

Rapport n° 43,  
Série des rapports du MAB

Montpellier  
26 septembre - 2 octobre  
1976

---

## Programme sur l'homme et la biosphère (MAB)

Conférence scientifique MAB-Méditerranée :  
réunion régionale des comités nationaux du MAB  
des pays riverains de la Méditerranée

---

Rapport final

---

Unesco 1978

Rapports précédents dans cette série :

1. *Conseil international de coordination du Programme sur l'homme et la biosphère (MAB). Première session. Paris, 9-19 Novembre 1971.*
2. *Groupe d'experts sur le rôle de l'analyse des systèmes et des modèles dans le Programme sur l'homme et la biosphère (MAB). Paris, 18-20 Avril 1972.*
3. *Groupe d'experts sur le Projet 1 : Effets écologiques du développement des activités humaines sur les écosystèmes des forêts tropicales et subtropicales. Paris, 16-18 Mai 1972.*
4. *Groupe d'experts sur le Projet 12 : Conséquences réciproques de l'évolution démographique et génétique et des transformations de l'environnement. Paris 23-25 Mai 1972.*
5. *Groupe d'experts sur le Projet 5 : Effets écologiques des activités humaines sur la valeur et les ressources des lacs, marais, cours d'eau, deltas, estuaires et zones côtières. Londres 19-22 Septembre 1972.*
6. *Groupe d'experts sur le Projet 3 : Impact des activités humaines et des méthodes d'utilisation des terres à pâturage : savane, prairies (des régions tempérées aux régions arides), toundra. Montpellier, 2-7 Octobre 1972.*
7. *Groupe d'experts sur les activités relatives à l'éducation à poursuivre dans le cadre du Programme sur l'homme et la biosphère (MAB). Paris, 5-8 Décembre 1972.*
8. *Groupe d'experts sur le Projet 6 : Impact des activités humaines sur les écosystèmes montagneux. Salzbourg, 29 Janvier-4 Février 1973.*
9. *Groupe d'experts sur le Projet 13 : La perception de la qualité de l'environnement. Paris, 26-29 Mars 1973.*
10. *Conseil international de coordination du Programme sur l'homme et la biosphère (MAB). Deuxième session. Paris, 10-19 Avril 1973.*
11. *Groupe d'experts sur le Projet 7 : Ecologie et utilisation rationnelle des écosystèmes insulaires. Paris, 26-29 Juin 1973.*
12. *Groupe d'experts sur le Projet 8 : Conservation des zones naturelles et des ressources génétiques qu'elles contiennent. Morges, 25-27 Septembre 1973.*
13. *Groupe d'experts sur le Projet 11 : Aspects écologiques de l'utilisation de l'énergie dans les systèmes urbains et industriels. Bad Nauheim, 16-19 Octobre 1973.*
14. *Groupe de travail sur le Projet 6 : Impact des activités humaines sur les écosystèmes de montagnes et de toundras. Lillehammer, 20-23 Novembre 1973.*
15. *Groupe consultatif sur le Projet 9 : Evaluation écologique des conséquences de l'utilisation des pesticides et des engrais sur les écosystèmes terrestres et aquatiques (partie engrais). Rome, 7-9 Janvier 1974.*
16. *Groupe de travail international sur le Projet 1 : Effets écologiques du développement des activités humaines sur les écosystèmes des forêts tropicales et subtropicales. Rio de Janeiro, 11-15 Février 1974.*
17. *Groupe de concertation sur la contribution des sciences sociales au Programme MAB. Paris, 28 Février-2 Mars 1974.*
18. *Réunion régionale sur les besoins en matière de recherche écologique intégrée et de formation dans la région du Sahel. Niamey, 9-15 Mars 1974.*
19. *Groupe d'experts sur le Projet 2 : Effets écologiques des différentes pratiques d'aménagement et méthodes d'exploitation des sols dans les régions à forêts tempérées et méditerranéennes. Paris, 16-19 Avril 1974.*
20. *Groupe de concertation sur la surveillance continue de la pollution et les recherches concernant la pollution dans le cadre du Programme MAB. Moscou, 23-26 Avril 1974.*
21. *Groupe de travail international sur le Projet 5 : Effets écologiques des activités humaines sur la valeur et les ressources des lacs, marais, cours d'eau, deltas, estuaires et zones côtières. Paris, 13-17 Mai 1974.*
22. *Groupe de concertation sur les critères et les lignes directrices du choix et de la constitution de réserves de la biosphère. Paris, 20-24 Mai 1974.*
23. *Réunion régionale sur la recherche écologique intégrée et la formation des spécialistes dans la région des Andes. La Paz, 10-15 Juin 1974.*
24. *Groupes consultatifs sur le Projet 9 : Evaluation écologique des conséquences de l'utilisation des pesticides et des engrais sur les écosystèmes terrestres et aquatiques (partie pesticides).*
25. *Groupe de travail international sur le Projet 3 : Impact des activités humaines et des méthodes d'utilisation des terres à pâturages : savane, prairie (des régions tempérées aux régions arides). Hurley, 2-5 Juillet 1974.*

26. Réunion régionale sur les besoins en matière de recherche écologique intégrée et de formation dans la région du sud-est asiatique. Kuala Lumpur, 19-22 Août 1974.
27. Conseil international de coordination du Programme sur l'homme et la biosphère (MAB). Troisième session. Washington, D.C., 17-29 Septembre 1974.
28. Réunion régionale sur les activités de recherche et de formation écologiques intégrées en Amérique Latine, et en particulier dans les écosystèmes des forêts tropicales et subtropicales. Mexico, 30 Septembre-5 Octobre 1974.
29. Groupe d'experts sur le Projet 4 : Impact des activités humaines sur la dynamique des écosystèmes des zones arides et semi-arides, et en particulier effets de l'irrigation. Paris, 18-20 Mars 1975.
30. Réunion régionale sur la formulation de programmes coopératifs de recherches écologiques et interdisciplinaires, de formation et d'aménagement sur les pâturages des zones arides et semi-arides du nord de l'Afrique. Sfax, 3-12 Avril 1975.
31. Groupe de concertation sur la recherche écologique intégrée sur les établissements humains, dans le cadre du Projet 11. Paris, 2-6 Juin 1975.
32. Groupe de concertation sur le Projet 14 : Recherches concernant la pollution de l'environnement et ses effets sur la biosphère. Ottawa, 5-8 Août 1975.
33. Réunion régionale sur les activités de recherche et de formation écologiques intégrées dans les tropiques humides de l'Afrique de l'ouest et de l'Afrique centrale. Kinshasa, 29 Août-5 Septembre 1975.
34. Réunion régionale sur les activités de recherche et de formation écologiques intégrées dans les systèmes montagneux de l'Asie du sud, en particulier l'Hindou Kouch et l'Himalaya. Kathmandou, 26 Septembre-2 Octobre 1975.
35. Réunion régionale sur les activités de recherche et de formation écologiques intégrées dans les écosystèmes des forêts caducifoliées et semi-caducifoliées des tropiques de l'Asie du sud. Varanasi, 5-11 Octobre 1975.
36. Réunion régionale sur les activités écologiques intégrées de recherche et de conservation dans les pays du nord de la Méditerranée. Potenza, 27-31 Octobre 1975.
37. Groupes consultatifs sur le Projet 10 : Incidences des grands travaux sur l'homme et son environnement.
38. Conseil international de coordination du Programme sur l'homme et la biosphère. Quatrième session. Paris, 18-26 Novembre 1975.
39. Réunion régionale de planification des Comités nationaux andéens du MAB en particulier le Projet 6. Lima, 2-5 Décembre 1975.
40. Réunion régionale sur les activités de recherche écologique intégrée et de formation dans le nord-est de l'Afrique, au Proche et au Moyen-Orient, traitant des effets écologiques de l'irrigation réalisée à partir des grands bassins fluviaux. Alexandrie, 24-27 Février 1976.
41. Réunion régionale sur la recherche écologique intégrée dans les zones tempérées de l'hémisphère nord, dans le cadre du Projet 2. Brno, 24-29 Avril 1976.
42. Réunion de planification sur le projet 11, en particulier dans les conditions d'industrialisation. Amsterdam, 8-12 Juin 1976.

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
Résumé . . . . .	7
Préface . . . . .	10
1. Introduction . . . . .	13
2. Le feu dans les écosystèmes méditerranéens . . . . .	16
2.1 Introduction . . . . .	16
2.2 Aperçu climatique . . . . .	16
2.3 Les superficies brûlées . . . . .	17
2.4 Les causes . . . . .	18
2.5 La végétation qui brûle . . . . .	18
2.6 Les effets du feu . . . . .	19
2.7 Séries pyrophytiques . . . . .	21
2.8 Conclusions . . . . .	22
2.9 Recommandations . . . . .	23
3. L'impact du pâturage en zone forestière et marginale . . . . .	25
3.1 Introduction . . . . .	25
3.2 Les relations élevage-écosystèmes méditerranéens : position du problème . . . . .	25
3.3 Démarche et thème d'une recherche sur les relations entre l'élevage et les écosystèmes méditerranéens . . . . .	27
3.4 Recommandations . . . . .	29
4. Les parcours des zones arides et semi-arides méditerranéennes . . . . .	31
4.1 Introduction . . . . .	31
4.2 Le préalable climatique . . . . .	32
4.3 L'aire géographique concernée et l'importance du problème . . . . .	32
4.4 Productivité actuelle et productivité potentielle . . . . .	34
4.5 Aperçu sur les causes de la sous-production . . . . .	35
4.6 Remontée biologique, gestion de l'espace rural et des ressources . . . . .	36
4.7 Données générales sur les principaux écosystèmes pastoraux . . . . .	36
4.8 Les tendances évolutives et les conditions d'une amélioration . . . . .	40
4.9 Recommandations . . . . .	42
5. Effets des techniques de gestion sur l'évolution des écosystèmes deltaïques et sur les problèmes d'irrigation et de gestion des eaux . . . . .	44
5.1 Introduction . . . . .	44
5.2 Effets des méthodes de gestion sur les écosystèmes deltaïques . . . . .	46
5.3 Aspects sanitaires et humains . . . . .	53
5.4 Recommandations . . . . .	59

	<u>Page</u>
6.	Economie de l'eau : problèmes de bassins versants et de protection contre l'érosion . . . . . 62
6.1	Introduction . . . . . 62
6.2	Particularités des bassins versants méditerranéens du point de vue de l'économie de l'eau et de leur aménagement . 63
6.3	Inconvénients de la pollution sédimentaire des rivières et fleuves surtout pour les aménagements hydrauliques . . . . . 66
6.4	Recommandations . . . . . 66
7.	Impact des pollutions et nuisances sur les milieux naturels méditerranéens . . . . . 68
7.1	Aspects généraux . . . . . 68
7.2	Cas de la pollution atmosphérique sur les biocénoses, identification des espèces indicatrices pour différents niveaux de pollution . . . . . 72
7.3	Recommandations . . . . . 76
8.	Impact du tourisme sur les écosystèmes et paysages littoraux méditerranéens . . . . . 78
8.1	Introduction . . . . . 78
8.2	Le projet-pilote "Côte adriatique" . . . . . 79
8.3	Travaux conduits par d'autres pays . . . . . 80
8.4	Recommandations . . . . . 82
9.	Développement du Projet 8 du MAB dans la région méditerranéenne . . . 83
9.1	Introduction . . . . . 83
9.2	Originalité des réserves de la biosphère par rapport à d'autres unités de conservation . . . . . 83
9.3	Procédure d'établissement du réseau de réserves de biosphère . . . . . 85
9.4	Zonage des réserves de la biosphère . . . . . 86
9.5	Cas spécial de groupement de réserves de la biosphère . . . . . 87
9.6	Conservation des espèces et "banques de gènes" . . . . . 88
9.7	Thèmes de travail de la réunion de Sidé . . . . . 89
9.8	Recommandations . . . . . 90
10.	L'analyse des systèmes et la modélisation de l'environnement . . . . 91
10.1	Introduction . . . . . 91
10.2	Activités de modélisation . . . . . 92
10.3	Problèmes de développement et de mise en oeuvre de modèles . . . 99
10.4	Recommandations . . . . . 101

	<u>Page</u>
11.	Formation des cadres d'exécution . . . . . 103
11.1	Introduction . . . . . 103
11.2	Les besoins . . . . . 104
11.3	Expériences en cours . . . . . 104
11.4	Recommandations . . . . . 106
12.	Echange d'informations . . . . . 108
ANNEXE 1	Liste des participants . . . . . 109
ANNEXE 2	Allocution de Monsieur Ansquer, Ministre de la Qualité de la Vie de la France . . . . . 116
ANNEXE 3	Le projet-pilote sarde . . . . . 118

Suivant la recommandation du Conseil international de Coordination lors de sa quatrième session en Novembre 1975, le Comité national français pour le MAB et la Commission nationale française pour l'Unesco ont organisé avec le soutien de l'Unesco, une conférence scientifique méditerranéenne qui s'est déroulée du 27 Septembre au 2 Octobre 1976 au Centre Régional de Documentation Pédagogique (CRDP) à Montpellier.

La Conférence a réuni 120 participants de quinze pays riverains de la Méditerranée: Algérie, Chypre, Egypte, Espagne, France, Grèce, Israël, Italie, Liban, Maroc, Monaco, Syrie, Tunisie, Turquie, Yougoslavie, ainsi que des représentants de l'Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture (Unesco), du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), de l'Organisation mondiale de Météorologie (OMM), de l'Organisation de Coopération et de Développement économiques (OCDE), de la Commission internationale pour l'Exploration scientifique de la Mer Méditerranée (CIESM), du Centre international des Hautes Etudes méditerranéennes (CIHEAM), et de l'Institut agronomique méditerranéen (IAM). Des observateurs de pays extérieurs à la région étaient également présents à la réunion.

Pour chacun des onze thèmes traités par les délégués, des recommandations ont été adressées au Conseil international de Coordination pour le Programme MAB pour approbation finale lors de sa cinquième session en 1977. Ces recommandations comportent des perspectives importantes de coopération bilatérale et multilatérale dans la région méditerranéenne. Ci-dessous figurent quelques recommandations d'intérêt général.

En ce qui concerne le thème 1 de la Conférence "Le feu et les écosystèmes forestiers et ceux dérivés de la dégradation de la forêt (garrigue, maquis, matorrales)" les délégués ont souligné, entre autres, l'importance de deux réunions prévues en 1977 pour le développement futur de ce sous-thème du Projet 2 du MAB. Une consultation technique est prévue à Saint-Maximin (France) en Mai 1977 sur les incendies de forêts; elle sera organisée conjointement par la FAO, l'Unesco et l'IUFRO (Union internationale des instituts de recherches forestières) avec le concours du PNUE et un symposium international se tiendra en Californie, en Août 1977, à l'invitation du Comité national pour le MAB des Etats-Unis d'Amérique, sur les conséquences du feu et de son utilisation dans les écosystèmes à climat méditerranéen. Les délégués de la Conférence ont également souhaité que les Comités MAB méditerranéens dressent, pour leurs pays respectifs, une liste des organismes réalisant des recherches ou des études relatives au thème "feu", en vue de la mise en place ultérieure d'un centre régional de documentation sur les écosystèmes forestiers et ceux dérivés des forêts.

Dans le cadre du thème 2 "Le pâturage en forêt et zones marginales", la Conférence a recommandé de retenir le projet en Sardaigne comme projet-pilote MAB pour la région méditerranéenne, étant donné son état d'avancement et la variété des situations écologiques qui y sont représentées. Les délégués ont également souhaité qu'un groupe de travail de la région méditerranéenne soit mis en place pour ce projet. Ce groupe serait chargé, d'une part, d'organiser une réunion annuelle d'information et de concertation en Sardaigne et, d'autre part, d'assurer les échanges d'information entre les différentes équipes nationales.

Un grand nombre de recommandations a été fait pour le thème 3, "Les parcours en zones arides et semi-arides méditerranéennes", demandant entre autres d'accélérer l'installation en Tunisie du Centre régional de recyclage et de formation permanente

en pastoralisme. Les délégués, constatant l'existence dans la région méditerranéenne d'une institution, l'Écothèque méditerranéenne, dont les objectifs seraient de nature à satisfaire les besoins de circulation efficace de l'information, ont recommandé à l'Unesco d'étudier la possibilité de faire évoluer l'Écothèque méditerranéenne vers une structure à caractère régional qui s'appuierait sur un réseau d'informations constitué par des noyaux opérationnels légers dans les pays intéressés. Les pays adhérant à un tel réseau contribueront à la gestion du système mis en place selon une procédure à élaborer. Les participants ont constaté la nécessité de diffuser une masse considérable d'informations scientifiques et ont exprimé le vœu de rendre plus opérationnel le Comité de Coordination pour les pays du nord de l'Afrique, créé lors de la réunion de Sfax. Ils ont en outre souhaité que soit créé un groupe de travail où seront représentés tous les pays riverains de la Méditerranée pour les zones arides et semi-arides méditerranéennes. Ce groupe a pour rôle d'évaluer les résultats scientifiques des divers projets de recherche et d'assurer la concertation sur les orientations de recherche, la méthodologie et la prospective.

En traitant le thème 3 "Deltas, irrigation et gestion de l'eau", la Conférence a demandé, entre autres, le rassemblement et la diffusion de données sur les maladies à contamination hydrique, notamment avec la collaboration de l'OMS. Les participants ont pris note avec satisfaction de la proposition de l'Égypte de prévoir un centre d'informations en matière écopathologique. Pour les zones irriguées, dans l'épidémiologie des maladies transmissibles et des processus toxiques liés à l'utilisation des pesticides, les participants ont considéré comme prioritaires les problèmes concernant : les schistosomoses transmises par des mollusques aquatiques; le paludisme et, d'une manière plus générale, les maladies et les nuisances conditionnées par les insectes hématophages ainsi que la prévention de la pollution bactérienne et toxique (pesticides). La Conférence a également constaté que la mise en valeur par l'irrigation des zones deltaïques et des zones agricoles ayant des situations analogues, présente de grandes difficultés en raison des multiples facteurs écologiques et socio-économiques qui entrent en jeu. L'expérience récente du delta du Nil et la création de nouvelles zones irriguées adjacentes au delta (Projet Nubareya) font apparaître la nécessité d'études tenant compte de l'aménagement intégré de l'ensemble du bassin fluvial.

En ce qui concerne le thème 5 "Problèmes des bassins versants et de protection contre l'érosion", la conférence a pris note que la FAO, l'Unesco et le PNUE seraient disposés à étudier la possibilité d'inclure dans leurs programmes de travail et dans leur budget pour 1978 une réunion conjointe. Cette réunion porterait sur la recherche intégrée et appliquée en matière de conservation et de développement des ressources naturelles des bassins versants. Elle a pris acte avec satisfaction de la proposition du Comité national marocain pour le MAB d'être le pays-hôte d'une telle réunion en 1978.

Après discussion sur le thème 6 "Impact des pollutions et nuisances sur les milieux naturels méditerranéens", un nombre de recommandations a été fait, notamment pour ce qui a trait à la préparation et l'envoi d'un questionnaire aux Comités nationaux pour le MAB des pays méditerranéens. Ce questionnaire aurait pour objectif d'établir un bilan de la situation "pollutions et nuisances" pour chaque pays riverain, y compris un bilan des recherches entreprises dans ce domaine. La création d'un groupe de travail ad hoc a également été demandée.

Le thème 7 de la Conférence se rapportait à "l'impact de l'homme et plus particulièrement celui du tourisme sur le littoral méditerranéen". A cet égard, des recommandations ont été formulées demandant, en outre, l'organisation en Tunisie d'un atelier de travail destiné à rassembler en 1977 les experts des pays méditerranéens concernés, sur le thème précis de la perception des paysages et de leurs transformations. A la lumière des conclusions de cet atelier, le Secrétariat du MAB est chargé de proposer un schéma directeur destiné à orienter les travaux.

Après avoir réexaminé les priorités relatives au thème 8 "Réserves de la biosphère et préservations des ressources génétiques" dans l'optique de la région méditerranéenne, il est demandé à chaque pays de préparer rapidement un pré-inventaire des principaux écosystèmes méditerranéens et d'établir un inventaire des espèces végétales et animales menacées. Les délégués enregistrent avec gratitude la proposition de l'Instituto para la Conservacion de la Naturaleza (ICONA) en Espagne d'animer les activités visant à l'établissement d'un réseau de réserves de la biosphère représentatif de la région. A cet effet, il est demandé à chaque pays de désigner un représentant pour assurer la liaison avec l'ICONA. La Conférence a apprécié l'offre généreuse du Comité national turc pour le MAB d'organiser une réunion à Sidé en 1977 en vue d'une discussion plus approfondie des aspects scientifiques de cette question.

En étudiant le thème 9 "Méthodologie, approche par analyse systémique et modélisation", la Conférence a recommandé de prévoir des activités de formation et de sensibilisation à différents niveaux, en particulier pour de jeunes chercheurs, en leur faisant suivre un stage pratique dans un centre de modélisation. Les délégués ont considéré comme important de prévoir l'échange de connaissances et d'expérience locale en modélisation entre pays voisins. Les délégués ont souligné qu'un groupe de spécialistes composé de représentants de chacun des pays méditerranéens devrait essayer de normaliser la formulation et la documentation des modèles écologiques du Programme MAB en région méditerranéenne, afin de faciliter leur transfert et leur utilisation dans d'autres systèmes de modélisation. D'une part, il a été demandé que des efforts soient entrepris pour augmenter la coordination entre les écologistes et les socio-économistes dans le domaine de la modélisation, ceci afin que les modèles puissent être utilisés fructueusement dans le cadre de l'aménagement et du développement; d'autre part, les Comités nationaux pour le MAB de tous les pays riverains de la Méditerranée sont encouragés à promouvoir pour chacun des 14 projets du MAB une recherche entreprise avec la collaboration de chercheurs ayant une expérience de modélisation.

Le thème 10 a fourni matière à discussion sur les problèmes de formation de cadres techniques chargés de l'exécution du travail sur le terrain. Les délégués ont précisé qu'il faudrait organiser et développer des stages dans les centres de formation sur le terrain et dans les laboratoires de recherche contribuant à la réalisation du Programme MAB en région méditerranéenne. Ces stages seraient destinés aux chercheurs et cadres techniques afin de leur apprendre à travailler dans un esprit interdisciplinaire. Ils ont également évoqué qu'un effort tout particulier devrait être apporté à une sensibilisation des preneurs de décision. L'organisation d'une réunion de travail pour harmoniser et coordonner les programmes de formation et pour établir un réseau d'échange entre les institutions spécialisées dans la formation de chercheurs et techniciens a également été demandée.

La Conférence, enfin, a traité le thème 11 "Informations". Après avoir constaté le besoin urgent d'améliorer les échanges d'informations entre les Comités nationaux pour le MAB, elle a accepté favorablement la proposition du Comité national égyptien pour le MAB de préparer un bulletin pour les pays riverains de la Méditerranée, avec le soutien de l'Unesco.

## PREFACE<sup>1</sup>

Dans les Pays baignés par la Mer Méditerranée, la diversité des situations géographiques et écologiques autant que celle des traditions techniques et sociales, sont à l'origine d'une grande complexité de systèmes agroécologiques et de modes de vie qui n'atténuent cependant pas la remarquable empreinte du passé sur l'unité et même l'universalité du monde méditerranéen.

La mutation agricole et, plus généralement, celle des activités productrices de ressources biologiques résultent des nouvelles tendances de l'agriculture méditerranéenne : la transformation d'une agriculture artisanale et traditionnelle en des exploitations plus intensives, la recherche de ressources tirées de l'exportation des produits, le développement de certaines productions privilégiées comme l'élevage, la sylviculture ou l'arboriculture.

Cette évolution, liée aussi à une mutation sociale issue d'un prodigieux essor industriel, se traduit par une régression de la société agraire traditionnelle mais aussi par des variations des processus climatiques et édaphiques qu'il convient d'apprécier, par des modifications des régimes hydrologiques, conséquence des travaux d'aménagement parfois gigantesques qui bouleversent des équilibres écologiques séculaires et accroissent la fragilité de zones déjà vulnérables et meurtries par les entreprises ancestrales de l'homme, enfin par une dégradation accrue des milieux naturels gangrenés par des formes variées de pollution.

Encore convient-il de tenir compte de l'effet d'accélération et des rythmes différentiels d'évolution. Si les tendances qui se sont manifestées en Méditerranée correspondent à une règle d'ensemble, et si le sens de l'évolution a été identique partout, sa rapidité a été inégale. Le stade de l'évolution atteint par telle ou telle région est fonction directe du niveau économique général de chaque pays méditerranéen et du cadre de vie de ses populations résultant de la confrontation des empreintes culturelles du passé et des aspirations à un nouvel ordre économique.

Le littoral méditerranéen est devenu l'un des pôles d'attraction du tourisme les plus convoités et il est sans doute l'un des plus fréquentés d'Europe. Cette fréquentation est passée de 20 millions de touristes en 1960 à 61 millions en 1973 : que sera-t-elle dans une ou deux décennies ? En créant une source de richesse par le développement de l'industrie touristique, on a peut-être accru certains profits mais on commence à prendre conscience des effets néfastes des altérations de l'environnement qu'il engendre.

---

<sup>1</sup> Préparé par P. Grison, Président scientifique du Comité national français pour le MAB et Président de la Conférence Scientifique MAB-Méditerranée.

Ainsi donc, beaucoup de choses ont changé en quelques décennies, et plus rapidement encore durant les dix dernières années. En posant le problème global de la transformation graduelle de l'ensemble des communautés humaines, on évoque à la fois l'évolution historique des moyens de production, des structures agraires et foncières, du déséquilibre démographique... et les conséquences de cette transformation sur les distorsions entre les différentes formes d'occupation de l'espace, le changement du paysage végétal et malheureusement aussi du paysage minéral. Cette démarche historique reliant la caractérisation et l'extension des zones d'inculture actuelles et leur évolution potentielle aux situations socio-économiques du passé, symbolise parfaitement l'éthique humaniste de l'Unesco et le réalisme avec lequel le Programme sur l'homme et la biosphère a été conçu et approuvé à la 16ème session de la Conférence générale de l'Unesco en 1970.

Il ne suffit pourtant pas de définir des objectifs de recherche et de recommander la mise en oeuvre de projets dont les finalités et les démarches scientifiques ne peuvent être contestées par personne, pour satisfaire aux exigences de croissance économique et d'amélioration des niveaux de vie des populations : c'est pour cela que les projets du MAB élaborés depuis quelques années doivent devenir vraiment opérationnels ; et c'est sur cela qu'ils seront jugés par les états et les sociétés humaines au développement desquels ils sont destinés.

La Conférence a pris acte des inventaires établis au cours des réunions précédentes d'experts, organisées tantôt par l'Unesco, tantôt par d'autres organisations internationales.

Elle a discuté des modalités de mise en oeuvre et de l'état d'avancement des projets-pilotes retenus par le Conseil International de Coordination du Programme MAB dont les objectifs essentiels, sinon les contenus scientifiques, sont communs à tous les pays du bassin méditerranéen, malgré la diversité de leurs conditions écologiques et de leurs structures sociales.

Avec objectivité, la Conférence a constaté certaines lacunes à la fois dans l'élaboration du contenu scientifique des projets et dans les modalités de leur mise en oeuvre, en préconisant l'élargissement de leur champ d'action et une meilleure approche méthodologique soumis à la diligente appréciation de groupes de travail *ad hoc*.

Des lacunes notoires sont apparues en ce qui concerne la participation des sciences humaines sans laquelle il ne saurait y avoir de recherche et de planification intégrées sur la gestion des ressources naturelles renouvelables.

La réflexion méthodologique a conduit la Conférence à mettre en évidence la similitude des impacts des actions humaines tant sur les milieux naturels que sur les modes de vie et la transformation rapide des communautés de toutes structures, et cela quel que soit le projet considéré ; car en raison de la dynamique socio-économique, il paraît difficile de dissocier dans leurs finalités, les effets du feu, de la surcharge pastorale, du tourisme, de l'érosion, des pollutions ou d'étudier les zones d'interface, telles les zones littorales, en négligeant le devenir de l'arrière-pays ou celui du domaine maritime lui-même.

Ces différents problèmes ont déjà été abordés d'une manière sectorielle dans plusieurs pays méditerranéens, mais il semble, et telle est la motivation de l'Unesco, que l'efficacité de leur mise en oeuvre serait considérablement accrue si celle-ci procédait d'une large concertation internationale dans un cadre biogéographique régional : il a été souhaité par la Conférence que cette concertation soit facilitée par une décentralisation et une plus large diffusion des informations sur les projets MAB dans le bassin méditerranéen.

Si l'Unesco et le Conseil international du MAB ont obtenu d'appréciables résultats dans la promotion d'experts scientifiques de haut niveau consultés de plus en plus par les organismes nationaux et internationaux de planification, il semble qu'un effort insuffisant ait été entrepris dans la formation de cadres d'exécution dont l'ensemble des pays méditerranéens ressent un besoin urgent pour les travaux sur le terrain.

Sans vaine ambition, la multitude des "terroirs" méditerranéens peut être le siège de la restauration d'une mise en valeur équilibrée et diversifiée entre toutes les activités humaines, agricoles, pastorales, industrielles, artisanales, culturelles en recréant un "cadre de vie" qui redonne aux 250 millions d'hommes et de femmes méditerranéens la légitime fierté d'ouvrir les portes de leur avenir et de contribuer à un nouvel humanisme mondial, comme leurs ancêtres le firent si brillamment dans le passé.

## 1. INTRODUCTION

Conformément à la recommandation du Conseil International de Coordination lors de sa IV<sup>e</sup> session, à Paris en 1975, une Conférence scientifique MAB-Méditerranée pour les pays riverains de la Méditerranée s'est tenue à Montpellier du 27 Septembre au 2 Octobre 1976. Cette Conférence a été organisée par le Comité national français du MAB et la Commission française pour l'Unesco et a traité onze thèmes majeurs liés aux divers projets du MAB:

- (1) le feu dans les écosystèmes méditerranéens;
- (2) l'impact du pâturage en zones forestières et marginales;
- (3) les parcours en zones arides et semi-arides;
- (4) les zones deltaïques et les problèmes d'irrigation;
- (5) le problème des bassins versants et la protection contre l'érosion;
- (6) l'impact de la pollution et des nuisances sur les milieux naturels;
- (7) l'impact du tourisme sur les régions côtières;
- (8) la conservation des ressources biologiques et la création de réserves de la biosphère;
- (9) la méthodologie et la modélisation;
- (10) la formation;
- (11) l'information.

La Conférence a fait suite à trois réunions régionales organisées en 1975 et 1976 de part et d'autre de la Méditerranée, sur des thèmes spécifiques du Programme MAB.

Réunion régionale sur la formulation de programmes coopératifs de recherches écologiques et interdisciplinaires, de formation et d'aménagement sur les pâturages des zones arides et semi-arides du nord de l'Afrique. Sfax, Tunisie, 3-12 Avril 1975.

Cette réunion concernait cinq pays du nord de l'Afrique (Algérie, Egypte, Libye, Maroc, Tunisie) dont une partie du territoire se trouve située dans la zone bioclimatique méditerranéenne aride et semi-aride (voir Série des rapports du MAB n° 30). Elle avait comme objectifs la formulation des programmes coopératifs de recherches écologiques et interdisciplinaires, de formation et d'aménagement sur les pâturages de la région (Projet 3 du MAB).

Réunion régionale sur les activités écologiques intégrées de recherche et de conservation dans les pays du nord de la Méditerranée. Potenza, Italie, 27-31 Octobre 1975. Organisée autour des Projets 2, 4 et 8 du MAB, la réunion (voir Série des rapports du MAB n° 36) a groupé des experts des pays méditerranéens situés au nord de la Méditerranée (Espagne, France, Grèce, Italie, Portugal, Turquie et Yougoslavie). Son objectif était de mettre en place un réseau régional de projets-pilotes en vue de réaliser des recherches écologiques sur les écosystèmes forestiers méditerranéens et de créer un réseau de réserves de la biosphère dans la partie européenne de la zone méditerranéenne.

Réunion régionale sur les activités de recherche écologique intégrée et de formation dans le nord-est de l'Afrique, au Proche et au Moyen-Orient, traitant des effets écologiques de l'irrigation réalisée à partir des grands bassins fluviaux. Alexandrie, 24-27 Février 1976. Les objectifs principaux de cette réunion étaient : de définir les priorités dans les pays concernés, là où existent déjà des projets à grande échelle de développement des bassins fluviaux basés sur l'irrigation; d'élaborer des projets de démonstration intégrés et des activités de formation ayant trait à ces projets d'irrigation; et de passer en revue les voies et moyens pour réaliser toutes ces actions dans le cadre du Programme MAB, avec la collaboration et l'assistance financière des institutions et organismes nationaux, régionaux et internationaux concernés.

La Conférence scientifique MAB-Méditerranée de Montpellier a réuni 120 participants de 15 pays riverains de la Méditerranée : Algérie, Chypre, Egypte, Espagne, France, Grèce, Israël, Italie, Liban, Maroc, Monaco, Syrie, Tunisie, Turquie, Yougoslavie, ainsi que les représentants de plusieurs organisations internationales : Unesco, PNUE, FAO, OMM, OCDE, CIESM, CIHEAM, IAM. En outre, des observateurs de pays extérieurs à la région (mais ayant des zones à climat méditerranéen, comme le Chili et les Etats-Unis d'Amérique) assistaient à la réunion (voir Annexe 1 pour la liste détaillée des participants).

La Conférence a été ouverte le mardi 28 Septembre par Monsieur Ansquer, Ministre de la Qualité de la Vie de la France (texte de l'allocution en Annexe 2). M. Batisse, sous-directeur général adjoint pour les sciences de l'Unesco, M. Richard, recteur de l'Université de Montpellier, chancelier des Universités et M. Di Castri, secrétaire du Conseil International de Coordination du Programme MAB, ont prononcé des allocutions. M. P. Grison (France) a été élu président de la Conférence, Mme S. Nasser (Egypte) et M. O. Weber (Yougoslavie) vice-présidents, M. S. Djebaili (Algérie), rapporteur.

Monsieur Thatcher, directeur du bureau du PNUE à Genève a présenté les activités du PNUE en Méditerranée et a introduit la projection d'un film sur le Plan Bleu.

La réunion de Montpellier a été précédée le 27 Septembre de trois excursions d'étude sur le terrain destinées à sensibiliser les participants aux problèmes concrets posés par l'ensemble de ces thèmes et représentatifs d'un grand nombre d'aspects socio-économiques et de transformations écologiques des milieux naturels.

L'excursion "Garrigues du Montpelliérais" a présenté les principaux types de phytocénoses particulièrement concernés par les facteurs des feux de végétation: combustibilité, inflammabilité, propagation, risques, dommages, succession écologique pyrophytique.

L'excursion "Causses du Larzac", fut orientée vers la découverte sur le terrain, des écosystèmes ressortissant au Projet 3 du MAB (écosystèmes pastoraux).

Durant l'excursion centrée sur le littoral du Languedoc et sur la Camargue, les principaux thèmes abordés concernaient les Projets du MAB, n° 2 (écosystèmes forestiers de la région méditerranéenne), 3 (écosystèmes pastoraux: cas des "manades" camarguaises), 4 (problèmes d'irrigation), 5 (effets écologiques des activités humaines sur la valeur des marais, des deltas et des zones côtières), 8 (réserves de biosphère), 9 et 14 (pollutions), 11 (urbanisme) et 13 (perception de la qualité du milieu).

L'Unesco tient à exprimer ses remerciements au Comité national français du MAB et à la Commission française pour l'Unesco qui ont pris l'initiative de l'organisation de la Conférence scientifique de Montpellier. Elle remercie également M. le Préfet régional de Montpellier, M. Blanc, ainsi que toutes les autorités françaises qui ont apporté leur appui généreux pour faciliter le déroulement de la réunion.

Comme convenu à la Conférence scientifique MAB-Méditerranée, une consultation s'est tenue postérieurement au siège de l'Unesco (28 et 29 Avril 1977), à laquelle ont participé notamment les personnalités qui avaient assuré à Montpellier le bureau de la Conférence. Le but de cette consultation a été de réviser en détail et de donner une forme définitive aux recommandations spécifiques qui ont été émises à la Conférence de Montpellier et qui figurent à la fin de chaque chapitre.

## 2. LE FEU DANS LES ECOSYSTEMES MEDITERRANEENS

### 2.1 Introduction

De tous temps le feu a marqué fortement l'évolution de la végétation sous climat méditerranéen. L'incendie a été longtemps le moyen le plus simple, le plus rapide et le plus économique pour détruire la végétation spontanée indésirable et faire place nette à des pâturages et à des terres de culture. Il est à peu près certain que depuis le Paléolithique, dans le bassin méditerranéen les bergers et les agriculteurs brûlaient périodiquement les forêts pour créer des ressources pastorales ou des espaces de culture. Plus tard au début des temps historiques en Sardaigne, par exemple, pendant l'occupation carthaginoise, la végétation naturelle en place était brûlée pour créer de nouvelles terres agricoles.

De nos jours, cette technique est de moins en moins utilisée, mais le feu reste un facteur important, car le milieu méditerranéen, sec en été et balayé par le vent, surtout à proximité des côtes, propage très facilement le feu. Ainsi, tous les ans, des milliers d'hectares de végétation naturelle sont parcourus par les incendies.

### 2.2 Aperçu climatique

La raison de cette susceptibilité élevée de la végétation méditerranéenne est due principalement au climat, caractérisé par une saison estivale longue et sèche avec des températures élevées et une humidité relative atmosphérique basse, ce qui est particulièrement favorable aux incendies.

La quantité totale des précipitations, qui détermine une année sèche ou une année pluvieuse, n'est pas le phénomène le plus important qui modifie l'occurrence des feux. Ce sont plutôt les précipitations estivales en fonction de leur quantité et surtout de leur mode de distribution qui jouent un rôle important dans le rythme d'apparition des incendies.

Les vents forts, desséchants venus du Nord (mistral, tramontane) ou du Sud (sirocco) et l'humidité atmosphérique sont aussi des facteurs importants dans le déclenchement, la propagation et l'étendue des incendies.

En outre, la végétation méditerranéenne (maquis, garrigues, etc.) est hautement combustible avec ses espèces contenant des résines ou des huiles essentielles. De plus, la topographie accidentée de l'ensemble de la région pourra faciliter la propagation du feu.

Il faut ajouter que la présence de millions de personnes (résidents permanents ou estivants) vivant dans cette région, crée une situation "explosive". Il suffit alors d'une étincelle pour mettre le feu. La destruction est souvent le résultat d'une négligence, ou bien souvent aussi et malheureusement, d'un feu allumé intentionnellement.

### 2.3 Les superficies brûlées

La taille des superficies brûlées chaque année varie grandement et, malgré les progrès technologiques réalisés dans la lutte anti-incendie, le nombre de feux s'accroît.

En 1970, en Espagne et dans le Sud de la France seulement, les feux parcoururent plus de 160 000 ha, causant des victimes humaines. En 1974, ce furent 140 000 ha. La tendance dans le Sud-Est de la France, depuis 1970, est vers un accroissement du nombre de feux mais vers une décroissance des superficies brûlées, quoique en 1976, pour l'ensemble du territoire français, environ 120 000 ha furent la proie des flammes.

En Italie, en 1974, ce furent plus de 100 000 ha de maquis et de forêts qui brûlèrent.

Quelle est dans le contexte écologique, l'importance du problème ?

Le cas de la France a été plus particulièrement étudié. Ainsi, dans une zone couvrant plus de 500 000 ha, Provence Côte-d'Azur, Corse, dénommée la "zone rouge", les superficies moyennes annuelles atteignent 4%. Ce qui voudrait dire que chaque morceau de forêt dans cette zone brûle en moyenne tous les 25 ans.

Dans beaucoup d'endroits du Sud-Est de la France, de la Corse, de la Sardaigne, de la Sicile et du Nord-Est de l'Algérie, 10% des espaces forestiers sont brûlés tous les ans. Compte-tenu du fait que de nombreux pays du Proche-Orient et le Portugal ne sont pas considérés, on peut estimer que le feu détruit tous les ans environ 200 000 ha de végétation naturelle. Le dommage correspond à une perte minimale de 50 millions de dollars par an, y compris la prévention et la lutte anti-incendie, sans compter les dégâts dus à l'érosion qui s'ensuit, à la baisse de fertilité des sols, au comblement des lacs et des barrages, etc. Environ les 3/4 de ces dégâts sont localisés dans la partie occidentale du bassin méditerranéen où le taux de boisement est environ dix fois plus élevé que dans la partie orientale (Turquie et Grèce exceptées).

## 2.4 Les causes

L'incendie est rarement dû à des causes naturelles, comme la foudre par exemple. Le plus souvent, directement ou indirectement, c'est l'homme qui met le feu: négligence des passants qui jettent des cigarettes ou des allumettes non éteintes, ou qui allument du feu pour se distraire ou faire la cuisine, laissant ensuite les braises au vent.

Souvent, l'incendie est dû aussi aux feux allumés pour détruire les broussailles ou nettoyer les fossés. Malheureusement, c'est une technique que les paysans, et parfois les cantonniers, utilisent continuellement. En plus de ce type d'incendie, allumé involontairement par imprudence, on observe de plus en plus, dans certaines régions d'intérêt touristique, des incendies volontaires destinés à détruire la végétation pour déprécier momentanément un terrain en le privant de son principal intérêt, afin de pouvoir l'utiliser pour des constructions ou pour des installations qui, autrement, n'auraient pas été permises.

C'est dans les pays en voie de développement, ou dans certaines régions des pays européens, que le brûlage des pâturages est une cause importante d'incendie, comme en Corse, dans certaines parties de l'Algérie, en Espagne, en Grèce, en Italie, en Tunisie et en Turquie.

En Europe (Espagne, France, Grèce, Italie), la négligence correspond la plupart du temps aux activités liées au tourisme. La plus grande partie des feux apparaissent pendant les mois d'été, et plus d'un tiers des incendies éclatent le long des routes. Les bouteilles abandonnées, jouant le rôle de lentille sur la litière sont aussi des causes qu'il ne faut pas négliger.

## 2.5 La végétation qui brûle

La végétation méditerranéenne est particulièrement combustible. Les forêts de pins sont parmi les plus vulnérables au feu. Les forêts de *Pinus halepensis* couvrent de vastes zones en Algérie, Espagne, France, Grèce, Italie, Tunisie et Turquie; elles paient le plus lourd tribut au feu. En Grèce, les forêts de *P. halepensis* représentent un tiers des superficies brûlées. C'est à peu près la même proportion en Espagne, France et Italie. D'autres espèces de conifères comme *P. pinea*, *P. pinaster*, *P. laricio* sont très combustibles. Ensuite viennent les bois ou taillis de chênes sempervirens: *Quercus ilex*, *Q. suber*, *Q. coccifera* et *Q. calliprinos* qui constituent souvent des peuplements dégradés appelés "garrigues" ou "matorrales". Les forêts les moins susceptibles d'être parcourues par le feu sont celles formées par les chênes décidus ou les forêts de hêtres (*Q. lanuginosa*, *Q. pyrenaica*, *Q. faginea*,

*Fagus silvatica*, *F. orientalis*) et les forêts de sapins (*Abies pinsapo*, *A. cilicica*, *A. cephalonica*). Ces peuplements moins vulnérables n'appartiennent pas à une végétation méditerranéenne typique, mais à des peuplements d'aires de transition où les précipitations estivales sont relativement élevées.

## 2.6 Les effets du feu

Il convient de distinguer quatre catégories dans l'évaluation des effets du feu: perte de produits, de services, impacts socio-économiques et impacts écologiques.

En ce qui concerne les pertes de produits, ceux-ci peuvent être des bois d'oeuvre, du bois autre que le bois d'oeuvre, du liège, du fourrage, le poisson et le gibier. Ainsi en 1974, l'Espagne a perdu, par les feux de végétation, un capital supérieur à 40 millions de \$ US. Quant aux pertes de services, elles se mesurent en eau utilisable et en valeurs touristiques. La perte de vies humaines peut être considérée comme un impact socio-économique. Mais le feu peut endommager aussi des immeubles. Ainsi, chaque année, en Espagne, les feux de végétation causent des dommages qui peuvent être comptabilisés financièrement. Enfin, pour ce qui concerne les impacts écologiques, les dommages causés par le feu ne concernent pas seulement la végétation mais aussi la faune.

Il y a peu de données disponibles sur les recherches de l'impact du feu sur les communautés végétales dans le bassin méditerranéen, encore moins sur les communautés animales.

Dans les communautés végétales sclérophylles comme celles des garrigues ou des maquis, le feu détruit les pousses aériennes sauf les tiges principales des espèces ligneuses les plus grosses; la litière est aussi entièrement brûlée. Par le feu, la vigueur et la tendance vers le climax des végétaux sont considérablement affaiblies. L'incendie endommage ou détruit complètement la masse végétale, mais altère aussi les souches, les graines, la litière. L'érosion généralement s'ensuit. La microflore et la microfaune de l'horizon supérieur du sol sont aussi détruites.

Du point de vue de l'évolution de la végétation, l'incendie est un facteur limitant très important, car lorsqu'il se répète chaque année, à la même saison, la végétation est contrainte à rester toujours au même stade ou à régresser et ne peut donc évoluer vers le climax, ce que confirmeraient ces quelques exemples pris autour du bassin méditerranéen:

Près de Gérone (Espagne) en 1973, un feu a ravagé une forêt de *Quercus suber*, *Pinus pinea* et *P. halepensis*: ce site est devenu une broussaille hautement inflammable

dominée par *Quercus coccifera*, *Rosmarinus officinalis*, *Genista* sp.. De même près de Valence (Espagne) une forêt de *Pinus pinaster* et *P. halepensis*, détruite par le feu montre des signes de recolonisation par *P. halepensis*, dominant du fait du grand nombre de germinations; mais cette dernière espèce est moins intéressante que *P. pinaster* sur le plan de la production de bois.

Un autre exemple peut être pris en Italie, en Sardaigne près de Nuoro, où le feu de 1934 détruisit une forêt de *Quercus ilex* et *Juniperus oxycedrus*; quarante ans plus tard il n'y a que quelques repousses de *Juniperus* et aucune repousse ni plante de *Quercus*. De même certaines garrigues de *Cistus* ou d'*Erica* ou de *Calycotome* du Sud de l'Italie n'arrivent pas à se développer au point de ne jamais passer au stade véritable de maquis.

En Tunisie, à cause des feux répétés et du pâturage, les forêts de *Quercus ilex* et *Q. suber* deviennent de plus en plus rares.

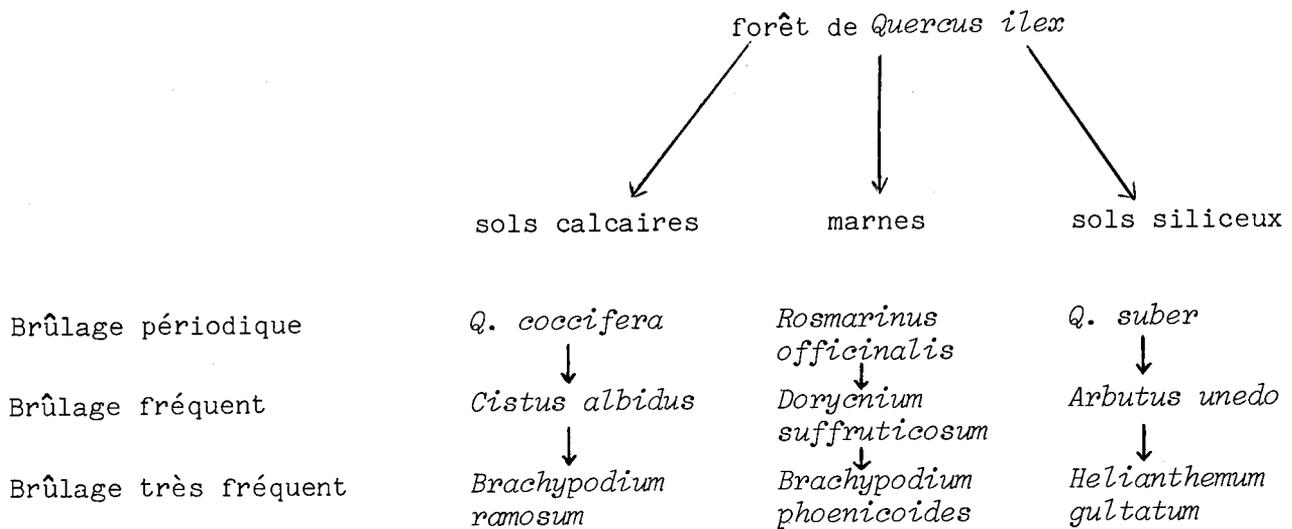
Naturellement toutes les espèces de la végétation méditerranéenne ne présentent pas le même degré de sensibilité au feu; nombreuses sont celles qui, étant plutôt résistantes, arrivent à repousser de nouveau et reconstituent peu à peu le milieu. Parmi les espèces qui résistent plus facilement que d'autres aux incendies et qui peuvent se régénérer figurent: *Quercus ilex*, *Q. coccifera*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*, *Erica arborea*, *Chamaerops humilis*. *Pinus halepensis*, *Rosmarinus officinalis*, *Cistus* sp. pl., *Calycotome spinosa*, *C. villosa* ne se reproduisent que par graines. Pour les deux dernières espèces la germination est même favorisée par l'incendie.

Le cas du chêne kermès (*Quercus coccifera*) mérite une attention spéciale. Ce chêne est un pyrophyte typique, sempervirent et sclérophylle, qui couvre d'immenses superficies, probablement plus de 2 millions d'hectares dans le Sud de la France, en Espagne, en Italie, en Afrique du Nord et la sous-espèce *Calliprinos* en Libye, Crête, Chypre, Grèce et Proche-Orient. Bien que parfois il puisse être un petit arbre (3-5m) en conditions naturelles, il atteint rarement cette taille à cause des incendies répétés. Généralement, il apparaît sous la forme d'une broussaille haute de 0,5 à 1,5 m à feuilles piquantes. *Quercus coccifera* a la double capacité de se régénérer après le feu, à la fois par des rejets de souche et des drageons de racines. Son système racinaire est très puissant, quoique superficiel et se fraye un passage à travers les crevasses et les anfractuosités de roches. Les plantules sont rarement observées, car l'espèce se propage surtout par reproduction végétative stimulée par le feu. Le chêne kermès est en équilibre depuis des siècles avec des incendies périodiques dus principalement aux bergers. Mais quand les feux sont allumés trop fréquemment, le chêne peut être tué, laissant des trouées dans lesquelles apparaît *Brachypodium ramosum*.

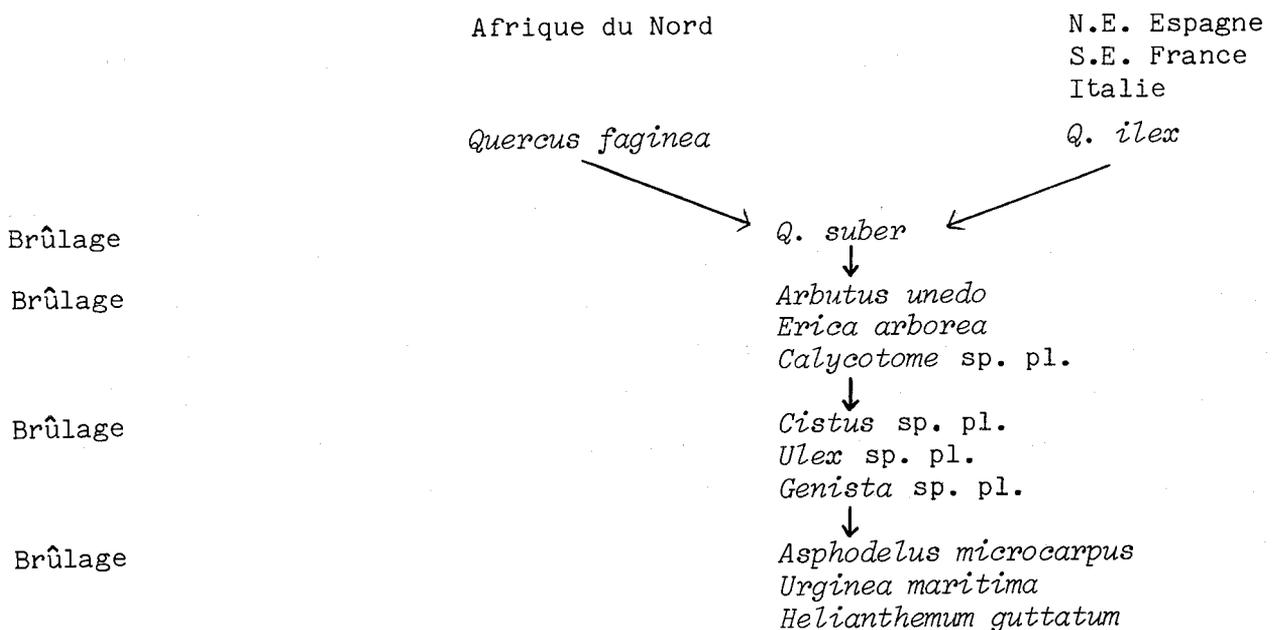
2.7 Séries pyrophytiques

Les transformations du tapis végétal qui apparaissent après l'incendie ont été synthétisées par différents auteurs en séries pyrophytiques.

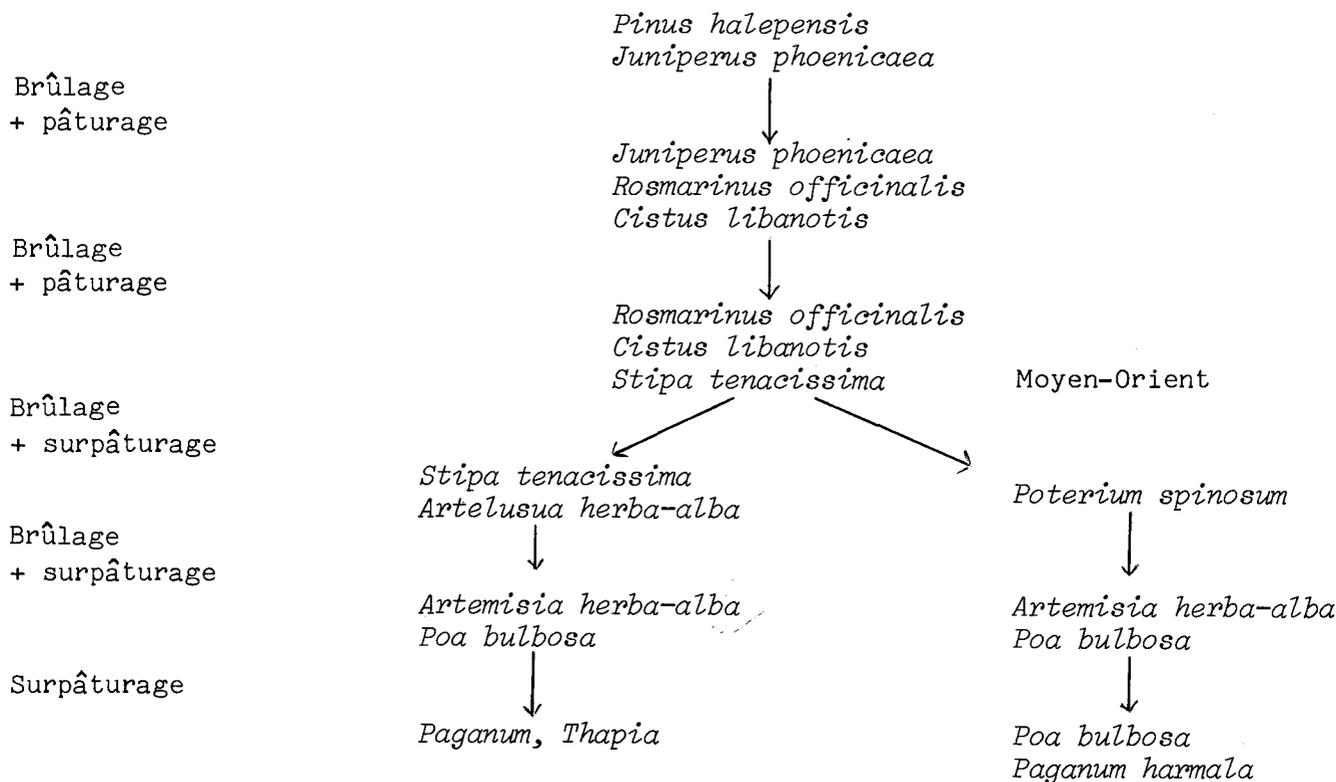
Dans le Sud de la France et probablement aussi dans certaines régions d'Espagne et d'Italie, la succession régressive peut être synthétisée comme suit. Cependant, dans les taillis de chêne vert, tout de suite après le feu, le sol est colonisé par les espèces qui préexistaient à l'incendie, accompagnées par quelques annuelles nitrophiles et apparemment, malgré des brûlages fréquents, la composition floristique de ces phytocénoses est assez stable.



En Afrique du Nord (N.O. Tunisie, N.E. Algérie, Maroc), en Espagne et dans le Sud de la France la régression pyrophytique peut être synthétisée comme suit :



Dans la partie méridionale et orientale du bassin méditerranéen, la série régressive pyrophytique peut prendre la forme suivante:



## 2.8 Conclusions

La végétation méditerranéenne est parcourue tous les ans par de nombreux feux dûs en grande partie à la nature du climat. En outre, l'homme a brûlé les forêts depuis des milliers d'années pour acquérir de meilleurs pâturages ou des terres cultivables.

Le feu affecte la végétation dans sa structure, sa composition et sa productivité.

Les forêts non incendiées, en particulier celles qui n'ont pas brûlées depuis 50 ou 100 ans, voire plus, ont une structure simple, avec seulement des arbres, des lianes et quelques herbacées. Quand le feu survient périodiquement, la structure devient plus complexe et comprend des arbres et des buissons de différentes tailles, des espèces herbacées. Cependant, lorsque le feu est trop fréquent, la structure devient à nouveau plus simple, avec seulement des buissons bas et des herbacées (annuelles ou pérennes). Les stades les plus dégradés deviennent très simples avec seulement une strate herbacée.

Quant au feu utilisé de façon pratique pour l'aménagement de la végétation, il y a peu d'études sur ce sujet. Il faut espérer que les causes et les effets du feu dans la végétation méditerranéenne seront rapidement des sujets de recherches afin de mieux comprendre et dominer cette force écologique qu'il représente.

## 2.9 Recommandations

L'évolution et la physionomie actuelle des écosystèmes forestiers et non forestiers méditerranéens résultent de l'action conjuguée de 2 séries de facteurs indissociables: les facteurs naturels et les facteurs humains. Aucune étude ne peut perdre de vue l'un de ces 2 aspects (ainsi certaines questions relatives à l'emploi du feu sont à lier au problème du pâturage en zones forestières et marginales).

D'autre part les écosystèmes méditerranéens sont encore très mal connus et, de nombreuses questions sur leur structure, leur fonctionnement et leur aménagement restent encore sans réponse. Il est donc nécessaire d'entreprendre davantage de recherches fondamentales mais, dans l'attente de leurs résultats, il est indispensable de gérer ces écosystèmes avec une grande prudence, afin de ne pas provoquer d'évolutions irréversibles qui amoindrieraient leurs potentialités d'utilisation dans l'avenir.

Ces considérations ont conduit les participants à formuler plusieurs souhaits. Des recherches devront être entreprises sur le comportement du feu et l'évolution des écosystèmes sous l'influence du feu. Ces recherches pourraient s'appuyer sur l'observation de terrain (informations statistiques), et sur l'utilisation de dispositifs expérimentaux de laboratoire (banc thermique) et de terrain (expériences de brûlage de garrigue en France et entretien à feu courant - prescribed burning - en Grèce). Les mesures de prévention prendront en considération les études socio-économiques des causes d'incendie et des dommages qu'ils entraînent. La prévision des risques d'incendie s'appuiera davantage sur les études des facteurs climatologiques conditionnant l'éclosion et l'évolution des feux, ces études pouvant être conduites avec l'appui de l'Organisation Météorologique Mondiale. Les différentes délégations nationales dresseront, pour leurs pays respectifs, la liste des organismes réalisant des recherches ou des études relatives au thème "feu", en vue de la mise en place ultérieure d'un centre régional de documentation sur les écosystèmes forestiers et ceux dérivés des forêts: (maquis, garrigues, matorales etc.).

Les participants au groupe de travail sur le feu ont exprimé le voeu que dans le cadre du Projet 2 du MAB, des discussions scientifiques aient lieu lors de la

Conférence organisée en collaboration avec l'IUFRO, par la FAO, l'Unesco et probablement le PNUE en mai 1977 en France à Saint-Maximin. Ils ont également exprimé le désir d'être informés des résultats de la première phase du projet conjoint FAO/PNUE sur les feux de forêt et de recevoir le rapport qui a déjà été publié afin que des décisions sur les recommandations qui s'y trouvent puissent être prises lors de la Conférence de Saint-Maximin.

Enfin, les participants ont pris note de l'initiative du Comité national américain pour le MAB d'organiser un Symposium international<sup>1</sup> sur les conséquences du feu et de son emploi dans les écosystèmes à climat méditerranéen, prévu en Août 1977 en Californie et souhaitent une active participation des pays du bassin méditerranéen.

---

1. *International Symposium on the Environmental Consequences of Fire and Fuel Management in Mediterranean-climate Ecosystems (Forests and Scrublands).*

### 3. L'IMPACT DU PATURAGE EN ZONES FORESTIERES ET MARGINALES

#### 3.1 Introduction

Aborder le problème des relations entre l'élevage et la forêt en zone méditerranéenne, c'est toujours évoquer une situation de conflit. Pourtant au cours de leur longue histoire et jusqu'à présent dans un certain nombre d'endroits, les sociétés méditerranéennes ont assuré leur subsistance, par l'intermédiaire de systèmes d'élevage associant étroitement la forêt méditerranéenne à ceux-ci. Les faits ne montrent-ils pas que le domaine de l'arbre a beaucoup reculé, plus par suite d'une expansion démographique - engendrant les besoins croissants en matériaux de construction et en énergie - que sous l'effet de la dent des animaux.

Dans le chapitre qui suit on a donc cherché d'abord à cerner et à raisonner les différents niveaux d'analyse du problème des relations élevage-forêt en Méditerranée; il s'agit ensuite de dégager les besoins d'une recherche scientifique. Un exemple pour la recherche intégrée dans le domaine un pâturage sans forêt est donné en Annexe 3 (Projet Sarde).

#### 3.2 Les relations élevage-écosystèmes méditerranéens: position du problème

Le problème très complexe des relations élevage-forêt en Méditerranée s'inscrit dans le cadre plus général des rapports entre l'élevage et les formations végétales méditerranéennes. Trois niveaux d'analyse peuvent permettre de conduire la réflexion:

- (1) le problème de l'utilisation de l'espace et des rapports entre classes de la société (approche socio-économique);
- (2) les rapports entre l'animal et l'écosystème dans lequel il vit (approche écologique et comportementale);
- (3) les relations entre systèmes de production (approche zootechnique et sylvicole).

Le problème de l'espace et de la société. Les conflits "élevage-forêt" peuvent être perçus en termes de concurrence pour l'utilisation de l'espace. Les hommes susceptibles d'utiliser cet espace ne raisonnent pas en fonction des mêmes intérêts et ne se situent pas à la même échelle d'espace et de temps. En Méditerranée, le forestier est le propriétaire ou représente un pouvoir central, tandis que l'éleveur n'a pour patrimoine et moyen de subsistance que son troupeau. Ce forestier envisage une production à long terme et se présente comme le garant d'une protection à long terme d'un milieu fragile. L'éleveur agit dans le cadre d'une économie de subsistance et recherche une production immédiate.

Il est vraisemblable que certains arguments écologiques ou techniques invoqués par telle ou telle partie ne trouvent leur force que dans un certain contexte historique et social. Y a-t-il forcément conflit ou peut-il y avoir complémentarité des activités ?

Relation animal-écosystème. Dans le conflit "éleveur-forestier", l'argument exprimé de façon constante est celui des dégâts provoqués par les animaux, dégâts portant essentiellement sur les jeunes pousses et sur le sol, ce qui dans l'esprit de ceux qui condamnent le pâturage en forêt, perturbe ou empêche la régénération et est susceptible de diminuer la productivité de la forêt. Mais inversement, l'élevage ne peut-il aussi protéger la forêt en réalisant le nettoyage du couvert forestier et en assurant donc une meilleure protection contre l'incendie que les plus perfectionnés des systèmes de surveillance et d'intervention ? Alors que pour l'éleveur méditerranéen la forêt est potentiellement un pâturage, pour le forestier le parcours est "naturellement" une forêt qui s'ignore ! L'usage de certains termes caractérisant le milieu est ambigu: la dégradation du pâturage par développement d'épineux et de ligneux est considérée comme une évolution positive pour le forestier. Ces termes ne traduisent-ils pas une conception manichéenne qui revient à transposer sur le plan écologique une opposition qui a des fondements socio-économiques profonds ?

Dans quelle mesure surface pastorale et forêt peuvent-elles correspondre au même espace ?

Systemes de production et écosystemes. La dissociation des activités productrices est dans la logique de l'évolution des sociétés économiquement développées. Dans la méconnaissance des relations réelles et possibles; animal-écosystème, elle a probablement contribué à faire évoluer respectivement les techniques sylvicoles et zootechniques dans les directions plus ou moins divergentes. Conçues indépendamment les unes des autres et sans intégrer d'autres préoccupations que celles de leur "secteur", elles conduisent à la formation de techniciens beaucoup plus préoccupés d'aboutir à une production déterminée que de gérer les ressources d'un espace. Il n'est donc pas étonnant que l'idée même d'introduction de l'élevage dans la forêt provoque des conflits. Il n'est pas étonnant non plus que des techniques d'élevage conçues dans des milieux agronomiques maîtrisés et permettant des productivités élevées par animal, pénètrent difficilement dans des élevages dont le besoin principal est d'utiliser l'espace.

En Méditerranée ce type de conflit surgira d'autant plus que l'on cherchera à transposer des technologies et des réglementations de sylviculture et de zootechnie conçues dans le contexte de milieux et d'exploitations du Nord de l'Europe.

En Méditerranée, l'importance spatiale des régions strictement pastorales ou des surfaces forestières plus ou moins productives, par rapport aux surfaces irriguées ou céréalières rend fondamentale la mise au point de systèmes de production, tenant compte des aptitudes spécifiques de ces différentes unités naturelles. Le problème d'une valorisation intelligente des ressources possibles des écosystèmes méditerranéens suppose un effort de recherche important, concerté et décisif.

### 3.3 Démarche et thème d'une recherche sur les relations entre l'élevage et les écosystèmes méditerranéens

Etudes sur les rapports animal-écosystèmes. La prise en compte par la recherche d'un problème aussi complexe que celui des relations élevage-écosystèmes nécessite l'intervention de chercheurs de plusieurs disciplines, et notamment des écologistes, des forestiers et des zootechniciens. Mais il est important que la démarche adoptée par chacun d'eux échappe au poids historique des schémas traditionnels qui tendent à être imposés comme allant de soi par des Officiels. C'est uniquement à cette condition que cette démarche commune sera fructueuse et contribuera à éclairer de manière à la fois rationnelle et nouvelle les possibilités de valorisation des formations végétales. Là comme ailleurs, il est nécessaire que le chercheur rejette la dialectique du "tout noir" et du "tout blanc". C'est déjà ce que nous avons tenté de faire, en exprimant d'une manière que certains pourront juger non conformiste, les problèmes de l'élevage en milieu non agricole.

Dans une démarche scientifique "éclairée", le chercheur forestier doit admettre l'hypothèse qu'une formation forestière peut aussi produire des unités fourragères; il s'agit d'évaluer la nature et la quantité de la production forestière qui peut être prélevée par l'animal et les conditions de ce prélèvement, sans préjudice pour l'évolution ultérieure de la forêt. Le zootechnicien doit considérer quant à lui, que le parcours n'est pas forcément une donnée naturelle acquise définitivement: il s'agit ici d'envisager la manière dont le troupeau peut contrôler l'évolution du milieu seul ou conjointement avec l'utilisation d'autres techniques d'intervention.

En définitive, le phénomène fondamental à étudier est celui du comportement des différentes espèces animales: piétinement, rythme d'activité, délimitation d'un territoire, choix des espèces végétales sur différents stades de végétation, et notamment étude du comportement différentiel vis-à-vis de la strate herbacée, des broussailles, des jeunes plants et des espèces ligneuses. Cette étude sur animaux domestiques est à associer avec les études similaires sur les espèces sauvages. Il s'agit de définir la niche alimentaire de chaque espèce au cours des différentes saisons de l'année dans différents types de milieu.

Alors que l'on commence à disposer de quelques observations de ce type dans les forêts de régions tempérées ou nordiques, ce genre d'étude est pratiquement inexistant en milieu méditerranéen.

Etudes sur les systèmes de production. Les études sur l'utilisation des écosystèmes par les animaux ou sur l'évolution des écosystèmes, doivent aboutir à la construction de systèmes de production intégrant les préoccupations de protection du milieu et d'auto-renouvellement des écosystèmes avec les nécessités d'un élevage et des productions agricoles et forestières.

Les exigences en produits primaires végétaux (bois, céréales, fourrages), tout comme les contraintes présentées par le sol, le relief et l'altitude, introduisent fondamentalement une structuration de l'espace (terres cultivées et surfaces non cultivées, zones forestières et zones de parcours). De même s'introduisent des différences entre zones au moment où les ressources fourragères spontanées sont à leur maximum de disponibilité. En milieu méditerranéen, ce compartimentage du paysage constitue une constante qui se manifeste à différentes échelles au niveau des exploitations et des villages tout comme au niveau inter-régional (massifs montagneux et plaines agricoles par exemple).

Jusqu'à présent, la recherche n'a raisonné qu'en fonction d'axes sectoriels de telle sorte que la mise au point de certaines techniques a été réalisée dans la logique d'une société qui a accru la productivité des surfaces cultivées, abandonné les surfaces présentant des facteurs limitants importants, orienté les surfaces forestières ou pastorales abandonnées vers la seule production de bois. La structuration naturelle de l'espace n'a été exploitée que d'une seule manière: le zonage des activités. Il s'agit maintenant d'étudier les conditions culturelles, économiques, techniques, écologiques... d'un développement permettant l'intervalorisation de ces zones à caractéristiques différentes.

Au niveau des conceptions on peut déjà dire que cette intervalorisation ne peut se faire que par des transferts entre les différentes zones. Ces transferts peuvent être de différentes natures (énergie, animaux, gènes...). Ils peuvent se mesurer par des flux. Jusqu'à présent seul l'économiste s'est intéressé à certains de ces flux mais uniquement dans la mesure où ils se traduisaient par des transactions marchandes. Or, dans un contexte économique où l'énergie devient de plus en plus coûteuse, une attention plus grande devrait être accordée au bilan énergétique des systèmes de production. Le problème posé est donc ici celui du rendement énergétique optimum d'un espace profondément structuré tout en assurant la production indispensable de bois, céréales et viande.

Formes d'une recherche. Face aux questions posées, la recherche doit prendre vraisemblablement des formes complémentaires: mise en oeuvre d'observations dans un cadre expérimental créé à cet effet et analyse des pratiques et systèmes traditionnels. Le cadre expérimental est nécessaire dans la mesure où certaines questions posées nécessitent des mesures et observations fines sur animaux: il s'agit de l'analyse des relations animal-formation végétale.

Il n'en est pas moins nécessaire de faire un inventaire des solutions adoptées par des éleveurs dans une gamme très variée de milieux méditerranéens en intégrant la dimension socio-économique. Ces deux types d'études doivent également être réalisés sur une base interdisciplinaire.

### 3.4 Recommandations

Considérant les propositions faites par la réunion d'experts tenue à Potenza en Octobre 1975, les participants ont exprimé le voeu d'accroître l'effort de recherche pour apprécier, définir et caractériser les possibilités d'utilisation pastorale des écosystèmes forestiers ou des zones marginales, et d'inclure dans ses recherches un projet sur l'écosystème "arbres non forestiers-plantes herbacées" du type "Dehesa" en zone semi-aride.

#### Caractéristiques de cette recherche:

- (1) réunion dans le cadre d'un même programme, des zootechniciens, forestiers, écologues et socio-économistes;
- (2) observations dans le cadre de dispositifs expérimentaux spécialement conçus à cet effet mais prise en compte également des solutions adoptées de fait par les éleveurs.

#### Objectifs:

- (1) étudier et recenser des pratiques traditionnelles dans le contexte des différentes unités naturelles en relation avec l'évolution historique et les conditions culturelles et socio-économiques;
- (2) préciser dans chaque écosystème l'impact du pâturage des différentes espèces et races animales sur l'équilibre écologique et les possibilités de prélèvement de ressources fourragères par les animaux tout en assurant la pérennité de ces écosystèmes;
- (3) définir les systèmes de production pastoraux et forestiers les mieux adaptés en fonction des critères de production et de conservation.

Moyens conceptuels:

- (1) disposer de techniques d'évaluation de leur efficacité selon différents critères (évaluation économique ou énergétique, poids des exigences du long terme par rapport aux besoins du court terme);
- (2) envisager la modélisation des systèmes réalisables permettant d'appliquer ultérieurement un raisonnement général à des situations très variées.

L'information. Cette recherche doit s'appuyer sur un réseau de communication et de circulation de l'information qui est ressenti de manière générale par la diffusion de publications et de résultats que leur caractère interdisciplinaire marginalise par rapport aux canaux habituels qui ont un caractère essentiellement sectoriel, et par un renforcement de la collaboration entre le Projet 2 du MAB et la FAO de manière à perfectionner les articulations entre les divers domaines d'activité (recherche, formation et aménagement) concernant les écosystèmes forestiers et pastoraux méditerranéens.

Projet Sarde. D'un point de vue opérationnel le projet Sarde (voir Annexe 3) doit être retenu comme projet-pilote, compte tenu de son stade d'avancement et de la variété des situations qui y sont représentées. Ceci signifie notamment que:

- (1) les moyens nécessaires à la poursuite de ce programme doivent être dégagés;
- (2) des travaux devraient y être réalisés avec la collaboration de chercheurs de différents pays;
- (3) un groupe de travail pour la région méditerranéenne devrait être mis en place auprès de ce projet qui serait chargé, d'une part, d'organiser une réunion annuelle d'information et de concertation en Sardaigne, d'autre part, d'assurer l'échange entre les différentes équipes nationales de l'information créées par chacune d'elles.

#### 4. LES PARCOURS DES ZONES ARIDES ET SEMI-ARIDES MEDITERRANEENNES

##### 4.1 Introduction

Le thème des parcours des zones arides et semi-arides méditerranéennes, dont la discussion a été proposée lors d'une session spéciale de la Conférence scientifique MAB-Méditerranée, s'inscrit dans la démarche générale du Projet 3 du MAB. L'objectif général du Projet 3 a été défini dans le rapport n° 6 de la Série des rapports du MAB.

La régionalisation du Projet 3 a été reconnue (Série des rapports du MAB n° 25) comme devant permettre une meilleure planification de la recherche dans chacune des grandes zones écologiques du monde. Ainsi, pour la zone méditerranéenne, il a été proposé de considérer distinctement les sous-zones présentant des différences climatiques essentielles, conditionnant au premier chef les niveaux de productivité des écosystèmes et la nature même des pratiques sociales et de gestion des ressources et de l'espace. L'accent est placé sur les zones fragiles, à agriculture marginale, à propos desquelles il est souhaitable de ne pas atteindre un seuil irréversible de dégradation et où il convient d'avoir présentes à l'esprit les possibilités d'utilisation des ressources pour des usages diversifiés.

La formulation et la mise en oeuvre d'un projet régional sur les zones arides et semi-arides méditerranéennes ont fait l'objet de diverses propositions. Une première ébauche de ce projet régional a été présentée à la réunion de Sfax (Série des rapports du MAB n° 30) qui rassemblait les cinq pays au Nord du Sahara. Une partie de la communauté scientifique des pays ainsi concernés s'est informée des possibilités offertes par la coopération régionale et internationale et a fait la preuve de sa volonté de planifier des activités de recherche qui vont dans le sens des objectifs du Projet 3 du MAB; ils ont vivement insisté par ailleurs sur la nécessité de rendre solidaires les actions de recherche, de développement et de formation, condition *sine qua non* pour garantir le succès de projets de développement fondés sur les principes d'une gestion écologique.

Afin de mieux saisir l'importance de certaines propositions et recommandations, il a paru indispensable de situer, d'une manière plus précise, la nature même des problèmes à résoudre auxquels la communauté scientifique tout entière se trouve confrontée dans l'aire écologique considérée.

#### 4.2 Le préalable climatique

Les parcours des zones arides et semi-arides méditerranéennes sont tous ceux qui se rattachent à la sous-zone écologique méditerranéenne à précipitations moyennes annuelles relativement faibles; il est convenu de distinguer:

- (1) une zone aride: qui reçoit de 100 à 400 mm (le premier maximum saisonnier est l'automne) ou de 75 à 300 mm (le premier maximum saisonnier est déplacé sur l'hiver et le printemps, cas du Proche-Orient ou, s'il y a des compensations, par suite de l'influence maritime, comme au Maroc atlantique);
- (2) une zone semi-aride: qui reçoit de 300-400 mm à 500-600 mm suivant l'efficacité saisonnière des précipitations.

Il faut indiquer en outre qu'une distinction fondamentale peut être introduite en considérant les valeurs de la moyenne des températures minimales du mois le plus froid, qui varient de  $-10^{\circ}\text{C}$  (plateau de l'Anatolie) à  $+12^{\circ}\text{C}$  (Wadi Araba et Vallée du Jourdain), et introduisent des distinctions très importantes quant à la distribution des espèces végétales et quant à la durée de la période de végétation active, elle-même conditionnant les pratiques pastorales et culturelles des zones considérées.

#### 4.3 L'aire géographique concernée et l'importance du problème

Tous les pays riverains de la Méditerranée, à l'exception sans doute de la Yougoslavie et de l'Albanie, sont concernés. Certains le sont pour des territoires d'étendue limitée: Grèce, France, Italie; d'autres le sont pour des territoires très vastes: Chypre, Espagne, Turquie, l'Ouest et le Nord de la Méditerranée; Algérie, Egypte, Israël, Liban, Libye, Maroc, Syrie et Tunisie.

L'ensemble des territoires arides et semi-arides des pays indiqués ci-dessus - et selon les critères climatiques proposés au chapitre 2 - couvre une aire totale de l'ordre de 150 millions d'hectares (1,5 million de  $\text{km}^2$ ) dont les 2/3 environ, soit 100 millions d'hectares, sont en tout premier lieu des terrains de parcours à caractère relativement permanent. On entend ainsi des phytocénoses qui produisent une phytomasse aérienne dont l'usage essentiel, sur un cycle de plusieurs années consécutives, est d'ordre pastoral; cette phytomasse servant de nourriture quasi exclusive à un important cheptel de moutons, de chèvres, de bovins, d'ânes et de dromadaires, exceptionnellement de porcs (Espagne). Les effectifs globaux de ce cheptel,

exprimés en unités ovines équivalentes<sup>1</sup>, correspondent à quelques 50 à 70 millions d'unités, ce qui traduit donc une charge moyenne comprise globalement entre 0,5 et 1 unité ovine équivalente par hectare et par an. Quand on sait que dans les zones arides les parcours ne produisent guère plus de 200 à 250 Kg de matière sèche végétale consommable par hectare et par an, on se rend compte tout de suite de la relative incohérence qu'il y a à annoncer des charges animales de l'ordre de grandeur indiqué pour des capacités de charge aussi faibles. Faut-il faire observer que ce constat explique sans doute l'extrême irrégularité locale des effectifs ovins, ou autres, dans les zones considérées, et la précarité des conditions d'existence des populations.

Dans le contexte méditerranéen (*s. str.*), cette notion de "terrains de parcours" doit être comprise non seulement - comme nous venons de le définir - en se référant à un usage pastoral relativement permanent, mais aussi en ayant en vue les usages diversifiés des ressources renouvelables provenant de tels écosystèmes. Ces usages diversifiés sont déterminés aussi bien sur le même espace à un instant donné et, *a fortiori*, en prenant en considération les variations temporelles des usages majeurs.

C'est ainsi, à titre d'exemple, que la plupart des phytocénoses à *Artemisia campestris*, sur sols sableux, de la Tunisie ou de la Libye, sont de fait des terrains de parcours actuels issus d'un abandon cultural assez récent et liés à des pratiques agricoles mobilisant des techniques de labour assez rudimentaires: labour monosoc léger et superficiel, accompagné d'une éradication manuelle de certaines espèces ligneuses, voire de leur évitement si elles constituent de trop gros obstacles; de telles pratiques n'intervenant seulement que les années jugées favorables pour l'aridoculture céréalière. De même, la steppe nord-africaine à *Stipa tenacissima* est, la plupart du temps, à la fois un terrain de parcours (moutons, chèvres) et une source de matière première fibreuse (pour la pâte à papier ou la sparterie); d'autre part, elle résulte souvent de la dégradation des forêts claires de *Juniperus phoenicea*, *Pinus halepensis* et de *Quercus ilex*, exploitées aussi pour d'autres usages.

Un autre exemple démonstratif de l'utilisation polyvalente de l'écosystème pastoral des zones arides méditerranéennes est fourni, comme le rapporte déjà

---

1. D'après Le Houerou (1976), in Le Houerou et Coste Relationships between rangeland production and average annual rainfall (sous presse) :

1 mouton adulte (40 Kg)	= 0,20 bovin = 0,10 chameau = 1,20 chèvre = 0,15 cheval =
	0,30 âne = 300 UF/an = 495 000 K cal/an
1 unité ovine	= 1 brebis + 1 agneau jusqu'à 3 mois + 1/5 agnelle +
	1/25 bélier = 450 UF/an = 1,5 mouton

Emberger (1938) par les forêts d'Arganiers (*Argania spinosa*) du Maroc. Il s'agit typiquement d'un écosystème à structure complexe "arbres + herbacés" dans lequel l'arbre, ici l'Arganier, joue à lui seul un rôle multiple, alors que la strate herbacée est à usage pastoral prépondérant. A la fois bois d'oeuvre et bois destiné au chauffage et à la fabrication du charbon, l'Arganier fournit aussi un "pâturage suspendu" par son feuillage et une nourriture de premier choix pour les animaux par ses fruits. En outre, les graines donnent une huile comestible, l'huile d'Argan, qui était l'un des aliments de base des populations locales et, de plus, un objet de transaction commerciale.

Il est étonnant que ces observations tellement appropriées n'aient pas donné lieu dans les quarante dernières années à des études intégrées sur les productions diversifiées de cet écosystème. Certes, il faut admettre que les investissements pour la recherche dans les zones arides n'ont été que très exceptionnellement considérés comme prioritaires, puisque un postulat de départ, propre aux systèmes économiques en place, conduisait à l'affectation des priorités aux productions des zones à précipitations élevées, ou susceptibles d'accueillir, au moindre coût, les technologies dites avancées (mais à fort input énergétique), elles-mêmes créatrices de nouveaux besoins de nature à stimuler par réaction en chaîne les différents secteurs de l'économie.

#### 4.4 Productivité actuelle et productivité potentielle

Le constat le plus évident quant aux niveaux de la productivité biologique des écosystèmes pastoraux actuels des zones arides et semi-arides méditerranéennes est que l'on se trouve en présence de niveaux relativement bas - sauf exceptions remarquables - si l'on considère l'étendue de la période de végétation, la diversité des biotypes en présence et les normes de leur efficacité pour l'utilisation de l'eau et des éléments nutritifs.

Par niveaux bas, nous voulons dire que la plupart des écosystèmes considérés, soumis à des conditions de gestion traditionnelle, ne produisent que quelques centaines de kilogrammes de matière sèche consommable (par l'homme ou par les animaux) par hectare et par an. En bref, disons que dans la zone à 200-300 mm, il est d'un usage courant de mesurer des productions végétales annuelles de l'ordre de 500 à 800 Kg de matière sèche/ha/an, que ce soit dans les parcours ou dans les champs de céréales (agriculture pluviale). Or, il existe des situations particulières qui suggèrent que de telles quantités de précipitations devraient permettre d'atteindre

2 000 Kg MS/ha/an dans le cas des pelouses à *Cynodon dactylon* des zones à *Zizyphus lotus* et *Artemisia campestris* du Sud de la Tunisie<sup>1</sup>, voire des quantités encore deux fois plus élevées dans le cas des phytocénoses dominées par des graminées et des légumineuses annuelles, issues de la transformation de la steppe à *A. herba-alba* soumise à un aménagement pastoral rationnel comprenant la restauration de la fertilité des sols et une gestion adéquate du troupeau ovin, ainsi que cela a été démontré à Migda-Tadmor, au Nord du Neguev<sup>2</sup>.

#### 4.5 Aperçu sur les causes de la sous-production

Les principales raisons qui conduisent à des dysfonctionnements dans la production biologique des écosystèmes considérés sont les suivantes:

- (1) appauvrissement historique des sols aussi bien en matière organique totale qu'en matière minérale (essentiellement nutriments à base de phosphore et d'azote) par suite des techniques agro-pastorales employées pendant des siècles ou des millénaires;
- (2) dysfonctionnements affectant le cycle de l'eau: dégradation des conditions hydrodynamiques de surface et de profondeur des sols; inefficacité actuelle des systèmes de petite hydraulique de surface ayant pourtant fonctionné dans le passé,
- (3) pertes affectant la partie vivante (terre arable) des sols par érosion éolienne et hydrique, consécutive à l'utilisation récente de moyens mécaniques puissants (par ex. labours à la charrue polydisque derrière tracteur) favorisant la destruction totale des espèces ligneuses hautes et basses et entraînant la pulvérisation des horizons de surface, le découverture prolongé du sol, sans réduire pour autant la pression pastorale incontrôlée sur l'ensemble de l'espace rural,
- (4) éradication de toutes les espèces ligneuses pour des usages multiples: artisanat, sparterie, chauffage, cuisson des aliments, extraction d'essences volatiles, pharmacopée, etc.

Rien d'étonnant alors que de vastes espaces caractérisés au début du siècle par des phytocénoses diversifiées à recouvrement global supérieur à 50% et fournissant des ressources et des usages diversifiés, soient aujourd'hui caractérisés par des phytocénoses à faible recouvrement global (0 à 25%), souvent dominées par des espèces annuelles peu alibiles (ex. *Stipa retorta*) ou par des espèces herbacées vivaces à cycles très courts (ex. *Brachypodium ramosum*, *Poa sinaica*, *Carex pachystylis*,...), voire par des espèces pérennes réputées non consommables par les animaux

---

1. cf. travaux du CEPE/ORSTOM/INRAT sur la zone de Zerkine, au Sud de Gabès (Tunisie aride).

2. Van Keulen, H., 1975. Simulation of water use and herbage growth in arid regions. 1 vol., 176 p., Wageningen.

(*Asphodelus* sp. pl., *Peganum harmala*, *Arthrophytum scroparium*, *Hammada scroparia*,...) post-culturales (*Artemisia campestris*, *Prosopis farcta*,...).

Dans les cas extrêmes, la dégradation des écosystèmes pastoraux se traduit par une dénudation définitive du sol et par la mise en surface de couches minérales brutes (strates calcaires, gréseuses; croûtes calcaires, gypseuses; calcaires et gypses pulvérulents..) impropres à la vie végétale, sauf circonstances particulières.

#### 4.6 Remontée biologique, gestion de l'espace rural et des ressources

La cicatrisation et la remontée biologique de tels espaces dégradés sont souvent très problématiques en raison de l'absence ou de la rareté des semenciers (porte-graines) et de graines viables des bonnes espèces spontanées. Elles sont alors conditionnées dans l'esprit des aménageurs par le recours à des techniques énergiques et coûteuses. Toutefois, il convient de dire que le recours à des techniques sophistiquées de reconstitution du couvert végétal, impliquant un processus d'artificialisation de plus en plus poussée (re-semis et plantation d'espèces sur terrain préparé; fertilisation; traitements appropriés par des pesticides; maintenance plurianuelle à coût élevé...) ne se justifie pas dans de nombreux cas où les potentialités naturelles peuvent être identifiées à partir d'une étude sérieuse des phytocénoses spontanées, et peuvent être dégagées pour peu que des décisions soient prises en ce qui concerne les normes de gestion de tels espaces soumis à des périodes alternées de repos et d'utilisation pastorale. Les exemples ne manquent pas du Maroc à la Tunisie, de l'Egypte à la Syrie, qui démontrent l'exceptionnelle vitalité du patrimoine végétal (et animal) de ces territoires. Aussi est-il raisonnable de dire avec beaucoup d'experts compétents des pays considérés que ce qui importe le plus c'est la recherche des conditions dans lesquelles de nouvelles normes de gestion pourraient être appliquées. Cette formulation devrait entraîner la mobilisation des chercheurs en sciences humaines encore si peu engagés dans le débat.

#### 4.7 Données générales sur les principaux écosystèmes pastoraux

Est-on en droit de dire que la recherche concertée sur les écosystèmes pastoraux de la sous-zone écologique aride et semi-aride méditerranéenne est représentative à l'heure actuelle des principaux écosystèmes pastoraux du territoire considéré ? Si des efforts louables ont été faits à partir de la réunion de Sfax (Série des rapports du MAB n° 31) et si la Conférence scientifique MAB-Méditerranée de Montpellier a complété la liste des écosystèmes étudiés ("Dehesa" de l'Espagne), un examen rapide de la liste qui va suivre montre tout le chemin qui reste à parcourir.

L'aire européenne. Pour l'ensemble "Espagne, France, Grèce et Italie", et principalement en Espagne, les parcours semi-arides et arides occupent quelques 10 millions d'hectares. Seule l'Espagne présente des parcours arides, ce qui se traduit par la présence de steppes à *Artemisia herba-alba*, à *Stipa tenacissima*, souvent dérivées, il est vrai, de séquences forestières (*Quercus ilex* s.l., *Juniperus thurifera*,...). L'originalité de cette aire européenne des parcours semi-arides et arides tient sans doute à l'existence (Espagne du SO, Sardaigne...) d'écosystèmes pastoraux associant des arbres en faible densité à des formations herbacées (pelouses) ou à des strates de ligneux bas (matorrales, garrigues et maquis bas, phrygana, tomillares,...). Le système de la "Dehesa" de l'Extremadura semi-aride est à cet égard très représentatif: couvert arborescent entre 10 et 30% à base de *Quercus ilex* s.l. et de *Q. suber* sur des pelouses à graminées et légumineuses annuelles; les ressources pastorales de la "Dehesa" sont utilisées par 2 ou 3 catégories d'animaux domestiques; cet écosystème pastoral pluristrate est en équilibre dynamique grâce à des interventions humaines qui représentent souvent plusieurs siècles de gestion à caractère écologique.

D'autres arbres sont à considérer: *Olea europea*, *Ceratonia siliqua*, *Juniperus oxycedrus*, voire *Pinus pinea*, l'un des rares pins qui, en couvert clair, n'exclut pas les herbacées.

L'aire au Nord du Sahara. Pour l'ensemble des cinq pays au Nord du Sahara: Algérie, Egypte, Libye, Maroc et Tunisie, les parcours arides et semi-arides occupent quelques 50 millions d'hectares, pour la plupart sous climat aride. On exclut de cette estimation les quelques 15 à 20 millions d'hectares de champs cultivés en sec qui peuvent devenir, sous la forme de chaumes, de jachères pâturées et de friches, des parcours surtout à base d'espèces annuelles, mais pas toujours.

Les parcours traditionnels ont tendance depuis une dizaine d'années à servir de réserve de terres pour l'extension irrésistible de la céréaliculture pluviale (blé, orge) ou de l'arboriculture en sec (oliviers, amandiers, pistachiers, cactus en Tunisie; figuiers, oliviers en Egypte...).

Parmi les écosystèmes pastoraux les plus étendus, il faut en premier lieu signaler ceux qui sont dérivés de la steppe à *Artemisia herba-alba* sur les sols limoneux; ils sont présents dans les cinq pays sous des formes très diverses qui justifieraient des études comparées. Citons aussi les écosystèmes dérivés de la steppe à *Stipa tenacissima* qui sont encore très étendus en Algérie et au Maroc mais qui tendent à disparaître en Tunisie et surtout en Libye, les écosystèmes des steppes sur sols sableux à *Artemisia campestris* (Tunisie), *A. monosperma* (Egypte), *Rhantherium suaveolens* (Tunisie), *Arthrophytum schmittianum* (Algérie, Tunisie, Libye), *Aristida pungens* (tous les pays), les écosystèmes de la zone de l'Arganier (*Argania spinosa*) et de

l'*Acacia gummiifera* du Maroc, les écosystèmes à *Lygeum spartum* le plus souvent sur sols gypseux, les écosystèmes à halophytes dominants (*Suaeda* sp. pl., *Salsola* sp. pl., *Atriplex halimus*, etc.) et, enfin, et surtout malheureusement, les écosystèmes de dégradation où dominant *Peganum harmala*, *Arthrophytum scoparium*, *Stipa retorta* et bien d'autres espèces annuelles très éphémères incapables d'assurer le maintien de la couche superficielle du sol et d'éviter l'accélération des processus de désertisation.

Certains de ces écosystèmes se situent dans l'aire écologique des forêts très claires à *Juniperus phoenicea*, *Pinus halepensis*, *Zizyphus lotus*, *Pistacia atlantica*, *Olea europea*-*Pistacia lentiscus* et plus rarement, de *Quercus ilex*, *Callitris quadrivalvis* et *Ceratonia siliqua*. Pour toutes ces forêts, on constate la disparition des arbres dans les 100 dernières années par suite de l'action de l'homme. De ce fait, le processus de "déforestation-steppisation-désertisation" est un phénomène relativement récent au Maghreb, alors qu'il date sûrement de plus de 2 000 ans sur la zone côtière du désert occidental égyptien où l'on rencontre un écosystème à *Thymelaea hirsuta* et *Asphodelus microcarpus* (projet SAMDENE, station de Omayad dans les dépressions non salines, sableuses, qui atteste son appartenance à un lointain passé forestier).

Comme pour l'aire européenne, les parcours semi-arides au Nord du Sahara sont presque tous des phytocénoses dominées par des ligneux bas (*Rosmarinus*, *Cistus*, *Cytisus*, *Ericacea*, *Rhamnus*, *Adenocarpus*, *Thymus*,...) et dont les espèces herbacées à bonne valeur pastorale sont souvent les mêmes que dans les zones plus pluvieuses (*Dactylis glomerata* s.l., *Oryzopsis miliacea*, *Phalaris tuberosa*, *Ph. truncata*, *Festuca elatior* ssp. *arundinacea*...). De tels écosystèmes résultent de la dégradation des forêts semi-arides de *Callitris quadrivalvis* (Maroc, Tunisie) de *Juniperus phoenicea* (Maghreb, Libye), de *J. thurifera* (Maroc), de *Olea-pistacia Lentiscus-chamaerops* (Maghreb), de *Pinus halepensis* (Maghreb), de *Quercus ilex* et *Q. suber* (Maroc surtout) et de l'arganeraie semi-aride (Maroc).

Il est intéressant de rapporter quelques valeurs significatives citées par le Houerou (1975)<sup>1</sup>:

50%	du Maroc	se situent	dans	l'aride	et	le	semi-aride
46,7%	de la Tunisie	se situent	dans	l'aride	et	le	semi-aride
12,2%	de l'Algérie	"	"	"	"	"	"
5,3%	de la Libye	"	"	"	"	"	"
3%	de l'Egypte	"	"	"	"	"	"

1. Le Houerou, H.N., 1975 - La situation pastorale dans le Nord de l'Afrique : Etat d'avancement des données et des travaux. in Options méditerranéennes, N° 28, p. 17-20.

Ces valeurs prennent toute leur signification lorsque l'on sait que les territoires hyper-arides sous climat méditerranéen représentent par exemple 97% du pays en Egypte et 94% en Libye. C'est dire l'importance stratégique à tous égards des zones arides et semi-arides dans ces pays. Cette observation justifie à elle seule les recommandations qui ont été faites à la réunion de Sfax et les immenses progrès scientifiques qui sont attendus d'urgence pour résoudre les problèmes spécifiques de telles zones.

L'aire du Proche-Orient (Israël, Liban, Syrie), de Chypre et de la Turquie. Environ 40 millions d'hectares de parcours surtout arides caractérisent cette aire. Comme au Nord du Sahara, ces parcours tendent à céder la place à des pratiques agricoles céréaliers qui se manifestent ici depuis plusieurs millénaires. Notons, qu'à l'exception de la Turquie et de Chypre, les écosystèmes pastoraux ressortissant à l'aire écologique de *Artemisia herba-alba* sont les plus fréquents; bien entendu, et encore plus ici qu'au Nord du Sahara, les formes de dégradation de ces écosystèmes sont les plus fréquentes: steppes à *Hammada scoparia* (= *Arthrophytum scoparium*), à *Peganum harmala*, ou bien pelouses rases à *Poa sinaica* et *Carex pachystylis*, voire pelouses éphémères à *Stipa retorta*.

En Turquie, les écosystèmes pastoraux arides sont représentés d'une part, sur les hautes terres centrales, par l'aire écologique de la steppe à *Artemisia fragrans* (nombreuses phytocénoses), elle-même pour partie issue des steppes à *Stipa lagascae* et *Bromus arvensis* ou des forêts claires à *Quercus pubescens* ssp. *anatolica* et, d'autre part, sur les reliefs élevés, par la steppe à *Astragalus* sp. pl. (*A. microcephalus*, *A. micropterus*...).

La descendance forestière de l'ensemble de ces steppes du Proche-Orient et de la Turquie est moins évidente qu'au Maghreb. En effet, ce n'est qu'aux limites de l'aire de l'étage aride et de l'étage semi-aride que les restes forestiers apparaissent avec: *Pinus halepensis*, *Cupressus sempervirens*, *Quercus ithaburensis*, *Q. calliprinos*, *Q. pubescens* ssp. *anatolica*, *Juniperus phoenicea*, *Pistacia atlantica*, et l'ensemble *Ceratonia siliqua*-*Olea europea*-*Pistacia* sp. pl. L'extrême dégradation des sols des zones arides et semi-arides au Proche-Orient entraîne quelquefois la mise à nu de proportions importantes de roches dures et une modification appréciable du bilan de l'eau pour la fraction de terre fine qui est piégée entre les affleurements rocheux; de telle manière que des espèces pastorales méso-xérophiles (*Dactylis glomerata*, *Oryzopsis holciformis*, *Hordeum bulbosum*, etc.) peuvent co-exister avec des espèces plus xérophiles. Une grande partie des "bathas" à *Sarcopoterium spinosum* et des phytocénoses affinées des zones recevant entre 400 et 800 mm atteste une azonalité écologique due à la dégradation anthropique millénaire des milieux forestiers de cette région.

Dans l'état actuel de leur évolution - et si la pression humaine et animale se poursuit selon les tendances actuellement recensées - la physionomie générale des parcours arides sera celle d'une steppe complexe à "chaméphytes, graminées et herbacées" s'ouvrant de plus en plus pour laisser la place à des phytocénoses dominées par des espèces annuelles très éphémères ou, en définitive, à des espaces dépourvus de végétation plusieurs années de suite. Par ailleurs, les parcours des zones semi-arides sont en voie d'être totalement déforestés; ils sont alors envahis par des espèces à très faible valeur pastorale. Cependant, on peut affirmer que toute l'aire potentielle des parcours qui reçoit entre 200 et 600 mm de précipitations moyennes annuelles pourrait être occupée par des phytocénoses à structure complexe composée de ligneux hauts, plus ou moins denses (couvert général entre 10 à 25%), de ligneux bas et surtout d'herbacées à bonne valeur pastorale.

Cette structure "arbres + herbacées" est en gros celle du système de la "Dehesa" semi-aride de l'Extremadura espagnole (Badajoz); c'est aussi celle de certains peuplements forestiers très clairs de l'Algérie (Djelfa), du Maroc (Mamora, Souss), de la Tunisie (partie méridionale de la Dorsale, Bled Thala), du Proche-Orient (bordure du plateau de l'Anatolie, chênaies claires à *Quercus ithaburensis* et affiniées d'Israël, du Liban et de la Syrie). Notons par ailleurs que même dans la partie la plus aride (entre 100 et 250 mm) de l'aire totale considérée, de tels peuplements ligneux clairs existent encore intimement mêlés aux phytocénoses pastorales: tels sont les peuplements clairs à *Acacia tortilis*, *A. raddiana*, *A. gummifera*, *Argania spinosa*, *Pistacia atlantica*, *Zizyphus lotus*... L'arbre n'est donc pas un interdit de séjour dans cette immense zone. Sa disparition n'est pas d'ordre climatique, en tous cas si l'on considère les quelques 5 derniers millénaires. Son maintien en des lieux privilégiés (Dehesa espagnole, Bled Thala en Tunisie...) témoigne surtout de pratiques sociales héritées et de la volonté du corps social actuel de préserver ces acquis sans toutefois pleinement les justifier par des arguments scientifiques irréfutables. Il se trouve cependant que la démonstration est assez facile à faire quant à l'effet synergique sur la production pastorale, voire sur la gamme des divers usages des ressources, qui s'attache à la co-existence des arbres et des herbacées, ceci bien entendu pour autant que les essences forestières ne jouent pas un rôle compétitif total sur la strate herbacée (cas des résineux, notamment *Pinus halepensis*, en général). Un seul exemple suffit pour étayer ce raisonnement: dans la zone des forêts claires à *P. halepensis* et *Quercus ilex* en cours de steppisation (*Stipa tenacissima*) de la région de Djelfa en Algérie, avec 300 mm de précipitations moyennes annuelles, la phytocénose herbacée à valeur pastorale la plus élevée existe sous le couvert direct de *Quercus ilex*; en effet, il se développe sous ce couvert un tapis presque continu de *Dactylis glomerata*; or, les bonnes espèces

pastorales sont totalement absentes sous le couvert de *Pinus halepensis* et assez rares dans les steppes à *Stipa tenacissima* et *Artemisia herba-alba*. Ce constat suggère bien les progrès à accomplir.

Les chercheurs peuvent aujourd'hui avancer l'hypothèse qu'un espace pastoral présentant 10 à 25% de couvert ligneux constitué de préférence d'arbres ayant un intérêt pastoral par leurs fruits ou par leur feuillage (*Argania spinosa*, *Acacia* sp. pl., *Ceratonia siliqua*, *Quercus* sp. pl.), aménagé et géré rationnellement en ce qui concerne l'utilisation de la production végétale herbacée, pourrait constituer un espace dont la productivité pastorale devrait s'exprimer en terme de charge animale comprise entre 1 unité ovine équivalente/ha/an dans les zones les plus arides (100 mm) et 10 unités ovines équivalentes/ha/an dans les zones particulièrement favorables (équivalent hydrique disponible efficace de l'ordre de 250 à 500 mm). Le diagnostic de l'utilisation efficace de l'eau sur le plan des besoins des végétaux implique que l'on songe d'une part, à équiper les parcours des zones arides et semi-arides en systèmes de captation, de conservation et de distribution des eaux de ruissellement (développement de la petite hydraulique de surface) et, d'autre part, à corriger les niveaux trophiques de la plupart des milieux (carences en N et P).

Il est intéressant de mentionner ici les performances obtenues à Migda-Tadmor (Néguev) avec 250 mm d'eau efficacement utilisés et une correction raisonnée du niveau trophique des sols isohumiques loessiques:

- (1) si la distribution spatio-temporelle des pluies est parfaite sur le plan biologique et si N est en quantité satisfaisante, comme ce fut le cas en 1972-73 à Migda-Tadmor, 250 mm de précipitations reçus par une phytocénose herbacée à dominance de graminées et de légumineuses annuelles, peuvent conduire à la production de 7 000 Kg MS/ha;
- (2) le rendement moyen calculé sur 12 ans, avec 250 mm de précipitations moyennes annuelles et N satisfaisant, est de 4 450 Kg/ha/an;
- (3) on obtient 2 à 3 fois plus de matière sèche avec N satisfaisant (apport que N dans les conditions naturelles, avec la même quantité d'eau;
- (4) la croissance maximale calculée au pic saisonnier du printemps dans les conditions optimales est de 170 Kg/MS/ha/jour.

Ces valeurs n'ont d'autre intérêt que de montrer clairement que si la première contrainte limitant l'accroissement de la productivité biologique est bien celle qui concerne l'utilisation maximisée de l'eau, il convient cependant de ne pas perdre de vue que le deuxième facteur limitant demeure la quantité d'azote capable d'être mobilisée à des moments cruciaux de la vie végétale. Le débat reste ouvert sur les moyens théoriques et pratiques qu'il faudrait mettre en oeuvre pour faire sauter successivement, ou simultanément, ces deux goulets d'étranglement. Des

recherches intégrées sont plus que jamais nécessaires pour donner des réponses pertinentes à de telles questions. Le souci constant des chercheurs devra être une économie des moyens et le recours le plus complet aux stratégies d'adaptation des biotypes existants dans les zones concernées. Sait-on suffisamment par exemple que certaines espèces non légumineuses, telles *Plantago albicans*, *Echiochilon fruticosum*... sont capables de fixer dans leurs organes (feuilles et inflorescences) des quantités d'azote et de protéines végétales supérieures à celles qui sont détectées chez d'autres espèces, y compris des légumineuses usuellement considérées comme seules capables de jouer efficacement ce rôle ? La place existe pour la planification de recherches sur les biotypes végétaux et animaux, capables de résoudre les problèmes posés par la régénération des parcours arides et semi-arides de la région méditerranéenne et d'assurer le maintien d'un haut niveau de productivité.

Toutes les observations qui précèdent soulignent l'urgence de l'acquisition et de la communication des connaissances ou plus simplement, de la circulation de l'information d'un groupe de chercheurs à l'autre, d'un projet à l'autre, d'un pays à l'autre. Une évaluation critique de l'information disponible permettrait déjà d'économiser des moyens et du temps et d'orienter les recherches vers les voies prioritaires les plus prometteuses. Elle faciliterait aussi une coordination des divers projets.

#### 4.9 Recommandations

Les participants après avoir pris note des études déjà mises en place dans plusieurs territoires, notamment au Nord du Sahara, et des conclusions des précédentes conférences d'experts tenues souvent conjointement par l'Unesco, la FAO et l'appui du PNUE, ont souligné les préoccupations majeures de plusieurs gouvernements dans le domaine des parcours en zones arides et semi-arides et ont proposé:

- (1) de rechercher la complémentarité des activités de deux ou plusieurs projets du MAB et en particulier d'encourager la mise en oeuvre des études pilotes dans le cadre des Projets 3, 4 et 13 du MAB;
- (2) d'accélérer l'installation en Tunisie du centre régional de recyclage et de formation permanente en pastoralisme retenu à la réunion de Sfax;
- (3) d'organiser la collecte et la diffusion de la documentation sur les sciences humaines intéressant le Projet 3 dans les zones arides et semi-arides méditerranéennes;
- (4) d'organiser efficacement et d'une manière opérationnelle le secrétariat conjoint Unesco-FAO pour le Projet 3 du MAB et de renforcer la collaboration avec le Programme EMASAR de la FAO en vue d'une meilleure articulation et intégration entre la recherche, la formation et le développement.
- (5) d'encourager la publication d'un "bulletin d'information et de liaison".

Il est souhaité que soit créé un groupe de travail où seront représentés tous les pays riverains de la Méditerranée (Projet 3 du MAB) pour les zones arides et semi-arides méditerranéennes. Ce groupe aura pour rôle d'évaluer les résultats scientifiques des divers projets de recherche et d'assurer la concertation sur les orientations de recherche, la méthodologie et la prospective.

Les participants ont constaté l'existence d'une masse considérable d'informations pouvant être mobilisée et ont jugé nécessaire de diffuser ces informations scientifiques. Ils ont exprimé le voeu de rendre plus opérationnel le Comité de Coordination pour les Pays du Nord de l'Afrique créé lors de la réunion de Sfax.

Compte tenu de l'existence, dans la région considérée, d'une institution, l'Ecothèque méditerranéenne, dont les objectifs seraient de nature à satisfaire les besoins de circulation efficace de l'information, et de la prise en considération de ce fait par le Conseil International de Coordination du MAB, il est recommandé à l'Unesco d'étudier la possibilité de faire évoluer l'Ecothèque méditerranéenne vers une structure à caractère régional. Cependant, une telle évolution ne peut être bénéfique que dans la mesure où l'on fait un véritable réseau d'information, réseau constitué par des noyaux opérationnels légers dans les pays intéressés. Les pays adhérant à un tel réseau contribueront à la gestion du système mis en place selon une procédure à élaborer.

Etant donné que le PNUÉ soutient financièrement le Projet dit IPAL (Projet international pour le développement des zones arides) présenté par le Kenya et faisant partie du Projet 3 du MAB, et que l'extension de ce Projet à d'autres pays, notamment dans la région méditerranéenne, est possible et prévue, il est demandé à l'Unesco de transmettre officiellement des informations sur le Projet.

## 5. EFFETS DES TECHNIQUES DE GESTION SUR L'EVOLUTION DES ECOSYSTEMES DELTAIQUES ET SUR LES PROBLEMES D'IRRIGATION ET DE GESTION DES EAUX

### 5.1 Introduction

Dans la biosphère, les ressources en eau coexistent avec d'autres ressources naturelles (terrains, atmosphère, végétation, animaux etc.), chacun de ces facteurs subissant de façon continue des modifications quantitatives et qualitatives. La dynamique des relations entre ces éléments est complexe; elle est, soit aléatoire, soit fonction des activités humaines. Sur terre, les ressources en eau sont distribuées de façon inégale dans le temps et dans l'espace. Il existe, dans de nombreux endroits, une disproportion croissante entre l'eau disponible et les besoins en eau. Les projets de conservation des eaux peuvent provoquer des difficultés opérationnelles ou être non économiques; ces systèmes de conservation doivent comprendre des mesures de conception et de gestion, notamment pour minimiser les pertes d'eau et réduire la pollution des ressources hydriques. La conception de projets d'irrigation peut avoir des effets sur le milieu vivant et sur les conditions naturelles de la zone concernée; ces effets peuvent être positifs ou négatifs.

Les effets positifs, bien connus, sont les suivants: augmentation de la production agricole; extension des zones "colonisables" au détriment des zones désertes; amélioration des conditions de vie et du sentiment de sécurité de la population dans le cadre du projet; développement des ressources énergétiques, et création d'emplois pour les autochtones et développement du tourisme.

Les effets négatifs comprennent entre autres: utilisation d'eaux inadaptées aux besoins; utilisation irrationnelle de ces mêmes eaux: quantités excessives ou trop faibles; salinisation et envahissement des sols par les eaux; pertes de matières organiques (drainage des marais); détérioration des conditions écologiques; dégradation des paysages intéressants; dommages causés à des animaux aquatiques.

Le choix d'une variante favorable d'un projet est étroitement associé au problème de l'utilisation économique des ressources hydrologiques eu égard aux besoins en eau du présent et de l'avenir. Il est très avantageux que les scientifiques de la santé publique soient amenés à discuter et à évaluer les aspects économiques des effets secondaires de l'irrigation sur la santé.

La réalisation d'une planification appropriée exige que soient recueillies toutes les données nécessaires afin d'améliorer la qualité du processus de la prise de décision. Jusqu'à maintenant, les renseignements fournis aux concepteurs, pour évaluation, n'ont pas été assez approfondis pour permettre une évaluation précise

des effets positifs et négatifs de ces projets sur l'environnement. De ce fait, les renseignements relatifs à ces effets doivent être continuellement complétés.

Dans le monde entier, l'irrigation demeure un sujet d'intérêt croissant; des efforts importants sont consacrés aux études et recherches sur l'irrigation, afin de satisfaire les énormes besoins alimentaires de l'homme. Cet objectif peut être atteint en cultivant de nouvelles terres ou en employant des méthodes plus rationnelles pour transformer et améliorer les terres qui sont déjà cultivées. De plus en plus, on doit tenir compte du besoin de réaliser une utilisation optimale des ressources hydrauliques: pour cette raison, des techniques d'irrigation présentant une efficacité maximale doivent être sélectionnées en procédant à des actions de recherche et de formation. Ces techniques doivent s'accompagner d'une consommation d'eau et être économiquement réalisables.

On connaît l'importance des effets que les phénomènes naturels (climat, eaux et vents) ont sur le sol, l'eau qui circule dans le sol et la couverture végétale et la mesure dans laquelle un environnement convenant à l'habitat de l'homme peut être mis en danger. Les conditions de vie et de productivité de la région méditerranéenne ont été assurées par des interventions continues de l'homme, en particulier dans les domaines de l'irrigation et de la régulation des eaux.

Des changements ont été apportés au faciès biophysique originel. Leurs conséquences sont plus remarquables et plus importantes dans les zones à climat chaud et sec que dans celles à climat tempéré (par exemple, le delta du Nil). Dans un contexte de climat tempéré, l'agriculture n'est pas une perturbation sérieuse pour l'environnement, puisque les récoltes poussent dans des conditions agrologiques et écologiques qui correspondent à leurs besoins normaux.

L'objectif de l'étude écologique du delta est d'arriver à rendre à la zone deltaïque une productivité égale ou supérieure à celle qui était la sienne avant qu'elle ne soit perturbée par les interventions de l'homme.

La compréhension de l'ensemble des phénomènes intervenant au niveau d'un bassin fluvial est essentielle au concept de l'écologie des deltas. Les études consacrées à la situation "avant et après" les modifications majeures des bassins fluviaux sont essentielles. L'absence de limon dans les eaux provenant d'un barrage peut avoir des conséquences adverses, comme la perturbation de l'équilibre géomorphologique des zones deltaïques. En outre la productivité des estuaires et des deltas est fonction des dépôts sédimentaires et du transport d'éléments nutritifs par les rivières et les canaux. Le débit du cours d'eau agit sur la productivité biologique, et la modification de ce débit peut gêner la migration des poissons et la pêche réduisant les captures de poissons et de mollusques.

En outre, dans un contexte climatique chaud et sec, l'évolution de l'environnement est étroitement lié à l'agriculture du fait que, par leur fréquente irrégularité, les caractéristiques physiques et agro-écologiques de l'environnement ne répondent pas aux besoins bio-physiologiques des récoltes et aux exigences des populations humaines dont la croissance démographique a été engendrée par la réalisation de projets importants d'aménagement des eaux.

## 5.2 Effets des méthodes de gestion sur les écosystèmes deltaïques

Les sociétés humaines basées sur l'agriculture qui ont connu le plus grand succès ont bénéficié des richesses potentielles des deltas. Des communautés ont tenté de contrôler et de gérer l'approvisionnement, la distribution et la qualité des eaux disponibles. Des réseaux d'irrigation, des barrages, des mares et des terrassements sont utilisés depuis longtemps pour tenter d'accroître la capacité productrice des deltas. Nombre de ces tentatives furent couronnées de succès. Dans d'autres cas, en particulier dans les zones arides, les techniques de contrôle des eaux ont provoqué la salinisation, l'envahissement des sols par les eaux, la désorganisation des pêcheries, une érosion et une transmission accrue des maladies par les eaux.

Pour ce qui concerne la Méditerranée, il semble que les études consacrées aux écosystèmes deltaïques puissent être regroupées en deux grands thèmes: d'une part, l'étude des modifications naturelles des écosystèmes deltaïques, d'autre part l'étude des changements apportés par l'homme à l'environnement naturel des deltas. Les études consacrées au delta du Rhône sont une bonne illustration du premier groupe tandis que les travaux sur les deltas du Pô et du Nil sont représentatifs du deuxième thème. Nous nous intéressons plus particulièrement à ce dernier aspect.

### 5.2.1 Intrusion de l'eau de mer

Intrusion de l'eau de mer dans le delta du Nil. L'avance progressive de l'eau de mer dans les parties aquifères douces a créé une situation sérieuse dans les zones côtières du delta du Nil, où la couche rocheuse partiellement perméable est reliée hydrochimiquement à la mer. Les nappes souterraines d'eau douce deviennent plus salées et leur qualité chimique se dégrade. La formation de croûtes blanches composées d'une accumulation d'alcali dégrade les terres septentrionales et, si des mesures adéquates ne sont pas prises, il sera impossible d'empêcher la perte de précieuses ressources du patrimoine national égyptien, c'est-à-dire les ressources en eau et en sols productifs.

Au cours des siècles, les inondations annuelles des mois d'été composées d'eaux douces boueuses se jetaient dans la mer et conservaient leur identité propre

sur une distance plus ou moins grande, tandis que l'eau salée était repoussée vers le large et, à nouveau les couches terrestres internes étaient occupées exclusivement par des eaux douces.

La modification du système fluvial ainsi que les conditions d'irrigation et de drainage prévalant après la construction du Haut Barrage d'Egypte, ont donné naissance à un régime d'une grande complexité. De nouvelles pressions statiques de recharge sont intervenues et ont provoqué des différences considérables entre les niveaux d'eau douce et d'eau de mer.

En se basant sur les renseignements disponibles, il est difficile de tracer les limites exactes du problème, car il résulte de nombreuses relations complexes (structurelles, nature des dépôts, relations chimiques et hydrologiques). Les écoulements de surface et la recharge des eaux souterraines à travers les couches poreuses ont une grande influence sur l'équilibre entre l'eau douce et l'eau salée. Les différences de pressions piézométriques affectent le mouvement et la direction des eaux souterraines et déterminent l'ampleur de l'intrusion des eaux salées. L'eau de mer envahit les parties aquifères côtières par un mouvement de diffusion latérale et une montée simultanée de son niveau. Les deux extrêmes, le Nil et l'eau d'irrigation d'une part et la mer Méditerranée d'autre part, affectent, dans une proportion plus ou moins importante, la qualité chimique des nappes souterraines, en fonction de l'influence due à la source des eaux. Toutefois, on pense que l'eau de mer envahit les aquifères côtiers au Nord du "T.D.S., isoline 40 000 ppm". Les rapports ioniques des constituants des eaux souterraines sont semblables à ceux de l'eau de mer. Exception faite de petites quantités d'eau douce dans les dunes côtières, l'eau potable est limitée à la couche qui surnage sur les quantités d'eaux douces salées ou saumâtres.

Intrusion saline dans le delta du Pô. En 1972, l'administration italienne de l'énergie électrique (ENEL) décida de construire une centrale thermique de forte puissance dans la zone du delta du Pô. Cette zone fut choisie pour des raisons à la fois techniques et sociales, pour contribuer à l'industrialisation et pour élever le niveau de vie de ses habitants. Les raisons techniques de ce choix sont que cette zone recueille 24% des eaux fluviales d'Italie, ce qui permet de faire face aux besoins de refroidissement de la centrale.

Pour étudier et prédire les modifications possibles de la situation hydraulique des courants et des formations salines on utilisa un modèle numérique, hydrodynamique, homogène à une dimension simulant le réseau deltaïque entre Pontelagoscuro et le delta.

On décida de construire un modèle capable de reproduire la circulation physique des eaux et la pénétration de l'eau de mer dans le fleuve, afin de répondre aux principales questions relatives à la qualité des eaux (salinité et, partiellement, température) qui se poseraient du fait de la modification probable du comportement des formations salines. Il est intéressant d'énumérer les conséquences possibles de ces modifications: modification de la biocénose marine avec destruction des poissons et du plancton; pénétration de sels dans les parties aquifères du sol, préjudiciable pour l'agriculture; augmentation de la vitesse de sédimentation, nécessitant un dragage, et recirculation de l'eau de refroidissement, d'où une augmentation de la température de l'eau.

### 5.2.2 Sédimentation et érosion côtière

Les études consacrées au delta du Nil ont montré qu'il est important d'étudier l'effet sur le delta, du bassin fluvial dans son ensemble. En outre, les études de l'évolution passée du delta et de ses processus de formation actuels sont intimement mêlées et inséparables, constituant la clef pour prédire les modifications à venir de la côte.

L'homme a commencé à régulariser le Nil au début de ce siècle en construisant le barrage d'Assouan et le barrage de Gebel Aulia sur le Nil blanc. Au Soudan central, sur le Nil bleu, la construction du barrage de Sennar fut entreprise il y a quarante ans environ. Un barrage avait été érigé à l'emplacement de la seule sortie du lac Victoria, pour fournir de l'énergie à l'industrie ougandaise. La série de projets dont le but est de régulariser le Nil se poursuit toujours pour contrôler l'irrigation par bassin: l'ancien barrage du delta, les barrages d'Assouan, d'Assiout, d'Esna et de Nag-Hammadi ainsi que le nouveau barrage du delta.

Le régime cyclique que le fleuve connaissait depuis des temps immémoriaux a été complètement modifié depuis la dérivation du cours du fleuve en amont du Haut Barrage d'Assouan (1964). La réalisation du Haut Barrage a donné naissance à un régime tout à fait différent du Nil entre Assouan et la mer Méditerranée. Du fait de l'énorme capacité du réservoir du barrage, les eaux de la crue sont stockées dans le lac Nasser et seules des eaux limpides ne contenant qu'une très faible quantité de limon en suspension sont admises dans le canal constituant la dérivation de la centrale hydro-électrique; outre les eaux qui permettent de satisfaire les besoins de l'irrigation et de la navigation. La fine suspension de limon ne représente plus que 1,5 à 4% des tonnages transportés avant la construction de ce barrage (134 millions de tonnes par an entre 1929 et 1955).

Privé de son apport sédimentaire, le delta va connaître un recul progressif

jusqu'à ce qu'il atteigne un nouvel état d'équilibre, soit naturellement, par une modification progressive des caractéristiques des sédiments, soit artificiellement, par des mesures de protection des côtes, soit encore par une combinaison des deux possibilités précédentes. Les sédiments sont un facteur fondamental dans la détermination des caractéristiques de l'écosystème; ils jouent un rôle important dans le recyclage des produits nutritifs et sont le siège d'une activité microbienne intense.

Les informations dont on dispose sur les décharges sédimentaires et les précipitations sur de longues périodes permettront de procéder à la détermination statistique des sédiments du Nil. En outre, les variations climatiques affectant le bassin du Nil pourraient se refléter dans le débit d'eau et l'apport sédimentaire des bassins du Nil. L'étude des archives du débit naturel du Nil à Assouan de 1871 à 1971 a montré que la sous-série 1871-1902 est de 27% plus élevée que la moyenne de la seconde période, 1903-1971. La série des précipitations a révélé des variations périodiques (court terme 5 - 11 ans) survenant avec une certaine persistance, et une alternance de périodes "sèches et humides". La dernière période déficitaire 1965-1971 concorde bien avec la sécheresse persistante affectant les savanes d'Afrique centrale et, on peut remonter encore plus loin, pour se souvenir de la révélation de Joseph sur les sept années de fortes pluies suivies de sept années de sécheresse.

La plus grande partie des sédiments provient d'Ethiopie; il est indubitable que le régime des précipitations dans ce pays a une forte influence sur l'apport sédimentaire. Toutefois, ces influences sont amorties, dans une certaine mesure, pendant le long périple des sédiments entre Assouan et la Méditerranée. L'intensité et la fréquence des précipitations, l'état des sols qui les reçoivent, en termes de couverture végétale, et de contenu en eau, sont des facteurs qui influencent la charge sédimentaire.

Il est important de disposer d'études de base sur les rivières avant qu'elles aient été perturbées et cela s'applique aussi à l'étude de base des conditions originelles du delta. En outre, il est difficile de comparer des données et d'extrapoler les résultats d'un bassin fluvial à un autre bassin.

### 5.2.3 Productivité

Le potentiel productif des sols deltaïques est déterminé par l'influence du climat, de la végétation, du relief, du matériel d'origine, du temps et des activités humaines. La connaissance des sols, l'agriculture, la viabilité économique et financière des différentes méthodes d'exploitation agricole ont une grande influence sur la productivité des deltas. La détermination précise du potentiel des terres revêt une importance particulière pour les régions à forte densité de population comme le delta du Nil.

Les problèmes liés aux sols, et qui sont soit coûteux soit difficiles à résoudre techniquement, peuvent constituer des facteurs limitant l'optique et les objectifs de production des projets de développement agricole. Il existe donc une relation technique directe entre les projets agricoles et le potentiel productif des sols; cette relation s'exprime en termes de rendement maximal par rapport à des techniques de gestion et à un sol optimum. La productivité est largement fonction des mécanismes liés aux substances organiques provenant des eaux douces et de l'eau de mer.

Les possibilités d'augmentation de la production par les agriculteurs doivent dépendre essentiellement d'innovations permettant des rendements plus élevés sur des terres qui, à l'heure actuelle, satisfont à peine aux besoins d'une famille.

Toutefois, les besoins des plantes et des animaux ne sont pas identiques. Par exemple, un développement de la végétation ne signifie pas nécessairement que les animaux disposeront d'une alimentation abondante et de valeur nutritionnelle. Ainsi, la carence en un oligo-élément du sol - le cobalt par exemple - peut n'avoir que des conséquences très faibles sur la croissance des plantes. Mais il se peut que le bétail qui se nourrit de ces plantes soit affecté par cette carence. Ceci nous amène à mettre l'accent sur l'importance que revêt l'étude des effets de la suppression des sédiments du Nil sur la productivité du delta.

Des modifications importantes ont affecté les propriétés de l'eau. On doit se livrer à une étude détaillée de certains sujets, par exemple: sédimentation des produits en suspension riches en substances nutritives; augmentation de la concentration de sel dans l'eau du Nil, en plus des modifications affectant l'équilibre anions/cations; augmentation du pH de l'eau et du pourcentage de Na; modification de l'activité biologique et du contenu microbien total.

On pense qu'il y aura peut-être des carences en éléments nutritifs qui provenaient de la source naturelle que constituaient les boues du Nil.

#### 5.2.4 Aspects écologiques des plantes aquatiques dans les deltas

Un des problèmes les plus courants des systèmes d'irrigation et de drainage est la diffusion des plantes aquatiques nuisibles et principalement la jacinthe d'eau, *Eichornia crassipes*. Dans le delta du Nil, une grande partie de la population est établie près des canaux et des cours d'eau; par suite, une grande partie des déchets animaux, humains et des restes d'engrais est déversée dans les canaux et voies d'eau. En outre, l'eau s'écoulant dans les voies d'eau en pente douce, s'est trouvée libre de limon et a donc favorisé le développement et l'augmentation des plantes aquatiques.

Les pertes causées dans le delta par les plantes aquatiques sont dues en partie aux jacinthes d'eau flottantes qui peuvent se répandre au point de couvrir toute la surface de contact entre les eaux et l'atmosphère, provoquant des dégâts aux pêcheries. Ces jacinthes sont apparues dans le delta en 1958 et se sont propagées de façon dangereuse. Le Ministère de l'irrigation a entrepris de contrôler les plantes aquatiques et a lancé en 1975 un programme intensif de lutte par des moyens mécaniques, chimiques et biologiques. Depuis le début de 1976, la plupart des plantes aquatiques sont sous contrôle.

Les pertes diverses ou dégâts provoqués par l'invasion des systèmes d'irrigation par les plantes aquatiques vont jusqu'au blocage complet de canaux, empêchant l'eau d'irrigation d'atteindre les secteurs les plus éloignés. On a également noté que la croissance des plantes aquatiques s'accélère à la fin du printemps et au début de l'automne, ce qui va à l'encontre des besoins accrus d'eau saisonniers du delta. Le dépôt au fond des voies d'eau des plantes mortes qui sèchent et pourrissent parfois sur une épaisseur de 30 cm a aussi des effets négatifs.

Les autres nuisances causées par les plantes sont:

- (1) les pertes possibles par évapo/transpiration causées par une respiration accrue des feuilles; ces pertes peuvent être jusqu'à trois fois plus grandes que l'évaporation qui se produit sur une surface normale;
- (2) la perturbation de la navigation sur les canaux gênant les activités nautiques et la pêche;
- (3) les pertes sur le plan sanitaire, ces plantes aquatiques constituent un habitat favorable aux moustiques vecteurs de malaria et aux mollusques vecteurs d'autres maladies.

#### 5.2.5 Pollution

La pollution des côtes et des deltas constitue un problème majeur qui nécessite une action concertée sur les trois fronts de la recherche, de l'administration et de la législation. La pulvérisation aérienne de pesticides peut causer de fortes contaminations: ceci peut résulter de programmes de lutte contre la malaria et du traitement de zones agricoles jouxtant des voies d'eau des mares et des estuaires. L'application de pesticides aux eaux d'irrigation des rizières est une source de contamination directe. Les concentrations requises pour la lutte anti-parasitaire sont mortelles pour un poisson, le Tilapia.

Il est nécessaire d'approfondir l'étude des effets des interactions entre des herbicides différents, des herbicides et des pesticides, des engrais et des plantes cultivées.

Il est évident qu'aux endroits où les eaux usées peuvent polluer les eaux utilisées à des fins domestiques, des normes de qualité et des contrôles sont nécessaires pour protéger la santé des usagers. D'autres types de pollution, comme l'utilisation des biocides persistants, par exemple pour lutter contre les moustiques, peuvent avoir de sérieux effets néfastes sur les écosystèmes aquatiques. Certains contaminants d'origine industrielle peuvent avoir une importance considérable et devoir être supprimés si l'on désire préserver les valeurs esthétiques de ces régions ainsi que leur valeur touristique.

#### 5.2.6 Pêcheries

Les activités de l'homme dans les deltas provoquent des modifications de la salinité et de la turbidité, ou bien des variations chimiques dans les estuaires et dans les zones marines adjacentes. Ces modifications peuvent avoir des conséquences importantes pour les poissons. Ainsi, la construction du Haut Barrage d'Assouan est accusée d'avoir causé des grandes pertes aux pêcheurs de sardines. Par ailleurs, ces pertes doivent être comparées aux avantages qui devraient résulter de la création d'une nouvelle pêcherie importante sur le lac Nasser.

La pisciculture constitue l'une des ressources des deltas; sa pratique dans les lacs du Nord et dans les rizières du delta du Nil revêt une grande importance pour l'économie nationale du pays par son apport à la population de protéines de poisson relativement bon marché. La pisciculture dans les eaux saumâtres et côtières fait l'objet de recherches avancées dans la région du Pô. Les travaux poursuivis par les scientifiques dans les domaines de l'écologie du plancton, des recherches sur la reproduction des poissons en eaux saumâtres et d'autres sujets offrent de bonnes possibilités de coopération régionale.

Des propositions ont été faites pour restaurer le lac salé de Boroles dans la zone du delta du Nil, en y déversant de l'eau douce à un niveau d'un mètre au-dessus du niveau de la mer, et de réserver ces eaux pour les activités de pêche. Une partie du lac - 18 000 ha sur une superficie totale de 81 000 ha - sera affectée à des bassins de pêche. On pense que la quantité pêchée à l'hectare devrait passer de 75 kg à 500 kg. L'opération porte sur une superficie totale de 63 000 ha. Le remplissage du lac avec de l'eau douce et les opérations de restauration de cette zone auront des effets écologiques nouveaux dont il faut tenir compte, et qui donneront naissance, entre l'agriculture et les pêcheries, à des discussions et des conflits, comme il en existe dans la plupart des deltas de la Méditerranée.

Comme il a été dit ci-dessus, des substances dangereuses, peuvent affecter la qualité de l'eau et la population de poissons (pesticides, engrais chimiques,

eaux usées, polluants industriels). Des normes de la qualité de l'eau doivent être élaborées et être complétées par une législation qui préciserait aussi les conditions de sa mise en application et de la surveillance des niveaux de qualité des eaux.

### 5.3 Aspects sanitaires et humains

Un des plus anciens centres culturels du monde, le bassin méditerranéen, a subi l'influence de trois grandes civilisations: l'Ancienne Egypte, les civilisations grecques et romaines. Depuis cette époque, cette région a été exploitée et soumise aux activités de l'homme: elle a été pour le monde entier, le berceau de l'agriculture irriguée.

Dans les temps modernes, cette zone a subi l'industrialisation et une exploitation encore plus poussée. La forte augmentation de la population se traduit, à l'échelle régionale, par des contraintes sévères. Sa position centrale dans le monde en fait un centre d'activités de commerce, de transport et de tourisme.

Sur le plan sanitaire, le bassin méditerranéen a été un foyer d'épidémies importantes dans le passé. Du fait de la facilité des communications, des épidémies de peste, de choléra, de variole et de typhus se sont propagées dans toute la région. C'est seulement après la découverte des causes de ces maladies et la mise en oeuvre de mesures pour les enrayer que l'homme est parvenu à contrôler leur diffusion. De nos jours, cette région est affectée par d'autres risques sanitaires - essentiellement les problèmes de pollution et maladies virales - contre lesquels aucune mesure active n'est mise en oeuvre.

#### 5.3.1 La situation sanitaire dans les zones irriguées colonisées

Certaines maladies contagieuses se développent dans les zones irriguées et humides:

Schistosomoses. Il y a deux types de schistosomoses, la forme urinaire *S. haematobium* la plus répandue en pays méditerranéens et le type intestinal *S. mansoni*. On les trouve en Libye et, à l'état endémique dans le delta du Nil d'où elles se répandent aujourd'hui vers d'autres parties de l'Egypte. Les hôtes intermédiaires en sont *Bulinus truncatus* et *Biomphalaria alexandrina* respectivement pour la schistosomose urinaire et la schistosomose intestinale.

La schistosomose dépend, pour sa diffusion, de la présence de son hôte. L'écologie du mollusque aquatique dépend du système d'irrigation et des espèces qui y vivent. Les vecteurs diffèrent d'un système d'irrigation à l'autre.

En Egypte, ceci est bien illustré par le fait que, dans la région du delta, l'agriculture s'est développée avec l'irrigation pérenne. Les canaux utilisés pendant toute l'année constituent un terrain favorable pour *B. truncatus* et *Biomphalaria alexandrina*; ainsi, les deux formes, urinaire et intestinale, de la schistosomose sont présentes dans la région du delta.

De 1934 à 1937, par suite de la construction du barrage d'Assouan et de l'introduction de l'irrigation pérenne dans de nouvelles zones de la Haute Egypte, l'incidence de la schistosomose est passée, en 3 ans, de 10% environ à 60%.

Une modification similaire est escomptée en Egypte après la modification du système d'irrigation dans plusieurs gouvernorats de la Haute Egypte, afin d'utiliser les eaux provenant du Haut Barrage.

La lutte contre les vecteurs devrait être prévue dès la mise en oeuvre des nouveaux systèmes d'irrigation; les conditions favorables à leur diffusion telles que vitesse de l'eau, courants, plantes aquatiques, végétation, garnissage des canaux et d'autres facteurs devraient faire l'objet d'études. Des efforts sont à faire pour que ces investigations soient exécutées en liaison avec les études consacrées à l'efficiencia ou aux aspects économiques du système d'irrigation.

La lutte contre la schistosomose devrait comprendre une phase d'investigation qui couvrirait à la fois l'écologie quantitative des éléments du cycle (démographie, etc.) et l'écologie de l'infestation (habitat écologique de l'agent, description du comportement des vecteurs, relations homme-vecteurs).

L'étude s'assortirait de l'élaboration d'un modèle épidémiologique qui permettrait de déterminer les meilleurs moyens pour mener une lutte coordonnée contre cette maladie (voir Série des rapports du MAB n° 21).

Les diagnostics et traitements de masse ainsi que le renforcement de tous les aspects sanitaires de l'environnement sont les deux piliers sur lesquels les autorités doivent s'appuyer pour lutter contre la schistosomose.

Eviter le contact avec l'eau est un conseil qui reste lettre morte par son manque de réalisme car, dans la plupart des pays, ce contact est un élément de la vie quotidienne, lequel pourrait seulement disparaître si une révolution complète intervenait dans les méthodes de culture et d'irrigation.

Le contrôle biologique des mollusques aquatiques, la transformation voire la destruction de leur habitat, tout en évitant la pollution des eaux, figurent parmi

les outils et plans de la région de Bilharaia. Les programmes de lutte du PNUE et de l'OMS font aussi partie de cette panoplie.

Paludisme. Cette maladie a toujours été endémique en région méditerranéenne. Elle est transmise par un vecteur à cycle aquatique - le moustique anophèle - son importance varie d'une partie à l'autre de la région méditerranéenne. Au Maroc, la plaine alluviale du Gharb est l'une des quelques régions de la Méditerranée occidentale dans lesquelles la malaria est encore active. Au Maroc également, dans l'Oued Seboue, l'extension des rizières a provoqué une augmentation de la population de vecteurs. Une forte poussée de la malaria a été constatée pendant les inondations de 1964.

Par ailleurs, et jusqu'au début du vingtième siècle, la Camargue était un terrain favorable pour la malaria endémique. Par la suite, on a constaté une régression voire la disparition totale de la maladie alors que son vecteur était toujours présent. C'est un cas type d'anophélisme sans paludisme (Série des rapports du MAB n° 21).

En Egypte, le paludisme est contrôlé mais non éradiqué. Toutefois, par la formation du lac Nasser en amont du Haut Barrage - une entreprise technique majeure destinée à améliorer l'efficacité de l'irrigation - le problème du paludisme menace l'Egypte. En 1942, on a répertorié plus d'un million de cas de malaria et 100 000 morts. "Si on laisse aujourd'hui *An. gambiae* s'établir dans la zone du grand lac, la situation sera très sérieuse et la dévastation aura des effets d'une portée incalculable" (Série des rapports du MAB n° 21).

Filarioses et onchocercose. La filariose existe dans certains pays de la région, sous forme de foyers isolés jusqu'au Nord et au Sud de l'Espagne. Dans les pays méditerranéens, on a découvert que l'infection est transmise par *C. fatigans*, *C. pipiens*, *C. molestus* et *Anoph. algeriensis*. L'ampleur du problème n'est pas bien connue; il faudrait disposer d'informations plus complètes.

Transmise par les Simuliidae, l'onchocercose n'est pas encore signalée dans la région. Toutefois du fait du développement du lac artificiel au Sud d'Assouan, le risque de sa transmission en Egypte existe, puisque les conditions ambiantes sont favorables aux Simuliidae. Toutefois les dépistages d'onchocercose se sont avérés pour l'instant négatifs.

Arbovirose. Les arboviroses constituent pour la région méditerranéenne le troisième risque parmi les maladies transmises par les insectes. Deux arboviroses sont importantes: le virus du Nil occidental et le virus Tahyna qui sont transmis respectivement par *Culex* et *Aedes*.

Le virus du Nil occidental existe dans la plupart des pays de la Méditerranée. Les oiseaux migrateurs et non migrateurs jouent un rôle important en tant que vecteurs vertébrés.

Leishmaniose. On connaît actuellement trois formes de cette infection. Dans la région méditerranéenne, seules sévissent les infections Kala-azar et le bouton d'Orient.

Kala-azar affecte essentiellement les jeunes enfants. Les chiens et autres canidés sont largement touchés et jouent un rôle important en tant que réservoirs de la maladie causée par *L. donovani*, *L. caninum* et *L. infantum*. Dans les zones méditerranéennes, Kala-azar, est essentiellement une maladie infantile; elle se transmet par le Phlébotome ou même directement par l'homme. On a signalé des cas de Kala-azar congénital et post-transfusionnel.

Le bouton d'Orient est transmis par *Phlebotomus sergenti* et *P. papatasi*, le Kala-azar étant transmis par *P. major* et *P. perniciosus*. Une atteinte de bouton d'Orient pendant l'enfance protège contre le développement d'un autre ulcère à un âge plus avancé, mais n'immunise par contre Kala-azar. La leishmaniose n'est pas véritablement liée aux deltas et aux terres irriguées; d'importantes recherches effectuées en France révèlent le caractère endémique du parasite chez les canidés sauvages.

Leptospirose. Maladie de Weil ou "fièvre jaune" de la Méditerranée, elle est provoquée par *Leptospira icterohaemorrhagiae*. Les porteurs naturels sont les souris sauvages et les rats. L'expansion des rizières a provoqué l'apparition et la diffusion de la maladie dans plusieurs zones. La leptospirose est considérée comme une maladie professionnelle touchant essentiellement les fermiers, les mineurs, les pêcheurs et les égoutiers. Les chiens peuvent contracter cette affection et devenir transmetteurs.

Ankylostomose. L'ankylostome constitue un autre risque lié à l'irrigation et à la culture. Son incidence est importante en Egypte; jadis il existait en Europe lorsque les conditions ambiantes favorisaient son cycle de vie. Pour se développer en dehors du corps, il nécessite une température de 24° C.

On trouve l'infection dans les terres irriguées et elle est également considérée comme une maladie professionnelle des fermiers; elle provoque une détérioration importante de la santé et de la capacité de travail.

Choléra, typhoïde, dysenterie et autres affections gastriques. Ces infections se diffusent facilement dans les zones deltaïques et les terres irriguées. En général, leur transmission s'effectue dans le contexte de systèmes aquatiques. Les zones humides et surpeuplées constituent un milieu favorable à leur extension. La diffusion

de ces infections est favorisée par l'absence de mesures d'hygiènes et par l'utilisation d'excréments humains comme engrais.

### 5.3.2 La situation sanitaire dans les zones récemment colonisées ou mises en valeur

Modification de la structure pathologique provoquée par les transformations écologiques. Des opérations de mise en valeur de terres et de développement de nouveaux systèmes d'irrigation se déroulent actuellement dans différents pays de la région, afin de satisfaire le besoin de développement et d'expansion agricole qui doit permettre de faire face à la forte pression de population que subissent les terres. Ces opérations ont lieu en Algérie, Egypte, Libye, Syrie, Tunisie et dans d'autres pays. En Egypte, la réalisation du Haut Barrage a permis de livrer de nouvelles terres à la culture et, dans un proche avenir, d'autres terres seront mises en valeur sur la côte méditerranéenne. Ces opérations comprennent le développement agricole et, la construction de nouveaux villages. De nouvelles familles sont ensuite installées dans ces villages. Le processus est de type interdisciplinaire; plusieurs Ministères y participent. Grâce à ces opérations de développement, l'environnement de ces régions se modifie et on assiste à une transformation de l'écologie pathologique.

Les vecteurs de ces maladies - par exemple moustiques et mollusques - se développent habituellement et, soit sont introduits dans ces nouvelles zones, soit encore connaissent un développement important du fait de la transformation de l'environnement.

Dans ce domaine, l'expérience égyptienne varie selon la situation et l'importance de la transformation de l'environnement à laquelle les êtres humains sont exposés. Deux grandes opérations de colonisation ont été exécutées pendant la dernière décennie: les projets nubiens et les zones de colonisation de la région occidentale de Tahrir et de Nubareya.

En Haute Egypte, les autochtones nubiens furent soumis à de grands changements. Initialement, ils vivaient dispersés sur les vastes terres de Nubie. Lorsque ces colons furent regroupés dans des villages, ils eurent des difficultés à s'adapter à leur nouvel environnement; on a constaté une augmentation de la mortalité chez les très jeunes et les très vieux. Les colons durent changer d'emploi et se consacrer à la culture de la canne à sucre. L'introduction de nouveaux systèmes d'irrigation dans cette région a provoqué l'apparition de nouveaux mollusques dans cette région, en particulier de *S. mansoni*.

Dans le Tahrir septentrional et la zone de Nubareya les choses se sont passées autrement: les colons étaient d'anciens exploitants agricoles de la région du

delta; par suite, ils ne subirent que très peu de changement dans leurs activités et mode de vie, l'impact de l'environnement étant beaucoup plus faible. Ce ne fut pas non plus une mobilisation de masse de toute la population d'une zone; l'opération a été une colonisation sélective qui comportait le choix d'un certain groupe d'âge, d'état de santé et même d'importance de la famille. Les colons pouvaient retourner dans leurs villages pour y faire des visites et l'adaptation socio-psychologique fut beaucoup plus aisée.

Conditions nutritionnelles des terres nouvellement mises en valeur. Les projets d'irrigation sont lancés pour augmenter la production alimentaire, ainsi que pour améliorer et développer les conditions économiques des zones récemment mises en valeur. Ceci est habituellement vrai dans les zones arides et semi-arides où l'agriculture et la production alimentaire sont difficiles sinon impossibles en l'absence de ces projets. Ceci n'entraîne pas toujours une amélioration de la santé et de la nutrition des habitants, en particulier dans le cas des terres nouvellement mises en valeur pour lesquelles la productivité du sol n'est pas bien établie et où, de ce fait, des pénuries alimentaires peuvent survenir.

L'expérience égyptienne dans ce domaine est différente pour les deux projets de mise en valeur déjà mentionnés. Dans l'expérience nubienne, l'installation de 50 000 personnes environ sur des terres non productives s'est immédiatement traduite par une pénurie alimentaire et une augmentation importante du prix des produits de base; mais il n'y a pas eu de cas de véritable famine. La résistance aux maladies infectieuses était très faible, en particulier chez les très jeunes et les très vieux. Ceci résultait de causes multiples parmi lesquelles les déficiences protéiques jouent un rôle important. Pendant les deux années qui suivirent leur installation, on a constaté une augmentation du taux de mortalité brut des colons: ce taux est passé de 13,6 pour 1000 en 1963 à 23,6 pour 1000 en 1965.

En 1965, le gouvernement demanda une aide alimentaire à la FAO. La distribution des produits dura 13 mois. En 1970 l'Égypte a signé un accord avec le Programme mondial alimentaire; les produits alimentaires ont été distribués aux agriculteurs comme incitation au développement des terres. Dans la plupart des constructions de barrages et de systèmes d'irrigation, l'aide alimentaire de provenance locale ou internationale s'est avérée essentielle pour les opérations de colonisation par déplacement de populations. Il en fut également ainsi dans le cas de la Volta, au Ghana.

Utilisation des services sanitaires dans les zones nouvellement mises en valeur. Dans ce cas aussi, l'expérience égyptienne a été différente pour chacune des deux situations déjà mentionnées. Les Nubiens n'étaient pas habitués à l'emploi des produits pharmaceutiques modernes. La surveillance médicale était assurée par un médecin qui

circulait sur le Nil, en bateau, et visitait les villages à intervalles irréguliers. En outre, dans leur habitat originel, ces populations disposaient d'un grand nombre de plantes médicinales et elles faisaient appel à leurs pratiques médicales traditionnelles qui étaient toujours liées à leur environnement.

On a étudié la situation telle qu'elle se présentait après que ces populations aient été installées dans leurs nouveaux villages: on a constaté une transformation complète de leur conception de la santé, une disparition quasi totale de la médecine traditionnelle causée par le fait que ses composantes végétales n'existaient plus dans le nouvel environnement; pour soigner leurs maladies, les hommes utilisaient des produits pharmaceutiques modernes.

L'utilisation des services sanitaires était minimale pour ce qui concerne les soins aux enfants. Dans l'autre zone de colonisation, l'utilisation des services médicaux dans le Tahrir Nord ne différait pas des pratiques constatées dans les anciens villages des nouveaux colons, dans la zone du delta.

La similarité des conditions pathologiques des zones deltaïques et des terres irriguées du bassin méditerranéen devrait servir de base à une coopération régionale pour obtenir le meilleur usage des ressources humaines et scientifiques de ces pays.

#### 5.4 Recommandations

Les participants ont présenté leur voeu sur le thème 4 en deux parties distinctes, la première ayant trait à la gestion des écosystèmes deltaïques, la seconde aux aspects sanitaires de l'irrigation.

En outre, ils ont souhaité que le delta de l'Ebre soit inclus dans le programme d'étude des deltas méditerranéens lancé dans le cadre du Projet 5 du MAB. Toutefois la délégation algérienne a émis des réserves sur ce point.

Gestion des écosystèmes deltaïques. La mise en valeur par l'irrigation des zones deltaïques et des zones agricoles présentant des situations analogues, soulève de grandes difficultés en raison des multiples facteurs qui entrent en jeu. Tel est le cas pour le delta du Nil où un aménagement hydraulique important (barrage d'Assouan) et la création de nouvelles zones irriguées adjacentes au delta (projet Nubareya) font apparaître la nécessité d'aborder des études prenant en compte les effets de l'ensemble du bassin fluvial dans le delta.

Une mission d'experts pourrait, en s'appuyant sur ce cas concret et sur l'expérience acquise par les experts égyptiens, définir plus précisément les termes de cette approche globale; cette étude méthodologique pourrait ensuite servir de base à des propositions de projets régionaux.

Pour l'étude de points particuliers la participation des organisations spécialisées des Nations Unies a été proposée, notamment celle de la FAO pour la mise en valeur agricole et en particulier l'utilisation rationnelle des eaux (irrigation, drainage) pour l'amélioration de la production agricole; l'OMM, pour les études concernant les caractéristiques méso et micro-climatiques originales des zones deltaïques et l'incidence des aménagements fonciers proposés (irrigation, drainage, création de réseaux de brise-vent sur la formation de microclimats) et l'Unesco, dans le cadre de son programme hydrologique international dont les premiers résultats et ceux de la décennie hydrologique doivent servir de base au développement des recherches envisagées.

Les pays utilisant, à des fins agricoles, les eaux des deltas des grands fleuves devront mettre en oeuvre des moyens de surveillance et de mesure de la pénétration des eaux salées (d'inondation ou de nappe) afin de disposer de données adéquates pour orienter l'élaboration des programmes d'aménagement de ces deltas; quant aux pays industrialisés poursuivant des programmes intensifs de centrales thermiques ou nucléaires, ils devront connaître les conséquences de la pollution thermique ou radioactive engendrée sur les équilibres écologiques et plus particulièrement sur celui des systèmes aquatiques associés aux deltas<sup>1</sup>. Toutes ces études devraient pouvoir bénéficier des apports des technologies nouvelles et notamment des techniques de télédétection. Enfin, un comité *ad hoc* devrait être désigné afin d'assurer la continuité et la coordination des activités communes dans le cadre du projet.

Aspects sanitaires de l'irrigation. Les participants ont rappelé le rôle important joué par les deltas et, d'une manière plus générale par les zones irriguées, dans l'épidémiologie des maladies transmissibles et des processus toxiques liés à l'utilisation des pesticides, d'où l'intérêt d'une approche écologique tenant compte des caractéristiques des milieux des agents pathogènes et du peuplement humain. Les participants ont considéré comme prioritaires les problèmes concernant: les schistosomes transmises par des mollusques aquatiques; le paludisme et d'une manière plus générale les maladies et les nuisances conditionnées par les insectes hématophages; la prévention de la pollution bactérienne et toxique (pesticides).

---

1. La Délégation algérienne a émis des réserves sur ce point.

A cet effet, il est souhaitable de développer la collecte et la diffusion des données concernant les maladies à contamination hydrique; un centre situé en Egypte dépendant du Ministère de l'Agriculture serait susceptible de diriger sa compétence scientifique dans le sens de l'interdisciplinarité écologique; d'intensifier les échanges d'information entre ce centre et ceux de la région méditerranéenne axés sur l'éco-pathologie; et de promouvoir les échanges de chercheurs à formation écologique sur des thèmes spécifiques (les maladies associées avec les parasites, les bactéries et les produits toxiques) sous forme de stages ou de participation à des actions concrètes.

## 6. ECONOMIE DE L'EAU: PROBLEMES DE BASSINS VERSANTS ET DE PROTECTION CONTRE L'EROSION

### 6.1 Introduction

Les besoins en eau, appréciés en qualité, en quantité et dans leur distribution temporelle (périodes de pointe) sont sous la dépendance de la population et du développement économique du territoire, donc de l'exploitation de ses autres ressources naturelles, renouvelables ou non.

Les ressources en eau, alimentées par les précipitations ou condensations atmosphériques, sont liées aux facteurs climatiques régionaux sur lesquels l'homme n'a encore que peu de prise, ainsi qu'aux caractéristiques physiques et biologiques (relief, géologie, sols et végétation, réseau hydrographique) des bassins versants.

C'est essentiellement sur ces caractéristiques hydrauliques des bassins versants que l'homme a de plus en plus prise, en modifiant les réserves naturelles, ou en en créant d'artificielles et en modifiant les conditions d'écoulement infiltré ou superficiel, et par la même les conditions d'épuration naturelle des eaux polluées. Et la multiplication des sources de pollution imputable à l'urbanisation et à l'industrialisation nécessite d'autant plus souvent le recours à l'épuration artificielle des eaux que la ressource en est plus exigüe ou irrégulière et que le développement économique est plus avancé.

L'irrégularité des écoulements se traduit aussi par des dommages liés aux excès d'un ruissellement plus ou moins superficiel ou concentré (érosions, inondations, dépôts solides) et accessoirement par l'accumulation de certaines eaux infiltrées ou stagnantes (glissements et coulées boueuses, hydromorphie des sols, salinisation).

Ces accidents confèrent dans l'ensemble plus de prix à la régularité du régime des eaux qu'à leur abondance globale sur une période plus ou moins longue.

On pourrait concevoir l'aménagement des bassins versants comme étant l'organisation de la mise en valeur et de l'exploitation de toutes les ressources naturelles d'un bassin versant (unité hydrographique) assurant en tout temps à la population et à l'économie: la disposition en quantité suffisante d'une eau de bonne qualité; la protection contre les érosions du sol et les inondations; la conservation d'un environnement de qualité, c'est-à-dire des valeurs sanitaires, culturelles et esthétiques attachées aux éléments naturels que sont la terre, l'air et les eaux.

L'économie de l'eau, ressource fondamentale de plus en plus précieuse, est bien la base de l'aménagement des bassins versants.

## 6.2 Particularités des bassins versants méditerranéens du point de vue de l'économie de l'eau et de leur aménagement

L'irrégularité du régime des précipitations se traduit nécessairement, quelle que soit l'importance des réserves hydriques accumulables dans les bassins versants, par l'irrégularité des écoulements de surface donc de la ressource en eau disponible.

Echappent heureusement à cette sujétion les plaines, plateaux ou vastes dépressions aréiques qui disposent de puissantes réserves d'eaux souterraines, plus ou moins fossiles du fait de la lenteur des écoulements phréatiques, réserves dans lesquelles elles pompent suivant leurs besoins. Encore convient-il que ces pompages, à long terme, n'excèdent pas les possibilités de réalimentation des nappes et que cette réalimentation ne se fasse pas à partir d'eau de mer ou salée.

De puissantes réserves phréatiques existent rarement dans les bassins montagneux. Les chaînes jeunes, d'âge tectonique pyrénéen ou alpin, qui ceignent la Méditerranée ont un relief accentué qui accélère les écoulements superficiels aux dépens de l'infiltration. Les réserves glaciaires interannuelles, limitées au Sud du massif alpin, y sont insignifiantes. La réserve nivale intersaisonnière y joue un faible rôle. Les fleuves et rivières traduisent donc fidèlement dans l'ensemble l'irrégularité du régime pluviométrique.

Ce régime est caractérisé par une concentration hivernale des précipitations et une longue et forte sécheresse estivale recouvrant la période de forte évapotranspiration potentielle de la végétation.

L'irrégularité des précipitations n'est pas seulement grande sur le plan des saisons, mais sur le plan interannuel. Leur distribution temporelle est très aléatoire, tant pour l'abondance globale des averses ou des séquences pluvieuses que pour l'intensité de pointe que peuvent atteindre certaines averses, exprimée en mm par heure ou par minute.

Suivant leur continentalité, leur situation géographique par rapport aux vents marins et leur relief plus ou moins vigoureux, les diverses régions sont plus ou moins arrosées et plus ou moins affectées par l'irrégularité des précipitations.

Sauf aux limites subtropicales des déserts, les régions les moins arrosées sont heureusement les moins affectées par les paroxysmes dangereux d'intensité

pluviale instantanée. Ceux-ci sont malheureusement le privilège de massifs montagneux très redressés et exposés aux vents marins ou dominant de basses plaines humides et surchauffées: Cévennes méridionales, Pyrénées orientales et centrales, Ligurie, Appenin, Rif...

Les inconvénients d'un régime pluviométrique aussi irrégulier portent à la fois sur la gestion des ressources en eau et sur les ressources renouvelables.

#### 6.2.1 Inconvénients du point de vue de la gestion des ressources en eau et du maintien de la qualité du cadre de vie

- (1) des étiages estivaux très faibles et souvent nuls coïncident avec de gros besoins hydrauliques d'origine agricole (irrigation) ou touristique, avec graves pollutions dans les émissaires;
- (2) graves risques d'inondation par débordement du flot de puissantes crues hivernales ou de brèves mais brutales crues d'orages en été, flot gonflé par le charriage des alluvions issues de l'érosion.

Pour la protection contre les inondations, le remède le plus direct relève du génie civil hydraulique par l'amélioration des conditions d'écoulement des plus gros débits dans des lits de rivière bien calibrés rectifiés et consolidés.

Mais la correction des lits des petits tributaires torrentiels des bassins montagnards escarpés de l'amont contribue aussi, par ses échelles de barrages et de seuils, non seulement à ralentir la concentration des eaux dans la rivière émissaire mais à les soulager d'une charge solide dangereuse. En effet, les charriages en freinant à l'aval l'écoulement des eaux gonflent le flot de crue, facilitant les débordements.

Le remède le plus classique contribuant aussi bien à l'écrêtement des crues qu'au soutien des étiages à l'aval consiste toutefois dans l'aménagement de grands réservoirs hydrauliques.

Mais on peut aussi agir sur l'importance et la mobilité des réserves hydrauliques naturelles dans le bassin versant par la végétation et les sols qu'elle constitue en manipulant cette végétation et modifiant en particulier le couvert forestier.

#### 6.2.2 Inconvénients du point de vue des ressources renouvelables fournies par la végétation, et de l'érosion

La concentration hivernale des précipitations et leur irrégularité sont défavorables à la végétation: les cultures intensives nécessitent une grande irrigation

estivale; les couverts végétaux naturels revêtent un caractère xérophile ou un dessèchement estival favorables à l'inflammabilité et à la combustibilité ainsi que par une biomasse faible et une couverture du sol souvent incomplète à faible pouvoir pédogénétique. Cette pédogénèse est aussi affectée par une combustion rapide de l'humus et souvent marquée de migrations salines ascendantes donnant lieu à des sols particuliers ou à des encroûtements peu favorables aux formations forestières fermées et puissantes. Cela se traduit, pour la culture extensive, par sa limitation aux céréales steppiques d'hiver, l'introduction de la jachère, cultivée ou non, dans les assolements, ou par l'antique et désastreuse pratique des cultures itinérantes sur brûlis (taillis ou maquis essartés) dans les pays en voie de développement surpeuplés et condamnés à l'autarcie vivrière. Quant à l'élevage il en ressent les effets par la pénurie fourragère estivale et les difficultés d'abreuvement, limitant le recours au gros bétail sobre et agile et en particulier la chèvre à la bouche dure adaptée aux maquis et garrigues. La pénurie estivale et les aléas de la production fourragère ont souvent conduit les populations au pastoralisme, les éloignant ainsi du souci de la conservation de la fertilité de terroirs plus ou moins collectivisés.

Le régime des précipitations méditerranéennes favorise doublement les processus de l'érosion hydrique superficielle diffuse et pédologique un peu partout dans les cultures et pâturages, et ceux de l'érosion concentrée linéaire, profonde ou géologique et torrentielle dans les ravins montagnards.

D'autre part, en effet, l'agressivité érosive superficielle des précipitations pour les sols est très fortement et positivement liée à leur intensité; pour l'érosion concentrée torrentielle, il en est de même puisque la force tractrice et abrasive des courants dans les talwegs est liée positivement à la fois au tirant d'eau et à la vitesse, donc au débit de pointe de l'écoulement qui reflète, avec un certain décalage et un certain amortissement, les caractéristiques de l'averse (hyétogramme).

D'autre part, la végétation est le bouclier naturel que la nature se donne contre l'érosion et tout caractère climatique qui contribue à l'affaiblir favorise le processus d'érosion.

Or, ces processus s'enchaînent depuis l'érosion aréolaire qui fournit les matériaux fins en suspension accroissant la viscosité et la densité du courant jusqu'à l'érosion torrentielle concentrée. Celle-ci mord, par le ravinement, dans les versants, sape leur base par un flot plus concentré et plus puissant provoquant l'effondrement des berges sapées et détrempées et mettant ainsi en route le charriage des matériaux grossiers par effets d'embâcles suivies de débâcles.

Par suite de ces charriages depuis des siècles et parfois des millénaires, les lits des rivières émissaires trop alimentées en débit solide et pas assez régulièrement en eau, se trouvent encombrés de bancs de graviers qui élargissent leur lit majeur aux dimensions de véritables oueds. Dans celui-ci, des flots occasionnels divaguent ou serpentent entre ces bancs de graviers qui les rejettent souvent contre les berges, engendrent de nouvelles perturbations et des reprises de charriage aux dépens de ces berges ou des bancs de graviers eux-mêmes.

Progressivement, au cours de longs processus de déplacement des débris grossiers par bonds ou reprises de charriage à l'occasion des crues, les chocs et les frottements des galets entre eux et l'action des facteurs météoriques à la surface des bancs (gels, dilation thermique, hydratations, oxydation) amenuisent les alluvions qui se résolvent, suivant leur dureté ou leur constitution plus ou moins cristalline en sables, silts ou limons fins, voire particules argileuses et sels dissous. Ces fines alluvions voyagent beaucoup plus loin à l'aval et leur transit ou leur dépôt ne présentent pas les mêmes inconvénients que ceux des matériaux grossiers déposés plus à l'amont par les véritables torrents.

### 6.3 Inconvénients de la pollution sédimentaire des rivières et fleuves surtout pour les aménagements hydrauliques

Les problèmes de sédimentation dans les eaux calmes des réservoirs et même dans les eaux ralenties des rivières canalisées, sont les plus graves que pose l'érosion des bassins versants méditerranéens pour la mise en valeur de leurs ressources hydrauliques en particulier pour l'irrigation et la production d'énergie électrique.

Leur eutrophisation par les sels dissous à la suite des processus d'érosion pose aussi parfois des problèmes quant à la qualité du cadre de vie.

Un des meilleurs outils contre cette pollution sédimentaire des eaux méditerranéennes reste la restauration des bassins versants dégradés et la conservation des sols sur tout le territoire.

### 6.4 Recommandations

Les participants au groupe de travail ont souligné l'impossibilité d'attendre les résultats de la recherche à long terme sur les principes scientifiques de l'aménagement des bassins versants pour entreprendre cet aménagement, d'urgence souvent vitale pour les populations intéressées. Cette recherche reste néanmoins un moyen

indispensable pour réajuster la planification au cours des opérations d'aménagement; elle doit donc bénéficier de moyens matériels suffisants pour en permettre la réalisation dans le cadre d'un programme à long terme.

Compte tenu de ces remarques, il est souhaité:

- (1) que soit mis sur pied un système pratique d'échange d'informations sur toutes les entreprises de recherche fondamentale, d'expérimentation pratique, de méthodologie ainsi que sur les résultats obtenus dans les différents pays méditerranéens en matière d'aménagement des bassins versants. Il est en particulier souhaité que les Comités nationaux pour le MAB fournissent au Secrétariat général du MAB un fichier<sup>1</sup> des organismes et des spécialistes concernés dans chaque pays par les études et recherches sur l'aménagement des bassins versants ainsi que des réalisations entreprises en matière de tels aménagements;
- (2) que les contacts entre spécialistes de différents pays soient encouragés par l'attribution de bourses de voyage d'études dans les pays méditerranéens;
- (3) que soit constitué un groupe de travail comprenant des experts et des représentants de chaque pays riverain de la Méditerranée;
- (4) enfin que la FAO, l'Unesco et le PNUE étudient la possibilité d'inclure dans leur programme de travail et dans leur budget pour 1978 une réunion conjointe dont le thème serait: recherches intégrées et appliquées en matière de conservation et de développement des ressources naturelles des bassins versants.

A cet égard, la Conférence a pris acte avec gratitude de la proposition faite par le Comité national marocain pour le MAB pour l'organisation au Maroc d'une telle réunion sous les auspices de la FAO, de l'Unesco et du PNUE.

---

1. Pour l'élaboration de ce fichier, il est recommandé d'utiliser également les données en possession de la Commission économique européenne et celles du Comité des ressources naturelles de l'ECOSOC à New-York. Devraient être pris en considération les travaux de la Commission européenne des forêts.

## 7. IMPACT DES POLLUTIONS ET NUISANCES SUR LES MILIEUX NATURELS MEDITERRANEENS

### 7.1 Aspects généraux

Le cadre conceptuel du Projet 14 du MAB a été établi par deux groupes de concertation qui se sont réunis à Moscou, 23-26 avril 1974 et à Ottawa, 5-8 août 1975 (voir Série des rapports du MAB n° 20 et 32). En tenant compte de ces éléments de base, la Conférence a souligné l'importance de développer un cadre théorique et pratique pour le Projet 14 du MAB adapté aux besoins des pays du pourtour méditerranéen.

#### 7.1.1 Définition du thème: Impact des pollutions et nuisances sur les milieux naturels méditerranéens"

Dans le cadre de ce thème la Conférence de Montpellier a considéré comme important: l'établissement d'un bilan de situation correspondant à une appréciation de la contamination du milieu et des cibles, compte tenu des méthodes physico-chimiques et biologiques; recherches sur les cheminements des contaminants dans les chaînes biologiques; l'évaluation des effets des polluants et nuisances sur le milieu et l'homme; la recherche des remèdes préventifs et curatifs et la prise en considération des aspects psycho-socio-économiques.

Le problème de l'évaluation des effets a été considéré comme fondamental et prioritaire, car cela peut permettre de mettre en évidence des effets négatifs, mais aussi positifs ou indifférents; cela permet aussi de contrôler l'efficacité des remèdes que propose l'homme pour réduire la présence de contaminants.

L'éco-épidémiologie doit être précédée par la connaissance des écosystèmes et des moyens d'établir un bilan de situation dynamique. La corrélation entre les deux facteurs nécessitera la mise au point de protocoles expérimentaux particuliers. L'apport de la biométrie est fondamental, notamment par l'élaboration de modèles de simulation.

La connaissance approfondie de différents types d'écosystèmes correspond aux préoccupations du programme MAB. La notion d'indicateur de l'évolution d'un écosystème est nécessaire si on veut raisonnablement simplifier les protocoles. Cependant, leur signification plus ou moins globale doit être appréciée avec beaucoup de discernement.

Quelques précisions doivent être apportées à ce qu'on appelle bilan de situation. Il ne doit pas se contenter de déterminer à un instant donné les événements

dont un écosystème est le siège. Il doit être dynamique et tenir compte du "transfert et des modifications des contaminants". Au niveau d'un écosystème, ce bilan doit être global et prendre en considération l'ensemble des contaminants.

C'est là où l'écotoxicologie qui permet de définir l'effet d'un constituant du milieu sur une cible, peut permettre dans un premier temps de simplifier le contrôle de la présence de produits réputés dangereux et uniquement ceux-là, sans oublier bien sûr le problème fondamental des interactions, ou l'influence de facteurs comme, par exemple, la chronobiologie ou les phénomènes de discontinuité.

Le thème dont nous discutons est un thème "interdisciplinaire": de nombreuses connaissances lui sont indispensables; son originalité doit être une approche globale des phénomènes, tenant davantage compte de l'impact d'ensemble sur un écosystème de différentes activités humaines, concrétisées par un ensemble de contaminants, qu'ils soient d'origine physique, biologique, chimique, naturelle ou psycho-culturelle.

Une pondération pourrait être apportée par une liste exhaustive des besoins des utilisateurs de la recherche en tenant compte des nécessités à court terme, moyen terme et long terme.

#### 7.1.2 Relations de ce thème avec d'autres programmes et constitution d'un groupe de travail

Comme il a déjà été dit, ce thème "pollution" est un thème interdisciplinaire. Donc il serait utile dans un premier temps, à partir du programme MAB: d'établir une liste des recherches effectuées dans les autres projets qui peuvent être concernées par le thème "pollution"; de suggérer, si nécessaire, des modifications de programme; d'analyser en commun les résultats acquis et les moyens de les utiliser pratiquement au fur et à mesure de leur acquisition.

Un groupe de travail pourrait de même examiner prioritairement: les programmes de recherche nationaux en cours; les programmes européens (1er et 2ème programme de recherches des communautés européennes, 1972/75 et 1976/80) et les programmes des autres organisations internationales.

Toutes les études qui sont esquissées ici devraient être précisées et programmées au sein d'un groupe de travail sur le thème "impact des pollutions et des nuisances sur les milieux naturels méditerranéens". Ce groupe aurait comme missions principales de recueillir le maximum d'informations sur les recherches exécutées,

d'en informer les organismes compétents, d'en faire la synthèse et d'essayer de les rendre compatibles avec une exploitation pratique.

A partir des recherches qui seront prises en compte dans ce thème, il sera nécessaire dans une deuxième étape de faire une étude prospective de l'évolution des pollutions et nuisances du pourtour méditerranéen à une échéance à long terme à définir.

### 7.1.3 Priorités pour la région méditerranéenne

Un travail considérable reste à faire avant qu'une action de lutte anti-pollution puisse être acceptée au niveau méditerranéen. Celui-ci pourrait porter en priorité sur les points suivants: les mesures essentielles à long terme qui permettent de sauver le milieu dans le bassin méditerranéen; les effets socio-économiques de la pollution relative à l'industrialisation et au tourisme; l'impact des eaux usées et industrielles sur le milieu et celui résultant de la pollution relative au trafic maritime; le niveau de coopération internationale; la surveillance et le contrôle de la dégradation croissante de l'environnement; les formes de la coopération entre les institutions d'éducation et les commissions spécialisées dans ce domaine pour motiver l'opinion publique et la responsabilité internationale des pollutions.

L'étude des mesures les plus appropriées pour la sauvegarde et la régénération des eaux d'une manière générale a une importance vitale dans la Méditerranée (eaux douces, lacs, zones littorales), la façade industrialisée de la Méditerranée pouvant perturber fortement les écosystèmes. Un tel programme pourrait déboucher sur un système de surveillance à long terme.

Il convient aussi de préciser la pénétration et le devenir des polluants de sources diverses dans les organismes vivants et dans l'environnement en général, les connaissances dans ce domaine étant encore très insuffisantes et imprécises.

Dans les eaux comme dans les sols interviennent des micro-organismes qui conduisent parfois à des bio-dégradations bénéfiques mais pouvant donner naissance à des composés plus toxiques que les molécules polluantes originelles.

Les recherches à promouvoir dans ces divers domaines sont liées à la formation de spécialistes et la création de centres de recherches.

La formation de spécialistes. Elle nécessite l'acquisition préliminaire d'une base adéquate de connaissances dans le domaine de l'écologie en générale et de l'écologie marine et terrestre plus spécialement. Il faut disposer de spécialistes de différentes disciplines écologiques ainsi que de chimistes, dont le rôle est irremplaçable, pour étudier sur le plan qualitatif et quantitatif le devenir des polluants dans l'environnement et leurs éventuels effets nocifs sur les divers constituants de la biosphère dans un contexte intégré, surtout dans le Sud méditerranéen.

La création de centres de recherches. Un nombre suffisant de centres de recherches bien équipés en personnel qualifié et en matériel et suffisamment aidés sur le plan financier pour aborder et suivre de façon valable l'étude d'un grand nombre de problèmes est nécessaire. Ceci est un devoir pour les autorités gouvernementales des différents pays du pourtour méditerranéen. En Syrie, le gouvernement a commencé à créer un centre universitaire chargé des études de sciences marines et de la lutte contre la pollution de la côte méditerranéenne syrienne. Ce Centre va faire son travail dans le cadre du programme MAB. C'est un programme à très long terme et en raison de la multiplicité des problèmes à étudier, il est urgent de coordonner les recherches à l'échelle internationale en assurant les liaisons actives indispensables entre les spécialistes des disciplines intéressées notamment l'écologie et la chimie qui sont les clés d'une existence meilleure.

L'attention des responsables de l'environnement dans ces pays devrait être attirée sur le fait que s'ils veulent faire l'économie d'une formation de cadres qui n'auront pas leur pleine utilité, c'est au moment de l'introduction des technologies qu'il faudrait faire attention, afin qu'il n'y ait pas déphasage entre l'utilisation de l'outil et les inconvénients qui en découleraient.

La rançon du progrès, dans les pays en voie de développement se mesure malheureusement par les effets négatifs sur le milieu qui, parfois sont irréversibles. L'Algérie tente d'évaluer les aspects socio-économiques d'une politique de l'environnement afin d'en intégrer les paramètres dans la politique nationale du développement et de la planification. Une campagne permanente d'information et de sensibilisation au niveau le plus général, c'est-à-dire de l'enfant au décideur, est mise sur pied afin de ne pas créer d'antagonisme entre pollueurs et victimes de la pollution.

Il est nécessaire d'insister sur le fait que dans les pays en voie de développement la protection des ressources ne devrait pas être considérée comme un obstacle au développement socio-économique.

Enfin, il faut reconnaître que la protection de l'environnement dans le bassin méditerranéen ne dépend pas seulement des lois ou des recommandations mais est fortement liée à l'éducation car c'est le seul moyen de transformer le comportement des individus. Le respect de la loi sur la protection de l'environnement dans ce bassin devient un processus normal parce qu'elle est née de la perception de l'homme de ce problème.

Ainsi le but de l'éducation dans le domaine de la conservation de la nature et de l'exploitation des ressources naturelles et de la lutte contre les formes de pollution doit être une définition des valeurs et, des perceptions pour que l'individu lui-même comprenne et estime les relations complexes entre lui et sa civilisation et le milieu d'autre part.

## 7.2 Cas de la pollution atmosphérique sur les biocénoses, identification des espèces indicatrices pour différents niveaux de pollution

### 7.2.1 Introduction

Après les 3 premières séances des travaux du Conseil International de Coordination, la réunion du groupe d'experts sur le Projet 2 du MAB (Paris 1974) s'est finalement mise d'accord pour donner priorité à cinq thèmes de recherches et, plus particulièrement, aux effets de la pollution atmosphérique sur les écosystèmes forestiers et à l'influence de la forêt sur la qualité de l'air (voir Série des rapports du MAB n° 19). Dans le cadre de ce sous-thème du Projet 2 du MAB des études sur le terrain ont été indiquées par l'Espagne, la Turquie, la Yougoslavie à la réunion de Potenza, Italie, 27-31 octobre 1975 (voir Série des rapports du MAB n° 36).

### 7.2.2 Exposé des motifs

La croissance démographique et économique de la région méditerranéenne met aujourd'hui à l'ordre du jour, dans cette région, des problèmes de pollution atmosphérique. Dans les zones sur-concentrées et industrielles, les problèmes portent surtout sur la restauration du milieu et sur les aspects sanitaires. Dans les zones rurales d'industrialisation récente, ils portent surtout sur la protection des ressources naturelles.

En ce qui concerne la pollution atmosphérique et ses effets sur les végétaux (notamment des oxydes de soufre, de l'oxyde de carbone, des composés fluorés, de l'éthylène, des oxydes d'azote, des dérivés du chlore et de l'ozone, des suies et particules), il faut noter la spécificité des problèmes méditerranéens, liés aux caractères originaux de ce milieu lui-même (climat et sol).

Pour ce qui est de l'effet sur les animaux, il faut surtout souligner l'insuffisance des recherches dans ce domaine.

Ces problèmes de spécificité de la région méditerranéenne sont d'autant plus importants que les recherches sur les effets de la pollution atmosphérique dans les écosystèmes forestiers sont surtout le fait de pays de zones tempérées non méditerranéennes.

Un autre aspect important dont il faut tenir compte est la nécessité d'une approche intégrée, prenant en compte d'une manière globale tous les éléments des écosystèmes naturels (sol, faune, flore) dans leurs rapports avec la société humaine (nécessité d'inclure les sciences sociales).

Dans cette approche globale, la télédétection pourrait être d'un intérêt particulier. Il faut reconnaître que les études dans ce domaine sont encore rares en milieu méditerranéen.

Un autre aspect qu'il faudra certainement prendre en compte est celui des espèces indicatrices et parmi elles, les lichens, bien que des recherches puissent encore améliorer les méthodes d'emploi de cet indicateur. On notera à ce sujet la nécessité, pour permettre cette recherche même, de conserver des zones témoins non polluées, ce qui rejoint le Projet 8 du MAB.

Les fonctions importantes des forêts et des espaces verts dans la lutte contre la pollution doivent également être prises en compte, ces milieux étant capables de fixer les poussières, les polluants gazeux et même de filtrer les bactéries. Les connaissances dans ce domaine devraient déboucher sur des problèmes d'aménagement: nécessité par exemple de combiner des forêts ouvertes capables de favoriser le dépôt de particules solides et des forêts fermées capables de retenir les gaz. Dans cette étude du rôle de la forêt dans l'épuration de l'atmosphère, se retrouve également la nécessité de rechercher et d'étudier des espèces résistantes propres à la zone méditerranéenne.

### 7.2.3 Les objectifs

L'objectif général poursuivi est donc d'étudier l'effet de la pollution atmosphérique sur les biocénoses. Cet objectif nécessite de définir et de chiffrer les modifications que la pollution atmosphérique produit sur le milieu naturel méditerranéen, en étudiant et en comparant la structure, le fonctionnement et la dynamique des écosystèmes forestiers naturels et d'autres systèmes plus ou moins gravement affectés par la pollution.

Il ne faut pas se limiter à l'étude d'unités biologiques, mais bien considérer les effets du polluant sur le système biologique dans son ensemble et cela dans l'optique interdisciplinaire caractéristique du Programme MAB.

Sous cette optique et dans le cadre des Projets n° 2 et 14, on proposera comme objectifs à atteindre en matière d'effets de la pollution sur les biocénoses et d'identification des espèces indicatrices pour différents niveaux de pollution dans le milieu méditerranéen, les points suivants:

- (1) définition des régions rurales affectées ou potentiellement affectées par la pollution atmosphérique dans le bassin méditerranéen;
- (2) établissement des effets sur la composition, les processus et le fonctionnement des écosystèmes propres aux milieux naturels méditerranéens et, en particulier, de l'impact de la pollution atmosphérique sur les biocénoses;
- (3) connaissance du mécanisme d'action des différents polluants ou des combinaisons de polluants entre eux avec les composants de l'air sur ces écosystèmes, dans les conditions propres à la région méditerranéenne;
- (4) identification des espèces forestières, variétés et écotypes autochtones susceptibles d'être introduits dans la région méditerranéenne et particulièrement résistants à la pollution atmosphérique;
- (5) définition de la flore lichénique et bryophytique de la zone méditerranéenne, ainsi que l'étude plus poussée des espèces plus sensibles à la pollution atmosphérique et qui, par conséquent, peuvent servir d'indicateurs du niveau de pollution d'air;
- (6) conseil sur les mesures possibles de correction, y compris l'aménagement du territoire, en vue d'atténuer l'intensité des dégâts sur les écosystèmes forestiers de la zone, ainsi que l'étude des effets des écosystèmes forestiers et les espaces verts sur la santé et le bien-être de l'homme, grâce à la dispersion et le filtrage des polluants atmosphériques.

Avec ces objectifs, on considèrera indispensable de disposer de zones témoins pour comparer les zones polluées, dans le cadre du Projet 8 du MAB, et on encouragera dans ce but la conservation des zones naturelles et des ressources génétiques qu'elles contiennent.

#### 7.2.4 Aspects de la recherche

Ces aspects se résument ainsi:

##### Connaître le contenu et le mécanisme d'action des polluants

SO<sub>2</sub>: contrôle sur les différents stades végétatifs, méthode photosensible, chambres d'assimilation, analyseurs automatiques et semi-automatiques

SF 1 et SF 8, analyse du végétal par gravimètre et calorimétrie, analyses de sulfites et sulfates, organismes indicateurs, analyse par les méthodes West et Gaeke et par la pararosaniline, capteurs dynamiques et statiques, réseaux de contrôle des niveaux d'émission, emploi de S<sup>35</sup>.

F : chambres d'assimilation, serres hermétiques, contrôle de l'activité de la peroxydase, contrôle du contenu du gaz dans l'air avec des réseaux de capture statiques ou dynamiques, analyse du fluor dans le végétal par la méthode de l'électrode sélective.

CO : emploi de C<sup>14</sup>, chambres d'assimilation et paramètres pour végétaux aux feuilles larges.

NO<sub>x</sub>: analyseurs spécifiques, plantes indicatrices.

Il est indispensable en général, d'effectuer une étude anatomique des parties aérées des végétaux affectés.

Evaluer les surfaces affectées: usage de la télédétection, senseurs de petite hauteur, échelles 1 : 3 000 à 1 : 20 000, pellicules infrarouge couleur ou infrarouge blanc et noir.

Déterminer l'impact global de la pollution dans l'écosystème: techniques d'écologie descriptive, trophique, démographique, étude des variations de l'écosystème dans le temps et son organisation dans l'espace.

Définir des espèces indicatrices: détermination d'espèces, cartes de distribution d'espèces, corrélation avec des niveaux d'émission, expériences contrôlées en laboratoire au moyen de greffes.

Identifier des espèces résistantes et effets des espaces verts: chambres d'assimilation, amélioration génétique, fumigation, utilisation de mâts de contrôle des vents et analyse des gaz en arboretum expérimentaux.

#### 7.2.5 Aspects particuliers des effets de la pollution atmosphérique dans le milieu naturel méditerranéen

Comme nous l'avons évoqué plus haut, il existe, en région méditerranéenne, une spécificité importante de ces problèmes liée aux différences génétiques particulières aux êtres vivants de ce milieu et aux facteurs météorologiques et climatiques particuliers à cette région (importance d'une saison sèche, de la luminosité, du régime des températures, etc.). Ces conditions sont très différentes de celles de l'Europe Centrale. Leurs significations physioagronomiques se traduisent par les steppes de buissons et le caractère sclérophylle de la végétation. Les sols méditerranéens ont souffert depuis le néolithique de l'intervention négative de l'homme

(sur-pâturage, feu, cultures abusives), dans un contexte climatique particulièrement dangereux (orages brutaux).

Il faut encore souligner ici le fait que la plupart des études concernant l'impact de la pollution de l'air sur les végétaux ont été jusqu'à présent conduites en Europe Centrale, en Scandinavie et en Amérique du Nord, dans des conditions naturelles très différentes, ce qui souligne bien la nécessité d'intensifier ce genre de recherches dans le domaine méditerranéen.

#### 7.2.6 Recherches actuellement en cours - information existante

Il faudra disposer d'informations sur les recherches réalisées ou en cours dans les différents pays sur ce sujet.

Il convient de rassembler la bibliographie existante et la liste des données disponibles sur les zones forestières affectées par la pollution dans les différents pays (surface atteinte, espèces affectées, types d'industries, de pollution, de dégâts observés et évaluation des dégâts).

#### 7.3 Recommandations

Pour ce qui est des recherches sur le thème "effets de la pollution atmosphérique sur les écosystèmes forestiers", le projet de la Sierra del Cadi (Espagne) a été retenu à la réunion de Potenza comme projet-pilote (voir Série des rapports du MAB n° 36). Les projets en cours en Turquie et en Yougoslavie ont été retenus comme projets complémentaires.

A ce sujet, les participants ont exprimé le voeu que les différents Comités du MAB transmettent toutes les informations sur ce thème au Comité national espagnol pour le MAB dont le projet a été retenu comme pilote et qui sera chargé de les synthétiser et de les diffuser en vue d'une prochaine réunion.

D'autre part, les participants ont exprimé le voeu:

- (1) que le problème de l'impact des "pollutions et nuisances" soit pris dans un contexte plus général et d'une manière globale en rassemblant les renseignements indispensables concernant le bilan de la situation "pollutions et nuisances" au niveau de chaque pays riverain et le bilan des recherches entreprises dans le domaine des effets des polluants et nuisances sur les écosystèmes méditerranéens y compris l'homme;

- (2) que le Secrétariat du MAB prépare et envoie un questionnaire aux Comités nationaux du MAB pour recueillir les divers renseignements destinés à la préparation d'une synthèse pour une prochaine réunion du groupe de travail créé à cet effet et constitué d'au moins une personne par pays riverain de la Méditerranée. Placé sous les auspices du MAB, le groupe de travail sera chargé de recenser les projets concrets et complémentaires, spécifiques à la région méditerranéenne tout en restant dans l'esprit des Projets 9 et 14 du MAB.

## 8. IMPACT DU TOURISME SUR LES ECOSYSTEMES ET PAYSAGES LITTORAUX MEDITERRANEENS

### 8.1 Introduction

Les conséquences positives du tourisme pour l'économie des pays bénéficiaires sont bien connues. Mais dans un bilan complet, il est plus difficile de tenir compte des conséquences négatives de cette activité sur la qualité du milieu qui constitue précisément un des fondements essentiels de cette activité. Une diminution de qualité entraîne à la fois la baisse de la fréquentation touristique et des ressources qui en proviennent. Ainsi, le tourisme met-il en relief avec une netteté particulière l'étroite relation de la qualité du milieu avec le développement économique.

D'autre part, le tourisme a pris, dans le bassin méditerranéen, les proportions d'une véritable migration saisonnière des populations du Nord de l'Europe industrielle vers le soleil et les plages du Sud. Il en résulte un brassage socio-culturel intense susceptible de modifier profondément la personnalité des cultures qui ont marqué les milieux où elles se sont développées. Ainsi, le tourisme constitue-t-il l'occasion de se pencher sur la place et le rôle de la perception du milieu, caractérisant aussi bien les populations d'accueil que les vacanciers.

Enfin, le tourisme entre dans le développement global d'un pays comme une composante dont les autres - telles que l'industrialisation, la rationalisation de l'agriculture - participent également à la transformation du milieu. Le facteur qualitatif joue également et devient de plus en plus un objet de planification et d'arbitrage lorsqu'il y a incompatibilité.

Considérant le fait que dans le bassin méditerranéen, à la fois attractif et fragile, tout aménagement des établissements humains, notamment le tourisme, met simultanément en jeu avec acuité: la qualité des écosystèmes littoraux, le développement socio-économique et la perception que les populations concernées ont du milieu. Une approche interdisciplinaire s'impose donc dans le cadre général du thème 13 du programme "MAB" que la Conférence de Montpellier a permis d'engager.

Dans une mesure qu'il conviendra de préciser ultérieurement, le paysage peut être considéré comme révélateur synthétique des interférences complexes des trois volets qui viennent d'être évoqués (écosystème, utilisation socio-économique, perception socio-culturelle). En d'autres termes, plus simples, la qualité du paysage découle du degré d'accord entre un site et la communauté qui l'occupe.

Le tourisme, par l'ampleur de ses effets humains, doit être considéré comme une activité affectant la communauté méditerranéenne dans son ensemble ainsi que les

communautés plus restreintes des nations et des régions. Par la nature de ses motivations, le tourisme place, en outre, la qualité des sites et des paysages en exergue, qualité étroitement dépendante de la manière dont ils sont perçus, que ce soit par les populations résidentes, par les vacanciers ou par les responsables des équipements touristiques.

Un bref commentaire préalable doit être fait à propos de la nécessité et de la difficulté d'engager ce thème. La difficulté tient à la séparation traditionnelle des sciences du milieu physique et des sciences sociales et humaines, alors qu'il faut les utiliser conjointement. Elle découle aussi de la faiblesse des notions conceptuelles spécifiques comme de celle, concomitante, du langage nécessaire pour engager et développer les échanges dans ce domaine. Il suffit de mentionner les réactions spontanées des populations à l'égard des transformations radicales de leur environnement physique, notamment sous l'effet de la densification des populations urbaines qui affecte tous les pays du monde; la mise en place des politiques de l'environnement et la préoccupation des pouvoirs publics visant à introduire dans l'aménagement du territoire une vision globale, intégrant tout particulièrement le domaine qualitatif. Le problème de la perception de la qualité du milieu constitue donc aujourd'hui un nouvel objet d'approche scientifique. En outre, le champ géographique privilégié est ici prioritaire: il s'agit de la recherche intégrée et concertée sur l'aménagement des zones constituant l'interface terre-eaux au travers de l'étude des systèmes humains d'utilisation et de perception de l'espace.

Il est en conséquence nécessaire de développer largement les réflexions, les études et les recherches sur ce thème. Dans ce cadre large, les travaux relatifs à une conception moderne du paysage méritent une attention particulière.

La Conférence a permis, ainsi qu'il en est rendu compte ci-après, d'amorcer pleinement le processus correspondant.

Les débats de la session sur le thème 7 ont permis d'entendre un rapport général présenté par la Yougoslavie, de prendre connaissance de différentes communications, d'engager une discussion à laquelle ont participé de nombreuses personnes et d'élaborer des recommandations.

## 8.2 Le projet-pilote "Côte adriatique"

Le rapport général, malgré sa qualité, a souffert de n'avoir pu profiter de données autres que celles de l'expérience yougoslave. En effet, si l'on compare le présent thème aux autres, il s'en distingue par la nouveauté de la problématique. Par conséquent, les quelques travaux menés dans le sens considéré sont ou très

récents - et n'ont pas fait l'objet d'une diffusion large - ou seulement engagés sans que des conclusions solides n'aient pu encore en être tirées. Ceci dit, le rapport a mis en évidence le grand intérêt de la démarche yougoslave dans la planification touristique de la Côte adriatique, après une présentation des activités touristiques en Méditerranée, destinataire du tiers du tourisme mondial. Le tableau général des conséquences du tourisme sur le milieu met l'accent sur les effets dégradants de la densification saisonnière excessive sur la qualité de l'ambiance méditerranéenne: "l'image de l'environnement touristique bienfaisant pour l'homme commence à crouler". Le projet-pilote présenté (Adriatique III) résulte d'un contrat entre le PNUD et la République Fédérale Socialiste de Yougoslavie. Il a pour but de dépasser les études sectorielles classiques ou encore les études à caractère palliatif, pour intégrer le milieu et ses transformations dans les documents de planification à long terme (1990), en fournissant les analyses qualitatives appropriées et en précisant l'impact écologique des projets d'aménagement. Deux domaines de recherche ont été ainsi explorés: celui des facteurs naturels (air, eau douce, mer, sol) et celui des relations réciproques des activités humaines et de l'environnement naturel.

Ce domaine a été finalement abandonné après les premiers essais, compte-tenu de l'ampleur des travaux nécessaires et du caractère fréquemment indirect des relations évoquées.

La phase finale de la recherche doit aboutir d'ici quelques mois. Il sera alors nécessaire de procéder à la confrontation des différentes études engagées. C'est donc à la fin de 1977 que les conclusions définitives pourront être tirées et exposées.

Au cours de la discussion qui a suivi la présentation du rapport général, le responsable du projet évoqué a apporté un certain nombre de précisions techniques relatives aux procédés d'étude. Parmi les premières conclusions provisoires: la modélisation théorique puis mathématique des interactions des facteurs d'environnement facilite l'approche interdisciplinaire mais se révèle d'application pratique difficile sur des régions trop étendues. D'autre part, la part de pollution due au tourisme se révèle finalement assez faible au regard de celle causée par les concentrations urbaines et par les industries. C'est donc la totalité des activités humaines du littoral qu'il faut considérer.

### 8.3 Travaux conduits par d'autres pays

Les communications ont permis de prendre connaissance des différents travaux engagés en Espagne, en France, en Grèce et en Tunisie.

Espagne. En Espagne, la charge des densités de populations permanentes et saisonnières pose des problèmes considérables au milieu: pression non seulement touristique mais industrielle et agricole (intensification des cultures), amplifiée par une mentalité portant progressivement à l'opulence et au gaspillage. Ceci est aggravé par l'incidence désastreuse des pollutions sur le plateau continental. La nécessité de se préoccuper de la protection des valeurs esthétiques du paysage a également été soulignée. Des études ont été engagées dans ce sens par la Chaire d'Ecologie des Facultés des Sciences des Universités autonomes de Madrid et de Séville. Ces recherches sont effectuées sur les effets des touristes sur les écosystèmes, sur les préférences du public à l'égard de diverses formes d'éléments construits dans le paysage (en l'occurrence: divers types de barrages), sur l'analyse des réactions à l'égard du paysage naturel. Une étude sur ces questions est notamment conduite dans la région de Doñana, zone côtière pourvue d'un complexe de dunes, tout à fait remarquable et unique.

France et Tunisie. La France et la Tunisie ont engagé en commun des travaux sur quatre sites: l'île de Djerba et le secteur du Cap-Bon en Tunisie, la région de Nice et le littoral du Languedoc-Roussillon en France. Ces travaux<sup>1</sup> portent sur l'intégration des considérations relatives au paysage dans l'aménagement du territoire et sur la perception de ces paysages par les différentes catégories de populations concernées (résidents et touristes). Les résultats sont attendus pour la fin de 1977 sous forme de rapports, d'un document audio-visuel et d'une exposition.

Grèce. La Grèce a montré son intérêt pour ce thème dans un rapport sur le tourisme et l'environnement. Les dangers d'une politique de développement touristique inconsiderée y sont soulignés. La destruction des sites par le béton des constructions massives, la disparition de l'ambiance rurale originale de Grèce, etc. mettent en évidence le dilemme du développement socio-économique, au sein duquel, par sa nature même, le tourisme devrait montrer l'exemple d'une attention précautionneuse à l'égard du milieu et des paysages. Il est nécessaire de trouver des méthodes qui permettent de déterminer rationnellement la capacité limite de charge d'un site, sur le plan physique, comme sur le plan sociologique.

La discussion a permis d'entendre les commentaires de nombreux participants. Le délégué algérien a indiqué que son pays avait opté pour une approche globale des infrastructures nécessaires au développement, pour une transformation aussi modeste

---

1. En France, ils sont réalisés par le Centre national d'étude et de recherche du paysage; en Tunisie, par deux équipes ad hoc par les Ministères de l'Agriculture et de l'Équipement.

que possible du littoral, appuyé au maximum sur les villes existantes. Le développement intégré du littoral et de l'arrière-pays pose cependant encore bien des problèmes, le but étant d'éviter la concentration touristique. L'accent a été mis sur le facteur limitant qu'est l'eau par rapport au développement concomitant de l'agriculture et du tourisme. En France des méthodes ont été développées par un groupe de recherche sur l'équilibre des paysages pour apprécier le degré de fragilité d'unités de paysage avant l'impact de l'homme, en considérant la géomorphologie, le sol et le couvert végétal, l'analyse multivariée permettant de déceler les secteurs vulnérables.

#### 8.4 Recommandations

Les participants ont exprimé les vœux suivants:

- (1) que soit établie dans le domaine des paysages littoraux méditerranéens et de leurs transformations: une liste des institutions et organismes concernés et des travaux réalisés, en cours et en projet, et que le Secrétariat du Programme MAB propose un schéma directeur destiné à orienter les travaux dans le domaine considéré;
- (2) que soit incorporé dans les travaux relatifs à chacun des thèmes du Programme MAB, un chapitre relatif à la perception, par tous les groupes sociaux intéressés, de la qualité des milieux concernés;
- (3) que soient évalués, en relation avec les organisations nationales ou internationales concernées, les besoins en matière de recherche et de formation dans le domaine du paysage, dans l'ensemble des pays méditerranéens, à moyen et long terme, et encouragée toute initiative destinée à développer une approche spécifiquement méditerranéenne des paysages;
- (4) que soit mis à l'étude un code de déontologie de l'activité du tourisme à l'égard du milieu physique et humain d'accueil, en s'inspirant dans une première phase de la troisième recommandation spécifique du colloque de Dubrovnik et que soit établie une bonne coordination avec les travaux susceptibles d'être engagés dans le même sens par toutes les agences du système des Nations-Unies, notamment à l'occasion du colloque de la Banque Mondiale consacré au tourisme, prévu à Washington du 5 au 8 décembre 1976;
- (5) que soit organisé en Tunisie un séminaire de travail destiné à réunir en 1977, les experts de tous les pays méditerranéens concernés sur le thème précis de la perception des paysages méditerranéens et de leurs transformations. Ce séminaire, outre les confrontations d'études de cas et de travaux méthodologiques, devrait être l'occasion de présenter les résultats acquis dans le cadre de l'exécution des 4 recommandations précédentes.

## 9. DEVELOPPEMENT DU PROJET 8 DU MAB DANS LA REGION MEDITERRANEENNE

### 9.1 Indroduction

Le Projet 8 du MAB (conservation des zones naturelles et des ressources génétiques qu'elles contiennent) fait des progrès considérables dans le monde entier. En septembre 1976 plus de 40 pays avaient proposé quelques 200 zones à inclure dans le réseau international de réserves de la biosphère, et 57 zones avaient été officiellement agréées par l'Unesco<sup>1</sup>.

Ce réseau de réserves de la biosphère est destiné à combiner la conservation écologique des écosystèmes représentatifs et la recherche sur la structure, le fonctionnement et la dynamique de ces écosystèmes, l'étude de l'impact de l'homme sur les systèmes naturels et le développement de moyens permettant de surveiller cet impact.

La mise en place d'un tel réseau représentatif est basée sur la connaissance de la typologie des écosystèmes méditerranéens. A cet égard, la classification des régions biogéographiques d'Udvardy se révèle tout à fait inadéquate pour la région méditerranéenne. Il est donc nécessaire d'établir un cadre théorique pour le réseau des réserves de la biosphère de la région méditerranéenne basé sur des matrices écologiques et biogéographiques.

Une autre tâche importante reste encore à accomplir: le développement de la base scientifique pour un réseau des réserves de la biosphère pour la région méditerranéenne tenant compte de la nécessité de restaurer l'équilibre écologique d'une grande partie des écosystèmes méditerranéens, des besoins de la population locale qui vit souvent dans des sites proposés comme réserves de la biosphère ou des ressources naturelles qu'on y trouve et de l'héritage culturel comme des monuments et sites historiques qu'on rencontre dans beaucoup de réserves méditerranéennes.

### 9.2 Originalité des réserves de la biosphère par rapport à d'autres unités de conservation

Le concept de réserve de la biosphère présente une grande souplesse, ce qui permet aux pays une grande liberté dans son adaptation à leurs besoins particuliers.

---

1. En Janvier 1977, 118 réserves de la biosphère situées dans 27 pays sont officiellement agréées. Parmi les pays méditerranéens, l'Espagne, la France, l'Italie et la Tunisie ont officiellement désigné des réserves de la biosphère. Bien que certains des sites désignés officiellement ne correspondent pas au concept idéal de réserve de la biosphère, les 27 pays se sont officiellement engagés à les développer.

Toutefois, malgré la diversité des approches adoptées, le concept de réserve de la biosphère comporte les grands traits suivants qui le distinguent des programmes nationaux complémentaires de conservation.

- (1) priorité à l'utilisation des zones naturelles pour la recherche y compris la recherche sur l'amélioration des bases scientifiques pour la conservation;
- (2) inclusion dans la réserve d'écosystèmes modifiés par l'homme qui serviront de témoin pour l'étude comparée d'écosystèmes modifiés ou non modifiés;
- (3) priorité à la conservation des écosystèmes (avec toute leur diversité spécifique) plutôt qu'à la conservation d'espèces individuelles;
- (4) importance de ces sites pour assurer à long terme la continuité en matière de recherche et de surveillance;
- (5) choix des sites en fonction de leur représentativité plutôt que de leur caractère unique;
- (6) mise en place d'un cadre international de coopération entre pays pour la conservation et la recherche.

Dans les rapports entre les réserves de la biosphère et d'autres types de réserves, plusieurs points ont été éclaircis:

Relation entre les réserves de la biosphère et d'autres zones protégées. Une coordination efficace entre le PNUE, la FAO, l'Unesco et l'UICN est assurée à travers le groupe interagence "conservation des écosystèmes" qui évite un double emploi des ressources limitées de ces organisations et assure le soutien mutuel dans l'établissement du réseau des réserves de la biosphère et d'autres zones protégées. Une coopération étroite est également donnée par le Conseil de l'Europe qui assure une complémentarité entre le réseau des réserves biogénétiques et les réserves de la biosphère.

En outre, l'Unesco et l'UICN sont en train de publier conjointement un document intitulé "le concept des réserves de la biosphère et ses rapports avec d'autres efforts de conservation" pour éclaircir les critères distincts entre les réserves de la biosphère, d'une part, et d'autres zones protégées, d'autre part, comme les parcs nationaux.

Le concept de parc national a déjà contribué et contribuera de façon essentielle à assurer la conservation des écosystèmes, et de nombreux parcs nationaux présentent les critères requis pour être inclus dans le réseau des réserves de la biosphère. Cependant, les parcs nationaux ont en général été créés essentiellement en fonction du caractère unique, spectaculaire ou esthétique des écosystèmes et non pour la protection d'écosystèmes représentatifs. Les parcs nationaux jouent un rôle important

dans le domaine des loisirs et du tourisme, mais ce rôle est souvent incompatible avec les besoins de la recherche scientifique et de la surveillance continue.

Les critères des parcs nationaux sont tels que la recherche "manipulative", souvent indispensable pour définir l'impact de l'homme sur les écosystèmes est en général impossible. En outre, les critères des parcs nationaux sont si stricts que les paysages modifiés sont considérés indignes d'être inclus dans un parc national.

#### Application du concept des réserves de la biosphère à la région méditerranéenne.

Certes, les critères établis pour les réserves de la biosphère (voir Série des rapports du MAB n° 22) ne peuvent pas s'appliquer de façon identique partout; la région méditerranéenne est un cas particulier du fait de ses caractères historiques et culturels marqués (il est difficile d'y trouver une zone vraiment naturelle) et de son hétérogénéité: il faudrait développer des critères spécifiques de la région méditerranéenne à la réunion prévue en Turquie en 1977 pour la région méditerranéenne.

Il est bien connu que la région méditerranéenne a subi une dégradation de ses écosystèmes tout au long de son histoire, sous l'effet des activités humaines, et notamment du pastoralisme. Bien qu'il subsiste des exemples de végétation et d'écosystèmes relativement naturels et capables d'être restaurés, il manque un réseau bien développé de réserves dans la plupart des pays méditerranéens. Le Projet 8 du MAB est une incitation à combler cette lacune. Le réseau existant de parcs nationaux constitue déjà un point de départ pour la création d'un système complet de zones protégées.

#### 9.3 Procédure d'établissement du réseau de réserves de biosphère

Il suffit que le Comité national du MAB du pays concerné envoie une proposition officielle accompagnée par une description du site proposé selon le modèle établi, au Secrétariat du MAB.

Le bureau du MAB examine cas par cas les propositions, par rapport aux lignes directrices ci-dessus (filtrage), et en particulier leur caractère international en vue des comparaisons écologiques et biogéographiques. C'est par décision du bureau, habilité à cet effet par le Conseil International de Coordination pour le Programme MAB, qu'une réserve peut être autorisée à faire partie du réseau international (réseau de réserves représentatives des principaux types d'écosystèmes mondiaux, ayant pour objectif la conservation de la nature et la recherche scientifique au service de l'homme, en particulier en tant que système de référence pour mesurer les impacts de l'homme sur les milieux naturels). Le Directeur général de l'Unesco délivre alors un certificat.

#### 9.4 Zonage des réserves de la biosphère

Le document, rédigé par l'UICN et intitulé "concept de réserves de la biosphère et de ses rapports avec les autres efforts de conservation", doit être publié conjointement par l'UICN et l'Unesco. Il explique entre autres les éléments essentiels d'un zonage des terres dans une réserve de la biosphère "idéale", en clarifiant ainsi les relations entre les réserves de la biosphère et les autres types de zones protégées. Un zonage approprié comporterait une zone centrale, une zone tampon, une zone de restauration et une zone stable.

La zone naturelle ou zone "centrale" subit une intervention minimum des activités humaines ou externes, cette zone sert de site de référence, de site de recherche scientifique fondamentale et représente un des échantillons les plus naturels non modifiés ou primitifs de la région biologique. La zone doit être aussi étendue que possible afin de continuer de fonctionner comme un écosystème, particulièrement si les territoires adjacents commencent à être exploités par des technologies intensives. De plus, cette zone doit être ouverte à la recherche, à l'éducation et à la formation, mais en prenant garde de ne pas modifier les matériaux et processus naturels.

Dans la zone tampon peuvent être poursuivies des activités telles que l'abatage d'arbres, le pâturage, l'agriculture, la chasse et la pêche, les loisirs de plein air et le tourisme, mais de façon contrôlée et qui ne modifie pas considérablement les matériaux ou processus naturels. Cette zone sert de site de recherche ou d'expérience et peut inclure des techniques "manipulatives" afin d'étudier les effets des activités humaines et de la technologie sur le système naturel. En outre, cette zone est en général implantée de façon à entourer la zone centrale ou naturelle et en tant que telle, lui sert de tampon contre des influences externes défavorables. Toute activité de recherche ou manipulation doit être conçue, appliquée et finalisée de façon soigneusement intégrée au fonctionnement général de la région.

La zone de restauration englobe des zones où les activités ou catastrophes naturelles ou humaines ont fortement modifié les paysages au point que les seuils écologiques ont été dépassés, que les processus biologiques ont été interrompus et des espèces ont disparu localement. Dans cette zone, la recherche, l'éducation et la formation seront centrées autour de la remise en valeur des ressources naturelles. La zone sert de site de démonstration pour la restauration d'autres secteurs situés dans la région biologique.

La zone stable anthropomorphique ou culturelle est gérée de façon à protéger des systèmes stables d'utilisation des terres où l'homme et le milieu naturel coexistent

de façon équilibrée. Cette zone sert pour la recherche, la surveillance continue, l'éducation et la formation, en ce qui concerne l'étude et la connaissance des cultures traditionnelles et de leurs technologies. Les résultats peuvent servir à développer des modes plus appropriés d'utilisation des terres dans d'autres parties de la région biologique.

Ce concept peut véritablement contribuer à préserver et à restaurer la diversité de la région méditerranéenne. Bien que cette région ne dispose pas à première vue de nombreux sites qui puissent convenir à la création de zones centrales (zones "a"), on y trouve un grand nombre de territoires convenant à l'établissement des zones "b", "c" et "d" de la réserve de la biosphère "idéale". D'autre part, on y trouve également les compétences nécessaires pour la mise en oeuvre de programmes de conservation, de recherche et de formation dans le cadre du Projet 8 du MAB.

#### 9.5 Cas spécial de groupement de réserves de la biosphère

Le problème majeur des réserves à vocation unique provient de l'incompatibilité fréquente des objectifs du MAB correspondant respectivement à la conservation et à la recherche expérimentale. Il a donc été proposé de créer des "aires centrales" protégées et des "zones tampons périphériques" (Groupe de concertation du MAB, 1974) pour résoudre les problèmes posés par la coexistence de plusieurs types d'utilisation des réserves. Il était prévu que ces zones seraient contiguës. Cependant, comme la plupart des réserves de conservation ne sont pas immédiatement entourées de zones tampons permettant de pratiquer des études expérimentales, un concept aboutissant à la création de groupements (*clusters*) de réserves de la biosphère a été développé.

Dans ce cas, les recherches sur les effets de l'activité humaine normalement effectuées dans la zone tampon seraient poursuivies dans des réserves expérimentales, séparées mais proches.

Selon ce principe, une réserve de conservation centrale forme le noyau du groupement (*cluster*) de réserves de la biosphère, entouré si possible d'une zone tampon contiguë avec, à proximité, des réserves expérimentales répondant aux critères de la recherche. Ainsi le groupement de réserves et les zones marginales nécessaires aux études futures ou complémentaires sont parfaitement conformes aux objectifs d'un réseau de réserves de la biosphère tout en restant compatibles avec les structures d'utilisation du sol existantes.

Un lien étroit devant exister entre les réserves de la biosphère (conservation *in situ* de grands ensembles équilibrés comprenant de nombreuses espèces avec toute leur richesse génétique) et un système de préservation plus spécifique. A cet égard, il pourrait être utile d'envisager pour la région méditerranéenne un programme spécifique de conservation des ressources qui ne se situerait pas dans le cadre des réserves de la biosphère.

Pour ce qui est des races animales, la conservation des races domestiques est du ressort de la FAO mais il serait utile d'assurer dans le cadre du Projet 8 du MAB la préservation, dans les réserves, de races sauvages ou demi-sauvages. Une jonction entre la FAO et le MAB dans ce domaine serait très souhaitable.

En France, deux centres ont été créés pour assurer la conservation des espèces végétales: l'un à Brest, l'autre à Porquerolles; ce dernier est en cours d'installation et il est prévu d'y instituer une banque de gènes et un conservatoire des espèces végétales les plus menacées, dans le cadre du Parc des Iles d'Hyères; mais du fait du danger de l'introduction d'un jardin en milieu insulaire, il est possible que ce conservatoire soit finalement établi à proximité de Porquerolles sur la côte. Il s'agit de stocker à basse température des semences d'espèces menacées, et de renouveler le stock par la culture, ce qui pose des problèmes puisque la plupart de ces espèces sont montagnardes et que le milieu n'existe pas à Porquerolles. Les pays méditerranéens présents à la Conférence sont invités à alimenter cette banque qui serait fonctionnelle dans 4 à 5 ans.

Le Projet 8 du MAB, dans la région méditerranéenne, doit se développer à partir de structures établies pour la conservation des zones naturelles dans les pays méditerranéens.

A partir de certains parcs nationaux, de réserves biogénétiques et autres types de zones strictement protégées, on peut construire dans la région un réseau complet de réserves de la biosphère où chacun des grands types d'écosystèmes sera représenté par une réserve. Dans presque tous les cas, les sites conservés existants doivent être étendus, planifiés et considérablement développés afin de répondre au concept de réserve de la biosphère. Dans certains types d'écosystèmes, il sera nécessaire de protéger intégralement de nouveaux sites afin d'en faire des zones "centrales".

Les pays méditerranéens auront à coordonner soigneusement leurs efforts afin de développer un réseau satisfaisant de réserves de la biosphère dans la région.

La réunion qui se tiendra à Sidé (Turquie) en juin 1977, à l'invitation du Comité national turc pour le MAB, doit donner le coup d'envoi à cette coordination régionale. Les points suivants seront à prendre en considération avant, pendant et après la réunion:

- (1) renforcer les bases conceptuelles du réseau de réserves de la biosphère dans la région méditerranéenne en précisant les aspects de ce concept qui sont à souligner dans l'application du concept à la région et définir la portée des objectifs du Projet 8 du MAB dans la région (par exemple, il peut être souhaitable de mettre l'accent sur la restauration d'écosystèmes dégradés dans les projets de réserves de la biosphère);
- (2) définir l'échelle des grands types d'écosystèmes méditerranéens qui doivent être représentés par des réserves de la biosphère;
- (3) passer en revue les sites déjà désignés comme réserves de la biosphère dans la région et évaluer leur potentiel en ce qui concerne les objectifs communs à atteindre en région méditerranéenne et les objectifs particuliers des pays qui ont créé ces réserves, certains de ces sites peuvent servir de modèle au développement ultérieur du projet;
- (4) développer le réseau de réserves en trouvant des zones protégées existantes qui puissent constituer la zone centrale de réserves de la biosphère représentative des grands types d'écosystèmes et qui offrent la possibilité d'y adjoindre des territoires contigus ou séparés permettant des opérations de manipulation de restauration et/ou de maintien de formes stables d'utilisation du sol;
- (5) définir les zones où les grands types d'écosystèmes ne sont pas représentés par les zones "centrales" potentielles de réserves de la biosphère; combler progressivement ces lacunes par la mise en place de nouveaux sites protégés dans des régions appropriées;
- (6) développer, à partir des réserves existantes des plans types indiquant comment les zones centrales, zones tampon, zones de manipulation, zones de restauration et/ou les zones d'utilisation équilibrées du sol doivent être agencées, gérées, et utilisées pour renforcer la conservation, la recherche et l'éducation;
- (7) examiner les moyens législatifs des pays méditerranéens pour assurer le bon fonctionnement des réserves de la biosphère comportant à la fois des mesures de protection pour les zones centrales et d'accès aux différents types de zones périphériques (ainsi que leur gestion);
- (8) développer les relations à l'échelon régional entre réserves de la biosphère des pays méditerranéens et développer la coopération internationale (échange d'information, de techniques, de personnel) avec les pays situés hors de la région méditerranéenne, notamment les pays de la zone isoclimatique (méditerranéenne).

## 9.8 Recommandations

Après avoir noté avec satisfaction la proposition du Comité national turc pour le MAB d'organiser une réunion à Side en 1977, les participants à la conférence ont formulé le voeu:

- (1) que des propositions de création de réserves de biosphère pour les écosystèmes, menacés ou non, terrestres, côtiers ou marins, soient présentées;
- (2) que la représentativité écologique et biogéographique des réserves proposées par les divers pays soit harmonisée;
- (3) qu'un programme complémentaire orienté plus spécifiquement vers le problème de la conservation des ressources génétiques et en priorité des espèces menacées, soit organisé tenant compte notamment des efforts louables déjà faits dans ce domaine par les organismes nationaux et internationaux. A cet effet, il est demandé à chaque pays de préparer rapidement un pré-inventaire des principaux écosystèmes méditerranéens, de proposer si possible dans chacun des cas une ou plusieurs réserves de la biosphère et d'établir un inventaire des espèces menacées.
- (4) que l'Unesco mette à la disposition de ce programme une équipe de consultants qui aurait notamment pour tâche d'affiner la typologie des écosystèmes méditerranéens;
- (5) qu'un représentant de chaque pays soit désigné pour assurer la liaison avec l'Istituto Nacional para la Conservacion de la Naturaleza (ICONA) qui a proposé d'animer la préparation d'un réseau de réserves représentatif;
- (6) que les types de recherches à mener dans les réserves de la biosphère, en particulier sur le plan génétique, soient précisés;
- (7) que des propositions sur les conditions les meilleures de fonctionnement des réserves de la biosphère et des banques de gènes intéressant la région soient faites.

## 10. L'ANALYSE DES SYSTEMES ET LA MODELISATION DE L'ENVIRONNEMENT

### 10.1 Introduction

Au cours des dernières décennies, l'analyse des systèmes s'est largement imposée en tant qu'approche la plus valable pour parvenir à comprendre puis à résoudre les problèmes d'environnement. Parce qu'elle constitue l'une des phases fondamentales, la modélisation a été largement appliquée dans les domaines forestiers, les pêcheries, la gestion des pâturages, l'irrigation et la pollution parmi d'autres. Dans ces domaines, elle peut jouer un rôle important pour aider les décideurs à prédire les différents états du monde naturel à partir de divers ensembles d'entrées et de leur distribution et, par suite, à faire un choix avisé entre les différentes stratégies possibles dans des situations où l'intuition et le jugement de l'homme peuvent conduire à des décisions erronées. Cette méthode convient tout particulièrement lorsque l'on traite des sols fragiles de régions arides ou semi-arides, pour lesquels une erreur d'exploitation peut avoir des conséquences néfastes et irréparables. Par exemple, sans ces techniques prévisionnelles, un pâturage peut se détériorer en quelques années, l'irrigation de terres arables peut avoir des effets indésirables (salinisation) sur les zones voisines, ou peut entraîner la diffusion de maladies de l'homme, des animaux ou des plantes cultivées. A partir des normes climatiques, les modèles peuvent aussi être utilisés pour tester différentes combinaisons de techniques de gestion, et, de là, pour optimiser le résultat (par exemple, maximisation de la biomasse végétale stable et perte minimum de sol superficiel, compte tenu de différentes charges de pâturage).

La modélisation peut aussi constituer un instrument de recherche utile lorsqu'il n'est pas possible de procéder à des expérimentations sur le terrain; elle peut servir comme formation, pour permettre une meilleure compréhension structurelle et fonctionnelle des systèmes existants, pour apprécier l'utilisation des recherches intégrées et coopératives pour mettre en évidence une connaissance imparfaite des systèmes réels ainsi que pour réaliser une affectation appropriée des ressources (humaines et matérielles) dans le cadre de vastes projets de recherche dans lesquels différents éléments participent à la réalisation d'un objectif commun.

Compte tenu de ce potentiel, la modélisation de l'environnement est reconnue comme l'un des concepts majeurs du programme "l'homme et la biosphère" (voir Série des rapports du MAB n° 2).

Le chapitre qui suit se propose, pour l'essentiel, de présenter une évaluation de l'utilisation actuelle des modèles et de la modélisation dans le domaine de la gestion de l'environnement.

## 10.2 Activités de modélisation

L'utilisation des modèles de simulation, comme moyen d'acquisition des connaissances et comme outil pour la formulation de politiques de l'environnement et la prise des décisions correspondantes, est très répandue dans le monde en tant que produit naturel de la technologie et de l'informatique et de l'analyse des systèmes. Au cours des 25 dernières années, la modélisation s'est considérablement développée dans les pays industriels; plus récemment, leur usage s'est également répandu dans des pays en voie de développement. Toutefois, avant de passer à l'examen détaillé des activités de modélisation dans la zone méditerranéenne, il peut être intéressant de mentionner certaines des conclusions majeures acquises grâce à l'expérience de différents pays.

Il est indubitable que, d'une façon générale, les activités de modélisation ont contribué de manière importante à l'évolution des recherches écologiques et, dans nombre de cas, se sont tournées vers des fins pratiques.

Toutefois, l'application de la modélisation aux problèmes d'environnement, en tant qu'instrument de la prise de décisions, a donné, dans de nombreux cas, des résultats bien inférieurs aux prévisions. Ceci a été attribué essentiellement au fait que les modèles sont principalement réalisés par des scientifiques et que, par suite, la plupart des modèles ont été élaborés pour apporter une réponse à certains objectifs de recherche qui, souvent, ne concernent pas la prise de décisions et n'ont pas de rapports avec les problèmes immédiats "d'allocation/optimisation" qui se posent aux responsables. Des modèles de recherche ont cependant été, dans certains cas, adaptés aux problèmes de la prise de décisions et ils ont eu un impact notable sur la planification stratégique et politique. Parmi les exemples de ces cas, on trouve les "limites de la croissance", un concept du Rapport du Club de Rome, qui sert toujours de principe directeur aux discussions sur la planification future du monde. On peut aussi citer les modèles de l'endiguement de la rivière Kichapoo et du DDT, tous deux basés sur les recherches du US/Eastern Deciduous Forest Biome.

Il faut toutefois souligner que le modèle n'est qu'un des nombreux instruments servant à prendre une décision appropriée et qu'il ne remplace pas la réflexion. La mise en modèle d'un système réel implique en général une simplification considérable de ce système et on risque toujours de négliger des éléments importants pour les résultats. La validité d'un modèle en tant qu'outil de gestion des ressources dépend de la capacité du modélisateur et de l'utilisateur à percevoir ses potentialités et ses limites.

L'information intégrée au modèle (input et output) doit être choisie en collaboration avec l'aménageur, le décideur et l'utilisateur du modèle.

Il est donc important que le décideur et l'utilisateur participent dès le début à l'élaboration du modèle. Pour qu'un modèle soit utile à l'aménageur, il doit aussi tenir compte de la structure socio-économique des systèmes qui sont à modéliser. Les spécialistes des disciplines sociales et économiques devraient collaborer avec les écologistes dans ces activités de modélisation afin d'établir un dialogue qui permette le développement de modèles plus efficaces.

En règle générale, les modèles de systèmes mésologiques complexes, en particulier ceux que l'on ne comprend pas parfaitement, sont moins souvent valables et ne donnent que rarement des prédictions quantitatives correctes. Les mécanismes de contrôle et les interactions qui régissent ces systèmes sont souvent trop nombreux et imbriqués pour être bien compris. Par conséquent, il n'est guère surprenant que, jusqu'à maintenant, les modèles utilisés avec succès aient été principalement ceux qui représentent des systèmes relativement simples et bien compris et ceux conçus pour participer à des décisions portant sur de courtes périodes de temps. Le défi à relever est maintenant de mettre au point des modèles de systèmes complexes conçus pour faciliter la prise de décisions dans le cas de planification à long terme.

Pour procéder à une évaluation globale de la situation actuelle de la modélisation de l'environnement dans la région méditerranéenne, il faut mentionner quelques efforts majeurs.

En Egypte, le projet consacré à l'analyse systématique des écosystèmes désertiques méditerranéens d'Egypte septentrionale (SAMDENE) a déjà plus de deux ans d'expérience dans les modèles de simulation. Ce projet se propose de fournir des informations scientifiques en vue de l'identification et de la sélection des interventions souhaitables parmi les différentes possibilités d'utilisation des sols du désert côtier occidental d'Egypte, sur la Méditerranée. Il permettra d'élargir notre connaissance de la structure et du fonctionnement des écosystèmes de cette région, et constituera pour les jeunes écologistes le contexte qui leur permet de bénéficier d'une formation en matière de recherche interdisciplinaire.

La première version du modèle d'écosystème complet du projet SAMDENE a déjà été mis au point tandis qu'on a déjà réalisé une simulation sur un an, par pas de 3 jours. Il simule l'écosystème en termes de circulation de l'énergie et des matériaux, des variations spatiales et temporelles des plantes et des animaux, ainsi que des caractéristiques du sol par rapport aux variations de l'environnement.

Comme prévu, certaines parties de la première version du modèle d'écosystème complet du SAMDENE (en particulier celles décrivant les composantes animales du sol) sont simplifiées de façon irréaliste, par suite de manque de données. Mais cette version fera l'objet d'une mise à jour constante, au fur et à mesure que l'on connaîtra mieux les processus et les interactions entre les différents éléments, jusqu'à ce que l'on obtienne une approximation raisonnable des schémas de circulation de l'énergie et des matériaux dans les écosystèmes majeurs. Entre temps, on établit de petits modèles consacrés à différentes espèces végétales dominantes dans les écosystèmes majeurs et pour lesquelles on dispose à l'heure actuelle, de plus d'informations que sur d'autres. On envisage d'utiliser ces petits modèles en tant qu'exercices relativement simples et comme démonstrations aisément compréhensibles de procédures de modélisation à l'intention de ceux qui ne les connaissent pas bien. En outre, leur validation devrait être plus facile, et de ce fait permettre, d'une part de mieux mettre à jour les faiblesses du modèle d'écosystème complet et, d'autre part de corriger ce modèle complet plus tôt que cela n'aurait été possible autrement. Ultérieurement, ces modèles pourraient être associés et liés au modèle d'écosystème complet.

Il est aussi prévu d'utiliser des versions du modèle d'écosystème complet pour simuler les différents modes d'utilisation des terres qui peuvent intervenir sur ce désert côtier égyptien (par exemple, pâturage, cultures irriguées ou recevant seulement de l'eau de pluie, utilisation de plantes et d'espèces animales sauvages ayant une valeur économique autre que pour le pâturage ou la chasse), en vue de prédire leur devenir et leurs effets afin d'établir un équilibre écologique et, espère-t-on, d'améliorer la productivité de l'écosystème. Bien entendu, ceci exigera de procéder à l'évaluation des nouveaux facteurs résultant de la mise en oeuvre des différents types d'exploitation des terres.

On peut concevoir que le domaine d'application des modèles du type mis au point dans le cadre du SAMDENE peut être étendu à des problèmes de désertification et à des décisions de gestion concernant de façon générale, les régions arides et semi-arides, puisque les principaux facteurs écologiques qui régissent le fonctionnement des écosystèmes de ces régions sont les mêmes. Ceci est particulièrement vrai pour la ceinture nord-africaine dont la pluviosité moyenne annuelle est similaire à celle de la région étudiée par le projet SAMDENE et où les terres sont essentiellement utilisées pour le pâturage des ovins et des caprins et pourraient être aisément irriguées si l'on disposait d'eau (provenant des rivières voisines, du sol ou de la mer, après dessalage).

Les modèles qui sont orientés vers une application directe aux problèmes de gestion sont ceux qui ont été mis au point pour analyser les problèmes de pâturage

et de production animale dans les systèmes de pâturages arides et semi-arides, dans les déserts de Judée et du Néguev septentrional.

Les objectifs spécifiques de ces modèles sont d'évaluer les conséquences de la mobilité des troupeaux sur la production animale à partir de pâturages semi-arides dans une économie traditionnelle et une économie moderne.

La démarche suivie dans l'élaboration de ces modèles a été d'analyser qualitativement le problème complexe et d'isoler un certain nombre de sous-problèmes plus simples. Chacun de ces sous-problèmes a ensuite été traité séparément et analysé à l'aide de modèles, puis on a procédé à la combinaison progressive des sous-problèmes et de leurs modèles.

On aboutit ainsi à la mise au point de modèles élémentaires de la production primaire des pâturages utilisés dans la zone d'étude. Ces modèles insistaient particulièrement sur la production végétale pendant une saison de végétation d'un pâturage composé d'herbacées (particulièrement d'herbacées annuelles) présentant des caractéristiques similaires du point de vue de leur croissance et de leur sapidité. On procéda aussi à la mise au point de modèles simples de production animale (production secondaire) au moyen d'approximations successives, en fonction de la nutrition et du paramètre simple du système annuel de production végétale. Ensuite, on a examiné les effets de certaines interactions saisonnières entre la production secondaire et la production primaire.

Au moyen d'estimations quantitatives des paramètres, on a ensuite tenté d'appliquer ces modèles aux systèmes de pâturages dans la région étudiée. Des estimations de la production primaire et secondaire, en fonction des précipitations, des conditions de pâturage et de la densité des animaux ont été obtenues pour différents systèmes de gestion des pâturages. Dans la mesure des possibilités, ces résultats furent comparés aux données provenant du terrain. Du fait que ces modèles ne sont encore qu'au début de leur développement et que les données recueillies sont fragmentaires, les prédictions et conclusions qui en ont découlé doivent être considérées comme préliminaires. Toutefois, les simulations effectuées sur ces modèles permettent d'aboutir à des conclusions qui sont vraisemblablement plus proches de la réalité que celles dont on disposait auparavant et qui résultaient plus ou moins d'intuitions découlant d'une connaissance personnelle des systèmes réels.

Les activités de modélisation du Département d'écologie générale du CEPE-Louis Emberger (Montpellier, France), peuvent être subdivisées: en modélisation à l'échelle régionale et modélisation à l'échelle locale. Le premier type comprend l'élaboration de modèles de successions végétales sur des périodes de plusieurs

décennies. Il s'agit essentiellement de matrices de transition (équations du premier ordre de Markov) qui ont été utilisées pour étudier les variations des zones occupées par différents types de végétation. Un élément de la matrice de transition constitue le taux de transfert d'une unité à l'autre dans une période de temps déterminée.

Ces matrices de transition ont été réalisées à l'aide de mesures réelles effectuées dans les zones occupées par différents types de végétation à deux dates successives, en tenant compte du fait que le type de végétation au "début" et à la "fin" est effectué de façon similaire pendant la période d'estimation. Dans le cas d'estimations réelles, les matrices de transition pourraient être utilisées pour simuler le futur, sous réserve d'une continuité des tendances observées entre les deux dates des estimations. Les estimations sont nécessaires lorsque l'on souhaite simuler un nouveau scénario qui n'existe pas dans le monde réel (succession dans une région soumise à un nouveau type d'exploitation).

Ces matrices de transition donnent seulement une évaluation des proportions occupées par les différentes unités de végétation dans la zone étudiée. L'emploi d'une carte permet également d'établir une nouvelle représentation de la région; on utilise alors soit une approche déterministe dans laquelle chaque point est déterminé par des "coefficients d'attraction" pour un certain type de végétation, en fonction de différents facteurs (proximité d'un village, d'un pâturage etc.) soit une approche probabiliste en modélisant la matrice de transition à chacun des points, également en fonction de facteurs semblables à ceux mentionnés ci-dessus.

En Tunisie méridionale, les résultats fournis par les matrices ont été utilisés pour estimer les conditions qui prévaudraient dans la région à la fin d'une période de simulation. Par exemple, ces conditions pourraient être estimées de façon très schématique, en ce qui concerne la capacité de cette zone à utiliser différentes quantités de pluie (ou l'eau provenant de rivières, de réserves etc.).

Il est aussi intéressant de noter que ces matrices de transition ont à plusieurs reprises déclenché des discussions entre écologistes et socio-économistes.

Le département d'écologie générale du CEPE-Louis Emberger a utilisé la modélisation à l'échelle locale pour étudier les variations à court terme de la biomasse de la végétation steppique à *Rhanterium suaveolens* - en Tunisie méridionale. La première tentative fut de simplifier le modèle du US/Desert Biome afin de simuler la production primaire de matière sèche totale. Cette tentative fut abandonnée lorsqu'il s'avéra impossible d'adapter plusieurs des caractéristiques du modèle. Il fut donc nécessaire d'ajouter des sous-routines "parallèles" au modèle existant. Ceci étant fait, il fut plus facile de construire un nouveau modèle plus simple qui collait

mieux aux objectifs et aux informations disponibles. La tendance générale actuelle du CEPE consiste à mettre au point des sous-modèles simples, simulant, par exemple, l'eau dans le sol.

L'Université de Barcelone poursuit une étude dont le but est d'améliorer la gestion des terres de la "région de Barcelone" en estimant quelle pourrait être la succession envisageable pour cette région, à court et à long terme. La méthode d'analyse est basée sur l'hypothèse que les tendances de succession observées pendant la période 1965-1973 (8 ans) se poursuivront pendant les années à venir. Une matrice fut élaborée dès le début, à partir des observations décrivant les huit années de la période, et fut utilisée pour faire des simulations qui permirent de formuler des prédictions à 8, 16, etc. ans. Ceci fut effectué à l'aide d'une distribution aléatoire de 13 000 points, soit une densité d'environ 16 points/Km<sup>2</sup>.

Des photographies aériennes prises en 1965 et 1972 furent aussi employées pour définir les points où des changements étaient intervenus entre ces deux dates ou entre 1965 et 1973 (en les comparant à la carte des sols). L'analyse de chacun des 13 000 points a rendu possible la construction d'une matrice de Markov exprimant les transformations des unités pendant les 8 années.

Les simulations ont révélé l'importance de l'impact de l'urbanisation dans les décennies à venir, si les tendances actuelles se poursuivent.

Dans le cas envisagé ici, il peut être difficile de considérer les matrices de Markov comme un instrument de prospective. Toutefois, elles aident à mettre en évidence aux yeux des responsables gestionnaires certains aspects de la politique de gestion, en particulier les aspects négatifs intervenus pendant les années précédant l'étude.

A un autre niveau, tenant compte de l'organisation spatiale des individus, quelques chercheurs ont construit un modèle (ECOSYS) qui simule la croissance d'espèces compétitives. L'évolution de l'espace occupé par chaque espèce dépend des facteurs du milieu qui changent d'un point à l'autre de cet espace, et varient aussi avec les coefficients de mortalité, de fertilité et d'activité d'une espèce résistant à son expulsion par une autre espèce. Ce modèle a été utilisé pour étudier l'évolution de lichens litophytes.

L'équipe du département d'écologie de l'Université de Séville a élaboré un "système de minimisation et de recensement des effets" (IRAMS) qui a pour objet la détermination quantitative des activités exécutées dans une certaine zone et qui pourraient provoquer une destruction minimale de l'environnement (effets négatifs).

Il comprend la description complète de certains sujets ou aspects écologiques tels que végétation naturelle, animaux, terres du point de vue de leur productivité potentielle etc. Les groupes d'unités homogènes sont répertoriés et l'information mise sur cartes perforées.

Le système envisage également des hypothèses différentes d'affectation des terres et plusieurs modes d'utilisation, lesquels ont des conséquences dissemblables sur l'environnement (par exemple, zones fortement et faiblement urbanisées, zones industrielles, zones vertes réservées aux loisirs etc.). Pour chaque sujet, unité et hypothèse, il y a détermination d'une série de conséquences et le niveau des effets peut être représenté par une carte tracée automatiquement.

Un autre programme (DUNA) a été élaboré pour prévoir l'utilisation des systèmes dunaires côtiers de la région de Doñana (Sud de l'Espagne) en fonction de différentes formes d'aménagement, liées au développement touristique.

Le programme DUNA se divise en deux grands sous-systèmes. Le premier prévoit les variations du système topographique sur la base de données météorologiques. Le second utilise ces données topographiques et prédit l'évolution des peuplements de *Pinus pinea* sur les dunes. Dans ce sous-système la population de pins est fonction des facteurs de l'environnement (précipitations, évaporation, température, profondeur de la nappe phréatique) suivant l'âge et la localisation des plantes. Les facteurs biologiques tels que prédation et maladies sont également pris en compte. Ce programme est actuellement élargi afin d'y inclure les plantes annuelles et de prévoir la productivité herbacée.

Un troisième programme (LAGUNA) a été élaboré afin de prévoir l'évolution de la végétation dans les dépressions entre les fronts dunaires où la nappe phréatique est modifiée. Sur la base de données météorologiques, le programme prédit les fluctuations du niveau de la nappe. L'information obtenue est alors introduite dans le programme pour prévoir, pour chaque zone, l'évolution de la végétation. Actuellement, on cherche à relier ce programme à un système de cartographie approprié pour faciliter son emploi.

Un programme de modélisation a été lancé en Yougoslavie, pour atteindre un double objectif; améliorer les interactions, la compréhension et la coordination des groupes sectoriels travaillant au projet de développement de la région adriatique et construire un modèle d'écosystème pour évaluer les conséquences de ce développement sur l'environnement et pour étudier la protection de cette région.

Le modèle conceptuel élaboré pour l'Ecosystème Régional Adriatique (ARE) est constitué de sous-modèles pour la pollution atmosphérique, le Karst, les lacs, les rivières, la mer et le tourisme. Le nombre des composantes des sous-modèles, pour le secteur naturel (tous sauf ceux du tourisme) s'élève à 305. Les composantes du sous-système Karst comprennent divers stades de successions végétales, les types de sol, animaux, catégories de matière organique morte, micro-organismes, éléments chimiques et pesticides. Les composantes des sous-modèles lacs, rivières et mer sont divisées en catégories chimiques et biologiques: les chimiques comprennent les formes organiques et inorganiques et les biotopes sont caractérisés par les critères des chaînes alimentaires. Le sous-modèle tourisme définit l'impact sur le milieu des activités touristiques.

Outre les travaux de modélisation mentionnés ci-dessus et qui sont parvenus à différents stades d'avancement, d'autres activités sont aujourd'hui en cours de lancement.

Parmi ces activités, on peut mentionner les modèles en cours d'élaboration destinés à simuler les modifications probables de l'environnement de la vallée du Nil et de son delta, causées par les effets de la présence du Haut Barrage. Ces modifications sont soit physiques, par exemple celles dues au drainage et à l'ensablement, biologiques c'est-à-dire liées à la flore et à la faune du Nil et de la Méditerranée, soit socio-économiques, résultant de la transformation des habitudes et du mode de vie de ceux qui habitaient le vaste bassin situé derrière le Haut Barrage.

La modélisation des flux d'énergie dans les écosystèmes du Sud tunisien était inscrite au programme des activités du Projet EUA/PBI sur le biome désertique de la région présaharienne de la Tunisie. Un schéma des composantes et des processus de ces écosystèmes a été réalisé; il constitue le point de départ du développement du modèle qui doit servir de base aux recherches de planification et il servira comme instrument pour aider à la prise des décisions d'aménagement des sols.

### 10.3 Problèmes de développement et de mise en oeuvre de modèles

Il est indubitable que les possibilités de la modélisation de l'environnement sont largement supérieures à ce qui a été réalisé pendant les dernières décennies. La raison pour laquelle la modélisation n'a pas apporté ce que l'on escomptait ne réside pas dans son inefficacité; elle se situe au niveau de certaines contraintes et de problèmes qui sont habituellement associés à l'enthousiasme initial pour une nouvelle approche. Ces problèmes sont soit liés à la construction des modèles, soit à leur mise en oeuvre pratique en tant qu'outils de prise de décision concernant l'environnement.

La science de l'analyse des écosystèmes est encore beaucoup trop jeune pour permettre la construction de modèles de simulation de l'environnement surtout s'ils sont complexes, susceptibles de fournir des prédictions quantitatives avec un degré de confiance raisonnable. En outre, on est souvent dépourvu d'une base de données *ad hoc* aux fins de validation ainsi que pour venir à l'appui des prédictions à long terme résultant des simulations. Mais il faut souligner que ceci ne justifie pas l'abandon du développement et de l'utilisation des modèles. Indubitablement, un modèle basé sur des données peu nombreuses et largement qualitatives est beaucoup plus utilisable qu'une approche intuitive, bien qu'elle soit précieuse pour mettre en évidence l'imperfection des connaissances acquises concernant le système réel.

Les travaux de modélisation de certaines nations en voie de développement ont été affectés par le manque d'experts et de techniciens dans les domaines liés au développement et à l'emploi des modèles. Dans certains cas, les moyens d'informatique sont aussi inadéquats. Ceci ne devrait pas constituer une difficulté sérieuse car beaucoup de modèles n'exigent ni une grande expérience ni un ordinateur puissant.

L'absence de communications et d'interactions entre les constructeurs de modèles et les scientifiques des différentes disciplines, en particulier ceux qui étudient l'environnement, est un autre problème qui a nui au progrès des techniques de modélisation. Des vues professionnelles divergentes entre les constructeurs de modèles et les autres scientifiques peuvent également gêner la communication entre la théorie et l'activité de modélisation.

Lorsqu'on a utilisé des modèles préfabriqués, au lieu d'en construire de nouveaux qui soient spécialisés, on s'est heurté à des difficultés causées par l'incompatibilité des systèmes de calcul et des langages de programmation. De plus, la transférabilité des modèles est gênée par une documentation inadéquate.

Une des raisons majeures de la crédibilité réduite dans le potentiel de la modélisation réside dans les tentatives prématurées tendant à utiliser des modèles de recherches pour la prise de décisions. Il faut réaliser que pour prendre des décisions sur un problème d'environnement, l'utilisation d'un modèle qui n'a pas été construit fondamentalement pour résoudre ce problème spécifique pourra provoquer une déception certaine chez l'utilisateur. Les modèles de recherche sont précieux et nécessaires pour nous aider à améliorer notre compréhension des systèmes réels, mais ils ne sont pas toujours utilisables pour la prise de décision.

Les décideurs et parfois les responsables d'organisations de recherche ne sont pas bien au courant des modèles de simulation de l'environnement et de leur potentiel pour aider à l'analyse et à la synthèse des différentes politiques possibles. Ceci

est particulièrement vrai dans les pays en voie de développement mais existe néanmoins dans les pays développés et constitue un obstacle majeur à l'application des techniques de modélisation aux problèmes d'environnement. Ce problème est associé à un manque de communication entre les constructeurs de modèles et les différents niveaux hiérarchiques de décideurs, qui sont généralement habitués aux méthodes additionnelles et doivent donc se faire à l'idée de l'utilisation des modèles dans le processus de prise de décision.

L'emploi de la modélisation pour l'étude de l'écosystème est d'un usage bien développé. Il semble toutefois qu'actuellement nous soyons parvenus au stade où la synthèse critique de toutes les voies explorées devienne nécessaire. Cette synthèse, tenant compte des réussites et des échecs de l'approche utilisée, devrait permettre de repartir avec une approche nouvelle.

Les recommandations qui suivent permettent une meilleure diffusion de l'instrument qu'est la modélisation et stimuleront les échanges entre scientifiques.

#### 10.4 Recommandations

Les participants ont exprimé les vœux suivants:

- (1) que les jeunes étudiants diplômés qui poursuivent les recherches sur l'environnement se voient offrir la possibilité de suivre des cours et d'acquérir une formation pratique dans les centres utilisant la modélisation. Certains de ces cours devraient être destinés aux décideurs de différents niveaux, de façon à ce qu'ils puissent mieux connaître les principes et les possibilités de l'analyse des systèmes et de la modélisation et puissent aussi se rendre compte de l'efficacité des modèles.
- (2) que l'échange de connaissances et d'expériences locales en modélisation entre pays voisins soit encouragé, de même que l'échange de ceux qui élaborent des modèles. Ceci permettrait de promouvoir les échanges d'idées et mettrait en évidence l'apport fructueux des modèles. Des accords pourraient être pris également pour que les données et les modèles d'un pays soient accessibles à un autre pays. Dans cette optique, formulation et documentation des modèles d'environnement devraient être normalisées par un groupe spécialisé, afin de faciliter leur transfert ainsi que leur utilisation dans d'autres systèmes de modélisation.
- (3) que des moyens financiers soient mis à disposition pour couvrir le coût élevé des frais de traitement des données de projets-pilotes MAB méditerranéens ainsi que la participation d'experts en modélisation aux efforts entrepris dans ce domaine dans des pays cherchant à développer cette approche.

- (4) que les Comités nationaux du MAB des pays riverains de la Méditerranée fassent en sorte que la recherche en modélisation soit encouragée. Des cours réguliers devraient être organisés pour les étudiants diplômés afin de leur présenter les principes de la modélisation de l'environnement. Il leur est aussi recommandé d'améliorer les relations entre ceux qui sont chargés de prendre les décisions et ceux qui élaborent les modèles.
- (5) que des efforts soient entrepris pour augmenter la coordination entre les écologues et les socio-économistes dans le domaine de la modélisation, ceci afin que les modèles puissent être utilisés fructueusement dans le cadre de l'aménagement et du développement, et que les Comités nationaux du MAB de tous les pays riverains de la Méditerranée encouragent pour chacun des 14 projets du MAB, une recherche entreprise avec la collaboration de chercheurs ayant une expérience en modélisation.

## 11. FORMATION DES CADRES D'EXECUTION

### 11.1 Introduction

Le débat a été introduit en justifiant d'abord le choix fait par le Comité d'organisation. En effet, si l'on se réfère aux différents niveaux d'éducation et de formation utilisés en matière d'environnement:

- niveau 1: éducation générale relative à l'environnement (à l'école ou en dehors d'elle);
- niveau 2: éducation spécifique relative à l'environnement destinée à des groupes professionnels particuliers tels que les ingénieurs et d'une façon générale à tous ceux qui prennent des décisions;
- niveau 3: formation relative à l'environnement et destinée aux spécialistes tels que forestiers, écologistes, etc.

il s'agit, dans le niveau 3, de s'occuper du cas le moins souvent abordé jusqu'à présent, celui des cadres d'exécution et plus spécialement des cadres moyens. Cette lacune est particulièrement ressentie dans les pays francophones de la Méditerranée. Le but général recherché est de faire prévaloir dans cette formation l'esprit MAB avec une vue globale intégrée des problèmes. Des considérations matérielles obligent à distinguer ce qui peut être réalisé dans l'immédiat de ce qui n'est réalisable que dans le futur.

Dans l'immédiat, il s'agit d'accepter des techniciens déjà formés et de leur inculquer l'esprit MAB soit dans des structures existantes (centres de terrain, laboratoires ou équipes travaillant sur des projets MAB), soit dans des structures susceptibles d'être créées facilement avec de faibles moyens matériels et humains et adaptées à une situation ou à un pays donné. Il s'agit d'une phase expérimentale au cours de laquelle des réajustements devront être apportés en fonction des résultats obtenus.

Pour l'action future, il ne s'agit plus d'adapter des structures existantes mais d'en créer de nouvelles, en profitant des résultats obtenus dans la première phase à tous les niveaux par les institutions existantes ou qui verront le jour, ce qui nous assure de recevoir pour cette nouvelle phase des personnes réellement motivées et nous engage à réaliser une coordination avec les organismes responsables de niveaux 1 et 2.

Cela nécessite au préalable un inventaire de ce qui existe déjà; cela suppose aussi l'existence d'un type nouveau d'enseignants, conscients de la nécessité d'intégrer dans leurs programmes respectifs les connaissances de leur compétence dans un ensemble conçu dans l'esprit MAB.

En ce qui concerne plus spécialement les problèmes MAB-Méditerranée, on devrait aboutir à une coopération régionale. Tout programme MAB-Méditerranée devrait comporter un centre de terrain propre à lui, adapté et accueillant des stagiaires des 3 niveaux. Entre autres, les réserves de la biosphère pourraient être utilisées à cette fin.

En fin de formation, les techniciens de tous niveaux devraient être intégrés dans des équipes travaillant sur des programmes MAB.

### 11.2 Les besoins

Dans une première partie, le groupe de travail a discuté l'ensemble du problème, chacun apportant le point de vue de son expérience. L'attention a été attirée d'abord sur la nécessité de faire travailler des cadres d'exécution dans une ambiance ouverte aux problèmes de l'environnement. Cela suppose d'abord une information de masse, ensuite une unité de langage, enfin un plan d'ensemble tenant compte de ces problèmes de l'environnement. Sans doute faut-il aussi veiller aux obligations de compétence et de qualification. Mais il est au moins essentiel de préparer les structures susceptibles d'accueillir les cadres formés afin de leur garantir une sécurité d'emploi; d'où la nécessité d'une planification.

### 11.3 Expériences en cours

Cette discussion a bien entendu permis de prendre connaissance d'expériences en cours ou en projet dans quelques pays méditerranéens. Bien que cela sorte du cadre que la Conférence s'était imposé, le groupe de travail s'est intéressé à la vaste campagne lancée en Algérie pour créer une sensibilisation aux problèmes de l'environnement principalement au niveau 1. Il est apparu en particulier qu'il serait important aussi de s'intéresser aux liaisons entre les 3 niveaux 1, 2 et 3 et que cela devrait faire l'objet d'une réflexion spéciale.

Formation des cadres et techniciens dans la lutte contre les moustiques. Par ailleurs, le cours théorique et pratique de démoustication organisé par la Faculté de médecine de Montpellier et l'Entente interdépartementale pour la démoustication avec le support de l'Unesco à Montpellier en septembre 1977, a été considéré comme un modèle à suivre. Ce cours doit comporter un enseignement théorique à base écologique et un enseignement pratique et opérationnel tant sur le moustique nuisance que sur le moustique vecteur. Il devra insister sur l'importance de l'intégration des connaissances, sur la notion de lutte intégrée et sur les techniques chimiques, associées aux techniques physiques et biologiques.

Les centres régionaux. Dans un même ordre d'idées, le groupe de travail a été informé des résultats de la réunion de Sfax en 1975 (Projet 3 du MAB) et de la création dans le Sud tunisien à Bou-Grara d'un centre de recyclage en pastoralisme, destiné aux techniciens de terrain.

La discussion s'est alors engagée sur les dangers que risquait de présenter la création de nombreux centres de ce type. Il est apparu qu'actuellement il n'y a pas encore de véritable double emploi. Ainsi le centre de pastoralisme à Rabat s'intéresse aux zones semi-arides et a, de ce fait, un but différent de celui de Tunisie spécialement pour les zones arides. Il n'en reste pas moins qu'on assiste à la tendance pour chaque pays de créer ses propres centres de formation, ce qui n'est pas toujours favorable à une coopération internationale. Une des urgences est donc de faire l'inventaire de ces centres en même temps que de recenser les besoins réels des différents pays. Le groupe de travail s'est toutefois trouvé divisé en deux tendances, l'une demandant pour chaque pays la liberté de créer ses centres nationaux et corrélativement pour les organisations internationales le devoir de ne privilégier aucun centre, l'autre à l'inverse conscient des moyens limités dont disposent tant les pays que les organisations internationales et souhaitant que les créations soient faites selon les besoins résultant à la fois des contraintes climatiques et des situations socio-économiques et par conséquent selon les complémentarités les plus urgentes. C'est cette tendance qui s'exprime dans la recommandation 7. De toutes façons l'inventaire actuel est indispensable; il ne doit pas omettre d'établir les capacités d'accueil et de quantifier les moyens nécessaires au fonctionnement de ces centres (voir recommandation 3). Ce dernier aspect n'a pas manqué d'être commenté. La coopération internationale ne pourra efficacement fonctionner pour la formation des cadres que dans la mesure où les organisations internationales pourront en particulier fournir des bourses permettant des échanges entre pays, en particulier entre centres de formation.

Sensibilisation des décideurs et des formateurs. Le groupe de travail a poursuivi la discussion en abordant directement le texte proposé pour les recommandations. Bien que s'étant cantonné volontairement dans les problèmes concernant les cadres d'exécution, le groupe a tenu à exprimer la nécessité de sensibiliser aux problèmes de l'environnement non seulement les masses, mais plus particulièrement les preneurs de décision. Cette dernière expression a fait l'objet d'un débat, d'où il ressort qu'en effet les décisions concernant l'environnement sont prises aux échelons supérieurs par des personnes trop souvent mal informées et même très peu préparées à comprendre les problèmes posés (cf. recommandation 2).

Par ailleurs, le groupe de travail a pris conscience de l'importance fondamentale des formateurs, en particulier des enseignants de tous niveaux; pour inculquer

"l'esprit MAB", ceux-ci doivent déjà être convertis à sa philosophie, à sa conception générale pour aborder les problèmes, à ses méthodes globales, interdisciplinaires. Si des réticences ont été exprimées, la recommandation 5 traduisant ce vœu a recueilli un accord quasi-unanime.

Enfin, le groupe de travail a souhaité très vivement qu'une réunion regroupant des représentants des pays méditerranéens soit organisée dès que possible pour assurer l'harmonisation et la coordination des programmes de formation et établir un réseau d'échanges entre les institutions spécialisées nationales dans la formation des techniciens (recommandation 8).

#### 11.4 Recommandations

Les participants ont insisté sur le fait que l'approche à tout problème touchant à l'environnement doit être globale c'est-à-dire tenant compte simultanément de tous les facteurs de l'environnement et du développement et de leurs interrelations. Cette approche devrait entre autres aboutir au décloisonnement des différentes disciplines. Dans cet esprit ils ont formulé les vœux suivants:

- (1) que soient organisés ou développés dans les institutions de la région et dans les centres de terrain et laboratoires travaillant sur des programmes MAB-Méditerranée des cours et des stages pour les techniciens et agents d'exécution qui apprendront à travailler dans un esprit d'interdisciplinarité sur des problèmes intégrés concernant l'homme et la biosphère, tels que: techniques de démoustication, pastoralisme, foresterie, aménagement des bassins versants, conservation et aménagement de la vie sauvage, parcs nationaux et réserves de biosphère, perception des écosystèmes et de leur transformation dans le cadre général de l'aménagement du territoire;
- (2) qu'un effort tout particulier soit porté à la sensibilisation des preneurs de décision aux problèmes de l'environnement et plus particulièrement dans un esprit d'interdisciplinarité, cet effort ne devant pas faire oublier l'importance d'une sensibilisation de même ordre au niveau des masses;
- (3) qu'un inventaire global soit fait des moyens matériels permettant les échanges en vue de formation, afin de mieux préserver la part qui doit être faite à la formation des techniciens de tous niveaux, sans oublier les cadres d'exécution;
- (4) que cet inventaire général soit également étendu aux structures et organismes où est assurée la formation dans les disciplines spécialisées touchant l'environnement (en particulier les programmes MAB-Méditerranée), enfin là aussi, d'assurer la part nécessaire à la formation des techniciens;
- (5) qu'à l'avenir les formateurs et plus particulièrement les enseignants de tous niveaux conçoivent leur enseignement dans une approche interdisciplinaire et aient une vue globale des problèmes;

- (6) que toute structure nouvelle de formation de techniciens parmi lesquels certains sont destinés à s'insérer dans des équipes travaillant à des programmes MAB-Méditerranée, se préoccupe de rester le plus possible dans l'esprit de ces programmes et prévoit toujours, au moins en fin de cycle, un stage auprès d'une de ces équipes;
- (7) que dans un avenir le plus rapproché possible, la coopération régionale favorise la complémentarité et la coordination de l'action des institutions de recherche et de formation;
- (8) que soit organisée dès que possible une réunion de travail regroupant les représentants de tous les pays méditerranéens pour harmoniser et coordonner les programmes de formation et pour établir un réseau d'échanges entre les institutions spécialisées dans la formation des techniciens, en particulier pour les cadres d'exécution.

12. ECHANGE D'INFORMATIONS

La Conférence, considérant la nécessité d'améliorer la circulation des informations entre tous les pays du bassin méditerranéen, et prenant acte avec gratitude de la proposition de l'Egypte, a recommandé:

- (1) que la tâche de préparer un bulletin d'informations pour les pays riverains de la Méditerranée soit confiée au Comité national égyptien pour le MAB;
- (2) aux Comités nationaux du MAB, de la région méditerranéenne, de contribuer activement à la publication du bulletin d'informations, notamment en communiquant au Comité national égyptien pour le MAB, les informations qu'ils jugent utiles;
- (3) que le Secrétariat du MAB et le bureau régional de l'Unesco pour la science et la technologie au Caire (ROSTAS), apportent un appui logistique aux demandes du Comité national égyptien pour le MAB.

ANNEXE 1

LISTE DES PARTICIPANTS

1. Participants de la région méditerranéenne

ALGERIE

Kamal BOUREZG  
Conseiller au Comité national pour l'Environnement  
4, Route des 4 Canons, B.P. 643  
ALGER

Salah DJEBAILI  
Président du Comité national algérien pour le MAB  
Comité national pour l'Environnement  
4, Route des 4 Canons, B.P. 643  
ALGER

Abdelkader DJERMANE  
Conseiller au Comité national pour l'Environnement  
4, Route des 4 Canons, B.P. 643  
ALGER

Mohamed KOLAI  
Conseiller à la prévention de la pollution des  
eaux  
4, Route des 4 Canons, B.P. 643  
ALGER

CHYPRE

Arestis IOANNOU  
Assistant Conservator of Forests  
Forest Department  
Ministry of Agriculture and Natural Resources  
NICOSIE

EGYPTE

Mohamed AYYAD  
Department of Plant Ecology  
Faculty of Science  
Moharram Bey  
University of Alexandria  
P.O., Box. 589  
ALEXANDRIE

Samir I. GHABBOUR  
Institute of African Research and Studies  
Department of Natural Resources  
Cairo University  
GIZA

Kamal HEFNY  
Director  
Ground Water Research Institute  
Giza 15  
GIZA

Shafika S. NASSER  
Ass. Professor  
Department of Public Health  
Faculty of Medicine  
University of Cairo  
LE CAIRE

ESPAÑE

E. Rocamora BALCELLS  
Président du Comité national espagnol pour le  
MAB  
Centro Pirenaico de Biología experimental  
Apartado 64  
JACA (Province de Huesca)

ESPAÑE

Antonio BALLESTER  
Chef de Département  
Instituto de Investigaciones Pesqueras  
Pº Nacional s/n  
BARCELONE, 3

Martin BLANCO CRIADO  
Chef du Département d'Agrohydrologie  
Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias  
Ordonacion Agrohidrologica de Cuencas - Granja  
Escuela José Antonio  
VALLADOLID

Josep. M. CAMARASA  
Institut Provincial d'Urbanisme (IPUR)  
Torrès 4, atic, 1º  
BARCELONE

Pedro CEBALLOS JIMENEZ  
Estacion Central de Ecologia  
Santa Cruz de Marcenaco 11  
MADRID, 8

Carlos DAFAUCE RUIZ  
Station Centrale d'Ecologie  
ICONA  
MAYOR 83  
MADRID

M. ELEGIDO ALONSO-GETA  
Directeur  
Station Centrale d'Ecologie  
ICONA  
MAYOR 83  
MADRID

Francisco GARCIA NOVO  
Faculté des Sciences  
Université de Séville  
Perez Villagran 12  
SEVILLE

Filiberto LOPEZ CADENAS  
Directeur  
Section d'Hydrobiologie  
ICONA  
Mayor 83  
MADRID

Antonio LOPEZ LILLO  
Subdirector General  
Conservacion de la Naturaleza  
ICONA  
Mayor 83  
MADRID

Eugenio MORALES AGACINO  
Asesor Tecnico  
ICONA  
Mayor 83  
MADRID

Jacinto NADAL PUIGDEFABREGAS  
Faculté des Sciences Biologiques  
Université de Barcelone  
Amigo 69  
BARCELONE, 6

ESPAGNE

Antonio NADAL AMAT  
 Jefe  
 Departamento de Analisis Ambiental  
 Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias  
 Crida 05  
 BURGOS

Salvador OLIVER-MOSCARDO  
 Jefe  
 Seccion de Ecologia y Fisiologia Vegetal  
 Instituto de Edafologia y Biologia Vegetal  
 Serrano 115, Dp<sup>do</sup>  
 MADRID, 6

Juan PUIGDEFABREGAS  
 Centro Pirenaico de Biologia Experimental  
 Pico Collarada, 54  
 JACA (Province de Huesca)

Ricardo VELEZ MUNOZ  
 Chef des Etudes Techniques  
 Section des Incendies de Forêts  
 ICONA  
 Ferraz 100  
 MADRID, 8

FRANCE

Georges AUBERT  
 Chef du Service Pédologique  
 ORSTOM  
 14, Rue Bayard  
 75008 PARIS

Jean de BEAUFORT  
 Ministère de la Qualité de la Vie  
 14, Avenue du Général Leclerc  
 92521 NEUILLY SUR SEINE

Simone BACQUIER  
 Chef de la Mission Internationale  
 Ministère de la Qualité de la Vie  
 14, Avenue du Général Leclerc  
 92521 NEUILLY SUR SEINE

Laurence de BONNEVAL  
 Secrétaire scientifique  
 Comité national français pour le MAB  
 La Minière  
 78000 VERSAILLES

Jacques DAMAGNEZ  
 Directeur de la Station de Bioclimatologie  
 Institut National de la Recherche Agronomique  
 Centre de Recherches d'Avignon  
 Domaine Saint Paul  
 84140 MONTFAVET

Noël DECOURT  
 Directeur de la Station de Recherches sur la  
 Forêt et l'Environnement  
 Institut National de la Recherche Agronomique  
 Centre de Recherches Forestières d'Orléans  
 Commune d'Ardon  
 45160 OLIVET

Michèle DELAYGUE  
 Commission Française pour l'Unesco  
 42, Avenue Poincaré  
 75016 PARIS

FRANCE

Jean-Claude FLAMANT  
 Institut National de la Recherche Agronomique  
 Station d'Amélioration Génétique des Animaux  
 Chemin de Borde-Rouge  
 AUZEVILLE  
 31320 CASTANET TOLOSAN

Michel GODRON  
 Directeur  
 Centre d'Etudes Phytosociologiques et Ecologiques  
 Centre National de la Recherche Scientifique  
 Route de Mende - B.P. 5051  
 34033 MONTPELLIER CEDEX

Pierre GRISON  
 Président du Comité national français pour le MAB  
 Institut National de la Recherche Agronomique  
 Unité d'Ecodéveloppement  
 La Minière  
 78000 VERSAILLES

Jean-Marie LEGAY  
 Faculté des Sciences  
 Université de Lyon II  
 Section de Biologie Générale et Appliquée -  
 Biométrie  
 43, Bd du 11 novembre 1918  
 69100 VILLEURBANNE

Gilbert LONG  
 Directeur de l'Ecothèque méditerranéenne  
 Centre National de la Recherche Scientifique  
 Centre d'Etudes Phytosociologiques et Ecologiques  
 Route de Mende - B.P. 5051  
 34033 MONTPELLIER CEDEX

Rémi PERELMAN  
 Directeur  
 Centre National d'Etudes et de Recherche  
 Paysagère  
 Rue Gaston Monmousseau  
 78190 TRAPPES

André PONCET  
 Ingénieur en Chef du GREF  
 Centre Technique du Génie Rural des Eaux et  
 des Forêts  
 Groupement de Grenoble  
 B.P. 114  
 38402 SAINT MARTIN D'HERES

Pierre QUEZEL  
 Université Aix-Marseille  
 Faculté Saint-Jérôme - Botanique  
 Rue Henri Poincaré  
 13397 MARSEILLE CEDEX 4

Jean Antoine RIOUX  
 Faculté de Médecine  
 Laboratoire d'Ecologie Médicale et de Pathologie  
 Parasitaire  
 5, Rue Auguste Broussonet  
 34060 MONTPELLIER CEDEX

François ROMANE  
 Centre d'Etudes Phytosociologiques et Ecologiques  
 Centre National de la Recherche Scientifique  
 Route de Mende - B.P. 5051  
 34033 MONTPELLIER CEDEX

FRANCE

Henri ROUILLE d'ORFEUIL  
Ministère des Affaires Etrangères  
Service Coopération  
23, Rue La Pérouse  
75116 PARIS

Charles SAUVAGE  
Université des Sciences et Techniques du Languedoc  
Institut de Botanique  
Laboratoire de Systématique et de Géobotanique  
méditerranéennes  
5, Rue Auguste Broussonet  
34060 MONTPELLIER CEDEX

Jean-François STUYCK TAILLANDIER  
Ministère des Affaires Etrangères  
Cellule Environnement  
37, Quai d'Orsay  
75700 PARIS

Bertrand VISSAC  
Chef du Département de Recherches de Génétique  
animale  
Institut National de la Recherche Agronomique  
Domaine de Vilvert  
78350 JOUY EN JOSAS

André YANA  
Chargé de mission  
Ministère de la Qualité de la Vie  
Haut Comité de l'Environnement  
14, Avenue du Général Leclerc  
92521 NEUILLY SUR SEINE

GRECE

Leonidas LIACOS  
University of Thessaloniki  
THESSALONIQUE

N.S. MARGARIS  
Institute of General Botany  
University of Athens  
Panepistimiopolis  
ATHENES 621

K. MITRAKOS  
Institute of General Botany  
University of Athens  
Panepistimiopolis  
ATHENES 621

C. PANETSOS  
University of Thessaloniki  
Laboratory of Forest Genetics and Forest  
Tree Breeding  
THESSALONIQUE

ISRAËL

Gedeon ORSHAN  
Botany Department  
The Hebrew University  
JERUSALEM

ITALIE

Antonia BASILE  
Secrétaire du Comité national italien  
pour le MAB  
Istituto di Botanica  
Facoltà di Scienze  
Città Universitaria  
ROMA

ITALIE

M. CALABRI  
Direzione Economia Montana  
Ministerio de Agricoltura  
Via Carducci, 5  
ROMA

S. CASU  
Istituto Zootecnico e Caseario per la Sardegna  
Bonassai  
SASSARI - SARDEGNA

Orazio CIANCIO  
Directeur de Section  
Istituto Sperimentale per la Selvicoltura  
Via S. Margherita 80  
52100 AREZZO

M. DRAGO  
Direzione Economia Montana  
Ministerio de Agricoltura  
Via Carducci, 5  
ROMA

Valerio GIACOMINI  
Président du Comité national italien  
pour le MAB  
Istituto di Botanica  
Facoltà di Scienze  
Città Universitaria  
ROMA

Mario SULLI  
Istituto Sperimentale per la Selvicoltura  
Sezione de Firenze  
Via delle Cascine 1  
50144 FIRENZE

Auguste TOCCI  
Istituto Sperimentale per la Selvicoltura  
Via S. Margherita 80  
52100 AREZZO

LIBAN

Abdallah EL KHATIB  
Conseiller Scientifique  
Conseil National de la Recherche Scientifique  
55, Bis Rue Jaafar Essadecq  
(ex, Rue Cadets de Saumur)  
RABAT - HAUT AGDAL  
MAROC

MAROC

Abdallah BEKKALI  
Président du Comité national marocain  
pour le MAB  
Directeur  
Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II  
B.P. 704  
RABAT AGDAL

Omar BERKAT  
Pastoraliste  
Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II  
Département d'Ecologie et de Pastoralisme  
B.P. 704  
RABAT AGDAL

Mohamed BIYAYE  
Forestier  
Centre de la Recherche Forestière de Rabat  
RABAT

MAROC

Pierre DONADIEU  
Assistant  
Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II  
B.P. 704  
RABAT AGDAL

Mohamed ELLAFITI  
Centre National de Recherches Forestières  
14, Rue Girardet  
54421 NANCY - FRANCE

Mohamed HAMMOUMI  
Ecologiste  
Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II  
Département d'Ecologie et de Pastoralisme  
B.P. 704  
RABAT AGDAL

MONACO

Christian CARPINE  
Centre Scientifique de Monaco  
16, Boulevard de Suisse  
MONACO - MONTE CARLO

REPUBLIQUE ARABE SYRIENNE

Saïd AL HAFFAR  
Président du Comité national syrien  
pour le MAB  
Directeur du Conseil Supérieur des Sciences  
DAMAS

TUNISIE

Mekki BOUKHRIS  
Faculté des Sciences  
Laboratoire de Biologie Végétale  
Campus universitaire  
TUNIS

Ali EL HILI  
Président du Comité national tunisien  
pour le MAB  
Faculté des Sciences  
Campus Belvédère  
TUNIS

Mohamed S. HADJEJ  
Directeur  
Institut des Recherches des zones arides  
Médenine - INRAT  
Chott El Férik  
B.P. 7  
GABES

A. JAZIRI  
Institut National de Recherches Forestières  
B.P. 2  
ARIANA

Mohamed SKOURI  
Président Directeur Général  
Office de l'Elevage  
Direction de l'Enseignement et de la Recherche  
Ministère de l'Agriculture  
TUNIS

TURQUIE

Yildirim AKMAN  
Fen Fakültesi, Botanik Enstitüsü  
Bahcelievler, Cad  
ANKARA

Necip BERKSAN  
Environmental Pollution Research  
Scientific and Technical Research Council  
of Turkey  
Ataturk Bulv. 221  
ANKARA

Yüksal INEL  
Chairman  
Chemistry Department  
Bogazigi University  
P.K.2. - Bebek  
ISTANBUL

Suat SINANOGLU  
Président du Comité national turc pour le MAB  
Commission Nationale Turque pour l'Unesco  
Bülten sok. 48/5  
Kavaklidere  
ANKARA

YOUgosLAVIE

Franjo GASPAROVIC  
Directeur  
Protection of the Human Environment in the  
Yugoslav Adriatic Region  
Istaska, 6  
51000 RIJEKA

Nedzat KARAHODA  
Councillor for Environmental Protection  
Provincial Secretariat for Urban Affairs  
Ohridska, 2  
38000 PRISTINA

S. MARKOVIC  
Director  
Institut za Ekonomiku Turizma  
41000 ZAGREB

Zlatko PAVLETIC  
Président du Sous-Comité national croate  
pour le MAB  
Université de Zagreb  
Panciceva, ul. 5  
41000 ZAGREB

Ivo TRINAJSTIC  
Sumarski Fakultet  
Simunska, 25  
41000 ZABREG

Otto WEBER  
Président du Comité national yougoslave  
pour le MAB  
Directeur adjoint  
Institute for Medical Research  
M. Pijade 158, P.O.B. 291  
41001 ZAGREB

## 2. Observateurs

### CHILI

E. CAVIEDES  
Université du Chili  
SANTIAGO

### ETATS UNIS d'AMERIQUE

Harold MOONEY  
Stanford University  
265 Ramona Str.  
PALO ALTO  
CALIFORNIE

### FRANCE

Francis ARRIGHI  
Direction de la Protection Civile de la  
Région Provence-Côte d'Azur  
Préfecture des Bouches-du-Rhône  
13001 MARSEILLE

Jean-Paul BARRY  
Université de Nice - Faculté des Sciences  
Laboratoire d'Ecologie des Régions Arides  
Ecologie Végétale et Phytogéographie  
25, Corniche A. de Joly  
06034 NICE CEDEX

Jean-Loup BERGAUD  
Délégation Générale à la Recherche Scientifique  
et Technique  
35, Rue Saint Dominique  
75700 PARIS

Bertrand BIBE  
Institut National de la Recherche Agronomique  
Station d'Amélioration Génétique des Animaux  
Chemin de Borde Rouge  
AUZEVILLE  
31320 CASTANET TOLOSAN

Louis BLAISE  
Ministère de la Qualité de la Vie  
Haut Comité de l'Environnement  
14, Avenue du Général Leclerc  
92521 NEUILLY SUR SEINE

Edouard BONNAUD  
Mission Interministérielle pour l'Aménagement  
du Languedoc-Roussillon  
1, Rue Embouque d'Or  
34000 MONTPELLIER

René BOURONE  
Ministère de la Qualité de la Vie  
14, Avenue du Général Leclerc  
92521 NEUILLY SUR SEINE

Louis CHAUTRAND  
Ingénieur en Chef du GREF  
Service Forestier  
Direction Départementale de l'Agriculture  
du Var  
16, Rue Léon Paulet  
13008 MARSEILLE

Jean-Jacques CORRE  
Université des Sciences et Techniques du  
Languedoc  
Laboratoire de Botanique  
5, Rue Auguste Broussonet  
34060 MONTPELLIER CEDEX

### FRANCE

Jacques COULET  
Directeur de la Réserve de Camargue  
1, Rue Stendhal  
13200 ARLES

J. COUSSERANS  
Faculté de Médecine E.I.D.  
Avenue Paul Rimbaud - B.P. 60036  
34044 MONTPELLIER CEDEX

Pierre DELABRAZE  
Institut National de la Recherche Agronomique  
Station de Sylviculture méditerranéenne  
Avenue Vivaldi  
64000 AVIGNON

Paul GALICHET  
Institut National de la Recherche Agronomique  
Station de Zoologie  
Domaine Saint-Paul  
84140 MONTFAVET

Maurice GOUIRAN  
Responsable Opération "Prométhée"  
Préfecture des Bouches-du-Rhône  
13262 MARSEILLE CEDEX 2

Pierre HEURTEAUX  
Centre d'Ecologie de Camargue  
LE SAMBUC  
13200 ARLES

Yvon LE MOAL  
Administrateur du Groupe de Recherches Espace -  
Société - Environnement  
Rue des Ateliers  
34033 MONTPELLIER CEDEX

Roger MAIGNIEN  
Office de la Recherche Scientifique et Technique  
Outre-Mer  
Chef du Département Méditerranée - Moyen-Orient  
70/74, Route d'Aulnay  
93140 BONDY

Roger MOLINIER  
Laboratoire de Biologie Végétale  
Faculté des Sciences Luminy  
13000 MARSEILLE

André MANCHE  
Mission Interministérielle pour la Protection  
et l'Aménagement de l'Espace naturel  
méditerranéen  
9, Rue du Dragon  
13006 MARSEILLE

Capitaine MARET  
Chef des Services Techniques  
Ecole de la Protection Civile  
Centre de Valabre  
13120 GARDANNE

Jean de MONTGOLFIER  
Centre Technique du Génie Rural des Eaux et  
Forêts  
Groupement d'Aix-en-Provence  
B.P. 92  
13602 AIX EN PROVENCE

FRANCE

A. ORIEUX  
Directeur  
Météorologie Nationale  
Région du Sud-Est  
44, Route de Galice  
13617 AIX EN PROVENCE

Paul OZENDA  
Botanique et Biologie Végétale  
Station Alpine du Lautaret  
Domaine Universitaire CEDEX 53  
38402 SAINT MARTIN D'HERES

Jean PARDE  
Directeur de la Station de Sylviculture et  
Production  
Centre National de la Recherche Forestière  
CHAMPENOUX  
54280 SEICHAMPS

Jacques POISSONET  
Chef du Département d'Ecologie Générale  
Centre d'Etudes Phytosociologiques et  
Ecologiques  
Centre National de la Recherche Scientifique  
Route de Mende - B.P. 5051  
34033 MONTPELLIER CEDEX

FRANCE

Georges RAVIS-GIORDANI  
Université de Provence  
29, Rue Robert Schuman  
13100 AIX EN PROVENCE

Michel THIAULT  
Centre d'Etudes Phytosociologiques et  
Ecologiques  
Centre National de la Recherche Scientifique  
Route de Mende - B.P. 5051  
34033 MONTPELLIER CEDEX

Louis TRABAUD  
Centre d'Etudes Phytosociologiques et  
Ecologiques  
Centre National de la Recherche Scientifique  
Route de Mende - B.P. 5051  
34033 MONTPELLIER CEDEX

ISRAEL

Abraham WEINSTEIN  
Forestry Division  
Ilanot Doar Na Lov  
HASCHARON

3. Représentants des Organisations Internationales

Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation  
et l'Agriculture (FAO)

Oscar FUGALLI  
FAO  
Via delle Terme di Caracalla  
00100 ROME

Tiberio IONESCO  
Coordinateur Scientifique du Projet MAB 3  
Spécialiste de l'Aménagement des pâturages  
FAO, AGP C777  
Via delle Terme di Caracalla  
00100 ROME

Organisation Météorologique Mondiale (OMM)

M.J. CONNAUGHTON  
Chef du Service de l'Agriculture  
Département Applications Météorologiques et de  
l'Environnement  
Case Postale n° 5  
CH - 1211 GENEVE 20

Programme des Nations Unies pour l'Environnement  
(PNUE)

P.S. THATCHER  
Directeur  
Bureau de Liaison du PNUE  
Palais des Nations  
CH - 1211 GENEVE 10

Michel BAUMER  
Conseiller spécial du PNUE  
Palais des Nations - A 517  
CH - 1211 GENEVE 10

Commission Internationale pour l'Exploration  
Scientifique de la Méditerranée (CIESM)

Olivier LE FAUCHEUX  
Chef de la Division Recherche  
Secrétariat Général du Haut Comité de  
l'Environnement  
14, Avenue du Général Leclerc  
92521 NEUILLY SUR SEINE

Centre International des Hautes Etudes  
Agronomiques Méditerranéennes (CIHEAM)

Raymond LIGNON  
Secrétaire Général  
CIHEAM  
11, Rue Newton  
75116 PARIS

Institut Agronomique Méditerranéen (IAM)

Louis MALASSIS  
Directeur  
Institut Agronomique Méditerranéen  
Route de Mende - B.P. 1239  
34011 MONTPELLIER CEDEX

Organisation de Coopération et de Développement  
Economique (OCDE)

Daniel CARRIERE  
Centre de Développement de l'OCDE  
94, Rue Chardon Lagache  
75016 PARIS

Paul-Marc HENRY  
Président  
Centre de Développement de l'OCDE  
94, Rue Chardon Lagache  
75016 PARIS

Silva Mediterranea

Erevedo GIORDANO  
Istituto di Selvicoltura  
Università de Bari  
Via Finale Ligure 8  
00168 ROME

Evangelos KARAMITROS  
Ingénieur en Chef des Eaux et Forêts  
Chef de la Section d'Hydrobiologie et des  
Bassins versants  
Institut de Recherches Forestières d'Athènes  
ALKMANOUS TERMINUS (Ilissia)  
ATHENES TT 615  
GRECE

Mehmet A. SEMIZOGLU  
Président de Silva mediterranea  
Directeur  
Institut de Recherche du Peuplier  
P.K. 44  
IZMIT  
TURQUIE

---

#### 4. Secrétariat de l'Unesco

Michel BATISSE

Sous-directeur général adjoint pour les sciences  
de l'environnement et des ressources naturelles

Francesco di CASTRI

Secrétaire du Conseil international de Coordina-  
tion du Programme MAB  
Directeur de la Division des Sciences Ecologiques

G. FRADIER

Directeur p.i.  
Division des Etablissements Humains et de  
l'environnement socio-culturel

Bernd Von DROSTE

Spécialiste du Programme  
Division des Sciences Ecologiques

## ALLOCATION DE Monsieur ANSQUER, MINISTRE DE LA QUALITE DE LA VIE DE LA FRANCE

MONSIEUR LE PRESIDENT, MESDAMES, MESSIEURS,

C'est un grand honneur pour le Ministre de la Qualité de la Vie d'accueillir en France tant de personnalités scientifiques des Etats riverains de la Méditerranée. Nous avons tous, à un titre ou à un autre, des préoccupations communes : qu'il s'agisse des relations entre l'homme et son environnement, entre l'homme et la nature, qu'il s'agisse de la lutte contre les pollutions et les nuisances ou qu'il s'agisse de tourisme et de loisirs.

Vous allez pendant quelques jours faire le point des recherches que vous effectuez dans ces différents domaines et, cette initiative que nous devons au Comité national français du Programme de l'Unesco, "L'homme et la biosphère", nous permet de nous retrouver dans la belle cité de Montpellier. Je n'ai pas à rappeler sa tradition universitaire millénaire, mais je suis sûr que ce cadre inspirera vos travaux.

Je salue les représentants de l'Unesco qui vous parleront du programme scientifique lui-même. A des titres divers, la France y attache une grande importance.

Cette importance tient d'abord à l'action de mon pays et aux responsabilités que j'exerce en matière de recherche scientifique. Au sein de mon budget, près de 15% des crédits (soit 6 millions de dollars environ) sont consacrés à la recherche et utilisés de façon à engendrer un effet multiplicateur avec les ressources propres des laboratoires, des grands organismes et des industriels.

Les priorités actuelles de la recherche scientifique nationale en faveur de l'environnement et du cadre de vie sont les suivants :

- faire apparaître les liaisons mal connues entre les pollutions traitées trop souvent séparément : eau, air et mer, en particulier ;
- souligner l'importance du sous-sol et des atteintes qui lui sont portées ;
- détecter les milieux "fragiles", notamment les zones humides, les espèces en voie de disparition ;
- étudier l'impact des "énergies nouvelles" sur l'environnement avant même que leur développement ne prenne de l'ampleur ;
- rassembler les données prospectives permettant de préciser l'avenir à long terme.

Au travers de ces lignes de force de la recherche, le choix des investigations menées dans le vaste domaine de l'environnement est dicté par les problèmes que posent et poseront à chaque instant les rapports de l'homme et le milieu.

La deuxième raison de l'importance qu'attache la France à vos travaux repose sur la dimension régionale de la recherche et de l'action.

La façade littorale méditerranéenne liée d'ailleurs à son arrière-pays est une zone fragile, nous le savons, et c'est la raison

pour laquelle notre pays a créé ou prévu divers moyens d'intervention.

Le premier exemple est le Conservatoire du littoral, récemment mis en place, qui devra procéder pour le compte de l'Etat, à des acquisitions de terrains dont l'intérêt est indiscutable pour la sauvegarde de la faune et de la flore, l'équilibre des sites et le tourisme.

Le deuxième exemple est la création de parcs naturels régionaux (ceux de Camargue et de Corse), de parcs nationaux (Cévennes et bientôt Mercantour), de domaines naturels (iles de Port-Cros et de Porquerolles). Nous essayons aussi de promouvoir une politique de développement de la moyenne montagne méditerranéenne, conciliant la sauvegarde des sites et de l'habitat rural, associant le renouveau d'activités anciennes, pastorales, par exemple. C'est le cas du Lubéron, des Gorges du Verdon, des Alpes du Sud.

Dernière née de nos initiatives, les parcs naturels sous-marins, que je compte démarrer en 1977.

Dans tous ces domaines, nous veillons à ce que la recherche soit toujours associée étroitement aux actions mais qu'elle conserve la qualité indispensable à son originalité, à savoir une grande liberté de conception, pour être créatrice et imaginer les situations futures ou prévoir les actions probables à promouvoir, afin de préparer déjà la politique de demain.

Et j'en arrive, tout naturellement, à évoquer l'importance de la nécessaire dimension internationale, voire mondiale, d'une politique de l'environnement au niveau qui est le vôtre. C'est la troisième raison - et la plus fondamentale - de l'intérêt qu'y porte la France.

Comme le rappelait un éminent directeur de l'Unesco à Paris, en novembre dernier, à propos du MAB :

"Plus que jamais des efforts nationaux distincts ne suffisent pas ; la science et la technologie sont devenues des domaines-clés pour la coopération internationale entre tous les pays, quels que soient leurs systèmes politiques ou leur niveau de développement. Ce n'est que par une étroite collaboration internationale que l'on peut espérer élaborer la nécessaire infrastructure scientifique et technique".

Le Gouvernement français partage ce point de vue, et souligne que s'il est une région du globe où il doit prévaloir, c'est bien ici, dans le bassin méditerranéen, lieu de conjonction de cultures et de civilisations si diverses et pourtant si intimement mêlées que l'on peut parler d'un esprit et d'un comportement méditerranéens, voire d'une entité originale, autant ouverte sur l'avenir que fondée sur le passé.

La Méditerranée évolue. L'homme depuis qu'il vit sur ses rives l'a considérablement marquée de son empreinte, au point que certains ont émis la crainte que ses eaux et son littoral ne suffiront plus, un jour, à satisfaire pleinement et normalement les besoins légitimes de ses riverains.

C'est de vous, Mesdames, Messieurs, que nous attendons la réponse à toutes les questions que se posent les responsables méditerranéens, sur la pêche, l'agriculture, le

tourisme, l'industrialisation, l'urbanisation, etc.

Si toutes les nations méditerranéennes veulent le développement et le progrès, elles ne veulent pas l'incohérence qui les conduirait, en définitive, à la ruine et à la décadence dans un univers totalement pollué.

Il nous faut donc consentir ensemble, dans le respect des identités nationales, un effort pour conduire l'évolution de la Méditerranée.

La France, pour sa part, s'associe étroitement, et s'associera toujours, à toutes les initiatives internationales prises pour assurer la survie de ce bassin qui est notre patrimoine commun.

Je ne reviendrai pas sur l'importance que nous attachons à notre participation à ce Programme sur l'homme et la biosphère que pour évoquer notre participation au plan d'action en Méditerranée, mis en place par les Gouvernements riverains sous l'égide du Programme des Nations Unies pour l'Environnement.

Assorti d'un programme scientifique de recherches marines, que complètent heureusement les programmes continentaux du MAB, il comporte deux autres volets : un volet juridique et un volet socio-économique.

Les accords dits "de Barcelone" sont les premières actions du volet juridique. Vous les connaissez. Ils concernent le milieu marin plus que le milieu continental dont vous traiterez dans cette enceinte, mais le lien est direct entre les problèmes terrestres et la sauvegarde des mers et des océans.

Ces accords sont contraignants et marquent éminemment la volonté des Etats signataires de s'attacher à la protection de la Méditerranée.

Pour la France, ils vont se traduire par l'élaboration d'un plan d'investissement de 15 ans, négocié entre tous les intéressés - administrations, industries, villes et collectivités - et qui visera à pourvoir d'installations d'épuration les sources de pollution ; les plus importantes d'entre elles seront équipées avant 1985.

Toujours dans le cadre de ces accords, la France assurera, à partir de 1977, une surveillance permanente et systématique des rejets d'hydrocarbures par les navires. Les techniques de télédétection sont maintenant bien au point, les preuves sont indiscutables grâce aux prélèvements effectués immédiatement dans le sillage des contrevenants et les responsabilités administratives clairement définies. Cette surveillance viendra compléter les contrôles de notre réseau national de surveillance de la qualité des eaux marines.

Le volet socio-économique comprend, quant à lui, un projet de concertation dont la France a proposé la réalisation à ses partenaires méditerranéens : le "Plan Bleu pour des actions en Méditerranée". Il vous en sera parlé plus longuement tout à l'heure. Permettez-moi de vous dire qu'il s'agit d'un projet ambitieux mais que nous voulons réaliste. Il doit être une véritable charte de l'aménagement du bassin méditerranéen et guider les choix des responsables territoriaux en leur apportant les éléments d'appréciation et d'évaluation de leurs décisions sur l'équilibre écologique et l'harmonie territoriale.

Pour établir ce plan d'action nous aurons le plus grand besoin des résultats de nos investigations et nous ne manquerons jamais de solliciter votre participation comme celle de la Commission internationale pour l'exploration scientifique de la Méditerranée.

Toutes ces initiatives internationales ne sauraient s'inscrire dans les faits que si elles s'appuient sur des actions très concrètes, par des coopérations d'Etat bi ou plurilatérales.

Quelques unes ont, d'ores et déjà vu le jour, d'autres ne tarderont pas à être mises en place, avec des objectifs scientifiques divers. Je souhaite que, dès 1977, nous puissions tirer les premiers bilans de ces actions qui ne doivent pas perdre de vue l'impérieuse nécessité de susciter la création et la formation d'équipes interdisciplinaires de spécialistes de haut niveau.

Dans ce domaine, l'Institut Agronomique Méditerranéen, premier du genre, créé par le Centre International des Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes (CIHEAM), prodigue à Montpellier même et, depuis plus de 15 ans déjà, un enseignement supérieur de haute qualité, comprenant, non seulement la gestion des problèmes agronomiques, mais également ceux, plus généraux, de la croissance et du développement. Plusieurs milliers de cadres ont ainsi été formés à la satisfaction des pays nord-méditerranéens membres de ce Centre, mais également des autres pays méditerranéens, à telle enseigne qu'entre les uns et les autres, le projet d'une association plus étroite est en cours de discussion.

Dans le même esprit, s'ouvrira prochainement près de Nice, le Centre International de Gestion des Ressources en Eau. L'eau représente, en effet, un bien rare et un facteur indispensable de la qualité de la vie et il est désormais essentiel de former, non seulement d'excellents chercheurs et techniciens de l'eau, dans tous les domaines, mais aussi des responsables capables d'en gérer les ressources.

Les organismes des Nations Unies et plus particulièrement le Programme des Nations Unies pour l'Environnement et l'Unesco apporteront leur soutien au Centre International de Gestion des Ressources en Eau qui, à partir d'Octobre 1977, accueillera des séminaires dont les deux-tiers des participants seront statutairement des boursiers en provenance des pays en voie de développement.

Ainsi, la Méditerranée est toujours occasion de rencontres et exemple de coopération internationale et nous en sommes aujourd'hui la vivante illustration. Quelque singulière que soit la personnalité de chacun, vous êtes tous venus spontanément vous prêter à la concertation et vous plier aux exigences d'une démarche scientifique commune pour favoriser la gestion, la sauvegarde et l'avenir du bassin méditerranéen.

MESDAMES et MESSIEURS, je souhaite que votre réunion ait un plein succès et que des résultats dont vous aurez fait la synthèse, les Gouvernements puissent tirer les plus utiles enseignements pour une meilleure qualité de la vie de leurs peuples.

LE PROJET-PILOTE SARDECe projet concerne l'étude intégrée de l'impact du pâturage sur les écosystèmes forestiers1. La situation sarde

On observe en Sardaigne divers degrés dans la dégradation de la forêt, dont l'équilibre écologique est menacé, tout comme dans la dégradation des anciennes zones cultivées plus ou moins envahies par les ligneux. Quelle est donc l'évolution souhaitable pour ces zones marginales qui ne sont plus considérées comme représentatives d'une "bonne" forêt ou d'un "bon" parcours et ne sont pas cultivées ou cultivables ?

D'un million de têtes à la fin du 19ème siècle, le cheptel ovin sarde est passé à 2 millions en 25 ans. Parallèlement, l'activité agricole s'est réduite et par conséquent l'entretien du milieu a régressé. On a donc assisté sous ces 2 influences à une recherche de l'espace par les troupeaux qui s'est souvent traduite par le développement des feux de broussailles et de forêt d'autant plus grave que le milieu était moins entretenu. En contre-coup, une loi a été instituée pour protéger les espaces forestiers.

Pourtant ces espaces peuvent avoir plusieurs fonctions. Une réflexion sur ces orientations possibles des espaces sardes a été réalisée à l'Institut du Liège de Tempio Pausania par le Dr Barneschi. Elle a été développée à la Conférence de Montpellier par rapport aux fonctions de la forêt:

- (1) La forêt productrice du bois: celle-ci impose le recours à des espèces introduites et à des aménagements particuliers (ligniculture, plantations équennes, coupes en rotation...).
- (2) La forêt créatrice d'une ambiance: la forêt méditerranéenne "climax" composée d'un mélange de *Quercus* peut jouer un rôle important dans la création d'un microclimat, la lutte contre l'érosion, le maintien et la régulation de l'hydrographie.
- (3) La forêt-pâturage: face à la demande de pâturages, il apparaît impossible de maintenir exclusivement la forêt dans son rôle de protection de l'environnement et il faut donc envisager son utilisation en tant que productrice de matières organiques (rejets, broussailles, végétation herbacée spontanée). Le problème se pose alors en terme d'équilibre animal-forêt, comme il est dit ci-dessus et ceci dégage plusieurs axes de recherche.

2. Cadre et programme de recherche

Pour tenter de donner un commencement de réponse à ces questions qui sont d'intérêt général pour les pays du bassin méditerranéen, l'Institut du Liège et l'Institut Zootechnique et Fromager de la Sardaigne ont proposé un programme de recherches qui a été retenu comme projet-pilote à la Conférence d'experts de Potenza (voir Série des rapports du MAB n° 36).

Localisations géographiques. Le projet pris dans son intégralité porte sur l'étude de cinq stations situées dans des milieux présentant tous une tendance vers la sécheresse mais avec certaines différences. Ces stations ont été choisies pour "couvrir" l'ensemble des situations naturelles rencontrées dans le bassin méditerranéen.

- (1) Mamone (Province de Nuoro). Cette station s'étend sur 2814 ha - 1763 ha disponibles pour le projet - à une altitude variant de 118 m à 930 m. La roche mère est soit volcanique (diorite), soit métamorphique (micaschiste). L'exposition est principalement Est, Sud-Est et Sud. On peut y distinguer 4 types de couvert végétal: futaie de chênes-liège (640 ha) et de chênes verts (117 ha), en peuplement pur et homogène en âge, broussailles (759 ha) et pâturage (247 ha).
- (2) Isili (Province de Nuoro). Cette station occupe un plateau dont l'altitude varie entre 565 et 707 mètres. Six cent vingt hectares sont disponibles pour la recherche sur des sols dont la roche mère est essentiellement calcaire (dolomie) avec une exposition au Sud. Il s'agit surtout d'une futaie de chênes verts (444 ha) mais il y a aussi 71 ha de broussailles et 94 ha de pâturage.
- (3) Is Arenas (Province de Cagliari). Située au Sud-Ouest de la Sardaigne, cette station a le climat le plus chaud et sec de l'île et est très représentative de situations rencontrées en Afrique du Nord. Le sous-sol est constitué de schiste métallifère et également de sables d'origine éolienne. L'exposition est Ouest, Nord et Nord-Est et l'altitude varie entre 0 et 444 mètres. La superficie disponible pour la recherche est de 2683 ha qui se décomposent comme suit: 581 ha de chênes verts, 1839 ha de broussailles et 242 ha de pâturage, plus une vingtaine d'hectares de chênes-liège.
- (4) Asinara (Province de Sassari). Cette station a également un climat chaud et sec avec une exposition Sud Sud-Est et Ouest Nord-Ouest. Son altitude varie entre 0 et 202 m. Le sous-sol est composé de micaschiste et de granit. Le couvert végétal est très dégradé et il s'agit essentiellement de broussailles: sur 3420 ha disponibles pour la recherche on en trouve en effet 3235 ha.
- (5) Foresta di Burgos (Province de Sassari). Cette station contrairement aux précédentes se trouve située dans un milieu plutôt mésophile. Elle occupe un plateau dont l'altitude varie entre 675 et 785 mètres, avec une exposition Nord Nord-Est. Le sous-sol est surtout formé de gneiss et micaschiste et l'on trouve des laves basaltiques sur les hauteurs. La superficie est de 1025 ha dont 398 ha de forêt

mixte (chênes verts et pubescents) plus ou moins claire, 228 ha de broussailles et 399 ha de pâturages. Cette situation appartient à l'Istituto Zootecnico e Caseario per la Sardegna alors que les quatre autres sont des colonies pénitenciaires.

Programme expérimental. L'exploitation de la forêt par l'animal peut être envisagée sous forme saisonnière (alternance forêt, broussailles et pâturage) ou permanente (forêt et broussailles) avec une ou plusieurs espèces animales en association.

La présence simultanée de plusieurs espèces animales, à part le fait qu'elle est de tradition dans beaucoup de contrées méditerranéennes, est intéressante à étudier car elle conduit peut être à une meilleure utilisation de la biomasse produite en raison des différences existant dans les niches alimentaires de chacune de ces espèces.

Dans un même ordre d'idées on peut penser également à la comparaison du comportement d'une race exotique, ayant été toujours en contact plus ou moins étroit avec la forêt au cours de son histoire, et celui d'une race dite améliorée.

Indépendamment du calendrier et du choix des espèces, plusieurs charges animales devraient être étudiées.

Enfin, il est fondamental de maintenir dans chaque cas un terrain sans animaux.

Tout ceci conduit à la définition de parcelles expérimentales prévues de 25 ha qu'il conviendra de choisir perpendiculairement aux courbes de niveau dans chaque station retenue et comportant: broussailles, forêt de chênes pubescents et forêt de chênes verts dégradée et plus haute en altitude.

Dans un premier temps, le nombre de parcelles et de mesures à réaliser dans chacune d'elles, les mises au point méthodologiques nécessaires, le rodage de la démarche interdisciplinaire, conduisent à se limiter à des travaux dans la seule station de Foresta di Burgos. Cette station présente par rapport aux autres une ambiance plus favorable, mais également l'intérêt d'une maîtrise totale du matériel animal et de la présence d'un encadrement technique et scientifique permanent.

Les animaux sont des bovins de race locale sarde (vaches allaitantes) âgés de 3 ans et plus et sont en permanence dans les parcelles sauf en décembre et janvier, avec pour seule nourriture la végétation spontanée. Mais il est prévu la sortie des animaux de la parcelle s'il disparaît plus de 50% des semis, et un apport d'alimentation complémentaire (foin) s'il y a une perte de poids des vaches supérieure à 15%.

Deux charges seront retenues, une faible = 1 vache/3 ha et une forte = 1 vache/1,5 ha. Les mesures sur les animaux porteront sur: la croissance par des pesées mensuelles et à chaque événement du cycle; la production laitière des mères; le comportement de parcours et la consommation qualitative et quantitative.

Bien entendu plusieurs études porteront sur la caractérisation du milieu (édaphique, climatique, floristique...).

Etat d'avancement des travaux à Foresta di Burgos. Les parcelles d'observation ont été choisies et un premier relevé floristique a été réalisé. Les animaux disponibles pour

l'expérimentation ont été retenus et entreront dans les parcelles à l'automne 1976.

Ce projet s'insère bien dans les travaux zootechniques réalisés sur la station de Foresta di Burgos où doit être installé un noyau de femelles de race pure sarde en vue de la conservation de la race. Ce troupeau utilisera donc en partie le milieu pastoral et forestier local.

L'intérêt de ce programme réside surtout dans les réponses qu'il apportera aux hypothèses formulées par BARNESCHI sur le rôle que peut jouer l'animal dans la phase d'implantation ou de régénération de la forêt. Sa réalisation dépend bien entendu des possibilités de financement offertes tant au niveau national italien qu'international.

Il contribuera à préciser les normes de réglementation qu'il conviendra de faire accepter par les deux parties (forestiers et éleveurs), réglementation sans laquelle il apparaît d'ores et déjà que toute tentative d'introduction ou de réintroduction de l'animal dans la forêt se soldera par un échec.

### 3. Coopération internationale

La réalisation d'une coopération internationale est indispensable à trois points de vue pour aboutir à une progression réelle de la recherche en Méditerranée.

Intellectuellement, la progression de ces concepts interdisciplinaires, le développement d'une méthodologie de travail au niveau du recueil des données comme au niveau, peut-être encore plus délicat, de l'analyse et de l'interprétation des résultats nécessitent des rencontres fréquentes entre chercheurs. L'urgence humaine et écologique des problèmes de l'élevage méditerranéen appelle en effet une prise de conscience rapide de la nécessité d'une démarche nouvelle. Par ailleurs, l'analyse de situations différentes permet de dégager progressivement la formulation correcte des vrais problèmes et donc la mise au point de solutions cohérentes.

Pratiquement, la recherche agronomique est très inégalement développée dans les pays de la Méditerranée; inégalité quant à l'effet global de la recherche, inégalité également qualitative au sens où, dans la plupart des cas, l'effort a été porté de manière sectorielle.

Actuellement, une première coopération franco-italienne se met en place autour du projet-pilote de Sardaigne, étayée par les liens scientifiques très étroits, développés depuis 10 ans entre les chercheurs de l'Istituto Zootecnico e Caseario de Sardaigne et du Département de Génétique animale de l'INRA sur les problèmes de l'élevage ovin et bovin en Méditerranée (brebis laitières et vaches allaitantes).

De même des contacts ont été entretenus entre l'Institut du Liège à Tempio Pausania et certains chercheurs du Département de Recherches Forestières de l'INRA. Dans cette situation la coopération joue dans plusieurs sens: interpays et interdisciplines.

Les leçons recueillies en Sardaigne pourraient en outre être utilisées relativement directement dans la Corse voisine dont les programmes de recherche sur les modèles du développement pourraient bénéficier.

Autour de ce projet de Sardaigne se sont également développés des contacts avec l'Espagne

dans le cadre de la préparation d'un projet pilote qui pourrait être localisé dans la Dehesa d'Estramadura, dont l'évolution à partir d'un équilibre sylvo-pastoral menacé pose quelques problèmes.

Il serait certainement intéressant par ailleurs que les pays d'Afrique du Nord apportent leurs préoccupations de reboisement et de contrôle de l'activité pastorale en relation avec l'évolution des zones arides les besoins importants en matières premières et l'accroissement de la population.

En Méditerranée du Sud tout particulièrement, les relations sont à envisager avec les opérateurs du Programme ARIMED développé dans le Sud tunisien, sous les aspects de conduite du troupeau tout comme avec les possibilités offertes par l'installation d'arbres fourragers.

Au sein du MAB, le Projet 8 "Réserves de biosphère", n'est pas totalement étranger aux Programmes 2 et 3, dans la mesure où la valorisation des écosystèmes s'accompagne de la nécessité d'une conservation des écotypes locaux végétaux et animaux dont les qualités de productivité et d'adaptation dans leur milieu est souvent remarquable. Ceci a été bien compris dans le projet sarde, où le cheptel concerné constitue le noyau d'un troupeau de conservation de la race bovine sarde. Cette

préoccupation que l'on trouve dans le Projet 8 du MAB est aussi celle d'organismes internationaux tels que la FAO qui a prévu de développer un inventaire systématique du matériel génétique bovin et ovin méditerranéen. Dans le cas de la Dehesa, le programme pourrait bénéficier des travaux réalisés par un important projet FAO sur la productivité et l'évolution des pâturages... Au niveau français, la DGRST, par l'intermédiaire du Comité "Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables" a incité le développement des programmes corses, garrigues et causses.

Tenter d'organiser la coopération, c'est également tenter d'harmoniser toutes ces initiatives et ces préoccupations. La coopération existera si, concrètement, il y a un besoin pour qu'elle se réalise. Ce sont ces actions concrètes qu'il faut d'abord rechercher et réaliser pour chaque programme au fur et à mesure de son développement.

En conclusion, à la question: est-il bien nécessaire de réfléchir au problème du pâturage en forêt alors qu'il existe des surfaces pastorales mal utilisées ? On peut répondre que le problème fondamental est bien celui des relations animal-forêt, et que celui-ci nécessite la mise en place d'expériences de longue durée (10 à 15 ans) et donc un engagement de la part des autorités nationales ou internationales.