois marchés (exportation de fruits indemnes de mouches, exportation, marché intérieur) ■ Limite du marché à l'exportation (par produit) ■ La production commerciale intensive est exportée jusqu'à la limite du marché; les surplus sont vendus sur le marché intérieur aux prix locaux ■ Toute la production extensive est vendue sur le marché intérieur
Réaction du marché	<ul style="list-style-type: none"> ■ A l'exportation, les prix sont supposés constants, car la production locale ne représente qu'une petite partie du marché mondial ■ Toute la production qui ne peut pas être exportée est vendue sur le marché intérieur à des prix constants
D'après ces calculs, on peut répartir entre les marchés les pertes dues à la mouche méditerranéenne et déterminer la valeur globale nette de la production.	
Indices de consommation	<ul style="list-style-type: none"> ■ [Consommation de produits locaux (kg/an)] ■ [Dépenses par habitant pour achats de fruits sur le marché intérieur au prix à la production] ■ [Prix à la production moyen sur le marché intérieur (\$/kg) pondéré par produit]

(marché à l'exportation avec ou sans obligation de fruits indemnes de mouches, et marché intérieur, y compris autoconsommation). Les données d'entrée comprennent les superficies cultivées et les rendements potentiels par produit et par secteur de production, les prix des fruits et leur élasticité, les coûts de la lutte et les estimations d'efficacité, l'extension de la lutte et le nombre d'habitants de la zone.

Certains des paramètres d'entrée sont basés sur des données relativement fiables (superficies cultivées et rendements moyens, par exemple). D'autres s'appuient sur des hypothèses

Tableau VII

Exemple de résultat de la modélisation de l'impact de la mouche des fruits et des marchés :

Ensemble du Maghreb

VARIABLES DE PRODUCTION/LUTTE ANTIRAVAGEUR						
Milliers d'ha	Superficie totale		Production (kg/ha)		Potentiel de production (milliers t)	
	Prod. intens.	Prod. extens.	Prod. intens.	Prod. extens.		
Agrumes	92	66	16000	10000	2132	
Fruits à pépins	8	75	6000	2500	235	
Fruits à noyau	20	87	10000	2500	417	
Fonction "Dégâts" (% pertes)			Fonction "Niveau de contrôle" (% pertes en moins)		Pertes moyennes (% malgré la lutte)	
	Prod. intens.	Prod. extens.	Prod. intens.	Prod. extens.		
Agrumes	20	30	80	20	10	
Fruits à pépins	30	45	80	20	29	
Fruits à noyau	40	60	80	20	28	
Nombre moyen de traitements par saison			Coût des traitements (10 \$/ha)		Coût total de la lutte (millions \$)	
	Prod. intens.	Prod. extens.	Prod. intens.	Prod. extens.		
Agrumes	4	1	3,68	0,66	4,34	
Fruits à pépins	5	1	0,40	0,75	1,15	
Fruits à noyau	6	1	1,20	0,87	2,07	
VARIABLES DES MARCHES						
	Prix (\$/kg)	Limite du marché (milliers t)	Quantité (milliers t)	Valeur brute de la production (millions \$)		
				Marché	Total partiel	
Marché à l'exportation exigeant des fruits certifiés indemnes de mouches						
Agrumes	1,00	0,00	0,00	0,00		
Fruits à pépins	1,00	0,00	0,00	0,00		
Fruits à noyau	0,70	0,00	0,00	0,00		
					0,00	
Marché à l'exportation n'exigeant pas des fruits indemnes de mouches						
Agrumes	1,00	470,00	470,00	470,00		
Fruits à pépins	1,00	0,00	0,00	0,00		
Fruits à noyau	0,70	2,00	2,00	1,40		
					471,40	
Marché intérieur						
Agrumes	0,15		1444,72	216,71		
Fruits à pépins	0,30		165,12	49,54		
Fruits à noyau	0,30		295,10	88,53		
					354,77	
					Total	
					826,17	
RECAPITULATION DES PERTES ET DES COÛTS DE LUTTE						
Pertes par marché (millions \$)		Pertes par produit (milliers t)		Coût de la lutte (millions \$)	Pertes + coût (millions \$)	
Exportations (fruits indemnes de mouches)						
Agrumes	0,00	Agrumes	217,28	32,59	4,34	36,93
Fruits à pépins	0,00	Fruits à pépins	69,88	21,11	1,15	22,26
Fruits à noyau	0,00	Fruits à noyau	119,90	36,12	2,07	38,19
Exportations (fruits non indemnes de mouches)						
Agrumes	0,00					
Fruits à pépins	0,00					
Fruits à noyau	0,00					
Marché intérieur						
Agrumes	32,59					
Fruits à pépins	21,11					
Fruits à noyau	36,12					
				Population (millions)	63,00	
				Consommation (kg/an)	30,24	
				Dépenses sur le marché (\$/an)	5,63	
				Prix moyen sur le marché (\$/kg)	0,19	
				Pertes de récolte (millions \$)	89,826	
				Coût de la lutte (millions \$)	7,560	
				Valeur nette de la production (millions \$)	818,614	

qu'il conviendrait d'approfondir (fonctions "dégâts" et "niveaux de contrôle"). Cependant, ce modèle est actuellement précieux pour deux raisons : il permet de tester les résultats obtenus à partir d'une série de données d'entrée réalistes (analyse de sensibilité) et il sert de cadre pour déterminer les données complémentaires qui sont nécessaires.

Les superficies cultivées pour chacun des deux secteurs de production sont calculées d'après les superficies déclarées dans chacun des quatre pays maghrébins. Les rendements potentiels ont été estimés à partir des caractéristiques régionales et des données de production.

Pour la fonction "dégâts", on suppose que les pertes dues à la mouche en l'absence de lutte sont plus importantes en production extensive (par exemple à cause d'une moins bonne protection phytosanitaire ou d'une récolte trop tardive). Les estimations de pertes vont de 20 % pour les cultures intensives d'agrumes à 65 % pour les cultures extensives de fruits à noyau.

Tableau VIII. Pertes annuelles et coûts de traitement actuels dus à la mouche méditerranéenne dans les pays du Maghreb d'après les résultats de la modélisation (millions de dollars des Etats-Unis).

Pertes

	Algérie	Libye	Maroc	Tunisie	Maghreb
Agrumes	7,39	17,35	5,89	2,81	32,59
Fruits à pépins	4,25	1,18	7,70	8,42	21,11
Fruits à noyau	5,69	0,66	18,72	10,63	36,12
Total	17,33	19,19	32,31	21,86	89,83

Coût de la lutte

Agrumes	0,66	0,66	2,66	0,36	4,34
Fruits à pépins	0,29	0,16	0,31	0,39	1,15
Fruits à noyau	0,61	0,21	0,70	0,55	2,07
Total	1,56	1,03	3,67	1,30	7,56

Total des pertes et des coûts de la lutte

Agrumes	8,05	18,01	8,55	3,17	36,93
Fruits à pépins	4,54	1,34	8,01	8,81	22,26
Fruits à noyau	6,30	0,87	19,42	11,18	38,19
Total	18,89	20,22	35,98	23,16	97,39

Les fonctions concernant la lutte antiravageur reposent sur l'hypothèse que le niveau de contrôle est d'environ 80 % pour les cultures commerciales intensives, et d'environ 20 % pour les cultures commerciales extensives. Le niveau de contrôle est exprimé par le pourcentage de réduction par rapport aux dégâts potentiels pour une culture et un secteur donnés. Les coûts de traitement actuels sont évalués en moyenne à environ 40 dollars par hectare (quatre pulvérisations d'appât par an) pour les cultures intensives, et 10 dollars par hectare (1 pulvérisation par an) pour les cultures extensives. Si de nombreux producteurs effectuent un plus grand nombre de traitements, d'autres au contraire pratiquent une lutte moins intensive. Les chiffres adoptés pour les producteurs du secteur extensif sont tout à fait théoriques, car beaucoup d'entre eux possèdent des vergers très morcelés.

D'après ces hypothèses, le modèle calcule la production attendue par culture et par secteur et sa répartition entre les différents marchés. La limite supérieure des ventes à l'exportation est établie d'après les chiffres récents des exportations des différents pays. Il est en effet prouvé que certains fruits de qualité supérieure se retrouvent sur le marché intérieur parce que le marché à l'exportation est saturé. En deçà de cette limite, les fruits provenant d'exploitations commerciales intensives partent à l'exportation à des prix correspondants. Le reste de la production est vendu sur le marché intérieur, à des prix variant d'un pays à l'autre.

On détermine les pertes en comparant la quantité commercialisée de chaque produit par marché avec la quantité potentielle en l'absence de dégâts. Les pertes (calculées en tonnes) sont donc égales à la production potentielle diminuée de la production calculée, étant donné les fonctions "dégâts", "niveau de contrôle" et "adoption".

La valeur de la production (et des pertes) est calculée en supposant les prix constants (bien que les produits biologiques puissent avoir une valeur supérieure sur le marché). On admet que les prix à l'exportation sont constants, car la production maghrébine ne représente qu'une partie d'un grand marché international; en revanche, les prix intérieurs pourraient subir des fluctuations importantes en fonction de la quantité de produits écoulés localement. Les superficies cultivées sont également supposées constantes. En effet, il serait difficile de prévoir quel avantages supplémentaires seraient associés à l'extension des zones de production sans connaître les coûts de production autres que ceux de la lutte antiravageur.

Pour estimer les avantages résultant d'autres stratégies de lutte, il suffit de faire varier les fonctions "niveau de contrôle" et "coût de la lutte" dans le modèle (tableau VIII).

Dans un programme d'éradication, par exemple, la stratégie de lutte concernerait tous les producteurs et le niveau de contrôle serait partout de 100 % (à comparer avec le niveau de contrôle partiel correspondant à la situation actuelle et présenté dans le tableau VIII). La fonction "niveau de contrôle" aurait alors la valeur 100 pour toutes les cultures et tous les secteurs. En considérant le coût de la lutte comme nul pour les particuliers, on peut alors déterminer un revenu brut.

Les résultats du modèle rendant compte de la situation actuelle dans chacun des quatre pays sont présentés dans l'appendice 2.

3.2. Résultats du modèle

Le modèle décrit ci-dessus a permis d'établir des tableaux standard révisés des pertes dues à la mouche méditerranéenne et des coûts de la lutte (tableau IX) pour les quatre pays du Maghreb dans les conditions actuelles.

Tableau IX. Bénéfices annuels par zone, d'après les résultats de la modélisation (millions de dollars des Etats-Unis), hors développement des marchés d'exportation.

	Pertes de récolte	Coût des pesticides	Total
Libye	19,190	1,030	20,220
Tunisie	21,860	1,300	23,160
Algérie (3 zones)	5,770	0,520	6,290
Maroc (4 zones)	8,700	0,910	9,610

Ces chiffres modifient les données de l'enquête de 1990 [2-6]. Dans la plupart des cas, cette révision compense une sous-estimation systématique des pertes. On observe une différence très significative par rapport aux estimations de l'enquête sur les pertes en fruits à noyau en Libye, où l'on obtenait un chiffre peu vraisemblable de 2 000 dollars par hectare et par an. On obtient en revanche avec le modèle des pertes beaucoup plus élevées sur les agrumes, ce qui est probablement dû à une sous-estimation pendant l'enquête de l'important secteur commercial extensif dans ce pays. Le total des pertes estimées par le modèle pour l'ensemble du Maghreb est d'environ 50 % supérieur aux chiffres obtenus lors des enquêtes nationales, qui minimisent peut-être les pertes du secteur extensif.

Le tableau IX montre que la lutte contre la mouche méditerranéenne au Maghreb est surtout concentrée sur les agrumes, notamment au Maroc où il existe un important secteur commercial intensif. Les coûts associés sont, d'après le modèle, d'environ 40 % plus élevés que ceux relevés dans l'enquête (voir tableau IV), ce qui concorde avec les estimations supérieures obtenues pour les pertes.

3.2.1. Calcul par zone des coûts et des avantages

Etant donné que le plan d'éradication par la TIS prévoit une progression annuelle sur neuf zones, il faut calculer pour chaque option tous les avantages et les coûts rapportés à ces zones, afin de pouvoir effectuer des comparaisons précises. La Libye et la Tunisie correspondent chacune à une zone, l'Algérie est divisée en trois zones égales et le Maroc en quatre zones égales. Dans les deux derniers pays, tous les coûts et les avantages sont divisés également entre les zones. Les coûts et les avantages correspondant à chaque zone varient d'un pays à l'autre, en raison des différences de superficie totale et de répartition des cultures et des secteurs de production.

3.2.2. Hypothèses sur l'efficacité de la lutte

Les trois options (éradication et élimination partielle) sont censées supprimer les pertes dues à la mouche méditerranéenne, soit complètement, soit en les réduisant à des quantités négligeables sur les fruits cultivés. L'éradication a en outre l'avantage de donner une possibilité d'accès aux marchés fermés aux pays infestés par la mouche. Par conséquent, on peut inclure dans les bénéfices la suppression de toutes les pertes et coûts de traitement actuels. Ces pertes et ces coûts (équivalant aux bénéfices présentés au tableau IX) ont été calculés à l'aide du modèle dont les résultats sont donnés pour chaque pays à l'appendice 2.

3.2.3. Plan d'action et coûts

Les opérations devant être effectuées annuellement pour chacune des trois options sont présentées dans des tableaux de l'appendice 2, en même temps que leurs coûts unitaires par zone. La construction d'une installation d'élevage de mouches stériles ayant une production suffisante pour couvrir jusqu'à trois zones simultanément devrait coûter environ 20 millions de dollars, d'après une expérience similaire en Amérique centrale.

Le tableau X présente pour chaque zone et chaque option le coût total du programme. Le détail des coûts pour l'option d'éradication par la TIS est donné pour chaque zone à l'appendice 2.

Tableau X. Coûts annuels par zone, d'après les résultats de la modélisation (millions de dollars des Etats-Unis) pour trois options de lutte contre la mouche méditerranéenne.

Coûts annuels par zone
(millions de dollars E.-U.)

Eradication TIS	Année	Phase d'éradication		Eradication achevée
	0	1	2	3>>>>
Coûts d'éradication				
Libye		15.035	10.097	1.704
Tunisie		31.573	21.204	3.579
Algérie (3 zones)		13.151	8.326	1.311
Maroc (4 zones)		17.282	10.593	1.599
Ateliers de production de mouches TIS	20,000			
Coûts des pulvérisations d'appât				
Libye		2.080	1.040	0.000
Tunisie		4.368	2.184	0.000
Algérie (3 zones)		1.296	0.648	0.000
Maroc (4 zones)		1.344	0.672	0.000

Elimination partielle TIS	Année	Lâchers répétés tous les ans		
	0	1	2	3>>>>
Coûts de lutte				
Libye		4.000	4.000	4.000
Tunisie		8.401	8.401	8.401
Algérie (3 zones)		3.802	3.802	3.802
Maroc (4 zones)		5.204	5.204	5.204
Ateliers de production de mouches TIS	20,000	20,000	20,000	
Coût des pulvérisations d'appât				
Libye		0.520	0.520	0.520
Tunisie		1.092	1.092	1.092
Algérie (3 zones)		0.324	0.324	0.324
Maroc (4 zones)		0.336	0.336	0.336

Elimination partielle par pulvérisations d'appât	Année	Traitements répétés tous les ans		
	0	1	2	3>>>>
Coûts de lutte				
Libye		6.762	6.762	6.762
Tunisie		14.200	14.200	14.200
Algérie (3 zones)		4.267	4.267	4.267
Maroc (4 zones)		4.478	4.478	4.478
Ateliers de production de mouches TIS	0,000			
Coût des pulvérisations d'appât				
Libye		5.200	5.200	5.200
Tunisie		10.920	10.920	10.920
Algérie (3 zones)		3.240	3.240	3.240
Maroc (4 zones)		3.360	3.360	3.360

La figure 1 montre quelle est la ventilation des coûts de l'éradication par la TIS.

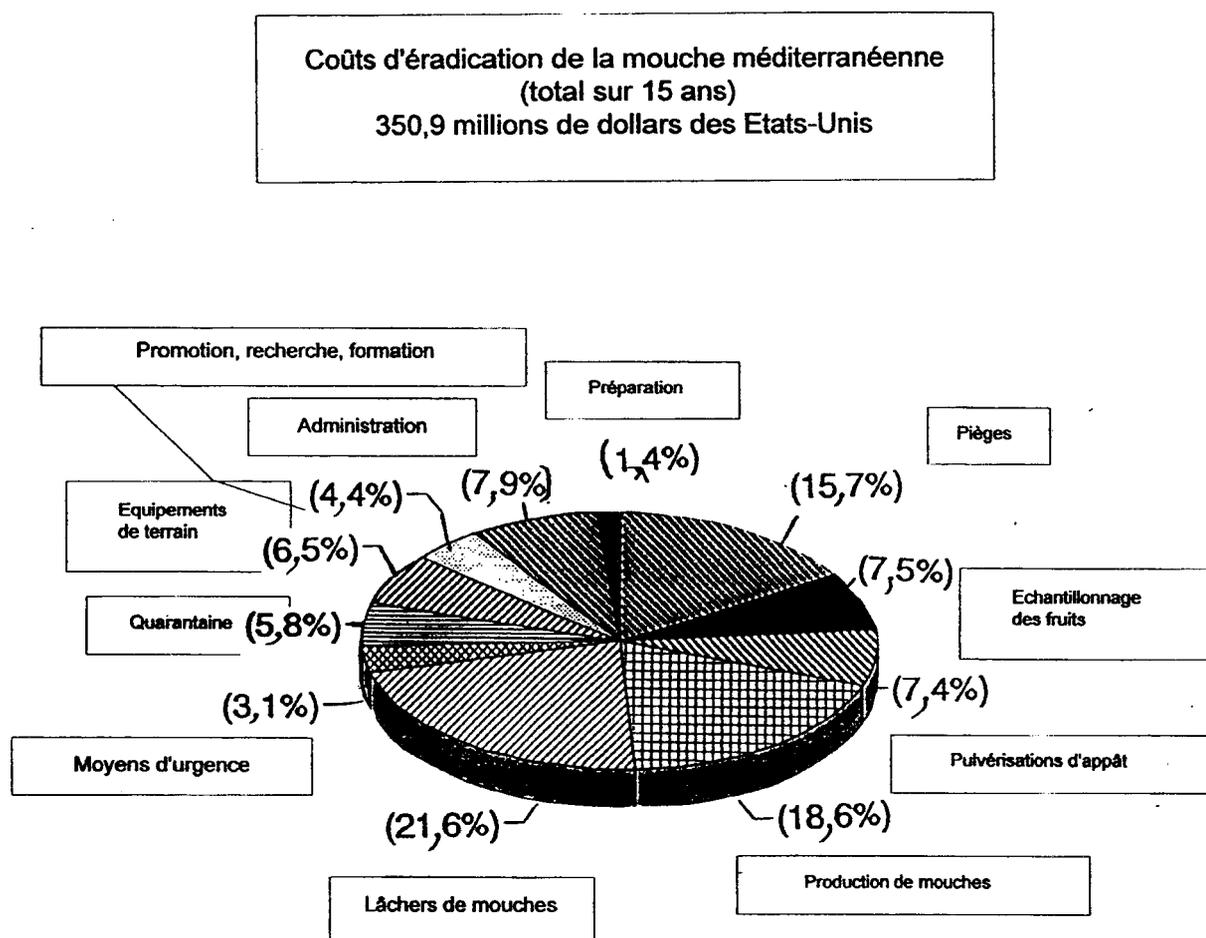


Figure 1. Ventilation des coûts d'éradication par la TIS.

3.2.4. Prévision des coûts et des avantages

L'analyse coûts-avantages de chaque option se base sur une prévision sur 15 ans des opérations à effectuer et des coûts et avantages associés. Pour chaque option, les opérations nécessaires par zone et par année ont été modélisées par tableau. Ce modèle, dont les résultats sont commentés à la section 4, comprend trois parties principales : un tableau montrant l'état d'avancement du projet par zone et par année; un tableau des coûts et avantages annuels; un tableau des indices d'évaluation des avantages calculés sur l'ensemble de la période. Tous les projets sont modélisés de la sorte, avec leurs coûts et avantages respectifs.

3.3. Risques

Il faut remarquer que les modèles coûts-avantages utilisés dans la présente étude ne prennent pas en compte les risques associés à un échec ou à un retard de mise en oeuvre de ces nouvelles technologies, ou à une rupture de quarantaine par la faute d'une nouvelle espèce. Les moyens d'urgence prévus pour les options TIS comprennent une capacité d'intervention par

pulvérisations d'appât. Cependant, en cas d'apparition d'une espèce de mouche des fruits autre que la mouche méditerranéenne, la seule option capable de maintenir un bas niveau de pertes et des avantages élevés sans surcroît important de coûts serait l'élimination partielle à l'échelon régional par pulvérisations d'appât.

Dans chacun des programmes envisagés, il existe une certaine souplesse permettant de s'adapter à des conditions et des objectifs variables. Si, par exemple, les efforts d'éradication étaient infructueux ou la mise en oeuvre du programme retardée, on pourrait s'en tenir à l'option d'élimination partielle par la TIS. De même, il est possible de relever les objectifs d'un programme d'élimination partielle par la TIS, si l'éradication s'avère facile à atteindre.

Les effets sur la production fruitière de modifications des conditions générales d'environnement ou de la situation du marché constituent d'autres risques potentiels. Les avantages de la lutte contre la mouche méditerranéenne pourraient s'en trouver augmentés ou au contraire réduits. Cependant, ces risques sont indépendants des options de lutte et ne devraient pas influencer la viabilité.

Tous ces risques pourraient être pris en compte et testés dans la modélisation, mais cette opération, qui prendrait beaucoup de temps, n'a pas été effectuée à ce stade de l'étude.

4. RESULTATS DES ANALYSES COUTS-AVANTAGES

Les résultats de cinq scénarios ayant fait l'objet d'une analyse coûts-avantages sont présentés dans cette section. Afin de faciliter les comparaisons, tous les résultats sont présentés de la même façon : plan d'action dans la partie supérieure du tableau, résumé des avantages annuels au centre et indices d'évaluation des avantages dans la partie inférieure.

4.1. Eradication à l'échelon régional par la technique de l'insecte stérile

Les experts de l'AIEA ont proposé une campagne d'éradication progressant d'année en année sur neuf zones [7]. Ce plan, légèrement modifié, est présenté schématiquement dans le tableau XI. Le plan pourrait éventuellement être accéléré après quelques années grâce à l'expérience accumulée. Pour comparer les options, on s'est cependant fondé sur l'hypothèse la plus prudente (plan sur neuf ans).

4.2. Elimination partielle à l'échelon régional par la TIS

On suppose que l'option d'élimination partielle par la TIS serait réalisée plus rapidement que l'éradication (tableau XII). Elle implique la construction de trois ateliers de production de mouches au cours d'années successives, avec quatre étapes de mise en oeuvre. Après la phase préparatoire, le programme serait réalisé la première année dans deux zones marocaines, puis étendu la seconde année au reste du Maroc, la troisième année à la Tunisie, et la quatrième année à l'Algérie et à la Libye. Globalement, cette option intermédiaire s'avère très profitable bien qu'elle exige des investissements très importants pour les ateliers de production et que, contrairement à l'éradication, elle n'apporte pas de solution définitive au problème de la mouche méditerranéenne (pas de possibilité de développement des marchés à l'exportation).

Tableau XI. Analyse coûts-avantages pour l'éradication par la TIS, progressant annuellement sur neuf zones, du Maroc vers la Libye.

Analyse coûts-avantages pour MAGHREBMED

(valeurs en millions de \$)

Analyse : Eradication TIS du Maroc vers la Libye

Année Phase du projet	Phase 2			Phase 3			Projet terminé									Total	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Etat annuel du projet par zone																	
Maroc				ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	Coûts (cumulés)
Maroc				ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	33,274
Maroc				ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	31,675
Maroc				ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	30,076
Algérie				ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	28,477
Algérie				ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	21,017
Algérie				ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	19,706
Algérie				ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	ERAD	18,395
Tunisie																	42,310
Libye																	18,443
Avantages annuels																	
Total	0,000	0,000	0,000	6,996	17,991	26,987	35,982	42,278	48,574	54,870	78,034	98,259	98,259	98,259	98,259	98,259	706,747
Coûts annuels																	
Eradication TIS				17,282	27,875	27,875	27,875	23,745	21,477	21,477	39,899	36,239	2,000	0,000	0,000	0,000	253,840
Atelier			20,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	20,000
Coût après éradication				0,000	0,000	1,599	3,199	4,798	6,397	7,708	9,019	10,330	19,429	19,429	19,429	19,429	88,185
Préparation phase 2	1,500	2,000	1,500														5,000
Total	1,500	2,000	21,500	17,282	27,875	29,474	31,074	28,542	27,874	29,185	48,918	46,569	24,006	15,613	15,613	367,025	
Avantages nets (annuels)																	
Total	-1,500	-2,000	-21,500	-8,286	-9,884	-2,488	4,908	13,736	20,700	25,685	29,116	51,690	74,253	82,646	82,646	82,646	339,722
Avantages nets (cumulés)																	
Total	-1,500	-3,500	-25,000	-33,286	-43,170	-45,658	-40,749	-27,014	-6,314	19,371	48,487	100,177	174,430	257,076	339,722	339,722	339,722

Indices d'évaluation des avantages

Indices globaux	Valeur actualisée des avantages bruts par pays (millions de dollars E.-U.)			Utilisation de pesticides sur dix ans (millions de dollars E.-U.)		
	Libye	Tunisie	Algérie	Libye	Tunisie	Algérie
Valeur nette actualisée (millions de \$ E.-U.)	112,49	28,730	42,839	Libye	10,300	Après éradication
Rapport avantages-coûts	1,59	42,839	53,381	Tunisie	13,000	0,000
Rentabilité du capital	4,26	53,381	177,509	Algérie	15,600	0,000
Taux de rentabilité interne (%)	28,22	177,509	302,459	Maroc	36,700	0,000
Période de récupération (années)	10	302,459		Total	75,600	0,000

Note : Tous les projets sont comparés sur une période de 15 ans, correspondant au projet d'éradication par la TIS (phase préliminaire de trois ans, campagne TIS par zones de neuf ans, phase d'observation de trois ans). L'utilisation de pesticides comprend les coûts d'application; la comparaison est effectuée sur dix ans afin de prendre en compte la durée de la période de transition dans le projet d'éradication.

Taux d'actualisation : 0,08

Le taux d'actualisation de 8 % est basé sur les taux d'intérêt et d'inflation dans la région entre 1980 et 1990.

4.3. Elimination partielle à l'échelon régional au moyen de pulvérisations d'appât

L'option d'élimination partielle par pulvérisations d'appât pourrait être réalisée plus rapidement que les deux autres et ne nécessiterait pas de gros apports en capitaux (tableau XIII). C'est pourtant globalement l'option la plus coûteuse; de plus, elle augmenterait de façon importante la quantité de pesticides introduits dans l'environnement. Comme dans le cas de l'élimination partielle par la TIS, il ne s'agit pas d'une solution définitive au problème de la mouche méditerranéenne, qui permettrait d'accéder à de nouveaux marchés fermés aux fruits provenant de régions infestées par ce ravageur.

5. DISCUSSION

On peut prendre en considération différents critères pour comparer les trois programmes de lutte à l'échelon régional contre la mouche méditerranéenne (tableau XIV). La valeur nette actualisée, le rapport avantages/coûts, le taux de rentabilité interne et la période de récupération montrent que les trois options envisagées sont préférables à la méthode de lutte actuelle. C'est l'élimination partielle par pulvérisations d'appât qui permettrait d'obtenir la meilleure rentabilité financière globale sur les 15 premières années. Cependant, une fois réalisée, l'éradication par la TIS devient l'option la plus intéressante en termes d'avantages annuels nets (figure 2). Le tableau XV présente les estimations correspondant à des variantes de la stratégie d'élimination partielle par pulvérisations d'appât (plus ou moins grand nombre de traitements par an). A partir d'environ 13 pulvérisations d'appât par saison, cette option devient moins intéressante du point de vue économique que l'élimination partielle par la TIS sur les 15 premières années.

Si l'on considère un indicateur environnemental, le coût des traitements pesticides (tableau XIV), il apparaît nettement que l'élimination partielle par pulvérisations d'appât à l'échelon régional est moins favorable que les deux options faisant appel à la TIS.

Pour l'évaluation des coûts des deux options de lutte reposant sur la TIS, on a supposé que des ateliers de production de mouches seraient construits spécialement pour le projet. Toutefois, il serait également possible d'envisager d'acheter les mouches à des ateliers de production commerciaux, ce qui diminuerait l'investissement initial mais conduirait à payer plus cher les mouches dont on aurait besoin. Ces deux possibilités sont comparées dans le tableau XVI, sur la base d'un prix marchand de 300 dollars des Etats-Unis par million de mouches (mâles et femelles) contre 175 dollars par million de mouches pour les ateliers attachés au projet. Sur cette base, la valeur actualisée nette sur 15 ans diffère peu, mais le taux de rentabilité interne est bien supérieur dans le cas des ateliers commerciaux en raison du plus faible apport de capital. Un producteur commercial de mouches serait incité à maintenir les coûts à un niveau peu élevé et à rechercher des marchés supplémentaires afin de répartir les frais généraux, ce qui serait un avantage. Toutefois, il faudrait peut-être lui assurer un contrat de vente initial de longue durée afin de lui donner la confiance nécessaire pour prendre le risque d'investir.

D'autres avantages indirects résulteraient de l'extension des marchés à l'exportation. Avec les techniques actuelles de lutte contre la mouche méditerranéenne, on ne peut vendre de fruits que sur les marchés qui n'exigent pas que les résidus de pesticides soient très faibles ou que la zone de production soit certifiée exempte de mouches. Les nouvelles stratégies pourraient permettre de conquérir de nouveaux marchés. En effet, les programmes régionaux faisant appel à la TIS ouvriront de plus grandes possibilités d'accès aux marchés à l'exportation qui n'accepteraient que des fruits "sans pesticides" ou "indemnes de mouches" (tableau XVII et figure 3).

Tableau XIV. Indicateurs économiques et environnementaux permettant de comparer trois options de lutte contre la mouche méditerranéenne avec la méthode de lutte actuelle sur une période de 15 ans.

	Options			
	Méthode de lutte actuelle	Élimination partielle à l'échelon régional à l'aide d'appât	Élimination partielle à l'échelon régional par la TIS	Éradication à l'échelon régional par la TIS
Indicateurs économiques				
Valeur nette actualisée (8 % sur 15 ans) (millions de dollars)	-	278	197	112
Rapport avantages/coûts	-	1,90	1,75	1,59
Taux de rentabilité interne (%)	-	437	51	28
Bénéfice annuel net après achèvement du projet (millions de dollars)	-	47	54	83
Période de récupération (années après la phase 2)	-	1	4	7
Indicateurs environnementaux				
Variation nette de l'utilisation annuelle de pesticides (millions de dollars)	-	+31,8	-3,6	-7,5
Utilisation annuelle de pesticides (millions de dollars)	7,5	39,3	3,9	0

Remarques :

Les coûts liés à l'utilisation de pesticides, qui comprennent le coût des produits et de leur application, correspondent à des teneurs analogues en matière active. Dans l'option d'élimination partielle par la TIS, les applications de pesticides peuvent être limitées à des traitements de "nettoyage" et à des traitements de protection autour des vergers, et n'entraînent pas nécessairement de résidus sur les fruits. Quelques pulvérisations d'appât seraient effectuées pendant la première phase du programme d'éradication par la TIS, mais les pesticides ne seraient plus nécessaires au bout de la deuxième année dans les diverses zones d'éradication (sauf localement dans le cas d'opérations occasionnelles de quarantaine).

Les avantages économiques d'une élimination partielle à l'échelon régional à l'aide d'appât sont contrebalancés par des coûts environnementaux supérieurs et par le risque de perdre des parts de marché à l'exportation si les marchés actuels (Amérique du Nord et Europe) devenaient plus restrictifs vis-à-vis des résidus de pesticides et de la présence de la mouche méditerranéenne dans les pays producteurs (voir la figure 3 et le tableau XVII).

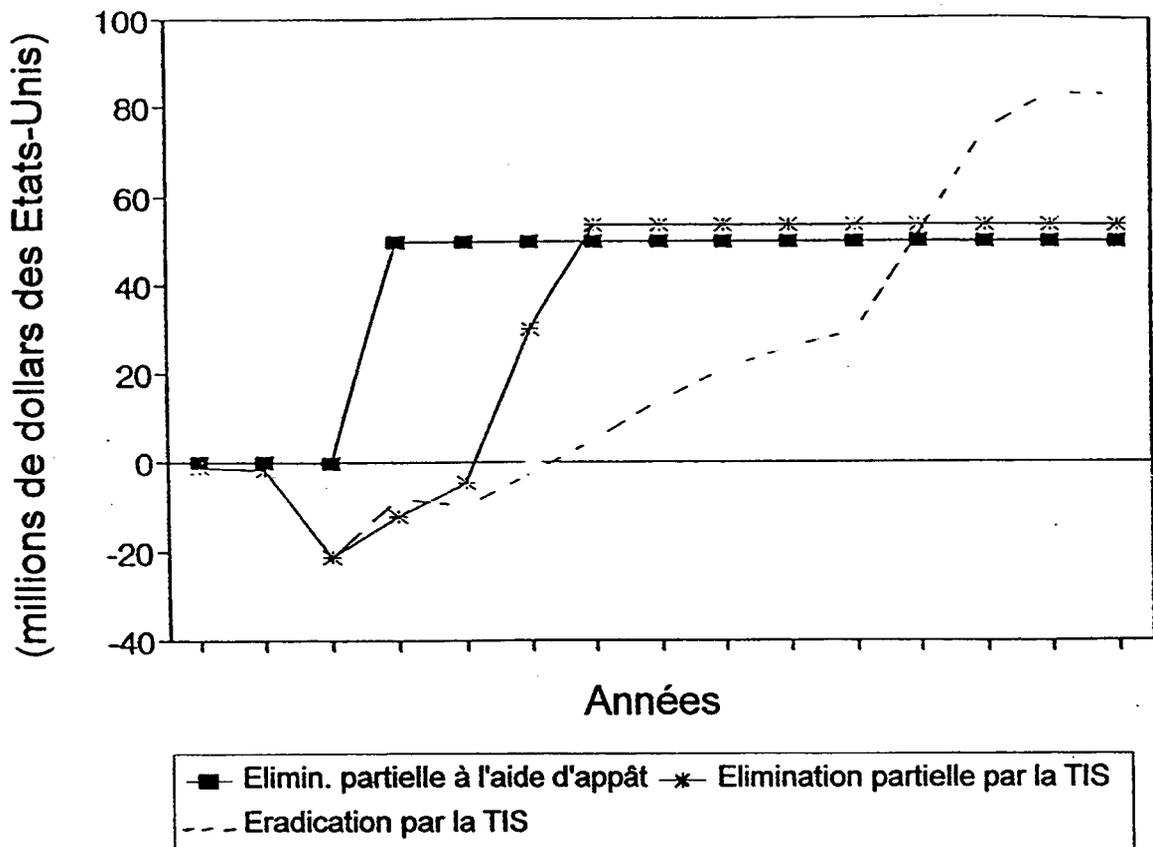


Figure 2. Avantages nets annuels et cumulés de l'éradication par la TIS.

La chute des prix des fruits et des coûts de production faisant suite à l'éradication de la mouche est susceptible d'exercer une pression sur les producteurs les moins performants, avec pour conséquence des changements dans la production fruitière et l'industrie de transformation. Tandis que certains producteurs et industriels pourraient être amenés à l'abandon, d'autres seraient encouragés à démarrer ou à développer cette activité, une fois éliminée la contrainte de la lutte contre la mouche méditerranéenne.

Ces analyses sont fondées sur un programme couvrant l'ensemble du Maghreb. Il est possible d'entreprendre les programmes d'élimination partielle à plus petite échelle, par pulvérisations d'appât ou par la TIS, soit préalablement à un programme global, soit dans le cadre de projets indépendants. Il est plus difficile d'entreprendre un projet d'éradication à petite échelle à cause du problème de la réinfestation. Le coût des programmes d'élimination partielle à petite échelle peut être calculé pour chaque zone, comme dans le cas des programmes régionaux examinés plus haut. Toutefois, les avantages obtenus dépendront du type de fruits cultivés dans la région et du niveau de contrôle actuel. Les zones qui se prêtent le mieux à une élimination partielle à petite échelle sont celles où existe une production fruitière intensive importante. Ces régions devraient profiter davantage d'une réduction des résidus de pesticides que d'une amélioration de la lutte.

Tableau XV. Indicateurs économiques et environnementaux (sur 15 ans) pour trois fréquences annuelles de pulvérisation dans le cadre de l'option d'élimination partielle à l'échelon régional à l'aide d'appât (l'option comportant dix pulvérisations par an a été retenue à des fins de comparaison avec les autres options de lutte).

	Options			
	Méthode de lutte actuelle	Elimination partielle à l'échelon régional avec 7 pulvérisations d'appât /an	Elimination partielle à l'échelon régional avec 10 pulvérisations d'appât /an	Elimination partielle à l'échelon régional avec 13 pulvérisations d'appât /an
Indicateurs économiques				
Valeur nette actualisée (8 % sur 15 ans)	-	365	278	191
Rapport avantages/coûts	-	2,63	1,90	1,48
Taux de rentabilité interne (%)	-	488	437	374
Bénéfice annuel net après achèvement du projet (millions de dollars)	-	61	47	32
Période de récupération (années après la phase 2)	-	1	1	1
Indicateurs environnementaux				
Variation nette de l'utilisation annuelle de pesticides (millions de dollars)	-	+20,0	+31,7	+43,0
Utilisation annuelle de pesticides (millions de dollars)	7,5	27,5	39,3	50,5

Tableau XVI. Comparaison de quelques indicateurs économiques pour les options de lutte faisant appel à la TIS dans deux cas : ateliers de production de mouches financés dans le cadre du projet (coût des mouches limité au prix de revient) et ateliers de production financés par des fonds extérieurs (mouches achetées au prix du marché).

	Elimination partielle par la TIS		Eradication par la TIS	
	Ateliers attachés au projet	Mouches achetées à l'extérieur	Ateliers attachés au projet	Mouches achetées à l'extérieur
Coût des ateliers (millions de dollars)	3 x 20 Total : 60	-	1 x 20 Total : 20	-
Prix des mouches par million (mâles et femelles) (dollars)	175	300	175	300
Valeur nette actualisée (8% sur 15 ans)	197	199	112	108
Taux de rentabilité interne (%)	51	109	28	32

Tableau XVII. La stratégie optimale de lutte contre la mouche méditerranéenne est très sensible à des variations relativement faibles de la demande sur les marchés à l'exportation.

Stratégie optimale d'après les critères économiques	Evolution possible des marchés actuels à l'exportation, qui imposent relativement peu de restrictions		
	Pas de restrictions	Fruits "sans pesticides" ou présentant un niveau maximal de résidus très faible	Fruits certifiés "indemnes de mouches"
Elimination partielle à l'échelon régional à l'aide d'appât	-	Moins de 3,5 % de la part de marché est destinée à des marchés imposant des restrictions	
Elimination partielle à l'échelon régional à l'aide de la TIS	-	Plus de 3,5 % de la part de marché	Moins de 3,5 % de la part de marché
Eradication à l'échelon régional à l'aide de la TIS	-	-	Plus de 3,5 % de la part de marché

Remarques :

Le Maghreb exporte actuellement environ 470 000 tonnes de fruits, presque exclusivement vers des marchés imposant relativement peu de restrictions (en ce qui concerne les niveaux maximaux de résidus ou l'absence de mouches dans les zones de production, les fruits devant être par ailleurs d'excellente qualité pour être acceptés sur ces marchés). Une part de 3,5 % du marché représenterait environ 16 500 tonnes. Aucune majoration de prix n'est attendue sur les marchés qui pourraient imposer des restrictions.

La valeur de la variation de 3,5 % a été calculée sur la base de la valeur nette actualisée sur 15 ans à un taux d'actualisation de 8 % pour une évolution du marché intervenant après la troisième année (lorsque la méthode de lutte commence à être mise en oeuvre). Dans le tableau XIV, la valeur nette actualisée obtenue pour l'option d'élimination partielle à l'aide d'appât est supérieure de 81 millions de dollars à celle obtenue pour l'option d'élimination partielle par la TIS, qui est elle-même supérieure de 85 millions de dollars à la valeur nette actualisée obtenue pour l'option d'éradication par la TIS. Cela correspond dans les deux cas à l'écoulement de quelque 16 500 tonnes de fruits sur l'un des marchés à l'exportation imposant des restrictions.

Les marchés européens et nord-américains sont susceptibles d'exiger à l'avenir des produits ayant de plus bas niveaux maximaux de résidus ou certifiés "sans pesticides". Il serait alors nécessaire de modifier les pratiques actuelles de lutte contre la mouche méditerranéenne pour maintenir la part actuelle du Maghreb sur ces marchés. Le transfert d'une part supérieure à 3,5 % sur ces marchés est tout à fait envisageable, mais cette possibilité pourrait également disparaître si l'intérêt du public pour les fruits "sans pesticides" venait à décroître.

Les marchés du sud des Etats-Unis et du Japon exigeraient que la zone de production soit certifiée "indemne de mouches" avant qu'il puisse être envisagé d'y accéder (toutefois l'accès à ces marchés pourrait alors être interdit pour d'autres raisons). Ces marchés seraient perdus pour plusieurs années si la quarantaine venait à être interrompue.

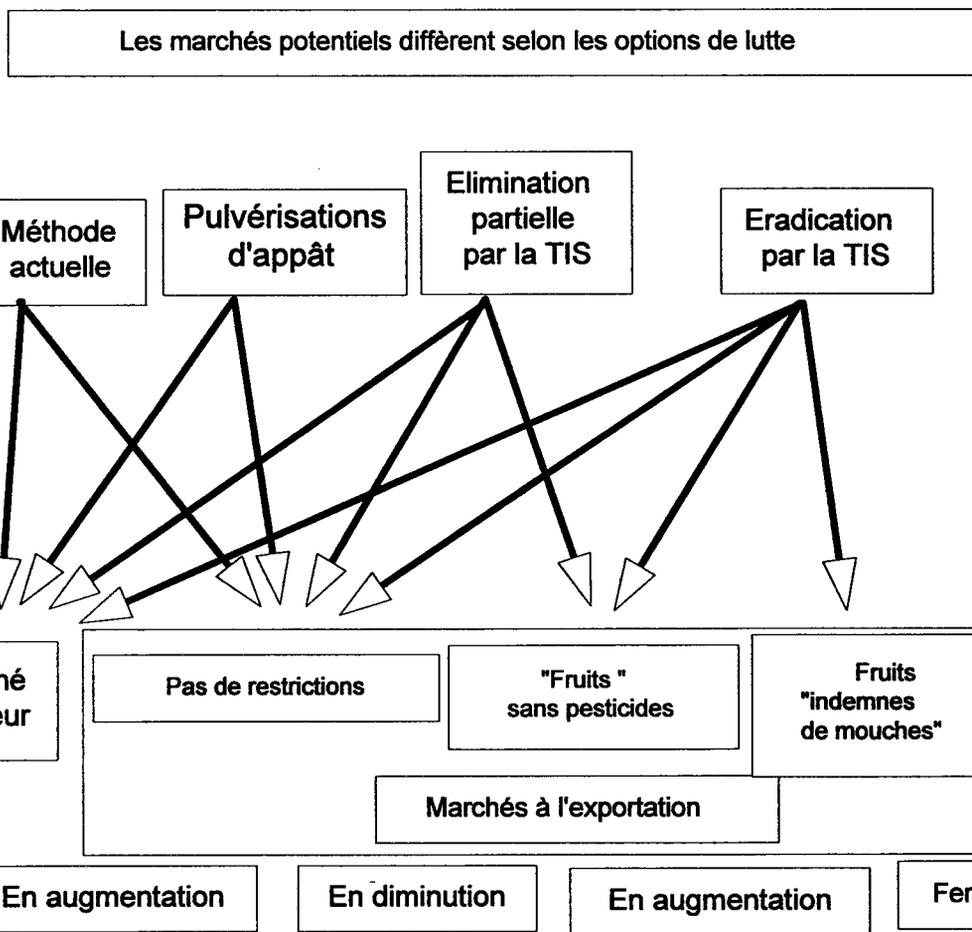


Figure 3. Pour étudier les différentes stratégies de lutte contre la mouche méditerranéenne, il faut envisager non seulement les indicateurs économiques correspondant aux marchés actuels, mais encore l'évolution future des marchés. A l'heure actuelle, les marchés intérieurs et les marchés à l'exportation sur lesquels sont vendus les fruits du Maghreb sont relativement peu restrictifs, mais les tendances indiquent que les marchés à l'exportation pour les produits de qualité supérieure se préoccupent de plus en plus des résidus de pesticides. Il faut noter qu'il est également possible d'obtenir des fruits indemnes de mouches avec l'option d'élimination partielle à l'échelon régional à l'aide d'appât, mais qu'il faudrait alors déployer des efforts supplémentaires considérables en matière de quarantaine et d'échantillonnage, efforts dont les coûts n'ont pas été pris en considération dans les budgets étudiés pour cette option dans le cadre du présent rapport.

Avec l'option d'élimination partielle par la TIS, les producteurs de ces régions pourraient accéder aux marchés exigeant des fruits sans pesticides. Des opérations mettant en oeuvre la TIS à petite échelle seraient tributaires d'une source commerciale fiable d'approvisionnement en mouches stériles dans la région méditerranéenne.

6. CONCLUSION

Pour différentes raisons d'ordre économique et écologique, les deux options d'éradication et d'élimination partielle par la TIS sont recommandées pour lutter contre la mouche méditerranéenne au Maghreb. L'élimination partielle par la TIS donnerait accès à des marchés exigeant des fruits "sans pesticides" ou à faible niveau maximal de résidus, que l'on s'attend à voir

se développer à l'avenir. Cette option ne nécessite pas de mesures de quarantaine supplémentaires importantes et elle est relativement sans risque. Un plan d'éradication par la TIS sur neuf zones successives (de 2 500 à 5 250 kilomètres carrés), démarrant au Maroc (ou en Libye) et progressant annuellement d'une zone jusqu'à éradication de la mouche en Libye (ou au Maroc), serait une option séduisante du point de vue technique. Elle offrirait une solution à long terme relativement peu coûteuse au problème de la mouche méditerranéenne, et elle ouvrirait des possibilités d'accès à de nouveaux marchés exigeant des fruits "indemnes de mouches". Elle nécessiterait cependant des efforts de quarantaine très importants et soutenus, et une grande partie des avantages résultant des succès initiaux pourrait disparaître si on laissait la mouche méditerranéenne pénétrer de nouveau dans la région. Par ailleurs, le renforcement de l'infrastructure de quarantaine constituerait un avantage supplémentaire pour les pays du Maghreb en empêchant l'entrée d'espèces exotiques de mouches des fruits.

Environ 40 % des coûts sont dus à la production et aux lâchers de mouches stériles, et 30 % aux activités de piégeage, d'échantillonnage et de quarantaine. Les 30 % restants correspondent aux équipements de terrain, aux coûts administratifs, à la recherche, aux moyens d'urgence et à d'autres activités.

Tous les indices d'évaluation des avantages obtenus pour les programmes d'élimination partielle et d'éradication par la TIS sont favorables, du point de vue tant économique qu'environnemental. L'efficacité de ces techniques a été démontrée dans le cadre de programmes à grande échelle menés sur le continent américain. Si l'on prévoit un financement approprié pour mettre en place des procédures de quarantaine et des moyens d'intervention d'urgence, le risque de réinfestation par la mouche méditerranéenne ou d'invasion par une nouvelle espèce de mouche des fruits est réduit au minimum et les avantages du projet devraient continuer à se faire sentir bien au-delà de son achèvement.

REFERENCES

REFERENCES CITEES

- [1] Groupe d'experts, 1992 : Draft of Economic Evaluation of Alternative Strategies for Medfly Control in the Maghreb, Rapport AIEA, Vienne.
- [2] Driouchi, A., 1990 : Note sur l'évaluation économique des pertes dues à la mouche méditerranéenne des fruits (*Ceratitis capitata*) : cas de l'économie agricole algérienne, Rapport AIEA, Vienne.
- [3] Driouchi, A., 1990 : Note on Economic Assessment of Losses Due to Medfly on Fruit Economy of Libya, Rapport AIEA, Vienne.
- [4] Driouchi, A., 1990 : Note sur l'évaluation économique des pertes dues à la mouche méditerranéenne des fruits (*Ceratitis capitata*) : cas de l'économie agricole marocaine, Rapport AIEA, Vienne.
- [5] Driouchi, A., 1990 : Note sur l'évaluation économique des pertes dues à la mouche méditerranéenne des fruits (*Ceratitis capitata*) : cas de l'économie agricole tunisienne, Rapport AIEA, Vienne.

- [6] Driouchi, A., et Buyckx, E.J., Report of a Meeting of National Agro-economists on the Evaluation of the Economic Loss due to the Medfly, Rapport AE/1/90, AIEA, Vienne.
- [7] Groupe d'experts, avril 1992 : Programme d'éradication de la mouche méditerranéenne des fruits d'Algérie, de Jamahiriya Libyenne, du Maroc et de Tunisie, AIEA, Vienne.
- [8] AIEA, 1990 : The New World Screwworm Eradication Programme for North Africa, Vienne, janvier 1990.
- [9] Buyckx, E.J., 1992 : Bioclimatic Effects on the Distribution of the Mediterranean Fruit Fly (Diptera : Tephritidae) in the Maghreb, C.R. Colloque sur les mouches des fruits d'importance économique, XIX Congrès int. d'entomologie, Beijing (Chine).
- [10] Schwarz, A.J., Liedo, J.P., et Hendrichs, J.P. : Current Programme in Mexico, World Crop Pests, Vol. 3B, Fruit Flies Biology, Natural Enemies and Control, A.S. Robinson and G.H.S. Hooper (eds).
- [11] LaChance, L.E., 1985 : Genetic Methods for the Control of Lepidopteran Species, USDA, ARS, Washington, D.C.
- [12] Clark, D.A., 1992 : Co-operative Pink Bollworm Program, San Joaquin Valley, California : 1992 Workplan, California Department of Food and Agriculture, Sacramento.
- [13] Cohen, E., Podoler, H., El-Hamlawi, M., 1987 : Effects of the malathion-bait mixture used on citrus to control *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera : Tephritidae) on the Florida red scale, *Chrsomphalus aonidum* (L.) (Hemiptera : Diaspididae), and its parasitoid, *Aphytis holoxantus* DeBach (Hymenoptera : Aphelinidae), Bull. Entomol. Res., 77, 303-307.
- [14] Roessler, Y., 1989 : Insecticidal Bait and Cover Sprays, pp. 329-336, in A.S. Robinson and G.H.S. Hooper. Fruit Flies : Biology and Control, World Crop Pests, Volume 3B, Elsevier Publ., Amsterdam.
- [15] Klassen, W., 1989 : Eradication of Introduced Arthropod Pests : Theory and Historical Practice, Misc. Publications 73, Ent. Soc. America.
- [16] Fletcher, B.S., 1989 : Movements of Tephritid Fruit Flies, pp. 209-219, in A.S. Robinson and G.H.S. Hooper. Fruit Flies : Biology and Control, World Crop Pest, Volume 3B, Elsevier Publ., Amsterdam.
- [17] White, I.M., et Elson-Harris, 1992 : Fruit Flies of Economic Significance : Their Identification and Bionomics, ACIAR, CAB.
- [18] Carlson, G.A., Sappie, G., Hammig, M., 1989 : Economic Returns to Boll Weevil Eradication, USDA, ARS, Washington, D.C.
- [19] Reichelderfer, K.H., Carlson, G.A., Norton, G.A., 1984 : Economic Guidelines for Crop Pest Control, FAO Plant Production and Protection Paper 58, FAO, Rome.
- [20] Secretaría de Agricultura y Recursos Hidraulicos, Dirección General Sanidad Vegetal (DGSV), 1991 : Estudio Beneficio/Costo de la Campaña de Erradicación de las Moscas de la Fruta, Mexico.

- [21] Mumford, J.D., Smith, E.S.C., Norton, G.A., 1991 : Fruit Fly Control in Mauritius, Phase 2 : Feasibility Study for National and Regional Programmes, Landell Mills Associates Ltd., Bath (Royaume-Uni).

AUTRES REFERENCES

Animal and Plant Health Inspection Service, USDA, 1991 : Japan-US Caribfly Protocol on Fresh Florida Fruits.

Armstrong, J.W., 1988 : Post-harvest Quarantine Treatments in the Tropics, 1er Coll. int. sur les mouches des fruits sous les tropiques, Kuala Lumpur (Malaisie).

Blak, M., Neshnush, I.M., Bin Kafu, A.A., 1987 : New Hosts of the Fruit Fly Libya, Agricultural Research Center, Report, Tripoli.

Buyckx, E.J., Vita, G., 1988 : Report of Visits to Algeria, Morocco and Tunisia, Project RAF/5/013 : Survey on the Extent of Medfly Infestation in North Africa, AIEA, Vienne.

Delanoue, P., et Soria, F., 1962 : Les fruits de l'oranger amer (*Citrus bigaradia* Riss.), Réserve dangereuse en Tunisie de mouches des fruits (*Ceratitis capitata* Wied.), Ann. INRAT, 35, 1, 125-204.

FAO, 1986, Africa : Statistical Basebook for Food and Agriculture, FAO, Rome.

FAO Trade Yearbook, 1989, FAO, Rome.

FAO Production Yearbook, 1990, FAO, Rome.

AIEA, 1990 : Northern Africa Regional Programme for Medfly Control and Eradication, Plan of Operation, Draft No. 1, Vienne.

AIEA, 1990 : Northern Africa Regional Programme for Medfly Control and Eradication (MAGHREBMED), Phase 2, Plan of Operation, Draft No 5, Vienne.

AIEA, 1991, Report of the Third Meeting of National Co-ordinators, Report NC/3/1991, Vienne.

Janick, J., 1989 : Horticulture in Morocco : North Africa's California, Hort. Science, 24, 1 : 18-22.

Liquido, N.J., Shinoda, L.A., Cunningham, R.T., 1991 : Host Plants of the Mediterranean Fruit Fly (Diptera : Tephritidae) : An Annotated World Review, Misc. Publications, 77, Ent. Soc. America.

Monjauze, A., et Le Houérou, H.N., 1965 : Le rôle des Opuntia dans l'économie agricole nord-africaine, Bull. Ecole nat. supérieure d'agriculture de Tunis, 8-9, 85-104.

Policy and Program Development, Animal and Plant Health Inspection Service, USDA, 1993, An Economic Impact Assessment of the Mediterranean Fruit Fly Co-operative Eradication Program, 26 pages de texte, 48 pages d'annexes.

Rieuf, P., 1962 : Les champignons de l'arganier, les Cahiers de la recherche agronomique, 15, Direction de la recherche agronomique et de l'enseignement agricole, Rabat (Maroc).

Sacantanis, K.B., 1955 : La forêt d'arganier, le plus grand foyer de *Ceratitis capitata* Wied. connu au monde, Service de la défense des végétaux, Marrakech (Maroc).

Soria, F., 1962 : Plantes hôtes secondaires de *Ceratitis capitata* Wied. en Tunisie, Ann. INRAT, 35 : 51-72.

USDA, 1990 : Strategic Plan for Dealing with Fruit Flies, APHIS, Washington.

Appendice 1

LISTE DES EXPERTS

M. J.D. Mumford
Department of Biology
Imperial College at Silwood Park
Ascot
Berks SL5 7PY
Royaume-Uni

M. A. Driouchi
Economie rurale et appliquée
Ecole nationale d'agriculture
B.P. 40
Meknès
Maroc

M. W. Enkerlin
Programa MOSCAMED-SARH
Apdo. Postal 368
30700 Tapachula, Chiapas
Mexique

M. G.A. Carlson
Dept. of Economics and Business
North Carolina State University
Raleigh, NC 27650
Etats-Unis

M. E.J. Buyckx
Viale dei Primatei Sportivi 86
I-00144 Rome
Italie

Fonctionnaires de l'AIEA

M. W. Klassen
M. D.A. Lindquist
M. J. Hendrichs

Appendice 2

TABLEAUX ET CALCULS COMPLEMENTAIRES

Tableau 1

Modélisation de l'impact de la mouche des fruits et des marchés :

Algérie

VARIABLES DE PRODUCTION/LUTTE ANTIRAVAGEUR						
Milliers d'ha	Superficie totale		88	Production (kg/ha)		Potential de production (milliers t)
	Prod. intens.	Prod. extens.		Prod. intens.	Prod. extens.	
Agrumes	10	26		12000	10000	380
Fruits à pépins	2	19		4000	2000	46
Fruits à noyau	6	25		2000	1500	49
Fonction "Dégâts" (% pertes)	Prod. intens.	Prod. extens.		Fonction "Niveau de contrôle" (% pertes en moins)		Pertes moyennes (% malgré la lutte)
				Prod. intens.	Prod. extens.	
Agrumes	20	30		80	20	17
Fruits à pépins	30	45		80	20	30
Fruits à noyau	40	60		80	20	38
Nombre moyen de traitements par saison	Prod. intens.	Prod. extens.		Coût des traitements (10 \$/ha)		Coût total de la lutte (millions \$)
				Prod. intens.	Prod. extens.	
Agrumes	4	1		0,40	0,26	0,66
Fruits à pépins	5	1		0,10	0,19	0,29
Fruits à noyau	6	1		0,36	0,25	0,61
VARIABLES DES MARCHES						
	Prix (\$/kg)	Limite du marché (milliers t)	Quantité (milliers t)	Valeur brute de la production (millions \$)		
				Marché	Total partiel	
Marché à l'exportation exigeant des fruits certifiés indemnes de mouches						
Agrumes	1,00	0,00	0,00	0,00		
Fruits à pépins	1,00	0,00	0,00	0,00		
Fruits à noyau	0,70	0,00	0,00	0,00		
					0,00	
Marché à l'exportation n'exigeant pas des fruits indemnes de mouches						
Agrumes	1,00	0,00	0,00	0,00		
Fruits à pépins	1,00	0,00	0,00	0,00		
Fruits à noyau	0,70	0,00	0,00	0,00		
					0,00	
Marché intérieur						
Agrumes	0,11		312,80	34,41		
Fruits à pépins	0,30		31,84	9,55		
Fruits à noyau	0,30		30,54	9,16		
					53,12	
				Total	53,12	
RECAPITULATION DES PERTES ET DES COÛTS DE LUTTE						
Pertés par marché (millions \$)		Pertés par produit (milliers t)		Coût de la lutte (millions \$)	Pertés + coût (millions \$)	
Exportations (fruits indemnes de mouches)						
Agrumes	0,00	Agrumes	67,20	7,39	0,66	8,05
Fruits à pépins	0,00	Fruits à pépins	14,16	4,25	0,29	4,54
Fruits à noyau	0,00	Fruits à noyau	18,46	5,69	0,61	6,30
	0,00					
Exportations (fruits non indemnes de mouches)						
Agrumes	0,00					
Fruits à pépins	0,00					
Fruits à noyau	0,00					
	0,00					
Marché intérieur						
Agrumes	7,39					
Fruits à pépins	4,25					
Fruits à noyau	5,69					

Population (millions)	25,00
Consommation (kg/an)	15,01
Dépenses sur le marché (\$/an)	2,12
Prix moyen sur le marché (\$/kg)	0,14

Pertes de récolte (millions \$)	17,328
Coût de la lutte (millions \$)	1,560
Valeur nette de la production (millions \$)	51,562

Tableau 2

Modélisation de l'impact de la mouche des fruits et des marchés :

Libye

VARIABLES DE PRODUCTION/LUTTE ANTIRAVAGEUR						
Milliers d'ha	Superficie totale	50	Production (kg/ha)		Potentiel de production (milliers t)	
	Prod. intens.	Prod. extens.	Prod. intens.	Prod. extens.		
Agrumes	10	26	12000	8500	341	
Fruits à pépins	2	6	4000	1600	17	
Fruits à noyau	3	3	2000	1200	9	
Fonction "Dégâts" (% pertes)	Prod. intens.	Prod. extens.	Fonction "Niveau de contrôle" (% pertes en moins)		Pertes moyennes (%) malgré la lutte	
			Prod. intens.	Prod. extens.		
Agrumes	20	30	80	20	16	
Fruits à pépins	30	45	80	20	23	
Fruits à noyau	40	60	80	20	24	
Nombre moyen de traitements par saison			Coût des traitements (10 \$/ha)		Coût total de la lutte (millions \$)	
	Prod. intens.	Prod. extens.	Prod. intens.	Prod. extens.		
Agrumes	4	1	0,40	0,26	0,66	
Fruits à pépins	5	1	0,10	0,06	0,16	
Fruits à noyau	6	1	0,18	0,03	0,21	
VARIABLES DES MARCHES						
	Prix (\$/kg)	Limite du marché (milliers t)	Quantité (milliers t)	Valeur brute de la production (millions \$)		
				Marché	Total partiel	
Marché à l'exportation exigeant des fruits certifiés indemnes de mouches						
Agrumes	1,00	0,00	0,00			
Fruits à pépins	1,00	0,00	0,00	0,00		
Fruits à noyau	0,70	0,00	0,00	0,00		
				0,00	0,00	
Marché à l'exportation n'exigeant pas des fruits indemnes de mouches						
Agrumes	1,00	0,00	0,00			
Fruits à pépins	1,00	0,00	0,00	0,00		
Fruits à noyau	0,70	0,00	0,00	0,00		
				0,00	0,00	
Marché intérieur						
Agrumes	0,30		283,16			
Fruits à pépins	0,30		13,66	84,95		
Fruits à noyau	0,30		7,39	4,10		
				2,22	91,26	
					Total 91,26	
RECAPITULATION DES PERTES ET DES COÛTS DE LUTTE						
Pertés par marché (millions \$)		Pertés par produit			Coût de la lutte	Pertés + coût
					(millions \$)	(millions \$)
		(milliers t)				
Exportations (fruits indemnes de mouches)						
Agrumes	0,00	Agrumes	57,84	17,35	0,66	18,01
Fruits à pépins	0,00	Fruits à pépins	3,34	1,18	0,16	1,34
Fruits à noyau	0,00	Fruits à noyau	1,61	0,66	0,21	0,87
	0,00					
Exportations (fruits non indemnes de mouches)						
Agrumes	0,00					
Fruits à pépins	0,00					
Fruits à noyau	0,00					
	0,00					
Marché intérieur						
Agrumes	17,35					
Fruits à pépins	1,18					
Fruits à noyau	0,66					
		Population (millions)				4,08
		Consommation (kg/an)				74,56
		Dépenses sur le marché (\$/an)				22,37
		Prix moyen sur le marché (\$/kg)				0,30
		Pertés de récolte (millions \$)				19,195
		Coût de la lutte (millions \$)				1,030
		Valeur nette de la production (millions \$)				90,235

Tableau 3

Modélisation de l'impact de la mouche des fruits et des marchés :

Maroc

VARIABLES DE PRODUCTION/LUTTE ANTIRAVAGEUR						
Milliers d'ha	Superficie totale		Production (kg/ha)		Potentiel de production (milliers t)	
	Prod. intens.	Prod. extens.	Prod. intens.	Prod. extens.		
Agrumes	65	6	16000	12000	1112	
Fruits à pépins	4	11	8000	6000	98	
Fruits à noyau	10	10	18000	10000	280	
Fonction "Dégâts" (% pertes)	Prod. intens.		Prod. extens.		Fonction "Niveau de contrôle" (% pertes en moins)	
	Prod. intens.	Prod. extens.	Prod. intens.	Prod. extens.	Pertes moyennes (%) malgré la lutte	
Agrumes	20	30	80	20	5	
Fruits à pépins	30	45	80	20	26	
Fruits à noyau	40	60	80	20	22	
Nombre moyen de traitements par saison	Prod. intens.		Prod. extens.		Coût des traitements (10 \$/ha)	
	Prod. intens.	Prod. extens.	Prod. intens.	Prod. extens.	Coût total de la lutte (millions \$)	
Agrumes	4	1	2,60	0,06	2,66	
Fruits à pépins	5	1	0,20	0,11	0,31	
Fruits à noyau	6	1	0,60	0,10	0,7	
VARIABLES DES MARCHES						
	Prix (\$/kg)	Limite du marché (milliers t)	Quantité (milliers t)	Valeur brute de la production (millions \$)		
				Marché	Total partiel	
Marché à l'exportation exigeant des fruits certifiés indemnes de mouches						
Agrumes	1,00	0,00	0,00	0,00		
Fruits à pépins	1,00	0,00	0,00	0,00		
Fruits à noyau	0,70	0,00	0,00	0,00		
						0,00
Marché à l'exportation n'exigeant pas des fruits indemnes de mouches						
Agrumes	1,00	420,00	420,00	420,00		
Fruits à pépins	1,00	0,00	0,00	0,00		
Fruits à noyau	0,70	2,00	2,00	1,40		
						421,40
Marché intérieur						
Agrumes	0,10		633,12	63,31		
Fruits à pépins	0,30		72,32	21,70		
Fruits à noyau	0,30		215,60	64,68		
						149,69
						Total 571,09
RECAPITULATION DES PERTES ET DES COÛTS DE LUTTE						
Pertés par marché (millions \$)			Pertes par produit (milliers t)	Pertes (millions \$)	Coût de la lutte (millions \$)	Pertes + coût (millions \$)
Exportations (fruits indemnes de mouches)						
Agrumes	0,00	Agrumes	58,88	5,89	2,66	8,55
Fruits à pépins	0,00	Fruits à pépins	25,68	7,70	0,31	8,01
Fruits à noyau	0,00	Fruits à noyau	62,40	18,72	0,70	19,42
Exportations (fruits non indemnes de mouches)						
Agrumes	0,00					Population (millions)
Fruits à pépins	0,00					25,60
Fruits à noyau	0,00					Consommation (kg/an)
						35,98
						Dépenses sur le marché (\$/an)
						5,85
						Prix moyen sur le marché (\$/kg)
						0,16
Marché intérieur						
Agrumes	5,89					Pertes de récolte (millions \$)
Fruits à pépins	7,70					32,312
Fruits à noyau	18,72					Coût de la lutte (millions \$)
						3,670
						Valeur nette de la production (millions \$)
						567,418

Tableau 4

Modélisation de l'impact de la mouche des fruits et des marchés :

Tunisie

VARIABLES DE PRODUCTION/LUTTE ANTIRAVAGEUR						
Milliers d'ha	Superficie totale		104		Production (kg/ha)	
	Prod. intens.	Prod. extens.	Prod. intens.	Prod. extens.	Potentiel de production (milliers t)	
Agrumes	7	8	18000	12000	222	
Fruits à pépins	0	39	4000	2000	78	
Fruits à noyau	1	49	2000	1500	75	
Fonction "Dégâts" (% pertes)			Fonction "Niveau de contrôle" (% pertes en moins)		Pertes moyennes (% malgré la lutte)	
	Prod. intens.	Prod. extens.	Prod. intens.	Prod. extens.		
Agrumes	20	30	80	20	12	
Fruits à pépins	30	45	80	20	36	
Fruits à noyau	40	60	80	20	47	
Nombre moyen de traitements par saison			Coût des traitements (10 \$/ha)		Coût total de la lutte (millions \$)	
	Prod. intens.	Prod. extens.	Prod. intens.	Prod. extens.		
Agrumes	4	1	0,28	0,08	0,36	
Fruits à pépins	5	1	0,00	0,39	0,39	
Fruits à noyau	6	1	0,06	0,49	0,55	
VARIABLES DES MARCHES						
	Prix (\$/kg)	Limite du marché (milliers t)	Quantité (milliers t)	Valeur brute de la production (millions \$)		
				Marché	Total partiel	
Marché à l'exportation exigeant des fruits certifiés indemnes de mouches						
Agrumes	1,00	0,00	0,00	0,00		
Fruits à pépins	1,00	0,00	0,00	0,00		
Fruits à noyau	0,70	0,00	0,00	0,00		
					0,00	
Marché à l'exportation n'exigeant pas des fruits indemnes de mouches						
Agrumes	1,00	50,00	50,00	50,00		
Fruits à pépins	1,00	0,00	0,00	0,00		
Fruits à noyau	0,70	0,00	0,00	0,00		
					50,00	
Marché intérieur						
Agrumes	0,10		143,92	14,39		
Fruits à pépins	0,30		49,92	14,98		
Fruits à noyau	0,30		40,06	12,02		
					41,39	
				Total	91,39	
RÉCAPITULATION DES PERTES ET DES COÛTS DE LUTTE						
Pertes par marché (millions \$)				Pertes par produit (milliers t)	Coût de la lutte (millions \$)	Pertes + coût (millions \$)
				(milliers t)	(millions \$)	(millions \$)
Exportations (fruits indemnes de mouches)						
Agrumes	0,00	Agrumes	28,08	2,81	0,36	3,17
Fruits à pépins	0,00	Fruits à pépins	28,08	8,42	0,39	8,81
Fruits à noyau	0,00	Fruits à noyau	34,94	10,63	0,55	11,18
	0,00					
Exportations (fruits non indemnes de mouches)						
Agrumes	0,00					
Fruits à pépins	0,00					
Fruits à noyau	0,00					
	0,00					
Marché intérieur						
Agrumes	2,81					
Fruits à pépins	8,42					
Fruits à noyau	10,63					

Population (millions)	7,90
Consommation (kg/an)	29,61
Dépenses sur le marché (\$/an)	5,24
Prix moyen sur le marché (\$/kg)	0,18

Pertes de récolte (millions \$)	21,864
Coût de la lutte (millions \$)	1,300
Valeur nette de la production (millions \$)	90,086

Tableau 5

Estimation des coûts pour les programmes de lutte contre la mouche méditerranéenne

Coûts unitaires	\$ par unité
Production de mouches (mâles+femelles) par million	175,00
Lâchers de mouches (par million)	300,00
Surveillance des pièges (par piège)	3,17
Echantillonnage des fruits (par échantillon)	2,50
Identification en laboratoire (par mouche)	0,02
Analyse des échantillons de fruits (par kg)	1,40
Pulvérisations aériennes d'appât sur vergers (par ha)	10,00
Pulvérisation d'appât dans les zones non cultivées	0,10
Quarantaine (coût de base)	0,50
Moyens d'urgence (par ha)	1,00
	% des coûts variables
Equipements de terrain	8,00
Promotion, recherche et formation	5,00
Administration	10,00

Tableau 6

Eradication de la mouche méditerranéenne : Plan d'action

Eradication TIS		Année					Total sur 15 ans (millions \$ E.-U.)	
Zone standard	1	1	2	3	4	5	
Superficie en vergers (ha)	100000	Phase d'éradication					Eradication terminée >>>>	
Multiplicateur zone non cultivée	4							
Superficie totale (ha)	500000							

Pièges/ha*	Unités				
Vergers	0,1	0,2	0,02	0,02	0,02
Zones non cultivées	0,005	0,01	0,002	0,002	0,002
Echantillons par an	52	52	52	52	52
Identification en laboratoire des mouches piégées (estimation du nombre de mouches/ha)**					
Vergers	10	10	5	5	5
Zones non cultivées	1	1	0,5	0,5	0,5
Echantillonnage des fruits/ha					
Vergers	0,5	0,25	0	0	0
Zones non cultivées	0,01	0,0002	0	0	0
Echantillons par an	26	26	0	0	0
Analyse des échantillons de fruits (kg/ha)					
Vergers	0,125	0,01	0	0	0
Zones non cultivées	0,003	0,0002	0	0	0
Echantillons par an	26	26	0	0	0
Quarantaine (intensité x coût de base)					
Vergers	0,15	0,4	0,4	0,4	0,4
Zones non cultivées	0,01	0,004	0,004	0,004	0,004
Opérations par an	52	52	52	52	52
Pulvérisations d'appât					
Opérations par an	4	2	0	0	0
Lâcher de mouches TIS (millions de mouches/ha)***					
Vergers	0,0005	0,0005	0	0	0
Zones non cultivées	0,0005	0,0005	0	0	0
Opérations par an	104	52	0	0	0

* On pourra peut-être réduire l'intensité du piégeage en fonction des progrès de l'éradication.

** Il s'agit d'une moyenne basée sur les méthodes d'échantillonnage que l'on envisage d'appliquer.

*** Equivalent au lâcher de 100 000 mouches par kilomètre carré et par semaine pendant la phase initiale. (2 lâchers hebdomadaires de 50 000 mouches par kilomètre carré).

Tableau 7

Estimation des coûts pour chaque phase du programme d'éradication de la mouche méditerranéenne

Eradication TIS Algérie	3	Année					Total sur 15 ans (millions \$ E.-U.)
		1	2	3	4	5		
Superficie en vergers (ha)	30000	Phase d'éradication		Eradication terminée >>>>				
Multiplicateur zone non cultivée	8							
Superficie totale (ha)	270000							

Coûts par zone

Coûts totaux (millions de dollars E.-U.)						
Pièges	1.254	1.946	0.459	0.459	0.459	9.165
Echantillonnage des fruits	1.131	0.491	0.000	0.000	0.000	1.622
Analyse des échantillons de fruits	0.163	0.013	0.000	0.000	0.000	0.175
Pulvérisations d'appât	1.296	0.648	0.000	0.000	0.000	1.944
Production de mouches	2.457	1.229	0.000	0.000	0.000	3.686
Lâchers de mouches TIS	4.212	2.106	0.000	0.000	0.000	6.318
Moyens d'urgence	0.000	0.000	0.270	0.270	0.270	3.510
Quarantaine	0.179	0.337	0.337	0.337	0.337	4.897
Equipements de terrain	0.855	0.542	0.085	0.085	0.085	2.505
Promotion, recherche et formation	0.535	0.338	0.053	0.053	0.053	1.566
Administration	1.069	0.677	0.107	0.107	0.107	3.132
Total	13.151	8.326	1.311	1.311	1.311	38.519

Coût total pour le pays

Coûts totaux (millions de dollars E.-U.)						
Pièges	3.762	5.839	1.376	1.376	1.376	27.495
Echantillonnage des fruits	3.393	1.472	0.000	0.000	0.000	4.865
Analyse des échantillons de fruits	0.488	0.038	0.000	0.000	0.000	0.526
Pulvérisations d'appât	3.888	1.944	0.000	0.000	0.000	5.832
Production de mouches	7.371	3.686	0.000	0.000	0.000	11.057
Lâchers de mouches TIS	12.636	6.318	0.000	0.000	0.000	18.954
Moyens d'urgence	0.000	0.000	0.810	0.810	0.810	10.530
Quarantaine	0.538	1.011	1.011	1.011	1.011	14.691
Equipements de terrain	2.566	1.625	0.256	0.256	0.256	7.516
Promotion, recherche et formation	1.604	1.015	0.160	0.160	0.160	4.697
Administration	3.208	2.031	0.320	0.320	0.320	9.395
Total	39.454	24.978	3.933	3.933	3.933	115.557

Tableau 8

Estimation des coûts pour chaque phase du programme d'éradication de la mouche méditerranéenne

Eradication TIS		Année						Total sur 15 ans (millions \$ E.-U.)
Lybie	1	1	2	3	4	5	
Superficie en vergers (ha)	50000	Phase d'éradication		Eradication terminée >>>>				
Multiplicateur zone non cultivée	4							
Superficie totale (ha)	250000							

Coûts par zone

Coûts totaux (millions de dollars E.-U.)						
Pièges	1,717	2,706	0,595	0,595	0,595	12,155
Echantillonnage des fruits	1,755	0,815	0,000	0,000	0,000	2,570
Analyse des échantillons de fruits	0,249	0,020	0,000	0,000	0,000	0,269
Pulvérisations d'appât	2,080	1,040	0,000	0,000	0,000	3,120
Production de mouches	2,275	1,138	0,000	0,000	0,000	3,413
Lâchers de mouches TIS	3,900	1,950	0,000	0,000	0,000	5,850
Moyens d'urgence	0,000	0,000	0,250	0,250	0,250	3,250
Quarantaine	0,247	0,541	0,541	0,541	0,541	7,818
Equipements de terrain	0,978	0,657	0,111	0,111	0,111	3,076
Promotion, recherche et formation	0,611	0,410	0,069	0,069	0,069	1,922
Administration	1,222	0,821	0,139	0,139	0,139	3,845
Total	15,035	10,097	1,704	1,704	1,704	47,287

Coût total pour le pays

Coûts totaux (millions de dollars E.-U.)						
Pièges	1,717	2,706	0,595	0,595	0,595	12,155
Echantillonnage des fruits	1,755	0,815	0,000	0,000	0,000	2,570
Analyse des échantillons de fruits	0,249	0,020	0,000	0,000	0,000	0,269
Pulvérisations d'appât	2,080	1,040	0,000	0,000	0,000	3,120
Production de mouches	2,275	1,138	0,000	0,000	0,000	3,413
Lâchers de mouches TIS	3,900	1,950	0,000	0,000	0,000	5,850
Moyens d'urgence	0,000	0,000	0,250	0,250	0,250	3,250
Quarantaine	0,247	0,541	0,541	0,541	0,541	7,818
Equipements de terrain	0,978	0,657	0,111	0,111	0,111	3,076
Promotion, recherche et formation	0,611	0,410	0,069	0,069	0,069	1,922
Administration	1,222	0,821	0,139	0,139	0,139	3,845
Total	15,035	10,097	1,704	1,704	1,704	47,287

Tableau 9

Estimation des coûts pour chaque phase du programme d'éradication de la mouche méditerranéenne

Eradication TIS Maroc	4	Année					Total sur 15 ans (millions \$ E.-U.)
		1	2	3	4	5		
Superficie en vergers (ha)	30000	Phase d'éradication		Eradication terminée >>>>				
Multiplicateur zone non cultivée	12							
Superficie totale (ha)	390000							

Coûts par zone

Coûts totaux (millions de dollars E.-U.)						
Pièges	1,478	2,269	0,561	0,561	0,561	11,037
Echantillonnage des fruits	1,209	0,492	0,000	0,000	0,000	1,701
Analyse des échantillons de fruits	0,176	0,014	0,000	0,000	0,000	0,189
Pulvérisations d'appât	1,344	0,672	0,000	0,000	0,000	2,016
Production de mouches	3,549	1,775	0,000	0,000	0,000	5,324
Lâchers de mouches TIS	6,084	3,042	0,000	0,000	0,000	9,126
Moyens d'urgence	0,000	0,000	0,390	0,390	0,390	5,070
Quarantaine	0,211	0,349	0,349	0,349	0,349	5,103
Equipements de terrain	1,124	0,689	0,104	0,104	0,104	3,165
Promotion, recherche et formation	0,703	0,431	0,065	0,065	0,065	1,978
Administration	1,405	0,861	0,130	0,130	0,130	3,957
Total	17,282	10,593	1,599	1,599	1,599	48,666

Coût total pour le pays

Coûts totaux (millions de dollars E.-U.)						
Pièges	5,911	9,075	2,243	2,243	2,243	44,147
Echantillonnage des fruits	4,836	1,969	0,000	0,000	0,000	6,805
Analyse des échantillons de fruits	0,703	0,054	0,000	0,000	0,000	0,757
Pulvérisations d'appât	5,376	2,688	0,000	0,000	0,000	8,064
Production de mouches	14,196	7,098	0,000	0,000	0,000	21,294
Lâchers de mouches TIS	24,336	12,168	0,000	0,000	0,000	36,504
Moyens d'urgence	0,000	0,000	1,560	1,560	1,560	20,280
Quarantaine	0,842	1,398	1,398	1,398	1,398	20,411
Equipements de terrain	4,496	2,756	0,416	0,416	0,416	12,661
Promotion, recherche et formation	2,810	1,723	0,260	0,260	0,260	7,913
Administration	5,620	3,445	0,520	0,520	0,520	15,826
Total	69,126	42,374	6,397	6,397	6,397	194,662

Tableau 10

Estimation des coûts pour chaque phase du programme d'éradication de la mouche méditerranéenne

Eradication TIS Tunisie	1	Année					Total sur 15 ans (millions \$ E.-U.)
		1	2	3	4	5	
Superficie en vergers (ha)	105000	Phase d'éradication					
Multiplicateur zone non cultivée	4	Eradication terminée >>>>					
Superficie totale (ha)	525000						

Coûts par zone

Coûts totaux (millions de dollars E.-U.)						
Pièges	3,606	5,683	1,249	1,249	1,249	25,526
Echantillonnage des fruits	3,686	1,712	0,000	0,000	0,000	5,397
Analyse des échantillons de fruits	0,524	0,041	0,000	0,000	0,000	0,565
Pulvérisations d'appât	4,368	2,184	0,000	0,000	0,000	6,552
Production de mouches	4,778	2,389	0,000	0,000	0,000	7,166
Lâchers de mouches TIS	8,190	4,095	0,000	0,000	0,000	12,285
Moyens d'urgence	0,000	0,000	0,525	0,525	0,525	6,825
Quarantaine	0,519	1,136	1,136	1,136	1,136	16,418
Equipements de terrain	2,054	1,379	0,233	0,233	0,233	6,459
Promotion, recherche et formation	1,283	0,862	0,145	0,145	0,145	4,037
Administration	2,567	1,724	0,291	0,291	0,291	8,073
Total	31,573	21,204	3,579	3,579	3,579	99,303

Coût total pour le pays

Coûts totaux (millions de dollars E.-U.)						
Pièges	3,606	5,683	1,249	1,249	1,249	25,526
Echantillonnage des fruits	3,686	1,712	0,000	0,000	0,000	5,397
Analyse des échantillons de fruits	0,524	0,041	0,000	0,000	0,000	0,565
Pulvérisations d'appât	4,368	2,184	0,000	0,000	0,000	6,552
Production de mouches	4,778	2,389	0,000	0,000	0,000	7,166
Lâchers de mouches TIS	8,190	4,095	0,000	0,000	0,000	12,285
Moyens d'urgence	0,000	0,000	0,525	0,525	0,525	6,825
Quarantaine	0,519	1,136	1,136	1,136	1,136	16,418
Equipements de terrain	2,054	1,379	0,233	0,233	0,233	6,459
Promotion, recherche et formation	1,283	0,862	0,145	0,145	0,145	4,037
Administration	2,567	1,724	0,291	0,291	0,291	8,073
Total	31,573	21,204	3,579	3,579	3,579	99,303

Tableau 11

Elimination partielle de la mouche méditerranéenne par la TIS : Plan d'action

Elimination partielle TIS Zone standard	1	Année					Total sur 15 ans (millions \$ E.-U.)
		1	2	3	4	5	
Superficie en vergers (ha)	100000	Elimination partielle TIS		Poursuite de l'élimination partielle TIS >>>>			
Multiplicateur zone non cultivée	4						
Superficie totale (ha)	500000						

Pièges/ha*	Unités				
Vergers	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Zones non cultivées	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Echantillons par an	52	52	52	52	52
Identification en laboratoire des mouches piégées (estimation du nombre de mouches/ha)**					
Vergers	5	5	5	5	5
Zones non cultivées	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Echantillonnage des fruits/ha					
Vergers	0	0	0	0	0
Zones non cultivées	0	0	0	0	0
Echantillons par an	0	0	0	0	0
Analyse des échantillons de fruits (kg/ha)					
Vergers	0	0	0	0	0
Zones non cultivées	0	0	0	0	0
Echantillons par an	0	0	0	0	0
Quarantaine (intensité x coût de base)					
Vergers	0	0	0	0	0
Zones non cultivées	0	0	0	0	0
Opérations par an	0	0	0	0	0
Pulvérisations d'appât					
Opérations par an	1	1	1	1	1
Lâcher de mouches TIS (millions de mouches/ha)***					
Vergers	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
Zones non cultivées	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
Opérations par an	36	36	36	36	36

* On pourra peut-être réduire l'intensité du piégeage en fonction des progrès de l'éradication.

** Il s'agit d'une moyenne basée sur les méthodes d'échantillonnage que l'on envisage d'appliquer.

*** Equivalant au lâcher de 50 000 mouches par kilomètre carré et par semaine au cours de la première année.

Tableau 12

Estimation des coûts pour chaque phase du programme d'élimination partielle de la mouche méditerranéenne par la TIS

Elimination partielle TIS Algérie		Année						Total sur 15 ans (millions \$ E.-U.)
		1	2	3	4	5	
Superficie en vergers (ha)	30000	Elimination partielle TIS		Poursuite de l'élimination partielle TIS >>>>				
Multiplicateur zone non cultivée	8							
Superficie totale (ha)	270000							

Coûts par zone

Coûts totaux (millions de dollars E.-U.)						
Pièges	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	6,882
Echantillonnage des fruits	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Analyse des échantillons de fruits	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pulvérisations d'appât	0,324	0,324	0,324	0,324	0,324	4,860
Production de mouches	0,851	0,851	0,851	0,851	0,851	12,758
Lâchers de mouches TIS	1,458	1,458	1,458	1,458	1,458	21,870
Moyens d'urgence	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Quarantaine	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Equipements de terrain	0,247	0,247	0,247	0,247	0,247	3,710
Promotion, recherche et formation	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	2,318
Administration	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309	4,637
Total	3,802	3,802	3,802	3,802	3,802	57,035

Coût total pour le pays

Coûts totaux (millions de dollars E.-U.)						
Pièges	1,376	1,376	1,376	1,376	1,376	20,647
Echantillonnage des fruits	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Analyse des échantillons de fruits	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pulvérisations d'appât	0,972	0,972	0,972	0,972	0,972	14,580
Production de mouches	2,552	2,552	2,552	2,552	2,552	38,273
Lâchers de mouches TIS	4,374	4,374	4,374	4,374	4,374	65,610
Moyens d'urgence	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Quarantaine	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Equipements de terrain	0,742	0,742	0,742	0,742	0,742	11,129
Promotion, recherche et formation	0,464	0,464	0,464	0,464	0,464	6,955
Administration	0,927	0,927	0,927	0,927	0,927	13,911
Total	11,407	11,407	11,407	11,407	11,407	171,105

Tableau 13

Estimation des coûts pour chaque phase du programme d'élimination partielle de la mouche méditerranéenne par la TIS

Elimination partielle TIS Libye	1	Année					Total sur 15 ans (millions \$ E.-U.)
		1	2	3	4	5	
Superficie en vergers (ha)	50000	Elimination partielle TIS		Poursuite de l'élimination partielle TIS >>>>			
Multiplicateur zone non cultivée	4						
Superficie totale (ha)	250000						

Coûts par zone

Coûts totaux (millions de dollars E.-U.)						
Pièges	0,595	0,595	0,595	0,595	0,595	8,922
Echantillonnage des fruits	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Analyse des échantillons de fruits	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pulvérisations d'appât	0,520	0,520	0,520	0,520	0,520	7,800
Production de mouches	0,788	0,788	0,788	0,788	0,788	11,813
Lâchers de mouches TIS	1,350	1,350	1,350	1,350	1,350	20,250
Moyens d'urgence	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Quarantaine	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Equipements de terrain	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260	3,903
Promotion, recherche et formation	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163	2,439
Administration	0,325	0,325	0,325	0,325	0,325	4,878
Total	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	60,004

Coût total pour le pays

Coûts totaux (millions de dollars E.-U.)						
Pièges	0,595	0,595	0,595	0,595	0,595	8,922
Echantillonnage des fruits	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Analyse des échantillons de fruits	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pulvérisations d'appât	0,520	0,520	0,520	0,520	0,520	7,800
Production de mouches	0,788	0,788	0,788	0,788	0,788	11,813
Lâchers de mouches TIS	1,350	1,350	1,350	1,350	1,350	20,250
Moyens d'urgence	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Quarantaine	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Equipements de terrain	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260	3,903
Promotion, recherche et formation	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163	2,439
Administration	0,325	0,325	0,325	0,325	0,325	4,878
Total	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	60,004

Tableau 14

Estimation des coûts pour chaque phase du programme d'élimination partielle de la mouche méditerranéenne par la TIS

Elimination partielle TIS Maroc	4	Année					Total sur 15 ans (millions \$ E.-U.)
		1	2	3	4	5	
Superficie en vergers (ha)	30000	Elimination partielle TIS		Poursuite de l'élimination partielle TIS >>>>			
Multiplicateur zone non cultivée	12						
Superficie totale (ha)	390000						

Coûts par zone

Coûts totaux (millions de dollars E.-U.)						
Pièges	0,561	0,561	0,561	0,561	0,561	8,412
Echantillonnage des fruits	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Analyse des échantillons de fruits	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pulvérisations d'appât	0,336	0,336	0,336	0,336	0,336	5,040
Production de mouches	1,229	1,229	1,229	1,229	1,229	18,428
Lâchers de mouches TIS	2,106	2,106	2,106	2,106	2,106	31,590
Moyens d'urgence	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Quarantaine	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Equipements de terrain	0,339	0,339	0,339	0,339	0,339	5,078
Promotion, recherche et formation	0,212	0,212	0,212	0,212	0,212	3,173
Administration	0,423	0,423	0,423	0,423	0,423	6,347
Total	5,204	5,204	5,204	5,204	5,204	78,067

Coût total pour le pays

Coûts totaux (millions de dollars E.-U.)						
Pièges	2,243	2,243	2,243	2,243	2,243	33,647
Echantillonnage des fruits	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Analyse des échantillons de fruits	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pulvérisations d'appât	1,344	1,344	1,344	1,344	1,344	20,160
Production de mouches	4,914	4,914	4,914	4,914	4,914	73,710
Lâchers de mouches TIS	8,424	8,424	8,424	8,424	8,424	126,360
Moyens d'urgence	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Quarantaine	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Equipements de terrain	1,354	1,354	1,354	1,354	1,354	20,310
Promotion, recherche et formation	0,846	0,846	0,846	0,846	0,846	12,694
Administration	1,693	1,693	1,693	1,693	1,693	25,388
Total	20,818	20,818	20,818	20,818	20,818	312,269

Tableau 15

Estimation des coûts pour chaque phase du programme d'élimination partielle de la mouche méditerranéenne par la TIS

Elimination partielle TIS Tunisie	1	Année					Total sur 15 ans (millions \$ E.-U.)
		1	2	3	4	5	
Superficie en vergers (ha)	105000	Elimination partielle TIS		Poursuite de l'élimination partielle TIS >>>>			
Multiplicateur zone non cultivée	4						
Superficie totale (ha)	525000						

Coûts par zone

Coûts totaux (millions de dollars E.-U.)						
Pièges	1,249	1,249	1,249	1,249	1,249	18,735
Echantillonnage des fruits	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Analyse des échantillons de fruits	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pulvérisations d'appât	1,092	1,092	1,092	1,092	1,092	16,380
Production de mouches	1,654	1,654	1,654	1,654	1,654	24,806
Lâchers de mouches TIS	2,835	2,835	2,835	2,835	2,835	42,525
Moyens d'urgence	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Quarantaine	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Equipements de terrain	0,546	0,546	0,546	0,546	0,546	8,196
Promotion, recherche et formation	0,341	0,341	0,341	0,341	0,341	5,122
Administration	0,683	0,683	0,683	0,683	0,683	10,245
Total	8,401	8,401	8,401	8,401	8,401	126,009

Coût total pour le pays

Coûts totaux (millions de dollars E.-U.)						
Pièges	1,249	1,249	1,249	1,249	1,249	18,735
Echantillonnage des fruits	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Analyse des échantillons de fruits	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pulvérisations d'appât	1,092	1,092	1,092	1,092	1,092	16,380
Production de mouches	1,654	1,654	1,654	1,654	1,654	24,806
Lâchers de mouches TIS	2,835	2,835	2,835	2,835	2,835	42,525
Moyens d'urgence	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Quarantaine	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Equipements de terrain	0,546	0,546	0,546	0,546	0,546	8,196
Promotion, recherche et formation	0,341	0,341	0,341	0,341	0,341	5,122
Administration	0,683	0,683	0,683	0,683	0,683	10,245
Total	8,401	8,401	8,401	8,401	8,401	126,009

Tableau 16

Elimination partielle de la mouche méditerranéenne par pulvérisations d'appât : Plan d'action

Elimination partielle à l'aide d'appât	Année						Total sur 15 ans (millions \$ E.-U.)
		1	2	3	4	5	
Zone standard	1						
Superficie en vergers (ha)	100000	Pulvérisations d'appât		Poursuite des pulvérisations d'appât >>>>			
Multiplicateur zone non cultivée	4						
Superficie totale (ha)	500000						

Pièges/ha	Unités				
Vergers	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Zones non cultivées	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Echantillons par an	26	26	26	26	26
Identification en laboratoire des mouches piégées (estimation du nombre de mouches/ha)					
Vergers	5	5	5	5	5
Zones non cultivées	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Echantillonnage des fruits/ha					
Vergers	0	0	0	0	0
Zones non cultivées	0	0	0	0	0
Echantillons par an	0	0	0	0	0
Analyse des échantillons de fruits (kg/ha)					
Vergers	0	0	0	0	0
Zones non cultivées	0	0	0	0	0
Echantillons par an	0	0	0	0	0
Quarantaine (intensité x coût de base)					
Vergers	0	0	0	0	0
Zones non cultivées	0	0	0	0	0
Opérations par an	0	0	0	0	0
Pulvérisations d'appât					
Opérations par an	10	10	10	10	10
Lâcher de mouches TIS (millions de mouches/ha)					
Vergers	0	0	0	0	0
Zones non cultivées	0	0	0	0	0
Opérations par an	0	0	0	0	0

Tableau 17

Estimation des coûts pour chaque phase du programme d'élimination partielle de la mouche méditerranéenne par pulvérisations d'appât

Elimination partielle à l'aide d'appât	Année						Total sur 15 ans (millions \$ E.-U.)
		1	2	3	4	5	
Algérie	3						
Superficie en vergers (ha)	30000	Pulvérisations d'appât		Poursuite des pulvérisations d'appât >>>>			
Multiplicateur zone non cultivée	8						
Superficie totale (ha)	270000						

Coûts par zone

Coûts totaux (millions de dollars E.-U.)						
Pièges	0,229	0,229	0,229	0,229	0,229	3,441
Echantillonnage des fruits	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Analyse des échantillons de fruits	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pulvérisations d'appât	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240	48,600
Production de mouches	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Lâchers de mouches TIS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Moyens d'urgence	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Quarantaine	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Equipements de terrain	0,278	0,278	0,278	0,278	0,278	4,163
Promotion, recherche et formation	0,173	0,173	0,173	0,173	0,173	2,602
Administration	0,347	0,347	0,347	0,347	0,347	5,204
Total	4,267	4,267	4,267	4,267	4,267	64,011

Coût total pour le pays

Coûts totaux (millions de dollars E.-U.)						
Pièges	0,688	0,688	0,688	0,688	0,688	10,324
Echantillonnage des fruits	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Analyse des échantillons de fruits	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pulvérisations d'appât	9,720	9,720	9,720	9,720	9,720	145,800
Production de mouches	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Lâchers de mouches TIS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Moyens d'urgence	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Quarantaine	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Equipements de terrain	0,833	0,833	0,833	0,833	0,833	12,490
Promotion, recherche et formation	0,520	0,520	0,520	0,520	0,520	7,806
Administration	1,041	1,041	1,041	1,041	1,041	15,612
Total	12,802	12,802	12,802	12,802	12,802	192,032

Tableau 18

Estimation des coûts pour chaque phase du programme d'élimination partielle de la mouche méditerranéenne par pulvérisations d'appât

Elimination partielle à l'aide d'appât Libye	1	Année					Total sur 15 ans (millions \$ E.-U.)
		1	2	3	4	5	
Superficie en vergers (ha)	50000	Pulvérisations d'appât		Poursuite des pulvérisations d'appât >>>>			
Multiplicateur zone non cultivée	4						
Superficie totale (ha)	250000						

Coûts par zone

Coûts totaux (millions de dollars E.-U.)						
Pièges	0,297	0,297	0,297	0,297	0,297	4,461
Echantillonnage des fruits	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Analyse des échantillons de fruits	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pulvérisations d'appât	5,200	5,200	5,200	5,200	5,200	78,000
Production de mouches	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Lâchers de mouches TIS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Moyens d'urgence	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Quarantaine	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Equipements de terrain	0,440	0,440	0,440	0,440	0,440	6,597
Promotion, recherche et formation	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275	4,123
Administration	0,550	0,550	0,550	0,550	0,550	8,246
Total	6,762	6,762	6,762	6,762	6,762	101,427

Coût total pour le pays

Coûts totaux (millions de dollars E.-U.)						
Traps	0,297	0,297	0,297	0,297	0,297	4,461
Fruit sampling	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Fruit sample analysis	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Bait spraying	5,200	5,200	5,200	5,200	5,200	78,000
Fly production	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SIT release of flies	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Emergency capacity	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Quarantine	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Capital field equip	0,440	0,440	0,440	0,440	0,440	6,597
Publicity, research and training	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275	4,123
Administration	0,550	0,550	0,550	0,550	0,550	8,246
Total	6,762	6,762	6,762	6,762	6,762	101,427

Tableau 19

Estimation des coûts pour chaque phase du programme d'élimination partielle de la mouche méditerranéenne par pulvérisations d'appât

Elimination partielle à l'aide d'appât Maroc	4	Année					Total sur 15 ans (millions \$ E.-U.)
		1	2	3	4	5	
Superficie en vergers (ha)	30000	Pulvérisations d'appât		Poursuite des pulvérisations d'appât >>>>			
Multiplificateur zone non cultivée	12						
Superficie totale (ha)	390000						

Coûts par zone

Coûts totaux (millions de dollars E.-U.)						
Pièges	0,280	0,280	0,280	0,280	0,280	4,206
Echantillonnage des fruits	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Analyse des échantillons de fruits	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pulvérisations d'appât	3,360	3,360	3,360	3,360	3,360	50,400
Production de mouches	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Lâchers de mouches TIS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Moyens d'urgence	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Quarantaine	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Equipements de terrain	0,291	0,291	0,291	0,291	0,291	4,368
Promotion, recherche et formation	0,182	0,182	0,182	0,182	0,182	2,730
Administration	0,364	0,364	0,364	0,364	0,364	5,461
Total	4,478	4,478	4,478	4,478	4,478	67,165

Coût total pour le pays

Coûts totaux (millions de dollars E.-U.)						
Pièges	1,122	1,122	1,122	1,122	1,122	16,824
Echantillonnage des fruits	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Analyse des échantillons de fruits	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pulvérisations d'appât	13,440	13,440	13,440	13,440	13,440	201,600
Production de mouches	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Lâchers de mouches TIS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Moyens d'urgence	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Quarantaine	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Equipements de terrain	1,165	1,165	1,165	1,165	1,165	17,474
Promotion, recherche et formation	0,728	0,728	0,728	0,728	0,728	10,921
Administration	1,456	1,456	1,456	1,456	1,456	21,842
Total	17,911	17,911	17,911	17,911	17,911	268,661

Tableau 20

Estimation des coûts pour chaque phase du programme d'élimination partielle de la mouche méditerranéenne par pulvérisations d'appât

Elimination partielle à l'aide d'appât Tunisie	1	Année					Total sur 15 ans (millions \$ E.-U.)
		1	2	3	4	5	
Superficie en vergers (ha)	105000	Pulvérisations d'appât		Poursuite des pulvérisations d'appât >>>>			
Multiplicateur zone non cultivée	4						
Superficie totale (ha)	525000						

Coûts par zone

Coûts totaux (millions de dollars E.-U.)						
Pièges	0,625	0,625	0,625	0,625	0,625	9,368
Echantillonnage des fruits	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Analyse des échantillons de fruits	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pulvérisations d'appât	10,920	10,920	10,920	10,920	10,920	163,800
Production de mouches	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Lâchers de mouches TIS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Moyens d'urgence	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Quarantaine	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Equipements de terrain	0,924	0,924	0,924	0,924	0,924	13,853
Promotion, recherche et formation	0,577	0,577	0,577	0,577	0,577	8,658
Administration	1,154	1,154	1,154	1,154	1,154	17,317
Total	14,200	14,200	14,200	14,200	14,200	212,996

Coût total pour le pays

Coûts totaux (millions de dollars E.-U.)						
Pièges	0,625	0,625	0,625	0,625	0,625	9,368
Echantillonnage des fruits	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Analyse des échantillons de fruits	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pulvérisations d'appât	10,920	10,920	10,920	10,920	10,920	163,800
Production de mouches	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Lâchers de mouches TIS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Moyens d'urgence	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Quarantaine	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Equipements de terrain	0,924	0,924	0,924	0,924	0,924	13,853
Promotion, recherche et formation	0,577	0,577	0,577	0,577	0,577	8,658
Administration	1,154	1,154	1,154	1,154	1,154	17,317
Total	14,200	14,200	14,200	14,200	14,200	212,996

ISSN 1011-4289