



PLAN D'ACTION POUR LA MEDITERRANEE  
CENTRE D'ACTIVITES REGIONALES DU PLAN BLEU

---

PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT

**UNE CONTRIBUTION DE L'ÉCOLOGIE A LA PROSPECTIVE  
DES REGIONS COTIERES DE LA MEDITERRANEE**

**Problèmes et acquis**

**MAP Technical Reports Series No. 91**

---

**UNEP**

Centre d'activités régionales du Plan Bleu  
Sophia Antipolis, 1994

Note: The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of UNEP concerning the legal status of any State, Territory, city or area, or of its authorities, or concerning the delimitation of their frontiers or boundaries. The views expressed in this volume are those of the authors and do not necessarily represent the views of UNEP.

Note. Les appellations employées dans ce document et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du PNUE aucune prise de position quant au statut juridique des états, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. Les vues exprimées dans ce volume sont celles de leurs auteurs et ne représentent pas forcément les vues du PNUE.

© 1994 United Nations Environment Programme  
P.O. Box 18019, Athens, Greece

ISBN 92-807-1466-X

This publication may be reproduced in whole or in part and in any form for educational or non-profit purposes without special permission from the copyright holder, provided acknowledgement of the source is made. UNEP would appreciate receiving a copy of any publication that uses this publication as a source.

No use of this publication may be made for resale or for any other commercial purpose whatsoever without prior permission in writing from UNEP.

For bibliographic purposes this volume may be cited as.

UNEP: A Contribution from Ecology to Prospective Studies. Assets and Issues. MAP Technical Report Series No. 91, Sophia Antipolis, 1994.

Pour des fins bibliographiques, citer le présent volume comme suit

PNUE. Une contribution de l'écologie à la prospective Problèmes et acquis. MAP Technical Reports Series No 91, UNEP, Sophia Antipolis, 1994



PLAN D'ACTION POUR LA MEDITERRANEE  
CENTRE D'ACTIVITES REGIONALES DU PLAN BLEU

---

PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT

•

UNE CONTRIBUTION DE L'ÉCOLOGIE À LA PROSPECTIVE  
DES RÉGIONS CÔTIÈRES DE LA MÉDITERRANÉE

Problèmes et acquis

MAP Technical Reports Series No. 91

This volume is the ninety-first issue of the Mediterranean Action Plan Technical Report Series.

This series will collect and disseminate selected scientific reports obtained through the implementation of the various MAP components: Pollution Monitoring and Research Programme (MED POL), Blue Plan, Priority Actions Programme, Specially Protected Areas, Regional Marine Pollution Emergency Response Centre for the Mediterranean Sea, Environment Remote Sensing and Protection of Historic Sites.

Ce volume constitue le quatre-vingt onzième numéro de la série des Rapports techniques du Plan d'action pour la Méditerranée

Cette série permettra de rassembler et de diffuser certains des rapports scientifiques établis dans le cadre de la mise en oeuvre des diverses composantes du PAM: Programme de surveillance continue et de recherche en matière de pollution (MED POL), Plan Bleu, Programme d'actions prioritaires, Aires spécialement protégées, Centre régional méditerranéen pour l'intervention d'urgence contre la pollution marine accidentelle, Centre méditerranéen de télédétection et Protection des sites historiques.



A la demande du CAR/PB, le professeur Samir Ibrahim Ghabbour, Professeur d'Ecologie à l'Institut de Recherches et d'Etudes Africaines, Université du Caire, a réalisé une étude sur "l'état de l'environnement ainsi que des potentialités et des contraintes environnementales en vue d'élaborer des scénarios de Développement/Environnement sur des zones côtières méditerranéennes."

Son rapport a été revu par l'équipe du CAR/PB, et notamment Monsieur François Boillot, Madame Elisabeth Coudert et Monsieur Jean-Pierre Giraud. Le titre provisoire de l'étude a été adapté au contenu du rapport.

Monsieur S. I. Ghabbour tient à remercier tout particulièrement Monsieur Patrick Blandin, Directeur du Laboratoire d'Ecologie Générale du Muséum National d'Histoire Naturelle (France) ainsi que Monsieur Mohamed Kassas, Président Honoraire de l'UICN et Professeur à l'Université du Caire, pour leur assistance et leur soutien.

A son tour, le CAR/PB remercie Monsieur S. I. Ghabbour pour son travail, sa coopération, et l'intérêt qu'il a toujours porté aux travaux du Plan Bleu.

## TABLE DES MATIERES

	<b>Page</b>
<b>AVANT-PROPOS</b>	<b>1</b>
<b>RESUME</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>5</b>
<b>1. L'ENVIRONNEMENT ET LE DEVELOPPEMENT</b>	<b>11</b>
<b>2. LES ZONES COTIERES ET LEURS PROBLEMES</b>	<b>14</b>
<b>3. LES PARTICULARITES DES ECOSYSTEMES COTIERS MEDITERRANEENS</b>	<b>17</b>
<b>3.1. Introduction</b>	<b>17</b>
<b>3.2. Etat de nos connaissances</b>	<b>17</b>
<b>3.3. L'action de l'homme</b>	<b>19</b>
<b>3.4. Le Problème de salinisation des sols des zones côtières</b>	<b>21</b>
<b>4. LES ETUDES DE CAS</b>	<b>23</b>
<b>4.1. L'île de Rhodes</b>	<b>23</b>
<b>4.2. La Baie d'Izmir</b>	<b>24</b>
<b>4.3. La côte syrienne</b>	<b>24</b>
<b>4.4. Fuka (Egypte)</b>	<b>25</b>
<b>4.5. Sfax (Tunisie)</b>	<b>27</b>
<b>4.6. Conclusions</b>	<b>29</b>
<b>5. LES INDICATEURS ET INDICES ENVIRONNEMENTAUX ET ECOLOGIQUES</b>	<b>31</b>
<b>5.1. Pourquoi les indicateurs et indices écologiques ?</b>	<b>32</b>
<b>5.2. Analyse et historique des indicateurs et indices écologiques</b>	<b>37</b>

## TABLE DES MATIERES

<b>5.3 Classification des indicateurs et indices de l'état de l'environnement</b>	<b>40</b>
<b>5.4. Critères économiques et sociaux : un conflit ?</b>	<b>43</b>
<b>5.5. L'amélioration et l'exploitation des données environnementales</b>	<b>45</b>
<b>6. RAPPORTS AVEC D'AUTRES PROGRAMMES INTERNATIONAUX</b>	<b>48</b>
<b>6.1. La Banque Mondiale et l'aménagement des zones côtières</b>	<b>49</b>
6.1.1. <u>La Biodiversité</u>	51
6.1.2. <u>Les Terres sauvages</u>	51
6.1.3. <u>Les zones humides</u>	52
6.1.4. <u>La gestion du sol et des eaux</u>	52
6.1.5. <u>Les risques naturels</u>	52
<b>6.2. Le programme changement global et écosystèmes terrestres</b>	<b>54</b>
<b>6.3. Discussion</b>	<b>56</b>
<b>6.4. Le programme Biodiversitas</b>	<b>59</b>
<b>6.5. Comment se servir des programmes internationaux de suivi environnemental</b>	<b>59</b>
<b>6.6. Quelles difficultés pour la prospective environnementale</b>	<b>61</b>
<b>7. PRINCIPES POUR LE CHOIX DES INDICATEURS ET INDICES UTILES A LA PROSPECTIVE ENVIRONNEMENTALE</b>	<b>63</b>
<b>7.1. L'expertise hollandaise sur les indicateurs écologiques du développement durable</b>	<b>63</b>
<b>7.2. Les maladies des poissons comme indicateurs de la pollution marine</b>	<b>64</b>
<b>7.3. Les analyses biochimiques</b>	<b>65</b>
<b>7.4. Utilisation des indicateurs et indices sur le terrain</b>	<b>65</b>
7.4.1. <u>La santé et le développement</u>	66
7.4.2. <u>A qui s'adresser ?</u>	67
7.4.3. <u>La prépondérance du secteur services</u>	68

## TABLE DES MATIERES

7.4.4.	<u>L'eau, une priorité</u>	70
7.4.5.	<u>L'air, la deuxième priorité</u>	71
7.4.6.	<u>Pour résumer</u>	72
<b>7.5.</b>	<b>Un programme "avec le minimum d'effort"</b>	<b>75</b>
7.5.1.	<u>Pour l'air</u>	75
7.5.2.	<u>Pour l'eau</u>	75
7.5.3.	<u>Pour la terre</u>	76
7.5.4.	<u>Pour les aliments</u>	76
7.5.5.	<u>Comment faire les analyses ?</u>	76
7.5.6.	<u>Le plan opérationnel</u>	77
<b>7.6.</b>	<b>Un programme avec "un effort modéré"</b>	<b>79</b>
7.6.1.	<u>L'eau</u>	80
7.6.2.	<u>L'air</u>	81
7.6.3.	<u>Les sols et les paysages</u>	81
7.6.3.1.	Les sols	82
7.6.3.2.	Les paysages	83
7.6.4.	<u>La santé publique</u>	84
7.6.4.1.	En guise de conclusion	86
<b>8.</b>	<b>PROGRAMME POUR LE SUIVI DE L'ENVIRONNEMENT DANS LES ZONES COTIERES DES PAC</b>	<b>88</b>
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIONS ET QUELQUES PROPOSITIONS OPERATIONNELLES</b>	<b>98</b>
<b>9.1.</b>	<b>Les Structures Institutionnelles et Administratives</b>	<b>99</b>
<b>9.2.</b>	<b>La Sensibilisation, l'Education et la Formation</b>	<b>102</b>
	<b>REFERENCES</b>	<b>106</b>
	<b>ANNEXES</b>	
	<b>ANNEXE 1 - "Ury"</b>	<b>114</b>
	<b>ANNEXE 2 - "Corine" (Blandin)</b>	<b>135</b>
	<b>ANNEXE 3 - La Télédétection et le Suivi de l'Environnement</b>	<b>141</b>

## AVANT-PROPOS

La conférence des Parties Contractantes qui s'est tenue à Athènes en 1989 a demandé au Plan Bleu d'introduire davantage de données environnementales dans ses analyses prospectives et de faire porter son effort principal sur les zones côtières.

Pour mener à bien une telle tâche le Plan Bleu doit résoudre un certain nombre de problèmes méthodologiques.

Un des plus importants concerne les indicateurs d'environnement.

Beaucoup de travaux, de réflexions sont menés actuellement dans différentes instances sur ce sujet.

Il n'existe pas cependant de réflexion synthétique prenant pour cadre les régions côtières méditerranéennes.

Il a dès lors semblé utile que le Plan Bleu contribue à cet effort de réflexion dans le cadre géographique qui lui est propre.

C'est pourquoi il a confié au professeur S. I. Ghabbour, Directeur du Département des Ressources Naturelles de l'Institution des Etudes et Recherches Africaines de l'Université du Caire, une étude portant sur les données environnementales et les indicateurs nécessaires à la prospective des zones côtières.

C'est le résultat de ce travail qui est présenté dans ce rapport technique.

Le CAR/PB a considéré qu'il appartenait au Professeur Ghabbour de formuler en toute indépendance d'esprit ses réflexions et propositions. Il accepte ainsi que l'auteur exprime ses opinions tant à l'endroit des activités menées sous l'égide du PAM ou du Plan Bleu qu'à celui des décideurs intervenant sur le littoral méditerranéen.

A l'inverse il ne se considère pas lié par ses travaux sur les indicateurs : il s'agit d'une contribution à dominante écologique qui sera évaluée dans le cadre des activités de l'Observatoire Méditerranéen pour l'Environnement et le Développement du Plan Bleu.

Aussi les opinions émises dans ce rapport le sont sous l'entière responsabilité de l'auteur et ne reflètent pas nécessairement celles du Plan Bleu.

## RESUME

Depuis une vingtaine d'années des efforts intensifs sont poursuivis par les gouvernement des pays méditerranéens et des organisations internationales, notamment le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) à l'origine du PAM et de la Convention de Barcelone pour la protection de l'environnement du Bassin Méditerranéen, et les instances qui en ont émané, dont le CAR Plan Bleu. Plus récemment, la Banque Mondiale vient de consacrer un projet spécial pour promouvoir l'harmonie entre l'environnement et le développement en Méditerranée, autrement dit pour promouvoir le développement durable de cette région. Ces efforts ont déjà beaucoup fait pour sensibiliser les décideurs de ces pays sur les problèmes de la dégradation des écosystèmes du Bassin méditerranéen, et en particulier ses zones côtières, et ont mené à plusieurs actions et programmes concrets pour protéger l'environnement méditerranéen. Pourtant, les soucis à l'égard de la santé de cet environnement et l'état de ses ressources naturelles limitées ne sont guère allégés, car la vitesse de la croissance démographique et par conséquent les demandes accrues sur ces ressources augmentent de façon alarmante.

Depuis 1987, le concept du développement durable a été énoncé par les Nations Unies pour réconcilier les besoins des générations du présent avec ceux des générations futures, autrement dit ne pas abîmer ou épuiser les ressources naturelles, ou les rendre improductives de manière irréversible. Avec ce concept comme base de réflexion, il est nécessaire de se lancer dans la prospective environnementale pour donner l'alarme lorsqu'une certaine politique ou action de développement menacerait à long terme l'état de l'environnement, de manière à entraver le bon déroulement du développement lui-même, au détriment des générations futures, ce qu'on a convenu d'appeler "effet de bouclage".

Pour le Plan Bleu, l'objectif des études prospectives est donc d'offrir des choix possibles aux décideurs, pour éviter ce bouclage, ou au moins leur faire connaître les dégâts, et si possible, leur intensité et le délai d'apparition. Ceci est pour aider à la décision raisonnée et rationnelle sur l'utilisation de l'espace et des ressources naturelles, qui, comme on le sait bien, sont limitées. Pour mener cette prospective, le Plan Bleu trouve qu'il a besoin d'un "état zéro", et pour l'aide à la décision, le Plan Bleu doit offrir des choix et en faire des simulations. Ces simulations doivent identifier les ruptures environnementales qui pourraient avoir lieu à long terme, selon telle ou telle hypothèse de développement. La prospective environnementale ne pourra guère se faire dans l'abstrait, ou dans le vide. Elle doit se baser sur une connaissance solide de l'état actuel de l'environnement, et de son évolution, et ici on s'occupe principalement des zones côtières des deux côtés, mer et terre. Il faut également bien connaître les menaces qui pèsent sur les ressources naturelles et l'évolution de ces menaces qui pèsent sur les ressources naturelles et l'évolution de ces menaces dans le temps, ainsi que les facteurs socio-économiques qui les déterminent. Il est donc nécessaire de concocter une gamme d'indicateurs et indices de l'état de l'environnement qui permettrait au Plan Bleu de mieux conduire sa prospective environnementale et qui permettrait aussi aux décideurs de connaître les conséquences de leurs choix, une fois mis en oeuvre. Puisqu'on propose des choix, on doit offrir avec eux des indicateurs et indices que les décideurs peuvent observer et analyser eux-mêmes, avec l'aide des spécialistes. Ces indicateurs doivent être simples à repérer et faire passer leur message facilement. Mais quel est ce message ? C'est simplement assurer les décideurs que les tendances prévues par la prospective environnementale sont vraiment validées, et que des mesures précises doivent

être prises pour éviter le pire, et aussi pour mieux utiliser les ressources disponibles.

Notre conviction donc est que pour construire la prospective environnementale il faut tout d'abord commencer par une analyse approfondie des problèmes que pose l'utilisation des indicateurs et indices de l'état de l'environnement, et, il ne faut pas l'oublier, de l'écologie des écosystèmes côtiers en termes d'organisation et de fonctionnement, car l'utilisation de ces indicateurs et indices n'est guère tâche facile.

Avec la nouvelle mission qui a été confiée au Plan Bleu par les parties contractantes avec l'aide de la CEE, à savoir l'observation de l'environnement et du développement durable pour la région méditerranéenne, la question des indicateurs et des indices s'impose pour le Plan Bleu. Ils deviennent donc des outils indispensables d'observation tous azimuts, et doivent amalgamer les conditions environnementales proprement dites, avec les conditions socio-économiques des populations concernées. Mais pour le Plan Bleu, il ne s'agit pas bien entendu d'entreprendre lui-même des mesures et des analyses, mais savoir utiliser les indicateurs et indices existants, les plus pertinents possibles. Mais là hélas il y a problème, car les indicateurs et indices existants ne sont pas forcément utilisables, et d'autres, plus pertinents pour la prospective, sont à concevoir, il était donc impératif de dessiner un tableau aussi complet que possible des indicateurs et des indices existants ou proposés, après une hiérarchisation objective. Ce tableau se justifie d'autant plus que certains sites retenus pour la prospective locale, comme Foukah en Egypte, ne se réfèrent pas à des indicateurs et des indices sur l'état de l'environnement. Comment mener la prospective environnementale pour un pareil site ; sinon dans l'abstrait, à partir des généralités et des vieilles données ? Mais serait-ce la bonne et sérieuse démarche ? Certainement pas.

Il y a donc un besoin, auquel essaie de répondre ce rapport, en matière de prospective environnementale des zones côtières de la Méditerranée, et ceux de la rive méridionale en particulier, de disposer d'un système cohérent d'indicateurs et d'indices. Ceux-ci doivent être tirés de la situation réelle d'une manière ou d'une autre, faute de quoi la prospective risque de devenir un exercice intellectuel de plus en plus difficile à accomplir, mais aussi de moins en moins utile pour les décideurs. A quoi cela sert-il de dire à un directeur d'usine que les métaux lourds dont il se débarrasse dans le lac ou le fleuve sont néfastes pour l'environnement ? C'est un fait qu'il connaît probablement déjà et qui est assez banalisé par les médias. Ce qui est beaucoup plus utile est de lui faire savoir combien de temps il lui reste pour arriver aux seuils admissibles avant qu'il ne soit obligé de changer son système de production. C'est ici le vrai rôle de la prospective : dire où en sont les taux de pollution dangereux dans les différents éléments des écosystèmes, leur évolution, leurs effets sur la population, etc., et aussi établir les seuils tolérables pour chaque écosystème. Car si la prospective environnementale du Plan Bleu se limitait aux théories et aux généralités, elle perdrait vite sa raison d'être et dégènerait vers la médiocrité. L'intérêt des indicateurs et indices ainsi établi dans l'Introduction, le Chapitre 1 explique très brièvement les rapports entre environnement et développement sous l'angle du concept du développement durable. Le Chapitre 2 explique la situation particulière des zones côtières et leurs problèmes. Le Chapitre 3 aborde les particularités des zones côtières méditerranéennes, qui sont souvent coincées soit entre la mer et la montagne, soit entre la mer et le désert, ce qui accentue les problèmes de l'utilisation du territoire et des ressources naturelles caractérisant la région méditerranéenne. Le Chapitre 4 explique la situation, les utilisations, et les menaces qui pèsent sur 6 sites préconisés, au titre des Programmes d'Aménagement Côtier (PAC) de la Méditerranée, dont ceux de Foukah en Egypte et Sfax en Tunisie. Le Chapitre 5 change de cap et aborde les indicateurs et indices environnementaux et écologiques, en définissant ces termes et en les détaillant pour mieux contribuer à la prospective environnementale. Le

Chapitre 6 est consacré aux autres programmes en cours ou en phase de conception, qui utilisent ou utiliseront des indicateurs et indices pour le suivi de l'état de l'environnement, que le Plan Bleu peut utiliser lui aussi à ses fins. Ces autres programmes sont ceux de la Banque Mondiale et du Programme International de la Géosphère et la Biosphère (IGBP), et aussi le programme DIVERSITAS effectué par trois organismes, l'Union International des Sciences Biologiques (IUBS), le Comité Scientifique des Problèmes de l'Environnement (SCOPE) et le Programme de l'Homme et de la Biosphère (MAB) de l'UNESCO. Ce Chapitre sert donc à faire des comparaisons et, à la rigueur, passer des accords de partenariat entre le Plan Bleu et ces instances, pour utiliser leurs résultats. Le Chapitre 7 va plus loin dans l'examen des principes pour le choix des indicateurs et indices utiles pour les zones côtières méditerranéennes, et est inspiré largement des rapports du Plan d'Action pour la Méditerranée (PAM). Ce chapitre montre également que les expériences proviennent en majorité des côtes non-méditerranéennes et donc sont difficilement applicables à la situation méditerranéenne. De plus, si on dépend d'elles pour des perspectives méditerranéennes, elles risquent d'être très facilement contestées par certains groupes de pression, et par la suite tomberaient à l'eau, au sens figuré bien sûr du terme. Ce chapitre est alors suivi par le Chapitre 8 qui précise les détails pour établir un programme de suivi de l'environnement et pour contribuer à la prospective environnementale dans les zones côtières des PAC. Finalement, le Chapitre 9 donne des conclusions et présente quelques propositions pour des actions opérationnelles, en particulier en ce qui concerne l'administration et l'éducation afin d'améliorer les conditions sous lesquelles pourrait être poursuivie la prospective environnementale au niveau régional et national.

Sont annexés au Rapport trois documents auxquels référence est faite dans le texte. Le premier présente les indicateurs discutés par le programme IGBP pour les écosystèmes terrestres, d'après les délibérations de la réunion d'Ury (Fontainebleau) en juillet 1992. Le second concerne les indicateurs proposés pour le programme CORINE de la CEE, tirés d'un rapport inédit par Monsieur Blandin, Directeur du Laboratoire d'Ecologie Générale à Brunoy, du Muséum National d'Histoire Naturelle à Paris. Le troisième traite avec assez de détails les avantages et les inconvénients de la télédétection comme outil pour le suivi de l'état de l'environnement.

Avec ces précisions, le terrain sera bien préparé pour concevoir la prospective environnementale des zones côtières méditerranéennes en général, et celles de la rive méridionale en particulier. Puisqu'il existe une volonté de la part des autorités locales et nationales et que sont présentes des équipes scientifiques expérimentées multidisciplinaires capables d'effectuer cette mission, cette tâche ne manque que d'une conception appropriée. A notre avis, la prospective environnementale ne pourra se faire qu'en étroite collaboration avec des équipes nationales sur le terrain, et à travers une coopération régionale efficace et permanente, à partir d'une démarche fondée sur des bases solides.



## INTRODUCTION

L'homme considéré comme le "père" du Plan Bleu pour la protection de la Méditerranée, Monsieur Serge Antoine, vient de faire le point sur l'état des efforts des pays méditerranéens et des organisations internationales à cet égard (Antoine 1993). A son avis, la région méditerranéenne, c'est-à-dire la mer et les paysages avoisinants, demeure toujours menacée. La région ne possédant que des ressources limitées et fragiles, ne peut satisfaire les besoins de la démographie galopante. Cet avis est aussi partagé par Berlan-Darque et Kalaora (1993) et Le Houerou (1993). Halim (1992) avait exprimé la même inquiétude en ce qui concerne le milieu marin. Pour Le Houerou (1993) la menace est plus grave avec les changements climatiques qu'on craint dans les décennies à venir, malgré quelques aspects positifs. D'autre part, Doumenge (1993) rappelle que sans avoir à attendre des dérèglements climatiques, les pays du bassin méditerranéen doivent savoir que les déversements d'origine terrestre dont ils sont responsables, sont en train de créer des conditions propices à l'apparition des conditions susceptibles de mettre en cause la vie même de cette Mer par une catastrophe écologique. De son côté, Antoine (1993) rappelle que le bassin deviendra globalement importateur vers l'an 2025. De ce fait, les marges de liberté dont disposent les pays pour engager un véritable "développement durable" sont étroites. Dans les pays du nord, l'urbanisation diffuse est la principale menace qui pèse sur les espaces boisés, en créant des conflits sérieux avec les autres utilisations du territoire (de Montgolfier 1993). D'après cet auteur, l'idéal serait d'offrir des conditions plus satisfaisantes aux utilisations actuelles, souvent conflictuelles ... Une forme de la pratique du développement durable. Dans le cas de la côte syrienne, Lavergne (1993) en présentant un schéma cartographique des menaces sur cette côte (Fig. 1), pense que son développement est à repenser entièrement, avec un souci du respect de l'environnement rejoignant celui du bien-être de la population, dans une analyse équilibrée des besoins des différents secteurs de l'économie, ainsi que de ceux qui sont liés aux populations associées.

La coopération des pays méditerranéens, malgré ses faiblesses et ses insuffisances (Antoine 1993), demeure le seul moyen possible pour surmonter les problèmes qui les touchent tous. Elle est, cependant, un champ fondamental à cultiver, mais le chemin sera long et dures seront les étapes de mise en place du développement durable. Nul ne voudrait que le bassin méditerranéen devienne le premier exemple dans l'histoire de l'humanité, d'un anathème du développement durable, lui qui a été le berceau de cette histoire et qui fut le plus riche en créativité culturelle durant toute cette période de plusieurs millénaires.

Dans le cadre de cette prise de conscience renouvelée et exprimée dans l'esquisse de Monsieur Antoine les auteurs qui partagent son avis, et dans le cadre du mandat des instances internationales responsables de la mise en oeuvre des accords signés par les pays méditerranéens se précise désormais une conception méditerranéenne du développement durable. Principalement la Convention de Barcelone de 1975 et de ses Protocoles (Marotta 1993), le travail ci-après a été entrepris pour donner un tour d'horizon des problèmes à confronter à l'heure actuelle en ce qui concerne les rapports entre l'environnement et le développement durable, et pas simplement le développement conventionnel comme était le souci avant 1987, date de parution du rapport de la Commission des Nations Unies sur

l'environnement et le Développement, présidé par Madame Gro-Harlem Bruntland, et nommé le "Rapport Bruntland," mais publié sous le titre "Notre Avenir à Tous".

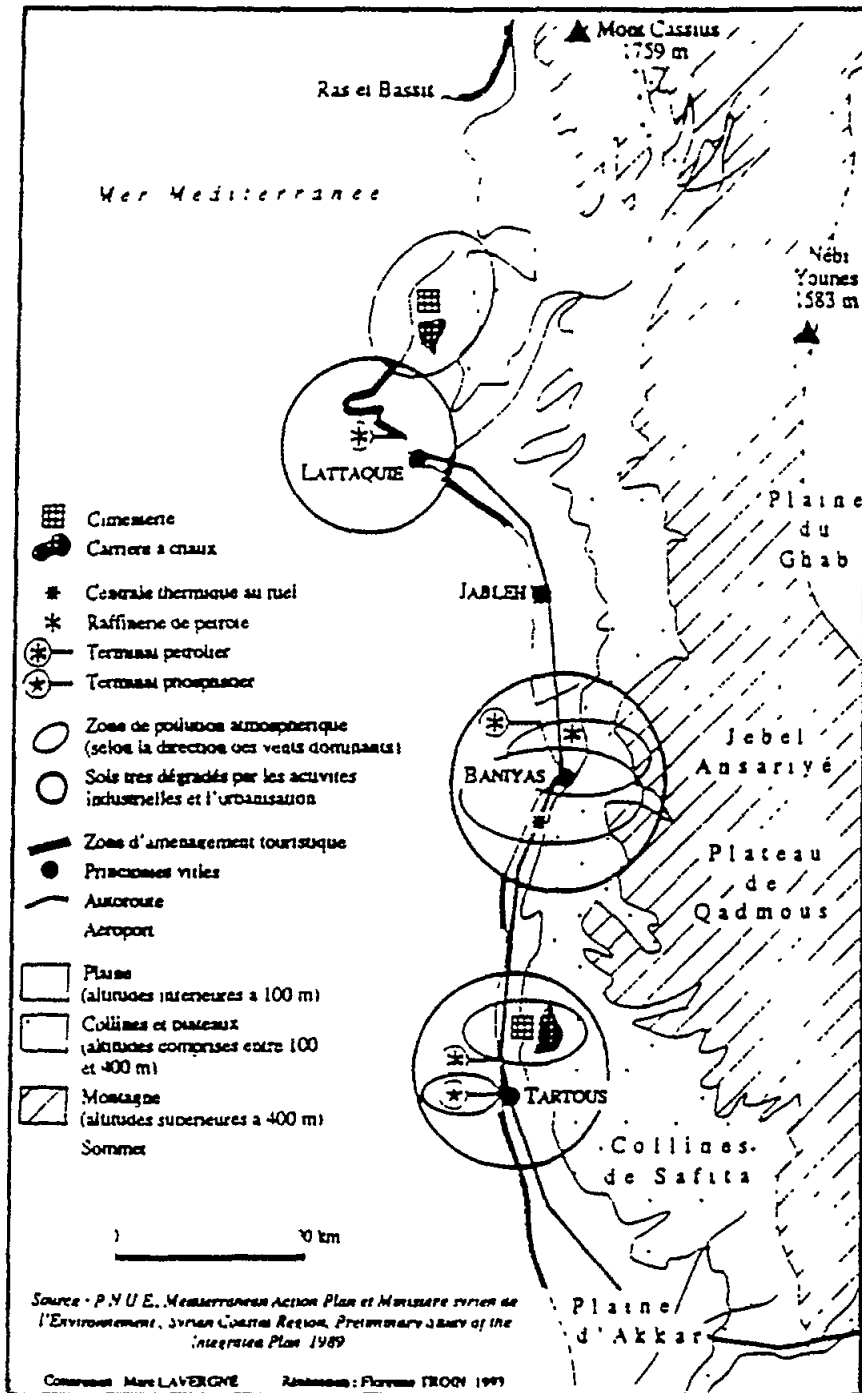


Fig. 1 La dégradation de l'environnement sur la côte syrienne, d'après LAVERGNE (1993)

C'est à partir de 1987 que toutes les organisations internationales concernées par le développement se sont engagées à penser et agir en termes des concepts du développement durable, bien qu'ils ne soient pas entièrement clairs ou théoriquement bien définis. En dépit des multitudes de définitions qui en ont été offertes, le principe toujours valable et acceptable est de ne pas entraver les options des générations futures pour profiter des ressources naturelles, qui doivent donc continuer à produire des bénéfices pour la communauté même si elles diminuent en quantité. Autrement dit, le concept implique l'utilisation des technologies qui peuvent augmenter la productivité des ressources naturelles, mais de manière continue, et non pas pour une durée limitée. Ceci implique également la nécessité de contrôler de temps à autre l'état de ces ressources par un système de "suivi" pour déterminer leur quantité et leur qualité, et les probabilités de leur utilisation par les générations futures. C'est dans cet esprit que le présent rapport a été conçu et préparé. Sa structure essaye de présenter les éléments de réflexion pour la mise au point d'un pareil système, avec les détails pertinents sur les analyses comportées dans ce système, d'après les besoins de six sites côtiers méditerranéens où un Plan d'Aménagement Côtier (PAC) est envisagé séparément pour chacun d'eux, mais qui serait quand même inspiré par un même et seul souci, celui d'appliquer le concept du développement durable comme fil conducteur.

Mais avant de terminer cette introduction, il serait utile de noter que si le développement durable signifie une équité des chances de vie entre les communautés dans le temps, il est plus logique de commencer d'abord par la réalisation d'une même équité entre les communautés dans l'espace, au temps présent, et dans notre cas il s'agit de l'espace méditerranéen. La sagesse populaire partout préconise de bien organiser sa propre maison avant de penser aux autres, surtout que les autres ne sont pas encore là. Faut-il donc gérer l'espace méditerranéen avec tout d'abord le souci de réaliser cette équité entre ses communautés voisines, et puis penser aux générations futures ? La réponse facile serait oui, mais une réflexion un peu plus profonde réfuterait cette facilité, voire naïveté, car, comme tous les êtres vivants, les sociétés humaines adoptent deux stratégies apparemment contradictoires mais en effet complémentaires, l'une assure la survie de l'individu à côté de celle qui assure la survie de l'espèce. La première précède la deuxième mais effectivement mène vers elle. A un certain moment, elle lui cède la place totalement ou presque. Dans tous les cas, il existe un équilibre dynamique entre les deux, que les sociétés humaines dites traditionnelles ont toujours reconnu et respecté, mais que les sociétés dites modernes ont oublié. Il fallait donc rédiger le rapport Brundtland pour faire revivre cette simple règle de la vie, simple mais aussi subtile. En adoptant ces deux stratégies, aucune d'elles devra être privilégiée aux dépens de l'autre, c'est cet équilibre simple mais subtil à la fois qui échappe à nos sociétés modernes. Et dans le cas de la Méditerranée, où les ressources sont limitées et les besoins augmentent, que l'application de ce principe pourrait s'avérer beaucoup plus difficile qu'ailleurs. Mais puisque le cadre de coopération est déjà existant, de manière plus ferme qu'ailleurs, il ne faut pas perdre l'espoir de réaliser cet équilibre, à condition qu'il soit appliqué dans l'espace aussi bien que dans le temps, et dans l'espace avant que dans le temps. Faute de quoi, la démarche perdrait sa crédibilité, et les instances responsables de la mise en oeuvre du cadre coopératif risquent de devenir des structures figées et embaumées dans une bureaucratie pathétique et lamentable, sans rien dire sur l'esprit de coopération naissant qui serait sûrement étouffé et méprisé par ceux qui en ont eu la garde à un moment donné.

## Le Rôle du Plan Bleu

Bien entendu, le Plan Bleu s'est chargé de poursuivre des études prospectives, puisqu'il est le volet prospectif du Plan d'Action pour la Méditerranée, et d'offrir, à partir de ces études, des choix possibles aux décideurs. Fin 1992, la CEE a décidé d'appuyer le Plan Bleu afin de lui conférer une fonction d'observation de l'environnement et du développement durable pour la région méditerranéenne (Antoine 1993). Faut-il à nouveau rappeler les rapports étroits environnement/développement ? Pourquoi s'est-il fait que les guerres civiles en pays méditerranéens, mais aussi toutes formes de mécontentement social ne se sont produites que dans les pays où le tourisme battait son plein et était fortement encouragé, à un seul pays près ? Est-ce le choc culturel ou la dégradation environnementale ? Ou les deux ensemble ? Bien sûr aucun sociologue n'est capable de discerner les causes des mécontentements sociaux, voire les guerres civiles insensées, au moins vues du côté des observateurs étrangers. On ne peut donc que théoriser, et une des théories donne beaucoup de poids aux chocs culturels, mais la dégradation environnementale n'y compte pas elle aussi pour rien. La prospective et l'observation pour aide à la décision ne doivent pas alors se limiter au côté environnement uniquement, mais devront y associer côté socio-économique et développement, préférablement avec le développement durable comme objectif désirable. Pour la prospective, on aura besoin d'un "état-zéro", et pour l'aide à la décision, des choix à l'aide de scénarios.

A l'heure actuelle le Plan Bleu ne s'occupe pas de surveillance mais plutôt d'observation et de prospective, c'est-à-dire mise en évidence des ruptures environnementales qui pourraient avoir lieu à long terme selon telle ou telle politique ou action développementale. Mais pour l'observation et la prospective, il faut avoir des indices et des indicateurs de l'état de l'environnement que les décideurs peuvent observer afin qu'ils s'assurent eux-mêmes que les choses se passent comme les scénarios le prévoient. Donc bien que le Plan Bleu, lui, n'a pas pour objectif de surveiller l'environnement à long terme, il ne peut sûrement offrir des scénarios prospectifs sans offrir avec eux les moyens de contrôler leurs performances, par rapport aux politiques et actions mises en oeuvre pour réaliser un développement quelconque, d'où la nécessité de traiter la question des indicateurs et indices de l'état de l'environnement avec assez de profondeur. A ce propos, il faut distinguer entre les programmes en cours au niveau régional du Bassin méditerranéen sous l'égide du Programme d'Action pour la Méditerranée (PAM) et son volet MEDPOL, programme relatif à la pollution marine, ou au niveau national que ce soit explicitement ou non dans le cadre méditerranéen, d'une part, et d'autre part l'ensemble des indicateurs et indices traités dans ce rapport, d'autre part. Tandis que les programmes de surveillance PAM se poursuivent avec l'idée de pollution en vue, l'ensemble traité ici est par contre conçu avec l'idée du développement durable et la prospective environnementale en vue. Cette nuance est fort importante à noter, car si quelques uns de ces indicateurs et indices existants à l'état opérationnel du PAM et peuvent être utilisés en admettant leur pertinence, ils ne sont pas du tout suffisants pour vérifier la performance des politiques et des actions du développement à l'égard de l'environnement, et ici il s'agit de l'environnement total de l'homme, fut-il individu ou société. Il a fallu donc discuter l'ensemble des indicateurs et indices de l'état de l'environnement dans sa totalité, et laisser aux décideurs d'en faire les choix propres à leurs objectifs, leurs besoins, et leurs moyens. Si ces choix coïncident avec les mesures et analyses

entreprises actuellement, tant mieux, mais s'il y en a d'autres qui seraient considérés importants, il faut que les utilisateurs les connaissent, faute de quoi la tâche serait banalisée au niveau de la redondance et de la vulgarisation, ce qui n'est sûrement pas voulu.

A côté d'une discussion des indicateurs et indices de l'état de l'environnement sur le plan général, il fallait traiter également des cas précis, qui ont une réalité et une actualité, ainsi qu'un intérêt exprimé par les autorités nationales. Nous avons eu l'occasion d'en mentionner six, à savoir la Baie de Kastela, l'Île de Rhodes, la Baie d'Izmir, la côte syrienne, le site de Foukah en Egypte, et Sfax en Tunisie. Bien que certains d'entre eux, notamment ceux du nord, ont été effectivement soumis à un plan de gestion dans la période entre le début de la rédaction de ce rapport et sa finalisation, on a dû retenir les leçons qu'ils présentent pour l'intérêt qu'ils offrent par comparaison avec les sites de la rive sud, qui n'ont pas été jusqu'à l'heure actuelle soumis à des plans semblables. Nous pensons qu'il s'agit là d'un intérêt qu'il ne fallait pas laisser échapper.

D'autre part, certains lecteurs pourraient trouver le traitement de certains sujets assez "savant", mais c'est un aspect inévitable si le rapport est voulu autosuffisant, et on a fait un effort pour reporter les détails les plus techniques aux annexes. D'autres lecteurs, au contraire, penseraient que le rapport aurait gagné un peu en concision, mais ceci n'est pas possible avec un sujet si complexe et si diversifié, au plan disciplinaire surtout, mais aussi au plan géographique. Si encore d'autres lecteurs trouvaient que l'aspect pratique et opérationnel devrait être mieux mis en évidence, c'est à nouveau que les aspects scientifiques et théoriques par la logique des choses doivent être prééminents. D'ailleurs, ce qui est discuté sur le plan opérationnel pourrait être élaboré ultérieurement, une fois que les bases scientifiques et théoriques sont reconnues et acceptées. En général, l'ensemble du rapport est rédigé dans l'esprit qu'une coopération méditerranéenne est souhaitable non seulement comme une expression de solidarité, mais principalement pour garantir la réussite des programmes nationaux eux-mêmes.

Un dernier mot à noter à propos de l'objectivité qui fait normalement la marque des essais scientifiques. Dans une étude comme celle-ci qui vise à fournir des éléments qui serviraient comme outil pour la prospective environnementale, ce qui l'objectif du Plan Bleu, il est inévitable de virer vers certains jugements de valeur, car c'est pour le bien des populations humaines que cet effort est fait en premier ordre. Et on ne peut pas prétendre maintenir l'objectivité lorsqu'il s'agit du bonheur des hommes et de leur bien-être, puisque c'est pour cela que les études scientifiques sont poursuivies en fin de compte. Comme pour le cas des droits de l'homme et de la démocratie, la prospective environnementale relève des intérêts présents et futurs de l'humanité. Les intérêts du présent, autrement dit le développement économique et social, sont lourds de valeurs éthiques, à côté des calculs de comptabilité et des finances, et le développement économique est lui-même un des droits déclarés de l'homme. Les intérêts futurs eux, on peut le dire, relèvent des droits des générations futures et sont eux aussi lourds de valeurs éthiques, beaucoup plus prééminentes que dans le cas du développement économique conventionnel. La prospective environnementale ne peut donc guère échapper d'être associée à une certaine dose de jugements de valeur.

Finalement, ce rapport ne peut prétendre être complet si l'objectif est de construire une méthodologie compréhensive pour la prospective environnementale, ni sûrement être le trait

final en ce qui concerne cette prospection appliquée aux zones côtières de la Méditerranée. Il a été rédigé avec le vif espoir que d'autres personnes et d'autres instances pourraient assez aisément prendre la relève pour des prospectives plus détaillées et pour des tentatives qui iront plus loin et plus profondément dans cette direction.

## 1. L'ENVIRONNEMENT ET LE DEVELOPPEMENT

Depuis la fin des années soixante, les instances internationales sont à la recherche d'une formule convenable pour associer les soucis de l'environnement et les exigences de la vie économique. Avec l'établissement du Programme des Nations-Unies pour l'Environnement (le PNUE) et la ratification des accords concernant la protection de la Méditerranée contre la pollution et la création du Plan Bleu pour concilier les activités économiques et le développement des pays méditerranéens avec le besoin de sauvegarder l'environnement méditerranéen pour le bien de ses peuples et pour le bon déroulement du développement économique même (Grenon et Batisse, 1988), il est devenu nécessaire de proposer des actions pratiques pour réaliser cet objectif. De telles actions sont proposées dans le cadre du concept du "développement durable" adopté par l'Assemblée Générale des Nations-Unies en 1987, proposé lui-même par la Commission sur l'Environnement et le Développement (CMED, 1989), sous le nom de Rapport Brundtland.

Le concept de développement durable est effectivement le principe respecté par les sociétés traditionnelles. Les économies de subsistance de ces sociétés impliquent des sacrifices faits à court terme afin de maintenir la base des ressources naturelles de leur environnement en bon état pour les générations futures. Mais à partir de l'homogénéisation de l'économie mondiale du 20ème siècle, qui se voit presque achevée, les sociétés humaines qui se trouvaient en équilibre avec leur environnement et qui étaient plus ou moins isolées les unes des autres, sont poussées à établir des échanges importants entre elles. Ces échanges les obligent à se soucier de satisfaire les exigences des marchés extérieurs plutôt que de maintenir l'équilibre traditionnel avec l'environnement. L'épuisement des ressources locales dans ces conditions n'est pas considéré comme un risque à mitiger. De plus, la modernisation de l'éducation, a poussé, elle aussi, à l'aliénation des jeunes et au flux vers les centres urbains. Ceux qui continuent à vivre dans les environnements d'origine, ruraux ou pastoraux, ne ressentent plus, en conséquence, la nécessité de sauvegarder la productivité de l'environnement, et cherchent à leur tour le profit instantané et maximum puisque leurs propres enfants ne seront pas leurs successeurs sur leurs territoires.

Par conséquent, les pays développés sont de plus en plus conscients de la nécessité de protéger l'environnement pour le bénéfice de la cohérence sociale et pour le maintien de la capacité productive pour une durée maximale dans l'avenir, tandis que les pays en voie de développement sont contraints sous des pressions économiques, notamment la surpopulation et le surendettement, d'exploiter leurs ressources, sans considération des conséquences néfastes pour les générations à venir, ou même pour la santé publique, tout simplement.

L'environnement est à la fois l'espace dans lequel vivent et se déplacent les hommes et la base d'où ils obtiennent les éléments de leur survie et de l'épanouissement de leurs civilisations et de leur développement économique. Il est aussi, et c'est souvent oublié, le réceptacle des déchets de toutes sortes produits par la vie normale des hommes et par leurs activités économiques. Concilier l'environnement et le développement, deux volets inséparables, signifie le ralentissement de l'épuisement et la dégradation des ressources

naturelles d'une part et, l'empêchement de la pollution des milieux et des ressources d'autre part. Comme on peut le voir, les deux volets se chevauchent : les déchets industriels dans un cours d'eau, par exemple, ne polluent pas seulement cette eau mais entravent son utilisation comme ressource naturelle pour les agglomérations urbaines ou pour la pêche et aussi pour d'autres industries. La préservation des structures sociales, un des devoirs primordiaux des gouvernements, comprend la "sécurité environnementale", qui n'est, en effet, qu'une partie intégrante de la sécurité de la société en général, puisque les sociétés humaines dépendent pour leur survie d'un environnement en bon état de productivité. Une comptabilité nationale judicieuse et équitable devrait comprendre les coûts encourus par la société entière, à plusieurs niveaux et à plusieurs horizons temporels. Les projets de développement libérés des soucis pour l'environnement ne font que négliger et ajourner les coûts, qui seront payés effectivement par des secteurs et des couches de la société ne bénéficiant pas forcément de ces projets. Pour compenser les dégâts d'un développement destructeur de l'environnement, les crédits viennent soit du Trésor Public (les contribuables), soit de l'aide internationale. Dans les deux cas, cette compensation est une subvention indirecte qui ne fait qu'encourager plus de projets destructeurs de l'environnement, et une accentuation de la dégradation environnementale, qui finit par devenir irréversible. Tel est le cas de la désertification dans les pays à environnement ultra-fragile, du Sahel africain. C'est un exemple de ce qui peut se passer dans d'autres environnements moins fragiles si l'on persiste à les dégrader.

Le développement durable repose justement sur une stratégie qui vise à corriger cette situation aberrante. D'après cette stratégie, la priorité du profit maximum dans le minimum de temps est rejetée si elle mène à une dégradation irréversible de l'environnement, ou à des dégâts trop lourds pour la société. Le développement durable consiste à accepter des profits immédiats moins importants afin d'éviter des dépenses beaucoup plus importantes dans l'avenir.

La transition vers le développement durable implique une prise de conscience de ces objectifs et leur intégration dans les différents domaines de l'activité économique. A titre d'exemple, on abordera le cas de l'agriculture et de l'industrie, deux grands domaines du développement conventionnel et de la planification.

Dans le cadre du développement durable des agro-systèmes, il faudrait prendre en compte les éléments suivants :

- 1- Les points de vue des trois parties concernées, l'agriculteur, le propriétaire terrien et le pouvoir central (et peut être les citoyens, consommateurs des produits agricoles).
- 2- La compatibilité des indicateurs écologiques et socio-économiques, au niveau de l'agro-système, d'une part, et les indicateurs socio-économiques à différents niveaux de l'organisation sociale (et internationale) d'autre part.
- 3- Les conditions écologiques dans les zones rurales et urbaines.
- 4- Les conditions économiques de l'agro-système national dans sa totalité.



- 5- Etude de cas des projets de développement agricole et analyse des facteurs de leurs succès ou de leurs échecs.
- 6- L'élaboration d'un plan d'action pour rétablir les équilibres écologiques et socio-économiques de sorte que ces équilibres soient maintenus dans le futur sans beaucoup d'interventions.
- 7- Nuancer le plan d'action pour inclure les agro-systèmes de différents niveaux des rapports intrants/extrants, et de différentes formes de propriété (individuelle, tribale, gouvernementale, entreprises, etc.).
- 8- Inclure les différentes formes d'agriculture et les intégrer (cultures sèches, reforestation, pâturage, élevage intensif, etc.).

Dans le cas de l'industrie, lorsque le développement durable est évoqué, il semble difficile d'appliquer ses concepts puisque l'industrie dépend de ressources non renouvelables (énergie et minerais).

Cependant, il y a lieu de modifier les décisions des économistes et des ingénieurs dans la mesure où ils peuvent acquérir des connaissances écologiques et environnementales. C'est peut-être pour cela que l'ONUDI a choisi comme titre pour ses nouveaux programmes "Développement Industriel Durable Ecologiquement" (DIDE). Ce qui compte est l'application des principes écologiques de base. Ces programmes comportent la production industrielle propre; ils devraient aussi s'intéresser à la partie amont et aval de la production :

- 1- utiliser davantage les matières abondantes et économiser les matières rares.
- 2- éviter au maximum les matières nuisibles et dangereuses.
- 3- réduire la consommation énergétique des ressources fossiles.
- 4- fabrication de produits utiles et sans dommages à l'environnement ou à la santé, et limiter les déchets.

Mais en fait les moyens disponibles ne semblent pas atteindre de tels objectifs. Chaque pays, tout de même, doit viser provisoirement ces objectifs en transformant ses industries, notamment les nouvelles, dans ce sens.

Les discussions sur le développement durable montrent le besoin de mettre en oeuvre un *plan national pour l'aménagement du territoire, comportant les zones côtières, et non simplement un plan de localisation de l'industrie, ou de telle ou telle activité économique, indépendamment des autres activités.* Un tel plan devrait viser à une basse consommation des terres, de l'eau, de l'énergie et une production utile et non nocive. L'industrie nationale, pour être durable, devrait aussi dépendre des technologies locales et devrait cultiver la créativité et l'innovation locales dans les domaines de la technologie industrielle, y compris celui de la lutte contre la pollution industrielle. Une contrainte majeure qui empêche cette lutte, dans les pays en voie de développement, est le prix prohibitif de la technologie antipollution importée des pays industrialisés.

## 2. LES ZONES COTIERES ET LEURS PROBLEMES

Si la côte est la ligne de démarcation entre deux milieux sur lesquels l'homme se déplace, la lithosphère et l'hydrosphère, les côtes méditerranéennes sont marquées par le fait qu'elles représentent la bande qui sépare deux mondes, la Mer d'un côté et le désert immense de l'autre côté, dans le cas de secteur sud-est, ou le monde des montagnes ailleurs. Parfois les montagnes sont tellement proches de la mer qu'elles ne laissent que quelques kilomètres de distance entre elles et la mer comme le cas des Alpes Maritimes ou le massif de l'Atlas. Rappelons que dans de telles conditions la côte n'est pas seulement la ligne de discontinuité entre deux milieux différents, mais plutôt la ligne de communication entre deux zones bien peuplées, généralement des plaines fertiles ou des villes avec leur arrière-pays ou avec d'autres zones plus loin sur la côte. La côte devient alors un passage favorisé et préféré pour le trafic des personnes et des marchandises, dans la paix ou en temps de guerres pour les armées. Les côtes méditerranéennes ont ainsi attiré des populations étrangères venues de territoires plus loin du nord, de l'est et du sud, qui en ont fait leurs patries et le point d'appui pour se lancer dans la voie civilisatrice. Des grandes villes, dont certaines sont devenues des capitales de pays bien consolidés, voire d'empires, furent construites là où un fleuve se jetait dans la Mer. D'autres furent construites comme centres d'activités pour un arrière-pays assez vaste et fertile. Depuis l'époque romaine, la côte sud fut la route privilégiée pour le commerce et les armées, mais la côte nord ne fut pas ainsi utilisée à cause du relief et c'est la Mer qui fut au contraire la voie préférée de communication.

A l'heure actuelle, les côtes méditerranéennes subissent des pressions sans précédents. Avec peu de planification préalable les villes côtières glissent dans tous les sens le long des côtes, les industries s'installent, les plages et les ports de plaisance s'étendent, et les déchets de toutes sortes abîment le terrain tandis que la pollution dévalorise la pêche.

En général, les côtes bénéficient d'une situation favorable due à la proximité du milieu marin, à savoir un climat doux et atténué. Les variations climatiques sont moins prononcées. L'extension de l'effet maritime dépend du relief de l'arrière-pays et de l'orientation de la côte. L'humidité du sol varie selon la pluviométrie et l'humidité relative atmosphérique. La pluviosité, l'humidité relative, la rosée nocturne, et l'humidité du sol influencent la vie des plantes qui ont à leur tour un rôle déterminant dans l'écologie des zones côtières. Le relief et la succession de dunes et de dépressions influencent le régime hydrologique et contribuent à la création de lagunes, deltas, estuaires, sebkhas. Ces formations géomorphologiques constituent le "domaine paralytique" (Guelorget et al. 1983), situé entre le domaine marin et le domaine continental, utilisé pour l'aquaculture, la navigation, l'urbanisation, ou tout simplement remblayés pour accroître les surfaces de terres cultivées.

Souvent le sol tout près du domaine marin est trop humide et salinisé pour être utile à l'agriculture ou au pâturage, et n'est qu'une source de moustiques nuisibles au tourisme. La démoustication en utilisant des insecticides devient alors impérative. Dans d'autres cas, les usines utilisent le milieu paralytique pour s'y débarrasser d'effluents liquides, souvent avec des taux élevés de matières toxiques, avec des conséquences néfastes pour la pêche et pour l'extraction de sel.

Parmi les utilisations de l'espace dans les zones côtières méditerranéennes, on peut compter également le pâturage, qui est le plus important en termes d'espace, surtout dans le secteur sud-est du Bassin, où il est peut-être le plus important aussi en termes de rentabilité de l'espace et d'occupation économique des populations. L'extraction des ressources minières n'utilise pas beaucoup d'espace mais défigure le paysage, surtout avec les méthodes d'excavation à ciel ouvert (calcaire, gypse, et autres matériaux de construction). Les sites abandonnés par ces activités se transforment souvent en friches salées qui dévalorisent les villages touristiques avoisinants en posant des problèmes de moustiques nuisibles. Le pétrole est une autre richesse minérale exploitée dans la zone côtière qui ajoute à la dégradation de cet environnement. Le conflit entre activités pétrolières et touristiques ne cesse d'inquiéter les responsables de ces deux secteurs les plus rentables pour le pays, mais apparemment incompatibles sur les zones côtières. Le tourisme, lui, pose un gros problème de pénurie des ressources en eau douce sur les côtes faiblement approvisionnées. La solution recherchée par plusieurs pays est de transporter l'eau douce par pipe-lines, en provenance des fleuves un peu plus éloignés. Autrement des canaux d'irrigation sont creusés pour servir à l'extension de l'agriculture dans l'arrière-pays. Ceci risque de faire inonder par infiltration les basses terres entre les champs irrigués et la côte, et ainsi créer de nouveau des marais salés.

Une autre sorte d'utilisation et d'aménagement du territoire, qui a été présentée récemment comme une mesure à prendre pour conserver les ressources naturelles des zones côtières, tout spécialement, est la création de réserves naturelles marines et terrestres dans un système intégré de l'écologie du paysage, qui comprendrait :

- 1- réserves naturelles fermées au grand public.
- 2- réserves forestières situées sur les anciennes dunes.
- 3- espaces fermés pour des objectifs particuliers, par exemple infiltration de l'eau.
- 4- espaces pour récréation intensive et/ou extensive.
- 5- espaces pour la récréation avec fréquentation limitée.
- 6- espaces bâtis.
- 7- espaces de production agricole.

Toutes les agglomérations urbaines du pourtour méditerranéen, cependant, se trouvent confrontées à la difficulté de choisir des méthodes acceptables pour le traitement des effluents liquides, souvent un mélange des rejets domestiques et industriels, et donc extrêmement difficiles à séparer et à recycler. Avec les exigences des protocoles signés dans le cadre de la protection de la Méditerranée contre la pollution, des villes comme Izmir et Alexandrie n'ont pas encore pu résoudre ce problème (Pano et al. 1989, El-Adawy 1991, Lagacé 1992). Il est donc évident que les zones côtières méditerranéennes méritent un certain effort pour faire face à leur utilisation optimale et pour résoudre les problèmes accentués des conflits entre plusieurs lignes de développement qui s'y concentrent. Dans certains cas, c'est l'utilisation la plus rentable qui l'emporte, ou celle défendue par le Ministère le plus puissant en termes des enjeux politiques au moment de la prise de décision. Ce sont très rarement les considérations environnementales qui entrent dans le processus de prise de décision. Parmi les communautés des professionnels, il existe heureusement déjà, depuis quelques années, une forte prise de conscience à l'égard de l'environnement, et un

désir sincère d'intégrer les considérations environnementales dans les techniques propres à ces professions - Ghabbour (1976) et Kassas, pour les techniques des paysagistes dans le contexte du développement des zones côtières des régions arides ont souligné ces principes:

- 1- l'abandon de certaines activités qui ont causé la dégradation et l'effondrement des écosystèmes productifs,
- 2- révision et modification de certains concepts de développement et de planification, même s'ils sont acceptés en termes de rentabilité à court terme,
- 3- contrôle de la démographie des zones côtières par rapport à leur fragilité et au faible potentiel de leurs ressources naturelles,
- 4- contrôle des nouvelles activités proposées pour les zones côtières (tourisme, extractions) dans le cadre de la fragilité des zones côtières, et par intégration avec des programmes de conservation et des réserves naturelles,
- 5- recours aux technologies modernes pour la planification du développement qui font économiser beaucoup de temps et de ressources financières, telles la télédétection, l'analyse des systèmes, la modélisation, et les sciences de l'écologie appliquée (Cancela da Fonseca, 1990).

Coudert (1989) a présenté un aperçu des conflits actuels entre activités humaines concurrentes dans les régions littorales méditerranéennes ainsi que les conflits entre ces activités et l'environnement. Les premiers comprennent l'urbanisation dense ou diffuse, l'agriculture, la pêche et l'aquaculture, l'extraction minière, l'industrie, l'énergie et son transport, les ports de commerce et de plaisance, et le tourisme. Elle souligne qu'un certain nombre de ces activités sont mutuellement exclusives, compte tenu de l'espace fort limité. Les conséquences de ces activités sur l'environnement comprennent :

- l'imperméabilisation des sols et leur perte définitive pour l'agriculture (et le pâturage),
- la salinisation des nappes phréatiques et leur pollution,
- la dégradation et la destruction du paysage et du patrimoine historique,
- l'érosion côtière, la contamination des poissons comestibles, la turbidité des eaux marines,
- l'affaiblissement et la rupture éventuelles des structures sociales des populations locales.

L'écologie du paysage, comme une discipline de l'écologie appliquée, a fait beaucoup de progrès dans les dernières années, et a proposé plusieurs démarches pour résoudre les conflits de l'utilisation conflictuelle de l'espace, parmi lesquelles nous pouvons citer Cancela da Fonseca (1990) qui a proposé de confronter deux questions fondamentales :

- 1- Comment pouvons-nous prédire l'évolution du paysage et quels sont les seuils à ne pas dépasser pour maintenir la stabilité du système du paysage (ou son écosystème, d'après le terme proposé par Blandin et Lamotte, 1988) ?
- 2- Comment apparaîtrait le nouveau système de paysage (écosystème) si ces seuils sont dépassés ?

Les préceptes de l'écologie de paysage sont une bonne approche, voire la seule, à adopter pour l'application réussie des principes de développement durable à l'aménagement des paysages côtiers en Méditerranée, étant donné leur fragilité et l'intensité des conflits autour de leurs ressources naturelles et historiques, ainsi que les traits particuliers de leurs sociétés locales.

### 3. LES PARTICULARITES DES ECOSYSTEMES COTIERS MEDITERRANEENS

#### 3.1. Introduction

Les écosystèmes du Bassin méditerranéen, malgré leur spécificité étant intermédiaire entre le Sahara de l'Afrique et le biome de la forêt tempérée de l'Europe, ce qui a été remarquée depuis le début des observations géographiques classiques, ne figurent pas pour autant dans les classifications des provinces biogéographiques à grande échelle, telle celle présentée par Udvardy (1984). Pourtant, on peut facilement reconnaître cette spécificité à la fois écologique et culturelle, par une simple lecture de l'histoire des civilisations du Moyen-Orient et de l'Europe. Les ressources naturelles fournies par ces écosystèmes ont beaucoup fait pour l'épanouissement de ces civilisations. Les cèdres du Liban et le cuivre de Chypre ont contribué de manière indéniable à la gloire de l'Ancienne Egypte. Les Phéniciens et les Grecs qui ont établi Carthage et Massilia, n'ont pu le faire que grâce à la similarité de ces sites à leurs pays d'origine. Depuis cette époque, apparemment, les peuples méditerranéens se sont divisés sur le pourtour méditerranéen sur des bases ethniques, culturelles, et politiques, en sus des différences écologiques entre le nord et le sud du Bassin. Les écosystèmes méditerranéens ne sont donc pas uniformes et sont au contraire différenciés et ont influencé fortement le cours de l'histoire et des cultures. Les différences culturelles entre peuples de sud et peuples du nord, les uns coincés contre le Sahara et les autres contre les massifs montagneux, ne relèvent pas seulement de leurs situations géographiques, mais aussi de ce que chacune de ces situations entraîne comme différences écologiques spécifiques : climat, altitude, proximité de la Mer, sol, flore et faune. L'ensemble de ces éléments et leurs interactions, constituent à la fois la particularité et la diversité des écosystèmes côtiers qui influence à son tour le développement culturel de la population qui y habite, ainsi que ses rapports avec ses voisins. Il n'est donc pas sans intérêt d'étudier en un certain détail les particularités des écosystèmes côtiers méditerranéens et d'y consacrer quelques pages dans ce rapport, afin de mieux cerner les rapports écologie/culture, et surtout l'évaluation que donne les populations à leur environnement, et par suite, l'investissement que peuvent assurer ces populations pour l'amélioration de leurs environnements respectifs.

#### 3.2. Etat de nos connaissances

En ce qui concerne la caractérisation des écosystèmes méditerranéens, nous bénéficions des synthèses faites récemment par Quezel (1984) et Lamotte et Blandin (1989) mais aussi Nahal (1976) sur la diversité pluviométrique. Il est également utile de consulter Long et Pons (1985) et di Castri et al. (1988) pour plus de renseignements sur les écosystèmes méditerranéens. Dans le cadre du Plan Bleu, des synthèses liant les facteurs écologiques et sociaux ont été faites par Grenon et Batisse (1988), Coudert (1989), et Ramade (1990).

Les climats méditerranéens manifestent de fortes différences selon qu'il s'agit de secteurs méridionaux, proches des déserts subtropicaux, ou au contraire septentrionaux proches des régions tempérées, atlantiques ou continentales. Pour Quezel (1984), la région méditerranéenne présente une véritable énigme, avec sa topographie extrêmement accentuée

et sa géologie qui est l'une des plus complexes du monde. Des massifs montagnards souvent fragmentés, des reliefs abrupts, des vallées profondes, de hauts plateaux, de vastes plaines sédimentaires, des fleuves sinueux et une abondance d'îles, sont les traits géographiques proéminents qui caractérisent la région. Ces conditions ont clairement joué un rôle important dans la création de divers habitats (ou biotopes), et ont activement encouragé la diversification de la flore (et la faune) de la région. Avec ses larges fourchettes de température et de pluviosité, la région méditerranéenne peut être considérée comme une miniature réunissant les caractères de l'environnement saharien et tempéré, et pas simplement une zone de transition entre les deux, car elle montre des mélanges à différentes proportions dans les différents biotopes.

Par delà les variations journalières et saisonnières de température et de pluviosité, les variations interannuelles jouent aussi un rôle important. Surviennent une année où les conditions s'éloignent trop de la moyenne, ce qui se passe souvent du fait de la grande variabilité des conditions climatiques, une partie de la flore et de la faune se trouve plus ou moins éliminée. C'est le cas du gel pour la rive nord et les sécheresses exceptionnelles vers la limite méridionale de la zone méditerranéenne en Afrique.

Les sécheresses se font ces années-ci plus sentir, elles aussi, sur la rive nord. Ainsi, la diversité géographique des climats méditerranéens s'accroît par les variations à moyen terme qui peuvent contribuer à la fragilisation excessive des écosystèmes méditerranéens, en ramenant à des stades juvéniles les séries de reconstitution des peuplements végétaux et animaux. Par conséquent, on conçoit que la seule définition précise des écosystèmes méditerranéens terrestres d'après Lamotte et Blandin (1989) constitue une tâche énorme aujourd'hui encore, même si peu de régions au monde ont fait l'objet de travaux aussi nombreux sur leur écologie.

Beaucoup d'écosystèmes de la région méditerranéenne sont marqués par des caractéristiques liées à la situation insulaire, pas seulement dans les vrais îles, mais aussi dans les biotopes isolés, par d'autres biotopes de nature différente (les deltas, les vallées, etc.). Ainsi se trouve encore accrue - et cela sur de très faibles distances - la diversité des milieux.

Quezel (1984) a proposé les zones suivantes, avec leurs éléments caractéristiques de la végétation :

- la zone infra-méditerranéenne, correspondant exclusivement au Maroc atlantique et la région macaronésienne
- la zone thermo-méditerranéenne, bien développée sur tout le pourtour méditerranéen
- la zone méso-méditerranéenne, principalement une zone de chênes sclérophylles
- la zone supra-méditerranéenne, avec des chênes caducifoliés
- la zone montano-méditerranéenne, à conifères de haute altitude
- la zone oro-méditerranéenne, à parcours de graminées nains ou garrigues xérophiiles épineuses, et des junipaires occasionnelles
- la zone alti-méditerranéenne, qui correspond au haut Atlas et à la chaîne du Taurus, à plantes annuelles de taille réduite et éparses.

On pourrait ajouter la zone xéro-méditerranéenne à arbustes de chénopodiacées sur la côte entre le Sinaï et le sud tunisien.

Les caractérisations de ces zones ne sont qu'indicatives, et leurs limites se mêlent selon les latitudes et les autres traits écologiques. Au sein de ces zones, on peut distinguer plusieurs groupements. Pour la marge méditerranéenne de la zone alpine, par exemple, on observe déjà une grande variété de groupements qui résulte principalement de trois ensembles de phénomènes :

- l'étagement des zones bioclimatiques ;
- la différenciation des flores entre les secteurs occidentaux et orientaux ;
- l'existence, dans les secteurs et les étages, de différentes séries dynamiques, dont chacune peut être représentée par de multiples stades.

Ceci va de même pour la seule série supra-méditerranéenne occidentale de chêne pubescent, à quoi correspond au moins une quinzaine de groupements différents, ou les formations à résineux de l'ensemble du pourtour méditerranéen, comprenant plusieurs types. Le même phénomène est observé à l'autre bout de l'échelle dans la zone xéro-méditerranéenne du sud-est du bassin, où l'analyse phytogéographique dégage plusieurs formations sur des superficies de quelques kilomètres carrés.

### 3.3. L'action de l'homme

En rapport avec l'ancienneté et la densité de l'occupation humaine, liées à l'environnement favorable de la région, il existe des séries de végétation correspondant à la dégradation, (ou à la reconstitution) des végétations originelles climatiques.

D'autre part, avec des sols détruits par l'érosion, s'installent de façon permanente des types de végétations secondaires engendrées par la déforestation excessive, les incendies, ou le surpâturage. L'agriculture commence toujours par les zones les plus fertiles (autrement dit, les plus riches en espèces spontanées également), et se localise dans les plaines et les vallées. Les zones de pâturage ont elles aussi modifié la végétation d'origine mais de manière moins brutale. Pâturage et feu ont provoqué l'extension de formations végétales qui offrent les apparences d'un climax mais qui sont en réalité des états dégradés de formations primaires. La modification des sols ne permet pas la reconstitution de cette végétation primaire, plus riche en espèces et en biomasse. Certaines espèces existent dans ces formations et en constituent des points de repère, ou des espèces "édificatrices" sans être pour autant de grande densité. C'est le cas des arbres et arbustes. Les espèces edificatrices protègent le sol, accumulent la matière organique, fournissent des abris pour la microflore et la faune du sol, et jouent ainsi un rôle important et déterminant dans ces écosystèmes. Elles jouent effectivement le rôle de colonne vertébrale de ces écosystèmes.

Malgré l'impact de l'homme, le Bassin méditerranéen conserve toujours une richesse considérable d'endémiques. Sur près de 25 000 espèces végétales, on estime qu'il existe environ 12 000 endémiques (Ramade, 1990). La diversité des conditions de l'environnement ont sans doute aidé au développement et à la conservation des espèces endémiques dans des

situations isolées (conditions insulaires), mais ont aussi influencé la différenciation du fonctionnement même des écosystèmes méditerranéens. La diversité de ces écosystèmes s'étend donc au fonctionnement aussi bien qu'à la structure. Les conditions d'isolement et les étendues souvent réduites des écosystèmes ne permettent, avec les sols plus ou moins érodés, qu'une reproduction végétale limitée et un peuplement animal lui aussi réduit. Ainsi, se manifeste une certaine pauvreté de la flore et de la faune. Cette relative pauvreté biologique de chacun des écosystèmes considéré individuellement s'oppose à la diversité des écosystèmes, de sorte qu'au niveau régional la richesse spécifique apparaît importante. Cette opposition montre l'intérêt tout spécial de la particularité de l'écologie méditerranéenne, même considérée dans un secteur géographique limité. La diversité à l'échelle du paysage est souvent due à la juxtaposition des divers stades de séries régressives et progressives, généralement déterminées par des facteurs anthropiques, sorte de kaléidoscope géant. Il y a là un champ de recherches particulièrement important pour mieux comprendre la dynamique des écosystèmes au sein des écocomplexes (groupe d'écosystèmes voisins), compréhension indispensable à la gestion et à l'aménagement de l'espace. Les écosystèmes ne sont pas des points fixes dans l'espace, mais des systèmes d'interactions. Lamotte et Blandin (1989) arrivent à la conclusion que "le temps n'est donc pas encore venu pour inclure les écosystèmes méditerranéens, climatiques ou dégradés, dans une comparaison permettant de faire ressortir les facteurs limitants de leur fonctionnement par rapport à l'ensemble des écosystèmes du globe".

En somme, on peut souligner que parmi les traits saillants des écosystèmes terrestres méditerranéens comptent :

- 1- une grande fourchette de températures (près de 0° à 40°C) et de pluviosité (près de 0 à 3000 mm/an) en fonction de la latitude (du 20e au 40e degré N), de la longitude (du 6e ouest au 36e est) de l'orientation de la côte, et de la topographie ;
- 2- une complexité du relief dans la majeure partie de la région méditerranéenne et une grande diversité des sols, un grand nombre d'îles (cas de Rhodes), et de sites plus ou moins isolés les uns des autres (phénomène d'insularité) ;
- 3- des côtes étroites coincées soit entre la Mer et le Sahara au sud (cas de Foukah et de Sfax), soit contre les massifs de montagnes (cas de la Baie de Kastela, de la côte syrienne et plus ou moins celui d'Izmir), ce qui intensifie de manière préminente les conflits d'utilisation du territoire ;
- 4- une richesse remarquable en espèces végétales (près de 25 000 et un taux d'endémicité élevé (près de 12 000 espèces, allant de 1 100 pour l'Égypte à 6 000 pour l'Espagne, avec une zone de plus de 50 espèces endémiques par kilomètre carré). Le même phénomène est remarqué par di Castri et Vitali-di Castri (1981), qu'ils appellent "pulvérisation" des habitats, dans le cas de la faune du sol. Cette endémicité très forte s'explique par le phénomène d'insularité et a été préservé malgré l'impact de l'occupation humaine, ancienne et intensive.
- 5- la rareté des formations originelles de végétation (végétation primaire) et l'extension des formations secondaires, dues à l'impact de l'agriculture, du pâturage, ou des incendies ;
- 6- la vulnérabilité des écosystèmes due aux vicissitudes du climat (sécheresse, gel),



l'érosion des sols, et l'utilisation excessive des écosystèmes due aux pressions socio-économiques des sociétés modernes ;

- 7- le manque de données sur les richesses faunistiques par comparaison à nos connaissances sur les végétaux, et aussi sur les facteurs limitants du fonctionnement des écosystèmes méditerranéens par rapport aux autres écosystèmes du globe.

Compte-tenu de l'ensemble de ces traits, les écosystèmes méditerranéens, surtout ceux des zones côtières, sont évidemment d'une fragilité exceptionnelle qui exige une grande attention dans les programmes d'aménagement des zones côtières, et des programmes de suivi écologique durant et après la mise en marche de ces programmes. La productivité, la diversité spécifique, la résilience des écosystèmes terrestres méditerranéenne sont plus faibles avec l'aridité, les sols squelettiques, la forte pente, la pluviosité irrégulière, et les perturbations humaines répétitives, y compris l'irrigation. Les mesures prospectives et préventives sont donc plus nécessaires là où ces conditions sont plus fortement présentes. Afin d'atteindre les objectifs de la prospective environnementale dans le cadre du développement durable dans les programmes d'aménagement des zones côtières en Méditerranée, les actions à conséquences négatives sur les écosystèmes doivent être accompagnées d'actions à conséquences positives, parmi lesquelles il faut compter la protection des refuges des espèces endémiques végétales et animales et les conditions favorables au bon fonctionnement des écosystèmes (prévention d'érosion, reboisement, lutte contre la désertification, etc.).

#### **3.4. Le Problème de salinisation des sols des zones côtières**

D'après les données récentes cartographiées par le PNUE, la FAO et autres organisations spécialisées, il apparaît que le problème de salinisation des sols en Afrique, par des causes anthropogènes, concerne à peu près 10 % de tous les sols touchés par la salinisation, mais la moitié des sols irrigués. D'autre part, la perte des éléments nutritifs des sols, toujours par des causes anthropogènes, concerne, lui, la moitié des sols soumis à l'arido-culture. (Thomas et Middleton 1993). Les deux phénomènes relèvent du phénomène plus globalisant de la désertification, ou plutôt la dégradation des terres. Dans le cas des sols côtiers, le problème est aggravé par l'intrusion des eaux marines salées, comme dans le cas du Delta du Nil. Avec la hausse prévue des niveaux des mers, ce problème s'aggravera dans l'avenir. de Boodt (1991) propose des mesures et techniques peu coûteuses pour lutter contre le phénomène de salinisation des sols en utilisant des conditionneurs hydrophiliques ou bien hydrophobiques qui ont aussi l'avantage d'éliminer le besoin de lessivage par des quantités importantes d'eau, qui n'enlèvent pas seulement les sels défavorables, mais aussi les sels nutritifs et engendrent la déstructuration du sol. Il est donc nécessaire d'observer l'état du taux des sels défavorables ainsi que les sels nutritifs, tels P, Ca, Mg et K, et avec la matière organique et les particules fines du sol, dans les sols irrigués et/ou soumis à l'aridoculture, dans les zones côtières, sans oublier l'état de la biologie du sol (microflore et micro mésofaune).

Pour de Haes et al. (1991) les objectifs de la qualité de l'environnement sont déterminés par rapport à la politique générale de l'aménagement d'un territoire donné, que ce soit pour des utilisations industrielles, récréatives, pour la conservation des écosystèmes d'un intérêt

spécial, ou autres. Cette politique générale, si elle n'inclut pas des objectifs spécifiques pour la protection de l'environnement ou pour le maintien d'un certain niveau de salubrité, ne pourrait jamais permettre la prise de mesures visant à garantir un mode de développement durable. Les objectifs spécifiques doivent préciser les caractéristiques désirées pour l'environnement, ainsi que la nature des communautés animales et végétales souhaitées. La sélection des paramètres de la qualité de l'environnement sont pour les éléments abiotiques aussi bien que pour les éléments biotiques, mais ils doivent répondre, d'après ces auteurs, à quatre critères :

- un rapport direct avec les objectifs de la politique environnementale.
- sensibilité aux changements et aux conditions de l'environnement.
- facilité de détection (méthodes et instruments simples et peu coûteux, mais aussi facilité d'interprétation et de présentation), et enfin,
- la sympathie de l'indicateur chez le grand public et les décideurs, tout en prenant en compte que ces indicateurs, tels les mammifères et les oiseaux, qui ont une valeur esthétique, ne sont pas forcément les bons indicateurs, ou ne sont pas eux seuls les bons indicateurs. Leur valeur populaire est pourtant utilisable mais avec des précautions.

Les auteurs présentent un tableau de ce qu'ils appellent des paramètres pour chacun des objectifs de l'utilisation du territoire, ce qui est une aide pour plus de détails à élaborer pour chaque site et pour chaque situation, car ces "paramètres" ne sont en effet que des grands titres (air, eau, sol, flore, faune) qui restent à examiner en profondeur, et qui doivent être quantifiés d'une manière ou d'une autre. Une quantification valable ne peut se faire, hélas, que par rapport à une valeur antérieure (si on en a des anciennes mesures), ou une valeur souhaité (d'après les objectifs du plan). Les valeurs actuelles sont comparées aux valeurs souhaitées au fur et à mesure jusqu'à ce qu'on arrive à un niveau acceptable pour chacun, et pour l'ensemble, des paramètres convenus.

D'autre part, de Boer et al. (1991) proposent un indice de santé de la population par rapport aux nuisances de l'environnement, ce qui est d'un intérêt certain pour les zones urbaines, mais aussi pour quelques zones rurales. La difficulté de cette approche est qu'il faut être extrêmement prudent en pondérant les différents éléments qui entrent dans le calcul de l'indice, d'une part, et la difficulté d'expliquer la signification de l'indice au public et aux décideurs, surtout pour les petites communautés au niveau local. Comme pour les autres indicateurs, il faut évaluer les nuisances pour chaque situation séparément.

#### 4. LES ETUDES DE CAS

Les études de cas sélectionnés pour démontrer la manière d'appliquer les critères et indices de l'aménagement des zones côtières en Méditerranée sont la Baie de Kastela, l'île de Rhodes, la Baie d'Izmir, la côte syrienne, le site de Fuka en Egypte et celui de Sfax en Tunisie. Comme déjà souligné, chacun de ces cas est singulier, mais on peut les regrouper en trois catégories, à savoir une île (Rhodes), des zones situées entre la Mer et les montagnes (Kastela, la côte syrienne et à un certain degré Izmir), et des zones situées entre la Mer et le Sahara (Fuka et Sfax).

En ce qui concerne les activités économiques et l'utilisation du territoire, l'industrie et l'urbanisation sont dominantes dans la Baie de Kastela, celle d'Izmir, et la côte syrienne avec le tourisme comme activité supplémentaire en croissance pour la dernière. Par contre, le tourisme est l'activité dominante pour l'île de Rhodes et pour Sfax avec le pâturage et l'aridoculture comme activités originelles et plus anciennes dans le cas de Sfax. Dans le site de Fuka, le plus intact de ces cas, le pâturage et l'aridoculture demeurent les activités dominantes, mais il y a projet d'y développer le tourisme et l'agriculture irriguée.

Dans le cadre du Plan d'Action pour la Méditerranée et de la conception du Programme pour l'Aménagement des Zones Côtières réalisé en 1990-1991 pour répondre aux priorités exprimées par les autorités locales et nationales et par leurs institutions, ces sites offrent une occasion pour formuler les scénarios développement-environnement au niveau local, ainsi que les corollaires de tels scénarios. Il est donc nécessaire d'esquisser dans les quelques pages suivantes les caractéristiques les plus importantes de deux de ces sites, tirées des documents les plus détaillés qui les décrivent. Ces deux sites appartiennent à la rive sud et donc ont un intérêt tout particulier.

#### LES SITES

##### 4.1. L'île de Rhodes

Le rapport récemment émis sur l'île de Rhodes (Constantinides 1993) estime que les coûts des dégâts infligés par le tourisme sur l'environnement sont de l'ordre de 3,3 % des revenus, ce qui ne semble pas très grave à l'heure actuelle mais qui risquent d'augmenter au fil des années. La dégradation accumulée de l'environnement risque d'étouffer finalement l'industrie touristique à un certain moment inconnu. Les autorités semblent avoir assez investi pour améliorer la situation. Le rapport souligne cependant le besoin d'obtenir plus d'informations techniques, économiques et sociales pour une meilleure analyse de la dégradation de l'environnement et la nature du développement côtier, entre autres. Comme pour le cas de la Baie d'Izmir, ce rapport souligne que les études doivent couvrir tous les aspects de l'environnement côtier de Rhodes et bâtir des données socio-économiques de base qui sont pertinentes aux problèmes de l'environnement. De plus, les options du développement de l'île doivent être examinées pour estimer le rôle du tourisme à l'égard du développement durable. La question des capacités administratives et législatives est aussi évoquée.

Il paraît de l'ensemble de ces rapports récents que l'essentiel du travail sur l'aménagement des zones côtières en Méditerranée, même pour celles qui ont été sujettes à des études préalables, reste encore à être réalisé.

#### 4.2. La Baie d'Izmir

Le rapport rédigé récemment sur la Baie d'Izmir (Balkas et al. 1993) indique que dans le cadre d'un développement durable voulu pour cette Baie la qualité de l'eau de baignade. Certaines ressources uniques de l'environnement, tel le sanctuaire d'oiseaux de Tusla, doivent être aussi préservées. Il y a aussi besoin d'aménager le paysage environnant en harmonie avec la nature, de manière à conserver ses traits caractéristiques. Mais le rapport souligne également que ces besoins sont effectivement exigeants et qu'ils nécessitent une structure d'aménagement à la fois cohérente et intégrée, pour la province entière. Ils exigent aussi un mécanisme bien développé de planification, des financements adéquats, et avant tout la volonté politique pour appliquer les mesures appropriées.

Le même rapport conclut en discutant les besoins d'une politique de restauration de la Baie, étant donné que la restauration est une composante indispensable d'un environnement dégradé. Cette politique proposée comprend une définition plus exacte de l'aire à couvrir (aussi large que possible), et les questions environnementales spécifiques à résoudre, la conception de plusieurs scénarios de développement/conservation et leur soumission à l'analyse économique, ainsi que la liaison de ces scénarios au niveau régional et avec les intérêts les plus larges au niveau national et même international. D'après les auteurs de ce rapport, la Baie d'Izmir a besoin d'un travail plus élaboré et substantiel de suivi pour arriver à la mise au point de cette politique.

#### 4.3. La côte syrienne

Suite aux études menées sous l'égide du Plan Bleu sur la côte syrienne (PNUE 1990), et les travaux menés par de Slizewicz (1991), une synthèse a été faite par Lavergne (1993), accompagnée par une carte (Fig. 1). Cette synthèse montre qu'outre les problèmes officiellement reconnus, il en existe ceux des pluies acides qui empoisonnent les sols, et la manifestation des débuts d'une guerre d'eau au niveau local entre l'agriculture et le tourisme, le camping non-organisé, l'absence des structures sanitaires, l'adduction d'eau potable, ou le ramassage des ordures. Les belles plages du Nord, sont maintenant, dit l'auteur, d'une saleté repoussante (sic). D'après cet auteur, le rivage est bétonné et les forêts littorales sont détruites sans souci de l'avenir. Le développement de cette côte, à l'avis de l'auteur, demanderait donc à être entièrement repensé, avec un souci du respect de l'environnement rejoignant celui du bien-être de la population, dans une analyse équilibrée des besoins des différents secteurs de l'économie (agriculture, industrie, tourisme), ainsi que de ceux qui sont liés à l'urbanisation et à la consommation humaine.

Le ministre syrien du tourisme, Monsieur Amine Al-Chamat, a affirmé que la Syrie veut encourager le tourisme en organisant cette année plusieurs festivals et en encourageant les investissements privés. Il a indiqué qu'en 1992, la Syrie a accueilli 1 759 000 touristes, soit sensiblement le même nombre que l'année précédente, dont 1 250 000 d'Arabes. Le ministre

a déploré le fait que les pays arabes réunis n'accueillent que 15 millions de touristes, soit moins qu'un seul pays d'Europe, selon lui. Des discussions sont en cours avec des sociétés koweïtiennes, saoudiennes et des Emirats arabes unis pour l'exploitation d'hôtels de luxe ou la construction de villages touristiques sur la côte syrienne, où il n'y a que 20 000 lits d'hôtels, sur les 60 000 du pays, a-t-il souligné. Ce dernier chiffre s'élèvera à 100 000 fin 1995 (Anon 1993).

#### 4.4. Fuka (Egypte)

Le site de Fuka sur la côte méditerranéenne à quelques 210 kilomètres à l'ouest d'Alexandrie, mais le secteur s'étend de la longitude 28° 25' à la longitude 27° 50' E, une distance de 60 kilomètres avec une profondeur de 35 km à l'est et 12 km à l'ouest.

Le secteur est borné par Daba'a à l'est et Ras El-Hekma à l'ouest. L'intérêt de ce secteur a été reconnu depuis les années 1940 lorsqu'un réservoir d'eau souterraine suspendu dans une couche creuse de roches imperméables y a été découverte, et a été utilisée pour l'agriculture irriguée, quoique limitée, mais importante dans cette zone côtière aride de 550 km de longueur, dépourvue de toute autre source permanente d'eau, à part les puits et les citernes romaines.

Avec la fin de la Deuxième Guerre Mondiale, des programmes pour la sédentarisation des bédouins étaient mis sur pied, et devaient être appuyés par des études écologiques qui continuent jusqu'à présent (Ghabbour 1983, 1984 et 1987). Néanmoins, les études sur Fuka ne sont pas aussi nombreuses que pour les autres sites de la côte, étant donné que ses ressources étaient moins prometteuses, en général, que d'autres sites sur la même côte, dotés d'un relief qui permet la collecte d'eau de ruissellement dans les dépressions. Sur toute la côte, la pluviométrie dépasse très rarement le seuil de 100 à 150 mm/an, et la végétation éparse est par conséquent limitée à ces dépressions. Une autre conséquence de la faible pluviométrie, qui diminue très brusquement à l'intérieur, est que la bande productive ne dépasse pas une trentaine de kilomètres du littoral. Les sols de Fuka, comme ailleurs dans la côte, sont calcaires et sableux. L'utilisation principale est le pâturage extensif (chèvres et moutons, et quelques chameaux), et un peu de culture d'orge dans les dépressions favorisées par un bassin versant assez large aux alentours. Si les pluies sont suffisantes, la récolte est faite, mais si au contraire elles ne suffisent pas, les tiges sont pâturées par les troupeaux. La végétation est éparse et consiste en général en chénopodiacées de basse valeur nutritive. Les bédouins ont un rythme particulier d'échanges de services à longues distances. Ceux qui contrôlent les parcours s'occupent d'entretenir les troupeaux de leurs voisins lointains qui contrôlent des terrains plus convenables pour la culture de l'orge, qu'ils offrent aux premiers contre le soin de leurs troupeaux. Sous la supervision du gouvernement, des sociétés coopératives ont été créées pour la meilleure gestion des troupeaux. En 1970, la société de Fuka comptait 394 membres, tandis que celle de Ras El-Hekma en comptait 131. A présent, l'expansion de l'urbanisation dans le secteur entre Alexandrie et Alamein (plus de 100 kilomètres) a obligé les bédouins à concentrer leurs troupeaux dans le secteur du Fuka. Evidemment, des problèmes de surpâturage sévère sont à attendre. Les programmes proposés par les autorités ont pour objectif de valoriser les ressources animales et l'expansion de l'agriculture, ainsi que l'encouragement du tourisme, dans un cadre intégré, tout en essayant de diminuer les conflits entre ces différents objectifs, autant que possible.

Dans le cas de Fuka, où le tourisme n'est pas encore envisagé, mais se trouve déjà à l'est entre Alexandrie et Alamein, et même jusqu'à Sidi Abdel-Rahman tout près, et à l'ouest à Mersa Matrouh, l'occupation principale des habitants est presque uniquement le pâturage, avec un peu de commerce. La pêche n'est pas pratiquée. Une suggestion proposée par certaines instances gouvernementales égyptiennes est d'exploiter les réserves d'eau souterraine, quoique limitées, pour l'expansion de l'agriculture. Cette idée n'est guère soutenable puisque ces réserves sont "perchées" sur des couches imperméables en forme de soucoupe, et sont donc vite épuisables. Le couvert végétal est pauvre par rapport aux régions côtières à l'est et à l'ouest, où le tourisme est justement implanté. Les troupeaux de moutons et chèvres sont rejetés des régions avoisinantes, sacrifiés pour le tourisme, et convergent vers des régions moins riches en végétation, telle la région de Fuka, d'où les risques de la désertification, qui a déjà fait des progrès considérables.

Le maintien de la région de Fuka comme une région de pâturage est absolument nécessaire pour sauvegarder le cheptel de toute la zone côtière entre Alexandrie et la frontière avec la Libye, avec la grande expansion des autres activités économiques toutes concentrées sur la bande côtière coincée entre la Mer et le désert absolu et dont la largeur ne dépasse pas une trentaine de kilomètres. Si la zone de Fuka est aussi sacrifiée au tourisme, on a une agriculture de caractère éphémère et non durable, et ses sols donc détruits, elle ne pourra plus revenir à l'état original convenable au pâturage, quoique affaibli à l'heure actuelle par la désertification. Cette zone, tout au contraire, doit maintenir son rôle de fournir les villages touristiques en viande et en laine (pour les tapis traditionnels, pour lesquels un marché rentable peut être créé). Par conséquent, la désertification de Fuka doit être combattue et le peu d'eau souterraine devrait être utilisé pour la réhabilitation des pâturages (points d'eau pour les troupeaux, pépinières, etc), ou pour améliorer les rendements des champs d'orge éparpillés de-ci de-là en fonction de la topographie et des pluies (aridoculture), qui sert à la fois comme pâturage de bonne qualité pour les troupeaux, et comme monnaie d'échange entre les habitants. La zone devra avoir, comme mesure essentielle de la lutte contre la désertification, un système efficace et assez large et diversifié de réserves naturelles pour conserver les plantes sauvages utiles pour le pâturage et la médecine populaire, ainsi que les animaux sauvages de la région, notamment la gazelle (et peut-être l'autruche), pour les touristes. Cette action est également valable pour Sfax.

Les réserves naturelles dans la zone côtière à l'ouest d'Alexandrie ne sont représentées que par une seule, la Réserve de la Biosphère d'Omayed (Ayyad et Ghabbour 1986). Jusqu'à l'heure, elle est la seule Réserve de la Biosphère en Egypte. Pourtant elle est menacée par sa proximité d'Alexandrie (83 kilomètres) et donc sera très prochainement engloutie par l'expansion de l'agriculture irriguée, grâce à un nouveau canal apportant l'eau du Nil, qui déjà traverse la Réserve. Une réserve, beaucoup plus grande, et beaucoup plus étroitement liée aux besoins du développement (pâturage, agriculture, tourisme) doit être créée à Fuka, pour un développement réussi et durable de cette zone, et être complémentaire avec les projets de développement dans tout le corridor côtier entre Alexandrie et Salloum.

Les indicateurs et indices écologiques de la situation d'une région comme Fuka doivent donc s'intéresser, comme à Sfax, aux conditions du sol et de la faune et de la flore terrestres, mais, par contre, n'ont pas à s'intéresser beaucoup à l'état de l'environnement

marin, sauf pour l'état de la côte et l'effet des vagues (géomorphologie). L'aquaculture peut être introduite dans les quelques lagunes pour profiter de l'eau salée ou saumâtre qui remplit ces lagunes de profondeur très faible, mais un tel projet a besoin d'une étude approfondie des impacts environnementaux, par rapport à la nappe phréatique d'une part, et la qualité des sols d'autre part.

Il est possible de créer dans une zone comme Fuka, où la pêche n'est pas pratiquée, des réserves marines. Aucune réserve marine en Méditerranée n'existe entre Port Saïd et Tunis, et Fuka serait un site convenable, en attendant que d'autres soient créés tout le long de la côte, y compris une autre à Sfax. D'ailleurs, la création de réserves marines partout dans le monde rencontre des difficultés qui doivent être bien appréhendées (Fiske 1992). Les problèmes de l'aquaculture, qui peut très facilement être liée à une réserve marine, doivent être traités dans le cadre d'un environnement avec le but de durabilité (Folke et Kautsky 1992). Les problèmes de la géomorphologie par rapport à l'aménagement des zones côtières ne peuvent être abordés qu'en utilisant des systèmes d'informations géographiques (GIS), c'est-à-dire les informations sur l'environnement total, où les indicateurs et indices écologiques occuperaient une place privilégiée (Evans 1992).

#### 4.5. Sfax (Tunisie)

La zone de Sfax se trouvant au centre est de la Tunisie fait partie des basses steppes méridionales et constitue le prolongement sud du Sahel côtier. Elle se présente comme une vaste plaine presque horizontale qui se termine sur les côtes septentrionales du Golfe de Gabès. Les sols sont calcaires au nord et gypseux au sud où un certain nombre de dépressions sont salées (Sebkha). Le littoral présente des côtes rocheuses et basses et de petits caps. Les côtes basses donnent de belles plages balnéaires ou des plages marécageuses propices à la pêche manuelle. La pluviométrie est de 170 mm/an au sud à 230 mm/an au nord, de caractère torrentiel et irrégulier. Les moyennes de température vont de 7° (janvier) à 33°C (juillet), influencées par l'effet maritime. Les vents sont assez forts. L'évaporation est très élevée, mais l'humidité relative dans la zone côtière dépasse 50 % à tout moment et atteint 75 à 80 % pendant l'automne et l'été. La zone s'étend sur 7 545 kilomètres carrés.

Les ressources en eau souterraine ne suffisent pas aux besoins domestiques et économiques de la zone et des volumes supplémentaires doivent être importés du Nord et des Hautes Steppes. La surface cultivée est de l'ordre de 4800 km<sup>2</sup>. L'adaptation d'une aridoculture aux sols de la zone est bien pensée tenant compte de l'aridité du milieu et de l'économie de l'eau dans le sol, d'après un document de projet (Anon, 1989).

En ce qui concerne la population, le gouvernorat de Sfax comptait en 1984 plus d'un demi million d'habitants, avec un taux d'accroissement annuel de 2,2 %, et dont près de 60 % sont urbains, mais la répartition éparpillée de la population rurale est une des caractéristiques majeures de la population de cette région.

Les arboricultures et les cultures maraîchères sont les plus importantes, tandis que l'élevage (moyenne 1984-1988) compte près de 200 000 ovins et 21 000 caprins et une industrie

importante de volailles et de lapins. Il existe aussi 4 600 bovins et seulement 800 chameaux. La pêche est assez importante avec près de 200 chalutiers et plus de 4000 barques et une production totale de 30 000 tonnes. Par comparaison, la pêche est quasi-absente sur toute la côte égyptienne entre Alexandrie et Salloum. L'industrie dans la zone sfaxienne est elle aussi importante avec deux usines d'engrais et les huileries d'oliviers (217 unités). Il existe également des industries mécaniques, textiles et de transformation légère (céramiques, etc.).

Les problèmes de l'environnement concernent d'une part la pollution et la dégradation de l'environnement urbain et d'autre part la désertification. La zone subit les effets très néfastes d'une pollution industrielle des usines chimiques qui siègent sur le littoral à l'intérieur de l'agglomération de Sfax. Les rejets solides et liquides de cette industrie d'engrais présente aux environs de la ville de véritables collines sombres de "phosphogypse", une source de pollution continue pour les eaux littorales entraînant ainsi la fermeture à toutes utilisations balnéaires des plages environnantes sur un rayon de plus de 20 km. La pêche côtière dans cette zone est en principe interdite puisque d'importantes concentrations de "phosphogypse" ont été mesurées dans certains poissons, plus une grande mortalité enregistrée pour d'autres.

Les rejets gazeux des deux usines est encore plus à craindre, puisque l'atmosphère de la ville est polluée, avec celui de son arrière-pays sur un rayon de plus de 15 km. Un étouffement généralisé domine les quartiers urbains les plus proches des usines par temps calme. Les habitants sont alors atteints de crise de toux très néfastes pour certaines personnes. Les unités d'agro-alimentaire en dehors de la ville versent leurs déchets liquides sur le sol et dans la nappe phréatique. Les eaux de ruissellement sont évacuées vers la Mer, mais les canaux sont pour la plupart entravés par les déchets solides de la ville qui rendent quelques quartiers exposés aux dangers d'inondation après les pluies. La situation requiert une planification urbaine rigoureuse.

Les zones rurales, quant à elles, sont exposées aux dangers de l'érosion et à la désertification à cause du défrichement continu entrepris pour la mise en valeur agricole. Les terres de parcours sont ainsi gravement menacées. L'image traditionnelle de la désertification avec l'avancement du sable se trouve aussi dans les périmètres arboricoles. La sécheresse des dernières années a entraîné le dépérissement de milliers de pieds d'oliviers et d'amandiers dans le centre du pays. Ces risques nécessitent beaucoup de précautions eu égard à la fragilité des sols de la zone. Les plans et programmes de développement adoptés par les autorités envisagent l'augmentation de rentabilité des investissements dans les secteurs de l'agriculture, la pêche, et l'industrie, ainsi que l'embellissement des villes. Pour la protection de l'environnement, il est proposé :

- 1 - un programme pour le recyclage des rejets solides ménagers et agro-alimentaires,
- 2 - l'intégration des "phosphogypses" dans le paysage urbain
- 3 - l'amélioration des réseaux d'assainissement dans les villes satellites de Sfax, et
- 4 - le renforcement des moyens de contrôle de la pollution du sol, de l'eau, de la mer, et de l'atmosphère.

Dans une étude sur la crise de l'eau dans les trois pays du Maghreb, Boisvert et Senouci (1993) pensent que la première règle de la gestion intégrée du milieu est de mettre ce milieu



au coeur de l'action, puisqu'il fournit à la fois la raison d'être des politiques environnementales et les moyens de les réaliser. Ils se réfèrent à la Déclaration de New Delhi de 1990 au terme de la décennie internationale de l'eau et de l'assainissement, et ses quatre principes directeurs qui se résument en : (1) une gestion communautaire des services, et (4) une saine gestion financière.

Les statistiques de l'Office du Tourisme montrent que 1,8 million d'Européens ont visité la Tunisie en 1992, soit une hausse de près de 66 % par rapport à 1991, année de la guerre du Golfe, et de 6,6 % par rapport à l'année 1990. Les Européens ont représenté en 1992 plus de 52 % des 3,5 millions de touristes qui ont visité la Tunisie en 1992. Seulement 357 166 touristes français se sont rendus en Tunisie en 1992, contre un demi-million chaque année avant 1990, et se sont ainsi laissé détrôner par les Allemands, qui leur ont ravi la première place parmi les visiteurs européens (Anon 1993).

Pour le cas du site de Sfax, le plus grand danger pour la qualité de l'environnement, encore en un bon état comparativement aux autres baies tunisiennes de Tunis et de Gabès, par exemple, se pose du côté des nouvelles usines du traitement des phosphates, d'une part, des projets de tourisme d'autre part, et finalement de la désertification rampante et incontrôlable. Ces trois dangers relèvent, comme ailleurs dans les autres sites "non-développés", ou "sous-développés" des pays de l'est et du sud du Bassin méditerranéen, des activités économiques tertiaires (tourisme), secondaires (industrie) et primaires (agriculture et pâturage), en fonction du désir des autorités, aussi bien que celui des populations locales, d'augmenter les revenus et de fournir des opportunités d'emploi. Pour prendre l'industrie de phosphates en premier lieu, elle a commencé très tôt dans la région de Gabès avant que les soucis de l'environnement soient connus et pris en compte, mais elle a été introduite en quatre étapes, nommées ICM1, ICM2, ICM3, ICM4. Des rapports inédits indiquent que la conception de chacune des étapes ultérieures était plus bénigne à l'égard de l'environnement que la précédente, si bien que des brevets pour les modifications introduites ont été vendus à des pays étrangers (la Chine), pour diminuer la pollution due à cette industrie, à partir de minerais de mauvaise qualité (réunion du Groupe de Vézelay au Caire, déc. 1992, comm. orale). Deux nouvelles usines, utilisant ces modifications, sont déjà construites à Sfax, connues sous le nom ICM1 et ICM2.

Les scénarios de Sfax doivent donc s'intéresser à la pollution due à l'industrie des phosphates, le tourisme et sa consommation élevée des ressources d'eau, la pêche, avec ses préoccupations de taux de polluants dans la chair des poissons et la composition (et biodiversité) de la faune et la flore aquatique, ainsi que l'état des sols et de la faune et flore dans les systèmes agro-sylvo-pastoraux de l'arrière-pays.

#### 4.6. Conclusions

Pour terminer ce chapitre, notons que le niveau de connaissances et des statistiques sur les six cas en général est loin d'être homogène. Tandis que les problèmes environnementaux sont qualitativement plus ou moins semblables, ils sont naturellement différents quantitativement, mais les résultats sur la dégradation de l'environnement et des ressources naturelles, matières premières et milieux indispensables pour le développement durable,

sont presque semblables. Dans les six sites, à l'exception de Fuka, la pollution industrielle des eaux (de toutes sortes), de l'air, et des sols, est marquée. La disparition du couvert végétal est partout sévère. L'érosion des sols est fortement ressentie. La disparition des espèces est imminente pour les unes et déjà manifeste pour les autres. La densité de population et le taux de croissance sont remarquablement élevés pour tous les sites, sauf Fuka, qui est le moins peuplé des sites étudiés. Il est évident qu'on ne pourra pas utiliser une même liste de critères ou d'indices écologiques pour les six sites, et qu'il faudrait prendre en considération, à cet égard, la diversité non seulement de la nature des sites, mais aussi la diversité des types de renseignements disponibles et le niveau de l'information obtenue. Peut-être qu'il faudrait, pour arriver à une certaine homogénéisation de la collecte et du traitement des données, recommander à une certaine étape de la recherche, d'élaborer une formule commune pour les six sites (et d'autres éventuellement), qui permettrait d'aborder les problèmes complexes de leur environnement-développement de manière plus équitable et aussi un peu plus comparable, mais qui laisserait quand même une marge assez large pour permettre la reconnaissance des différences individuelles entre les sites eu égard les facteurs mentionnés ci-dessus, et en sus les objectifs du développement voulu et les proportions relatives des investissements pour les différents secteurs économiques, que ce soit l'industrie, l'urbanisation, l'agriculture, et sans l'oublier, la protection de la nature et les réserves naturelles.

En tous cas, les scénarios qui pourraient être acceptables et utiles sont ceux qui mesurent sur les effets néfastes de la pollution et de la dégradation de l'environnement sous deux aspects, le premier est celui de la santé publique, et l'autre sur les rendements économiques des activités industrielles et touristiques, et en une moindre mesure, les activités agricoles. Mais ces effets doivent aussi être clairs et manifestes, directs et de grande ampleur, et toucher un grand secteur de la population, pour être aperçus (Ghabbour 1982). Une autre condition est que ces effets ne peuvent être évités que par une meilleure gestion de l'environnement, prenant très sérieusement en compte les principes écologiques.

## 5. LES INDICATEURS ET INDICES ENVIRONNEMENTAUX ET ECOLOGIQUES

Puisque la prospective environnementale est notre objectif primaire, il est nécessaire d'utiliser des indicateurs et des indices écologiques et environnementaux pour tracer la démarche prospective et limiter son acheminement vers ce qu'elle veut achever. Il ne faut pas qu'elle tombe dans le piège de devenir un exercice intellectuel dans un monde idéal et imaginaire, mais elle doit profiter au contraire d'un "feed-back" continu des vérités de la situation réelle sur le terrain.

Les sens des deux mots "indicateur" et "indice" sont parfois confondus. D'après les dictionnaires, "indicateur" est ce qui indique, qui fait connaître, tandis que "indice" est un signe apparent et probable qu'une chose existe. Les indices sont donc moins directs dans leurs révélations que les indicateurs, qui devraient être, eux, plus fiables. Néanmoins, un indicateur ne serait peut-être utile pour ne donner de l'information que sur un seul aspect de l'environnement, qui est, quant à lui, extrêmement complexe comme nous le savons, puisqu'il comprend des éléments écologiques, socio-économiques, et parfois culturels et/ou de caractère parfaitement moral. Se fier uniquement à des indicateurs lorsqu'on est confronté à cette multitude d'éléments sur lesquels on serait obligé de fournir des indicateurs, est sans doute une tâche fort impossible voire inutile. On est obligé d'avoir recours soit à un choix restreint d'indicateurs, soit à des indices qui regroupent dans un chiffre simplifié et synthétique des informations collectives, au risque de perdre de la netteté et de l'exactitude, et ainsi donner seulement "l'apparence et la probabilité" que quelque chose existe. Le meilleur chemin à suivre serait peut-être d'avoir recours aux deux méthodes, aux indicateurs là où ils sont absolument nécessaires et où l'ampleur de leur utilité est clairement reconnaissable, et aux indices collectifs là où la netteté et l'exactitude ne sont pas absolument nécessaires, du fait de leur nature synthétique et globalisante.

L'environnement n'est pas seulement complexe et diversifié, mais aussi hiérarchisé. Comprendre les phénomènes en jeu requiert des analyses à divers niveaux d'organisation structurelle et spatiale, les changements pouvant affecter une espèce, une population, une biocénose, un écosystème, ou un écocomplexe - ou bien une parcelle, un ensemble de parcelles, une région, etc. Ainsi, au niveau d'unités de végétation, on pourra s'interroger sur les conséquences de l'évolution du couvert végétal sur les peuplements animaux ; à un niveau supérieur, ce seront les effets de voisinage qui seront appréhendés ; au niveau du paysage se sont les effets de sa structure qui seront perceptibles. Si les questions changent avec les divers niveaux, il n'y a pas incompatibilité entre approches à plusieurs niveaux. L'étude de niveaux englobants peut révéler les effets simultanés de plusieurs niveaux de l'échelle hiérarchique (Baudry et al. 1989).

Une autre distinction qu'il faudrait faire est celle entre écologie et environnement, aussi souvent confondus. Si l'environnement est tout ce qui "environne", l'écologie est l'étude scientifique des relations entre les éléments de l'environnement. Connaître le taux de SO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, ses tendances, ses mouvements, son destin, etc. relève de l'environnement - et on peut même dire des sciences de l'environnement. Connaître les effets

des différents niveaux de la concentration de ce gaz sur la santé, sur les arbres, sur les interactions avec l'eau de surface, sur les poissons des lacs, etc., relève par contre de l'écologie. Le sens des deux termes a été malheureusement confondu sur l'arène politique. En tout cas, en écologie aussi bien qu'en sciences de l'environnement, on est confronté à des systèmes dynamiques. La composante temporelle de ces systèmes est une variable continue, mais leur composante spatiale peut s'avérer discontinue. C'est le cas des distributions spatiales en mosaïques. Il est donc également important de faire la distinction entre environnement et milieu. Tandis que le milieu est une entité absolue, l'environnement n'est qu'une entité relative qui se définit par rapport à ce qui est "entouré" que ce soit une espèce, un objet, ou bien une personne ou une société.

Les systèmes dynamiques correspondants ont donc une composante spatio-temporelle qu'il faut analyser dans ses aspects relationnels et adaptatifs (Cancela da Fonseca 1989).

Sans que la notion d'écosystème perde sa valeur comme unité d'étude en écologie (Ghabbour 1968)), il apparaît que l'échelle à laquelle se pose concrètement les problèmes de gestion des territoires oblige à une réorganisation des concepts. Celui d'écosystème ne semble plus être le concept convenable, si on voulait prendre en compte les complexités de l'environnement, quoiqu'il le soit comme point de départ pour organiser la pensée. L'interdépendance des écosystèmes d'un même territoire, leur dynamique spatio-temporelle plus ou moins modelée par l'homme selon une histoire toujours particulière, deviennent des notions clés pour la démarche intellectuelle, qui vise à appréhender l'environnement des sociétés humaines, à l'interpréter, et à rechercher des indicateurs et des indices qui en donnent une connaissance globalisante (Blandin 1989). Et puisqu'on a fait la distinction entre écologie et environnement, ainsi qu'entre environnement et milieu, il faut par conséquent distinguer entre les indicateurs et indices de trois types, pour trois catégories : écologiques, environnementaux, et ceux relatifs aux milieux. Les indicateurs et indices devraient alors être en rapport avec les caractéristiques de ce qu'ils cherchent à indiquer, pour l'écologie c'est la structure et la dynamique des systèmes écologiques, pour l'environnement ce sont les rapports entre l'homme et les éléments de l'environnement, et pour les milieux c'est leur qualité et leur "pérennité". Pour chacune de ces catégories, les indicateurs et indices seront logiquement différents les uns des autres, mais il serait avantageux du point de vue pratique de les rapprocher, ou de les rendre utilisables pour plus d'une seule catégorie.

### **5.1. Pourquoi les indicateurs et indices écologiques ?**

Le champ de l'environnement est particulièrement vaste, et les données à connaître immenses, ses domaines tellement divers, et de plus, les capacités d'appréhension de ses données chez le public ciblé tellement différentes, que même pour les scientifiques, le volume des données à analyser, sans songer à les interpréter, est loin de leur portée immédiate, à fortiori dans le cas des citoyens concernés. La première utilité des indicateurs et indices écologiques et environnementaux est donc de simplifier l'appréhension de la situation de l'environnement et de faciliter sa compréhension par les différents groupes de la société, locale, nationale, ainsi qu'internationale. C'est une opération de condensation d'un éléphant dans une pilule. Mais les pilules sont elles-mêmes de différentes utilisations et à

différentes doses. Les indicateurs/indices écologico-environnementaux doivent être eux aussi dosés d'après les différents objectifs, milieux, niveaux, groupes ciblés, dimensions et niveaux de traitements d'espace et de temps, auxquels ils sont destinés. Il est alors difficilement imaginable d'arriver à un seul indice de "l'état de l'environnement" de la manière de l'indice Dow-Jones ou Nikkei pour l'état de la bourse, ce qui serait quand même très souhaitable, mais on ne peut pas également se contenter de proposer de longues listes de mesures de pollution, des analyses des milieux, des nombres d'espèces et de leurs effectifs, etc., comme les listes des valeurs des actions qu'on trouve dans les journaux économiques. Il faut donc trouver le chemin acceptable entre ces deux options impossibles, et c'est le chemin des indicateurs et indices synthétisés, pour arriver à réaliser des objectifs multiples, tout en tenant compte que la multiplicité des objectifs rend la tâche plus difficile et oblige une plus grande diversité de méthodes. Les objectifs à atteindre sont :

- 1- évaluation et valorisation et prises de positions,
- 2- alerte des dangers prévisibles et des seuils à ne pas franchir, surtout dans le domaine de la santé publique
- 3- "suivi" des phénomènes et des tendances, identification de situations particulières et prévisions des changements à venir,
- 4- comparaisons dans l'espace et le temps, et collecte des évaluations (par exemple, qualité de toutes les eaux, ou de toute la zone côtière),
- 5- l'intercorrélation entre différentes variables pour éliminer celles qui s'avèrent inutiles,
- 6- suggestions d'interventions préalables et estimation de leurs coûts et leurs bénéfices, modifications des mandats des institutions existantes ou création de nouvelles, propositions de programmes d'éducation, de formation, de recherche, de sensibilisation, de législation, et résolution des différents juridiques,
- 7- amélioration de l'environnement, de la qualité de la vie, et planification et test de l'utilité des indicateurs eux-mêmes,
- 8- participation aux réseaux régionaux, nationaux et internationaux (problèmes de standardisation).
- 9- test de l'impact des innovations et des interventions et mesure de leur progrès,
- 10- mise en place d'une procédure de participation populaire,
- 11- établissement d'une communication et d'un langage commun entre les différents secteurs de la société,
- 12- sensibilisation aux questions subtiles de l'environnement et des interrelations entre ses éléments, des décideurs et du grand public, de façon objective.

Finalement, les indicateurs et indices peuvent être utilisés pour reconnaître l'effet de "rétroaction" de l'impact des changements que subit l'environnement sur le processus du développement, c'est-à-dire, la manière dont un environnement dégradé affecte les bénéfices et les potentialités d'un développement poursuivi par la société pour améliorer ses conditions, et les dégâts que cet environnement dégradé peut infliger sur la démarche de ce développement (Plan Bleu 1988). Ce n'est donc pas seulement un souci pour des effets sur la santé humaine, mais aussi pour la valeur de la richesse économique du pays et la possibilité de maintenir ces richesses en bon état pour l'usage des générations futures. Ainsi les indicateurs écologiques deviennent, d'un coup, des indicateurs pour la capacité d'une société de réaliser le développement durable. D'après les indicateurs écologiques, une

société peut, le cas échéant, changer ses ordres de priorité et ralentir ou rediriger le processus du développement vers de nouveaux chemins. Pour arriver à une telle décision, il faut que ces indicateurs servent à classer les agressions environnementales stressantes dans une hiérarchie descendante des priorités pour le présent ainsi que pour l'avenir.

Parmi les premiers travaux sur les indicateurs figurent ceux de Thomas (1972) qui souligne un certain nombre de caractéristiques des indicateurs qu'il faudrait prendre en compte en les utilisant, parmi lesquels on peut signaler :

- 1- les indicateurs et indices ne sont pas eux-mêmes les éléments pour juger la qualité de l'environnement, mais des représentations de ceux-ci,
- 2- l'usage abusif possible des indicateurs et indices par les différents groupes sociaux, mais ce risque est amoindri par l'expansion des connaissances sur les données et l'expansion également du public récepteur,
- 3- faire le choix des données d'après les indicateurs désirés et non pas construire les indicateurs d'après les données disponibles,
- 4- relativiser les indicateurs par rapport à leurs objectifs (santé, finances, etc.) et désigner les priorités d'action sans oublier les phénomènes de synergie et certaines incompatibilités. Le choix des priorités ne doit pas être influencé par des crises du moment et doit intégrer le futur et les intérêts des futures générations, ainsi que viser à empêcher le gaspillage des richesses nationales en ressources, afin de garder le pays fort et immunisé contre les dangers de l'extérieur et de l'intérieur,
- 5- des discours comme "le niveau de pollution est doublé depuis 10 ans", ou "telle ville a des niveaux de pollution 2 fois plus élevés que le niveau mondial" ne sont pas du tout utiles,
- 6- les indicateurs des phénomènes facilement détectables ne doivent pas être préférés aux indicateurs des phénomènes de détectabilité particulièrement difficile (radioactivité, désertification) simplement parce que ces derniers sont moins perceptibles et moins parlants,
- 7- déterminer la durée convenable pour la collecte des données avant d'annoncer leur *signification*,
- 8- les indicateurs biologiques ont plus de valeur s'ils sont accompagnés par des analyses chimiques, au moins de temps en temps,
- 9- les indicateurs sont mieux appréhendés avec l'utilisation des graphiques bien conçus.

Thomas (1972) favorise l'intégration des indicateurs en trois chiffres principaux concernant la qualité de l'environnement, le taux de contamination du corps humain, et les changements de l'utilisation du territoire. Ce sont les indicateurs des tendances les plus importantes à observer pour les décideurs, mais il est admis que les méthodologies pour arriver à construire ces indices sont de nature fort arbitraire.

Inhaber (1976) résume l'expérience américaine sur les indices de l'environnement, puisque les premières lois sur la qualité de l'environnement ont été promulguées aux Etats-Unis . Il traite les indices en les définissant ainsi : "une comparaison d'une quantité à une autre préalablement fixée et considérée comme un standard scientifique ou arbitraire". L'indice est donc un rapport, une échelle, une proportion, un pourcentage. Les indices de l'environnement sont un moyen pour trouver la vérité, comprendre l'environnement, et comparer son état à des conditions désirables. Là où il y a compréhension peut s'amorcer une véritable amélioration. Ce qui importe n'est pas la méthode ou les formules

mathématiques, soient-elles simples ou compliquées, mais le jugement à porter et l'élimination des malentendus, et montrer où et quand l'action doit se produire. Les indices servent à estimer l'efficacité des mesures prises et évaluer les rapports entre les coûts et les bénéfices de ces mesures. Au fur et à mesure que les indices deviennent plus exacts, on peut espérer que les actions deviennent plus concrètes et plus réussies.

Mais l'utilisation des indices se heurtent à plusieurs problèmes, parmi les plus graves on peut noter :

- 1- les données sont probablement obtenues là où les niveaux de pollution sont les plus élevés (centre-villes), mais le problème est de fixer des seuils,
- 2- les indices de l'environnement ne sont pas uniquement des indices de pollution,
- 3- les valeurs de références de l'état naturel ou normal doivent être prises en compte (CO<sub>2</sub> atmosphérique, par exemple),
- 4- faire l'équilibre entre un grand nombre de stations à rendements de données réduits et un petit nombre de stations à rendements de données plus denses,
- 5- certains aspects de l'environnement sont difficiles à mesurer, les mesures qualitatives (beauté du paysage) devant être exprimées en chiffres par des techniques utilisant des échelles de satisfaction, d'autres aspects, même quantitatifs, sont difficiles à mesurer,
- 6- l'environnement n'offre pas une règle unificatrice pour mesurer son état, comparable à l'unité des mesures économiques (dollar, franc), et on doit donc recourir à l'avis des experts pour chacun de ses aspects, ce qui n'est pas toujours harmonisé et qui vire souvent vers la subjectivité selon les différentes situations d'un même problème,
- 7- les indices qu'on voudrait internationaux, sont encore plus difficiles à standardiser puisque les méthodes, les seuils, les intérêts, les hiérarchies, etc., varient d'un pays à l'autre, voire d'un site à l'autre.

Dans ce contexte, notons qu'une mesure quelconque d'une certaine variable de l'environnement, disons le taux de SO<sub>2</sub> dans l'atmosphère à un certain endroit, à une certaine hauteur du sol, et à un certain moment, n'est pas elle-même un indicateur si elle n'est pas comparée à une autre mesure préalable de la même variable. Une mesure faite en 1989, par exemple, comparée à une autre faite en 1988, ou en 1979, montre la tendance, et donc donne une indication de la situation s'améliore-t-elle ou est-elle en dégradation. Cette indication, pourtant, ne dit rien sur les causes de cette tendance, ni sur les précautions à prendre. La température élevée d'un malade indique une fièvre, mais ne dit pas elle seule de quelle fièvre il s'agit, ni quels traitements à effectuer. Ce n'est que par un ensemble forcément raisonné de mesures et d'indicateurs, comparés avec la situation normale, qu'on peut arriver à un diagnostic fiable. Il est absolument nécessaire, pour faire des comparaisons, de bien connaître la situation normale, ou au moins la situation acceptable. Et c'est ici qu'entrent, forcément, les jugements de valeur.

Spellerberg (1981) explique que le terme "évaluation écologique" peut inclure des jugements de valeur, et que ces buts peuvent être la conservation d'une espèce et déterminer ses besoins, ou bien déterminer les impacts résultant d'un changement de l'utilisation du territoire. Il existe deux types d'évaluation écologique, l'une vise à connaître les caractéristiques d'un écosystème et les arranger dans un ordre de priorités, indépendamment de leurs intérêts sociaux, tandis que l'autre est une procédure socio-économique pour

estimer les fonctions d'un environnement naturel vis-à-vis de la société humaine. Il est nécessaire de développer des méthodes et des techniques pour l'évaluation complexe des biotopes et pour établir un ordre des priorités des milieux naturels. Avec une telle évaluation on peut faire le choix des biotopes (ou des sites) à conserver ou à sacrifier, ou faire restaurer des habitats endommagés par référence à d'autres habitats semblables non-endommagés. Pour arriver à de telles décisions, les évaluations écologiques doivent être liées à des considérations économiques, financières, sociales, culturelles, politiques, législatives, etc., et doivent également être présentées sous une forme aussi concise, condensée et quantitative que possible. De bonnes méthodes d'évaluation écologique peuvent servir pour une meilleure communication avec les décideurs.

Plusieurs instances nationales et internationales ont tenté dans les dernières années d'établir des indicateurs et des indices pour évaluer l'environnement local et global, et se sont appuyées naturellement sur les études et les expériences du 19<sup>e</sup> siècle et des premières décennies du 20<sup>e</sup> siècle. Il est apparent, toutefois, que le sujet s'est avéré vaste et complexe, et difficile à contenir. Une des difficultés rencontrées est la nature même de la recherche scientifique, qui tend à canaliser les efforts des chercheurs dans des voies de plus en plus étroites ce qui empêche les travaux de synthèse au fur et à mesure que ces recherches se poursuivent. D'autres difficultés relèvent de la nature même des milieux et des organismes vivants qui demandent des méthodes différentes pour les étudier, les mesurer, et les comparer, par rapport à la diversité intrinsèque de ces organismes et de ces milieux.

Quoiqu'il en soit, les années 80 ont été particulièrement riches en efforts de synthèse et d'intercorrélation des indicateurs et des indices qui décrivent l'état de l'environnement et montrent son évolution dans le temps. La difficulté, voire l'impossibilité, de fabriquer un seul indice synthétique pour décrire tous les aspects d'un environnement donné est toujours là, et ne semble pas surmontable. Il faut donc avoir recours à un ensemble d'indicateurs et d'indices qu'on ferait bien de maintenir aussi restreint, aussi clair, et aussi démonstratif, que possible. Cet ensemble prendrait forcément en compte plusieurs groupes d'organismes vivants et plusieurs milieux, même si on voulait s'occuper d'un seul aspect de l'environnement. On est toujours obligé de manipuler des données physiques, chimiques et biologiques, et les dernières se ramifient dans les domaines de la cytologie, la biochimie, la physiologie, des micro-organismes, des plantes supérieures, et des animaux. Si on ajoutait aussi les données bio-sociales des populations humaines, on pourrait voir combien la base de données deviendrait complexe, sans parler de leurs traitements, et de leurs interprétations.

Ensuite, il faut penser à la présentation des résultats d'une manière claire et compréhensible, et à maintenir le système tout en l'améliorant d'une année à l'autre. Evidemment c'est un effort à entreprendre en étapes planifiées, consécutives, et coordonnées.

Notons que de toute façon, il ne faut pas croire que l'élaboration d'un système d'indicateurs et indices écologiques aussi parfait qu'il le soit, serait une garantie automatique pour une meilleure gestion de l'environnement ou mènerait automatiquement à des modifications de la manière dont les projets du développement sont planifiés et mis en oeuvre. Bouche (1990) écrit que l'écosphère subit des impacts divers, diffus, variés et très mal interprétés. Le



caractère morcelé et pointilliste des approches scientifiques mono-disciplinaires est utile pour le court terme micro-économique des entreprises. C'est lui qui contribue le plus au progrès concret immédiat des projets. C'est lui aussi qui entraîne le plus de risques par l'absence d'intégration des appréciations et le succès des applications techniques. D'autre part, on constate la dégradation de l'environnement, d'après des démarches théoriques logiques incorporant des faits scientifiques globaux, mais très peu d'études particulières. Quant aux équations générales, elles sont peu ou pas documentées par des mesures concrètes. En dépit de notre désir de connaître comment l'écosphère réagit aux actions perturbantes humaines, nous sommes obligés d'admettre que ni les risques, ni les causes, ni les conséquences de ces changements ne sont actuellement rigoureusement appréciés (soulignés par l'auteur). L'urgence sociale, la nécessité économique, les contradictions politiques pèsent alors plus ou moins fort sur un discours naturaliste, une pratique agricole ou industrielle, une prise de conscience écologiste ou une motivation commerciale. Il est remarqué que "l'importance" des travaux ne dépend pas de leur cadrage d'après une perspective générale permettant leur évaluation par rapport aux méconnaissances fondamentales sur l'écosphère ou d'objectifs économiques, mais plutôt en fonction d'un succès médiatique.

D'autre part, l'existence d'approches scientifiques ou techniques partielles pré-existantes donc écologiquement inadéquates s'impose fortement comme références "scientifiques" classiques. Il faut donc adopter une systémique discriminante s'adaptant rigoureusement à la discipline et à sa cohérence, pour lever cet handicap. L'écologie a été prise par surprise par une demande sociale, sans avoir pu établir à temps une base scientifique rigoureuse. Et puis ce fut la réaction ; les décideurs déçus du caractère peu opérationnel de l'écologie, tendent à minimiser son importance. Toujours est-il que la demande sociale et économique perdure et que le développement de la science globale permettant l'étude des interactions organismes/environnement reste et restera une nécessité déterminante. Les problèmes issus du développement conventionnel continuent de s'accumuler. Les décideurs doivent pendant ce temps continuer à décider en aveugles, position inconfortable qu'ils expriment souvent. Le développement des indicateurs et indices écologiques est un processus continu puisque le développement de l'écologie reste largement à réaliser, mais peut atteindre sans délai une grande rigueur grâce à une élaboration précise et efficace.

Ses nécessaires applications la rendent d'autant plus précieuse qu'elle est potentiellement opérationnelle. Il y a besoin de préciser comment l'écologie (ses méthodes, ses connaissances) pourrait assurer la pratique de son rôle social. Ce ne serait qu'à partir des applications des indicateurs et indices écologiques étroitement liés aux exigences socio-économiques que les plans et projets d'un développement conventionnel pourraient intégrer les méthodes et connaissances écologiques à leurs modes d'opération.

## **5.2. Analyse et historique des indicateurs et indices écologiques**

On peut analyser les indicateurs et indices écologiques à deux niveaux, l'un scientifique et l'autre du point de vue du gestionnaire ou mieux du décideur. Car si le scientifique cherche les secrets de la structure et du fonctionnement de la nature (= des écosystèmes, de l'écocomplexe, de l'écosphère...), le gestionnaire lui, cherche, dans une situation idéale, à

réaliser la meilleure harmonisation entre les exigences du développement socio-économique d'une part, et la sauvegarde des intérêts des futures générations dans le cadre du développement durable et ses préceptes, d'autre part. Le point de rencontre entre le scientifique et le gestionnaire est la performance des projets et des plans vis-à-vis de l'état de l'environnement et des ressources (économiques, aussi bien que celles essentielles pour le maintien de la vie) dont hériteront les futures générations. Les scientifiques ont abouti dans leurs études à une gamme assez variée d'idées sur les indicateurs et indices écologiques qui ne sont pas tous forcément utiles au gestionnaire. Les scientifiques donc proposent et les décideurs disposent, mais ces derniers ont aussi le droit de faire des choix et de demander des modifications. Les scientifiques doivent être en mesure d'effectuer ces modifications et de bien vérifier leur fiabilité et leur efficacité, sans nuire à la valeur des indicateurs et indices comme outils rigoureux pour comprendre et pour gérer l'état de l'environnement toujours dans le cadre du développement durable. C'est dans ce cadre, spécifiquement, que l'effort est justifié, et que des mesures extensives dans le temps et dans l'espace doivent être entreprises, et que des comparaisons et des analyses statistiques sophistiquées doivent être effectuées sur des bases de données à grande échelle. C'est la nouvelle profession de l'ingénierat écologique.

Les instances nationales et internationales qui ont abordé le problème des indicateurs et indices écologiques dans les deux dernières décennies peuvent être réparties en deux catégories, les unes scientifiques et les autres gouvernementales, ou sociétés savantes d'une part, les pouvoirs publics et les organismes d'administration et de gestion, d'autre part. Dans les pages suivantes nous allons traiter d'abord les efforts des sociétés savantes, nationales et internationales.

Si nous nous limitons au développement de la notion d'évaluation écologique qui a pris place à partir de 1980, nous pouvons constater que la description des milieux à partir des données phytosociologiques étaient déjà à un état d'avancement considérable. La caractérisation des biotopes par leurs associations végétales était une pratique banale dans presque tous les pays méditerranéens. L'étude de l'hydrobiologie des fleuves et des lacs, et l'océanographie côtière étaient eux aussi pratiquées depuis très longtemps dans ces pays. Avec le programme des zones arides de l'UNESCO, depuis 1958, et également son programme sur la cartographie bioclimatique du Bassin méditerranéen, et puis sa synthèse sur les ressources naturelles de l'Afrique, les pays méditerranéens du Sud ont pu mettre au point les connaissances écologiques sur leurs milieux, les exploiter et les augmenter de façon à les rendre comparables avec les connaissances semblables des autres pays du Bassin.

Quelques années plus tard, le Programme Biologique International (PBI), lancé en 1965, a permis lui aussi à plusieurs pays méditerranéens d'élargir leurs connaissances sur leurs écosystèmes terrestres, en même temps que le souci de la pollution du milieu aquatique a poussé davantage les études sur l'hydrobiologie et les effets des polluants sur la vie aquatique. Pendant cette même période, les techniques de modélisation étaient introduites et appliquées avec un certain succès, mais l'impact le plus important de ces techniques était plutôt la sensibilisation des écologues à l'intérêt de la pluridisciplinarité ainsi que les contacts bénéfiques qui ont été établis entre écologues et décideurs, qui ont permis aux uns de mieux connaître les autres. Avant même que le PBI soit terminé en 1975, les programmes de

SCOPE (sur les problèmes de l'environnement) et Mab (l'Homme et la Biosphère de l'UNESCO) étaient mis en place. Puis la Conférence de Stockholm en 1972 a abouti à la création du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE). La Convention de Barcelone fut acceptée en 1975 et les mécanismes pour la protection de la Méditerranée furent mis en marche. Une même tendance pour décrire et protéger l'environnement, mais peut-être avec plus d'élan, se poursuivait dans les pays de l'Europe occidentale et septentrionale sous l'égide du Conseil de l'Europe et de l'Organisation de Coopération et Développement Economiques (OCDE). En même temps, les satellites furent de plus en plus utilisés pour l'observation méthodique de l'environnement de l'espace, et ont ainsi ouvert de nouvelles possibilités pour les études écologiques. Les écologues se sont trouvés donc confrontés à une demande croissante pour qu'ils adaptent leurs connaissances aux besoins de la conservation de l'environnement et des ressources naturelles.

Une des premières tentatives effectuées dans les années 80 par les écologues pour la mise au point des méthodes pour préciser les indicateurs et les indices écologiques, est peut-être celle de l'Institut Européen d'Ecologie (Gehu et Meriaux 1981). La Société d'Ecologie, en France, a publié un traité exhaustif (Blandin 1986), et a collaboré avec l'Association Française des Ingénieurs Ecologues pour étudier ce problème du point de vue scientifique et professionnel (AFIE 1987). L'Union Internationale des Sciences Biologiques a lancé elle aussi un programme sur les bio-indicateurs (Salanki 1986 a et b). Entre-temps, ont été suffisamment étudiés les effets des perturbations naturelles ou anthropogènes sur les espaces et les associations végétales et animales : sécheresse, inondation, industrie, agriculture, engrais, pesticides, urbanisation, marée noire, etc., y compris également la conservation et la protection des sites naturels. En dépit de ces études, ou peut-être à cause d'elles, on n'a pas pu arriver à unifier les méthodes, voire même les principes, du choix des indicateurs et des indices écologiques, étant donné que pour chaque groupe d'organismes et au sein de chaque groupe : bactéries, plantes, ou animaux, il existe des exigences, des méthodes et des principes qui lui sont propres. Les scientifiques ont mené leurs études sur ce sujet jusqu'au bout, on peut le dire, sans penser beaucoup à l'interface avec le décideur et l'utilisateur, ce qui est naturel dans la recherche scientifique rigoureuse. Cette articulation avec les besoins des pouvoirs publics ne pouvait s'effectuer que dans un deuxième temps. La vaste base des connaissances diverses et parfois disparates, sur les effets des perturbations et leurs impacts sur les écosystèmes devait servir de point d'appui pour élaborer des systèmes d'indicateurs et d'indices écologiques concernant les effets des actions anthropogènes planifiées sur les écosystèmes et sur l'écosphère.

A propos de cet effort, les écologues devaient se mettre en collaboration étroite avec les décideurs et les utilisateurs afin de connaître leurs besoins et leurs contraintes. Cette collaboration a pris place parallèlement avec les études purement scientifiques sur le comportement des écosystèmes vis-à-vis des perturbations, mais était toujours au deuxième plan de l'intérêt des écologues, malgré l'importance qu'ils ressentaient d'une telle démarche, faute de moyens qui pouvaient leur permettre de tester leurs hypothèses en rassemblant leurs différentes disciplines en une coordination entre eux-mêmes et avec les décideurs/utilisateurs, pour une durée assez longue et sur un espace assez étendu et diversifié. C'est ce qu'enfin certains programmes nouvellement lancés essaient de réaliser, tel le Programme International de la Géosphère et la Biosphère (IGBP) nommé aussi Global Change, du Conseil International des Unions Scientifiques (ICSU), le programme de la Décennie des Tropiques de l'IUBS, et le plus récemment lancé, l'Initiative Internationale pour une Biosphère durable (ISBI) de l'Association Internationale pour l'Ecologie

(INTECOL) qui a été aussi adopté par SCOPE comme composante de son programme "Sustainable Biosphere" (la Biosphère Durable). L'intérêt récent pour préserver la biodiversité a rehaussé les efforts pour concrétiser les indicateurs et indices écologiques et les rendre plus efficaces, plus compréhensibles, et plus globalisants, et aussi plus utiles pour le grand public, notamment les décideurs, y compris leur utilité pour la prospective environnementale.

On peut aussi mentionner, parmi les efforts de la communauté scientifique, celui de l'Union International de Géographie (IGU) qui a formé un Groupe d'Etudes sur les Zones Critiques dans le Changement Global de l'Environnement (Ghabbour 1993).

Le programme IGBP a établi l'initiative START pour renforcer la recherche sur le changement de l'environnement et le détecter, entre autres objectifs, au niveau régional. Une des régions désignées est la région méditerranéenne, mais la mise au point dépendra de consultations avec les pays concernés pour délimiter la région et préciser les besoins et les souhaits de ces pays.

Une autre approche pour établir les indicateurs et indices écologiques est de les traiter du côté des activités humaines plutôt que du côté des écosystèmes, en d'autres mots, du côté actif plutôt que du côté passif. Il s'agit là d'étudier les critères, indicateurs et indices écologiques de l'industrie et de l'agriculture, du tourisme, du forage pétrolier, etc. Cette approche a fait son apparition surtout avec la parution de la notion du développement durable, de l'agriculture durable, et du développement industriel écologiquement durable, (Soil & Water Conservation Soc. 1990, Jacobs et Sadler 1991, Onudi 1992). Cette approche reprise par les scientifiques, semble plus fiable pour dialoguer avec les décideurs/utilisateurs que celle d'étudier les écosystèmes pour leurs valeurs intrinsèques, une approche qui devrait demeurer toujours valable d'ailleurs. Dans le cadre du discours qui associe le développement et l'environnement dans une seule stratégie, c'est cette approche qui devrait quand même être adoptée, par le Plan Bleu comme par les pouvoirs publics des pays méditerranéens.

### **5.3. Classification des indicateurs et indices de l'état de l'environnement**

Même si d'aucuns pensent que la défense de l'environnement en France n'est pas suffisante (Mathieu 1992), la France doit être considérée comme un des pays méditerranéens où les mesures de défense sont des plus poussées. Parmi les efforts scientifiques les plus notables figure celui du Secrétariat Faune et Flore (SFF) du Muséum National d'Histoire Naturelle, dont l'expérience mérite d'être évoquée et adaptée, dans la mesure du possible, dans les autres pays méditerranéens.

Il n'est guère question pourtant de relater les démarches du SFF, mais il serait utile de résumer un de ses derniers travaux sur le thème qui nous intéresse ici, à savoir le choix des indicateurs et indices de l'état de l'environnement et en allant un pas plus loin en les mettant dans une classification hiérarchique raisonnée (Blandin 1989). Après une énumération exhaustive des indicateurs écologiques pour les milieux terrestres et aquatiques (Blandin 1986), le travail de 1989 donne une série de définitions pratiques pour les phases opérationnelles.

Légèrement modifiées, elles sont les suivantes :

- 1- Cartographie des écozones : une méthodologie qui, à partir de la télédétection, fournit une vision d'ensemble des grands espaces naturels et doit permettre d'en repérer l'évolution par une répétition périodique des observations saisonnières et annuelles à un pas de temps de quatre à cinq ans.
- 2- Les Ecozones : des unités d'analyse "paysagère" homogène reposant sur les caractéristiques bio-physiques des territoires étudiés (document SRETIE/MEEESP JLW 87/325 du 27 nov. 1987, cité par Blandin 1989), et distinguées par la télédétection. (Annexe 2).
- 3- Ecosystème terrestre : une homogénéité structurelle à laquelle est associée un fonctionnement d'ensemble (Lamotte et Bourlière, 1978), distinguée par le Travail sur le Terrain. Les systèmes aquatiques sont des écosystèmes aux contours définis, avec une distribution interne des organismes non uniforme mais formant une seule entité fonctionnelle. Dans le dernier système, le statut trophique est essentiel pour le repérage des évolutions fonctionnelles. On peut admettre que les écozones correspondent à des écosystèmes mais pas dans tous les cas, ce qui exige une distinction terminologique. Il doit être possible d'articuler la typologie des écozones terrestres avec une typologie plus fine de la composition spécifique de la végétation qui est, dans une certaine mesure seulement, distinguée par la télédétection.
- 4- L'écocomplexe : un ensemble d'écosystèmes occupant un certain territoire, entre lesquels il existe un ensemble particulier d'interactions directes et indirectes, résultant d'une histoire écologique et humaine commune (Blandin et Lamotte 1985, Blandin 1986).
- 5- L'objectif d'un suivi environnemental : la détection d'événements ou l'obtention de la certitude qu'aucun événement perceptible (avec le système de suivi en opération) ne s'est produit. Un événement unitaire est un changement de valeur ou de classe d'une variable, qualitative ou quantitative.
- 6- Un système de perception : moyens de prise d'information ayant un pouvoir discriminateur fixé.
- 7- Valeurs-seuil ou classes-seuil : en deçà desquelles les variations perçues sont considérées comme non significatives et traitables comme "bruit de fond". Les seuils d'alerte sont ceux au delà desquels un danger de déséquilibre irréversible est à signaler, entre les deux des changements sérieux, mais réversibles, sont notés. Ces valeurs sont obligatoirement imposées par le système de détection.
- 8- Les événements détectables à l'échelle de l'écozone : sont internes/périphériques à effet positif ou négatif, ou bien partiels/totaux, significatifs ou non, et justifiant ou non une réédition de la carte des écozones.
- 9- L'état de santé des systèmes écologiques : des phénomènes relevant de la destruction, les changements, l'éradication, l'introduction d'agents pathogènes et de ravageurs, l'exploitation, et les introductions de matières chimiques.

- 10- Conséquences de la pathologie des écosystèmes :
1. détérioration de l'étendue, du fonctionnement, de la composition spécifique.
  2. régression ou extension de certains types d'écosystèmes, disparition d'interface (écotones), d'espèces à chorologie extensive (migrateurs : poissons, oiseaux).
- 11- Suivi des écozones : repérage des changements horizontaux, fonctionnels, patrimoniaux, et les seuils à partir desquels on admet que se dessine une évolution, bonne ou mauvaise pour décrire l'état de l'écosystème, et/ou pour le déroulement du processus du développement, les deux n'étant pas indépendants l'un de l'autre.
- 12- Conditions pour des bio-indicateurs :
1. faciles et possibles à utiliser,
  2. ayant un bon pouvoir de discrimination,
  3. ayant un espace géographique étendu (qui contraste quand même avec le besoin de sa spécificité).
- 13- Le patrimoine (aussi richesse ou bien diversité) : peut être défini de deux façons :
1. le patrimoine "brut" qui correspond à la richesse totale en espèces que possède l'écozone, de façon permanente et de façon périodique. En théorie, le fonctionnement "normal" de l'écozone est tel que d'une année à l'autre cette richesse est conservée ;
  2. le patrimoine "pondéré" qui tient compte non seulement de la richesse spécifique, mais aussi du plus ou moins grand degré de rareté des espèces.
- 14- Changements fonctionnels et changements du patrimoine : moyens de prévoir les retombées sur le déroulement du développement, plus importants peut-être que les changements de structure distingués par télédétection, pour donner des alertes précoces. Les changements de patrimoine, quand à eux, sont peut-être les plus liés au processus du développement (pénurie de ressources naturelles).
- 15- La meilleure stratégie donc est de combiner les différents systèmes de détection, satellites, enquêtes sur le terrain, etc., en coordination étroite, assistés par l'analyse statistique d'un côté, et des zones protégées non-perturbées servant de références pour l'état "normal" des écosystèmes de l'autre côté. Ces zones sont indispensables quoiqu'on pense de l'état de leur "normalité". Il faut aussi savoir distinguer entre les changements inoffensifs des écosystèmes et ceux qui annoncent un bouleversement irréversible. C'est justement dans ce sens que les zones protégées non-perturbées gagnent leur importance.
- 16- Si la télédétection est fort utile pour le suivi des écosystèmes terrestres, assistée par les échantillonnages sur le terrain elle est beaucoup moins fiable pour les écosystèmes marins, où le benthos à des profondeurs parfois considérables joue un rôle prépondérant dans leur fonctionnement (Jacques et Treguer 1986). On peut donc

s'appuyer sur l'échantillonnage dans les milieux marins dans une proportion plus forte que pour les écosystèmes terrestres, pas parce que ces milieux sont la vocation principale du Plan Bleu, mais plutôt parce que c'est la nature du milieu même qui l'exige. Au contraire, pour les milieux terrestres, la télédétection peut dans une plus grande mesure épargner beaucoup, mais pas entièrement, de l'effort d'échantillonnage.

#### 5.4. Critères économiques et sociaux : un conflit ?

Ayant fait le tour d'horizon des programmes en cours pour l'élaboration d'un système pour le suivi de l'environnement au niveau international, et se rapprochant de près ou de très près des démarches prévues pour le Bassin méditerranéen, il est temps de faire le choix succinct non seulement des indicateurs et indices à utiliser, mais plutôt de l'approche conceptuelle à envisager, car, comme on l'a déjà souligné, les objectifs du Plan Bleu ne s'arrêtent pas à décrire l'état de l'environnement et des écosystèmes pour les protéger, ce qui est pourtant un but essentiel, mais plutôt pour modifier le déroulement du processus du développement lui-même, pour assurer à travers la prospective environnementale un développement durable qui protège, à la fois, l'environnement et le processus du développement. En effet, le processus de développement se déroule à deux niveaux, celui de la planification dans les hauts-lieux de la prise de décision, dans les cercles gouvernementaux aussi bien que dans le secteur privé, et l'autre au niveau de la réalisation de projets ponctuels sur des sites donnés, qui est la responsabilité des entrepreneurs et des ingénieurs. Pour réussir, un système de suivi environnemental, avec des objectifs tels ceux évoqués ici, doit de toute façon prendre ces deux niveaux en considération.

Si, d'autre part, le problème est d'éviter, tout simplement, les effets néfastes d'une détérioration de l'environnement sur un projet donné, par exemple la mise en décharge des déchets d'une station d'assainissement d'eau potable, les méthodes techniques existent pour mesurer la quantité et la qualité de ces déchets et pour conseiller sur les méthodes convenables pour les traiter de manière à ne pas nuire à l'environnement. Si, pour prendre un autre exemple lié plus étroitement à la zone côtière, on considère la pollution par hydrocarbures dans un port de tankers (le port de Sidi Kreir, l'extrémité méditerranéenne du pipe-line SUMED, à l'ouest d'Alexandrie, par exemple), il existe également la technologie et les moyens de rendre cette pollution au minimum, puisque la mise en opération de ces moyens est inscrite dans le cahier des charges de la construction du port. Plusieurs autres exemples peuvent être cités, mais ce n'est pas là le problème.

Bien que les pays méditerranéens soient intéressés à encourager de telles démarches, il ne semble pas que leur initiative se limiterait à cette simple échelle. Ce qui est plus préoccupant, dans le contexte du développement durable, est de diriger le processus lui-même avec une perspective du long terme, au niveau régional et national, c'est-à-dire, une extension dans le temps et dans l'espace, au-delà peut-être des frontières nationales, et au-delà des générations actuelles. Cet objectif futuriste exprimé par le souci de la prospective environnementale, n'exclut pas quand même l'utilisation de plusieurs indicateurs et indices fiables parmi ceux proposés par les programmes en cours ou en conception, mais d'autres doivent être utilisés, en sus, pour leur signification en ce qui concerne le déroulement durable du processus de développement. Avouons tout de même que tous les programmes

actuels pour la surveillance environnementale ont cette idée en arrière-pensée, mais le lien entre les données obtenues et le processus de développement n'est guère démontré explicitement. Il est vaguement mentionné mais très rarement abordé.

Un pays donné, développé ou en voie de développement, doit résoudre les problèmes de l'heure avant ceux de l'avenir. C'est un fait auquel on ne peut pas échapper. Et puisque les rapports entre l'état détérioré de l'environnement et le bon déroulement du développement ne sont démontrés qu'au niveau local (effets de pollution pétrolière sur les plages de plaisance, par exemple), et que les solutions techniques pour les réduire sont connues. Les pays peuvent résoudre ces problèmes, s'ils le veulent bien, à travers des mesures locales et nationales, et/ou à travers des accords avec les bailleurs de fonds. Les contraintes sont plutôt d'ordre financier, législatif, et administratif. La Banque Mondiale est un agent principal qui a établi au moins partiellement ses termes de référence à propos des impacts sur l'environnement mais seulement au niveau des projets ponctuels, comme nous l'avons vu ci-dessus. Du coup les pays ne considèrent pas que les effets à long terme peuvent être en première priorité. D'autre part, un état détérioré de l'environnement peut être positif et non pas négatif pour la rentabilité économique, si les critères économiques sont seuls à être pris en considération. Si on parle de l'importance de conserver la biodiversité, par exemple, l'agriculture va dans le sens contraire en appauvrissant le paysage et en maintenant une seule espèce, celle cultivée, et en éliminant toutes les autres elle rapporte plus de revenus et de moyens de vivre à la population, que n'importe quel parc national ou réserve naturel sur le même espace. Un village touristique avec quelques plantes ornementales est beaucoup plus rentable pour l'économie locale et nationale qu'un village de pêcheurs avec une végétation spontanée entouré de marécages où les moustiques pullulent. Un autre exemple, si besoin est, pourrait être celui des mines de charbon, ou les mines à ciel ouvert, qui ont des effets néfastes multiples sur l'environnement, mais qu'aucun pays n'hésiterait à ouvrir, pour promouvoir l'exportation des minerais, quel que soit le coût pour l'environnement.

Pour que les considérations environnementales prennent une certaine préséance, les critères de caractère social doivent entrer en scène en premier lieu. Par critères au plan social, on entend un groupe de critères qui relèvent de la santé publique (morbidité et mortalité) qui sont faciles à mesurer mais encore difficile à lier avec tel ou tel type de pollution, dans la plupart des cas. Plus difficile encore, est de prouver rigoureusement que la détérioration généralisée de l'environnement conduit à un abaissement du niveau de la santé publique. Le second groupe de critères sociaux est encore plus ambigu. Il s'agit de critères qui relèvent de ce qu'on appelle, sans pouvoir le définir, la "qualité de la vie". C'est un concept plus ressenti subjectivement que mesurable de manière objective. Si on revient aux exemples cités plus haut, on trouve que les critères sociaux sont ceux qui démontrent le lien entre environnement et développement, mais ici le développement social et le bien-être du grand public - ce que la démocratie appelle - le plus grand bien pour le plus grand nombre, et dont l'abus mène à des mécontentements sociaux, n'est pas clairement lié à la qualité de l'environnement, les décalages étant très longs.

Dans le cas de l'agriculture, il s'est avéré un besoin croissant de subventions au fur et à mesure qu'elle s'approprie la technologie moderne et se dirige vers les monocultures. Les villages de plaisance et de tourisme sur les côtes finissent par être désertés un jour ou l'autre et laissent à leur place des cités de fantômes. Les mines de charbon à ciel ouvert ne sont que



des paysages de désolation et de désespérance pour les populations avoisinantes (Bouché 1990), appauvries par les maladies et le chômage. La tâche de la prospective environnementale est de trouver les indicateurs et indices capables de servir à sonner l'alarme assez tôt pour prévenir ces catastrophes.

Nous avons donc deux niveaux de retombées d'un environnement détérioré sur le déroulement durable du développement. Le premier se situe au niveau local et ponctuel qui touche aux projets ponctuels et à leurs performances individuelles et qui est mesuré par des critères économiques. L'autre concerne la situation générale de la population qui vit près ou loin des projets ponctuels mais qui risque de souffrir des effets de l'environnement détérioré (sous toutes ses formes), et dont l'état général de santé et de qualité de vie refléteraient, éventuellement, mais de manière extrêmement floue, les rendements économiques des projets établis et en opération plusieurs mois, voire plusieurs années, auparavant. Ce deuxième niveau est mesuré par des critères sociaux, ou plutôt bio-sociaux. Dans le cas des accidents au moins, le rapport entre développement mal conçu et la santé publique peut être frappant, vu la courte, très courte, intervalle entre cause et effet, mais avec l'éloignement entre cause d'une part, et effet d'autre part, les rapports deviennent difficiles à établir, et sont exposés de plus en plus aux contestations de toutes sortes.

Les critères à choisir, ainsi que les indicateurs et les indices, dans le cadre du développement durable, seraient plutôt ceux qui indiquent ou reflètent l'état de santé du grand public et son appréciation de la qualité de la vie, à côté, bien sûr, des indicateurs qui reflètent le succès des projets individuels.

### **5.5. L'amélioration et l'exploitation des données environnementales**

Les listes d'analyses à effectuer dans les sites en question, ne sont données qu'à titre indicatif et non exhaustif. Par contre, il est prévu qu'elles pourraient faire l'objet d'un choix sélectif dans certains cas, dans le temps et dans l'espace. Si on prend par exemple le cas des analyses pour la qualité de l'eau, on peut établir un programme complet d'échantillonnages pour toutes les catégories d'eaux : eaux de pluies, de fleuves, souterraines, d'écoulement de champs agricoles (drainage), de rejets d'usines, et de villes (eaux usées), des zones côtières, des estuaires, des eaux au large des côtes, etc., ce qui est ni possible ni utiles dans le contexte des pays de la Méditerranée des rives orientales et méridionales.

Les meilleures données environnementales sont celles qu'on peut hiérarchiser et mettre en relation, et utiliser pour en déduire des indices décrivant l'environnement de manière globale, sans négliger pour autant les données ponctuelles indiquant une situation particulière d'une certaine importance.

Un exemple qui a été répété plusieurs fois est le taux de mercure des poissons comestibles. Celui-ci est un seul et unique chiffre mais révélateur en lui-même, tandis que le chiffre indiquant le taux de phosphates dans les eaux d'un certain lac, par exemple, n'a de signification que si on connaît d'autres données sur ce même lac : le taux de nitrates, sa flore et sa faune planctonique, les cycles de température, de pH, et..., pour comprendre mieux le risque que pourrait poser le taux de phosphates à l'égard du phénomène d'eutrophisation de

ce lac. Ici, on peut profiter de ces deux exemples pour signaler la différence entre deux catégories de pollution, la première, par le mercure, représente l'existence de substances nocives entièrement (ou presque) étrangères à l'écosystème et qui ne s'y trouvent normalement qu'en traces qui échappent souvent aux analyses habituelles, la deuxième est celle des phosphates qui existent de manière normale dans les écosystèmes et qui y ont un rôle essentiel pour le maintien des fonctions normales de la vie, pourvu qu'elles s'y trouvent en quantités précises avec des seuils qui ne doivent pas être dépassés, sinon les équilibres sont bouleversés. Ces seuils ne sont pas les mêmes d'un écosystème à l'autre, et c'est ici que le concept de capacité de charge vient jouer son rôle, car elle doit être calculée pour chaque écosystème séparément.

Les indices écologiques et environnementaux, par exemple la biodiversité exprimée en indices de diversité de Simpson ou de Shannon-Weaver, ou par d'autres indices plus modernes, que ce soit de la totalité de la flore ou de la faune, de l'écosystème et ses habitats et biotopes, ou d'un seul groupe choisi d'organismes clés, sont par définition des indices complexes qui exigent un protocole assez élaboré pour l'échantillonnage et l'identification des spécimens. Par contre, leur utilisation dans différentes situations et leur extension dans le temps et dans l'espace donne beaucoup de renseignements précieux sur l'état de l'environnement dans sa globalité. Ils doivent donc être entrepris de manière régulière dans tous les milieux terrestres et aquatiques autant que possible, surtout dans les biotopes menacés ou d'intérêt écologique spécial. Parmi les indices écologiques des peuplements qui ont été énoncés récemment on peut citer la "Valeur d'Importance Absolue et Relative" des espèces et des taxons dans les biotopes (Ghabbour et Shakir 1980), et l'Indice de Maturité des biotopes (Bongers 1990). La Valeur d'Importance permet de comparer la position des espèces et taxons dans des biotopes différents les uns des autres, ou dans le même biotope d'une période à l'autre, tandis que l'Indice de Maturité permet de connaître l'état du biotope ou de l'écosystème en fonction de ses déséquilibres et sa manipulation, d'après les proportions des espèces persistantes et les espèces accidentelles. Ces indices ont prouvé leur fiabilité pour les peuplements de la faune du sol mais peuvent être également utilisés avec succès pour le benthos (faune des sols submergés) des écosystèmes aquatiques. Sans pour autant nier la valeur des apports des techniques de télédétection à la compréhension de l'état des écosystèmes, l'étude des indices des peuplements est plus subtile et peut donner des indications sur les processus sous-jacents qui agissent sournoisement sur l'écosystème, et donc obtenir un pouvoir prédictif pour déceler les évolutions futures auxquelles on peut s'attendre. Il y a quand même le risque de confondre la diversité de l'écosystème avec la diversité de ces biotopes composantes (Cancela da Fonseca 1991), ce qu'il faut éviter.

Pour mieux profiter de ces indices, qui exigent comme on l'a déjà signalé un effort régulier d'échantillonnages systématiques, on doit avoir recours à la modélisation des écosystèmes et à l'analyse multi-factorielle des données obtenues. La modélisation des écosystèmes était apparue comme très prometteuse il y a une vingtaine d'années mais s'est avérée trop difficile et trop coûteuse, avec peu de résultats concrets justifiant l'effort. Il est reconnu maintenant qu'il suffit de modéliser des processus isolés et non pas l'écosystème dans son ensemble, par exemple la photosynthèse, la décomposition, ou les rapports prédateurs-proies. Ainsi la collecte des données nécessaires pour la construction des modèles devient plus facile et moins coûteuse, et donne beaucoup plus vite des résultats utilisables. Pourtant l'effort est

toujours très important et de longue haleine, mais abordable et rentable du point de vue utilitaire. C'est un effort qui a déjà été réalisé par des équipes de l'Université d'Alexandrie pour la côte méditerranéenne à l'ouest de cette ville (y compris le site de Fouka, mais plus ou moins marginalement), et qui peut être très facilement répété pour le site de Sfax qui appartient à la même éco-zone. Dans le cas des autres sites, un programme de recherche de 2 à 3 ans pour la collecte des données nécessaires pour la construction de modèles appropriés peut être élaboré en consultation avec les équipes scientifiques locales et en fonction de leur besoin et des types de modèles jugés utiles.

Avec l'accumulation d'une grande masse de données de divers types leur manipulation et compréhension devient une tâche impossible. Heureusement, les méthodes modernes d'analyses multi-factorielles de données, notamment l'analyse de correspondances et la classification hiérarchique ascendante, (voir Escofier et Pages 1990, Jeffers 1992) viennent au secours des chercheurs et leur permettent de discerner des rapports entre les données, ainsi que de fournir la motivation pour la collecte de données multiples et variées, sans crainte de ne pouvoir les traiter. Les logiciels de traitement de données sont disponibles en anglais et en français, mais ici, comme pour la télédétection et la modélisation, la coopération régionale et internationale est indispensable.

## 6. RAPPORTS AVEC D'AUTRES PROGRAMMES INTERNATIONAUX

En même temps que les pays méditerranéens s'occupent de chercher les indicateurs et indices convenables pour établir l'état de l'environnement dans des zones côtières sélectionnées dans le pourtour méditerranéen, d'autres organisations internationales s'occupent elles aussi de mettre en place des programmes pour le suivi de l'état de l'environnement, ou d'une de ces composantes les plus importantes, à l'échelle globale. Parmi ces tentatives nous n'en mentionnerons que trois, qui sont les plus proches à la démarche du travail proposé : celle de la Banque Mondiale, celle du Programme International de la Géosphère et la Biosphère (Changement Global) du Conseil International des Unions Scientifiques (ICSU), et celle nommée DIVERSITAS, gérée conjointement par l'Union Internationale des Sciences Biologiques (IUBS) et le Comité Scientifique pour les Problèmes de l'Environnement (SCOPE) et le Programme de l'Homme et la Biosphère (MAB) de l'UNESCO, tous trois sis à Paris.

Avant d'entrer dans les détails, il est utile d'esquisser l'essentiel de ces trois tentatives. Celle de la Banque Mondiale concerne la mise au point d'une série de conseils pour les équipes d'évaluation environnementale des projets de développement proposés par les pays membres, et que la Banque est appelée à financer. La seconde est un effort d'une association de comités nationaux de scientifiques, sous l'égide d'ICSU, qui voudraient étudier l'effet des changements climatiques et anthropogènes sur les écosystèmes terrestres à travers une collecte systématique de données, qui devrait continuer sur une période de 30 à 50 ans. Le programme IGBP a délimité des régions plus ou moins homogènes du globe pour y effectuer des collectes de données et des interprétations en fonction de leurs conditions particulières (programme START). Une de ces régions est la région méditerranéenne. Pourtant elle n'a pas reçu un statut prioritaire pour le proche avenir. La troisième tentative cherche à élucider trois problèmes : l'utilité de la biodiversité dans le fonctionnement des écosystèmes ; l'origine, le maintien et la perte de la biodiversité, et l'inventaire et le suivi de la biodiversité.

Il est intéressant aussi de noter un programme semblable poursuivi au niveau national aux Etats-Unis, mais avec un site en Antarctique ce qui lui donne un aspect intercontinental. Il s'agit du programme LTER (Long-Term Ecological Research) débuté en 1979 et qui regroupe 18 sites sur le territoire américain, dont deux en Alaska (Castle 1992). Le programme s'occupe principalement de recherches écologiques à long terme et met l'accent sur 5 thèmes : production primaire (végétale), peuplements des espèces choisies dans les différents niveaux trophiques, transformations de la matière organique, mouvements de matière minérale, et régime des perturbations des sites. Ce programme se distingue par l'utilisation d'un réseau élaboré pour la diffusion et l'interprétation des données, qui dépend d'un système d'ordinateurs et de bases de données géographiques assurant vitesse et accessibilité.

### 6.1. La Banque Mondiale et l'aménagement des zones côtières

Un document récemment paru et publié par la Banque Mondiale (WB 1991 a et b) auquel ont participé plus d'une centaine d'experts, explique la politique de la Banque à l'égard de l'évaluation environnementale des projets qu'elle finance dans les pays demandeurs de crédits. En ce qui concerne les zones côtières, ce document souligne qu'il n'existe pas une définition précise pour de telles zones car cette définition ne relève pas seulement des considérations écologiques ou géographiques mais aussi de facteurs politiques et administratifs. Presque tous les genres des projets de développement s'y entremêlent : agriculture, pêche, sylviculture, énergie, transports, urbanisation (y compris le tourisme), et l'industrie/commerce. Le problème est que la planification sectorielle met l'accent sur de grands projets à objectif unique tel la construction d'un port ou la riziculture. L'aménagement à multiples objectifs est plus approprié pour les zones côtières mais n'est malheureusement pas simple à concevoir. A cause du grand intérêt économique lié aux projets de nature sectorielle, tous les acteurs, administrations locales et bailleurs de fonds, ont tendance à préférer les projets de haute rentabilité, souvent à court terme seulement. Les conflits d'utilisation du territoire se traduisent par des conflits au niveau des agences gouvernementales, des groupes privés ainsi qu'au niveau des populations locales et des autorités centrales. Ces conflits ont des retombées néfastes sur l'écologie ainsi que l'économie des zones côtières qui n'ont qu'une capacité limitée d'absorber les chocs d'une forte pollution ou autres perturbations engendrées par telle ou telle activité. L'approche intégrée de planification et de l'aménagement des ressources des zones côtières est essentiel pour éviter les impacts d'un secteur donné sur les autres et pour instituer les mesures préventives et correctives. De plus, la situation des ressources des zones côtières dans plusieurs régions du monde manifeste une capacité décroissante pour maintenir un développement durable. Ceci est attesté par une pollution qui ne cesse d'augmenter, avec une augmentation concomitante des risques pour la santé humaine, des pêches qui baissent, des plages abîmées, des conflits entre habitants indigènes et touristes, et la relocalisation des groupes autochtones vers des zones moins salubres et moins lucratives. C'est une tendance qui pourrait être réversible, si les exigences uniques d'un aménagement raisonné des zones côtières sont reconnues.

La Banque Mondiale a eu des expériences sur l'aménagement des zones côtières aux Philippines, Malaisie, Corée et Honduras. Mais le plus grand programme est celui de la Méditerranée. Ce programme comprend l'éventuel développement d'un plan d'Action traitant une réforme des politiques, un renforcement des institutions et des besoins d'investissement, puisque plusieurs des problèmes environnementaux des pays méditerranéens sont en effet liés à la zone côtière et marine, ce qui offre à la Banque une occasion unique d'être en position d'aider ces pays à protéger et à aménager les différents aspects de l'environnement côtier. Malheureusement la Banque Mondiale n'a pas de politiques ou de lignes directrices à propos de la planification et de l'aménagement intégrés des zones côtières et marines, mais elle en a sur d'autres sujets qui peuvent néanmoins y toucher de près ou de loin, parmi lesquels on peut en citer particulièrement deux, les barrages, et la biodiversité. Sa politique sur les barrages requiert l'examen des effets en aval, tandis que sa politique sur la biodiversité exige d'éviter les impacts néfastes sur les mangroves et autres zones humides côtières, ou autres zones protégées et d'une certaine

importance biologique. De plus, la Banque Mondiale utilise certains principes à propos de la construction des ports et l'évacuation du matériel excavé, et elle a annoncé qu'elle ne s'associerait pas à des projets ayant une composante de rejets de matières toxiques dans les eaux des océans.

Le processus d'évaluation environnementale de la Banque Mondiale en ce qui concerne les zones côtières devrait assurer la participation des communautés locales et la coordination des différentes administrations gouvernementales, dès les premières étapes du projet. Toute la gamme des considérations alternatives et des impacts intersectoriels devrait être identifiée avant que les décisions soient prises par l'agence qui finance. Les plans appropriés de la mise en oeuvre doivent être prêts, ainsi que la mise en place des institutions compétentes pour effectuer l'exécution de ces plans.

Plusieurs accords internationaux existent pour la protection de l'environnement côtier et marin, qui sont signés par la plupart des pays. Pourtant le respect de ces accords n'est pas complet. La Banque Mondiale suggère donc que les plans soient conformes à ces accords dans le fond et sur la forme. La Banque Mondiale suggère également que les lignes directrices publiées par les organisations internationales (PNUE, CEE, OMI, l'Association Internationale des Ports et des Installations Portuaires, entre autres), sur la gestion des impacts environnementaux des différentes activités dans les zones côtières, soient prises en compte par les équipes d'études d'impact et d'évaluation environnementale.

Les populations locales normalement n'exploitent pas un seul type d'habitat des zones côtières, mais dépendent d'une économie mixte de pêche, agriculture, pâturage, et parfois cueillette, et ont des rapports sociaux particuliers soit à l'intérieur de la communauté soit avec les étrangers. Les changements sociaux inévitables associés aux projets de développement dans les zones côtières sont souvent marqués par une interdiction d'accès d'un ou de plusieurs de ces habitats, par la surexploitation, voire la disparition de certaines espèces végétales ou animales, ou de certains habitats, pour répondre à la demande d'espace ou à celle du marché, par les déplacements de certains groupes ou de la population, et par l'arrivée de nouveaux habitants permanents ou temporaires ayant une perception différente de cet environnement. La non prise en compte de ces changements sociaux mène souvent à des problèmes imprévus durant la réalisation du projet ou après son installation.

Il est évident, à la lecture des documents publiés par la Banque Mondiale, que le domaine de la conservation du bon état de l'environnement des zones côtières n'est pas encore assez avancé pour permettre la mise au point d'un programme (ou de programmes) concrets qui puisse(nt) être tout de suite adopté(s) par les pays concernés et par les organisations internationales et régionales mandatées pour cette tâche. Ça devrait être un processus de plusieurs étapes, vu sa nature interdisciplinaire et les milieux naturels variés qui s'y rencontrent proches les uns des autres, à la différence des autres zones écologiques marquées par une plus grande homogénéité et des superficies beaucoup plus larges.

Si la Banque Mondiale n'a pas encore formulé des lignes directrices spécifiquement pour l'aménagement des zones côtières, le document est assez fort en ce qui concerne les activités sectorielles qui convergent sur la côte. Ce document souligne aussi la nécessité de surveiller

l'état de l'environnement après l'exécution du projet, pendant une longue période de temps, et non pas seulement pendant l'exécution, puisque les effets sont latents et de longue durée.

Si le document de la Banque Mondiale n'a pas formulé des principes concernant les zones côtières (au moins jusqu'en 1991), il l'a fait pour les différentes formes de l'utilisation du territoire, qu'on trouve de toute façon réunies sur les zones côtières, comme déjà mentionné plus haut. Il sera donc utile de résumer ici les principes adoptés par la Banque Mondiale pour chacune de ces formes.

#### 6.1.1. La Biodiversité

Une liste simple pour identifier les problèmes de la biodiversité est présentée, qui préconise :

- identification de l'écosystème particulier qui sera affecté par le projet (marécage, forêt, terre de parcours, etc.) et s'il est désigné comme zone protégée ou est d'un intérêt spécial
- l'intérêt spécial de l'habitat (par exemple : espèces menacées, zone de reproduction ou d'abri...)
- détermination de manière générale de l'impact prévu du projet sur l'écosystème en question
- application des systèmes d'aménagement visant au maintien de la biodiversité de l'écosystème affecté par le projet.

#### 6.1.2. Les Terres sauvages

L'évaluation de l'impact des projets sur les divers types d'écosystèmes qu'on rencontre en tant que terres "sauvages" comprend les concepts suivants, mais n'y est pas limité :

- la superficie perdue et/ou altérée, et la nature de l'altération
- l'importance des changements affectant les ressources de la zone en question (qualité de l'eau, nutriments, pollution de l'air, etc.), et leurs durées, ainsi que l'importance des nuisances et perturbations de la vie animale et végétale
- changements de la composition spécifique et la productivité biologique, surtout la productivité d'importance économique
- pertes de services fournis par l'environnement (assainissement, contrôle de l'érosion, recharge de la nappe phréatique, etc.) ainsi que les coûts de remplacement de ces services
- importance de la population humaine affectée par le changement et la nature de l'impact sur elle
- changements dans la fréquentation et le revenu du site s'il est ouvert au public, ainsi que d'autres bénéfices (éducation, recherche, suivi, etc.)
- effets de voisinage, impacts indirects sur d'autres terres "sauvages" (augmentation de pressions, augmentation de la fréquentation, braconnage, coupes d'arbres, érosion, etc.).

### 6.1.3. Les zones humides

Parmi les questions à se poser dans le cas où un projet risque d'affecter une zone humide, les suivantes sont pertinentes :

- La zone est-elle sur la liste de Ramsar ?
- Y aurait-il des changements dans l'hydrologie de la zone humide ?
- Le projet risque-t-il de polluer la zone humide, ou d'augmenter les nutriments ou la perturbation physique ?
- Le projet requiert-il la conversion d'une partie de la zone humide ou un changement d'utilisation ?
- Quelle est la valeur socio-économique actuelle de la zone humide ? Quel peut être le rendement durable avec un meilleur système de gestion ? Quels seront les coûts de remplacement des services gratuits et des biens gratuits fournis par la zone, si elle est détruite ?
- Quelles institutions existent qui puissent gérer ou protéger la zone humide et quelles sont leurs capacités et leurs limites ?
- Les populations locales sont-elles prêtes et ont-elles la capacité pour adapter leurs exploitations traditionnelles aux changements éventuels de la zone humide, suite à la réalisation du projet ?

### 6.1.4. La gestion du sol et des eaux

La Banque Mondiale estime que la gestion du sol et des eaux est mieux traitée dans un seul ensemble, étant donné que les deux sont étroitement liés et interactifs. Les dégâts que causent les projets au sol sont regroupés en quatre catégories : pertes d'habitats, perte de la productivité du sol, modifications de l'hydrologie, et contamination du sol, mais s'ajoutent aussi la bonification des terres et ses impacts sur l'ensemble de l'environnement, ainsi que la négligence des terres cultivées sporadiquement et abandonnées à la jachère. Dans le cas des ressources en eau, à part les problèmes de pollution, on prend en compte les impacts environnementaux d'un ruissellement augmenté ou diminué, et le changement du niveau de la nappe phréatique. Les principes de l'analyse de ces impacts sont tellement liés à chaque cas particulier, et les problèmes de nature institutionnelle plutôt que technique, que l'analyse serait mieux faite par les équipes mandatées sur place, pour intégrer les données socio-politiques impliquées.

### 6.1.5. Les risques naturels

En estimant les dégâts dus à des causes naturelles il faut distinguer entre les causes primaires, par exemple le vent et la pluie, et les causes secondaires, par exemple les inondations. Les activités humaines peuvent paraître en elles-mêmes sans risques, mais



peuvent être des causes primaires pour des risques secondaires comme la déforestation qui change le système hydrique et peut engendrer des inondations. Il faudrait donc établir une liste exhaustive des risques naturels par rapport aux projets de développement. En faisant l'évaluation environnementale dans ce domaine, les points suivants sont à aborder :

- identification des risques spécifiques, leurs caractéristiques, répartition, intensités, qualités, fréquences, probabilité, etc.
- identification des secteurs critiques de l'économie et des ressources naturelles qui peuvent être touchés, analyse des contraintes et des conflits qui pourraient apparaître à cause du risque naturel dans le secteur en question, et examen des actions structurelles et non-structurelles nécessaires pour réduire les risques
- évaluation du degré de vulnérabilité au niveau de chaque secteur ou zone à risques, y compris les moyens de réduction, les infrastructures, les populations exposées, et préciser les mécanismes pour minimiser les vulnérabilités identifiées
- identification de l'emplacement des infrastructures les plus dangereusement exposées aux risques (barrages, dépôts de carburants, centrales nucléaires, industries chimiques, etc.), élaboration de stratégies de minimisation des risques, y compris la relocalisation, et estimation des coûts et de l'efficacité des solutions alternatives
- examen des capacités institutionnelles pour la prévention des désastres et leurs réductions au niveau national, régional et local, renforcement de coordination inter-institutionnelle ainsi que les mécanismes nécessaires à mettre en place
- analyse du rôle du secteur privé (par exemple, les ONG, les assurances, les banques, les investisseurs, les contractants) pour la réduction de la vulnérabilité dans différents secteurs/régions analysés
- identification des capacités spécifiques des ONG locales pour les activités visant à réduire la vulnérabilité, surtout en ce qui concerne l'implication de la population, l'éducation, et la formation
- examen des politiques existantes ou à mettre en oeuvre pour la prévention et la réduction des désastres, ainsi que la réglementation aux niveaux national et local
- analyse des options de développement en termes d'impact sur les risques naturels
- adaptation des données existantes sur les ressources naturelles aux exigences des politiques de prévention et de réduction des risques naturels.

Il est évident que beaucoup d'efforts et de dépenses pour le suivi des effets des projets de développement sur l'état de l'environnement pourraient être épargnés si les recommandations de l'évaluation environnementale étaient préalablement suivies avant la mise en oeuvre de nouveaux projets. En ce qui concerne les anciens projets déjà en

fonctionnement, de simples modifications de ce fonctionnement pourraient également faire épargner aux autorités et aux populations locales beaucoup de dégâts qui devraient être autrement contrôlés.

## **6.2. Le programme changement global et écosystèmes terrestres**

Ce programme, qui s'inscrit dans le cadre du Programme International Géosphère Biosphère (IGBP) de l'ICSU, ne peut fonctionner que par un système de surveillance global, avec des réseaux régionaux, pour trois raisons : (1) pour calibrer et valider les modèles de dynamique des écosystèmes à différentes échelles, (2) pour détecter le changement global tel qu'il est manifesté par des changements au niveau des écosystèmes terrestres, et (3) pour tenir compte des changements dans les agro-systèmes, induits par de nouvelles pratiques de l'utilisation du territoire. Au sein du Programme de l'Homme et la Biosphère (MAB) de l'UNESCO, quelques 300 réserves de la Biosphère ont été désignées, mais il n'existe pas un programme de suivi qui les lie ensemble, le MAB a donc en cours d'élaboration un système de caractérisation et de suivi des sites. L'Observatoire Sahara et Sahel lui aussi est intéressé au suivi des changements en régions arides et semi-arides. Les trois programmes ont donc organisé un atelier à Ury (près de Fontainebleau) du 27 au 31 juillet 1992, qui a regroupé une cinquantaine de scientifiques et qui est arrivé à de très importantes conclusions sur le suivi des écosystèmes terrestres, qui peuvent être extrêmement utiles pour des programmes de prospective environnementale.

L'atelier a fait le bilan des réseaux de suivi écologique et environnemental déjà en existence, ainsi que le type de données qu'ils collectent, ou qu'ils proposent de collecter, et les méthodologies de ces collectes, la qualité des données (surtout la fiabilité des anciennes données), et finalement l'accessibilité de ces données.

Les objectifs de ce programme - de manière générale - sont la définition et l'initiation d'un système global pour le suivi de l'état des écosystèmes terrestres, comme son nom l'indique, mais qui servirait aussi les objectifs du GCTE (Global Change and Terrestrial Ecosystems) aussi bien que ceux du MAB et de l'OSS, les partenaires de l'atelier d'Ury, dans la mesure du possible, en utilisant les programmes existants ou ceux en projet. Les objectifs spécifiques, pourtant, sont :

- 1) convenir du groupe minimum de processus et de variables dont on aurait besoin pour détecter le changement global et pour valider les modèles, et à partir de cela, établir les paramètres qui devraient être suivis.
- 2) déterminer la structure optimale du système de suivi à configuration hiérarchique (échelles différentes dans le temps et dans l'espace) ; et ayant une stratégie définie d'échantillonnage permettant son intégration autant que possible avec les activités des autres organisations.
- 3) définir un programme d'exécution prioritaire et phasée.

- 4) déterminer les protocoles expérimentaux suivants, en ce qui concerne les mesures sur le terrain pour :
  - le choix des sites et des gradients,
  - l'établissement et la maintenance des systèmes de mesure et des infrastructures du site.
- 5) déterminer les formes d'opération, d'aménagement, et du financement du réseau.
- 6) établir des liens efficaces avec les autres réseaux et systèmes.

Au cours de l'atelier d'Ury, les problèmes cernés ont été regroupés en 5 thèmes :

- 1) Quel type de changements cherchons-nous ?
  - des changements au niveau des individus (physiologie, éthologie, composition génétique)
  - des changements fins et subtils au niveau des populations et des communautés biologiques (reproduction, dispersion, agrégation, régime alimentaire, etc.)
  - des changements mesurables au niveau de l'écosystème (santé de l'écosystème, biodiversité, maturité, productivité, stabilité, résilience, autres fonctions normales, décomposition, types de matière organique, etc.)
  - des changements grossiers détectables par télédétection (des changements "post-mortem").
- 2) Pourquoi avons-nous besoin de surveiller les changements à long terme ?
  - pour savoir ce qui se passe dans notre environnement
  - pour mieux comprendre les mécanismes de ce qui se passe
  - pour intervenir par des actions curatives dans le cas de changements néfastes
  - pour prévoir les changements néfastes avant qu'ils ne prennent place et les empêcher de prendre place (prévention). Ce dernier objectif est le plus noble à concevoir mais aussi le plus difficile à mettre en place (voir les cas du trou d'ozone, de la pluie acide, du réchauffement global, qui ne sont pas sûrs d'avoir des effets néfastes à l'instant et donc laissent les décideurs dans un état d'hésitation).
- 3) A qui doit profiter ce suivi ?
  - aux scientifiques et au patrimoine scientifique de l'humanité
  - au grand public (cultivateurs, éleveurs, etc.) aux gouvernements (pour un meilleur aménagement des ressources naturelles du pays)
  - aux organisations internationales (Banque Mondiale, FAO, ...) pour une meilleure exécution de leurs mandats.

#### 4) Quels bénéfices à gagner de ce suivi ?

- augmentation de la productivité des écosystèmes de manière durable, surtout pour les agro-systèmes, pour combattre la faim et la famine
- manipulation des écosystèmes pour empêcher (ou diminuer) les ravages des organismes nuisibles
- conservation de la biodiversité et de la stabilité écologique globale, et le maintien de la "santé" des écosystèmes.

#### 5) Qui peut contribuer à cette tâche ?

- ceux qui vont en bénéficier (les scientifiques, le grand public, les gouvernements, les organisations internationales)
- les gardiens de la sagesse et du savoir populaires (l'expérience locale et indigène)
- les documents historiques
- la télédétection (les changements à grande échelle, après les événements) l'échantillonnage sur le terrain (les changements à petite échelle, pendant qu'ils prennent place)
- les banques des données et leur analyse au niveau régional (agrégation et interprétation de grands tableaux de données hétérogènes et détaillées)
- une unité centrale de synthèse (faire de l'ordre à partir du chaos)
- des unités d'information et de publication (la sortie finale utilisable par les destinataires).

### 6.3. Discussion

#### Une question importante

Dans l'hypothèse où on réussirait à mettre en place un système infallible de suivi des effets à long terme des projets de développement, comme le préconise la Banque Mondiale, ou pour connaître les effets à long terme des changements climatiques et anthropogènes sur les écosystèmes terrestres, pour lequel oeuvre l'IGBP, nul ne peut affirmer que les indicateurs et indices choisis aujourd'hui ou les mesures organisées péniblement de manière périodique, seront valables d'ici, disons vingt ans, voire cinquante ans.

Prenons pour exemple le cas de la qualité de la matière organique du sol. Pendant les années 60, on a cru que le rapport acide fulvique/acide humique suffisait pour la bien connaître. Aujourd'hui, la notion du rapport lignine/azote est celle avancée pour la même raison. Cet exemple fournit une autre leçon également instructive. La première notion était avancée par les scientifiques soviétiques à la suite d'une exploration extensive du territoire soviétique de l'époque, de la toundra au nord au désert au sud. La deuxième notion est le résultat d'une exploration également extensive du territoire des Etats-Unis, aussi de l'Alaska au Texas, et même jusqu'aux zones tropicales de l'Amérique Centrale.

Ici on peut constater que les différences de perspectives à l'égard des indicateurs et des indices ne sont pas seulement dues à l'évolution générale de la connaissance scientifique et de son développement, mais aussi aux différences d'acceptation par les différentes communautés scientifiques aux niveau national, des résultats scientifiques obtenus par d'autres communautés, d'autres pays. Une différence dans l'espace aussi bien que dans le temps. Ces changements de perspective et d'acception prennent beaucoup de temps, normalement de 5 à 10 ans, pour être répandus et établis universellement, et puis pour être reconsidérés à nouveau à la suite de nouvelles découvertes. C'est justement un programme global qui se prêterait à un tel risque, vu sa nature à la fois diversifiée et globale, et son besoin d'être homogène et comparable.

Il n'est pas du tout sûr, donc, que les indicateurs et indices choisis aujourd'hui seront toujours valables et fiables dans une certaine période à l'avenir. De ce fait, la méthodologie doit être forcément flexible et exposée à des révisions périodiques. Autrement, on peut se contenter de mesurer ou d'observer les aspects les plus évidents et les plus grossiers du changement de l'environnement (son altération), qui ne risquent pas d'être contestés dans l'avenir, et de continuer à observer ces mêmes aspects durant plusieurs dizaines d'années, sans prendre en compte les développements de la connaissance écologique qui ne cesse d'approfondir et de découvrir les rapports environnementaux à l'échelle la plus fine. Cette option n'est pas injustifiable, mais son adoption dépend du type du changement que nous cherchons à reconnaître et à suivre, d'après, naturellement, des objectifs de cet effort.

Il est important tout de même de souligner, en forme d'avertissement, que l'état de nos connaissances actuelles sur les dynamiques des écosystèmes est loin d'être satisfaisant. Prenons pour exemples les irruptions des ravageurs, les explosions démographiques d'autres espèces qui deviennent nuisibles sans aucune raison apparente, et les cycles quinquennaux à décennaux de certaines espèces rares dans les écosystèmes des déserts, qu'on supposait de structure simple, et gérables. Apparemment de telles irruptions sont dues à des facteurs climatiques, mais aussi à une certaine étape dans leur évolution et à une certaine configuration des écosystèmes. Il n'est pas donc possible de se contenter des aspects grossiers qui ne diront presque rien à la fin. Mais il n'y a aucune garantie, par contre, que les aspects fins feront mieux car nous ne sommes pas sûrs toujours quels sont les aspects les plus aptes à nous renseigner.

Un autre problème de très grande importance pour garantir la possibilité de faire des mesures sur de longues périodes, de plusieurs années, est le statut des sites où les mesures seront faites. Il est absolument nécessaire d'assurer un statut garantissant la continuité des mesures et l'acheminement des données vers les banques de données et les centres d'analyse qui ne seront pas forcément sur le territoire national des sites en question. Après avoir fait l'effort de monter les dispositifs de mesure, la formation du personnel, et l'acquisition partielle des données, il existe toujours le risque que le climat administratif change de manière à renoncer à cet effort, et à abroger les accords conclus de s'intégrer à un réseau régional ou global, pour des raisons qui n'ont rien à voir avec le bon déroulement du travail. Il faudra donc trouver une formule convenable et acceptable pour assurer la continuité du prélèvement des échantillons et l'analyse des données. Un exemple pertinent du domaine de

l'égyptologie pourrait servir comme modèle. L'Égypte a déjà une formule satisfaisante pour coopérer avec les missions archéologiques étrangères qui désirent faire des fouilles en Égypte. Les qualifications des membres de la mission sont examinées par les autorités égyptiennes pour s'assurer de leur niveau, des inspecteurs de l'Organisation Égyptienne des Antiquités sont toujours sur place pendant les fouilles, et les missions ont le droit de rapporter avec elles des duplicatas des objets qu'elles trouvent, d'après les conventions avec l'Organisation. Prenant cet exemple comme modèle, les sites choisis pour mesurer indicateurs et indices doivent eux aussi être sujets à des conventions semblables garantissant l'échantillonnage à long terme et la sauvegarde de l'infrastructure de l'échantillonnage ainsi que le maintien du personnel sur place.

Pour compliquer davantage les problèmes, et pour souligner que la question du suivi environnemental n'est guère simple à résoudre, dans le contexte du bouclage "environnement-développement", rappelons qu'il existe deux pièges dans ce domaine.

Le premier tient au fait que nous n'avons pas réussi, jusqu'à maintenant, à établir des rapports "causes-effets" assez convaincants entre détérioration généralisée de l'environnement et rentabilité des entreprises, taux de chômage, coût de la vie, etc., qui sont en effet les indicateurs économiques classiques et approuvés par les gouvernements et par les groupes dominants des sociétés, les groupes qui effectivement gèrent les affaires de leurs sociétés et les rapports avec les entités externes.

Le deuxième piège tient au caractère extrêmement latent des effets néfastes sur la vie d'une société donnée de la détérioration de son environnement, ce qui fait que même si ces effets sont connus et attendus, on peut remettre les mesures de protection ou de remède à un temps ultérieur, pour éviter de payer les coûts économiques et sociaux estimés assez onéreux, puisque les risques ne sont pas imminents.

Bien sûr, il y a des exceptions qui montrent que les gouvernements sont quand même concernés, sinon tous les programmes de protection de l'environnement qu'on trouve aujourd'hui, y compris celui du Plan Bleu, n'existeraient pas.

Mais il faut tout de même s'apercevoir que de telles préoccupations ne sont pas généralisées, ni dans tous les pays du pourtour méditerranéen, qui nous concernent ici, ni dans toutes les couches sociales au sein même d'un pays. La dernière constatation est particulièrement pertinente pour les pays qui ont déjà exprimé leur volonté de mettre en place sur leur territoire national, et dans leurs eaux territoriales, des dispositifs de suivi environnemental. Elle exige donc, à côté de l'effort scientifique et technique, un effort parallèle pour la sensibilisation des décideurs qui ne sont pas directement concernés par ce suivi, les économistes surtout, mais aussi les ingénieurs, entre autres. Avec cette sensibilisation, ils apprécieront l'utilité de cet effort de suivi, à long terme bien sûr, mais aussi ne s'attendent pas à des résultats applicables sur le champ à la modification immédiate des processus normaux de la planification économique (industrielle surtout). De plus ils toléreront la lenteur qui va caractériser l'applicabilité des résultats du suivi, ainsi que la nécessité de modifier les protocoles, les indicateurs et indices choisis, les interprétations, etc. au fur et à mesure que les connaissances s'améliorent et se concrétisent, et aussi

deviennent plus révélatrices des conditions propres aux sites choisis en particulier et celles du littoral, voire du pays, en général. Il faudra faire savoir que le suivi environnemental dans ce sens n'est ni rapide à donner des résultats, ni totalement décisif, mais pourtant c'est un effort nécessaire pour les générations à venir, ce dont nous sommes responsables.

#### **6.4. Le programme Biodiversitas**

La biodiversité étant un élément indispensable pour mesurer la santé de l'environnement, il est nécessaire de présenter ici la liste des groupes des êtres vivants que les initiateurs du programme DIVERSITAS proposent de surveiller (di Castri, Vernhes et Younes 1992), comme exemples, pour les écosystèmes forestiers :

- les arbres (tous les taxons)
- d'autres plantes de faible hauteur
- les plantes inférieures (lichens, mycorrhizes, etc.)
- les arthropodes
  - . les araignées (familles sélectionnées)
  - . les insectes (près de 10 à 15 familles de différentes grandeurs et de niveaux trophiques, y compris les papillons, les scarabées, les carabidées)
- les vertébrés.

Pour les écosystèmes à terres de parcours voici la liste proposée :

- graminées et herbes
- plantes ligneuses
- les autres groupes sélectionnés pour les forêts, avec un choix approprié des taxons (par exemple d'autres familles d'insectes).

#### **6.5. Comment se servir des programmes internationaux de suivi environnemental**

Bien que les objectifs d'une prospective environnementale des zones côtières en Méditerranée devraient s'occuper du suivi des effets à long terme des projets de développement sur l'environnement, et en particulier des effets qui risquent d'avoir une retombée néfaste sur le déroulement du développement lui-même (effet de "bouclage"), ce suivi sera probablement limité à des sites ponctuels dans les pays riverains de la Méditerranée qui en ont ressenti le besoin. Les objectifs sont donc restreints à la fois dans leur étendue sectorielle et leur localisation spatiale, il sera inéluctablement utile de se servir de l'expérience acquise par les programmes internationaux de plus large envergure qui traitent eux aussi des problèmes posés par le suivi à long terme et aussi de la région méditerranéenne. Le fond du problème n'est pas simplement de faire un échantillonnage de certains paramètres choisis, mais de s'assurer que ces paramètres seront toujours fiables dans une durée de 30 à 50 ans, par exemple, et de s'assurer en même temps qu'on ne va pas s'embarquer sur un programme d'échantillonnage qui pourrait s'avérer plus tard inutile - ou au moins de diminuer ce risque autant que possible. On pourrait également proposer de se limiter à un ensemble restreint de paramètres qui sembleraient être immuables avec le progrès de nos connaissances scientifiques, pour éviter ce risque mais aussi pour réduire les

coûts. Mais ceci pourrait créer l'occasion d'un autre risque aussi grave, qui est celui de découvrir au bout d'un certain nombre d'années que ces paramètres sont tout à fait insuffisants pour en tirer des conclusions.

A partir de ces considérations, il sera fort déconseillé pour les efforts de la prospective environnementale des zones côtières de la Méditerranée de s'écarter des efforts internationaux pour le suivi global de l'environnement, même si les objectifs de ces programmes diffèrent de ceux du programme CAMP. Le chevauchement entre ces programmes est suffisamment important pour permettre un échange utile de points de vue sur la méthodologie sous tous ses aspects, choix des paramètres, choix des sites, de fréquence, de condensation et d'analyse des données et leur interprétation, ou pour en tirer les conclusions par référence au déroulement du processus de développement, y compris la santé publique et le bien-être social en général. La coopération avec ces programmes internationaux ne devra pas se limiter à l'étude de leurs rapports, mais il faut s'y associer étroitement, par exemple en incluant les sites du CAMP dans les réseaux du programme GCTE de l'IGBP, qui est le seul à proposer un réseau global des sites à surveiller, mais aussi de faire appel au programme DIVERSITAS de l'IUBS SCOPE/UNESCO pour faire le travail de terrain dans les sites du CAMP, et d'aider la Banque Mondiale à perfectionner ses principes et lignes directrices pour évaluer les impacts dans les zones côtières, ce qui lui manque apparemment, et pour les poursuivre à long terme, comme elle souhaite. L'ensemble des données et leur interprétation sera un intrant précieux pour la prospective environnementale du bouclage développement/environnement des sites du CAMP en particulier, et des autres zones côtières en général. Il est à noter, cependant, que tous ces programmes internationaux sont plus ou moins en cours d'élaboration, et ne sont donc guère en leur forme définitive, tout comme le sont les programmes des sites méditerranéens, ce qui donne un avantage supplémentaire à la coopération entre ses programmes, pendant leurs étapes initiales de développement et de mise en place. Une coopération opérative ultérieure pendant la mise en marche des programmes de collecte et d'analyse des données, et d'échanges de conclusions et la compréhension de leurs significations, sera très nettement avantageuse pour la prospective et pour les pays concernés, car il s'agirait d'une dépense moins importante (rassemblement de ressources financières) et d'une meilleure exploitation des données obtenues. Cette coopération n'empêcherait pas, naturellement, que chaque pays fasse le choix des critères et des paramètres, de programme d'échantillonnage et de mensuration, et le traitement des données obtenues, en toute liberté d'après ses propres besoins et les exigences de la situation pour chacun des sites. Mais une fois qu'un pays accepte de s'intégrer dans un réseau régional ou international, il va falloir l'inviter à s'engager à garantir le maintien de ces programmes et le flux ininterrompu des données, pour la durée jugée convenable pour un programme de suivi à long terme, normalement de 30 à 50 ans, ce qui est déjà reconnu pour les programmes des données météorologiques, qui engagent les pays avec l'OMM, et avec l'OMS dans le cas des conditions de santé publique dans ces pays.

Rappelons, tout de même, qu'en même temps que le Plan Bleu se préoccupait du problème du suivi de l'environnement comme prélude à la prospective, d'autres organisations s'y intéressaient, mais les préoccupations du Plan Bleu dépassent celles des organisations d'une manière fondamentale. Tandis que les autres organisations s'intéressent au suivi



environnemental pour mesurer l'état de l'environnement en tant que tel, le Plan Bleu ne s'arrête pas là, mais utilise cette information pour évaluer l'effet de bouclage, c'est-à-dire comment l'état de l'environnement, s'il est détérioré, peut nuire au processus du développement lui-même. Pour le Plan Bleu donc, le suivi de l'environnement n'est pas une fin, mais un moyen pour gérer le processus du développement d'une meilleure manière et pour qu'il donne de meilleurs rendements, de façon durable, non seulement en termes de finances, mais, ce qui est beaucoup plus important dans la perspective du développement durable, en termes de santé publique et de bien-être humain.

A partir du moment où le développement durable est sérieusement adopté comme stratégie nationale, le suivi de l'environnement devrait logiquement être mené à long terme. C'est cette distinction qui caractérise la méthodologie que le Plan Bleu adopterait par rapport aux méthodologies adoptées pour le suivi de l'environnement par les autres organisations.

### **6.6. Quelles difficultés pour la prospective environnementale**

La recherche pour les indicateurs et indices qui décrivent l'état de l'environnement en général et les écosystèmes en particulier, a préoccupé d'abord tous les gouvernements qui ont dans leurs législations des textes exigeant le suivi de l'état de l'environnement et/ou l'obligation de mener des études d'impact sur l'environnement, pour les projets de développement (ou tout projet qui risque d'avoir un impact sur l'environnement).

Ces expériences remontent au début des années 1970, pourtant il n'y a pas eu jusqu'à l'heure actuelle un vrai consensus sur les indicateurs à choisir. Les listes continuent à proliférer, tantôt de la part des gouvernements, tantôt de la part des organisations internationales désirant une certaine standardisation pour pouvoir faire des comparaisons et des mesures rectificatives au niveau régional (par exemple l'OCDE). Plus les efforts se multipliaient dans ce sens, plus on constatait que l'affaire n'est guère simple et qu'il faut faire le choix entre l'exactitude et la simplicité, entre la généralité et la spécificité. Il s'est avéré souvent que la plupart des données n'ont pas pu être élaborées et a fortiori utilisées par les demandeurs. Les administrations sont, en outre, inondées de dossiers qu'elles n'ont ni le temps, ni la possibilité de juger en profondeur. Pis encore, parmi toutes les données publiées ou diffusées, très peu ont été sérieusement étudiées ou commentées. Les données qui ont vraiment eu un impact sur le déroulement normal du processus du développement ont été celles collectées au niveau global, (taux de CO<sub>2</sub>, taux d'ozone, taux d'élévation de la température atmosphérique), c'est-à-dire les données qui intéressent une large part de l'opinion publique et sur une vaste étendue géographique, et là où se trouvent de grandes concentrations d'habitants, à savoir les agglomérations urbaines. D'autres cas, mais d'une moindre envergure, sont ceux des lacs acidifiés en Scandinavie, et à un moindre degré encore, la mort des forêts tempérées à cause des pluies acides. Le cas du suivi des accidents, tels les marées noires ou les accidents des réacteurs nucléaires, ou aussi des accidents des usines chimiques (Seveso, Bhopal), sont exceptionnels, vu leur impact psychologique. Il ne serait pas tout à fait cynique de dire que parfois il faut un accident plutôt grave pour la mise en place des dispositifs pour le suivi de l'environnement et pour sa protection.

La différence entre certaines sociétés et d'autres est peut-être l'alerte et la volonté d'action que témoignent les unes par comparaison aux autres. Mais souvent cette alerte et cette volonté d'action se traduisent par des programmes hâtivement conçus qui relèvent de la pseudo-science, par leur incohérence et irrégularité, leur manque de perspective, ou leur manque d'enthousiasme d'une année sur l'autre. Au début on tombe dans l'excès du nombre de données à collecter sans donner le temps et les moyens d'obtenir des résultats valables. L'attribution des moyens se fait ensuite au compte-gouttes et d'une manière aléatoire, pouvant cesser brusquement d'une année à l'autre, ce qui est évidemment très préjudiciable à la plupart des programmes de suivi. Elle interdit une action structurée et fait perdre sa valeur au système tout entier. Elle oblige finalement à des bilans fastidieux et inconsistants sans aucun résultat tangible. Ce n'est pas que dans les pays en voie de développement que se produit ce scénario.

Notons aussi en passant que les mesures des lacs acidifiés, des forêts dépérissantes et également la pollution de la Mer Baltique, n'étaient pas menés d'après des programmes nationaux, mais plutôt par l'initiative spontanée des groupes de scientifiques préoccupés par les problèmes de l'environnement. C'est cette inertie qui a effectivement poussé la Suède à inviter la Conférence sur l'Homme et son Environnement à se tenir à Stockholm en 1972. De pareils exemples d'un tel mouvement soutenu et généralisé sont rares dans le reste de la famille internationale. Il est pourtant une condition indispensable pour assurer le succès du suivi environnemental à long terme, favorisé par le grand public et non uniquement par les autorités gouvernementales.

Si les programmes qui se limitent modestement à une simple observation de l'état de l'environnement et à signaler ces changements, ont subi des risques graves de non-utilisabilité pour les diverses raisons citées, les programmes prévus par le Plan Bleu souhaitant passer au-delà des simples observations à l'étape beaucoup plus ambitieuse de donner alerte pour rectifier le déroulement du développement, pour assurer le développement durable qui prend en compte le développement et l'environnement à la fois, il faut être prudent. Une réflexion approfondie sur toutes les circonstances avoisinantes doit se faire de manière sobre et, osons le dire, pas à pas. Tous les risques encourus doivent être énumérés et les mesures pour les contrecarrer doivent être sérieusement considérées.

## 7. PRINCIPES POUR LE CHOIX DES INDICATEURS ET INDICES UTILES A LA PROSPECTIVE ENVIRONNEMENTALE

### 7.1. L'expertise hollandaise sur les indicateurs écologiques du développement durable

Le gouvernement des Pays-Bas ayant adopté les concepts du développement durable comme principe pour l'aménagement du territoire ainsi que les eaux territoriales et continentales, et aussi pour la Mer du Nord, a défini l'objectif principal sous-tendant l'aménagement de la Mer du Nord et des eaux continentales de cette manière (d'après Brink 1991) : "Atteindre et maintenir un niveau de qualité de l'eau afin de préserver les valeurs écologiques par rapport aux utilisations souhaitées du système aquatique".

Tout comme le concept du développement durable, cet objectif n'est guère facilement quantifiable, car les "valeurs écologiques" à préserver ne sont pas connues. Il est laissé aux scientifiques de les deviner et de les proposer aux décideurs qui en feront des choix à partir des goûts exprimés par le public. En attendant, les scientifiques ont opté pour trois caractéristiques ayant une valeur incontestable pour maintenir les écosystèmes en bon état :

1. Production (ou plutôt productivité) et rendements. Ceci est indispensable pour l'économie, à l'égard des pêches, et est en liaison étroite avec l'abondance des espèces, la production du phytoplancton (et d'oxygène), et la capacité intrinsèque de purification.
2. La diversité des espèces. Celle-ci a des raisons éthiques et esthétiques, mais aussi la continuité de la capacité productrice de l'écosystème à long terme dépend d'elle.
3. L'autorégulation. Celle-ci a une importance éthique, esthétique, économique et récréationnelle tout à la fois, et est liée étroitement aux concepts de naturalité, stabilité, intacteté, authenticité, et intégrité visuelle. De plus, elle coûte moins pour l'aménagement.

Dans ce système d'aménagement, on a toujours besoin de se fixer un état de départ utilisé comme point de repère à partir duquel on peut mesurer le progrès achevé pour l'atteindre ou la distance perdue en s'éloignant par adoption de mesures d'aménagement non conformes aux principes du développement durable, basés sur les valeurs écologiques choisies. Cet état de départ peut être l'état de la plus grande stabilité, ou peut être l'état de l'écosystème non perturbé, avant son exploitation, ou bien l'état de la productivité maximale permmissible. Trois sources d'information sont disponibles pour préciser les données de cet état exemplaire : les anciens documents, les écosystèmes comparables, et la théorisation écologique (par exemple, les modèles de simulation). Un tel système doit prendre en considération, outre les critères cités ci-dessus, la vulnérabilité des zones côtières, et tout particulièrement les lignes des côtes, vis-à-vis la hausse du niveau de la mer, par maintes études climatologiques sur le réchauffement global.

## 7.2. Les maladies des poissons comme indicateurs de la pollution marine

Le développement des maladies chez les organismes vivants est maintenant reconnu comme provenant de l'action simultanée de plusieurs causes, et non pas d'une seule cause comme on pensait jadis. L'épidémiologie humaine ainsi que les expériences de laboratoire sur les poissons ont démontré que les conditions pathologiques observées dans les deux cas peuvent être le résultat d'une exposition prolongée à un grand nombre de matières chimiques toxiques dans l'environnement. La concentration de plusieurs de ces matières a atteint des niveaux (sub-létales) dans les eaux des côtes et des estuaires. Le concept de l'étiologie multifactorielle est donc adopté. Même si la maladie est virale ou bactérienne, la toxicité chimique affaiblit l'organisme et le rend plus susceptible à succomber sous l'attaque des pathogènes. La durée et l'intensité de l'exposition aux risques environnementaux sont déterminantes pour le taux de morbidité. Mais pour utiliser le taux de morbidité chez les poissons comme indicateurs de l'état du milieu marin, il faut s'assurer que la pollution y est liée, en obéissant à au moins deux de ces critères :

- 1- L'existence d'une corrélation entre le taux de morbidité et le taux de pollution dans un endroit relativement clos.
- 2- L'existence de parallèles entre l'évolution du taux de morbidité et l'évolution du taux de pollution pour une durée de temps assez longue.
- 3- Les maladies sont rencontrées de manière régulière dans les eaux lourdement polluées, mais rarement dans les eaux "propres".
- 4- Les données sur le "terrain" sont confirmées par des expériences de laboratoire d'une assez longue durée de temps.
- 5- Là où la pollution a été traitée, le taux de morbidité est réduit.
- 6- Le taux de morbidité est lié aux taux de contamination des tissus des poissons.

En utilisant cette méthode, il a été trouvé que les meilleurs exemples d'une correspondance cause/effet entre les maladies des poissons et la pollution proviennent des études entreprises en Amérique du Nord, et tout particulièrement sur la pathologie du foie (accumulateur des matières toxiques du corps). Pour la Mer du Nord, le manque de recherches épidémiologiques étendues a sévèrement limité l'utilité de cette méthode. En tous cas, l'approche consiste à identifier l'extension de morbidité dans le temps et dans l'espace, par rapport à la pollution. Les études sur le "terrain" doivent surtout s'occuper des estimations précises, de la possibilité d'autres causes de morbidité que la pollution, et de l'exposition directe de la population étudiée à la pollution. L'accent doit être mis sur la pathologie du foie, les mesures de taux de contamination dans les tissus, ainsi que les travaux de laboratoire (expérimentation). Des études à long terme sur l'évolution du taux de morbidité dans les endroits connus pour leurs taux élevés de pollution sont d'un intérêt indéniable pour détecter les tendances à lente évolution et mesurer l'effectivité des mesures prises pour lutter contre la pollution (d'après Vethaak et Rheinallt 1992).

### 7.3. Les analyses biochimiques

Tout récemment, le PAM a publié des comptes rendus de l'état de recherches sur l'utilisation des indicateurs de type biochimique et physiologique de la pollution de l'eau à travers l'analyse des organismes aquatiques, en profitant des phénomènes de bio-accumulation et de bio-transformation, et l'étude de l'effet de la pollution sur ces organismes, par observation ou par expérimentation. On peut toujours faire recours à la méthode directe de l'effet létal ou sub-létal des matières polluantes, mais ce qui est peut-être plus important pour la santé humaine, et aussi plus significatif au niveau des écosystèmes, est l'effet morbide des polluants qui n'arrivent pas à tuer les organismes, mais arrivent toutefois à modifier leur physiologie et leur biochimie de manière néfaste. Ce type de recherches rencontre des difficultés de méthodologie et d'interprétation, ce qu'on peut facilement comprendre puisqu'il s'agit d'effets subtils et moins directement observables et donc plus exposés à des explications variées. Au fur et à mesure de l'avancement des recherches, et de leur élargissement sur une diversité d'espèces, ces difficultés deviennent plus perceptibles. Narbonne et Michel (1993) indiquent que les effets sont multiples et que chaque matière chimique peut avoir des effets différents pour des espèces différentes. De plus, ces effets sont beaucoup mieux connus pour les espèces traditionnellement utilisées dans les laboratoires, mais qui ne sont pas les espèces normalement rencontrées dans les milieux marins de la Méditerranée. Ces deux aspects démontrent, à côté des difficultés que rencontrent la recherche scientifique rigoureuse, l'importance de poursuivre ces recherches et le besoin ainsi que la valeur de poursuivre des recherches de base sur les systèmes aquatiques méditerranéens en général et les espèces qu'ils abritent, du point de vue écologique, physiologique et biochimique. Mais on peut conclure également que ces indicateurs biochimiques ne sont pas utilisables pour aujourd'hui au moins. Une autre méthode qui donne un certain espoir et qui est conseillée pour les poissons est la mesure des fonctions hépatiques comme indicatrice du taux global de la pollution corporelle. Pourtant, les poissons étant mobiles, il serait plus logique de mesurer ces fonctions chez des animaux sessiles, à savoir les invertébrés du benthos (le fond), notamment les mollusques. Il paraît cependant que cette méthode aussi ne peut être applicable à l'heure actuelle faute de connaissances suffisantes à ce propos (UNEP 1993). Pour les organophosphates et les carbonates, le taux de pollution marine peut en être estimé à travers la mesure de l'activité de certains enzymes chez les poissons, qui doivent être plus ou moins fidèles à leurs sites d'activité (Bocquené et Galgani 1993). Une fois encore, cette étude était menée en Mer du Nord et doit être vérifiée en Méditerranée. Encore une autre méthode préconisée par Widdows et Salkeld (1993) est la mesure de la capacité de croissance des organismes sous l'influence de différents polluants et conditions environnementales, ce qui est plus subtile mais aussi plus faisable et plus fiable pour des conditions locales ponctuelles.

### 7.4. Utilisation des indicateurs et indices sur le terrain

Il faut tout d'abord rappeler que l'indicateur est un chiffre ou un phénomène unique tandis que l'indice est un chiffre synthétique décrivant une situation globale, tel l'indice de diversité biologique décrivant et quantifiant toutes les données sur le nombre des espèces et le nombre des effectifs de chacune de ces espèces dans un seul chiffre. Cette distinction a été suffisamment expliquée plus haut. Reste à savoir et à préciser quoi décrire par les

indicateurs et les indices à choisir. L'environnement est un sujet vaste, et chacune des instances a sa propre définition du mot, si bien que n'importe qui se permet de se dire environnementaliste dans le sens d'expert, et non seulement et simplement dans le sens de citoyen intéressé et concerné. Et si de plus on désire lier l'état de l'environnement au bon déroulement du développement, c'est-à-dire le développement durable, on se heurte à un éventail encore plus large de définitions, de points de vues contradictoires, et d'intérêts conflictuels. Ceci rend difficile non seulement le choix des indicateurs et indices, mais aussi les étapes ultérieures d'application et d'interprétation, une fois que la liste choisie est transmise aux instances nationales. Plusieurs niveaux de critères devraient être considérés en élaborant les principes du choix, en songeant aux différents niveaux de l'administration gouvernementale, à partir du cabinet des Ministres jusqu'au gardien de la forêt ou au chimiste dans son laboratoire, qui doivent disposer de moyens matériels suffisants pour accomplir leurs devoirs, et en passant par les gouverneurs des départements, les maires des villes, les commerçants, les entreprises, les entrepreneurs, les légistes, la presse (et autres médias), le grand public, et enfin les personnes atteintes de maladies engendrées par la pollution. Avec toutes ces considérations à prendre en compte, et les centaines des types d'intérêt entrant en jeu, les critères bien entendu se multiplient et s'opposent, ce qui laisse un choix tout à fait réduit et restreint, car il n'est plus purement scientifique, mais aussi social et politique. De ce fait, on est obligé de chercher en même temps d'une part à réduire les indicateurs et indices à un petit nombre utilisable et peu coûteux et d'autre part à élargir la liste davantage pour pouvoir traiter les aspects socio-économiques. Le seul moyen d'arriver à se situer dans une position d'équilibre entre les aspects écologiques d'une part et les aspects socio-économiques de l'autre, en satisfaisant les exigences des deux mondes, est de cerner le terrain commun entre les deux, de le mettre en relief, et de s'y consacrer. Si on fait entrer des critères socio-économiques pour le choix des indicateurs et indices écologiques, on est sûr d'avoir éliminé la plupart de ceux qui concernent l'écologie par manque d'intérêt du grand public ou des acteurs puissants dans la société. Où se trouve donc le terrain commun entre écosystèmes et société ?

#### 7.4.1. La santé et le développement

Nous avons dit plus haut que l'état de l'environnement et la santé des écosystèmes sont des conditions absolument nécessaires pour le bon déroulement du processus du développement, mais comme les effets néfastes d'un environnement dégradé et d'écosystèmes détériorés sont à la fois lents et indirects, dans la plupart des cas, ils ne font pas réagir les autorités publiques à temps et avec une vigueur à la mesure des dégradations observées. L'érosion des sols, par exemple, peut être reconnue pendant des dizaines d'années sans que soient prises des mesures préventives ou de restauration sérieuse, puisque la productivité agricole n'est pas clairement affectée, ou puisque la baisse de productivité observée peut être attribuée à d'autres causes, par exemple les aléas climatiques. Voilà un exemple qu'on trouve souvent dans les zones côtières méditerranéennes et qui ne fait réagir les autorités publiques que lorsque la situation devient tellement grave mais aussi irréversible lorsque les rendements agricoles sont maintenus pour plusieurs années consécutives à de très bas niveaux. La solution offerte dans certains cas est de créer des villages touristiques à la place des vergers, ainsi le problème n'existe plus, et les rendements économiques sont beaucoup plus élevés que ceux des vergers et les remplacent. Une solution certainement bonne du point de vue économique pour valoriser les ressources

naturelles de la zone côtière et offrir des emplois à un grand nombre de citoyens, et qui a beaucoup d'autres avantages pour les régions voisines surpeuplées, ainsi que pour l'économie nationale. Aucune utilité donc de prendre des mesures sur l'érosion du sol de telles zones puisqu'elles finiront par avoir une autre vocation et un autre mode, tout à fait différent, de l'exploitation du territoire. Il est donc nécessaire en faisant le choix des indicateurs et des indices à mesurer, de savoir quels sont les projets de développement envisagés pour la zone en question. Cette connaissance préalable éviterait des dépenses inutiles, des recrutements de personnel, et des données recueillies non-utilisées.

Toutefois rappelons que rares sont les plans d'utilisation du territoire qui prévoient des périodes supérieures à des horizons de plus de 10 à 20 ans, et qui sont respectés pendant leur vie utile. Les pressions démographiques et économiques partout, et plus fortement dans les zones côtières, obligent souvent les autorités à céder et à modifier, voire abandonner, les plans de l'utilisation du territoire soigneusement conçus par les planificateurs. De plus, des événements inattendus, guerres civiles chez les uns et catastrophes naturelles chez les autres, obligent parfois des mouvements de populations, organisés ou non, vers les zones côtières sans aucune attention aux conséquences, vu l'urgence et le désordre créés par de telles situations dramatiques. Ces situations sont devenues de plus en plus fréquentes récemment dans le Bassin méditerranéen, en particulier dans le secteur oriental, et risquent de s'accroître, malheureusement.

#### 7.4.2. A qui s'adresser ?

Pour être réaliste, il faut chercher ce qui intéresse vraiment les autorités publiques et les utilisateurs potentiels des bilans qui décrivent l'état de l'environnement. On peut réduire ces intérêts à deux grandes rubriques, la santé et la rentabilité économique de l'environnement. On peut en ajouter une troisième, qui n'est pas toujours admise, et qui est parfois négligée, à savoir la sécurité publique à travers la satisfaction sociale. Les éléments de l'environnement qui intéressent la santé publique sont, entre autres, la qualité de l'air et la qualité de l'eau. Ceux qui intéressent la rentabilité économique sont, d'après les activités économiques, les sols, l'hydrologie, et la végétation, pour les activités du secteur primaire (agriculture, pêche, sylviculture). Pour le secteur secondaire de l'économie (l'industrie) ce sont la richesse minière, les ressources énergétiques, et dans une certaine mesure la qualité de l'eau. Pour le secteur tertiaire (les services), qui est concentré dans les grandes villes, ce sont à nouveau la qualité de l'air et la qualité de l'eau (1), en premier lieu, et le bruit, les paysages urbains, les espaces verts, et dans certains cas, les parcs nationaux, la flore et la faune sauvages, les plages salubres, etc., en deuxième lieu. Il serait donc utile d'examiner les pourcentages des populations économiquement actives dans les pays du secteur oriental du bassin méditerranéen pour juger où se situerait le centre de gravité des intérêts des autorités publiques et des populations concernées.

---

(1) La qualité de l'eau semble donc être un dénominateur commun pour les intérêts des trois secteurs économiques, mais il faut signaler néanmoins que ses caractéristiques ne sont pas les mêmes pour chacun des trois: pour les agriculteurs, par exemple, c'est le taux de sels qui est intéressant, et le plus important, tandis que pour les pêcheurs c'est le taux de pesticides, pour les forestiers c'est l'acidité, pour l'industrie ce sont les métaux lourds, pour les citadins ce sont les odeurs et les bactéries, et pour les baigneurs ce sont la couleur et la transparence.

TABLEAU 1

	AGRICULTURE*	MINES et INDUSTRIE	SERVICES
Croatie	10	40	50
Grèce	29	27	43
Turquie	50	21	29
Syrie	25	25	50
Egypte	36	24	40
Tunisie	32	32	36

\* Y compris pêche et sylviculture. % des populations actives selon les secteurs économiques.

Source : (Atlaseco) 1992.

#### 7.4.3. La prépondérance du secteur services

On peut utiliser ce tableau pour décider le choix des indicateurs et indices environnementaux qui intéresseraient le plus une plus grande majorité des populations concernées. On peut voir que le secteur des services dépasse le tiers de la population active dans cinq des six pays, et atteint même la moitié dans deux d'entre eux. On peut aussi, si on le veut, faire des prévisions sur ces pourcentages pour l'an 2000, ou l'an 2025. Sans aller si loin, il est évident que le processus d'urbanisation et d'industrialisation bat son plein, et que le secteur primaire s'affaiblit au fur et à mesure que les deux autres se renforcent. Dans le cas de la Turquie, qui semble d'après les chiffres du tableau le pays le moins industrialisé parmi les 6 cités, il faut rappeler qu'elle possède une industrie hautement performante malgré le faible pourcentage de la population active y travaillant, peut-être grâce au transfert de technologie depuis l'Allemagne. Cela n'empêche que cette industrie soit très exigeante en matières premières et très polluante pour les milieux atmosphérique et aquatique, comme le témoigne la situation de la Baie d'Izmir discuté plus haut, ainsi que les études du Plan Bleu (Giri 1991).

Le secteur services est donc majoritaire dans certains pays du secteur oriental du bassin méditerranéen, et c'est à lui qu'il faudra s'adresser pour présenter un bilan sur l'état de l'environnement, mais c'est aussi un environnement qui fournit cette population en denrées agricoles, et qui fournit non seulement l'eau potable, mais aussi l'eau où vivent les poissons et qui fait pousser les cultures dans les champs et les vergers, et dans laquelle viennent se baigner les touristes et les vacanciers, c'est aussi l'eau qui fait tourner les machines des usines. L'environnement de ces populations c'est l'air qu'on respire, le paysage qu'on admire, et la richesse biologique qu'on exploite pour le génie génétique et la biotechnologie. L'environnement sain est aussi, en plus de ses services à l'économie, le milieu salubre libre de toute crainte d'épidémies. Voilà donc les principes qui devraient nous guider pour faire le choix des indicateurs et des indices environnementaux pour les pays en question. C'est le principe de pertinence des indicateurs par rapport aux intérêts des populations concernées, et ce sont les populations urbaines et engagées dans les activités industrielles et de service



qui doivent être visées en premier lieu, pour le suivi d'un programme qui s'occupe de décrire les éléments environnementaux les plus intimement liés à la santé et au bien-être économique de ces populations, et à la productivité et la rentabilité économique de leurs activités. Si on voulait organiser les indicateurs à adopter selon un ordre hiérarchique, commençant par le plus directement lié aux objectifs identifiés, on devrait tout d'abord signaler la qualité de l'eau potable comme première priorité. C'est ce qu'ont fait déjà toutes les autorités municipales depuis le début du siècle. En effet, c'est avec l'eau potable et l'assainissement des eaux usées qu'a commencé la prise de conscience à l'égard de l'environnement dans la plupart des pays, bien avant Stockholm, et bien avant le "Printemps Silencieux" de Rachel Carson en 1962, qui n'ont fait qu'étendre la notion de l'environnement en dehors des villes vers la campagne et la forêt. L'environnement était d'abord bleu avant de devenir vert, et pour se maintenir, il doit revenir, forcément au bleu ! A l'heure actuelle, les pays du sud, comme l'Egypte, donnent la priorité des dépenses pour les recherches sur l'environnement, à l'amélioration de la qualité de l'eau potable. C'est une priorité incontestable, mais les indicateurs de la qualité de l'eau changent et se diversifient avec l'élargissement des connaissances scientifiques, les dangers nouveaux de la pollution industrielle et agro-chimique, et la meilleure fiabilité des méthodes et techniques d'analyse chimique et biologique. Avec le souci pour la qualité de l'eau il faut associer le souci pour la qualité des aliments, qui sont exposés, comme l'eau, à de nouveaux types de pollution qui n'étaient pas connus il y a une cinquantaine ou même une trentaine d'années. Dans certains pays, où les pénuries alimentaires sévissent, ce souci n'est pas aussi prioritaire que celui pour la qualité de l'eau, puisque la logique impose que les aliments soient disponibles en quantité suffisante d'abord avant de penser à leur qualité. Dans de pareils cas, le souci de la quantité l'emporte sur celui de la qualité, mais lorsque l'eau potable a des mauvaises odeurs, ou est colorée, ou bourbeuse, les gens réagissent beaucoup plus manifestement que dans le cas des aliments pollués, car la pollution des aliments n'est pas toujours évidente à l'oeil nu. C'est le cas des pesticides, métaux lourds, éléments radioactifs, etc., qui sont dus, comme pour l'eau, à la pollution industrielle et agro-chimique, les mêmes nouveaux dangers de la vie moderne et du mode de développement adopté par les plans contemporains.

Heureusement, les autorités publiques dans la plupart des pays n'attendent pas les réactions de la population pour prendre leurs responsabilités en main, et imposent des règlements pour assurer la salubrité des aliments et aussi des dates limites de consommation. Ceci entraîne le besoin d'effectuer des analyses chimiques et biologiques de manière continue, sur des échantillons des aliments présentés sur les marchés. La liste des analyses effectuées diffère d'un pays à l'autre, et est plus longue en temps d'épidémies ou d'accidents (comme à la suite de l'accident de Tchernobyl, qui a fait ajouter les tests de radioactivités à la liste des analyses effectuées sur les aliments par plusieurs pays de la région). Ces listes ne se limitent pas aux analyses des aliments destinés à la consommation humaine, mais s'étend aussi, plus ou moins, aux aliments destinés à la consommation animale (vaches, poulets, etc.). Il ne suffit plus de s'assurer que les aliments ne contiennent pas de microbes, ce qui était le souci du début du siècle grâce aux travaux historiques de Pasteur, mais on est obligé maintenant de faire des analyses, par exemple, pour le mercure dans les poissons et les biphényle polychlorinés dans les emballages en plastique de l'eau minérale, et ce sont des microanalyses qui exigent des sommes importantes pour l'équipement des laboratoires et pour la formation des chimistes, des physiciens et des biologistes, y compris les médecins,

les vétérinaires, et les pharmacologues. De ce fait, beaucoup de pays n'ont pas encore achevé leurs préparations pour effectuer ces analyses de routine malgré leur reconnaissance de l'importance de ces analyses, et malgré la promulgation de lois qui les exigent, et qui restent lettre morte, faute des équipements et des dispositifs appropriés. Il est donc facile de sensibiliser les instances responsables de la santé publique aux dangers nouveaux, mais il faut attendre longtemps avant que cette prise de conscience se traduise en action soutenue, avec tous ces aspects éducatifs, législatifs, financiers, etc.

#### 7.4.4. L'eau, une priorité

Un rapport récent du PNUE (UNEP 1992) précise que, si les gouvernements voulaient s'occuper mieux de l'état de la santé publique mise en danger par les pollutions modernes, ils doivent "surveiller" les taux d'exposition des populations et de l'environnement aux substances chimiques et évaluer les résultats en utilisant les systèmes d'information en existence et la modélisation comme bases pour établir les lignes directrices de la législation, visant à réduire cette exposition. Mais la santé publique ne concerne pas que l'eau potable et les aliments propres à la consommation, elle concerne aussi la qualité de l'air, et le rapport précise qu'il faut faire plus d'efforts pour mesurer l'exposition des personnes et des populations à la pollution atmosphérique par le CO<sub>2</sub>, les NO<sub>x</sub>, le O<sub>3</sub>, le SO<sub>2</sub>, et autres gaz et particules respirables (plus petits que 10μ), dans tous les réseaux de suivi, plus le suivi des aérosols acides au niveau international et la pollution transfrontalière, en faisant recours aux inventaires d'émissions, en fixant des niveaux critiques définis, et en utilisant la modélisation. Dans les pays des zones arides et semi-arides, il faut connaître l'importance relative des dépôts secs des molécules acides et développer des méthodes pour les mesures quantitatives pour le suivi en routine de ces dépôts secs, qui n'aura de valeur que lorsque les données seront bien validées. Il reste donc beaucoup à faire et la liste des analyses à effectuer ne fait que s'allonger davantage. Et lorsqu'on aborde le problème de la qualité d'eau, rappelons que les pénuries en eau menacent certains pays méditerranéens, et que à partir de l'an 2000, cette pénurie sera beaucoup plus généralisée (Margat 1992). Les problèmes de la qualité d'eau devraient alors être résolus non seulement pour les eaux de surface, mais aussi pour l'eau souterraine et l'eau recyclée, ce qui va poser sans doute plus de complications au niveau des échantillonnages et des analyses à effectuer.

Après le souci de la qualité de l'eau potable vient celui des eaux d'irrigation et de pêches, les eaux utilisées dans l'industrie, et les eaux de baignade, plus ou moins dans l'ordre. Autrement dit, c'est la prise en compte du taux de salinité, suivi par celui des pesticides et des engrais chimiques (azote et phosphore qui provoquent l'eutrophisation), des métaux lourds, et d'une multitude de polluants parmi lesquels figurent les hydrocarbures et les eaux usées des municipalités, avec leurs bactéries pathogènes. Plusieurs lacs, étangs, estuaires et aussi plusieurs réservoirs d'eau souterraine dans les pays du Bassin méditerranéen sont déjà devenus tellement pollués qu'ils ne sont plus utilisables ni pour l'irrigation, ni la pêche, ni pour l'industrie, ni comme sources d'eau potable, et ni pour la récréation. On a même fini par suggérer de continuer à s'y débarrasser de déchets urbains et industriels puisqu'ils sont tout à fait en situation désespérée et non restaurables. Leur réhabilitation est estimée trop coûteuse pour être une entreprise raisonnable du point de vue économique. Dans certains cas, il n'existe aucune forme de vie végétale ou animale dans ces masses d'eau, et on

témoigne de nombreuses "mers mortes" dans les zones côtières méditerranéens, surtout près des complexes et des parcs industriels, qui ont une prédilection pour se localiser tout spécialement sur la côte et autour des baies, pour des raisons qui ne sont appréciées que par les industriels et les économistes.

Lorsque l'on songe à la qualité de l'eau dans les cours d'eau, et dans les masses d'eau côtière, sur les deux côtés de la ligne du littoral, c'est-à-dire le côté continental et le côté marin, on doit aussi songer à la qualité des aliments qu'on tire de ces eaux, principalement les poissons, qui fournissent une proportion importante de l'alimentation en protéines des populations qui vivent sur la côte, aussi bien que celles de l'intérieur. La vie des poissons dépend de la qualité de l'eau de manière directe, bien évidemment, mais aussi des équilibres écologiques entre les autres organismes vivant dans ces masses d'eau, qui sont affectés eux aussi par la qualité de l'eau. Aucun peuplement de poissons ne peut survivre en l'absence des autres organismes d'algues et d'invertébrés avec lesquels les poissons partagent le milieu aquatique. On voit alors que la qualité de l'eau, qui n'est pas destinée à la consommation humaine, peut quand même avoir des impacts indirects sur l'alimentation des populations urbaines. Et ce n'est pas uniquement la qualité chimique ou physique qui est en question, mais aussi la qualité biologique. Un examen de la qualité des masses d'eau, sur les deux côtés du littoral, pour répondre aux besoins des utilisations agricoles, industrielles, et alimentaires, doit donc comprendre des analyses chimiques, physiques, et biologiques (y compris des analyses écologiques), sur les organismes.

L'étude du PNUE précitée (UNEP 1992) préconise la connaissance de la capacité de charge des masses d'eau, comme un élément préalable au suivi de leur état. Elle préconise également une recherche spécifique et une évaluation environnementale avant de les utiliser pour s'y débarrasser des déchets urbains. Le suivi peut être effectué par satellites, mais les algues qui sécrètent des toxines, qui peuvent passer dans l'eau potable, ne peuvent être découvertes que par un programme d'échantillonnages systématiques. Parmi les autres phénomènes à surveiller figurent les mollusques infectés par les micro-algues sécrétant des toxines et par les vecteurs des maladies associées à la croissance des macrophytes, le manque d'oxygène dissous, et les accidents de mortalité des poissons, ainsi que leur morbidité. Dans le cas de la pollution par les hydrocarbures, devenus assez fréquents dans la Méditerranée, le suivi systématique est beaucoup plus difficile et coûteux, car il existe des problèmes au niveau analytique et de standardisation ainsi que des problèmes des effets cumulatifs.

Si on désire se concentrer sur des analyses peu coûteuses mais toujours fiables, il est conseillé de faire des analyses de poissons du sommet de la pyramide trophique, à savoir le thon, assez abondant dans les zones côtières méditerranéennes, comme indicateur de l'état général d'une grande partie des polluants du milieu aquatique marin, et le Tilapia pour les milieux d'eaux douces.

#### 7.4.5. L'air, la deuxième priorité

A propos de la pollution atmosphérique dans l'air des grandes villes, une étude dans la ville de Tunis (Ecopol 1981) a montré une corrélation négative entre la vitesse des véhicules, le

monoxyde de carbone et les oxydes d'azote sur les grandes avenues, c'est-à-dire une diminution des teneurs de ces polluants avec une augmentation de la vitesse. Il est également apparu une bonne corrélation positive entre CO, Cx, Hx, SO<sub>2</sub> et NO<sub>x</sub>, excepté le long de l'avenue non parcourue par les autobus. Il apparaît donc que les corrélations SO<sub>2</sub>-NO<sub>x</sub> sont dues aux véhicules diesels. Avec cette constatation, on peut tester sur quelques mois ou sur un cycle d'une année dans d'autres villes avec les mêmes mesures pour confirmer cette corrélation, et on serait, plus tard en mesure de se limiter à l'analyse de SO<sub>2</sub> seulement, au lieu d'effectuer des analyses continues pour tous les polluants, tout en prenant en compte le nombre des véhicules diesels en circulation, les longueurs de leurs parcours, la densité spatiale de leur réseau, leur vitesse, et les rapports entre les polluants atmosphériques dus aux véhicules et ceux dus aux industries d'une part et aux centrales thermoélectriques d'autre part (ainsi que les changements de ces rapports au fil des années). Il est très probable que le cas de la ville de Tunis est très semblable à beaucoup d'autres grandes villes du sud et de l'est du Bassin méditerranéen. Une étude plus récente sur 50 villes, dont un certain nombre de villes côtières méditerranéennes (UNEP 1991), a révélé aussi que les taux de CO et de NO<sub>x</sub> sont corrélés positivement et sont dus principalement au trafic, tandis que le taux de SO<sub>2</sub> en était indépendant (les 50 villes étaient de pays développés et en voie de développement confondues). Par contre, le taux de plomb était plus élevé dans les villes des pays en voie de développement, ainsi que le taux de particules en suspension. Le taux de plomb dans le sang des citoyens a baissé dans les villes qui ont pris des mesures pour utiliser l'essence sans plomb. On sait bien que l'avenir de la matière grise des pays en voie de développement est gravement menacé à cause de la triple action des maladies endémiques (bilharziose), de la malnutrition, et du plomb dans l'air des villes, sur le développement des capacités mentales des enfants. Pourtant, certains pays méditerranéens optent pour l'utilisation des véhicules diesel, pour des raisons économiques. Là aussi il faut faire des analyses exhaustives sur quelques mois ou sur une année, et puis faire le choix du polluant indicateur le plus facile à analyser et le mieux corrélé aux autres, tout en connaissant les modalités de ces corrélations et leurs changements avec le temps.

#### 7.4.6. Pour résumer

La discussion précédente, et pour en tirer des conclusions, on peut dire que même si on voulait se limiter à la protection des populations urbaines, qui sont majoritaires du point de vue des activités économiques, et qui ont aussi plus d'influence politique, on est obligé tout de même de surveiller des milieux non-urbains, pour assurer un niveau satisfaisant de santé publique pour toute la population du pays, et aussi pour l'avenir de la matière grise des générations à venir. En ce qui concerne l'eau potable, on ne peut changer qu'avec grande difficulté la liste des analyses que les pays ont adoptée depuis plusieurs années et qui sont constamment modifiées en consultation avec l'Organisation Mondiale de la Santé et au fur et à mesure que de nouveaux progrès sont faits et diffusés par l'OMS sous forme de recommandations. Il y a pourtant un certain nombre de polluants dangereux dans l'eau potable qui sont expressément ignorés, tels les pesticides chlorés, parce qu'ils sont présents en quantités minimes qui échappent à l'analyse normale. Ils ne sont détectés que dans les laboratoires spécialisés de microanalyses. En ce qui concerne les cours d'eau, l'eau souterraine, et les masses d'eau douce ou marine, les analyses et le suivi sont toujours importants puisque ces eaux sont soit une source d'eau potable, soit sont utilisées pour l'irrigation, l'industrie, la pêche (ou la pisciculture), ou la baignade. Il existe aussi pour ces

types d'eau des analyses recommandées par l'OMS, mais si on désire des analyses peu coûteuses mais toujours fiables, on peut se contenter d'analyser les tissus et les organes des poissons situés au sommet des pyramides trophiques. C'est le cas du thon pour l'eau de la mer, et le Tilapia, le Lates, les siluridés, etc., pour les eaux douces. Pour les eaux souterraines, bien entendu, on doit se limiter aux analyses chimiques et bactériologiques habituelles. L'analyse des poissons peut elle seule donner une idée assez raisonnable de l'état de pollution de l'eau parce que ceux-ci accumulent dans leurs corps les quantités minimales et les concentrent (le phénomène de bio-accumulation) ce qui rend les analyses beaucoup plus faciles, plus claires, moins coûteuses, et aussi plus compréhensibles et plus pertinentes.

Mais les analyses chimiques des corps des poissons ne racontent pas toute l'histoire. Des études limnologiques sur l'état de l'eau doivent les accompagner et leur donner l'arrière plan comme aide à l'interprétation. De plus, la composition spécifique de la flore et de la faune aquatique (leur biodiversité) est un élément indispensable dans de nombreuses situations pour prédire l'évolution de l'état des masses d'eau dans le temps. Les changements irréguliers et anormaux dans le nombre des effectifs des espèces caractéristiques du milieu aquatique, peuvent nous donner un avertissement sur le cours de l'évolution de la biocénose dans l'avenir, et ainsi nous donner l'occasion d'intervenir pour redresser les équilibres à temps, avant qu'il ne soit trop tard. Le suivi de la biodiversité en milieu aquatique peut nous donner aussi un aperçu de l'efficacité des mesures prises pour assainir les cours d'eau après un événement de pollution (Ghabbour 1991, a).

En ce qui concerne l'état de l'environnement dans l'air, c'est beaucoup plus simple. L'analyse d'un nombre restreint de gaz dans les centres-villes peut nous donner une idée assez fiable de la concentration d'autres polluants avec lesquels ils sont corrélés.

Ceci néanmoins doit être précédé par une analyse de l'ensemble de ces polluants pour déterminer les modalités de ces corrélations et leur évolution avec le temps, ainsi que les proportions dues au trafic, à l'industrie, et aux centrales thermoélectriques.

Nous avons évoqué dans les paragraphes précédents des indicateurs et des indices écologiques pour décrire l'état de l'environnement de deux des trois grands milieux de la planète, l'eau et l'air, sans compter les aliments. Reste alors l'espace terrestre, qui comprend une très grande diversité qu'on ne trouve pas dans l'air ou dans le milieu aquatique. Si nous avons dirigé notre attention vers les besoins et les intérêts des habitants des grandes villes, ce n'était que pour utiliser le milieu urbain comme point d'appui pour aller de là vers la mer, et maintenant vers la campagne, car la ville n'est guère une entité indépendante, comme nous apprend l'écologie urbaine (Ghabbour 1978). Dans le cas où on désire une méthode facile et complète pour suivre l'état de l'environnement du milieu terrestre, la télédétection offre beaucoup d'avantages. Elle est fiable pour obtenir une idée généralisée sur les changements du couvert végétal, de l'hydrologie, de l'érosion des sols. Mais, comme nous l'avons expliqué ailleurs (voir Annexe 3), elle ne suffit pas pour comprendre les mécanismes des changements ou la composition de la végétation, ou même pour prévoir les changements pendant qu'ils prennent place au niveau subtil des rapports écologiques sous-jacents. La télédétection ne fait découvrir les changements que lorsqu'ils ont pris place, mais les échantillonnages écologiques de la faune et de la flore (et la mesure de leur biodiversité) sont seuls à détecter les changements pendant qu'ils prennent place. La télédétection est

utile aussi, comme l'indice de biodiversité dans le cas du milieu aquatique, pour suivre les améliorations des écosystèmes à la suite des interventions qui visent à leur restauration et leur réhabilitation, si ces améliorations se traduisent par des changements détectables du couvert végétal. L'étude du milieu terrestre, vu sa grande diversité, exige une classification de ses écosystèmes (ou de ses habitats), qu'on peut faire d'après plusieurs critères, plus ou moins semblables, néanmoins. Ghabbour (1974) a utilisé le type et l'intensité de manipulation humaine. Long (1979) a utilisé le degré d'artificialisation. Le programme CORINE a utilisé l'impact de l'homme (Blandin 1989, voir Annexe II "CORINE"). Kassas (1992) a utilisé une autre approche, à savoir les peuplements des différents groupes d'organismes : les plantes à fleurs, les oiseaux, les mammifères, les champignons du sol, et la faune du sol pour décrire la diversité des habitats terrestres de l'Égypte. Cette dernière approche est évidemment beaucoup plus difficile et exige une grande richesse de connaissances acquises sur une large étendue du territoire, sans compter la collaboration d'un large rassemblement de spécialistes ce qui n'est pas possible pour toutes les situations. Deux groupes d'organismes sont d'ailleurs particulièrement utilisables avec un effort minimal : les plantes à fleurs et la faune du sol. Les premiers reflètent l'état agrégé du climat, des sols, et de la manipulation humaine, mais peuvent être tellement endommagées sous l'influence du défrichement qu'elles ne peuvent plus donner des indications, tandis que la faune du sol, relativement mieux abritée des aléas, peut donner des renseignements sur l'état du milieu, même après la disparition des plantes qui les couvraient, parce qu'elles gardent leurs traces sous forme de litière et de matière organique caractéristique de l'ancien couvert végétal. La faune du sol est dans ce sens "conservatrice" de la mémoire du milieu (Ghabbour 1991, b).

Pour se faire une idée de la pollution des écosystèmes terrestres, sans être obligé de faire des centaines d'échantillonnages du sol, de la végétation, des animaux, et peut-être aussi des eaux, et faire des centaines, voire des milliers d'analyses de ces échantillons, il suffit aussi, comme dans le cas du thon pour les eaux de la mer, d'analyser les tissus et les organes d'un animal au sommet de la pyramide trophique des écosystèmes terrestres, à savoir le faucon. Les faucons étaient parmi les premiers animaux terrestres à souffrir des pesticides, parce qu'ils les accumulaient dans leurs corps d'après le phénomène de la bioaccumulation, juste comme le thon accumule le mercure des eaux de la mer. Mais puisque les faucons sont tellement rares, et qu'il faut les protéger, on ne peut prélever que très peu d'échantillons, par exemple quelques gouttes de sang, et les lâcher ensuite. Comme pour le thon, le choix d'un animal au sommet de la pyramide des écosystèmes terrestres permet d'utiliser des échantillons avec des taux de concentration assez élevés pour être détectables par les méthodes analytiques classiques. L'évolution de ce taux montrerait d'une part l'état généralisé de la pollution de l'écosystème, de plusieurs polluants (pesticides, métaux lourds, biphenyls, radioactivité, etc.), et d'autres part l'efficacité des mesures prises pour réduire cette pollution dans le cas où elles sont prises. Les pays membres de l'OCDE avaient décidé de cesser la production des biphenyls polychlorés en 1975, et ont surveillé l'environnement par le moyen des bio-indicateurs pour s'assurer que cette mesure a vraiment mené à la diminution du taux de ces substances dans l'environnement.

Finalement, on peut dire que nous avons besoin de plusieurs niveaux de programmes de suivi par rapport à l'effort nécessaire pour les réaliser. Ce qui est expliqué ci-après.

## 7.5. Un programme "avec le minimum d'effort"

Voici alors un "micro-catalogue" pour les mesures et analyses à entreprendre pour obtenir des indicateurs et des indices décrivant l'état de l'environnement des zones côtières des pays de l'est et du sud du Bassin méditerranéen, et qui obéissent au principe de pertinence auprès des autorités publiques ainsi que du grand public et obéissent aussi aux principes de facilité de coûts abordables, et de compréhension immédiate de la part des utilisateurs, c'est-à-dire directs dans leurs significations, mais en même temps qui donnent une image assez complète et généralisée de l'état du milieu duquel ils sont tirés tantôt de l'état de pollution, tantôt de l'état de la dégradation des ressources naturelles (air, eaux, sols, paysages, flore, faune), dont dépend le développement à long terme (le développement durable).

### 7.5.1. Pour l'air

Analyse du taux de CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, particules suspendues et respirables, dans l'air des grandes villes, pour une année, faire des calculs pour estimer la contribution des véhicules (essence et diesel), les industries, et les centrales thermoélectriques, puis les corrélations entre ces polluants en fonction des sources, et ensuite choisir pour le mesurer en continu celui qui exprime mieux à lui seul les taux des autres polluants de manière plus ou moins correcte.

Ces mesures donneront beaucoup de renseignements sur l'état de la pollution atmosphérique dans l'air des villes, qui sont les points les plus chauds de la pollution atmosphérique dans tous les pays. En plus, étant donné que le trafic de véhicules, dans les grandes avenues de villes, contribue aussi à la pollution de l'air par le plomb et fait beaucoup de bruit, les mesures de SO<sub>2</sub>, par exemple, sont corrélées avec le taux de plomb et le taux de pollution sonore. Pourtant il ne faut pas attendre les résultats des analyses pour prendre des décisions sur la réduction de ces types de pollution puisqu'ils sont bien connus par ailleurs. Il serait plus avantageux pour la santé publique de prendre des mesures de réduction des polluants atmosphériques dans les villes et suivre leur efficacité d'après l'évolution des résultats de ces analyses.

### 7.5.2. Pour l'eau

Analyse de l'eau potable de la source au robinet, d'après les méthodes conseillées par l'OMS, analyses additionnelles de cette eau pour les nouveaux polluants (métaux lourds, biphenils polychlorés, pesticides, radioactivité), analyse des eaux courantes pour la salinité, les mêmes polluants cités, analyse des eaux souterraines utilisées pour l'irrigation ou comme sources d'eau potable, analyse du sel de mer produit dans les marais salants, analyse des polluants dans les tissus des poissons au sommet de la pyramide trophique (thon, Tilapia, Lates, siluridés, anguilles, etc.). Comme pour l'air, il ne faut pas attendre les résultats des analyses mais plutôt les utiliser pour juger l'efficacité des mesures prises pour réduire les taux de pollution. Dans certains cas on peut aussi utiliser l'indice de diversité de la vie aquatique (plancton, benthos).

### 7.5.3. Pour la terre

Le moyen le plus simple, le plus efficace, le plus clair, et le moins coûteux pour suivre la dégradation du territoire à grande échelle est incontestablement la télédétection, malgré ses défauts qu'on peut combler facilement par les observations et les analyses sur le terrain. La télédétection donne beaucoup d'informations, surtout si elle est répétée, sur le couvert végétal et son évolution, l'hydrologie, l'érosion des sols, la pollution industrielle, entre autres.

Dans une certaine mesure elle peut donner des renseignements sur certaines espèces végétales, leurs répartitions, et leurs chorologies. Elle peut aussi nous renseigner sur l'expansion urbaine et les impacts des infrastructures, mais elle ne peut pas nous renseigner sur la composition spécifique de la végétation, des micro-organismes, ou de la faune du sol, ou sur le taux de pollution du sol et des organismes, ou bien sur la détérioration de la fertilité du sol. Pour se renseigner sur ces aspects, il faut faire des échantillonnages et des analyses systématiques, et utiliser les indices de diversité de la végétation, et des autres groupes d'organismes (mammifères, oiseaux, faune du sol, etc.). Pour obtenir un aperçu général sur l'état de pollution des écosystèmes terrestres on peut comme dans le cas des eaux, analyser les tissus de quelques animaux au sommet des pyramides trophiques (faucons, renards, grenouilles, etc.) pour les mêmes types de polluants cités dans le cas de l'eau. Il serait avantageux de faire d'abord une classification des habitats et les traiter séparément.

### 7.5.4. Pour les aliments

Comme pour l'eau potable, les aliments sont une source majeure, à l'heure actuelle, de pollution, et posent des dangers pour la santé publique. On a déjà suggéré l'analyse des tissus des poissons, qui sont un aliment important pour les habitants des zones côtières. Les plantes maraîchères cultivées aux bords des routes sont polluées par le plomb et d'autres métaux lourds et comme les autres plantes, sont polluées par les pesticides. Les poulets contiennent des biphényles polychlorés si on les nourrit de farine de poissons. De plus, les aliments sont aussi pollués par les additifs, colorants et autres substances pour rehausser le goût ou la consistance. Les autorités publiques sont avisées sur les polluants qui étaient connus avant la révolution industrielle actuelle, et des lois existent pour réglementer ces anciens types de pollution, mais peu de pays ont modifié leurs lois pour prendre en compte les nouveaux types de polluants. Il revient à chaque pays de réviser les lois et d'introduire de nouvelles méthodes pour analyser les aliments et détecter ces nouveaux polluants (y compris la radioactivité). L'OMS a proposé des séries de méthodes pour cet objectif.

### 7.5.5. Comment faire les analyses ?

Il est conseillé de faire une campagne d'échantillonnages et des analyses systématiques sur une année, pour couvrir les changements mensuels et saisonniers, faire des corrélations, et puis focaliser sur les plus expressives dans un programme plus limité pour les années



suivantes. En mettant en marche les analyses approfondies de la première année, on pourra évaluer les capacités locales en matériels et en ressources humaines et les cerner. On pourra ensuite élaborer un programme d'achat d'équipements pour la deuxième phase, accompagné par un programme de formation du personnel. Pour la première phase, il faut engager au maximum les capacités locales mais le cas échéant, on peut faire les prélèvements des échantillons et les envoyer à l'étranger pour l'analyse, ou inviter des équipes étrangères pour élaborer les programmes d'échantillonnage et faire les prélèvements. Cette démarche est conseillée surtout pour les analyses qui seront faites pour la première année seulement et qui n'auront pas besoin d'être continuées pour le programme plus restreint de la deuxième phase. Les équipes invitées auront comme charge aussi d'évaluer les capacités locales, organiser des cours de formation pour les équipes locales, d'estimer les besoins en équipements pour la deuxième phase, et de faire le bilan préliminaire de l'état de l'environnement (classification des habitats, cartographie, inventaires de faune et de flore, etc.). Il est évident alors qu'inviter des équipes étrangères aura beaucoup plus d'avantages que le simple envoi des échantillons pour être analysés à l'étranger. C'est une tâche que la Convention de Barcelone est évidemment la mieux placée pour organiser. Il faut noter d'ailleurs que le programme proposé s'ajoute, et ne remplace pas, les analyses de routine entreprises par les autorités publiques concernées.

#### 7.5.6. Le plan opérationnel

Pour mettre en oeuvre le programme proposé, "avec un minimum d'effort", on a déjà des rapports assez détaillés sur les sites en question, résumés dans les chapitres précédents. Ces rapports donnent une description générale sur l'état de l'environnement dans les différents milieux, mais ne sont pas peut-être tout à fait complets. Il faut donc se poser les questions suivantes qui portent sur les insuffisances à identifier et à combler pour préparer la voie à un programme plus cohérent :

- 1- Quel est l'état du système d'information à l'heure actuelle, à quels besoins d'application de la politique de l'environnement est-il en mesure de répondre ?
- 2- Quelles sont les insuffisances (laboratoires, équipements, véhicules, personnel, rapports avec les décideurs et les législateurs, les médias, l'industrie, les ONG, etc., disponibilité de points de collecte d'échantillons de base, par exemple aires protégées, etc. accords avec universités et centres de recherches à l'étranger, etc.) ? En somme, tout ce qui est déjà sur place et assurerait la réussite du programme.
- 3- Quels sont les besoins pour combler ces insuffisances ? En termes de finances, de temps, de formation, d'accords avec les instances nationales et internationales, etc.
- 4- Quels sont les programmes de suivi en cours, quels sont leurs résultats, et quels sont les projets en cours pour des programmes plus élaborés dans l'avenir prochain, et qui fait quoi ? Quel est le degré de réussite des suivis actuels et leur impact sur les décisions d'aménagement de l'environnement ?
- 5- Comment peut-on améliorer ou réorienter les programmes en cours et les projets

prévus pour les réaligner avec un programme complet qui exige néanmoins un minimum d'effort, et qui permet aussi l'élaboration d'un réseau méditerranéen et des comparaisons régionales ?

Afin de répondre à ces questions, comme étape préliminaire pour la mise en oeuvre du programme, le premier pas sera de voir comment il serait possible d'appliquer le programme proposé ci-dessus aux sites en question, d'après l'information offerte dans les documents que nous avons sous la main. C'est ce que nous proposons de faire ultérieurement dans le chapitre suivant. Mais en plus, il faut envisager les étapes opérationnelles suivantes :

- A- Une mission d'experts doit aller sur place pour une mise à jour de l'information disponible et pour une réponse aux questions précédentes et une évaluation des conditions actuelles.
- B- Un programme de choix des points d'échantillonnages et un protocole d'échantillonnages sur deux phases, la première pour des échantillonnages approfondis pour une durée d'une année, et la deuxième pour des échantillonnages plus limités, mais réguliers et continus, dont les détails seraient élaborés d'après les analyses et les interprétations de la première phase.
- C- Conclure des accords pour mettre en place les protocoles d'échantillonnages, les analyses chimiques, physiques, biologiques et statistiques, avec les instances nationales et internationales, y compris celles de télédétection.
- D- Prendre contact avec les décideurs et les différents groupes de citoyens et d'acteurs pour mettre à profit les résultats des analyses et des suivis et les rendre utiles pour les prises de décisions à différents niveaux.
- E- Prendre les mesures nécessaires pour combler les insuffisances techniques et organiser des cours de formation afin que le protocole d'échantillonnages de la deuxième phase soit complètement pris en charge par les laboratoires locaux et que les analyses et les interprétations soient également la responsabilité exclusive de ces laboratoires.
- F- Prendre des mesures pour renforcer et accentuer le rôle des aires protégées dans le programme de suivis et créer de nouvelles zones s'il en faut, et leur donner le statut légal nécessaire pour leur bon fonctionnement, tout en les équipant de personnel, des instruments et des dispositifs nécessaires pour le suivi régulier et continu.
- G- Renforcer et accentuer le rôle des bases de données sur l'environnement pour faciliter les comparaisons, les analyses statistiques, les réponses aux demandeurs d'information, et la publication de rapports annuels sur l'état de l'environnement, à l'intention des décideurs, des médias, des ONG, des chercheurs, et du grand public, dans le but de démocratiser l'information et assurer la participation populaire, tout en expliquant l'implication des informations recueillies à l'égard des groupes de caractère spécial dans la société (femmes, jeunesse, enfants, etc.).

## 7.6. Un programme avec "un effort modéré"

Si un pays choisit le Programme avec un Minimum d'Effort expliqué plus haut, il serait en position d'élargir le programme de suivi des indicateurs et des indices pour couvrir plus largement le reste des domaines de l'environnement, et en avoir une image plus exacte et plus complète, et aussi plus cohérente dans un délai d'une dizaine d'années. Il serait dans ce cas bien avisé de préciser dès le début les besoins d'un autre niveau de programme, et d'un autre niveau d'effort, qu'on pourrait désigner comme un effort "modéré", par distinction du premier niveau dit "minimum". D'autres pays, avec plus de moyens et plus d'infrastructures scientifiques et techniques pourraient probablement opter dès le début pour le deuxième niveau et accepter le niveau modéré sans difficultés. Encore d'autres pays choisiraient, ou ont déjà choisi, le troisième niveau qui est en cours d'études, celui proposé par le programme "Changement global" auquel nous avons déjà fait allusion dans un chapitre précédent et dont les détails sont expliqués dans l'Annexe I (Annexe "Ury"). Plusieurs pays méditerranéens sont membres de ce Programme, nommé officiellement aussi l'IGBP, et sont en train de faire le choix de ce qui est pertinent pour eux, à partir du document sur le plan opérationnel publié concernant les écosystèmes terrestres (IGBP 1992).

De notre côté, nous abordons le problème d'un programme avec un effort "modéré" pour les pays qui en ont les moyens, comme niveau intermédiaire. Même dans un programme de deuxième niveau avec un effort "modéré", il est toujours préférable de chercher des chiffres qui frappent l'esprit par leur netteté et qui sont significatifs, sans pour autant perdre de leur exactitude scientifique. Dans un programme de type intermédiaire, on doit s'intéresser, par définition, à une deuxième fonction que doivent remplir les aires protégées, à savoir la récréation vu le nombre élevé de citadins du secteur tertiaire et le niveau économique plus aisé prévus pour les années à venir, ainsi que l'augmentation du temps de loisir. De ce fait, les indicateurs et indices environnementaux ayant rapport avec l'état du paysage s'ajouteront à ceux des domaines de l'environnement qui ont été abordés dans le programme avec un "minimum d'effort" qui pourrait servir comme étape préparatoire pour un programme plus complet.

En même temps, d'autres polluants sont à analyser dans les milieux de l'environnement : eau, air, sol, aliments, tels les détergents, les hydrocarbures, les nitrites, les déchets chimiques toxiques, etc. Ce programme évidemment exige plus d'expertise scientifique et des protocoles d'échantillonnage et d'analyse beaucoup plus sophistiqués et plus coûteux en termes d'instruments et d'équipements de laboratoires. Il peut être mené au début pour un nombre d'années (3 à 5 ans) en collaboration étroite avec des laboratoires étrangers d'après des accords et des conventions entre les laboratoires nationaux et étrangers, sous l'égide de la Convention de Barcelone, avec le but de confier l'exécution du programme entièrement aux laboratoires nationaux au bout de cette période de coopération interactive et intensive.

Si nous avons désigné les éléments du programme avec un "minimum d'effort" sous le titre "micro-catalogue", ceux du programme avec un "effort modéré" sont désignés sous le titre de "mini-catalogue", tandis que ceux d'un programme international et global comme celui du "Changement Global" (Annexe I, "Ury"), peuvent bien être désignés sous le titre de

"maxi-catalogue" que très peu de pays envisagent d'exécuter dans son entièreté, d'ailleurs. Mais notons ici les éléments de notre "mini-catalogue".

#### 7.6.1. L'eau

- (a) Analyses de l'oxygène dissous, demande d'oxygène biologique et chimique, pH, calcium, salinité, matière organique dissoute et en suspension, azote (en forme de nitrate, de nitrite, et d'ammoniaque), phosphate (organique et minéral), sulfates, transparence, et température, comme paramètres physicochimiques, en y ajoutant les métaux lourds (cuivre, cadmium, mercure, zinc, chrome, plomb), les pesticides, les biphényles polychlorés, les hydrocarbures, les détergents, comme polluants exogènes qui nuisent à la santé, à l'industrie, à l'agriculture, et aux pêches (avec l'azote et le phosphore qui au-delà d'une certaine concentration causent l'eutrophisation).
- (b) Comptage des bactéries coliformes et fécales et d'autres bactéries dangereuses pour la santé (salmonelles), comme paramètres biologiques d'intérêt pour la santé publique, dans l'eau, les sédiments, et les mollusques.
- (c) Analyses chimiques des organismes aquatiques destinés à la consommation (poissons, crustacés, mollusques), ou ayant un intérêt comme bio-accumulateurs de polluants (les moules, certaines algues ou plantes supérieures, telle la jacinthe d'eau), ou ayant un intérêt comme indicateurs de l'état du milieu par leur décroissance ou leur croissance.
- (d) Observations écologiques sur les invasions des espèces exotiques et disparition des espèces édifcatrices (ou espèces-clés), comme les coraux, ou les posidonies.
- (e) Mesures de l'oxygène dégagé par la production primaire (photosynthèse, capacité de croissance végétale) comme indication de l'état global de la qualité de l'eau.
- (f) Expériences dans le laboratoire de la toxicité de l'eau polluée sur des organismes variés, des bactéries (à court terme) aux végétaux et animaux (à moyen et à long terme) et son effet sur la morbidité et la mortalité de ces organismes ainsi que leurs performances physiologiques.
- (g) Etudes épidémiologiques des maladies et infections dues à la pollution de l'eau potable, ou l'eau de baignade.
- (h) Etudes écologiques sur la biodiversité des organismes aquatiques (vers, algues, plancton, etc.) et ses changements dans le temps et dans l'espace.

Certaines de ces analyses sont normalement entreprises par les services de santé publique tandis que d'autres le sont par les universités et des centres de recherche scientifique. Ce qui manque est la coordination entre ces efforts et leur mise dans un seul système intégré et complémentaire dans ses objectifs mais aussi dans ses protocoles d'échantillonnage, ses méthodes analytiques, ses interprétations, et ses

sorties, et surtout avec des garanties pour sa continuité. Si cette liste, aussi complète qu'elle soit, semble trop longue, il revient à chaque pays de faire les choix convenables d'après les objectifs et les moyens disponibles.

### 7.6.2. L'air

- (a) Comme pour l'eau, les services météorologiques des pays concernés s'occupent depuis très longtemps de recueillir des données sur l'atmosphère et de faire des mesures et des analyses physico-chimiques, ..mais rarement des mesures et des analyses biologiques, qui se font occasionnellement dans les universités et les centres de recherche de manière intermittente, et qui ont besoin d'être coordonnés, complétés, et pérennisés.
- (b) Les mesures et analyses physico-chimiques comprennent, en sus des éléments du programme avec un "minimum d'effort", l'analyse des vents en vitesse et direction, la transparence (visibilité), les radiations solaires (y compris les radiations ultra-violettes), les précipitations (y compris leur acidité), les poussières de toutes sortes et leurs analyses, les retombées radioactives, le bruit.
- (c) Mesures et analyses biologiques comprenant les pluies de pollen (allergies), les bactéries et les spores.
- (d) Etudes écologiques sur les polluants irritants pour les yeux, la peau, les bronches et les poumons et sur les cultures maraîchères aux bords des routes, ainsi que sur les arbres et les pelouses dans les villes, ainsi que les plantes sensibles (les lichens), la végétation et les animaux dans les zones protégées et les masses d'eau et zones humides près du littoral (voir Steubing 1981).
- (e) Etudes épidémiologiques des maladies et des mortalités dues à la pollution atmosphérique, études économiques sur l'impact de la pollution atmosphérique. Dans les domaines de l'agriculture, de l'industrie, de la santé publique, des monuments historiques, et de l'affluence touristique (en liaison avec des études semblables sur les impacts économiques de la pollution de l'eau, du sol et la dégradation du paysage et des aliments en y ajoutant l'impact sur le commerce extérieur).

### 7.6.3. Les sols et les paysages

Mettre le suivi des sols et des paysages sous une seule et même rubrique est peut-être plus difficile que de coordonner les activités de suivi pour l'eau et l'air, car ces domaines relèvent de mandats de beaucoup plus d'administrations et de ministères que ces derniers. Dans le cas des sols et des paysages, s'entremêlent les préoccupations des ministères de l'agriculture, de l'industrie, de l'énergie, des transports, les municipalités, les propriétaires terriens, les différents groupes d'intérêt, et les spéculateurs, entre autres. Les conflits de ces intérêts se manifestent le plus brutalement sur le littoral, surtout lorsqu'ils s'intercalent entre la mer et le désert absolu, comme en Egypte et en Tunisie, ou entre la mer et la montagne, comme au nord de la Méditerranée, dans plusieurs endroits. Dans des situations géographiques aussi

difficiles, l'ingénieur paysagiste doit prendre en compte les caractéristiques topographiques et écologiques et ne pas les perturber (Ghabbour 1976). Afin de protéger leur caractère fragile, il est nécessaire de réglementer leur utilisation (et non pas leur exploitation, comme préconisent certains planificateurs), ce qui est fait dans plusieurs pays, comme en France (Jegouzo et Sanson 1991). Ces réglementations, toutefois, risquent d'avoir deux défauts, le premier engendré par le désir de les faire imposer en hâte sans attendre les résultats d'études scientifiques sérieuses et rigoureuses, et le deuxième est issu du fait qu'elles représentent souvent un compromis, entre les intérêts conflictuels des spéculateurs d'une part, et les exigences environnementales d'autre part, si bien que leurs formulations sont parfois assez ambiguës et inapplicables dans la pratique.

#### 7.6.3.1. Les sols

Si nous prenons l'état des sols d'abord, leur fertilité est un souci majeur pour assurer les bons rendements agricoles, et leur pollution est un risque pour la santé, même si les rendements sont bons. La fertilité des sols se caractérise par un nombre de paramètres physiques, chimiques, et biologiques. Certains de ces paramètres sont plus ou moins constants, tels la structure, la profondeur, la minéralogie, les caractéristiques thermiques, mais certains autres changent de manière saisonnière, ou à un rythme plus fréquent, tels l'humidité, la salinité, le pH (acidité ou alcalinité), matière organique (et humus), et la diversité biologique (végétation spontanée, considérée parfois sous la désignation "mauvaises herbes", la faune du sol, les micro-organismes). Ici il faut distinguer entre les changements réversibles, c'est-à-dire où le système revient au même état (plus ou moins) à la même saison de l'année suivante, ce qui est normalement dans l'ordre des choses, et les changements irréversibles ou tendanciels, c'est-à-dire, lorsque le système bascule vers une détérioration qui menace sa capacité de productivité utile et durable. Ce sont donc les paramètres qui annoncent les changements irréversibles sur lesquels il faut attirer l'attention. Ils peuvent commencer par des fluctuations apparemment normales qui cachent les tendances les plus lourdes et plus graves. Parmi ces paramètres, il y en a de simples à mesurer et d'autres plus compliqués, il y en a aussi qui expriment plus directement l'état du sol et d'autres qui l'expriment moins directement mais plus globalement, par exemple, la respiration totale du sol, qui elle, peut être interprétée de différentes façons, d'après la méthode des mesures. Il est donc préférable de se limiter aux paramètres faciles à repérer et aussi faciles à être interprétés. Les sols, comme l'eau, peuvent être disponibles en abondance mais de qualité détériorée, ou peuvent être perdus physiquement (érosion). Le premier cas relève des analyses physico-chimiques et biologiques, tandis que le deuxième cas relève des mesures géomorphologiques, et sont très bien repérables par la télédétection. La perte physique des sols ne se limite pas à leur érosion, mais aussi à l'extension de l'urbanisation, dans toutes ses formes, ce qui est aussi repérable par la télédétection, appuyé par des validations sur le terrain. Mais revenons alors aux paramètres de la perte de fertilité des sols, qui restent quasiment en place. Les paramètres à suivre sont : salinité, pH, matière organique, humidité (dans une certaine mesure), biomasse et densité (et composition) de la faune et de la microflore du sol, composition de la végétation spontanée, apparition d'organismes nuisibles. L'appauvrissement généralisé de la vie animale et végétale, et la perte de matière organique (parfois associé avec la perte de l'argile), ainsi que la salinisation et alcanisation (ou au contraire l'acidification) sont les symptômes de la désertification au

sens large du terme. Mais la détérioration physico-chimique et biologique des sols ne se limite pas aux changements de ses composants normaux, puisque la pollution des sols par des substances exogènes est un phénomène assez répandu. Il est donc nécessaire d'ajouter les analyses des métaux lourds, des pesticides et des nitrites (produits par la sur-utilisation des engrais), aux analyses habituelles des sols. On peut utiliser certaines espèces de la faune du sol, qui accumulent les métaux lourds dans leurs corps sans en être beaucoup affectés, pour faciliter les analyses. Les cloportes ont été trouvés comme indicateurs fiables pour la pollution du sol en cuivre (Wieser et al. 1976) et pour le plomb et le cadmium (Dallinger et al. 1992). Certaines espèces de vers de terre, d'autre part, sont assez tolérantes à des taux élevés de pesticides. L'analyse des tissus des animaux au sommet de la pyramide trophique des écosystèmes terrestres, tel le faucon, n'indiquerait que l'état général de pollution sur tout le territoire, et n'est utile que pour le programme avec un "minimum d'effort", mais le programme avec un "effort modéré" exigerait des analyses plus à point et plus spécifiques.

Comme dans le cas des analyses de l'eau et de l'air, les analyses de routine des sols sont entreprises depuis longtemps par les laboratoires des ministères d'agriculture, et les études écologiques se font dans les universités en général. Ce qui manque est une coordination de ces analyses sous un seul programme intégré et pérenne.

#### 7.6.3.2 Les paysages

Pour décrire l'état du paysage, on doit cartographier les différentes utilisations du territoire, et préciser les risques environnementaux de chacune, et l'ampleur de ces risques, ainsi que leur aire d'influence. Ici, non seulement on doit avoir recours à la télédétection, mais aussi aux Systèmes d'Informations Géographiques, déjà très bien développés pour ce but. Les industries, les infrastructures, les réseaux hydrologiques, les formes géomorphologiques, les phénomènes sismo-tectoniques, les formations géologiques, les forêts, les parcours, les champs, les mines, les villes, les masses d'eau, en somme, tout ce qui couvre la surface du sol.

On peut y ajouter les structures géologiques souterraines, les réservoirs d'eau souterraine, les gisements de richesses minérales, les sites archéologiques, etc. Il est possible, à partir de ces cartes, de mettre le doigt sur les zones les plus vulnérables et sur les autres plus tolérantes aux manipulations et/ou perturbations. Et si le déroulement de l'expansion urbaine non-contrôlée, par exemple, se fait en dépit des réglementations, ou en leur absence, on peut suivre les dégâts et prévoir le point où le phénomène risque de devenir catastrophique, et sonner l'alarme.

Autrement dit, si cette cartographie ne servait pas pour influencer la planification préalable, elle pourrait néanmoins servir pour diminuer les dégâts des développements non-contrôlés. Ici les indicateurs seraient le taux d'expansion des différentes formes de l'utilisation du territoire, d'après un suivi de photos satellitaires, de photos aériennes, et de confirmations par validation sur le terrain. Les zones identifiées comme les plus fragiles, ou par leur position, ou par ce qu'elles abritent un élément du patrimoine naturel ou culturel, par leur intérêt écologique spécial (diversité particulière), pourraient être déclarées zones protégées,

où le suivi et l'échantillonnage pourraient être entrepris de façon ininterrompue. Les Systèmes d'Informations Géographiques sont à l'heure actuelle assez coûteux et exigeants en matière de formation et d'entretien, mais une fois bien maîtrisés, sont d'une grande rentabilité et clarté pour les décideurs. Les pays de l'est et du sud de la Méditerranée seraient bien avisés de les adopter avec l'aide internationale, pour la gestion des zones côtières de façon intégrée et durable, pour effectuer un développement équilibré des ressources des zones côtières, et pour diminuer l'intensité des conflits autour de l'utilisation des bandes côtières étroites, où une quelconque forme d'utilisation généralement se fait au détriment des autres, avec les conséquences d'une rentabilité sub-optimale des ressources naturelles de la zone. L'emploi des ordinateurs pour les analyses décisionnelles a fait beaucoup de progrès dans ce sens (Beward et al. 1992).

#### 7.6.4. La santé publique

Dans le contexte d'un programme avec un effort "modéré", on ne doit pas se contenter des analyses des eaux et des aliments disponibles à la population, et de l'effet de la pollution de l'air, mais considérer que la santé est une trinité de santé physique, psychique et mentale, et qu'elle est aussi bien sociale qu'individuelle, c'est-à-dire, il faut introduire le concept du "bien-être" de la population et non seulement des individus et par conséquent chercher à établir ses indicateurs et ses indices. De plus, on doit chercher à évaluer l'impact d'un bas niveau de bien-être généralisé parmi la population et les personnes économiquement actives, sur la productivité économique de différents secteurs ainsi que les dépenses nécessaires pour assurer un certain niveau de services thérapeutiques et de santé publique (médecine préventive).

Rappelons que nul n'est protégé des ravages de l'environnement dégradé, et que ces ravages sont à deux niveaux, instantané, par exemple les maladies gastro-intestinales et respiratoires dues aux infections et aux allergies, et à long terme, par exemple les psychoses et les névroses, les cancers et les néphrites qui ne sont pas le sort d'un groupe social et pas des autres, ou une certaine fourchette d'âge et pas des autres. Et si le programme avec un "minimum" d'effort s'est consacré aux maladies les plus étroitement et clairement liées à la dégradation de l'environnement, le programme avec un effort "modéré" doit s'occuper des cas de morbidité et mortalité dont les liens avec l'état de l'environnement sont beaucoup plus difficiles à prouver, voire à discerner, mais quand même reconnus d'une manière ou d'une autre.

On peut, à partir de questionnaires bien conçus, faire des constatations assez parlantes sur l'état global de la santé et du bien-être de la population examinée. L'étude de Millar (1979) sur l'état biosocial des habitants de Hong Kong, une ville portuaire par excellence, par rapport à l'environnement, au sens large du terme, n'est pas encore égalée. L'étude utilise quatre indices de santé et de bien-être, qui s'appellent l'indice de l'échelle de Langner, l'indice de santé physique générale, l'indice du plaisir de la vie, et l'échelle de Bradburn. L'échelle de Langner repose sur 22 questions qui portent sur l'état psychique et les rapports humains avec famille, voisins, étrangers, etc., et donne un chiffre à chaque réponse qui est cumulé, la plus grande valeur indiquant un état excessivement pathologique. L'indice de santé physique générale est dérivée de la récente histoire pathologique de la personne



examinée. Il comprend des notes sur les douleurs, les toux, la nausée et la fièvre, la grippe et ce que la personne elle-même pense de son état de santé. L'indice du plaisir de la vie dépend de la réponse donnée à une seule question directe. L'échelle de Bradburn est basé sur les réponses à 10 questions qui portent sur les sentiments "positifs" ou "négatifs" de l'individu durant les quelques semaines avant d'être interviewé. Il est apparu de cette étude que l'auto-perception de l'état de santé ne relève pas uniquement de l'absence de symptômes mais aussi des rapports avec autrui, qui modifient largement cette perception, et que malgré la présence d'un certain nombre de facteurs de stress environnementaux, d'autres aspects sont compensatoires. Boyden (1979) a donné un résumé commenté des résultats de cette étude et a mis l'accent sur les différences entre les différents groupements "socio-économiques", dans les résultats obtenus, par rapport surtout au type d'habitation.

D'autre part, White et Burton (1983) ont discuté les indices de l'état de santé d'une population, à plusieurs niveaux de complexité. Le choix de tel ou tel indice dépendra, naturellement, des moyens disponibles. Nous avons d'abord l'indice Q de Miller, défini ainsi:

$$Q = (M_i/M_a) DP + (27A + 91.3B)/N$$

$M_i$  : taux de mortalité de la population en question ajusté pour l'âge et le sexe

$M_a$  : taux de mortalité de la population de référence (la population du pays) ajusté pour l'âge et le sexe

$D$  : taux brut de mortalité/100 000 individus de la population en question

$P$  : années de vie perdues à cause de mort prématurée chez la population en question

$A$  : jours d'hospitalisation chez la population en question

$B$  : nombre de visites aux cliniques chez la population en question

$N$  : nombre de personnes de la population en question.

Cet indice aide les décideurs à reconnaître les populations ayant les taux les plus élevés de morbidité et de mortalité dans un ensemble plus large (les quartiers d'une ville, ou les départements d'un pays), et aussi suivre l'efficacité des services médicaux d'une année à l'autre.

Cet indice a été modifié et a été nommé l'indice G, ou :

$$G = (M_i/M_a) (D_1 + D_2)$$

$M_i$  et  $M_a$ , comme pour l'indice Q, mais non-ajustés pour l'âge et le sexe.

$D_1$  : différence entre années de vie espérées et années perdues chez la population (mortalité due aux maladies spécifiques)

$D_2$  : différence entre années de vie espérées et années perdues à cause de morbidité due à des maladies spécifiques.

Un troisième indice, dont les données de base sont plus simples à recueillir, est l'Indicateur Sommaire de Santé (ISS)\*, qui est la moyenne pondérée des valeurs de neuf indicateurs singuliers de santé :

---

\* proposé par Cayolla da MOTTA au Portugal en 1979

- 1- mortalité maternelle
- 2- mortalité infantine de naissance à l'âge d'une année
- 3- mortalité de l'âge de 1 à 4 ans
- 4- taux de mortalité due à la tuberculose
- 5- taux de mortalité due aux gastrites et entérites
- 6- taux de mortalité due aux maladies infectieuses et parasitaires
- 7- taux de mortalité due à la pneumonie
- 8- pourcentage de naissances sans concours médical
- 9- pourcentage de décès sans certification médicale. Les indicateurs de 1 à 7 indiquent l'image brute de l'état de santé, tandis que les indicateurs 8 et 9 indiquent l'extension des services médicaux.

Une fois que les indicateurs sont identifiés, ils sont convertis à une valeur "conventionnelle" pour standardiser les mesures, puis un coefficient ou un poids est attribué à chaque indicateur et est multiplié par la somme du résultat de chaque indicateur et puis est multiplié par la somme du résultat de chaque valeur conventionnelle pour obtenir le ISS. Cet indicateur a certaines faiblesses néanmoins, et peut être adopté pour les étapes préliminaires de reconnaissance jusqu'à ce que d'autres indicateurs plus sophistiqués puissent être mis en marche.

Comme pour tout autre indicateur, les critères de choix sont :

- disponibilité et coûts des données à recueillir
- applicabilité et utilisabilité dans des situations variées
- compréhensibilité par les administrateurs
- capacité de définition opérationnelle
- sensibilité aux changements des intrants au fil des années
- présence d'un dénominateur commun pour les composantes
- possibilité d'effectuer les ajustements d'âge et de sexe
- utilité immédiate
- représentabilité des résultats et non pas seulement ceux des intrants.

Si ces indices sont mesurés chez de populations dans des zones industrielles, ou des zones rurales où les pesticides sont utilisés en excès, on pourra, avec des comparaisons contrôlées, démontrer les effets de la pollution, et de la dégradation de l'environnement en général, sur la santé de ces populations. Mais le plus essentiel c'est aussi de suivre les améliorations de cet état général de santé dû aux mesures prises pour restaurer et réhabiliter l'environnement, qu'il soit urbain ou rural, dans tous ses aspects. Et puisque l'objectif ultime du développement est l'amélioration de la qualité de la vie, l'indicateur ultime n'est que celui de l'état de santé, pourvu que ce soit mesuré de façon continue dans un environnement sain. Et si l'esprit sain a besoin d'un corps sain, les deux ont besoin d'un environnement sain pour bien fonctionner.

#### 7.6.4.1. En guise de conclusion

Pour conclure, on observera que nous avons tenté dans les pages précédentes d'élaborer un programme d'action en deux phases, la première plus simple et réalisable avec moins de moyens, basée sur des informations incomplètes, mais tâchant de les combler, avec une mise en place préparatoire de matériel, de perceptions, et de personnel qualifié, pour aboutir à la

deuxième phase, qui demande plus d'efforts et de dispositifs, mais qui a plus de fiabilité et de valeur scientifique, aussi bien que décisionnelle.

Les décisions de faire le choix entre telle ou telle phase, ou entre tel ou tel indicateur, ne se ferait pas uniquement en fonction des dispositifs techniques disponibles, du personnel qualifié sur place, ou de l'information acquise, mais aussi de la volonté politique et du degré de participation populaire dont disposent les sociétés en question. Il est souhaitable que la publication des résultats des recherches écologiques et des indications données par les chiffres et les rapports mis à jour, renforcent le rôle des ONG et des groupes "désintéressés" et rehaussent la voix de la "majorité silencieuse", et ainsi redressent les équilibres au sein de ces sociétés et améliorent les mécanismes et les modes de prise de décision. En somme, comme on le sait bien, toute décision est un compromis, mais on en cherche un qui soit meilleur que les autres, mais par rapport à quoi et par rapport à qui ? Et en ce qui concerne le choix des indicateurs et indices décrivant l'état de l'environnement, on devrait éviter de tomber dans une situation semblable à celle du piège superbement exprimé par Paul Valéry "Tout ce qui est simple est faux. Tout ce qui est complexe est inutilisable". Si avec un programme d'évaluation de l'état de l'environnement les décideurs et les citoyens sont suffisamment alertés pour agir et faire cesser la destruction insensée du patrimoine naturel et culturel, et pour sauvegarder les éléments essentiels de vie et de santé pour eux et pour les générations à venir, et pour trouver d'autres débouchés non-destructeurs pour le développement dans une forme plus utile au bien-être social à long terme, ce programme aura bel et bien rempli sa tâche.

On ne peut conclure ce chapitre sans faire allusion aux résultats de la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement (CNUED), ou Sommet de la Terre, qui s'est tenu à Rio en Juin 1992. Les pays méditerranéens qui y ont participé, avec tous les autres pays qui étaient représentés, ont signé la Déclaration de Rio, la Convention sur la Biodiversité, et la Convention sur le Changement Climatique. La Convention sur la Biodiversité nous concerne plus dans le contexte de la description de l'état de l'environnement, car les pays contractants sont invités à élaborer des stratégies nationales pour la conservation et l'aménagement rationnel de la biodiversité dans l'intérieur du pays, et aussi en collaboration avec les pays voisins et au niveau régional et international. Ces stratégies devraient sûrement être intégrés avec les programmes de suivi de l'état de l'environnement et aussi les plans de l'aménagement des zones côtières. Des concertations entre les instances nationales, et entre celles-ci et les organisations internationales devraient commencer bientôt pour la mise en marche de cette collaboration, mais ce qui nous concerne est de noter que les programmes prévus pour le suivi de l'environnement devraient figurer visiblement dans ces stratégies nationales de conservation et d'aménagement de la biodiversité, puisqu'il est évident que les paramètres biologiques, qui ne remplaceraient guère les paramètres physico-chimiques, sont quand même essentiels pour l'homme et pour ses équilibres psycho-socio-économiques. Force est de constater que la prospective environnementale aura de plus en plus une place prépondérante dans les stratégies nationales, régionales et internationales dans les années à venir, avec l'adhésion à ces accords et leur mise en application. Et lorsqu'on parle de prospective environnementale on parle inévitablement du suivi écologique et de ces indicateurs et indices qu'elle exige pour se maintenir et se poursuivre.

## **8. PROGRAMME POUR LE SUIVI DE L'ENVIRONNEMENT DANS LES ZONES COTIERES DES P.A.C.**

Afin d'établir un cadre pour la prospective environnementale des zones côtières méditerranéennes et son corollaire le suivi environnemental pour les six zones des PAC, en particulier la zone de Fouka, et la zone de Sfax, il est proposé de suivre un plan en sept étapes :

- 1- Dresser un bilan général de la situation environnementale de la région en question ainsi que des zones avoisinantes dont les apports et les rapports risquent d'avoir un impact sur la région en question.
- 2- Faire l'inventaire des connaissances actuelles sur l'état de l'environnement de la région en question à partir des publications et autres connaissances disponibles traitant l'état des ressources naturelles et les niveaux de pollution, et concevoir des cartes générales, à l'instar de celle de la côte syrienne (Fig.1), avec une notation standardisée, et d'autres cartes détaillées à différentes échelles.
- 3- Identifier d'après les deux étapes précédentes les risques et les dangers majeurs pour l'avenir des ressources et la santé et le bien-être de la population humaine impliquée.
- 4- Établir un ordre de priorités des aspects sur lesquels doivent porter le suivi et la réparation des dégâts, et si possible de restauration. Il faut diriger l'attention en matière de suivi et de réparation des dégâts, et si possible de restauration.
- 5- Mettre au point un programme opérationnel pour le suivi et la réhabilitation de l'environnement dans la limite des ressources financières, techniques et humaines disponibles.
- 6- Mobiliser et engager les moyens de mise en oeuvre du programme de suivi et de réhabilitation dans le temps et dans l'espace, au niveau national et international.
- 7- Recueillir les données, les interpréter, les synthétiser, et agir en modifiant et en améliorant le programme d'action d'après les renseignements acquis, par un groupe de spécialistes en la matière.

---

Le cadre général d'un programme de suivi pour bien comprendre l'état de l'environnement, afin que celui-ci puisse servir comme un intrant de la prospective environnementale et comme berceau pour le développement durable, se compose de deux forces principales, le fonctionnement des écosystèmes (air, sol, eaux, plantes, animaux), et les niveaux de pollution des mêmes milieux.

Ce cadre comprend donc les analyses suivantes :

- eaux, air, sols, sédiments marins, métaux lourds, azote et phosphore, radionucléides, organohalogènes (et détergents), matières humiques, plantes (domestiques et spontanées), animaux (domestiques et sauvages), bactéries, champignons, biocénoses (et leurs diversités), chaînes alimentaires, santé publique (épidémies, morbidité et mortalité), et enfin utilisation du territoire qui en fait englobe tous les aspects précédents.

Mais pour des raisons évidentes il n'est aucunement nécessaire de couvrir tous ces aspects dans chacun des programmes proposés pour chacun des sites en question. Il y a des choix à faire, mais ces choix doivent dépendre de certains critères logiques en suivant les sept étapes mentionnées ci-dessus, et en faisant d'abord le bilan de ce qui est déjà connu et ce qui reste à connaître mais qui serait en plus utile pour réaliser les objectifs prévus. Pour cela, nous avons dressé le tableau ci-après (Tableau 2) qui montre l'état de nos connaissances sur l'ensemble des analyses faites à l'heure actuelle, le cadre général décrivant la situation de l'environnement dans les six sites en question. Ce tableau a été tiré d'après les publications du Programme d'Action pour la Méditerranée "PAM" (MAP) à Athènes, les rapports GESAMP du PNUE, ainsi qu'un certain nombre d'autres publications. Ce tableau va nous servir pour en tirer des leçons importantes pour une programmation éventuelle de la prospective environnementale.

Un premier coup d'oeil sur ce tableau suffit pour montrer que très peu d'analyses ont été entreprises sur l'île de Rhodes, la côte syrienne, la zone de Fouka, et la zone de Sfax, par comparaison avec la Baie de Kastela ou la Baie d'Izmir.

En revanche, certaines analyses qui ont été entreprises dans la région d'Alexandrie (et la Baie d'Abu Qir), seraient utilisables, dans une certaine mesure, pour la zone de Fouka, et d'autres analyses entreprises dans la région de Tunis Ville pourraient également être utiles pour la zone de Sfax. La grande ampleur des analyses entreprises dans les deux Baies de Kastela et d'Izmir ne sont pas le reflet du manque de laboratoires ou de scientifiques ailleurs, mais plutôt d'une attention plus accentuée dirigée vers ces deux Baies à cause du très haut niveau de leur pollution. Ces hauts niveaux de pollution ainsi menacent la santé d'une grande partie de la population de ces mêmes villes, sans compter l'impact de cette pollution sur les revenus du tourisme.

Cette constatation, aussi brute soit-elle, confirme la notion que le choix des indices pertinents se ferait mieux en fonction des besoins et des intérêts des populations urbaines en général et le secteur services en particulier. Dans le cas de l'île de Rhodes, de la zone de Fouka, et de Sfax, la faible activité industrielle, et aussi la faible population humaine dans le cas de Fouka, n'a poussé ni les scientifiques ni les autorités à entreprendre des analyses, puisque l'idée générale est qu'il n'y en avait aucun besoin, et donc les analyses ont été entreprises près des grandes villes, Alexandrie ou à Tunis Ville.

**Tableau 2 BILAN DES ETUDES ET ANALYSES ENTREPRISES SUR L'ETAT DE L'ENVIRONNEMENT DES SIX SITES DU PAC EN CONSIDERATION**

Facteurs et aspects	Kastela	Izmir	Rhodes	Côte Syrienne	Fouka	Sfax
<u>Facteurs physiques</u>						
- Météorologie . Cagliari 893 . Cagliari 1019 . MAP 80	+	+ Grèce +			+ Alex	
- Polluants atmosphériques . MAP 31 . MAP 64	+					
- Ozone . MAP 64	+					
- Poussières . MAP 64 : 95 . MAP 64 : 173		+	+	+		
- Courants marins . Cagliari 893 . Cagliari 917 . MAP 6 : 73 . MAP 6 : 87	+	+	+	+	+ Alex + Alex	
- Stations thermales . Cagliari 749						+ Tunis
- Sédiments marins . Cagliari 377					+ Alex	
- Radioactivité . MAP 62						
- Chargements climatiques . MAP 66	+	+	+	+	+	+
"Le Houerou" (1990)				+	+	+
<u>Facteurs aspects chimiques</u>						
- Les régions REMP.PNUE	V	VIII	VIII	IX	X	VII
- Azote, phosphore . Cagliari 1025 . Cagliari 1035		+ Grèce			+ Alex	
- Pétrole et goudron . Cagliari 201/209 . Cagliari 257 . Cagliari 489 . MAP 1			+		+ Alex + Alex + Alex	

**Tableau 2 BILAN DES ETUDES ET ANALYSES ENTREPRISES SUR L'ETAT DE L'ENVIRONNEMENT DES SIX SITES DU PAC EN CONSIDERATION (suite)**

Facteurs et aspects	Kastela	Izmir	Rhodes	Côte Syrienne	Fouka	Sfax
. MAP 19	+					
. MAP 28	+	+				
. GESAMP 26	+	+				
- Mercure (Hg)						
. Cagliari 235		+				
. Cagliari 595	+					
. MAP 28 : 145	+	+				
. GESAMP 26	+	+ ?				
- Cd, Cu, Pb, Zn						
. Cagliari 243	+					
. MAP 28 : 133	+	+				
. GESAMP 26	+	+				
- Mg, Ca, Mn, Fe, Cu, Zn						
. Cagliari 377					+ Alex	
- Organohalogènes						
. MAP 3 : 119	+ ?					
. MAP 39 : 61	+ ?	+ ?				
- Acides humiques de sédiments (IR)						
. Cagliari 983		+ ?	+ ?			
Nord-Est Méditerranée						
<u>Facteurs et Aspects biologiques</u>						
- Bactéries						
. Cagliari 189					+ Alex	
. Cagliari 1019		+ Grèce				
. MAP 7/269/337					+ Alex	+ ?
- Eutrophication						
. MAP 37	+					+ Tunis
- Poissons (Hg) métaux lourds						
. Cagliari 235		+				
. Cagliari 493					+ Alex	
. Cagliari 503		+ Bodrum	+ Bodrum			
. Cagliari 595	+					
. Cagliari 749 (Chaleur)						+ Tunis
. MAP 2 : 174/208/217	+	+				

**Tableau 2**  
(suite)

**BILAN DES ETUDES ET ANALYSES ENTREPRISES SUR L'ETAT DE  
L'ENVIRONNEMENT DES SIX SITES DU PAC EN CONSIDERATION**

Facteurs et aspects	Kastela	Izmir	Rhodes	Côte Syrienne	Fouka	Sfax
. Crustacés (Hg) . Cagliari 503		+Bodrum	+Bodrum			
- Cycles biogéo-chimiques (Hg) . MAP 32		+ Marmaris Turquie		+ Alex		
- Organohalogènes . Cagliari 235 . MAP 3 : 119	+ ?	+				
- Benthos . Cagliari 643		+				
- Effets sur écosystèmes . Map 5 : 21/95/103/115 . MAP 22 : 53/121	+ +	+ +			+ Alex	
- Accidents . MAP 28	+	+		+	+	+ ?
- Toxicité (labo) . MAP 4	+					
- Méduses . MAP 47 : 119	+	?	?	+ Liban		
- Tortues marines . MAP 42	+		+	+	+	+
- Paysages/espèces . MAP 36 . MAP 43 (plantes)	4 4	3	4	12	1 5	13
- Réutilisation des eaux usées . MAP 41	+	+		+	+	+



Dans le cas de l'île de Rhodes, par contre, son éloignement des côtes de la Grèce continentale semble laisser penser que l'île n'a pas des problèmes de pollution, tandis qu'en effet sa proximité des côtes turques, lourdement polluées, devrait attirer l'attention sur une pollution potentielle de ses eaux, en provenance des eaux territoriales des côtes turques, et en fonction des courants marins.

Ceci exigerait une étude approfondie des systèmes des courants marins entre l'île et les côtes turques, ainsi que les mouvements des vents et des poissons, qui risquent d'apporter ces polluants vers l'île.

Les études accomplies par le PAM et sous son égide montrent aussi l'importance qu'il faut accorder aux mouvements des sédiments marins d'une part et les saisons de croissance des poissons comestibles dans certains lieux.

La position de l'île de Rhodes à cheval entre deux zones de la Méditerranée d'après la définition du programme REMP du PNUE ne devra pas être un prétexte pour négliger cette île, mais au contraire une raison pour la faire profiter des résultats des analyses entreprises dans les deux régions.

Il est à noter d'ailleurs que jusqu'à 1981 les côtes de l'île de Rhodes étaient les moins polluées par les hydrocarbures de toutes les côtes grecques étudiées (3ppb, Nimikos 1981), tandis que la Baie de Kastela, par exemple, était la plus polluée de toutes les côtes yougoslaves étudiées, par les métaux lourds et le mercure notamment (17ppm poids frais de poissons, Stegner et al. 1981). Les rapports ultérieurs du PAM ne donnent malheureusement pas un suivi de cette situation.

Les rapports du PAM montrent d'ailleurs, d'après le Tableau 2, qu'il n'y a apparemment eu aucune étude dans certains domaines, pour les six zones en question, à savoir l'analyse de plusieurs métaux lourds dans les eaux, les sédiments et les poissons et crustacés, les études épidémiologiques en liaison avec l'état de pollutions des eaux de baignade (hormis une seule étude pour Alexandrie), très peu de travaux sur les effets toxiques des polluants vis-à-vis des espèces locales et les écosystèmes, rien en matière de télédétection (malgré les études effectuées par l'Université d'Alexandrie sur la zone côtière à l'ouest de cette ville), et rien sur les détergents, ou presque rien.

Même s'il est déconseillé d'inclure toutes ces études dans un programme de suivi permanent, ou même la prospective environnementale il est tout de même nécessaire de les effectuer au moins une seule fois au début du programme afin de mieux comprendre la situation et d'évaluer les risques potentiels.

Il est à noter également, comme on l'a déjà souligné, que les analyses sont plus diversifiées dans le cas de la Baie de Kastela et la Baie d'Izmir, vu l'importance du développement industriel et des agglomérations urbaines dans ces deux zones.

Aucune étude ne tente d'examiner les rapports entre la pollution des eaux et des sédiments d'une part, et l'évolution de la quantité et la diversité des poissons pêchés au cours des années écoulées depuis la signature de la Convention de Barcelone, d'autre part. Il est fort probable, pourtant, que de telles études sont publiées ailleurs dans la littérature scientifique

locale et/ou internationale mais non signalées par le PAM. Il est nécessaire d'établir ces rapports dans le cas des zones industrielles autant que pour les zones touristiques (Fouka et Sfax), où les poissons constituent un aliment de prédilection pour les touristes.

Les programmes permanents de suivi sont forcément différents pour chacune des six zones considérée, en fonction des utilisations principales des ressources naturelles, des activités économiques, et de l'importance de la population et son mode de vie, qu'elle soit résidente ou temporaire (tourisme) et sa dépendance des ressources terrestres et aquatiques, tout en prenant en compte le climat, la topographie, l'hydrologie, et la nature des sols, ainsi que la répartition géographique des habitations, de l'agriculture (et ses types), de l'industrie, des mines, des communications terrestres, fluviales et maritimes, etc.

Ces données de base varient manifestement d'une zone à l'autre parmi nos six zones, et on peut dire que les trois zones de la côte syrienne, de Fouka, et de Sfax, sont beaucoup plus orientées vers les ressources biologiques terrestres que les trois autres du nord.

Cette différence d'orientation impose une différence similaire dans le contenu du programme de suivi, en mettant plus l'accent dans le cas de Fouka et de Sfax sur l'état des écosystèmes terrestres et l'érosion des sols, par exemple, que sur les sédiments marins. De plus, pour les zones de Fouka et de Sfax, qui sont peu peuplées et moins bien pourvues en équipes scientifiques, la télédétection comme outil de travail et de suivi prend d'avantage d'importance (en profitant aussi de leur climat moins nuageux qu'ailleurs).

Un autre outil également privilégié serait le Système d'Informations Géographiques "SIG" (GIS), qui exigerait, néanmoins, une importante base de données, que la télédétection pourrait fournir, en collaboration avec des équipes d'explorations et d'analyse et d'interprétation des données, collectées sur le terrain, et synthétisées, à l'aide du SIG.

Ceci dit, on peut maintenant dresser un Tableau 3 des études et des paramètres à rechercher dans les six zones considérées, et le proposer, sans prétendre être directif, puisqu'en fin de compte c'est en consultation étroite avec les autorités qu'il faut de toute façon établir ce tableau.

A ce tableau on pourrait plus tard ajouter quelques aspects qui ne sont pas couverts par les travaux entrepris sous l'égide du PAM, mais qui seraient utiles dans le contexte de certaines de nos zones, et supprimer quelques autres, toujours dans le même esprit.

En dressant ce tableau, on prend en considération que l'environnement remplit trois fonctions au service des populations locales :

- 1- entrepôt où les ressources naturelles nécessaires pour le développement sont puisées (les intrants des activités économiques et pour la survie des hommes, leurs cultures et leur cheptel),
- 2- poubelle où se débarrasser des déchets et des ordures émanant de ces mêmes activités économiques et vitales (les rejets de la vie quotidienne), et
- 3- l'espace où se déplacent les hommes et leurs marchandises de toutes sortes pour le bon fonctionnements des activités économiques et vitales ainsi que pour la récréation.

**Tableau 3 ETUDES ET ANALYSES PROPOSEES POUR LE MONITORAGE DE L'ETAT DE L'ENVIRONNEMENT DES SIX SITES DU PAC**

Facteurs et aspects	Kastela	Izmir	Rhodes	Côte Syrienne	Fouka	Sfax
<u>Aspects physiques</u>						
- Météorologie						
. vents	1,A	1,A	1,A	1,A	1,A	1,A
. polluants atmosphériques						
SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CO, ozone	1,P	1,P	3,A	1,P	4,A	4,A
. poussières	1,P	1,P	3,A	1,P	1,P	1,P
- Courants marins	1,P	-1,P	1,P	1,P	3,A	3,A
- Température des eaux	1,P	1,P	3,A	1,P	3,A	3,A
- Sédiments marins	1,P	1,P	3,A	1,P	5,A	5,A
- Radioactivités	1,P	1,P	3,A	3,A	3,A	3,A
- Changements climatiques	5,P	5,P	5,P	5,P	5,P	5,P
- Efficacité d'énergie	1,P	1,P	3,A	2,P	5,A	5,P
- Efficacité de l'eau	3,P	3,P	1,P	2,P	1,P	1,P
- Erosion du sol	5,A	5,A	2,P	2,P	1,P	1,P
- Accidents	1,P	1,P	3,P	2,P	5,P	5,P
<u>Aspects chimiques</u>						
- Azote et phosphore des sols	4,P	4,P	2,P	2,P	1,P	1,P
- Azote et phosphore des eaux	2,P	2,P	1,P	1,A	3,A	3,A
- Pétrole et goudron	1,P	1,P,4,P	3,P	5,A	5,A	
- Mercure et autres métaux	1,P	1,P	4,A	2,A	5,A	5,A
- Organohalogènes	1,P	1,P	4,A	2,A	5,A	5,A
- Détergents	1,A	1,A	5,A	4,A	5,A	5,A
- Efficacité de polluants atmosphériques végétés	1,P	1,P	--	3,A	--	--
<u>Aspects biologiques</u>						
- Bactéries	3,A	2,P	1,P	2,A	2,P	2,P
- Eutrophication	3,A	3,A	2,P	2,P	4,A	4,A
- Pollution des organismes marins						
. métaux lourds	1,P	1,P	2,P	2,P	4,A	4,A
. hydrocarbures et organohalogènes	1,P	1,P	3,P	3,P	5,A	5,A

**Tableau 3 ETUDES ET ANALYSES PROPOSEES POUR LE MONITORAGE (suite) DE L'ETAT DE L'ENVIRONNEMENT DES SIX SITES DU PAC**

Facteurs et aspects	Kastela	Izmir	Rhodes	Côte Syrienne	Fouka	Sfax
- Benthos	2,P	2,P	4,P	5,A	5,A	
- Végétation marine	4,P	4,P	2,P	2,P	5,A	5,A
- Végétation terrestre	1,P	1,P	1,P	1,P	1,P	1,P
- Faune du sol	3,P	3,P	3,P	3,P	2,P	2,P
- Effets sur écosystèmes . paysages, espèces y compris réserves naturelles et migrations	1,P	1,P	1,P	1,P	1,P	1,P
- Travaux toxicologiques de laboratoires	1,P	1,P	5,A	3,A	--	--
- Epidémie, morbidité, mortalité	1,P	1,P	1,P	1,P	3,A	3,A
- Organismes nuisibles	5,A	5,A	5,A	2,A	5,A	5,A
Importance des pêches	5,A	3,P	3,P	2,P	3,P	3,P
- Télédétection et SIG	1,P	1,P	1,P	1,P	1,P	1,P
- Utilisation du territoire	1,P	1,P	1,P	1,P	1,P	1,P

#### Légende

1 à 5 : Ordre de priorité. 1 la plus haute à 5 la moindre.  
A = durée d'une année P = surveillance permanente.

On a pu comprendre très récemment que l'environnement est aussi un cadre qui garantit des services gratuits tels le maintien des organismes nuisibles en état sub-optimal grâce aux prédateurs parasites et compétiteurs, le maintien de la fertilité biologique des sols grâce aux fixateurs d'azote et les détritivores (micro-organismes et faune du sol), le maintien d'une régularité des crues des fleuves et de la pluviosité, ainsi que l'équilibre de la composition des gaz atmosphériques. Le maintien de ces fonctions gratuites est devenu donc une responsabilité de l'humanité toute entière, représentée par les élus et les dirigeants des sociétés, gardiennes du patrimoine, au niveau des Etats, des Départements, des Préfectures, des municipalités, etc.

En somme, les données fournies par les analyses serviront à la modélisation qu'elle pourra donner des options et des choix sur la base des réalités observées sur le terrain dans des cas semblables et capables de présenter des mini-modèles pour une projection dans l'avenir. Pour mieux clarifier cette démarche, il sera utile de reproduire ici in toto la démarche proposée pour l'Observatoire de la Qualité du Sol du Ministère français de l'Environnement (Anon 1988). Remarquons que dans ce cas il s'agit uniquement d'un seul milieu de l'environnement, à savoir les sols. La question sera sûrement beaucoup plus complexe si on

ajoute aussi les eaux marines et paraliques, l'air, la santé publique, sans rien dire sur les données socio-économiques. Voici donc la mission de l'Observatoire de la Qualité des Sols.

**Mission : du Constat à la Prévention.**

Trois missions ont justifié la création de l'Observatoire de la Qualité des Sols :

- Assurer le suivi de la qualité des sols dans le temps à travers un réseau national de sites d'observation.
- Apprécier les risques pour l'environnement et établir des modèles de prévision des évolutions.
- Déterminer les moyens de protection et informer.

**Trois composantes pour l'action :**

Le fonctionnement de l'Observatoire de la Qualité des Sols.

- **Un réseau de sites d'observation** d'environ 1ha répartis dans toute la France (objectif : une centaine de sites principalement implantés sur des parcelles agricoles) et équipés des éléments de balisage pour des mesures échelonnées tous les 5 ans. Les implantations sont déterminées en fonction de leur valeur de représentabilité nationale, et de l'intérêt qu'elles présentent pour les instances locales.

Les sites sont animés par des partenaires impliqués dans la préservation de la qualité des sols.

Les analyses sont effectuées par des laboratoires de haut niveau.

- **Une banque de données**, informatisée en 1989 et adaptée aux besoins des utilisateurs, qui regroupe toutes les informations provenant des sites d'observation.
- **Un Comité scientifique interdisciplinaire** réunissant des spécialistes de l'INRA, du CEA, des universités, du CNRS... Il exerce une fonction de consultation et de proposition sur les options scientifiques et techniques prises par l'Observatoire de la Qualité des Sols.

Voici donc un excellent exemple à suivre pour programmer la prospective environnementale dans les zones du P.A.C. Naturellement le nombre des sites, leur répartition, et les partenaires sont à discuter pour chacune des zones, mais le programme est le même en principe, et la banque de données existe déjà à Sophia Antipolis et peut rejoindre d'autres banques ailleurs.

## 9. CONCLUSIONS ET QUELQUES PROPOSITIONS OPERATIONNELLES

Il est toujours beaucoup plus facile de réfléchir que d'agir, et de donner des esquisses descriptives que de proposer des actions opérationnelles, voire les mettre en oeuvre. Pourtant ces actions sont nécessaires pour compléter le tableau, et pour rendre les conseils acceptables par ceux qui les reçoivent. Un système de suivi et d'échantillonnage, pour obtenir des indicateurs et des indices décrivant l'état de l'environnement, n'est utile que si les décisions sur l'aménagement des ressources naturelles prennent les résultats de ce suivi très sérieusement en compte, et en déduisent les conséquences de ces indices pour l'avenir, que ce soit à l'égard de la santé publique ou pour le taux de rendement des activités économiques, industrielles ou agricoles. Une autre condition est que ce système doit engager un minimum de crédits et produire un maximum d'indicateurs utiles. Pourtant, certaines mesures sont très importantes et ne peuvent être négligées faute de crédits, comme les microanalyses des pesticides, ou de métaux lourds dans l'eau potable et dans les aliments. Dans le cas des six sites pris en considération dans cette expertise, qui appartiennent à six pays différents, chacun avec son niveau particulier de développement scientifique et technologique, et avec chacun des sites situé tantôt près, tantôt loin, des centres d'excellence scientifique du pays, il est évident qu'il ne pourrait exister un seul programme de suivi valable pour les six sites à la fois. Nous pouvons donc nous attendre à des prospectives environnementales ayant des orientations et des méthodologies diversifiées. Il n'est donc possible que d'avoir des lignes directrices pour l'élaboration d'un programme particulier et propre à chacun des sites, d'après une toile de fond assez flexible et universelle pour permettre aux autorités nationales et locales de modifier le système d'après leurs propres besoins et moyens, et aussi, ce qui est certes plus important, d'après leurs priorités.

En tout cas, les méthodes modernes sophistiquées qui ont débuté depuis quelques années et qui sont devenues maintenant à la portée des laboratoires bien équipés de presque tous les pays méditerranéens, sont à recommander, non seulement pour leur utilité dans le contexte de cette expertise, mais aussi pour établir une base scientifique avancée qui pourrait servir à une meilleure gestion de l'environnement dans le reste du pays, en dehors des sites en question. Ces méthodes sont la télédétection (voir Annexe 3, Télédétection) et les Systèmes d'Information Géographique (Buche et ad. 1992, Anon 1992), qui sont d'une utilité exceptionnelle surtout dans les zones peu peuplées avec de faibles réseaux routiers et loin des centres scientifiques, comme Sfax et Fouka, ou des zones où les risques d'érosion des sols et de déboisement sont assez importants, et méritent d'être attentivement surveillées, comme les autres sites de la rive nord.

A côté de l'acquisition et la maîtrise des méthodes sophistiquées, il faut penser à des stratégies d'action profitant au maximum de ces méthodes. On peut penser à deux lignes complémentaires d'actions, les structures institutionnelles et administratives, y compris la législation, et la sensibilisation, l'éducation et la formation à tous les niveaux, du jardin d'enfants aux décideurs, y compris les scientifiques et les techniciens.

## 9.1. Les Structures Institutionnelles et Administratives

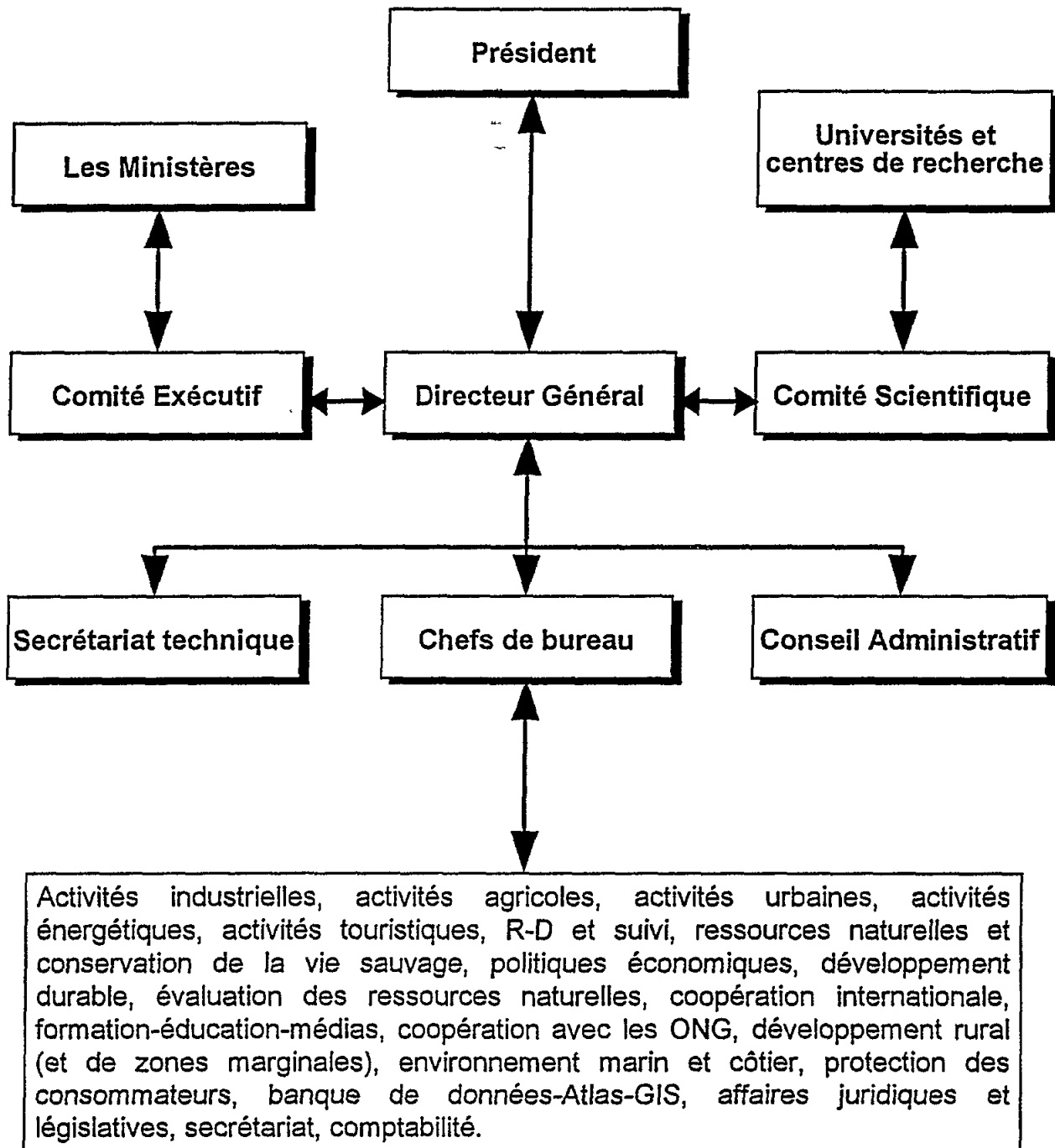
Les questions de structures institutionnelles et administratives y compris la législation, relèvent naturellement de la propre volonté des autorités des pays concernés. Néanmoins, les comparaisons et l'échange des expériences servent à éviter beaucoup d'étapes inutiles dans l'évolution de ces structures. Les menaces qui pèsent sur l'environnement ont été perçues de différentes manières dans différents pays, et par conséquent, leur prise en compte dans la formulation des politiques scientifiques et technologiques, ainsi que les politiques de contrôle et d'aménagement a évolué suivant différentes voies. Les efforts de recherche et de gestion dans ce domaine ont donc été entrepris de manière inégale selon les pays et ont donné lieu à des réponses institutionnelles différentes. Une question importante porte notamment sur la place à donner à cette recherche. Faut-il la singulariser dans l'organisation générale de la R-D ou bien au contraire s'efforcer de privilégier une approche multidisciplinaire (en dehors de l'administration) ? Il devient impératif, enfin, de faire un bon usage de la coopération internationale, puisque les protocoles de recherche et leurs résultats, ainsi que les expériences sur le terrain, sont plus ou moins applicables dans des situations semblables dans plusieurs pays (OCDE 1992).

Un dilemme auquel ont été confrontés les pays établissant des structures administratives pour faire face aux menaces de l'environnement était : qui est l'environnementaliste, et qu'est-ce que l'environnement ? Il y a eu peu de distinction entre les métiers et les professions dans ce domaine, car l'environnement pouvait comprendre tous les aspects de la vie humaine, en tant qu'individu ou société, allant de la nutrition à la religion, et des valeurs sociales à l'océanographie. D'ailleurs, il était difficile au début de trouver des personnes compétentes pour remplir toutes les fonctions envisagées. Il suffisait de montrer un intérêt pour l'environnement, pour être nommé à la tête des administrations s'occupant de l'environnement, sans forcément en avoir eu une formation même minimale. Par conséquent, les politiques de l'environnement des pays étaient majoritairement orientées d'après les perceptions et les aptitudes de leurs dirigeants, et en fonction des priorités ressenties de manière subjective. Le rôle des médias était alors décisif pour transmettre les préoccupations du grand public aux décideurs, en dépit, parfois, de l'opinion des scientifiques qui proposaient parfois des priorités différentes ou plus nuancées. De plus, certains décideurs annonçaient très franchement qu'ils ne s'occuperaient ni n'encourageraient la recherche, et donc préféraient, sciemment ou non, prendre des décisions au jour le jour sans une base solide de connaissances scientifiques cohérentes. On peut ainsi observer que non seulement les structures étaient différentes d'un pays à l'autre, mais qu'elles changeaient dans le même pays d'une période à l'autre, au fur et à mesure des expériences acquises avec les réalités de la société, et les changements des situations de l'environnement d'une part, et du climat international d'autre part. La participation des pays riverains de la Méditerranée à la Convention de Barcelone, et puis plus récemment la création d'un programme méditerranéen au sein de la Banque Mondiale, a poussé plusieurs pays à restructurer leurs dispositifs administratifs et à les améliorer, et aussi à les renforcer avec du personnel mieux formé dans les domaines de l'environnement.

Il est peut-être superflu de répéter que l'environnement est un si vaste domaine que sa gestion de la part des autorités impose vraiment des difficultés réelles sans précédent dans leurs expériences en tant que structures administratives. Le temps est arrivé, toutefois, pour que les structures administratives responsables de l'environnement soient bien conçues pour répondre aux nouveaux défis, et qu'elles soient plus ou moins homogènes d'un pays à l'autre pour pouvoir communiquer, et capables de prendre en charge les fonctions envisagées de suivi, de prospective, de contrôle, et rectification (y compris la restauration) de l'environnement et de ses rapports avec la société et les acteurs sociaux. Une question importante qui s'est posée dans tous les pays était de savoir si l'administration s'occupant de l'environnement devrait prendre la forme conventionnelle d'un ministère de l'environnement, comme dans plusieurs pays européens, ou une nouvelle forme originale, comme l'Agence de Protection de l'Environnement (EPA), aux Etats-Unis, ou une toute autre forme qui restait à inventer en fonction de la multiplicité et la diversité des problèmes à aborder et des tâches à accomplir. En Egypte, la première idée était de former un Comité interministériel sous la présidence du Premier Ministre, puis ce Comité a été mis sous la présidence du Ministre des Affaires du Cabinet des Ministres. Un peu plus tard, le Comité a été remplacé par une Agence pour les Affaires de l'Environnement, lié directement au Cabinet, mais effectivement supervisé par le Ministre des Affaires du Cabinet, et actuellement il est proposé de créer un Agence Centrale de l'Environnement responsable uniquement auprès du Ministre du Cabinet. Malgré plusieurs demandes pour la création d'un Ministère de l'Environnement que la presse égyptienne publie de temps à autre, les écologistes égyptiens, dans leur majorité, ne sont pas de cet avis, pour crainte qu'un tel ministère devienne un organe officiel qui défendrait le statu quo et les positions gouvernementales sans discrimination, ainsi que les actions du parti politique qui serait au pouvoir, indifféremment des réalités, comme c'est le cas dans certains pays européens. Pour une période donnée, l'Agence égyptienne n'avait pas établi des rapports formels avec la communauté scientifique des universités et des centres de recherches, mais cette situation a été rectifiée récemment par la création d'un comité consultatif présidé par le Ministre des Affaires du Cabinet, qui supervise en même temps l'Agence et en est le Président. L'Agence est appuyée aussi par des liaisons avec les Comités nationaux pour le MAB (le Programme de l'Homme et la Biosphère de l'Unesco), pour SCOPE (Scientific Committee on Problems of the Environment), et pour IUCN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature et les Ressources Naturelles), et aussi le Conseil des Recherches de l'Environnement de l'Académie de la Recherche Scientifique. Dans le cadre de cet historique, et avec le besoin d'établir des structures capables d'aborder les responsabilités qui ne cessent de croître avec l'apparition de nouveaux problèmes et de nouveaux engagements engendrés par l'orientation vers le développement durable et les Conventions de Biodiversité et du Changement Climatique signés à Rio en juin 1992, le schéma représenté dans le Tableau 4 est proposé comme toile de fond modifiable d'après les caractéristiques particulières de chaque pays. Ce schéma donne une assez large marge de manoeuvre à l'administration gouvernementale en lui laissant la liberté de profiter autant qu'elle voudra de l'expertise de la communauté scientifique en dehors de ses murs, sans obligation et sans contrainte ni pour les uns ni pour les autres. En même temps cette agence présumée doit avoir des liens solides avec les autres Ministères afin de bien servir la cause de l'environnement dans le cadre de leurs mandats conventionnels.



Tableau 4 - Schéma suggéré pour une Agence des Affaires de l'Environnement



## 9.2. La Sensibilisation, l'Education et la Formation

Etant donné que le monde est ce qu'il est, les intérêts économiques l'emportent forcément sur les intérêts communautaires, mais jusqu'à certain point, lorsque l'existence même de la société est menacée. Depuis que les hommes se sont mis d'accord pour s'associer en tribus ou en états, les sociétés humaines ont développé des mécanismes pour garantir leur survie. Comme les êtres vivants qui cherchent dès leur jeune âge à gagner du poids et à grandir, il arrive un temps où ils font des sacrifices pour le bien de leur progéniture. Il s'agit donc de deux stratégies de survie, l'une pour l'individu et l'autre pour l'espèce. Ainsi les sociétés humaines permettent à leurs membres de gagner mais avec certains plafonds et en imposant des freins de type éthique, par un système de valeurs sociales, et de type juridique lorsque les valeurs ont échoué à empêcher les infractions. Les systèmes de valeurs sociales sont donc un outil précieux que la société utilise pour diminuer de façon significative les violations de l'ordre public et de la paix sociale (Ghabbour 1982, a). Cultiver ces valeurs et les inculquer chez les acteurs sociaux, à travers l'éducation, est donc une activité de grande importance pour la sauvegarde de l'environnement et le maintenir en bon état pour les générations à venir, donc au service du développement durable. Mais à l'heure actuelle, où plusieurs sociétés passent par des périodes douloureuses de transition vers un marché mondial ouvert et vers une concurrence acharnée entre individus, entre entreprises, et entre états, les systèmes de valeur perdent leur efficacité et sont mis de côté, lorsqu'ils risquent de gêner les démarches économiques. Il est malheureux que non seulement les sociétés de l'est de la Méditerranée passent par des périodes de transition, mais que certaines parmi elles tendent à disparaître complètement. Dans des cas pareils les systèmes de valeur n'ont aucun sens et sont même ridiculisés. Il est certainement absurde de les maintenir face aux menaces de conflits militaires, mais aussi de manière plus subtile, face aux menaces de dégradation environnementale et des crises économiques.

Si cette analyse peut paraître dans certains contextes comme un peu "moralisante", ce n'est pas vraiment ça notre but, qui est au contraire de disséquer la manière de prise de décisions dans le domaine de l'interface développement/environnement, que ce soient des décisions prises par des gouvernements ou par des individus. Ces décisions ne sont guère prises dans un espace ressemblant à celui d'un échiquier où tout est visible et toutes les règles sont connues et acceptées par les joueurs, mais plutôt dans l'espace sombre des coulisses du subconscient s'inspirant de la règle de la profitabilité. C'est un fait indéniable du vécu quotidien qu'il sera improductif d'ignorer, au risque de rester enfermé dans une tour d'ivoire. Dans le cas de la côte égyptienne où les Bédouins ont leur propre perception des ressources différente de celle du gouvernement, les systèmes de valeurs ont inspiré des règles chez les Bédouins qui ne sont pas entièrement reconnues par les lois promulguées dans la capitale, avec un système de valeurs et de perception des ressources propres aux habitants de la Vallée du Nil (Ghabbour 1976, 1979, 1982 b et 1984). Il est fort probable qu'une situation pareille s'impose dans le cas de la côte de Sfax en Tunisie.

Ceci dit, il nous reste l'espoir que les sites en question sont situés dans des zones calmes (sauf un), et que la stabilité sociale y règne. Dans le cas de Sfax et de Fouka, les populations concernées sont principalement les pasteurs, les agriculteurs, les hôteliers, et les industriels dans le cas de Sfax. Pour prendre les pasteurs en premier, leurs décisions eu égard au

surpâturage sont dictées par le besoin de revenus financiers et les exigences des marchés internationaux, juste comme les hôteliers et les industriels. Les mêmes principes économiques agissent chez tous ces acteurs, mais se traduisent de différentes manières. Ici, comme peut-être ailleurs aussi, la sensibilisation consisterait donc à montrer les effets néfastes du surpâturage, de la pollution, etc., sur les niveaux de rendements économiques. Plus vite ces effets néfastes agissent sur les rendements plus ils sont convaincants.

L'éducation joue également sur un autre niveau, principalement celui des jeunes écoliers, mais aussi à travers les médias, qui ont eux un rôle important pour la sensibilisation. Si on n'aborde que le suivi, on peut très bien apprendre aux écoliers à observer les phénomènes écologiques et environnementaux et en faire des rapports réguliers, qui s'amélioreront avec la pratique. Un des phénomènes à observer, par exemple, serait l'observation des oiseaux migrateurs. Un autre pourrait être les accidents écologiques (par exemple: la mortalité de poissons, les déversements de déchets, etc.).

En ce qui concerne la formation, il s'agit naturellement des scientifiques et des techniciens chargés d'exécuter les programmes de suivi systématique. Il faudrait organiser dans le pays même des cours spécialisés, pour les analyses chimiques et physiques, le protocole d'échantillonnage, le traitement de données multiples et variées, la télédétection, le Système d'Information Géographique, etc. Mais à côté de ces cours techniques, ce personnel doit obtenir une bonne connaissance des systèmes écologiques (Ghabbour 1993) et de la gestion de l'environnement (à côté des décideurs et planificateurs), dans l'esprit des cours organisés par les nouveaux départements universitaires consacrés à cette tâche (Université Senghor, pour les francophones, et Universités du Caire et Ain Shams pour les arabophones et anglophones, dans le cas de l'Égypte).

Le concept de développement durable exige d'établir des critères pour s'assurer que les politiques de développement des ressources naturelles n'engendrent pas une dégradation irréversible qui affaiblirait les opportunités des nouvelles générations d'avoir le même niveau de vie que les générations actuelles. Il est donc nécessaire de mettre sur pied des programmes de suivi des ressources naturelles et des milieux de l'environnement qui soient capables de donner des indications sur l'état de l'environnement dans le sens de sa capacité à nourrir les générations futures. Ces programmes comprennent des protocoles d'échantillonnages systématiques de l'air, de l'eau, du sol, de la flore, de la faune, et des aliments. La mise au point de ces programmes dans le cas des sites proposés, qui sont des zones côtières chacune avec ses particularités mais ayant en commun la caractéristique fragilité des zones côtières, exige des choix succincts des indicateurs et indices écologiques et environnementaux d'après les phénomènes dominants dans chacun de ces sites. Dans le cas des sites hautement urbanisés, les indicateurs doivent intéresser de préférence les populations urbaines, tandis que dans les sites des déserts côtiers, les indicateurs doivent intéresser l'industrie touristique à côté de la productivité agricole et animale. Les méthodes de télédétection et de Systèmes d'Information Géographique sont de grande utilité mais doivent être utilisées à côté des indices écologiques de diversité qui expriment mieux les modifications subtiles et sournoises des habitats et des écosystèmes.

## CONCLUSIONS

On peut par extension dire avec de Montgolfier (1993) qui parlait des espaces boisés méditerranéens, que les écosystèmes méditerranéens connaissent tous, ou presque tous, de profondes mutations, et que celles-ci sont engagées depuis longtemps au nord, où le fléau des incendies en est le symptôme le plus spectaculaire, et plus récemment au sud. Sous l'effet de ces mutations les anciens modes de gestion, unitaires et cohérentes pour une certaine étape, se sont désagrégés. Ceci est vrai également en ce qui concerne les modes de gestion dites à l'époque modernes et modernisantes, qui ont régné depuis les années 1950. D'après ce même auteur, l'enjeu actuel est de bâtir, dans un contexte contemporain d'économie ouverte et de technologies en constante évolution, des modes de gestion qui concilient à la fois le respect des équilibres écologiques et la satisfaction des demandes d'utilisateurs variés. Pour Blandin (1993, *in litt.*), le problème se pose de ce qu'on entend par développement durable. Un air sain, des eaux pures et des sols conservant leur fertilité sont des conditions nécessaires, mais pas suffisantes. Il se pose en outre la question de la conservation, des divers écosystèmes et de la diversité biologique qui y est associée mais où? Comment? Et dans quelles proportions et sous quelles conditions? Comment évaluer les résultats de ce que l'on fera? Voilà l'enjeu pour les décennies à venir.

Il est curieux de remarquer que pendant que se poursuivent ces réflexions intellectuelles au niveau de ceux qui se préoccupent de l'avenir de l'environnement agressé, que ce soient des penseurs ou des instances gouvernementales ou internationales, certains leaders du nord de la Méditerranée prônent plus de consommation tandis que d'autres au sud du Bassin prônent, eux, plus de production - toutes deux de ces positions avec l'intention de sortir de la crise économique de l'instant. Mais quels effets auraient les deux attitudes sur les ressources naturelles et l'état de l'environnement? Sans doute plus de dégradation, plus d'épuisement de ressources, et plus de pollution, probablement jusqu'au point d'une impossibilité de retour au normal ou de restauration efficace, c'est-à-dire au point d'irréversibilité, autrement dit la catastrophe écologique irréparable. Faut-il vraiment attendre ce moment-là, ou pourrons nous arriver à arrêter ce scénario? Prenons la conclusion de Boisvert et Senouci (1993) qui parlent de la crise d'eau dans les pays du Maghreb. Pour eux, si la coopération [inter-maghrébine en matière d'alimentation en eau] est plus que jamais d'actualité, la lutte contre la pollution et la dégradation de l'environnement demeure un problème encore plus crucial, et la recherche de solutions concerne l'ensemble des pays du Bassin méditerranéen. A ces pays alors de prendre la relève pour sauver leurs ressources, leurs environnements, et le bien-être de leurs peuples ... et des générations futures.

Finalement, un ouvrage important tout récemment publié sur la dégradation de l'environnement côtier (Lacaze 1993), donne un programme de planification écologique qui met à la disposition des organismes décisionnels un outil capable de fournir les données essentielles de la connaissance sous une forme mieux adaptée, plus concise, plus compréhensible et directement exploitable pour orienter les décisions et les actions dans le cadre des programmes d'aménagement et de gestion du littoral. Cette méthode se caractérise par la fiabilité et l'objectivité des connaissances acquises par la méthode scientifique. Sans caractère réglementaire, elle laisse toute liberté aux différents acteurs

d'opérer leurs choix d'aménagement et de gestion en connaissance de cause. D'après cet auteur, on entend par gestion intégrée un mode de gestion qui repose sur l'interdépendance des phénomènes à l'intérieur d'un système. Elle vise à constituer des ensembles d'activités complémentaires de telle façon que les extrants de chacune soient, dans la mesure du possible, les intrants des autres. Voilà une piste à suivre pour ne pas s'arrêter aux limites de la philosophie et pour passer à l'action pragmatique et crédible. Ce n'est plus une question de penser, mais d'agir sur plusieurs fronts avec l'esprit d'une percée bien organisée et bien concertée. Voilà finalement la tâche cruciale de la prospective environnementale et le devoir qu'elle doit remplir, à savoir, les analyses des effets de politique de consommation accélérée dans les pays de la rive nord, et, par contre, de production croissante dans les pays de la rive sud, et, sur l'environnement, les ressources, et les populations en général.

## REFERENCES

- AFIE, (1987) *La Gestion des Systèmes Ecologiques : des Progrès de la Recherche au Développement des Techniques*. Assoc. Fran. des Ingénieurs Ecologues - Soc. d'Ecologie, 14-16 mai 1987, Bordeaux : 375 p.
- ANON, (1988) *Observatoire de la Qualité des Sols*. Secrétariat d'Etat auprès du Premier Ministre, Chargé de l'Environnement. Neuilly-sur-Seine : 6 p.
- ANON, (1993) Le tourisme en Afrique et au Proche-Orient. *Le Progrès Egyptien-Dimanche* n°587, 21 mars 1993 ; 2 p.
- ANON, (1992) *SIG-GIS Europe 92*. Lavoisier, Paris : 184 p.
- ANTOINE, S. (1993) 18 pays riverains dans un même bateau. Le souci d'environnement et de développement durable. *Peuples médit.* n°62-63 : pp. 255-277.
- ATLASECO, (1992) *Atlas Economique Mondial 1993*. Ed. Serail, Paris 320 p.
- AYYAD, M.A. et GHABBOUR, S.I. (1986) The Omayed Biosphere Reserve : History and future prospects. Paper presented at : *Workshop on Biosphere Reserves in the Mediterranean Region*. Cévennes Biosphere Reserve, Florac, France, Sep. 1986 : 20 p. (typescript).
- BALKAS, T.I. & JUHASZ, F. ; avec TUNCEL, G.; YETIS, U. et TALU, N. (1993) Case study of the Bay of Izmir. *MAP Tech. Rep. Ser.* n°72 : pp. 1-28.
- BARBAULT, R. and STEARNS, S. (1991) Towards and evolutionary ecology linking species interactions, life-history strategies and community dynamics : An introduction - *Acta Oecologica* n°12 : pp. 3-10.
- BEDWARD, M., PRESSEY, R.L. et KEITH, D.A. (1992). A new approach for selecting fully representative reserve networks: addressing efficiency, reserve design and land suitability with an iterative analysis. *Biol. Conserv.* n°62 : pp. 115-125.
- BERLAN-DARQUÉ, M. & KALAORA, B. (1993) La Méditerranée souillée ! Ordre écologique et identités culturelles. *Peuples médit.* n°62-63 : pp. 3-9.
- BETSCH, J-M (1991) Sur quelques aspects scientifiques relatifs à la protection des écosystèmes, des espèces et de la diversité biologique. *Rev. jurid. de l'Env.* n°4 : pp.443-451.
- BLANDIN, P. (1986) *Bioindicateurs et Diagnostic des Systèmes Ecologiques*. Bull. Ecol. n°17 : pp. 212-307.
- BLANDIN, P. et LAMOTTTE, M. (1988) *Recherche d'une entité écologique correspondant à l'étude des paysages : La notion d'écocomplexe*. Bull. Ecol. n°19 : pp. 547-555.
- BLANDIN, P. (1989) *Ecozones, étude de faisabilité de la définition d'indicateurs de l'état de santé des écozones*. Secr. Faune et Flore, Mus. Nat. d'Hist. Nat., Paris : 30 p.

- BOCQUENÉ, G. & GALGANI, F. (1993) Assessment of the biological water quality using acetylcholinestrase (AChE) inhibition measurement. *MAP Tech. Rep. Ser.* n°71 : pp. 105-111.
- BOISVERT, M. & SENOUCI, L. (1993) L'eau au Maghreb. Stratégies de mobilisation, pratiques tarifaires et préoccupations environnementales. *Peuples médit.* n°62-63 : pp. 217-233.
- BONGERS, T. (1990) The maturity index : An ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. *Oecologia* n°83 : pp. 14-19.
- BOUCHE, M. (1990) *Ecologie Opérationnelle Assistée par Ordinateur*. Masson, Paris : 572p.
- BOYDEN, S. (1992) *Biohistory : The Interplay Between Human Society and the Biosphere*. Parthenon Press/UNESCO : 265 p.
- BRINK, B. ten (1991) The AMOEBA approach as a useful tool for establishing sustainable development ? In : O. Kuik and H. Verbruggen, eds., *In search of Indicators of Sustainable Development*, Kluwer Acad. Publ., Dordrecht : pp. 69-87.
- BUCHE, P. ; KING.D et LARDON, S. (1992) *Gestion de l'Espace Rural et Système d'Information Géographique*. Lavoisier, Paris : 422 p.
- CANCELA DA FONSECA, J.P. (1990) *Quantitative analysis of landscape systems*. Bull. Soc. Géo. d'Egypte n°63 : pp. 73-98.
- CANCELA DA FONSECA, J.P. (1991) Ecological diversity and ecological systems complexity : Local or global approach. *Rev. Biol. Sel.* n°28 : 51-66.
- CASTLE, J.R.V. (1992, a) LTER long-term ecological research network. Paper presented at : *Monitoring Long-term changes in Terrestrial Ecosystems*, OSS/IGBP-GCTE/UNESCO-MAB Global Monitoring Workshop, Ury, France, 27-31 July 1992 : 10 p.
- CASTLE, J.R.V. (1992, b) Monitoring long-term changes in terrestrial ecosystems. Presented at OSS/IGBP-GCTE/UNESCO-MAB Global Monitoring Workshop, Paris, 27-31/7/1992 : 10 p.
- CLARKE, R., ed. (1986). *The Handbook of Ecological Monitoring*, A GEMS/UNEP publ., Clarendon Press, Oxford : 298 p.
- CMED (1989) *Notre avenir à Tous*. Ed. du Fleuve, Publi. du Québec, 2e éd. : 434 p.
- CONSTANTINIDES, G. (1993) Case study of the Island of Rhodes. *MAP Tech. Rep. Ser.* n°72 : pp. 29-52.
- COUDERT, E. (1989) *Aménagement de l'Espace Littoral et des Régions Côtières Méditerranéennes*. Le Plan Bleu, Avant-projet : 183 p. (MS).
- COUSINS, S.H. (1991) Species diversity measurement : choosing the right index. *T.R.E.E.* n°6 : pp. 190-192.
- DALLINGER, R., BERGER, B. et BIRKEL, S. (1992). Terrestrial Isopods : Useful biological indicators of urban metal pollution. *Oecologia* n°89 : pp. 32-40

- DD, G. (1991) Remote sensing techniques for monitoring land-cover. In : *Monitoring for Conservation and Ecology*, F.B. Goldsmith, ed., Chapman & Hall, London : pp. 33-59.
- DE BOER, J. ; AIKING, H. ; LAMMERS, E. ; SOL, V. & FEENSTRA, J. (1991) Contours of an integrated environmental index for application in land use zoning. In : O. Kuik and H. Verbruggen, eds., *In search of Indicators of Sustainable Development*, Kluwer Acad; Publ., Dordrecht : pp. 107-120.
- DE BOODT, M. (1992) Suppression de la salinisation des sols irrigués en manipulant l'économie en eau. *116ème Cong. nat. soc. sav., CHAMBERY, 1991, Déserts, PICG n°252*, éd. CTHS, Paris : pp. 133-148.
- DE HAES, H.U.; NIP, M. & KLIJN, F. (1991) Towards sustainability : Indicators of environmental quality. In : O. Kuik and H. Verbruggen, eds., *In search of Indicators of Sustainable Development*, Kluwer Acad. Publ. Dordrecht : pp. 89-105.
- DE MONTGOLFIER, J. (1993) Les incendies ne sont que des symptômes. *Peuples médit.* n° 62-63 : pp.145-155.
- DE SLIZEWICZ, Th. (1991) *Le Tourisme sur la Côte Syrienne*. Mém. Maît. Géogr., U. Montpellier III : 195 p.
- DI CASTRI, F. et VITALI - DI CASTRI, V. (1981) *Soil fauna of mediterranean-climate regions*. In : *Mediterranean-Type Shrublands*, eds. F. di Castri - D.W. Goodall and R.L. Specht, Elsevier, Amsterdam : pp. 445-478.
- DI CASTRI, F. ; FLORET, Ch. ; RAMBAL, S. et ROY, J. (1988) *Time Scales and Water Stress*. Proc. 5th Int'l Conf. Medit. Ecosyst., IUBS, Paris : 678 p.
- DI CASTRI, F.; VERNHES, J.R. and YOUNES, T. (1992) Inventing and Monitoring Biodiversity, A proposal for an International Network. *Biol. Int'l, Sp. Issue* n°27 : 28 p.
- DOUMENGE, F. (1993) La Méditerranée peut-elle mourir ? Crises climatiques et pollutions anthropiques dans une mer fermée. *Peuples médit.* pp. 62-63 : pp. 11-27.
- ECOPOL, (1981) *Campagne de Mesure dans le Centre Urbain de Tunis (Février 1980)*. *Annexe Technique N°2* : 26 p. + Figs A-W.
- EDDY, J.A . MALONE, T.F.; Mc CARTHY, J.J. and ROSSWALL, T. (1991, a) *Global Change System for Analysis, Research and Training (START)*. Report of a Meeting at Bellagio, Dec. 3-7, 1990, IGBP, Boulder, Col. : 40 p.
- EDDY, P.A. (1991, b) Biological monitoring and ecological prediction : from nature reserve management to national state of the environment. In : *Monitoring for Conservation and Ecology*, F.B. Goldsmith, ed., Chapman & Hall, London : pp. 249-267.
- EL-ADAWY, M.S. (1991) *The case of the Alexandria Sewage Project*. Publ. by author, Alexandria : 234 p. (in Arabic).
- EL-SHISHINY, H. et GHABBOUR, S.I. (1986) Environmental Site Characterization by Soil Fauna in Egypt and Africa. Part. I. : Description and Preliminary Results. *IBM Cairo Sci Center, Techn. Rep. N°027* : 85 p.
- ELLAWELL, J.M. (1991) Development of a rationale for monitoring. In : *Monitoring for Conservation and Ecology*, F.B. Goldsmith, ed., Chapman & Hall, London : pp. 15-32.



- EVANS, A.W. (1992) The application of geomorphology in coastal management studies. *Ocean and Coastal Mgt.* n°17 : pp.47-55.
- FAIRWEATHER, P. (1991) Implications of "supply-side" ecology for environmental assessment and management. *T.R.E.E.* n°6 : pp. 60-63.
- FISKE, Sh. (1992) Sociocultural aspects of establishing marine protected areas. *Oceans and Coastal Mgt.* n°17: pp. 25-46.
- FOLKE, C. et KAUTSKY N., (1992) Aquaculture with its environment Prospects for sustainability - *Ocean and Coastal Mgt.* 17: pp. 5-24.
- FRONTIER, S et PICHOD-VIALE, D. (1991) *Ecosystèmes, Structure, Fonctionnement, Evolution.* Masson, Paris : 392 p.
- GEHU, J.M. et MERIAUX, J.L. (1981) *L'Evaluation Biologique du Territoire par la méthode des Indices Biocoenotiques.* 3ème Séminaire de Phytosociologie Appliquée, Inst. Europ. d'Ecologie, les 28 et 29 mars 1980, Metz : 270 p.
- GENY, P., WAECHTER, P. et YATCHINOVSKY, A. (1992) *Environnement et Développement Rural, Guide de la Gestion des Ressources Naturelles.* Ed. Frison-Roche, Paris : 418 p.
- GHABBOUR, S.I. (1974) Towards a classification of ecosystem manipulation. *Biol. Conserv.* n°6 : pp. 153-154.
- GHABBOUR, S.I. (1976, a) *The role of the landscape architect in the development of coastal desert areas.* Paper presented at : Fifteenth Congress of Int'l Fed'n of Landscape Architects, Istanbul, Exp. 1976 : 25 p. (typescript).
- GHABBOUR, S.I. (1976, b) Environment and development of coastal deserts. Paper presented to : *Int'l Seminar on Development and Managements of Resources of Coastal Areas.* UN/ECOSOC and German Foundation for Int'l Development, Berlin : 28 p.
- GHABBOUR, S.I. (1976, c) The role of the landscape architect in the development of coastal deserts. Paper presented at : *15th World Congress, Int'al Fed'n of Landscape Architects,* Istanbul, Sep. 1976. 23 p.
- GHABBOUR, S.I. (1978) La ville comme écosystème. In : *Man and Environment : A source-Book on Environment Education for Higher Institutes and Universities,* ed. M.A. Moustafa, ALESCO/UNEP, Cairo : pp. 301-305 (en arabe).
- GHABBOUR, S.I. (1979) Preface by Editor. In : *Egyptian and American Deserts.* *Cairo Univ. Afr. Stud. Rev., Sp. Publ.* n°1 : pp. i-iv.
- GHABBOUR, S.I. et SHKIR, S.H. (1980) Ecology of soil fauna of Mediterranean desert ecosystems in Egypt. III. - Analysis of *Thymelaca* mesofauna populations in the Marint frontal plain. *Rev. Ecol. Biol.* sol n°17 : pp. 327-352.
- GHABBOUR, S.I. (1982, a) *Environmental awareness and value systems.* Expertise nc. 11, le Plan Bleu, Sophia Antipolis : 162 p.
- GHABBOUR, S.I. (1982, b) Prologue : or the tragedy of the commons syndrome as applied to the Mariut region. In : *REMDENE Progress Report n°3, vol. II, Socio-Economic Studies,* REMDENE, Alexandria Univ. : 14 p.

- GHABBOUR, S.I. (1984) *Le littoral Méditerranéen de l'Égypte entre Alexandrie et Salloum : Ressources et Demandes*. Rapport pour le Plan Bleu, Sophia Antipolis : 77 p.
- GHABBOUR, S.I. (1991, a) Biological Resources and Ecology. In : *Proc. Youth Building the Future Conf.* Amer. Univ. Cairo, pp. 10-16 July 1990 : pp. 38-53.
- GHABBOUR, S.I. (1991, b) Towards a zoosociology of soil fauna. *Rev. Ecol. Biol. Sol* 28: pp. 77-90.
- GHABBOUR, S.I. (1993) Environmental education for critical environments at post-graduate university level. *Commission on Critical Environmental Situations and Regions, International Geographic Union, Clark University, Worcester, Mass., U.S.A., Newsletter n°1* : pp. 41-43.
- GOLDSMITH, F.B. (1991, a) Vegetation monitoring. In : *Monitoring for Conservation and Ecology*, F.B. Goldsmith, ed., Chapman & Hall, London : pp. 77-86.
- GOLDSMITH, F.B. ed. (1991, b) *Monitoring for Conservation and Ecology*. Chapman & Hall, London: 275p.
- GRENON, M. et BATISSE, M. (1988) *Le Plan Bleu, Avenirs du Bassin Méditerranéen*. Economica, Paris : 442 p.
- GUELORGET, O. ; FRISONI, G.F. et PERTHUISOT, J.P. (1983) *Caractérisation écologique des milieux en domaine paralique. Critères de choix des paramètres utiles*. Bull. Ecol. n°14 : pp. 25-34.
- HALIM, Y. (1992) Pollution problems in the Mediterranean Sea. *Bull. Ins. océanogr. Monaco*, no. sp. 11 : pp. 27-41.
- HERSAN, A. (1991) La télédétection au service de l'environnement. *Nouvelles de SPOT*. n°15: pp. 20-21.
- IGBP (1992) *Global change and Terrestrial Ecosystems. The operation Plan*. Global Change report n°21, IGBP-ICSU, Stockholm : 95 p.
- JACOBS, P. et SADLER, B. (1991) *Développement Durable et Evaluation Environnementale : Perspectives de Planification d'un Avenir Commun*. Conseil Canadien de la Recherche sur l'Evaluation Environnementale, Hull (Québec) : 207 p.
- JACQUES, G. et TREGUER, P. (1986) *Ecosystèmes Pélagiques Marins*. Masson, Paris: 243p.
- JEFFERS, J.N.R. (1992) *Microcomputers in Environmental Biology*. (ed.). Parthenon Publ. and UNESCO, London : 344 p.
- JEGOUZOY, Y. et SANSON, Ch. (1991) *Guide de l'Environnement*. 2ème tirage. Ed. du Moniteur, Paris, 299 p.
- KASSAS, M. et GHABBOUR, S.I. (1976) Arid areas and programmes for development : An environmental assessment. In : *The Rich and the Poor - New Approaches Towards a Global Development Strategy*, ed. D. Wirmark, Bockförl. Folk och Samhälle, Stockholm : pp. 109-116.

- KASSAS, M. (1992) ed , *Egypt, Habitat Diversity*. UNEP, Cairo/Nairobi : 441 p.
- KVALSETH, T.O. (1991) Note on biological diversity, evenness, and homogeneity measures. *Oikos* n°62 : pp. 123-127.
- LACAZE, J-C. (1993) *La Dégradation de l'Environnement Côtier, Conséquences Ecologiques* Masson, Paris : 149 p.
- LAGACÉ, R.P.A. (1992) *La pollution bactérienne de la mer*. Le Messager n° 35 (1734) : 2 p.
- LAMOTTE, M. et BLANDIN, P. (1989) *Originalité et diversité des écosystèmes méditerranéens terrestres*. Biol. Gallo-hélén. n°16 : pp. 5-36.
- LAVERGNE, M. (1993) Menaces sur l'environnement en Jordanie et en Syrie. *Peuples médit.* n°62-63 : pp. 115-132.
- LE HOUEROU, H.N. (1993) La Méditerranée en l'an 2050 : végétation, écosystèmes et utilisation des terres. *Peuples médit.* n°62-63 : pp. 29-69.
- LEIGH, Gr., E.G. (1990) Community diversity and environmental stability : A re-examination. *T.R.E.E.* n°5 : pp. 340-344.
- LEMAY, M.H. and HALE, L.Z. (1989) *Coastal Resources Management : A guide to Public Education Programs and Materials*. Kumarian Press, Inc., West Hartford, Conn., USA : 58 p.
- LONG, G. (1979) *Mapping of renewable resources for land development and land use decision with special reference to the coastal western desert of Egypt*. In Analysis and Management of Mediterranean Desert Ecosystems. Proc. Int. Workshop of SAMDENE Project, Alexandria, Jan. 1979, ed. M. KASSAS, Alexandria University : pp. 37-60.
- LONG, G. et PONS, A. (1985) *Bioclimatique Méditerranéenne*. Actual. Bot., Bull Soc. Bot. France n°131 (2/3/4) 1984 : 618 p.
- MAB-Allemagne (1990) Geographic Information Systems and their Application in MAB-Projects, Ecosystem Research and Environmental Monitoring. Dent. Nat. Comm., UNESCO Man and the Biosphere Programme, *MAB Mitt.* n°34 : 250 p.
- MARGAT, J. (1992) *L'eau dans le Bassin Méditerranéen, Situation et Prospective*. Plan Bleu, PNUE, Economica, Paris : 196 p.
- MAROTTA, M. (1993) Le système juridique mis en place dans le cadre du Plan d'Action pour la Méditerranée. *Peuples médit.* n°62-63 : pp. 235-254.
- Mc ARDLE, B.H. and GASTON, K.J. (1992) Comparing population variabilities. *Oikos* n°64 : pp. 610-612.
- MENGE, B.A. and OLSON, A.M. (1990) Role of scale and environmental factors in regulation of community structure. *T.R.E.E.* n°5 : pp. 52-57.
- MILLAR, Sh. (1979) *The Biosocial Survey in Hong-Kong*. CRES, Austr. Nat'l Univ., Canberra : 517 p.
- NAHAL, I. (1976) *La diversité des régimes biologiques*. Res. J. Aleppo Univ. Syria 1 : pp. 17-44.

NARBONNE, J-F. & MICHEL, X. (1993) Use of biomarkers in the assessment of contamination in marine ecosystems. Fundamental approach and application. *MAP Tech. Rep. Ser. n°71* : pp. 1-20.

OCDE (1992) *La Réponse des Scientifiques aux Atteintes à l'Environnement : Etudes par Pays*. OCDE, Paris : 460 p. ESCOFFIER, B. et PAGES, J. (1990) *Analyses Factorielles Simples et Multiples, Objectifs, Méthodes et Interprétations*. 2ème ed., Dunod, Paris : 267 p.

ONUDI (1992) *Proceedings of the Conference on Ecologically Sustainable Industrial Development*, Copenhagen, Denmark, 14-18 Oct. 1991, UNIDO, Vienna : 276 p.

PANO, A. ; LIBHABER, M. and MARINOV, U. (1989) *Environmental Impact Assessment of the Izmir Sewage Treatment Project*. MAP/PAP, Split : 109 p.

PNUE (1990) *Preliminary Study of the Integrated Plan for the Syrian Coastal Region*. MAP (Plan Bleu), CCP 1988-89, SY-PS, Spleet : 106 p.

POLLARD, E. (1991) Monitoring butterfly numbers. In : *Monitoring for Conservation and Ecology*, F.B. Goldsmith, ed., Chapman & Hall, London : pp. 87-111.

QUEZEL, P. (1984) *A system of terrestrial biosphere reserves for the Mediterranean*. In : *Conservation, Science and Society*, UNESCO-UNEP, Paris : pp. 23-32.

RAMADE, F. (1990) *Conservation des Ecosystèmes Méditerranéens, Enjeux et perspectives*. Fasc. Plan Bleu 3. Economica, Paris. 144 p.

SALANKI, J. (1986, a) Ed. UNESCO-ICRO-IUBS *Training Course on "Bioindicators"*, Budapest-Tihany, Hungary, 2-7 sept. 1985, Acta Biol. Hung. n°37 : pp. 1-92

SALANKI, J. (1986, b) *Biological Monitoring of the State of the Environment : Bioindicators*. Ed. IUBS Monog. Ser. 1, Paris : 73 p.

SCHNEIDER, S. (1980) Land inventory, land use and regionalization. In : *Remote Sensing Application in Agriculture and Hydrology*, ed. G. Fraysse, Proc. Seminar, JRC-CEC, Ispra, Italy : pp. 257-263.

SPELLERBERG, I.F. (1981) *Ecological Evaluation for Conservation*. E : Arnold, London: 60 p.

STEUBING, I. (1981). *Methods of Indication of Air Polluants*. Abstract volume, UNESCO-MAB Satellite Workshop, 9th Int'al Biometeorological Congress, Osnabrück, sep. 1981 : 35 p.

STRAUSS, S. (1991) Indirect effects in community ecology : Their definition, study and importance. *T.R.E.E.* n°6 : pp. 206-210.

TCHINGS, M.J. (1991) Monitoring plant populations : census as an aid to conservation. In : *Monitoring for Conservation and Ecology*, F.B. Goldsmith, ed., Chapman & Hall, London : pp. 61-76.

THOMAS, D.S.G. et MIDDLETON, N.J. (1993) Salinization : New perspectives on a major desertification issue. *J. Arid Environ.* n°24 : pp. 95-105.

THOMPSON, D.B.A. & BROWN, A. (1992) Biodiversity in montane Britain : Habitat variation, vegetation diversity and some objectives for conservation. *Biodiv. & Conserv.* n°1 : pp. 179-208.

TURNER, M.G. (1989) Landscape ecology : The effect of pattern on process. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* n°20 : pp. 171-197.

UDVARDY, M.D.F. (1984) *The IUCN/UNESCO system of biogeographic provinces in relation to the biosphere reserves.* In : Conservation, Science and Society, UNESCO - UNEP, Paris : pp. 16-29.

UNEP (1941) *Urban Air Pollution.* UNEP/GEMS Env.Lib.n°4. UNEP, Nairobi : 36 p.

UNEP (1992) *Chemical Pollution : A Global Overview.* UNEP-IRPTC, GEMS-MARC, Earthwatch, UNEP, Geneva : 106 p.

UNEP (1993) Hepatic mixed function oxidase induction in fish as an environmental monitoring technique. *MAP Tech. Rep. Ser.* n°71 : pp. 55-75.

VETHAAK, A.D. et RHEINALLT, T. ap (1992) Fish disease as a monitor for marine pollution : The case of the North Sea. *Rev. Fish Biol. Fisheries* n°2 : pp. 1-32.

WB (1991, a) *Environmental Assessment Sourcebook. Vol. I. Policies Procedures, and Cross-Sectoral Issues.* World Bank, Environment Dept., Washington, D.C. : 228 p.

WB (1991, b) *Idem. Vol. II, Sectoral Guidelines.* World Bank, Environment Dept., Washington, D.C. : 283 p.

WIDDOWS, J. & SALKELD, P. (1993) Role of scope for growth in environmental toxicology and pollution monitoring. *MAP Tech. Rep. Ser.* n°71 : pp. 115-146.

WIESER, W. , BUSCH, G. et BÜCHEL, L. (1976) Isopods as indicators of the copper content of soil and litter. *Oecologia* n°23 : pp. 107-114

WILLARD, M. (1983) Assessing the user environment for landsat in developing countries. *Int. J. Remote Sensing* n°4 : pp. 191-201.

**ANNEXE 1**

**"URY"**

**Résumé des Conclusions de l'Atelier "Global Monitoring Workshop"**

**"Monitoring Long-Term Changes in Terrestrial Ecosystems"**

**OSS/IGBP-GCTE/UNESCO-MAB**

## PRINCIPES ET LIGNES CONDUCTRICES

Lorsqu'on parle du suivi des changements dans les écosystèmes, à long terme, il faut souligner qu'il s'agit de détecter le changement et pas d'attendre jusqu'à ce qu'il devienne évident pour tout le monde. Le changement à détecter n'est pas n'importe quel changement, et le changement est un fait fondamental de la vie. Le changement dont il s'agit doit remplir trois conditions :

- 1- il doit être de caractère global, c'est-à-dire indiquer un phénomène généralisé, pas un feu ici ou une irruption d'insectes là. Ces événements pourtant pourraient se répandre pour constituer un phénomène généralisé.
- 2- il doit être continu et montrer une tendance d'augmentation avec le temps.
- 3- il doit avoir un lien étroit avec les conditions de vie des communautés humaines, soit du côté négatif, qui nous inquiète, soit du côté positif, qui doit lui aussi être souligné et même renforcé.

Nous pouvons nous référer aux critères de la santé des écosystèmes, comme évoqués par Boyden (1992) :

- 1- un taux de perte de sols qui ne dépasse pas le taux de sa genèse (formation).
- 2- des cycles de nutriments intacts qui maintiennent les caractéristiques nutritives du sol pour de longues périodes de temps.
- 3- l'absence de gaz polluants et des particules dans l'atmosphère qui risquent d'interférer avec les processus de vie ou de modifier le climat de manière importante.
- 4- le maintien d'une couche intacte de l'ozone dans la stratosphère pour protéger la surface de la terre de la radiation UV du soleil.
- 5- l'absence, dans les océans, les lacs, les rivières et les canaux, et dans le sol, de concentrations de composés chimiques qui risquent de nuire aux êtres vivants.
- 6- l'absence de niveaux de radiation qui peuvent interférer avec les processus normaux de la vie et de la bioproduction.
- 7- le maintien de la diversité biologique.

Or, il existe un nombre de problèmes qui méritent d'être abordés...

## LES QUESTIONS INTELLECTUELLES

- 1- la focalisation des biomes, des sites typiques des biomes.
- 2- la focalisation des écotones, représentant les transitions, souvent très sensibles aux changements environnementaux, mais aussi très complexes.
- 3- la focalisation du gradient, retient la variabilité, et intègre à la fois l'approche biome et l'approche écotone.

### DES QUESTIONS OPERATIONNELLES

- 1- le talent scientifique, l'intérêt, l'infrastructure.
- 2- le climat politique.
- 3- la signification.

### CARACTERISATION DES SITES

- 1- sont d'intérêt spécial pour les modèles utilisables du changement global, pour documenter le changement (ex. flux de CO<sub>2</sub> du sol : mg C/m<sup>2</sup>/h).
- 2- des systèmes instables, ex. avec plusieurs irrptions, des sites extrêmes, des caractères hétérogènes.

### LES FORCES DU CHANGEMENT RURAL

- 1- Les marchés et les réglementations : les prix, les quotas, les subventions, etc.
- 2- Autres formes de l'utilisation du territoire et considérations d'environnement.
- 3- Les changements technologiques (les cultivars changent dans des périodes de 3 à 10 ans).
- 4- Les changements de l'environnement (ou changement global), les effets résiduels.

### LES VARIABLES

- 1- Rendements, total et par unité de surface (comparer par exemple des périodes chaudes et froides).
- 2- Répartition et surfaces des cultures.
- 3- Développement des cultures et dates critiques.
- 4- Dates de semis et de récoltes.
- 5- Expansion ou rétrécissement géographique.



**LES EFFETS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET EN UTILISATION  
DU TERRITOIRE SUR LES ECOSYSTEMES TERRESTRES**

	changement climatique	utilisation du territoire	remarques
formes de l'espace	changements de bornes et de distribution	disparition	associations végétales hydrologie système de feux
composition	rappports thermophiles/ cryophiles (tropicaux/ tempérés)  biodiversité rehaussée	espèces menacées écosystèmes/habitats menacés  organismes nuisibles (pestes) simplification (biodiversité abaissée)	inventaires des plantes et des animaux
performance	productivité rehaussée	pollution	-composition chimique des eaux de pluies et des canaux -respiration du sol -phénologie des plantes et des animaux -taux de UV-B (important pour les zones côtières au niveau du sol et sa menace pour les écosystèmes) -biodiversité des sols.

### LES DYNAMIQUES DES AGRO-SYSTEMES

- Les variables du dynamisme : demandes de la population, besoin du suivi.
- suivi de : composition du sol, de la végétation, des animaux, de la biodiversité... pour détecter et quantifier les changements, pour déterminer les causes, pour prévoir les conséquences, et pour prescrire les remèdes, pour empêcher, et pour corriger les politiques de l'utilisation du territoire.

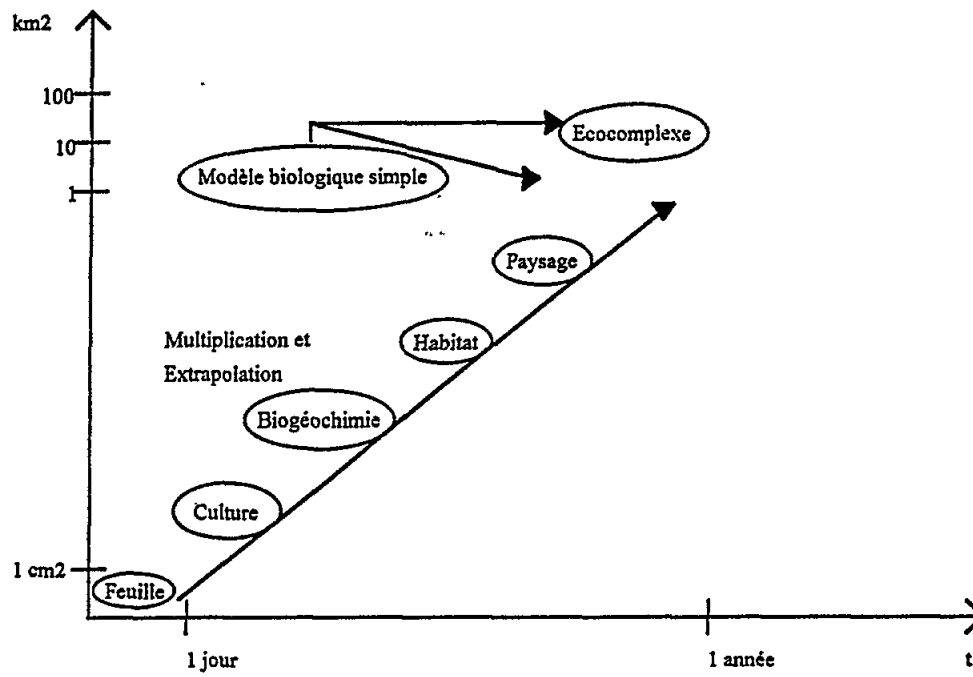
### CRITERES POUR LE CHOIX DES SITES D'AGRO-SYSTEMES

- champs, parcelle, paysage, identifier les unités répétitives, utilisation du concept de zones agro-écologiques pour identifier les sites de suivi (critères naturels et socio-économiques), systèmes de cultures (annuel, pérenne), terre de parcours, fragilité/résilience aux changements écologiques (sensibilité aux pressions), les critères locaux/nationaux du développement et/ou de conservation, les organisations opérant et leurs capacités, les infrastructures, les engorgements à long terme, rapports avec les autres sites (dans la même ou dans d'autres régions), les données déjà disponibles, comparaisons et contrôles réciproques. Suivi de la réponse du système aux changements locaux et globaux :

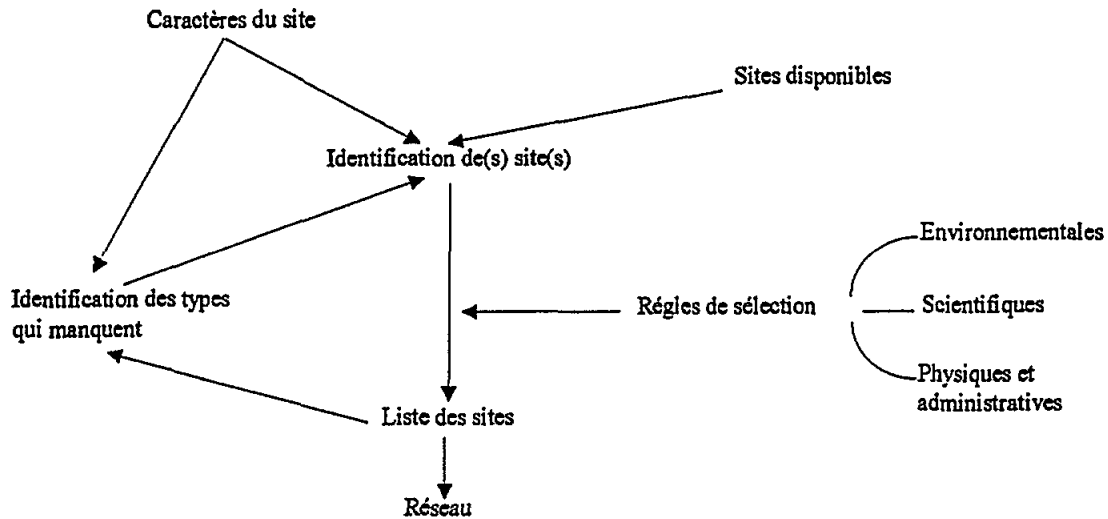
Qualité de litière

Qualité de la MOS

- sites d'études intensives
- sites d'études extensives.

**Les dimensions spatio-temporelles des unités de l'écosystème.**

## CHOIX DES SITES



## FONCTION DES SITES

	Sites pour études détaillées des processus ()	Sites pour validation et détection des changements (suivi)	Sites pour extrapolation et inventaires (recherches)
Conservation (biodiversité)	+	+	+
Agriculture/ forestière	+	+	+
Processus écologiques et éducation	+	+	+

- niveau de paysages
- niveau de parcelles.

## **CHANGEMENT GLOBAL**

### **Les 4 grandes lignes**

- 1- Cycles biogéochimiques (physiologie des écosystèmes) (Mooney)
- 2- Modélisation (Noble)
- 3- Systèmes d'aménagement (agriculture ...) modèles de production et leurs changements (détection et intervention) (Tinker)
- 4- Complexité écologique (biodiversité) (Lawton).

---

## **BIODIVERSITE (DIVERSITAS) (FUENTES)**

- |                 |                                  |
|-----------------|----------------------------------|
| - Fragmentation | leurs contributions              |
| - indicateurs   | détection des changements        |
| - perturbateurs | effets de rétroaction (feedback) |
- 
- fonctions de la biodiversité (Mooney)
  - gain ou pertes d'espèces (Solbrig)
  - inventaire et suivi (di Castri).

---

## **REFLEXIONS SUR LA BIODIVERSITE (GHABBOUR)**

- 1) Diversité globale ou de certains groupes, diversité de groupements taxinomiques ou fonctionnels.
- 2) Exemples de groupement fonctionnels dans la faune du sol :
  - consommateurs de litière végétale
  - consommateurs de litière animale
  - herbivores (micro)

- carnivores (micro)
- omnivores
- parasites d'animaux (ex. les tiques) agents de lutte (contrôle) biologique.

## **REFLEXIONS SUR LA BIODIVERSITE**

### **3) Proportions des groupements fonctionnels**

A une certaine étape du changement dans la configuration d'un écosystème transformé de l'état naturel à un état artificialisé par l'augmentation et l'intensification des activités humaines (bonification des terres de parcours pour l'agriculture, par exemple), des espèces nuisibles apparaissent dans l'écosystème, c'est-à-dire, augmentation des micro-herbivores aux dépens des autres groupes fonctionnels.

4) Diversité absolue et relative.

5) Les espèces "têtes d'angle" ou édifcatrices.

6) Ce qui est important est le changement de l'indice de diversité et non pas sa valeur absolue per se.

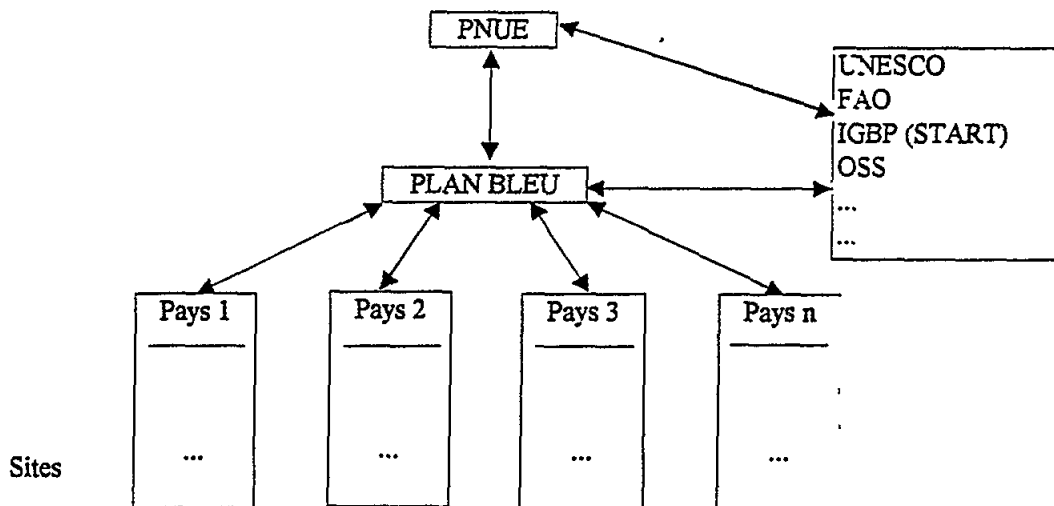
7) Quel indice pour la diversité ? Elle n'est pas simplement la richesse spécifique. Opter pour les espèces banales ou rares, ou les deux ? Voir Cousins (1991).

## MECANISMES D'ACTION

### 1. CHOIX DES CRITERES AU NIVEAU NATIONAL

CRITERE OU VARIABLE	PAYS 1	PAYS 2	PAYS 3	PAYS n	RESULTAT
a	+	++	+++	+	
b	++	+	++	+	
c	+	+++	+++	+++	première priorité
c	+	+	+	+	dernière priorité
n					

### 2. RAPPORTS AVEC AUTRES ORGANISMES



## MECANISMES D'ACTION

### 3. ACTIVITES

- observation.
- expérimentation.
- manipulation préventive et normative.
- stratégie pour l'aménagement des données.

### 4. SOURCES ET DEPENSES DES FONDS

#### a- Sources :

- organisations internationales.
- organisations régionales.
- organisations nationales.

#### b- Dépenses :

- infrastructures pour les sites.
- séminaires pour scientifiques.
- formations pour jeunes scientifiques.
- rétroaction des données et leur interprétation.
- administration.

### 5. BESOINS

- accords formels avec les gouvernements avec assurance de respecter l'intégralité des sites choisis et de maintenir l'activité scientifique et la collecte et le flux des données pour une période de 30 ans au moins.
- une politique de vulgarisation au niveau du grand public.

### 6. ETAPES DU TRAVAIL

- Proposition.
- Discussion.
- Choix des sites.
- Mise en oeuvre.



## LISTE DES VARIABLES ESSENTIELLES APPLICABLES AUX SYSTEMES NATURELS ET DERIVES

- 1) Descripteurs du site [lat, long, alt, positions dans le paysage, pente, aspect, ...]
- 2) Climat [pluviométrie, t° min, t° max, HR, rose des vents, radiation, ...]
- 3) Histoire et perturbations [temporel, spatial, intensité, feux, récoltes, cultures, semis, fertilisation (engrais), pestes (organismes nuisibles), pollution, hydrologie, ...]
- 4) Sols [pour les horizons A, B et C, ou les niveaux 0-20, 20-50, 50-100 cm]  
[type de sol, profil du sol, densité apparente, structure, matière organique, N total, minéralogie, couches imperméables, hydratation, température, pH, salinité, flux de CO<sub>2</sub>, litière de surface, litière enfouie, couleur, nappe phréatique, ....]
- 5) Végétation [biomasse, NPP, hauteur, production de litière, matière ligneuse, taux de N, phénologie, photosynthèse, capacité d'utilisation de l'eau, taux de croissance, ...]
- 6) Vie animale et biodiversité [listes et comptage d'oiseaux, d'insectes, etc, ..., indices de diversité des groupements taxinomiques et fonctionnels, flore des plantes spontanées, valeurs d'importance des espèces, performance des espèces, ...]

### VARIABLES

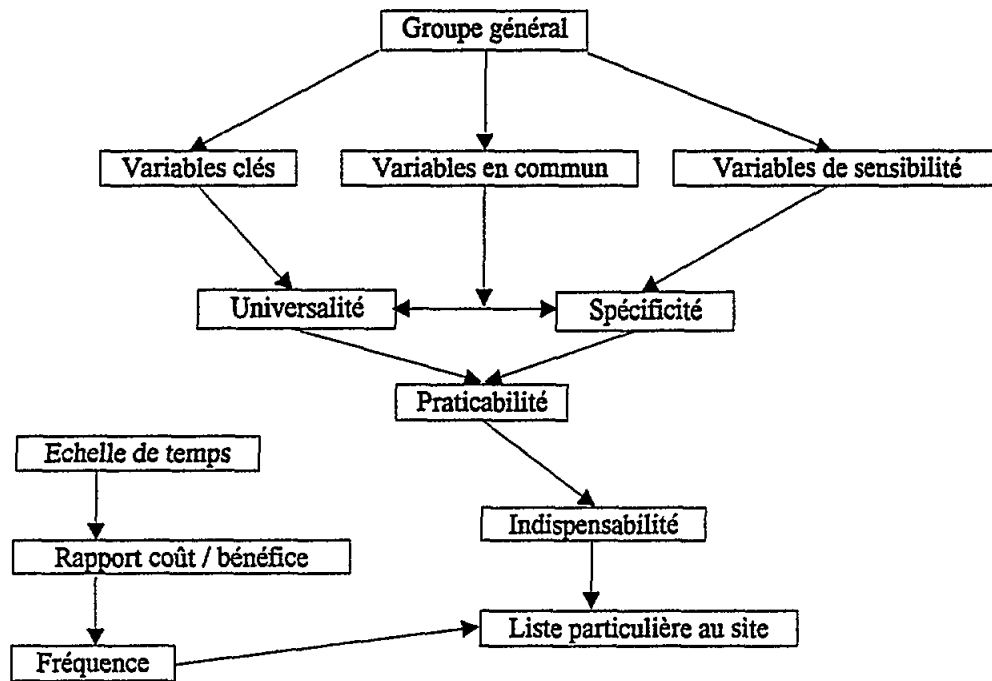
#### Objectifs des variables choisies

- 1- économie.
- 2- extension.
- 3- chorologie et cartographie.

Fréquence des Mesures : d'après le tableau ci-dessous :

VARIABLE	NIVEAU DE PRECISION	PERIODE	AUTRES CRITERES	FREQUENCE
1				
2				
3				
-				
n				

## TYPE DE VARIABLES



## PROPOSITIONS POUR DES INDICATEURS ET INDICES ECOLOGIQUES DISCUTEES A URY

Deux listes d'indicateurs et indices écologiques ont été présentées et discutées à l'atelier d'Ury : l'une, restreinte, déjà utilisée en Suède pour la Commission Economique Européenne (Nations-Unies) et l'autre, détaillée, proposée pour les travaux envisagés du programme GCTE, et de laquelle chacun peut faire son choix, ou même ajouter ce qui semblerait utile d'après les situations locales ou au fur et à mesure que nos connaissances sur la structure et le fonctionnement des écosystèmes s'améliorent, ou que de nouvelles connaissances ou de nouvelles situations se présentent.

Il est vrai que l'atelier d'Ury était consacré aux écosystèmes terrestres, mais il était inévitable que la discussion s'étende aux écosystèmes marins. Les écosystèmes des eaux continentales étaient déjà traités comme faisant partie des écosystèmes terrestres, ou plutôt paysages "écocomplexes", sont observés en même temps que les écosystèmes proprement terrestres par la télédétection.

En faisant la comparaison entre l'état d'avancement des systèmes de suivi pour les écosystèmes marins et les écosystèmes terrestres, il a été constaté que celui des écosystèmes marins est beaucoup plus avancé que celui des écosystèmes terrestres. Ceci a été attribué au fait que le milieu marin est relativement plus homogène et que la nature même de ce milieu distribue les matières dissoutes et les diluent, tandis que les organismes sont soit mobiles (poissons pélagiques) ou fixés (plantes et animaux benthiques) et que dans les deux cas l'échantillonnage pose beaucoup moins de problèmes que dans le cas des écosystèmes terrestres distribués en mosaïques.

### CARACTERISTIQUES DU PROGRAMME UN-ECE-IMP PRESENTE PAR LA SUEDE, ET UTILISABLE EN TROIS NIVEAUX :

Basic (a), sur des bassins hydrologiques définis,

Basic (b), sur des régions terrestres représentatives, et Extended, pour des cas particuliers, avec la fréquence de l'échantillonnage pour chaque cas. (\*)

PROGRAMME ET FREQUENCE (PAR AN)	Basic (a)	Basic (b)	Extended
Variables			
Météorologie générale	365	365	
Déposition et litière			
Précipitation totale	365	365	
Composition chimique des précipitations	12	12	

<b>PROGRAMME ET FREQUENCE (PAR AN)</b>	<b>Basic (a)</b>	<b>Basic (b)</b>	<b>Extended</b>
<b>Variables</b>			
Déposition métallique			
(les mousses)	1	1	1-5
Composition et quantité			
passant par les arbres	12	12	
Composition et quantité			
le long des troncs	12	12	
Composition et quantité			
de litière	1-4	1-4	
Chimie de l'air			
Les gaz (SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , HNO <sub>3</sub> )	52(365)	52(365)	52
O <sub>3</sub>	chaque heure	chaque heure	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> total et NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> total	52(365)	52(365)	
<u>Chimie du sol et de l'eau</u>			
Chimie de l'eau du sol			
(horizons A/B)			12
Chimie de l'eau du sol			
(horizons B/C)	12	12	
Chimie de l'eau souterraine			
(les sources)	12	12	
Chimie de l'eau souterraine			
(les puits artésiens)	1-2	1-2	1-2
<u>Chimie de l'eau superficielle</u>			
Ruissellement	12-24		1 (quelques métaux)
Gradients verticaux des lacs	6-8		
Niveau de ruissellement	continu		
Faune benthique des eaux douces	1		

PROGRAMME ET FREQUENCE (PAR AN)	Basic (a)	Basic (b)	Extended
<b>Variables</b>			
<u>Variables du sol</u>			
Nutriments du sol (0-10cm)	1	1	
Nutriments du sol (>10cm)	1-5	1-5	
Métaux lourds (0-10cm)			1
Métaux lourds (>10cm)			1-5
Physique du sol			1-5
Température du sol	52x12	52x12	365
<u>Variables biologiques</u>			
Lichens épiphytiques	1-2	1-2	
Végétation herbacée	1-5	1-5	
Végétation ligneuse	1-5	1-5	
Canopée des arbres	1	1	
Biomasse des arbres			5
Chimie des feuilles	1	1	
Micro-nutriments des feuilles (Suivi des enzymes, sol et feuilles)	1	1	1
(Mycorrhizes + racines fines)			1
(Décomposition)			1
(Suivi biologique varié)			1

(\*) D'après L.-E. LILJELUND, Swedish Environmental Protection Agency, Solna, Suède.

## LE SYSTEME DE SUIVI GCTE (légèrement modifié)

## La liste complète des variables (\*)

N°	Variable	Précision marge d'erreur	Fréquence				Méthode et source
			Cultures	Cycles Biogéochimiques	Site ou parcelle	Paysage	
<b>A</b>	<u>Localisateurs et descripteurs</u>		1	1	1	1	
1	Nom du site	-					
2	Latitude	20 m					GPS
3	Longitude	20 m					GPS
4	Altitude	20 m					GPS
5	Position dans le paysage	-					TSBF
6	Pente	5°					
7	Aspect	45°					
8	Type de biome	-					
9	Type d'utilisation du territoire	-					FAO
10	Type du sol d'après FAO	-					FAO
<b>B</b>	<u>Historique et perturbations</u>						
1	Feu	10%		m		j	TSBF
2	Cultures	10%	j	m		a	
3	Engrais	10%	j	m		m	FAO
4	Inondations	10%		m		j	
5	Récoltes et rendements	10%	ss	m		a	
6	Semi	10%		m		m	
7	Ravageurs (espèces, densité, dates)					j	
8	Cheptel (nombre, biomasse)	20%		m			
9	Pratiques agricoles						
10	Pollution (SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , HF,...)	20%				j	
11	Cyclones, orages, ...			m		a	
<b>C</b>	<u>Climat</u>						
1	Pluviosité	10%	j	m	m	m	TSBF, OMM
2	Neige	10%		m	m	j	
3	Autres (irrigation, brumes, ...)	10%			j		OMM
4	Radiation nette	10%					OMM
5	Radiation d'ondes courtes	5%				m	OMM
6	Radiation d'activité photosynthétique	5%	j	m			
7	Rose des vents	10%	j				OMM
8	Humidité relative	5%	j				OMM
9	Température de l'air (à 1,5 m)	0,1°C	j	m			OMM
10	Température du sol (à 20 m)	0,1°C		m			OMM
<b>D</b>	<u>Sols</u>						TSBF
1	Profondeur du profil	0,1 m		1		1	
2	Profondeur des racines	0,1 m	1	1		1	
3	Couleur de surface						
4	Litière de surface	10%		m, a			
5	Minéralogie (pour chaque horizon)			1			
6	Structure (% sable, limon, argile)	1%		1			
7	Matière organique	2%					
8	Litière enfouie (>0,25 mm)	5%		a			
9	Azote total	2%	1	m			

## LE SYSTEME DE SUIVI GCTE (légèrement modifié)

La liste complète des variables (\*)

N°	Variable	Précision marge d'erreur	Fréquence				Méthode et source
			Cultures	Cycles Biogéochimiques	Site ou parcelle	Paysage	
10	Potentiel de minéralisation d'azote	10%		1			
11	Phosphore total	5%		m			
12	Phosphore organique	5%		m			
13	Phosphore extractable (résine)	5%		m			
14	Cations majeurs	5%				1	
15	ph (eau = 2,5)	0,1 u	1	1		1	
16	CEC @ ph 7,0	2%				1	
17	d 13C du C sol	0,1‰		1			
18	d 15N du N sol	0,1‰		1			
19	Acidité échangeable	2%	1		1		
20	Compaction		m				
21	Croûtes		m				
<b>E</b>	<b>Eau souterraine</b>						
1	Profondeur de la nappe phréatique	1 m		1		j	
2	Chimie de l'Azote (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	10%		m		s	
3	Autres électrolytes	10%				s	
<b>F</b>	<b>Eaux de surface</b>						
1	Décharges	5%				j	
2	Chimie de l'Azote	10%				j	
3	Autres électrolytes	10%				j	
4	Charge de sédiments	10%				j	
<b>G</b>	<b>Equilibres de nutriments</b>						
1	Dépôts humides (chimie d'Azote, NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	10%		m			
	Autres électrolytes, aérosols	10%					
2	Dépôts secs (chimie d'Azote, NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	10%		m			
	Autres électrolytes, aérosols	10%					
3	Fixation d'Azote	15%		m			TSBF
4	Composition de la récolte (C, N, P)	10%	ss	m			TSBF
5	Volatilisation de l'ammoniac	15%		m			
6	Engrais (N, P)		d	m			
7	Pertes en Azote (NO, N <sub>2</sub> O, NO autres que l'ammoniac)			m			
<b>H</b>	<b>Hydrologie</b>						
1	Water holding capacity	10%	1	1			TSBF
2	Courbe de rétention de l'eau	10%	1			1	
3	Conductivité hydraulique à saturation	20%	1			1	
4	Paramètres d'infiltration	20%				1	
5	Humidité du sol		j	m		j	
<b>I</b>	<b>Végétation (**)</b>						
1	Angle de la feuille	5°	1				
2	Index de la superficie de la feuille	10%	s				
3	Couverture du sol	10%				a	
4	Température (sous la canopée)	0,1°C				h	
5	Potentiel photosynthétique	10%					à développer

## LE SYSTEME DE SUIVI GCTE (légèrement modifié)

## La liste complète des variables (\*)

N°	Variable	Précision marge d'erreur	Fréquence				Méthode et source
			Cultures	Cycles Biogéochimiques	Site ou parcelle	Paysage	
	<u>Paramètres des feuilles</u>						
	Superficie spécifique & dimensions	10%	1			1	
	Transmittance	10%	1				
	Succulence	10%				1	
	Croissance	10%	1				
	% Lignine (de la litière)	10%		1			TSBF
	% Lignine (nouvelles feuilles)	10%					TSBF
	% N, P (de litière)	10%		1			TSBF
	% N, P (nouvelles feuilles)	10%		1			TSBF
	Composées secondaires (tanins, alk.)	10%		1			TSBF
	<u>Composition spécifique</u>						
	Densité	10%		y			
	% biomasse	10%					TSBF
	% contribution au potentiel photosynthétique	10%					à développer
	Type fonctionnel	-				1	à développer
	<u>Démographie spécifique</u>						
	Volume	10%			a		
	Croissance	10%			1		
	Mortalité (par volume et étape)	10%			1		
	Etablissement (banques de grains)	20%			1		
	<u>Phénologie spécifique</u>						
	Parution des feuilles	1 j			j		
	Floraison	1 j			j		
	Etapes phénologiques	1 j	j	m			
	<u>Fonction (pas type fonctionnel dominant)</u>						
	Biomasse aérienne maximale	15%		a			
	Biomasse souterraine maximale	15%		a			
	Production primaire nette aérienne	20%		m		s	
	Production primaire nette souterraine	20%		m			
	Litière	10%		m			TSBF
	Nécromasse aérienne	15%		m			TSBF
	Rapport grains/production	5%	ss	ss			
	<u>Allocation spécifique</u>						
	Proportions d'allocation par volume	10%	1	1	1		
J	<u>Animaux</u>						
	<u>Faune de sol (en groupe fonct.)</u>						
	Densité	20%					TSBF
	Biomasse	20%		1			TSBF
	<u>Herbivores mammifères</u>						
	Evolution de charge dans le temps		1	m			
	Production secondaire		m				
	<u>Oiseaux, par espèces</u>						
	Présence, absence, reproduction						
	<u>Insectes (espèces clés)</u>						



## LE SYSTEME DE SUIVI GCTE (légèrement modifié)

## La liste complète des variables (\*)

N°	Variable	Précision marge d'erreur	Fréquence				Méthode et source
			Cultures	Cycles Biogéochimiques	Site ou parcelle	Paysage	
	Irruptions : date & intensité Herbivorie (%) Pollinateurs Agents de lutte biologique						
<b>K</b>	<u>Composition du paysage</u>						
1	Caractères des parcelles				1		
2	Superficie moyenne des parcelles				1		
<b>L</b>	<u>Flux de gaz</u>						
1	Flux de CO <sub>2</sub> (au dessus des canopées)	10%	h/j				TSBF
2	Flux de CO <sub>2</sub> du sol	10%		s/m			
3	CH <sub>4</sub>	10%					
4	N <sub>2</sub> O	10%					
5	Hydrocarbures outre CH <sub>4</sub>	20%					

(\*) d'après R. SCHOLLES, CSIR, Prétoria, Afrique du Sud

(\*\*) à réviser

1 = une fois

h = heure

j = jour

s = semaine

m = mois

a = année

GPS = Global Positioning System

TSBF = Tropical Soil Biology and Fertility

OMM = Organisation Mondiale de la Météorologie

**FICHER DE DESCRIPTION DU SITE DE SUIVI**<sup>1(\*)</sup>

N° de code :

Pays :

Nom du site :

Lat.:

Long.:

Type : Agriculture, Foresterie, Estuaire, ...,...

Thème : Biodiversité, Conservation, Recherches écologiques, Pêches...,...

Superficie :

Statut Environnemental : Gradient, Bassin versant, Parcelle, Paysage.

Infrastructures : Accès, Logement, Laboratoires, Personnel.

Agence responsable :

Personne à contacter :

Statut légal et socio-économique :

Autres descripteurs écologiques :

Programme de suivi :

---

Un site donné peut être constitué de plusieurs parcelles ou de plusieurs stations.

**ANNEXE 2****ANNEXE "CORINE" (BLANDIN) (1989)****CORINE LAND COVER**

Inventaire de l'occupation biophysique du sol du sud de la France

**NOMENCLATURE**

(18 mai 1989)

**M1. TERRITOIRES ARTIFICIALISES****M1.1. Zones urbaines**

M1.1.1. Tissu urbain continu

M1.1.2. Tissu urbain discontinu

M1.1.2.1. Tissu urbain discontinu agricole

M1.1.2.2. Tissu urbain discontinu arboré.

**M1.2. Zones industrielles, commerciales et réseaux de communication**

M1.2.1. Zones industrielles et commerciales

M1.2.2. Réseau routier et ferroviaire et espaces associés

M1.2.3. Zones portuaires

M1.2.4. Aéroports

**M1.3. Mines, décharges et chantiers**

M1.3.1. Zones d'extraction de matériaux

M1.3.2. Décharges

M1.3.3. Chantiers

**M1.4. Espaces verts artificialisés (non agricoles)**

M1.4.1. Espaces verts urbains

M1.4.2. Équipements sportifs et de loisirs.

**M2. TERRES AGRICOLES****M2.1. Terres arables**

M2.1.1. Terres arables (hors périmètres d'irrigation)

M2.1.2. Périmètres irrigués en permanence

M2.1.3. Rizières.

**M2.2. Cultures permanentes**

M2.2.1. Vignes

M2.2.2. Vergers et petits fruits

M2.2.3. Oliveraies.

**M2.3. Prairies**

M2.3.1. Prairies.

**M2.4. Zones agricoles hétérogènes**

M2.4.1. Cultures annuelles associées aux cultures permanentes

M2.4.2. Systèmes culturaux et parcellaires complexes

M2.4.3. Territoires principalement agricoles avec végétation naturelle importante

M2.4.4. Territoires agro-forestiers.

**M3. FORETS ET MILIEUX SEMI-NATURELS****M3.1. Forêts***M3.1.1. Forêts de feuillus*

M3.1.1.1. Coupes rases suivies ou non de reboisement en forêt de feuillus

M3.1.1.2. Peupleraies

M3.1.1.3. Forêts de feuillus (n.c.a.)

*M3.1.2. Forêts de résineux*

M3.1.2.1. Coupes rases suivies ou non de reboisement en forêt de résineux

M3.1.2.2. Forêts de résineux (n.c.a.)

*M3.1.3. Forêts mélangées*

M3.1.3.1. Coupes rases suivies ou non de reboisement en forêt mélangée

M3.1.3.2. Peuplements forestiers mélangés (n.c.a.).

**M3.2. Milieux à végétation arbustive ou herbacée**

M3.2.1. Pelouses et pâturages naturels

M3.2.1.1. Pelouses

M3.2.1.2. Pâturages naturels, parcours

M3.2.2. Landes et broussailles

M3.2.3. Végétation sclérophylle (y.c. maquis et garrigue)

M3.2.4. Espaces forestiers et végétation arbustive en mutation.

**M3.3. Espaces ouverts sans ou avec peu de végétation**

M3.3.1. Plages, dunes, sables

M3.3.2. Roches nues

M3.3.3. Végétation clairsemée

M3.3.4. Zones incendiées

M3.3.5. Glaciers et neiges pérennes.

**M4. ZONES HUMIDES****M4.1. Zones humides intérieures**

M4.1.1. Marais intérieurs, marécages

M4.1.2. Tourbières.

**M4.2. Zones humides maritimes**

M4.2.1. Marais maritimes

M4.2.2. Marais salants

M4.2.3. Zones intertidales.

**M5. SURFACES EN EAU****M5.1. Eaux continentales (libres)**

M5.1.1. Cours et voies d'eau

M5.1.2. Plans d'eau, lacs.

**M5.2. Eaux marines**

M5.2.1. Lagunes littorales

M5.2.2. Estuaires

M5.2.3. Mer et océan.

(Document SRETIE/MEESP JLW 18 mai 1989), in : BLANDIN (1989).

**La sélection d'indicateurs écologiques peut suivre le cheminement suivant  
présenté sous forme d'une clé commentée**

<u>DEMARCHE</u>	<u>COMMENTAIRE</u>
<p><b>1. CHOIX DE L'OBJECTIF</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- repérage des changements au niveau de mécanismes fondamentaux .....2</li> <li>- repérage de changements variés par des indicateurs à large spectre de sensibilité. ....10</li> </ul>	<p>On peut s'intéresser surtout à des modifications affectant la production primaire ou les processus de décomposition et minéralisation, mais on peut préférer un "système d'alerte" plus général, sensible à de multiples causes de perturbation.</p>
<p><b>2. CHOIX DU MECANISME</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Production primaire .....3</li> <li>- décomposition/minéralisation .....8</li> </ul>	<p>Les modalités de la production primaire témoignent du fonctionnement de base d'un écosystème, et peuvent même servir de base à une typologie, en particulier pour les écosystèmes aquatiques.</p> <p>La dynamique du recyclage des éléments chimiques exprime bien certains traits fonctionnels, et les variations des flux sortant d'un écosystème peuvent exprimer rapidement ses modifications structurales et fonctionnelles.</p>
<p><b>3. TYPES D'INDICATEURS ECOLOGIQUES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- indicateur monospécifique .....4</li> <li>- indicateur plurispécifique .....7</li> </ul>	<p>Dans certains cas, le suivi de l'espèce essentielle à la vie d'un écosystème peut suffire. Souvent, la prise en compte de plusieurs espèces permet des diagnostics plus nuancés.</p>
<p><b>4. TYPES D'ESPECE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- cycle vital long par rapport à la périodicité des observations .....5</li> <li>- cycle vital court par rapport à la périodicité des observations .....6</li> </ul>	<p>Toute modification fonctionnelle s'exprimant à plus ou moins long terme par des variations d'effectifs, le rapport entre la durée du cycle vital de l'espèce indicatrice choisie et celle de l'intervalle entre deux observations successives conditionne le choix des variables à utiliser et l'interprétation des observations.</p>
<p><b>5. TYPES DE VARIABLE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ETAT SANITAIRE DES INDIVIDUS (divers descripteurs sont envisageables)</li> <li>- MORTALITE</li> <li>- CAPACITE DE REPRODUCTION</li> <li>- PRODUCTIVITE</li> </ul>	<p>Des changements de l'environnement de nature chronique peuvent peu à peu altérer le fonctionnement des individus. Ceci peut se traduire par des modifications physiologiques ou morphologiques aisément repérables. Leur constat indique l'existence de changements dont il reste à déterminer la nature.</p> <p>Les changements peuvent être suffisamment intenses pour provoquer la mort, entre deux observations, d'une certaine proportion d'individus.</p> <p>Les modifications physiologiques peuvent se traduire par une baisse de la production de reproduction et de la viabilité des graines.</p> <p>La vitesse de production primaire, et le bilan de celle-ci sur une certaine période (cycle annuel par exemple) peut exprimer l'existence des changements dans les conditions de fonctionnement d'un écosystème.</p>

## 6. TYPE DE VARIABLE

## - DENSITE DE POPULATION

(effectif ramené à une unité d'espace)

L'espèce choisie ayant bouclé plus d'une fois son cycle vital entre deux observations, seule une mesure de sa densité de population, à un moment défini de son cycle, peut exprimer l'existence de changements fonctionnels. De multiples facteurs déterminant la densité d'une population, l'interprétation de ses variations peut s'avérer délicate. On peut être tenté de définir, plus ou moins arbitrairement, des seuils en deçà desquels les variations observées ne sont pas considérées comme significatives.

## - PRODUCTIVITE

Plus lourde à mesurer que la densité, mais peut mieux exprimer des dysfonctionnements. Toutefois, ces deux variables ne sont évidemment pas indépendantes. On peut aussi considérer la productivité individuelle moyenne qui traduirait, indépendamment de la densité, le niveau de performance physiologique des individus et ses changements.

## 7. CONCEPTION DE L'INDICATEUR

- FONDEMENTS THEORIQUES :  
INDICES DE DIVERSITE

Sous diverses formes, les indices de diversité traduisent, de façon combinée, les changements de richesse spécifique et de proportion des espèces. Des variations de diversité d'un peuplement de producteurs primaires expriment des changements dans les conditions de réalisation de la production primaire.

- DEFINITION EMPIRIQUE :  
INDICES BIOTIQUES

L'objectif est le même que dans le cas des indices de diversité, mais la richesse spécifique n'est pas prise en compte. Un indice biotique prend en compte les présences/absences et le cas échéant les variations d'abondances relatives de certaines espèces, choisies notamment pour des raisons pratiques (facilité de détermination, de dénombrement, etc.).

## 8. TYPES D'INDICATEURS

## - INDICATEURS CHIMIQUES

La mesure des variations de concentrations de certains éléments chimiques, soit dans des compartiments de l'écosystème, soit dans des "outputs" (ex : eau de drainage d'un écosystème), peut révéler des changements fonctionnels.

## - indicateurs écologiques

.....9

## 9. TYPES D'INDICATEURS ECOLOGIQUES

Les organismes qui concourent à la décomposition et à la minéralisation forment un ensemble d'une extrême complexité, en milieu terrestre comme en milieu aquatique. Leurs interactions sont encore mal connues.

On peut cependant envisager l'utilisation d'indicateurs plurispécifiques, du type indice biotique, s'appuyant sur les abondances relatives d'un certain nombre d'animaux saprophages assez faciles à reconnaître et à dénombrer (Lombriciens, divers Macroarthropodes...), dans le cas des écozones terrestres. Tout reste à mettre au point dans ce domaine (cf. les projets de l'Observatoire de la qualité des sols au Ministère de l'Environnement).

<p>10. TYPES D'INDICATEURS ECOLOGIQUES</p> <p>- indicateur monospécifique .....11</p>	<p>Les espèces situées vers la fin de certaines chaînes alimentaires peuvent être de bons révélateurs de l'ensemble des modifications affectant le fonctionnement de ces chaînes, par le nombre de leurs effectifs, par leur comportement, ou par l'analyse chimique de leurs carcasses. Pour leurs milieux terrestres le faucon et pour le milieu marin le thon.</p>
<p>- indicateur plurispécifique .....12</p>	<p>La prise en compte de plusieurs espèces dépendantes de divers aspects de la structure et du fonctionnement d'une écozone peut faciliter la "révélation intégrée" de différentes modifications structuro-fonctionnelles.</p>
<p>11. TYPES D'ESPECE</p>	<p>On peut transposer ici le cheminement décrit plus haut à partir du point 4. Dans de nombreux cas, on prendra en considération des Vertébrés prédateurs à long cycle vital et selon les possibilités du programme de suivi on utilisera comme variable :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la mortalité,</li> <li>- la capacité de reproduction,</li> <li>- les variations de densité à moyen terme.</li> </ul>
<p>12. CONCEPTION DE L'INDICATEUR</p>	<p>On peut transposer ici les commentaires faits ci-dessus au point 7.</p> <p>Il convient d'utiliser des espèces pour lesquelles des méthodes standard de mesure absolue ou relative des abondances existent.</p> <p><u>Les Oiseaux fournissent généralement les meilleurs modèles pour la grande majorité des écozones continentales terrestres et aquatiques.</u></p>



## ANNEXE 3

## LA TELEDETECTION ET LE SUIVI DE L'ENVIRONNEMENT

La télédétection est vraisemblablement un outil technologique de premier ordre pour surveiller, analyser et aménager l'environnement, mais il faut noter cependant qu'elle ne remplacera jamais les autres méthodes conventionnelles d'études sur le terrain. Cette méthode permet de grandes économies de temps et d'argent et couvre de vastes surfaces, et ainsi dirige les travaux de terrain et les rationalise. L'utilisation de différents satellites qui enregistrent à des échelles diverses les signaux électromagnétiques émis par les objets terrestres, permet après traitement approprié et normalisation des données, de mesurer et de surveiller les modifications de réflectance de surfaces, et ainsi comprendre leur nature.

Au début, les images de satellites n'étaient pas entièrement utilisables si les surfaces étaient couvertes de nuages ou avaient un couvert végétal assez dense. Les régions semi-arides étaient donc plus propices à ces études. On pouvait facilement étudier dans ces régions l'érosion, la dégradation du couvert végétal, l'hydrologie, etc. A présent, les satellites munis de radars sont capables de photographier à travers les nuages, ce qui a renforcé le rôle de la télédétection comme outil d'études et d'aménagement des milieux en tous genres.

L'intérêt de la télédétection ne réside pas seulement à distinguer la végétation, mais aussi différents types de celle-ci. Elle montre aussi les changements climatiques (ensoleillement et réflectance, par exemple), état de la végétation (extension, floraison, hydratation, morbidité), mouvement d'animaux, taux d'humidité du sol et son caractère, cycles saisonniers, et plusieurs autres types de changements, et de stress environnementaux. Avec ces images, on peut juger la pédologie, la végétation, les ressources en eau, et l'utilisation du sol, d'un moment à l'autre, et d'une sorte d'utilisation et d'aménagement à l'autre.

Le satellite français SPOT (Système Probatoire de l'Observation de la Terre) utilise un miroir mobile, permettant des images stéréoscopiques, avec une résolution terrestre de 10 m dans le mode panchromatique, et 20 m dans le mode multi-spectral. Il est donc supérieur aux précédents et plus utile pour les études écologiques. Vue sa fréquence de passage, on peut photographier le même endroit 112 fois par an à l'équateur et plus aux latitudes septentrionales et méridionales.

Il ne faut pas pourtant penser que la télédétection est seule à résoudre les problèmes posés par l'aménagement du territoire, qui est sa vraie justification. Elle doit être associée à autres moyens de suivi tels : observations constantes des stations fixes (réserves naturelles) ou par des équipes mobiles, ou par des équipes à fréquentations multiples aux mêmes sites, observations des avions légers (photographie aérienne) à basse altitude, et aussi radio-sondage de hauteur d'un ou deux mètres du sol.

Les données doivent être collectées systématiquement et relationnées dans un système superposé à des cartes géographiques. Un seul suivi est insuffisant, le système doit aussi être dynamique, sans quoi on ne pourrait pas vraiment évaluer l'impact des perturbations

naturelles et/ou anthropogènes, qui évoluent avec le temps et risquent de se répandre dans l'espace. Le système GRID (Global Resource Information Database - "base de données informationnelles des ressources du globe"), permet de montrer des rapports intéressants entre les variables ; par exemple les rapports entre les trois variables normalement étroitement liées : teneur en eau dans le sol, état de la végétation, et mouvements des pastoralistes.

Les programmes de suivi de l'environnement, avec ou sans télédétection, ne doivent pas forcément être une activité permanente. On peut y faire recours ponctuellement lorsqu'on veut répondre à des questions spécifiques : combien de têtes de bétail telle ou telle région peut supporter après une sécheresse ou une forte pluie ? Combien d'arbres peut-on abattre dans une forêt d'un bassin versant sans faire des dégâts écologiques au régime hydrique ? Où sont situés les sols ayant la meilleure potentialité pour l'irrigation ? D'ailleurs, si le programme de suivi est étendu dans le temps et dans l'espace, on pourrait mieux comprendre les avantages de cumuler les données : le taux de désertification ou de déforestation (ou encore le taux d'amélioration grâce aux mesures correctives prises et en cours), ou les effets d'un projet d'irrigation sur les différents aspects de l'environnement dans leur ensemble. Il n'y a pas que les planificateurs à profiter de ces suivis et de ce type d'informations, qu'il faut rendre disponible aux agriculteurs, aux pastoralistes, aux directeurs des réserves naturelles, aux chefs d'entreprises, et surtout aux ingénieurs paysagistes, pour qu'ils puissent apprécier les conséquences des grands travaux vis-à-vis de l'environnement.

Les catégories des données environnementales d'un programme de suivi sont trois, d'après les caractéristiques temporelles du site :

1. Données à caractère permanent : topographie, sols, hydrographie, points d'eau, traits statiques (par ex., habitations, chemins) ;
2. Données à caractère semi-permanent : physionomie végétale (type du couvert) composition végétale, aspects zoogènes (lieux de vautrage, de lèche-sel), troupeaux de gros mammifères, habitations humaines (villages, banlieues, fermes, routes etc.) ;
3. Données à caractère saisonnier ou éphémère : pluies, ensoleillement, humidité du sol, évapotranspiration, phénologie végétale et biomasse, taux de chlorophylle, maladies végétales, composition chimique, taux d'énergie des organismes (taux de matière grasse), diversité végétale et animale (nombre d'espèces et nombre d'effectifs de chacune), rapports herbivores/carnivores, parution d'organismes parasites, productivité animale (en fonction de la productivité végétale), incendies, eau superficielle, etc.

El-Shishiny et Ghabbour (1986) ont distingué à cet égard entre les paramètres "intégrants" et les paramètres "instantanés" des écosystèmes. Les premiers accordent une certaine stabilité à l'écosystème et lui donnent sa physionomie permanente, et sont donc plutôt statiques, tandis que les autres sont liés à de courtes périodes et sont donc plutôt changeables et dynamiques. Malgré le caractère éphémère de ces derniers, ils ne peuvent guère être négligés, puisqu'ils expliquent des variations intimes, locales, et à petite échelle, du système. Dans le cas des études du couvert végétal, les paramètres "intégrants" sont les

plus importants, puisque les plantes sont fixées au sol et subissent l'effet intégré de l'ensemble des facteurs de l'environnement pour la période entière de leur vie. Par contre, pour les études faunistiques et humaines, les paramètres "instantanés" doivent être traités d'une importance aussi égale à cause de la mobilité de leurs effectifs, leur vitesse de changements, et la courte période de leurs cycles de vie. Dans ce contexte, on peut considérer les premières prises d'images satellitaires comme un examen des paramètres "intégrants", tandis que les prises suivantes sont pour étudier les paramètres "instantanés".

Pour toutes ces données écologiques, il existe certes des méthodes fiables pour les mesurer sur le terrain, qui sont expliquées ailleurs. Mais une fois qu'on a maîtrisé et établi des rapports relationnels entre ces données, mesurées sur le terrain, avec celles obtenues par télédétection, on pourrait économiser beaucoup en interprétant les images aériennes ou de satellites de manière de plus en plus correcte. On est obligé, toutefois, de réviser les interprétations et de retourner de temps à autre sur le terrain et calibrer les données obtenues de près contre celles obtenues de loin. Ce sont en effet des comparaisons qu'il ne faudrait jamais abandonner, mais le travail sur le terrain serait dans ce cas moins extensif et moins exigeant.

Plusieurs accords bilatéraux existent entre des institutions de télédétection des pays industrialisés avec des homologues dans les pays en voie de développement, pour effectuer des programmes de coopération en télédétection. Mais ces accords sont généralement pour effectuer des programmes de recherches à court terme, pour répondre à certaines questions spécifiques, et ne sont pas essentiellement pour le transfert direct et complet de cette technologie déjà bien avancée.

Parmi les institutions qui font partie de tels accords on pourrait citer : IMAGEO à l'Institut National de Géographie à Paris (pour les études de grande échelle, surtout), l'IAURIF (pour les études de l'habitat, Paris), le Centre Scientifique IBM de Paris (pour l'informatisation), et le Centre d'Ecologie Evolutive et Fonctionnelle (CEFE/CNRS)-L. Emberger, à Montpellier (pour les études écologiques). On peut également faire mention de la Société d'Etudes et d'Equipements d'Entreprises (SEEE) à Courbevoie, qui a entrepris les études du tracé de la ligne TGV-Est à partir d'images satellitaires SPOT (Hersan 1991).

Ce qu'on voudrait suggérer est un programme multilatéral sous l'égide du Plan Bleu pour établir et installer l'expertise dans tous les pays membres en commençant par les zones côtières du programme CAMP. On peut songer à des centres régionaux (comme celui du Caire, qui sert certains pays de l'Afrique sur contrat), pour effectuer des programmes permanents et compréhensifs de l'environnement dans ces pays, et pour promouvoir en même temps les études sur le terrain, qui manquent malheureusement dans beaucoup de régions entières. Ceci aiderait à la fois à la formation de techniciens capables de continuer les programmes de télédétection, et de scientifiques capables d'effectuer les études écologiques sur le terrain. La simple présence de tels centres et les rapports qui en seraient issus pousseraient les planificateurs à prendre sérieusement en compte les résultats de ces études et de ces suivis dans leurs plans et projets de développement. On aboutirait ainsi à créer l'environnement scientifique et technologique convenable pour poursuivre les activités liées au développement durable.

Schneider (1980) a énuméré les applications de la télédétection (y compris la photographie aérienne) en plusieurs domaines dont les suivants nous intéressent pour le suivi de l'état de l'environnement et des ressources naturelles :

- les formes du paysage naturel.
- l'utilisation, l'inventaire, la planification, les changements et les conflits, des ressources du paysage.
- la classification et la conservation du sol (cultures, irrigation, érosion).
- l'évaluation et la prédiction des désastres.
- la répartition horizontale et verticale des températures.
- l'interpénétration des zones sèches et humides.
- les variations de l'humidité du sol.
  
- les réseaux hydrographiques, l'inventaire et l'aménagement des ressources en eau.
- la qualité de l'eau (pollution) et sa salinité.
- les plumes de pollution aérienne.

L'utilisation de l'information obtenue par télédétection n'est utile que si elle est associée avec l'information statistique classique. Elle peut donc intégrer l'information écologique et socio-économique et permet également l'intégration des disciplines disparates dans le processus de planification et dans le cycle de vie des projets, mais en même temps elle permet aussi de montrer les rapports positifs ou négatifs entre le projet et les zones aux alentours, et surtout sur la qualité de leurs ressources naturelles (érosion, déforestation, pollution de la nappe phréatique, etc.). Le paysagiste est responsable d'atteindre un équilibre entre les différentes utilisations du territoire muni par des données fiables pour répondre aux exigences économiques aussi bien qu'environnementales. Le même auteur a montré que la télédétection, en utilisant les rayons infra-rouges, a pu prouver le rôle des espaces verts et les ceintures vertes autour des villes de la région de la Ruhr pour l'amélioration du climat des villes et la dépollution de leur atmosphère. En même temps, cette technique a pu également prouver l'effet néfaste des zones industrielles sur la qualité de l'air de ces mêmes villes. L'auteur signale que le type d'information qu'on peut obtenir par télédétection est de deux catégories essentielles, instantanées, pour observer des phénomènes éphémères (incendies de forêts, inondations, volcanisme, etc.) et permanents (géomorphologie, couvert végétal, hydrographie, etc.). Parmi les derniers, il y a aussi des phénomènes qu'on n'a besoin d'observer qu'une seule fois (géomorphologie, par exemple) ou à plusieurs reprises (couvert végétal, par exemple).

Willard (1983) a montré que la reconnaissance de l'environnement par télédétection peut être faite en trois étapes : reconnaissance préliminaire, reconnaissance semi-détaillée et reconnaissance détaillée. L'échelle des photos/cartes se réduit de 1 sur 1 000 000 à 1 sur 200 000 pour la première étape, de 1 sur 100 000 à 1 sur 20 000 pour la deuxième, et de 1 sur 20 000 à 1 sur 5000 pour la troisième. La première étape est utilisée pour l'évaluation initiale des superficies proposées pour une activité développementale, la deuxième pour la plupart des projets de développement agricole, les projets d'irrigation et de drainage, la

restauration du paysage, etc., tandis que la troisième est utilisée pour des projets de l'utilisation et l'aménagement des sols, par exemple. Néanmoins, ces utilisations sont variables d'un pays à l'autre et d'une ressource à l'autre. Notons qu'au fur et à mesure qu'on s'avance d'une étape à la suivante on utilise moins la télédétection par satellites et on dépend plus de photos aériennes et la reconnaissance au ras du sol, sans que les satellites perdent de leur importance pour autant. Pour les PVD, les satellites ne sont parfois nécessaires qu'au début du travail sur un projet quelconque pour certains types de projets (étude géomorphologique pour la construction d'une route, par exemple), tandis que pour d'autres types la continuité de reconnaissance satellitaire doit être assurée tous les jours, toutes les semaines, ou tous les mois. Le type de reconnaissance pour lequel les satellites sont mieux utilisables, c'est-à-dire le premier type, le préliminaire, ne nécessite heureusement que peu de prises, parfois pas plus de deux ou quatre prises pour représenter les quatre saisons. Pourtant, d'autres prises seront demandées aussitôt que d'autres projets pour le développement d'autres régions et d'autres ressources sont planifiés, et que les résultats et les impacts d'anciens projets seront évalués. Les coûts encourus par les PVD en utilisant la télédétection par satellites doivent être justifiés en remplissant une des deux conditions : (1) l'information à obtenir est vraiment en besoin et ne peut être obtenue par d'autres méthodes et (2) les mêmes informations sont obtenues par d'autres méthodes mais à un coût plus élevé ou dans un délai de temps beaucoup plus long.

Les besoins des pays varient selon plusieurs facteurs, y compris la grandeur du pays, sa géographie, ses stratégies et ses objectifs du développement, la qualité des informations déjà disponibles, le niveau de détail désiré, et si les prises sont pour une ou pour plusieurs fois. Au niveau du projet, ces besoins dépendent du type du projet même et de son cycle de vie, le type de ressources à développer, et l'efficacité d'autres méthodes de collecte de données, en complémentarité ou en exclusivité, sont également des considérations à prendre en compte.

Hersan (1991) insiste sur le fait que les sources d'information classiques, cartes, photographies et données, ne sont pas toujours suffisantes quelque soit leur exactitude. Même dans les pays industrialisés, beaucoup de lacunes apparaissent : ancienneté relative des données, manque de vision globale et synthétique des sites au temps de la collecte, manque d'information thématique et manque d'homogénéité de l'information, soient trop sectorielle. Même

avec la disponibilité d'information d'études sur le terrain, c'est la vision globale et synthétique qui est l'avantage le plus pratique de la télédétection.

La recherche, l'exploitation, et l'organisation des données de base, dit état initial, conduit à l'identification et à la cartographie thématique et de synthèse de principales contraintes du projet de développement. C'est à partir de ces données que seront dressées différentes variantes du projet. Elles seront ensuite comparées entre elles en fonction de critères géométriques, géotechniques, économiques et d'environnement. Suivant le type et l'étendue du projet, ce schéma de développement d'étude peut se décomposer en plusieurs étapes. Dans un premier temps, on effectue une recherche de délimitation à des échelles comprises entre le 1/250 000 et 1/25 000. Puis on recherche des bandes de tracé de 300 mètres à l'intérieur de la surface choisie, pour comparer et choisir l'une d'entre elles à partir d'études plus détaillées (au 1/10 000).

L'utilisation opérationnelle des techniques de télédétection, notamment avec le satellite SPOT, a nécessité la mise au point d'une méthodologie reproductible et efficace intégrant un consensus entre les méthodes traditionnelles (comme les limites administratives qui ne figurent pas sur les images), et les techniques avancées liées à la télédétection. Cette méthodologie a été mise au point en reposant sur l'articulation et la combinaison des techniques suivantes : recueil de données traditionnelles (données exogènes), numérisation de données exogènes, photo-interprétation de l'image satellitaire, traitements informatiques permettant d'extraire certaines informations, création d'une base de données géographiques permettant de combiner et de hiérarchiser toutes les informations, calculs automatiques de consommation d'espace de l'emprise des perturbations envisagées, en hectares et en pourcentages.

La surface nécessaire à l'étude de quelques milliers de km<sup>2</sup> au plus, ne nécessite l'acquisition que de deux scènes SPOT sur le même site, une en hiver et l'autre en été, en modes panchromatique et multispectral. Les techniques suivantes sont à employer : numérisation des limites administratives et des espaces modifiables, puis emprise des zones à perturber, photo-interprétation manuelle de l'image (extraction des zones de culture, zones industrielles ou commerciales, aérodromes, etc. ...), photo-interprétation assistée par ordinateur où différents traitements sont utilisables (classification supervisée, opérateurs de texte, amélioration d'image) qui permettent d'extraire un certain nombre de données. Pour la gestion des données, différentes cartes thématiques et de synthèse doivent être élaborées à l'échelle du 1/100 000 et du 1/25 000, comme la carte du réseau hydrographique principal, incrusté dans l'image, la carte du milieu agricole, des surfaces boisées, la carte des zones bâties incrustée dans l'image comme la carte de synthèse de l'occupation des sols.

Ensuite, l'étude se penche sur les calculs de consommation d'espace de l'emprise du projet sur les différents types de l'occupation du sol (en hectares). Il va sans dire que toute étude employant les techniques de télédétection requiert un étalonnage sur le terrain pour vérifier l'interprétation faite d'après l'image satellitaire, mais la durée de la campagne de terrain devient beaucoup raccourcie. D'après Hersan (1991) une telle étude demande, au stade opérationnel actuel, un délai de l'ordre de 2 mois pour un coût légèrement supérieur (coût d'acquisition d'image) à celui d'une étude traditionnelle. L'auteur souligne que les avantages de l'outil satellitaire peuvent être classés en 4 catégories :

- l'analyse des images apporte de nouvelles informations : vue globale de l'ensemble de la zone concernée sur une échelle jusqu'à 1/25 000, la répartition spatiale des types d'utilisation du sol, et mise en évidence des zones humides, etc.
- le géocodage et la numérisation des données exhaustives et rigoureuses, superposition directe sur une carte régulière (ici le système d'information géographique GIS peut être utilisé avec souplesse et simplicité, voir le document MAB-Allemagne 1990 pour un traité exhaustif), facilité d'évaluer très rapidement la consommation exacte d'espace sur les catégories d'occupation du sol des différentes solutions du projet, etc. ...
- l'actualisation des données, compte tenu de la répétitivité des prises de vues.
- la possibilité d'évaluer, à posteriori, l'impact du projet sur l'environnement en acquérant une image (ou des images) à plusieurs reprises.

Parmi les précautions à prendre dans la technique de télédétection, et les contraintes à rencontrer souvent, figurent les prises avec nuages, qui sont cependant peu nombreuses en région méditerranéenne, au moins au sud et en été. Un autre aspect est le besoin de regrouper des équipes multidisciplinaires principalement en informatique spécialisée, bien sûr, mais aussi en environnement - écologie - géographie - ingénierie avec leurs ramifications qui seront précisées selon le type de projet en question. De tels spécialistes ne sont pas toujours disponibles et ainsi une certaine formation doit être envisagée et organisée au préalable pour répondre à la majorité des projets qui pourraient être conçus. De toutes façons, la télédétection est quasi obligatoire pour étudier l'environnement dans les pays ne disposant pas de cartographie régulière, notamment ceux de la rive sud du Bassin méditerranéen.

Budd (1991) ajoute dans son exposé certaines précisions sur les limitations de la télédétection comme outil de reconnaissance de l'environnement. D'après cet auteur, des différences entre l'angle solaire et un objet observé sur une pente peut altérer de manière importante les caractéristiques spectrales de cet objet. Ceci peut brutalement limiter l'application de la télédétection dans les régions montagneuses telles qu'on trouve souvent près des côtes méditerranéennes. Avec les autres facteurs d'altération : climat, saison, etc., ces problèmes expliquent dans une certaine mesure pourquoi certains habitats sont plus convenables à l'observation satellitaire que d'autres. Par contre, les marais salants sont très propices à la cartographie et au suivi par cette méthode, grâce à leur topographie simple, leur extension, et l'homogénéité de leur végétation. Le couvert végétal est en général un phénomène terrestre relativement facile à discerner par télédétection. C'est aux alentours des centres urbains que les changements du couvert végétal sont importants et significatifs pour observer les changements environnementaux en général. De toutes façons l'utilisateur doit être conscient des limitations de l'interprétation de chaque type de couvert végétal et chaque mode de l'occupation des sols, ou de chaque type d'habitat.

Pour chaque type, il existe des variantes et des hiérarchies qu'on ne peut vérifier et connaître que par l'observation sur le terrain, à plusieurs reprises, pour couvrir les changements saisonniers et à long terme.

L'auteur a énuméré les avantages de l'outil satellitaire ainsi :

- une grande variété de bandes spectrales.
- coûts réduits.
- régularité de prises fréquentes.
- digitisation des données pour l'analyse.
- intégration avec le GIS (système géographique d'informations, voir MAB-Allemagne 1990).

Pourtant, aucune technique spécifique de télédétection peut à elle seule être considérée comme la meilleure pour les tâches du suivi écologique. C'est une question que seul l'utilisateur doit trancher selon ses besoins.

La région méditerranéenne a été délimitée avec 13 autres régions pour le programme START (Global Change System for Analysis, Research and Training) du programme

International de la Géosphère et la Biosphère (IGBP), mieux connu sous le nom Global Change (Eddy et al. 1991). Il s'agit d'un programme envisagé pour :

- contribuer directement aux recherches du changement global.
- faire des mesures et des observations à long terme des phénomènes du changement global et le détecter.
- évaluer les aspects régionaux du changement global et de ses impacts, y compris des recherches sur la formulation des politiques de gestion et des stratégies d'adaptation.

Pour le moment, la région méditerranéenne n'est pas prioritaire dans le programme, mais une association plus tôt possible avec le Plan Bleu serait évidemment avantageuse.

Il est certain que la télédétection offre des avantages indéniables économie de temps et des coûts des recherches extensives sur le terrain, rehaussement de la capacité scientifique et technique des pays la mettant en application, expansion des possibilités pour application en divers domaines, etc. Pourtant, là où la télédétection est plus sûre à donner des résultats précis, le suivi du couvert végétal, se trouve les pièges les plus souvent méconnus. Les photos satellitaires du Sahel, et à un moins degré celles de la rive sud du Bassin méditerranéen, montrent une abondance végétale à la suite des pluies qui tombent après une longue période de sécheresse. Certains experts en photo-interprétation ont constaté hâtivement que la nature s'est reprise et que la désertification de ces régions n'est plus à craindre. La vérité, malheureusement, est que les plantes qui ont poussé à la suite de ces pluies ne sont pas les mêmes qui existaient auparavant, et sont des plantes inutiles pour le pâturage, qui ont remplacé les plantes utiles par conséquence de leur diminution, voire disparition comme éléments dominants du couvert végétal. Il ne faut pas trop se fier donc aux seules images satellitaires, même là où leur avantage est le plus reconnu, puisqu'elles se sont avérées donner de fausses impressions. Dans les cas pareils, il faut toujours faire recours à des recherches sur le terrain, par des botanistes, en particulier des phytosociologues. D'ailleurs, certains groupes de grande importance pour le suivi écologique, notamment les invertébrés terrestres ou aquatiques, ne sont pas détectés par satellites, mais sont d'une extrême importance pour mieux comprendre l'état de l'environnement et ses vicissitudes (Ghabbour 1991 a et b).

La finesse par laquelle on peut identifier les plantes des marais salants au niveau des espèces, par leurs empreintes spectrales, et même estimer leur biomasse individuellement (Budd 1991), n'est pas encore possible pour les plantes terrestres, qu'elles soient des herbes ou des arbustes. Il est obligatoire donc d'identifier et de mesurer la densité et la biomasse des plantes, surtout les formations hétérogènes que l'on rencontre assez fréquemment dans les milieux subdésertiques de la rive sud du Bassin méditerranéen, par des échantillonnages sur place, et en différentes saisons. Ce n'est qu'à la suite de plusieurs de ces explorations, en les comparant avec les images satellitaires, que l'on pourrait se fier aux empreintes spectrales observées dans ces images pour interpréter la nature et la composition du couvert végétal dans un site donné et à la suite des perturbations climatiques et/ou anthropogènes.



## PUBLICATIONS OF THE MAP TECHNICAL REPORTS SERIES

1. UNEP/IOC/WMO: Baseline studies and monitoring of oil and petroleum hydrocarbons in marine waters (MED POL I). MAP Technical Reports Series No. 1. UNEP, Athens, 1986 (96 pages) (parts in English, French or Spanish only).
2. UNEP/FAO: Baseline studies and monitoring of metals, particularly mercury and cadmium, in marine organisms (MED POL II). MAP Technical Reports Series No. 2. UNEP, Athens, 1986 (220 pages) (parts in English, French or Spanish only).
3. UNEP/FAO: Baseline studies and monitoring of DDT, PCBs and other chlorinated hydrocarbons in marine organisms (MED POL III). MAP Technical Reports Series No. 3. UNEP, Athens, 1986 (128 pages) (parts in English, French or Spanish only).
4. UNEP/FAO: Research on the effects of pollutants on marine organisms and their populations (MED POL IV). MAP Technical Reports Series No. 4. UNEP, Athens, 1986 (118 pages) (parts in English, French or Spanish only).
5. UNEP/FAO: Research on the effects of pollutants on marine communities and ecosystems (MED POL V). MAP Technical Reports Series No. 5. UNEP, Athens, 1986 (146 pages) (parts in English or French only).
6. UNEP/IOC: Problems of coastal transport of pollutants (MED POL VI). MAP Technical Reports Series No. 6. UNEP, Athens, 1986 (100 pages) (English only).
7. UNEP/WHO: Coastal water quality control (MED POL VII). MAP Technical Reports Series No. 7. UNEP, Athens, 1986 (426 pages) (parts in English or French only).
8. UNEP/IAEA/IOC: Biogeochemical studies of selected pollutants in the open waters of the Mediterranean (MED POL VIII). MAP Technical Reports Series No. 8. UNEP, Athens, 1986 (42 pages) (parts in English or French only).
8. Add. UNEP: Biogeochemical studies of selected pollutants in the open waters of the Mediterranean (MED POL VIII). Addendum, Greek Oceanographic Cruise 1980. MAP Technical Reports Series No. 8, Addendum. UNEP, Athens, 1986 (66 pages) (English only).
9. UNEP: Co-ordinated Mediterranean pollution monitoring and research programme (MED POL - PHASE I). Final report, 1975-1980. MAP Technical Reports Series No. 9. UNEP, Athens, 1986 (276 pages) (English only).
10. UNEP: Research on the toxicity, persistence, bioaccumulation, carcinogenicity and mutagenicity of selected substances (Activity G). Final reports on projects dealing with toxicity (1983-85). MAP Technical Reports Series No. 10. UNEP, Athens, 1987 (118 pages) (English only).
11. UNEP: Rehabilitation and reconstruction of Mediterranean historic settlements. Documents produced in the first stage of the Priority Action (1984-1985). MAP Technical Reports Series No. 11. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1986 (158 pages) (parts in English or French only).
12. UNEP: Water resources development of small Mediterranean islands and isolated coastal areas. Documents produced in the first stage of the Priority Action (1984-1985). MAP Technical Reports Series No. 12. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (162 pages) (parts in English or French only).

13. UNEP: Specific topics related to water resources development of large Mediterranean islands. Documents produced in the second phase of the Priority Action (1985-1986). MAP Technical Reports Series No. 13. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (162 pages) (parts in English or French only).
14. UNEP: Experience of Mediterranean historic towns in the integrated process of rehabilitation of urban and architectural heritage. Documents produced in the second phase of the Priority Action (1986). MAP Technical Reports Series No. 14. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (500 pages) (parts in English or French only).
15. UNEP: Environmental aspects of aquaculture development in the Mediterranean region. Documents produced in the period 1985-1987. MAP Technical Reports Series No. 15. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (101 pages) (English only).
16. UNEP: Promotion of soil protection as an essential component of environmental protection in Mediterranean coastal zones. Selected documents (1985-1987). MAP Technical Reports Series No. 16. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (424 pages) (parts in English or French only).
17. UNEP: Seismic risk reduction in the Mediterranean region. Selected studies and documents (1985-1987). MAP Technical Reports Series No. 17. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (247 pages) (parts in English or French only).
18. UNEP/FAO/WHO: Assessment of the state of pollution of the Mediterranean Sea by mercury and mercury compounds. MAP Technical Reports Series No. 18. UNEP, Athens, 1987 (354 pages) (English and French).
19. UNEP/IOC: Assessment of the state of pollution of the Mediterranean Sea by petroleum hydrocarbons. MAP Technical Reports Series No. 19. UNEP, Athens, 1988 (130 pages) (English and French).
20. UNEP/WHO: Epidemiological studies related to environmental quality criteria for bathing waters, shellfish-growing waters and edible marine organisms (Activity D). Final report on project on relationship between microbial quality of coastal seawater and health effects (1983-86). MAP Technical Reports Series No. 20. UNEP, Athens, 1988 (156 pages) (English only).
21. UNEP/UNESCO/FAO: Eutrophication in the Mediterranean Sea: Receiving capacity and monitoring of long-term effects. MAP Technical Reports Series No. 21. UNEP, Athens, 1988 (200 pages) (parts in English or French only).
22. UNEP/FAO: Study of ecosystem modifications in areas influenced by pollutants (Activity I). MAP Technical Reports Series No. 22. UNEP, Athens, 1988 (146 pages) (parts in English or French only).
23. UNEP: National monitoring programme of Yugoslavia, Report for 1983-1986. MAP Technical Reports Series No. 23. UNEP, Athens, 1988 (223 pages) (English only).
24. UNEP/FAO: Toxicity, persistence and bioaccumulation of selected substances to marine organisms (Activity G). MAP Technical Reports Series No. 24. UNEP, Athens, 1988 (122 pages) (parts in English or French only).
25. UNEP: The Mediterranean Action Plan in a functional perspective: A quest for law and policy. MAP Technical Reports Series No. 25. UNEP, Athens, 1988 (105 pages) (English only).

26. UNEP/IUCN: Directory of marine and coastal protected areas in the Mediterranean Region. Part I - Sites of biological and ecological value. MAP Technical Reports Series No. 26. UNEP, Athens, 1989 (196 pages) (English only).
27. UNEP: Implications of expected climate changes in the Mediterranean Region: An overview. MAP Technical Reports Series No. 27. UNEP, Athens, 1989 (52 pages) (English only).
28. UNEP: State of the Mediterranean marine environment. MAP Technical Reports Series No. 28. UNEP, Athens, 1989 (225 pages) (English only).
29. UNEP: Bibliography on effects of climatic change and related topics. MAP Technical Reports Series No. 29. UNEP, Athens, 1989 (143 pages) (English only).
30. UNEP: Meteorological and climatological data from surface and upper measurements for the assessment of atmospheric transport and deposition of pollutants in the Mediterranean Basin: A review. MAP Technical Reports Series No. 30. UNEP, Athens, 1989 (137 pages) (English only).
31. UNEP/WMO: Airborne pollution of the Mediterranean Sea. Report and proceedings of a WMO/UNEP Workshop. MAP Technical Reports Series No. 31. UNEP, Athens, 1989 (247 pages) (parts in English or French only).
32. UNEP/FAO: Biogeochemical cycles of specific pollutants (Activity K). MAP Technical Reports Series No. 32. UNEP, Athens, 1989 (139 pages) (parts in English or French only).
33. UNEP/FAO/WHO/IAEA: Assessment of organotin compounds as marine pollutants in the Mediterranean. MAP Technical Reports Series No. 33. UNEP, Athens, 1989 (185 pages) (English and French).
34. UNEP/FAO/WHO: Assessment of the state of pollution of the Mediterranean Sea by cadmium and cadmium compounds. MAP Technical Reports Series No. 34. UNEP, Athens, 1989 (175 pages) (English and French).
35. UNEP: Bibliography on marine pollution by organotin compounds. MAP Technical Reports Series No. 35. UNEP, Athens, 1989 (92 pages) (English only).
36. UNEP/IUCN: Directory of marine and coastal protected areas in the Mediterranean region. Part I - Sites of biological and ecological value. MAP Technical Reports Series No. 36. UNEP, Athens, 1990 (198 pages) (French only).
37. UNEP/FAO: Final reports on research projects dealing with eutrophication and plankton blooms (Activity H). MAP Technical Reports Series No. 37. UNEP, Athens, 1990 (74 pages) (parts in English or French only).
38. UNEP: Common measures adopted by the Contracting Parties to the Convention for the Protection of the Mediterranean Sea against pollution. MAP Technical Reports Series No. 38. UNEP, Athens, 1990 (100 pages) (English, French, Spanish and Arabic).
39. UNEP/FAO/WHO/IAEA: Assessment of the state of pollution of the Mediterranean Sea by organohalogen compounds. MAP Technical Reports Series No. 39. UNEP, Athens, 1990 (224 pages) (English and French).
40. UNEP/FAO: Final reports on research projects (Activities H,I and J). MAP Technical Reports Series No. 40. UNEP, Athens, 1990 (125 pages) (English and French).
41. UNEP: Wastewater reuse for irrigation in the Mediterranean region. MAP Technical Reports Series No. 41. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1990 (330 pages) (English and French).

42. UNEP/IUCN: Report on the status of Mediterranean marine turtles. MAP Technical Reports Series No. 42. UNEP, Athens, 1990 (204 pages) (English and French).
43. UNEP/IUCN/GIS Posidonia: Red Book "Gérard Vuignier", marine plants, populations and landscapes threatened in the Mediterranean. MAP Technical Reports Series No. 43. UNEP, Athens, 1990 (250 pages) (French only).
44. UNEP: Bibliography on aquatic pollution by organophosphorus compounds. MAP Technical Reports Series No. 44. UNEP, Athens, 1990 (98 pages) (English only).
45. UNEP/IAEA: Transport of pollutants by sedimentation: Collected papers from the first Mediterranean Workshop (Villefranche-sur-Mer, France, 10-12 December 1987). MAP Technical Reports Series No. 45. UNEP, Athens, 1990 (302 pages) (English only).
46. UNEP/WHO: Epidemiological studies related to environmental quality criteria for bathing waters, shellfish-growing waters and edible marine organisms (Activity D). Final report on project on relationship between microbial quality of coastal seawater and rotavirus-induced gastroenteritis among bathers (1986-88). MAP Technical Reports Series No.46, UNEP, Athens, 1991 (64 pages) (English only).
47. UNEP: Jellyfish blooms in the Mediterranean. Proceedings of the II workshop on jellyfish in the Mediterranean Sea. MAP Technical Reports Series No.47. UNEP, Athens, 1991 (320 pages) (parts in English or French only).
48. UNEP/FAO: Final reports on research projects (Activity G). MAP Technical Reports Series No. 48. UNEP, Athens, 1991 (126 pages) (parts in English or French only).
49. UNEP/WHO: Biogeochemical cycles of specific pollutants. Survival of pathogens. Final reports on research projects (Activity K). MAP Technical Reports Series No. 49. UNEP, Athens, 1991 (71 pages) (parts in English or French only).
50. UNEP: Bibliography on marine litter. MAP Technical Reports Series No. 50. UNEP, Athens, 1991 (62 pages) (English only).
51. UNEP/FAO: Final reports on research projects dealing with mercury, toxicity and analytical techniques. MAP Technical Reports Series No. 51. UNEP, Athens, 1991 (166 pages) (parts in English or French only).
52. UNEP/FAO: Final reports on research projects dealing with bioaccumulation and toxicity of chemical pollutants. MAP Technical Reports Series No. 52. UNEP, Athens, 1991 (86 pages) (parts in English or French only).
53. UNEP/WHO: Epidemiological studies related to environmental quality criteria for bathing waters, shellfish-growing waters and edible marine organisms (Activity D). Final report on epidemiological study on bathers from selected beaches in Malaga, Spain (1988-1989). MAP Technical Reports Series No. 53. UNEP, Athens, 1991 (127 pages) (English only).
54. UNEP/WHO: Development and testing of sampling and analytical techniques for monitoring of marine pollutants (Activity A): Final reports on selected microbiological projects. MAP Technical Reports Series No. 54. UNEP, Athens, 1991 (83 pages) (English only).
55. UNEP/WHO: Biogeochemical cycles of specific pollutants (Activity K): Final report on project on survival of pathogenic organisms in seawater. MAP Technical Reports Series No. 55. UNEP, Athens, 1991 (95 pages) (English only).
56. UNEP/IOC/FAO: Assessment of the state of pollution of the Mediterranean Sea by persistent synthetic materials which may float, sink or remain in suspension. MAP Technical Reports Series No. 56. UNEP, Athens, 1991 (113 pages) (English and French).

57. UNEP/WHO: Research on the toxicity, persistence, bioaccumulation, carcinogenicity and mutagenicity of selected substances (Activity G): Final reports on projects dealing with carcinogenicity and mutagenicity. MAP Technical Reports Series No. 57. UNEP, Athens, 1991 (59 pages) (English only).
58. UNEP/FAO/WHO/IAEA: Assessment of the state of pollution of the Mediterranean Sea by organophosphorus compounds. MAP Technical Reports Series No. 58. UNEP, Athens, 1991 (122 pages) (English and French).
59. UNEP/FAO/IAEA: Proceedings of the FAO/UNEP/IAEA Consultation Meeting on the Accumulation and Transformation of Chemical contaminants by Biotic and Abiotic Processes in the Marine Environment (La Spezia, Italy, 24-28 September 1990), edited by G.P. Gabrielides. MAP Technical Reports Series No. 59. UNEP, Athens, 1991 (392 pages) (English only).
60. UNEP/WHO: Development and testing of sampling and analytical techniques for monitoring of marine pollutants (Activity A): Final reports on selected microbiological projects (1987-1990). MAP Technical Reports Series No. 60. UNEP, Athens, 1991 (76 pages) (parts in English or French only).
61. UNEP: Integrated Planning and Management of the Mediterranean Coastal Zones. Documents produced in the first and second stage of the Priority Action (1985-1986). MAP Technical Reports Series No. 61. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1991 (437 pages) (parts in English or French only).
62. UNEP/IAEA: Assessment of the State of Pollution of the Mediterranean Sea by Radioactive Substances. MAP Technical Reports Series No. 62, UNEP, Athens, 1992 (133 pages) (English and French).
63. UNEP/WHO: Biogeochemical cycles of specific pollutants (Activity K) - Survival of Pathogens - Final reports on Research Projects (1989-1991). MAP Technical Reports Series No. 63, UNEP, Athens, 1992 (86 pages) (French only).
64. UNEP/WMO: Airborne Pollution of the Mediterranean Sea. Report and Proceedings of the Second WMO/UNEP Workshop. MAP Technical Reports Series No. 64, UNEP, Athens, 1992 (246 pages) (English only).
65. UNEP: Directory of Mediterranean Marine Environmental Centres. MAP Technical Reports Series No. 65, UNEP, Athens, 1992 (351 pages) (English and French).
66. UNEP/CRU: Regional Changes in Climate in the Mediterranean Basin Due to Global Greenhouse Gas Warming. MAP Technical Reports Series No. 66, UNEP, Athens, 1992 (172 pages) (English only).
67. UNEP/IOC: Applicability of Remote Sensing for Survey of Water Quality Parameters in the Mediterranean. Final Report of the Research Project. MAP Technical Reports Series No. 67, UNEP, Athens, 1992 (142 pages) (English only).
68. UNEP/FAO/IOC: Evaluation of the Training Workshops on the Statistical Treatment and Interpretation of Marine Community Data. MAP Technical Reports Series No. 68. UNEP, Athens, 1992 (221 pages) (English only).
69. UNEP/FAO/IOC: Proceedings of the FAO/UNEP/IOC Workshop on the Biological Effects of Pollutants on Marine Organisms (Malta, 10-14 September 1991), edited by G.P. Gabrielides. MAP Technical Reports Series No. 69. UNEP, Athens, 1992 (287 pages) (English only).
70. UNEP/IAEA/IOC/FAO: Organohalogen Compounds in the Marine Environment: A Review. MAP Technical Reports Series No. 70. UNEP, Athens, 1992 (49 pages) (English only).

71. UNEP/FAO/IOC: Selected techniques for monitoring biological effects of pollutants in marine organisms. MAP Technical Reports Series No. 71. UNEP, Athens, 1993 (189 pages) (English only).
72. UNEP: Costs and Benefits of Measures for the Reduction of Degradation of the Environment from Land-based Sources of Pollution in Coastal Areas. A - Case Study of the Bay of Izmir. B - Case Study of the Island of Rhodes. MAP Technical Reports Series No. 72. UNEP, Athens, 1993 (64 pages) (English only).
73. UNEP/FAO: Final Reports on Research Projects Dealing with the Effects of Pollutants on Marine Communities and Organisms. MAP Technical Reports Series No. 73. UNEP, Athens, 1993 (186 pages) (English and French).
74. UNEP/FIS: Report of the Training Workshop on Aspects of Marine Documentation in the Mediterranean. MAP Technical Reports Series No. 74. UNEP, Athens, 1993 (38 pages) (English only).
75. UNEP/WHO: Development and Testing of Sampling and Analytical Techniques for Monitoring of Marine Pollutants (Activity A). MAP Technical Reports Series No. 75. UNEP, Athens, 1993 (90 pages) (English only).
76. UNEP/WHO: Biogeochemical Cycles of Specific Pollutants (Activity K): Survival of Pathogens. MAP Technical Reports Series No. 76. UNEP, Athens, 1993 (68 pages) (English and French).
77. UNEP/FAO/IAEA: Designing of monitoring programmes and management of data concerning chemical contaminants in marine organisms. MAP Technical Reports Series No. 77. UNEP, Athens, 1993 (236 pages) (English only).
78. UNEP/FAO: Final reports on research projects dealing with eutrophication problems. MAP Technical Reports Series No. 78. UNEP, Athens, 1994 (139 pages) (English only).
79. UNEP/FAO: Final reports on research projects dealing with toxicity of pollutants on marine organisms. MAP Technical Reports Series No. 79. UNEP, Athens, 1994 (135 pages) (parts in English or French only).
80. UNEP/FAO: Final reports on research projects dealing with the effects of pollutants on marine organisms and communities. MAP Technical Reports Series No. 80. UNEP, Athens, 1994 (123 pages) (English only).
81. UNEP/IAEA: Data quality review for MED POL: Nineteen years of progress. MAP Technical Reports Series No. 81. UNEP, Athens, 1994 (79 pages) (English only).
82. UNEP/IUCN: Technical report on the State of Cetaceans in the Mediterranean. MAP Technical Reports Series No. 82. UNEP, Regional Activity Centre for Specially Protected Areas, Tunis, 1994 (37 pages) (English only).
83. UNEP/IUCN: Specially protected Areas in Mediterranean. Sketch of an Analytical Study of Relevant Legislation. MAP Technical Reports Series No. 83. UNEP, Regional Activity Centre for Specially Protected Areas, Tunis, 1994 (55 pages) (French only).
84. UNEP: Integrated Management Study for the Area of Izmir. MAP Technical Reports Series No. 84, UNEP, Regional Activity Centre for Priority Actions Programme, Split, 1994 (130 pages) (English only).
85. UNEP/WMO: Assessment of Airborne Pollution of the Mediterranean Sea by Sulphur and Nitrogen Compounds and Heavy Metals in 1991. MAP Technical Report Series No. 85, Athens, 1994 (304 pages) (English only).

86. UNEP: Monitoring Programme of the Eastern Adriatic Coastal Area - Report for 1983-1991. MAP Technical Report Series No. 86, Athens, 1994 (311 pages) (English only).
87. UNEP/WHO: Identification of microbiological components and measurement development and testing of methodologies of specified contaminants (Area I) - Final reports on selected microbiological projects. MAP Technical Reports Series No. 87, UNEP, Athens, 1994 (136 pages) (English only).
88. UNEP: Proceedings of the Seminar on Mediterranean Prospective. MAP Technical Reports Series No. 88, UNEP, Blue Plan Regional Activity Centre, Sophia Antipolis, 1994 (176 pages) (parts in English or French only).
89. UNEP: Iskenderun Bay Project. Volume I. Environmental Management within the Context of Environment-Development. MAP Technical Reports Series No. 89, UNEP, Blue Plan Regional Activity Centre, Sophia Antipolis, 1994 (144 pages) (English only).
90. UNEP: Iskenderun Bay Project. Volume II. Systemic and Prospective Analysis. MAP Technical Report Series No. 90, Sophia Antipolis, 1994 (142 pages) (parts in English or French only).

### PUBLICATIONS "MAP TECHNICAL REPORTS SERIES"

1. PNUE/COI/OMM: Etudes de base et surveillance continue du pétrole et des hydrocarbures contenus dans les eaux de la mer (MED POL I). MAP Technical Reports Series No. 1. UNEP, Athens, 1986 (96 pages) (parties en anglais, français ou espagnol seulement).
2. PNUE/FAO: Etudes de base et surveillance continue des métaux, notamment du mercure et du cadmium, dans les organismes marins (MED POL II). MAP Technical Reports Series No. 2. UNEP, Athens, 1986 (220 pages) (parties en anglais, français ou espagnol seulement).
3. PNUE/FAO: Etudes de base et surveillance continue du DDT, des PCB et des autres hydrocarbures chlorés contenus dans les organismes marins (MED POL III). MAP Technical Reports Series No. 3. UNEP, Athens, 1986 (128 pages) (parties en anglais, français ou espagnol seulement).
4. PNUE/FAO: Recherche sur les effets des polluants sur les organismes marins et leurs peuplements (MED POL IV). MAP Technical Reports Series No. 4. UNEP, Athens, 1986 (118 pages) (parties en anglais, français ou espagnol seulement).
5. PNUE/FAO: Recherche sur les effets des polluants sur les communautés et écosystèmes marins (MED POL V). MAP Technical Reports Series No. 5. UNEP, Athens, 1986 (146 pages) (parties en anglais ou français seulement).
6. PNUE/COI: Problèmes du transfert des polluants le long des côtes (MED POL VI). MAP Technical Reports Series No. 6. UNEP, Athens, 1986 (100 pages) (anglais seulement).
7. PNUE/OMS: Contrôle de la qualité des eaux côtières (MED POL VII). MAP Technical Reports Series No. 7. UNEP, Athens, 1986 (426 pages) (parties en anglais ou français seulement).
8. PNUE/AIEA/COI: Etudes biogéochimiques de certains polluants au large de la Méditerranée (MED POL VIII). MAP Technical Reports Series No. 8. UNEP, Athens, 1986 (42 pages) (parties en anglais ou français seulement).
8. PNUE: Etudes biogéochimiques de certains polluants au large de la Méditerranée (MED POL VIII). Addendum, Croisière Océanographique de la Grèce 1980. MAP Technical Reports Series No. 8, Addendum. UNEP, Athens, 1986 (66 pages) (anglais seulement).
9. PNUE: Programme coordonné de surveillance continue et de recherche en matière de pollution dans la Méditerranée (MED POL -PHASE I). Rapport final, 1975-1980. MAP Technical Reports Series No. 9. UNEP, Athens, 1986 (276 pages) (anglais seulement).
10. PNUE: Recherches sur la toxicité, la persistance, la bioaccumulation, la cancérogénicité et la mutagénicité de certaines substances (Activité G). Rapports finaux sur les projets ayant trait à la toxicité (1983-85). MAP Technical Reports Series No. 10. UNEP, Athens, 1987 (118 pages) (anglais seulement).
11. PNUE: Réhabilitation et reconstruction des établissements historiques méditerranéens. Textes rédigés au cours de la première phase de l'action prioritaire (1984-1985). MAP Technical Reports Series No. 11. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1986 (158 pages) (parties en anglais ou français seulement).
12. PNUE: Développement des ressources en eau des petites îles et des zones côtières isolées méditerranéennes. Textes rédigés au cours de la première phase de l'action prioritaire (1984-1985). MAP Technical Reports Series No. 12. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (162 pages) (parties en anglais ou français seulement).



13. PNUE: Thèmes spécifiques concernant le développement des ressources en eau des grandes îles méditerranéennes. Textes rédigés au cours de la deuxième phase de l'action prioritaire (1985-1986). MAP Technical Reports Series No. 13. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (162 pages) (parties en anglais ou français seulement).
14. PNUE: L'expérience des villes historiques de la Méditerranée dans le processus intégré de réhabilitation du patrimoine urbain et architectural. Documents établis lors de la seconde phase de l'Action prioritaire (1986). MAP Technical Reports Series No. 14. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (500 pages) (parties en anglais ou français seulement).
15. PNUE: Aspects environnementaux du développement de l'aquaculture dans la région méditerranéenne. Documents établis pendant la période 1985-1987. MAP Technical Reports Series No. 15. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (101 pages) (anglais seulement).
16. PNUE: Promotion de la protection des sols comme élément essentiel de la protection de l'environnement dans les zones côtières méditerranéennes. Documents sélectionnés (1985-1987). MAP Technical Reports Series No. 16. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (424 pages) (parties en anglais ou français seulement).
17. PNUE: Réduction des risques sismiques dans la région méditerranéenne. Documents et études sélectionnés (1985-1987). MAP Technical Reports Series No. 17. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (247 pages) (parties en anglais ou français seulement).
18. PNUE/FAO/OMS: Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par le mercure et les composés mercuriels. MAP Technical Reports Series No. 18. UNEP, Athens, 1987 (354 pages) (anglais et français).
19. PNUE/COI: Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par les hydrocarbures de pétrole. MAP Technical Reports Series No. 19. UNEP, Athens, 1988 (130 pages) (anglais et français).
20. PNUE/OMS: Etudes épidémiologiques relatives aux critères de la qualité de l'environnement pour les eaux servant à la baignade, à la culture de coquillages et à l'élevage d'autres organismes marins comestibles (Activité D). Rapport final sur le projet sur la relation entre la qualité microbienne des eaux marines côtières et les effets sur la santé (1983-86). MAP Technical Reports Series No. 20. UNEP, Athens, 1988 (156 pages) (anglais seulement).
21. PNUE/UNESCO/FAO: Eutrophisation dans la mer Méditerranée: capacité réceptrice et surveillance continue des effets à long terme. MAP Technical Reports Series No. 21. UNEP, Athens, 1988 (200 pages) (parties en anglais ou français seulement).
22. PNUE/FAO: Etude des modifications de l'écosystème dans les zones soumises à l'influence des polluants (Activité I). MAP Technical Reports Series No. 22. UNEP, Athens, 1988 (146 pages) (parties en anglais ou français seulement).
23. PNUE: Programme national de surveillance continue pour la Yougoslavie, Rapport pour 1983-1986. MAP Technical Reports Series No. 23. UNEP, Athens, 1988 (223 pages) (anglais seulement).
24. PNUE/FAO: Toxicité, persistance et bioaccumulation de certaines substances vis-à-vis des organismes marins (Activité G). MAP Technical Reports Series No. 24. UNEP, Athens, 1988 (122 pages) (parties en anglais ou français seulement).

25. PNUE: Le Plan d'action pour la Méditerranée, perspective fonctionnelle; une recherche juridique et politique. MAP Technical Reports Series No. 25. UNEP, Athens, 1988 (105 pages) (anglais seulement).
26. PNUE/UICN: Répertoire des aires marines et côtières protégées de la Méditerranée. Première partie - Sites d'importance biologique et écologique. MAP Technical Reports Series No. 26. UNEP, Athens, 1989 (196 pages) (anglais seulement).
27. PNUE: Implications des modifications climatiques prévues dans la région méditerranéenne: une vue d'ensemble. MAP Technical Reports Series No. 27. UNEP, Athens, 1989 (52 pages) (anglais seulement).
28. PNUE: Etat du milieu marin en Méditerranée. MAP Technical Reports Series No. 28. UNEP, Athens, 1989 (225 pages) (anglais seulement).
29. PNUE: Bibliographie sur les effets des modifications climatiques et sujets connexes. MAP Technical Reports Series No. 29. UNEP, Athens, 1989 (143 pages) (anglais seulement).
30. PNUE: Données météorologiques et climatologiques provenant de mesures effectuées dans l'air en surface et en altitude en vue de l'évaluation du transfert et du dépôt atmosphériques des polluants dans le bassin méditerranéen: un compte rendu. MAP Technical Reports Series No. 30. UNEP, Athens, 1989 (137 pages) (anglais seulement).
31. PNUE/OMM: Pollution par voie atmosphérique de la mer Méditerranée. Rapport et actes des Journées d'étude OMM/PNUE. MAP Technical Reports Series No. 31. UNEP, Athens, 1989 (247 pages) (parties en anglais ou français seulement).
32. PNUE/FAO: Cycles biogéochimiques de polluants spécifiques (Activité K). MAP Technical Reports Series No. 32. UNEP, Athens, 1989 (139 pages) (parties en anglais ou français seulement).
33. PNUE/FAO/OMS/AIEA: Evaluation des composés organostanniques en tant que polluants du milieu marin en Méditerranée. MAP Technical Reports Series No. 33. UNEP, Athens, 1989 (185 pages) (anglais et français).
34. PNUE/FAO/OMS: Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par le cadmium et les composés de cadmium. MAP Technical Reports Series No. 34. UNEP, Athens, 1989 (175 pages) (anglais et français).
35. PNUE: Bibliographie sur la pollution marine par les composés organostanniques. MAP Technical Reports Series No. 35. UNEP, Athens, 1989 (92 pages) (anglais seulement).
36. PNUE/UICN: Répertoire des aires marines et côtières protégées de la Méditerranée. Première partie - Sites d'importance biologique et écologique. MAP Technical Reports Series No. 36. UNEP, Athens, 1990 (198 pages) (français seulement).
37. PNUE/FAO: Rapports finaux sur les projets de recherche consacrés à l'eutrophisation et aux efflorescences de plancton (Activité H). MAP Technical Reports Series No. 37. UNEP, Athens, 1990 (74 pages) (parties en anglais ou français seulement).
38. PNUE: Mesures communes adoptées par les Parties Contractantes à la Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution. MAP Technical Reports Series No. 38. UNEP, Athens, 1990 (100 pages) (anglais, français, espagnol et arabe).
39. PNUE/FAO/OMS/AIEA: Evaluation de l'état de la pollution par les composés organohalogénés. MAP Technical Reports Series No. 39. UNEP, Athens, 1990 (224 pages) (anglais et français).

40. PNUE/FAO: Rapports finaux sur les projets de recherche (Activités H, I et J). MAP Technical Reports Series No. 40. UNEP, Athens, 1990 (125 pages) (anglais et français).
41. PNUE: Réutilisation agricole des eaux usées dans la région méditerranéenne. MAP Technical Reports Series No. 41. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1990 (330 pages) (anglais et français).
42. PNUE/UICN: Rapport sur le statut des tortues marines de Méditerranée. MAP Technical Reports Series No. 42. UNEP, Athens, 1990 (204 pages) (anglais et français).
43. PNUE/UICN/GIS Posidonie: Livre rouge "Gérard Vuignier" des végétaux, peuplements et paysages marins menacés de Méditerranée. MAP Technical Reports Series No. 43. UNEP, Athens, 1990 (250 pages) (français seulement).
44. PNUE: Bibliographie sur la pollution aquatique par les composés organophosphorés. MAP Technical Reports Series No. 44. UNEP, Athens, 1990 (98 pages) (anglais seulement).
45. PNUE/AIEA: Transfert des polluants par sédimentation: Recueil des communications présentées aux premières journées d'études méditerranéennes (Villefranche-sur-Mer, France, 10-12 décembre 1987). MAP Technical Reports Series No. 45. UNEP, Athens, 1990 (302 pages) (anglais seulement).
46. PNUE/OMS: Etudes épidémiologiques relatives aux critères de la qualité de l'environnement pour les eaux servant à la baignade, à la culture de coquillages et à l'élevage d'autres organismes marins comestibles (Activité D). Rapport final sur le projet sur la relation entre la qualité microbienne des eaux marines côtières et la gastroentérite provoquée par le rotavirus entre les baigneurs (1986-88). MAP Technical Reports Series No.46. UNEP, Athens, 1991 (64 pages) (anglais seulement).
47. PNUE: Les proliférations de méduses en Méditerranée. Actes des 11èmes journées d'étude sur les méduses en mer Méditerranée. MAP Technical Reports Series No.47. UNEP, Athens, 1991 (320 pages) (parties en anglais ou français seulement).
48. PNUE/FAO: Rapports finaux sur les projets de recherche (Activité G). MAP Technical Reports Series No. 48. UNEP, Athens, 1991 (126 pages) (parties en anglais ou français seulement).
49. PNUE/OMS: Cycles biogéochimiques de polluants spécifiques. Survie des Pathogènes. Rapports finaux sur les projets de recherche (activité K). MAP Technical Reports Series No. 49. UNEP, Athens, 1991 (71 pages) (parties en anglais ou français seulement).
50. PNUE: Bibliographie sur les déchets marins. MAP Technical Reports Series No. 50. UNEP, Athens, 1991 (62 pages) (anglais seulement).
51. PNUE/FAO: Rapports finaux sur les projets de recherche traitant du mercure, de la toxicité et des techniques analytiques. MAP Technical Reports Series No. 51. UNEP, Athens, 1991 (166 pages) (parties en anglais ou français seulement).
52. PNUE/FAO: Rapports finaux sur les projets de recherche traitant de la bioaccumulation et de la toxicité des polluants chimiques. MAP Technical Reports Series No. 52. UNEP, Athens, 1991 (86 pages) (parties en anglais ou français seulement).
53. PNUE/OMS: Etudes épidémiologiques relatives aux critères de la qualité de l'environnement pour les eaux servant à la baignade, à la culture de coquillages et à l'élevage d'autres organismes marins comestibles (Activité D). Rapport final sur l'étude épidémiologique menée parmi les baigneurs de certaines plages à Malaga, Espagne (1988-1989). MAP Technical Reports Series No. 53. UNEP, Athens, 1991 (127 pages) (anglais seulement).

54. PNUE/OMS: Mise au point et essai des techniques d'échantillonnage et d'analyse pour la surveillance continue des polluants marins (Activité A): Rapports finaux sur certains projets de nature microbiologique. MAP Technical Reports Series No. 54. UNEP, Athens, 1991 (83 pages) (anglais seulement).
55. PNUE/OMS: Cycles biogéochimiques de polluants spécifiques (Activité K): Rapport final sur le projet sur la survie des microorganismes pathogènes dans l'eau de mer. MAP Technical Reports Series No. 55. UNEP, Athens, 1991 (95 pages) (anglais seulement).
56. PNUE/COI/FAO: Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par les matières synthétiques persistantes qui peuvent flotter, couler ou rester en suspension. MAP Technical Reports Series No. 56. UNEP, Athens, 1991 (113 pages) (anglais et français).
57. PNUE/OMS: Recherches sur la toxicité, la persistance, la bioaccumulation, la cancérogénicité et la mutagénicité de certaines substances (Activité G). Rapports finaux sur les projets ayant trait à la cancérogénicité et la mutagénicité. MAP Technical Reports Series No. 57. UNEP, Athens, 1991 (59 pages) (anglais seulement).
58. PNUE/FAO/OMS/AIEA: Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par les composés organophosphorés. MAP Technical Reports Series No. 58. UNEP, Athens, 1991 (122 pages) (anglais et français).
59. PNUE/FAO/AIEA: Actes de la réunion consultative FAO/PNUE/AIEA sur l'accumulation et la transformation des contaminants chimiques par les processus biotiques et abiotiques dans le milieu marin (La Spezia, Italie, 24-28 septembre 1990), publié sous la direction de G.P. Gabrielides. MAP Technical Reports Series No. 59. UNEP, Athens, 1991 (392 pages) (anglais seulement).
60. PNUE/OMS: Mise au point et essai des techniques d'échantillonnage et d'analyse pour la surveillance continue des polluants marins (Activité A): Rapports finaux sur certains projets de nature microbiologique (1987-1990). MAP Technical Reports Series No. 60. UNEP, Athens, 1991 (76 pages) (parties en anglais ou français seulement).
61. PNUE: Planification intégrée et gestion des zones côtières méditerranéennes. Textes rédigés au cours de la première et de la deuxième phase de l'action prioritaire (1985-1986). MAP Technical Reports Series No. 61. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1991 (437 pages) (parties en anglais ou français seulement).
62. PNUE/AIEA: Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par les substances radioactives. MAP Technical Reports Series No. 62, UNEP, Athens, 1992 (133 pages) (anglais et français).
63. PNUE/OMS: Cycles biogéochimiques de polluants spécifiques (Activité K) - Survie des pathogènes - Rapports finaux sur les projets de recherche (1989-1991). MAP Technical Reports Series No. 63, UNEP, Athens, 1992 (86 pages) (français seulement).
64. PNUE/OMM: Pollution par voie atmosphérique de la mer Méditerranée. Rapport et actes des deuxième journées d'études OMM/PNUE. MAP Technical Reports Series No. 64, UNEP, Athens, 1992 (246 pages) (anglais seulement).
65. PNUE: Répertoire des centres relatifs au milieu marin en Méditerranée. MAP Technical Reports Series No. 65, UNEP, Athens, 1992 (351 pages) (anglais et français).
66. PNUE/CRU: Modifications régionales du climat dans le bassin méditerranéen résultant du réchauffement global dû aux gaz à effet de serre. MAP Technical Reports Series No. 66, UNEP, Athens, 1992 (172 pages) (anglais seulement).

67. PNUE/COI: Applicabilité de la télédétection à l'étude des paramètres de la qualité de l'eau en Méditerranée. Rapport final du projet de recherche. MAP Technical Reports Series No. 67, UNEP, Athens, 1992 (142 pages) (anglais seulement).
68. PNUE/FAO/COI: Evaluation des ateliers de formation sur le traitement statistique et l'interprétation des données relatives aux communautés marines. MAP Technical Reports Series No. 68. UNEP, Athens, 1992 (221 pages) (anglais seulement).
69. PNUE/FAO/COI: Actes de l'Atelier FAO/PNUE/COI sur les effets biologiques des polluants sur les organismes marins (Malte, 10-14 septembre 1991), publié sous la direction de G.P. Gabrielides. MAP Technical Reports Series No. 69. UNEP, Athens, 1992 (287 pages) (anglais seulement).
70. PNUE/AIEA/COI/FAO: Composés organohalogénés dans le milieu marin: Une synthèse. MAP Technical Reports Series No. 70. UNEP, Athens, 1992 (49 pages) (anglais seulement).
71. PNUE/FAO/COI: Techniques sélectionnées de surveillance continue des effets biologiques des polluants sur les organismes marins. MAP Technical Reports Series No. 71. UNEP, Athens, 1993 (189 pages) (anglais seulement).
72. PNUE: Coûts et bénéfices des mesures pour la réduction de la dégradation de l'environnement des sources de pollution d'origine tellurique dans les zones côtières. A - Etude de cas de la baie d'Izmir. B - Etude de cas de l'île de Rhodes. MAP Technical Reports Series No. 72. UNEP, Athens, 1993 (64 pages) (anglais seulement).
73. PNUE/FAO: Rapports finaux sur les projets de recherche traitant des effets de polluants sur les communautés et les organismes marins. MAP Technical Reports Series No. 73. UNEP, Athens, 1993 (186 pages) (anglais et français).
74. PNUE/FIS: Rapport de l'Atelier de formation sur les aspects de la documentation marine en Méditerranée. MAP Technical Reports Series No. 74. UNEP, Athens, 1993 (38 pages) (anglais seulement).
75. PNUE/OMS: Mise au point et essai des techniques d'échantillonnage et d'analyse pour la surveillance continue des polluants marins (Activité A). MAP Technical Reports Series No. 75. UNEP, Athens, 1993 (90 pages) (anglais seulement).
76. PNUE/OMS: Cycles biogéochimiques de polluants spécifiques (Activité K): Surveillance des pathogènes. MAP Technical Reports Series No. 76. UNEP, Athens, 1993 (68 pages) (anglais et français).
77. PNUE/FAO/AIEA: Conception des programmes de surveillance continue et de gestion des données concernant les contaminants chimiques dans les organismes marins. MAP Technical Reports Series No. 77. UNEP, Athens, 1993 (236 pages) (anglais seulement).
78. PNUE/FAO: Rapports finaux sur les projets de recherche traitant des problèmes de l'eutrophisation. MAP Technical Reports Series No. 78. UNEP, Athens, 1994 (139 pages) (anglais seulement).
79. PNUE/FAO: Rapports finaux sur les projets de recherche traitant de la toxicité des polluants sur les organismes marins. MAP Technical Reports Series No. 79. UNEP, Athens, 1994 (135 pages) (parties en anglais ou français seulement).
80. PNUE/FAO: Rapports finaux sur les projets de recherche traitant des effets des polluants sur les organismes et communautés marins. MAP Technical Reports Series No. 80. UNEP, Athens, 1994 (123 pages) (anglais seulement).

81. PNUE/AIEA: Examen de la qualité des données pour le MED POL: Dix-neuf années de progrès. MAP Technical Reports Series No. 81. UNEP, Athens, 1994 (79 pages) (anglais seulement).
82. PNUE/UICN: Rapport technique sur l'état des cétacés en Méditerranée. MAP Technical Reports Series No. 82. PNUE, Centre d'activités régionales pour les aires spécialement protégées, Tunis, 1994 (37 pages) (anglais seulement).
83. PNUE/UICN: Les aires protégées en Méditerranée. Essai d'étude analytique de la législation pertinente. MAP Technical Reports Series No. 83. PNUE, Centre d'activités régionales pour les aires spécialement protégées, Tunis, 1994 (55 pages) (français seulement).
84. PNUE: Etude de gestion intégrée pour la zone d'Izmir. MAP Technical Reports Series No. 84, PNUE, Centre d'activités régionales pour le programme d'actions prioritaires, Split, 1994 (130 pages) (anglais seulement).
85. PNUE/OMM: Evaluation de la pollution transférée par voie atmosphérique en mer Méditerranée pour les composés soufrés, azotés et pour les métaux lourds en 1991. MAP Technical Reports Series No. 85, UNEP, Athens, 1994 (304 pages) (anglais seulement).
86. PNUE: Programme de surveillance continue de la zone côtière de l'Adriatique Est - Rapport pour 1983-1991. MAP Technical Reports Series No. 86, UNEP, Athens, 1994 (311 pages) (anglais seulement).
87. PNUE/OMS: Identification de constituants microbiologiques et de dosage (mise au point et essai de méthodes) de contaminants donnés (Domaine de recherche I) - Rapports finaux sur certains projets de nature microbiologique. MAP Technical Reports Series No. 87, UNEP, Athens, 1994 (136 pages) (anglais seulement).
88. PNUE: Actes du Séminaire débat sur la prospective méditerranéenne. MAP Technical Reports Series No. 88, UNEP, Blue Plan Regional Activity Centre, Sophia Antipolis, 1994 (176 pages) (parties en anglais ou français seulement).
89. PNUE: Projet de la Baie d'Iskenderun. Volume I. Gestion de l'environnement dans le cadre de l'environnement-développement. MAP Technical Reports Series No. 89, PNUE, Centre d'activités régionales pour le Plan Bleu, Sophia Antipolis, 1994 (144 pages) (anglais seulement).
90. PNUE: Projet de la Baie d'Iskenderun. Volume II. Analyse systémique et prospective. MAP Technical Reports Series No. 90, UNEP, Sophia Antipolis, 1994 (142 pages) (parties en anglais ou français seulement).



Issued and printed by:

Mediterranean Action Plan  
United Nations Environment Programme

Additional copies of this and other publications issued by  
the Mediterranean Action Plan of UNEP can be obtained from:

Coordinating Unit for the Mediterranean Action Plan  
United Nations Environment Programme  
Leoforos Vassileos Konstantinou, 48  
P.O.Box 18019  
11610 Athens  
GREECE



Publié et imprimé par:

Plan d'action pour la Méditerranée  
Programme des Nations Unies pour l'Environnement

Des exemplaires de ce document ainsi que d'autres  
publications du Plan d'action pour la Méditerranée  
du PNUE peuvent être obtenus de:

Unité de coordination du Plan d'action pour la Méditerranée  
Programme des Nations Unies pour l'Environnement  
Leoforos Vassileos Konstantinou, 48  
B.P. 18019  
11610 Athènes  
GRECE