



Programme des  
Nations Unies  
pour l'environnement

PLAN D'ACTION POUR LA MEDITERRANEE

PROGRAMME  
D' ACTIONS  
PRIORITAIRES



*Cadre conceptuel et  
directives pour*

# LA GESTION INTEGREE DU LITTORAL ET DES BASSINS FLUVIAUX

**Note:**

Ce document a été rédigé par le Professeur Harry Coccossis (Université d'Égée en Grèce), le Professeur Tim Burt (Université de Durham en Grande Bretagne) et M. Jentje van der Weide (Delft Hydraulics aux Pays-Bas). Lors de la finalisation du document, une assistance précieuse a été apportée par Mme Alexandra Mexa, préparant un PhD, et Mme Irene Xydi, environnementaliste. Différentes personnalités ont également contribué à ce rapport, en particulier M. Paul Akiwumi, Dr. Stjepan Keckes, Dr. Takehiro Nakamura, Prof. Jure Margeta et Prof. Muhammed El-Raey. Mme Branka Baric, Mme Zeljka Skaricic et Mme Ta Thu Thuy ont contribué à la rédaction finale du document, et M. Mario Brzic et M. Slobodan Pavasovic ont préparé le document pour impression.

Les appellations employées dans ce document et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies, du Programme des Nations Unies pour l'environnement, du Plan d'action pour la Méditerranée et de son Centre d'activités régionales pour le Programme d'actions prioritaires aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières et limites.

© *Programme des Nations Unies pour  
l'environnement  
Plan d'action pour la Méditerranée  
Programme d'actions prioritaires*

ISBN 953-6429-28-4

Le texte de la présente publication peut être reproduit en tout ou en partie à des fins pédagogiques et non lucratives sans autorisation spéciale de la part du détenteur du copyright, à condition de faire mention de la source. Le PAP serait reconnaissant de recevoir un exemplaire de toutes les publications qui ont utilisé ce matériel comme source.

Cette publication ne peut être vendue ni utilisée à quelque fin commerciale que ce soit sans autorisation préalable de la part du PAP.

*A des fins bibliographiques, citer le présent document  
comme suit:*

PNUE/PAM/PAP: Cadre conceptuel et directives pour la gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux. Split, Programme d'actions prioritaires, 1999.

# Sommaire

Liste des figures	iii
Liste des encadrés	iii
Liste des tableaux	iii
Liste des acronymes	iv
Préface	v
Résumé	vii
Avertissement au lecteur	xi

## Partie I: CADRE CONCEPTUEL

<b>Chapitre 1. Introduction à la gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux</b>	<b>3</b>
1.1. Pourquoi la gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux?	3
1.2. Préparation du terrain pour la GILIF	4
1.2.1. La mise en relation des cours d'eau avec le littoral	4
1.2.2. La gestion du littoral et la gestion des cours d'eau	4
1.2.3. L'élargissement du champ de gestion	5
1.2.4. La nécessité d'une approche intégrée	6
1.3. Comment fonctionne la GILIF?	7
1.4. Quels sont les avantages de la GILIF?	7
1.4.1. Objectifs	7
1.4.2. Orientations	8
1.4.3. Produits	8
<b>Chapitre 2. Systèmes naturels du littoral et des bassins fluviaux</b>	<b>9</b>
2.1. La mise en relation des cours d'eau avec le littoral: le concept de systèmes	9
2.1.1. Introduction	9
2.1.2. L'approche systémique de la GILIF	9
2.1.3. Les limites	11
2.1.4. La structure	11
2.2. Le système littoral	13
2.2.1. Les limites	13
2.2.2. Les eaux côtières	14
2.2.3. La bande littorale	15
2.2.4. L'estuaire	15
2.2.5. La plaine côtière	16
2.3. Les bassins fluviaux	17
2.3.1. Structure du bassin fluvial	17
2.3.2. Processus au sein du bassin fluvial	18
<b>Chapitre 3. Les bassins fluviaux, le littoral et leur exploitation par l'homme</b>	<b>21</b>
3.1. La mise en relation du littoral avec le cours d'eau: une analogie pour le système anthropique	21
3.1.1. Introduction	21
3.1.2. L'approche systémique de la GILIF	21
3.2. Le système des usages du littoral	22
3.2.1. Les limites	22
3.2.2. Les eaux côtières	22

3.2.3.	La bande littorale	23
3.2.4.	L'estuaire	23
3.2.5.	La plaine côtière	26
3.3.	Le système des usages du bassin fluvial	26
3.4.	Conflits d'usage, contraintes et opportunités	30
<b>Chapitre 4. Vers une stratégie de gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux</b>		<b>37</b>
4.1.	Les approches de la gestion des bassins fluviaux et du littoral	37
4.2.	Les priorités de politique générale	40
4.3.	Les stratégies	41
<b>Partie II: DIRECTIVES</b>		
<b>Chapitre 5. Le processus de planification de la gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux</b>		<b>45</b>
5.1.	Les phases du processus	45
5.2.	Description du processus de GILIF	47
5.2.1.	Le démarrage	47
5.2.2.	L'analyse des conditions actuelles et des prospectives	48
5.2.3.	La délimitation des zones de gestion	49
5.2.4.	L'identification des conflits et des opportunités	50
5.2.5.	L'identification des objectifs et des scénarios alternatifs	51
5.2.6.	L'élaboration de la stratégie	52
5.2.7.	La mise en œuvre	55
5.2.8.	Le suivi et l'évaluation	55
<b>Chapitre 6. Instruments et méthodes pour la mise en œuvre de la gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux</b>		<b>57</b>
6.1.	Gestion de l'information	58
6.1.1.	Collecte et gestion des données	58
6.1.2.	Utilisation des données	58
6.1.3.	Contenu et structure de la base de données	59
6.1.4.	Systèmes d'aide à la décision (SAD)	60
6.2.	Elaboration du plan	60
6.2.1.	Scénarios environnement-développement	61
6.2.2.	Evaluation de la capacité d'accueil (ECA)	61
6.3.	Mise en œuvre du plan	62
6.3.1.	Réglementation et contrôle	62
6.3.2.	Les zones tampon	63
6.3.3.	Instruments économiques	64
6.3.4.	Sensibilisation du public et renforcement des capacités institutionnelles	64
6.3.5.	Etude d'impact sur l'environnement (EIE)	65
6.3.6.	Evaluation stratégique de l'environnement (ESE)	65
6.3.7.	Analyse économique coûts - bénéfiques	66
6.3.8.	Analyse des risques	67
6.3.9.	Résolution de conflits	67
<b>Annexe 1. Développement d'une approche systémique pour le système naturel</b>		<b>69</b>
<b>Annexe 2. Classification des littoraux</b>		<b>73</b>
<b>Annexe 3. Développement d'une approche systémique pour le système anthropique</b>		<b>75</b>
<b>Bibliographie</b>		<b>79</b>

## Liste des figures

Figure 1: Principales composantes physiques de la GILIF	5
Figure 2: a) Schéma général des composantes naturelles du système b) Eléments de la composante abiotique	13
Figure 3: Une expression artistique des différents usages du littoral	24
Figure 4: Approche systémique de la GILIF	30
Figure 5: Diagramme préservation-développement	31
Figure 6: Matrice des impacts	33
Figure 7: Cadre général de l'analyse pression – état – effet – réponse (P-E-E-R)	34
Figure 8: Processus de planification de la GILIF	46
Figure 9: Etapes du processus d'EIE	66
Figure 10: Approche de la composante naturelle du système, représentée par une boîte noire	70
Figure 11: Approche de la composante anthropique du système, représentée par une boîte noire	75
Figure 12: Couplage des composantes des systèmes naturel et anthropique	76
Figure 13: Système et contrôles	77
Figure 14: Structure de la composante anthropique du système	78

## Liste des encadrés

Encadré 1. Introduction à la théorie des systèmes	10
Encadré 2. A propos des objectifs de la GILIF	39
Encadré 3. A propos des objectifs spécifiques de la GILIF	40
Encadré 4. Délimitation des zones dans la GILIF	50
Encadré 5. Types de participation	54
Encadré 6. Proposition de base de données pour la GILIF	59
Encadré 7. Forum de l'estuaire de Forth, Ecosse, Royaume Uni	60
Encadré 8. Ria de Aveiro, Portugal	63
Encadré 9. L'exemple de la Caroline du Nord	64
Encadré 10. Objectifs de l'EIE	65

## Liste des tableaux

Tableau 1: Paramètres environnementaux caractérisant les fonctions de la nature	12
Tableau 2: Pressions exercées sur le système naturel par les activités humaines	35
Tableau 3: Instruments de la GILIF	57
Tableau 4: Fonctions de la nature	71

## Liste des acronymes

<b>CNUED</b>	Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement
<b>ECA</b>	Evaluation de la capacité d'accueil
<b>EIE</b>	Etude d'impact sur l'environnement
<b>ESE</b>	Evaluation stratégique de l'environnement
<b>GIL</b>	Gestion intégrée du littoral
<b>GILIF</b>	Gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux
<b>GIZC</b>	Gestion intégrée des zones côtières
<b>METAP</b>	Programme environnemental d'assistance technique pour la Méditerranée
<b>OCDE</b>	Organisation de coopération et de développement économiques
<b>ONG</b>	Organisation non gouvernementale
<b>PAM</b>	Plan d'action pour la Méditerranée
<b>PAP</b>	Programme d'actions prioritaires
<b>PNUE</b>	Programme des Nations Unies pour l'environnement
<b>SIG</b>	Système d'informations géographiques
<b>SAD</b>	Système d'aide à la décision
<b>UNCLOS</b>	Convention des Nations Unies sur le droit de la mer
<b>ZEE</b>	Zone économique exclusive

## Préface

Le littoral mondial ploie sous les assauts de l'humanité. Près des deux tiers de la population mondiale – soit environ 3,6 milliards de personnes – vit aujourd'hui le long des côtes. Dans les trois prochaines décennies, cette proportion pourra atteindre 75 pour cent, ce qui dépassera de près d'un milliard la population actuellement concernée.

Cette pression a déclenché une dégradation généralisée des ressources. Dans une grande partie de l'Asie et de l'Afrique, ainsi que dans certaines parties de l'Amérique Latine, la pêche côtière est surexploitée de façon chronique. Des ressources côtières vulnérables, telles que les mangroves et les récifs coralliens – constituant des écosystèmes parmi les plus productifs et biologiquement les plus diversifiés sur la Terre – sont ravagées au nom du développement. L'abattage massif des arbres à des fins de construction et de chauffage, la reconversion d'espaces en bassins d'élevage de poissons et de coquillages, et l'expansion des zones urbaines et des terres agricoles, ont globalement nécessité des millions d'hectares.

Par ailleurs, la maîtrise de la pollution en milieu marin est étroitement liée à l'intégrité écologique des bassins versants amont correspondants. Il est reconnu que la population vivant dans les bassins versants est affectée par la pollution générée par les activités localisées sur terre, de manière plus dramatique que celle vivant sur le littoral. Cela est dû au fait que la pollution produite sur terre rejoint la mer en étant transportée par les rivières. En conséquence, toute activité qui érode les sols – tronçonnage, construction de routes sur des pentes abruptes, construction ou agriculture sans terrassement de protection – augmente le transport de sédiments arrachés du sol dans les cours d'eaux et, ensuite, dans la mer. Les écosystèmes marins sont ainsi dégradés par des pratiques culturelles sans précaution, parfois conduites à des centaines ou même des milliers de kilomètres en amont.

La modification des bassins versants par l'activité anthropique a causé des changements dramatiques dans les flux d'eau et de substances nutritives aboutissant dans la mer. Dans le sud de l'ex-Union soviétique, la construction de barrages a bloqué entre 30 et 97 pour cent des écoulements d'eau douce vers les grands estuaires et les zones nutritives des mers Noire, Caspienne, d'Azov et d'Aral. Dans d'autres régions, l'épuisement de l'oxygène dissous dans les zones littorales a éliminé des écosystèmes en eau saumâtre.

Dans les pays du monde entier, les quantités d'eau douce arrivant à la mer sont tributaires d'intérêts qui rejoignent rarement ceux de la santé du milieu marin. De ce fait, il devient impératif de développer des mécanismes capables de coordonner les institutions en charge des eaux douces avec celles en charge du milieu marin, si l'on veut préserver les relations écologiques vitales existant entre les cours d'eau et la mer.

L'arrêt de la destruction des zones côtières est d'une importance suprême, même si seule une fraction de ces ressources à valeur génétique doit être sauvegardée. Seules peuvent le faire des stratégies de gestion intégrée du littoral, qui tiennent compte de la croissance et de la distribution démographique, des tendances d'urbanisation, des modes de consommation, de la production de déchets et de l'utilisation des ressources disponibles.

La gestion intégrée du littoral (GIL) est un outil approprié pour atteindre cet objectif. Par cet outil, les gestionnaires du littoral prennent conscience que les apports d'eau douce sur le littoral ont des impacts considérables sur le milieu littoral et le bien être des populations vivant dans ces zones. Les relations physiques et socio-économiques entre les bassins fluviaux et les zones littorales correspondantes sont la base d'une approche

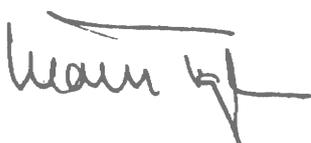
intégrée de développement durable. Cette nouvelle approche est connue sous le nom de "gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux (GILIF)". Les aspects prioritaires abordés dans cette nouvelle approche de gestion sont : le développement des capacités institutionnelles, l'aménagement du territoire littoral, le développement des bassins fluviaux et la gestion des ressources, la législation et son application, la protection et la préservation de la côte et des rives des cours d'eau.

Le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) et le Centre d'activités régionales pour le Programme d'actions prioritaires (PAP/CAR) du Plan d'action pour la Méditerranée (PAM) se sont impliqués pour développer le concept de GILIF et pour présenter son application pratique à la gestion spécifique des systèmes fluvio-littoraux. La première réunion du Groupe d'experts sur le concept et le développement des directives concernant la gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux, tenue à Nairobi en 1996, a décidé de développer davantage le concept de GILIF à l'intention des décideurs et d'autres porteurs d'intérêts concernés, en tant qu'outil pour le développement durable des bassins fluviaux et du littoral.

Le premier pas dans ce sens a été d'élaborer des directives pratiques pour servir de base à l'action future. Au cours de trois réunions suivantes du Groupe d'experts, le document intitulé "Cadre conceptuel et directives pour la gestion du littoral et des bassins fluviaux" a été finalisé.

La première partie de ce document présente le cadre conceptuel pour la gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux, basé sur les relations hydrologiques, géochimiques, écologiques et socio-économiques existant entre ces deux zones. La seconde partie du document présente les démarches pratiques à suivre pour atteindre les objectifs de la GILIF. Ces directives serviront de repère aux décideurs et aux aménageurs de l'environnement et des ressources, ainsi qu'à d'autres porteurs d'intérêts impliqués dans la gestion des ressources naturelles.

Nous espérons que ce document contribuera à la réalisation des objectifs fixés lors de la Conférence de Rio. Nous souhaitons également que les méthodologies proposées dans ce document puissent être reprises non seulement en Méditerranée mais aussi, avec des modifications appropriées, dans d'autres régions du monde.



**Klaus Töpfer**

Directeur exécutif  
Programme des Nations Unies pour  
l'environnement



**Ivica Trumbic**

Directeur  
Centre d'activités régionales  
Programme d'actions prioritaires  
Plan d'action pour la Méditerranée

# Résumé

## Relations existant entre le littoral et les bassins fluviaux

Le littoral et les bassins fluviaux sont constitués de milieux naturels remarquables, en même temps qu'ils sont intensivement utilisés par l'homme. Les deux systèmes accueillent une diversité de fonctions socio-économiques en leur fournissant l'espace et les ressources nécessaires, et en absorbant les produits indésirables. Avec l'expansion et la croissance des activités humaines, les relations fonctionnelles entre le littoral et les bassins fluviaux se renforcent. Les activités économiques situées à l'aval bénéficient des ressources provenant de l'amont, telles que l'eau, les matériaux et le bois. D'autre part, le littoral favorise le développement de l'habitat, de l'industrie et du tourisme, dont les effets positifs se ressentent loin en amont dans les bassins fluviaux.

Le littoral est une partie importante du bassin fluvial. Les deux zones sont reliées par de nombreux processus naturels et socio-économiques:

- Le cycle de l'eau influence la qualité et la quantité de l'eau et, pour finir, la qualité de l'eau de mer, affectant ainsi les écosystèmes côtiers et les activités humaines du littoral (pêche/aquaculture et tourisme/loisirs).
- Le transport de sédiments affecte les sols et la dynamique du littoral, induisant un effet sur les écosystèmes côtiers et les activités humaines du littoral (pêche/aquaculture, développement urbain, tourisme, etc.).
- Les activités humaines dans le bassin fluvial peuvent affecter les écosystèmes côtiers et les activités humaines du littoral, de manière soit positive, en apportant les nutriments, l'eau et l'énergie, soit négative, en dérivant l'eau vers l'irrigation ou vers d'autres usages, ou en polluant les rivières.

## La nécessité d'une gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux

Le traitement des problèmes sur le littoral, comme dans les bassins fluviaux, demande une approche multi-sectorielle, bien que l'accent soit porté sur des points différents du fait que:

- la gestion des bassins fluviaux consiste principalement en une coordination multi-sectorielle de quelques éléments d'aménagement rural; tandis que
- la gestion du littoral est principalement concentrée sur l'aménagement du littoral et la gestion des ressources, et plus particulièrement sur la réglementation de l'occupation des sols et sur les interventions physiques (programmation de projets).

Autrefois, les bassins fluviaux n'étaient gérés que du point de vue de l'approvisionnement en eau. De nombreuses autres fonctions sur ces bassins ont été progressivement reconnues, telles que le tourisme, la protection de la nature et du patrimoine culturel. Aujourd'hui, il est devenu évident que les bassins fluviaux doivent être gérés de manière intégrée.

Le littoral est partout une zone d'intense activité humaine. A la différence des bassins fluviaux, la gestion du littoral a depuis longtemps combiné deux facettes: la gestion des ressources marines et l'aménagement du littoral. La surexploitation du littoral est à l'origine de nombreux conflits. Comme pour les bassins fluviaux, il est désormais

largement reconnu que la gestion intégrée du littoral est un des fondements du développement durable.

Etant donné que le littoral et les bassins fluviaux sont des entités physiques et écologiques liées, des changements dans l'occupation du sol et l'utilisation des ressources en amont affecteront les zones en aval.

Les conflits dans l'exploitation des ressources naturelles et dans l'occupation du sol ont rendu nécessaire une approche globale, prenant en compte des objectifs et des intérêts multiples variant dans le temps et dans l'espace. Dans cette perspective contemporaine, une approche intégrée dans la gestion du littoral et des bassins fluviaux se justifie pleinement et est opportune.

## **L'approche**

La gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux (GILIF) consiste en l'adoption d'orientations et de politiques ainsi qu'en la création de mécanismes de gestion, qui reconnaissent les interrelations existant entre les deux systèmes, en vue de la protection de l'environnement et du développement socio-économique.

Les *orientations* de la gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux s'insèrent dans le cadre du développement durable selon lequel, en termes d'équité entre les générations, la protection de l'environnement est un objectif à long terme de même importance que la rentabilité économique et l'équité sociale.

Les *principes* de base de la gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux, dans le cadre du développement durable, impliquent de:

- respecter l'intégrité de l'écosystème d'un bassin fluvial ou d'un littoral, en acceptant de limiter l'exploitation des ressources,
- garantir l'importance stratégique des ressources renouvelables dans le développement socio-économique,
- garantir l'exploitation multiple des ressources, en intégrant les activités complémentaires et en réglant les activités en conflit,
- garantir l'intégration des différents secteurs et niveaux administratifs dans la prise de décision, en associant les interventions locales à la gestion à plus grande échelle, et
- faire participer tous les acteurs, et surtout la population locale, au processus de planification pour garantir une gestion efficace.

Dans l'élaboration d'un système de gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux, il faut adopter une approche proactive. Dans cette optique, la planification joue un rôle particulier dans le processus de gestion et dans la création d'un cadre stratégique d'orientations, de politiques et d'actions.

La formulation d'une stratégie de GILIF dépend des particularités locales et des conditions prévalant au niveau national et régional. Elle exige souvent d'aborder des aspects qui ont un impact sur la gestion du bassin fluvial ou du littoral, mais qui ne relèvent pas de la compétence des acteurs impliqués dans le processus.

Du fait de sa complexité, la GILIF exige une coopération de haut niveau au sein des structures institutionnelles ainsi qu'entre elles. Une coopération horizontale intense est requise entre les institutions sectorielles dans la phase de planification et une coopération verticale importante est indispensable entre les institutions dans la phase de mise en œuvre.

Etant donné que les questions abordées dépassent souvent les frontières administratives, il est nécessaire de travailler à différents niveaux (national, infra-national et local):

- Au niveau national, les aspects de politique générale relatifs à la formulation et à la mise en œuvre du processus de GILIF doivent être définis. Une stratégie doit être élaborée et fournir les directives nécessaires à l'attention des initiatives locales et régionales. Un organisme en charge de la gestion du littoral et des bassins fluviaux doit être identifié au niveau national. Les normes environnementales et de protection seront définies à ce niveau. Un comité peut être créé pour travailler sur les problèmes sectoriels et faciliter la participation de tous les ministères concernés.
- Au niveau infra-national, des schémas plus détaillés peuvent être élaborés sur la base des directives nationales de GILIF. Les plans locaux de gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux seront coordonnés avec le traitement de certains conflits avec les orientations nationales.
- Des plans de détail doivent être établis au niveau local.

Deux conditions préalables à la mise en œuvre des plans établis doivent être remplies sur la base de la stratégie élaborée:

- Les plans doivent avoir un statut légal qui garantira en grande partie la réussite de leur mise en œuvre.
- Ils doivent être réalistes, c'est-à-dire composés de politiques et d'actions en adéquation avec l'importance des problèmes, la capacité de gestion, les ressources humaines et financières existantes et l'appui technologique disponible.

Les outils et méthodes les plus divers peuvent être utilisés dans la gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux, dans les phases d'exploitation de l'information, d'élaboration des plans et de mise en œuvre de ceux-ci: bases de données, systèmes d'informations géographiques (SIG), systèmes d'aide à la décision (SAD), études d'impact sur l'environnement (EIE), évaluation stratégique de l'environnement (ESE), analyse économique coûts - bénéfices, scénarios environnement - développement, évaluation de la capacité d'accueil (ECA), réglementation et contrôle, mécanismes financiers, sensibilisation et développement institutionnel, traitement des conflits, etc.

### **Champ d'action**

Des petites portions de littoral peuvent échapper à l'influence d'apports fluviaux, mais dès que des portions plus longues sont concernées, l'impact des cours d'eau s'accroît inévitablement. De même, de petits bassins fluviaux affecteront le littoral de manière insignifiante, sauf dans de rares exceptions. Mais plus le bassin est grand, plus le risque est fort que des produits en provenance du bassin affectent le littoral. Par ailleurs, du fait des relations étroites entre les cours d'eau et le littoral, les modifications dans un bassin fluvial peuvent être ressentis très loin.

Toutes les activités relevant de la GILIF n'exigeront pas une approche entièrement intégrée. L'ampleur du problème et l'impact de la gestion déterminent dans quelle mesure la GILIF doit être appliquée. Dans certains cas, la gestion d'un secteur peut être indépendante des autres, mais avec l'ampleur croissante de la tâche, la nécessité d'une approche intégrée augmentera. Les présentes directives fournissent un cadre conceptuel pour évaluer cette nécessité dans chaque cas individuel et pour mettre en place un processus efficace de GILIF.

## **Résultats escomptés**

La gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux offre l'opportunité d'aborder explicitement des aspects de ces systèmes auparavant considérés comme hors du champ de préoccupations. Une approche intégrée améliore la coordination entre la décision et l'action dans les divers secteurs (eau, forêts, agriculture, développement urbain, protection de l'environnement, etc.) et sur le plan géographique, et aboutit à une utilisation plus rationnelle des ressources et une protection plus efficace de l'environnement.

Le résultat escompté d'une approche intégrée de la gestion sera l'optimisation des interventions sectorielles dans le temps et dans l'espace, dans le but de réduire les conflits potentiels, les lacunes éventuelles et d'éviter les doublons entre les politiques. Cela sera atteint par la reconnaissance des relations cruciales existant entre le littoral et les bassins fluviaux (processus naturels et activités humaines) et par l'identification des interventions stratégiques clés, géographiques et sectorielles. A cet égard, la diversité spatiale et temporelle des différents processus se déroulant sur le littoral et dans les bassins fluviaux, doit être reconnue et prise en compte dans les décisions.

## Avertissement au lecteur

Le *cadre conceptuel* et les *directives* qui sont présentés dans ce document visent à :

- sensibiliser les acteurs impliqués dans la gestion du littoral aux questions concernant les bassins fluviaux,
- sensibiliser les acteurs impliqués dans la gestion de bassins fluviaux aux questions concernant le littoral, et
- fournir un cadre de référence pour la gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux (GILIF).

Le *cadre* et les *directives* doivent être considérés comme un outil de référence général, tandis que le détail des processus naturels, des activités humaines et de leurs interactions est à rechercher dans la littérature scientifique spécialisée. La présentation détaillée des méthodes et techniques d'aménagement et de gestion de l'environnement, ainsi que l'information sur des outils spécifiques, sont également à rechercher auprès de sources spécialisées.

La Partie I présente le *cadre conceptuel* de base sur les relations entre la gestion du littoral et celle des bassins fluviaux et *vice versa*.

- Le premier chapitre fournit le contexte de base de la gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux, ainsi que la justification pour leur gestion conjointe.
- Le deuxième chapitre décrit les principaux traits physiques et les processus ayant lieu sur le littoral et dans les bassins fluviaux, en particulier le cycle de l'eau et le transfert de sédiments qui sont les processus structurant les relations entre le littoral et les bassins fluviaux.
- Le troisième chapitre traite des questions relatives aux usages humains dans les bassins fluviaux et sur le littoral, en se focalisant sur la pression démographique, les activités économiques liées à l'exploitation des ressources, l'urbanisation et le développement des infrastructures, et les modes d'occupation des sols, pour montrer comment leurs effets sur les systèmes environnementaux (perte d'habitats, pollution, érosion, etc.) peuvent affecter les activités humaines en retour.
- Le quatrième chapitre aborde le concept de base et les éléments (principes, orientations et objectifs) permettant de monter des actions conjointes de gestion du littoral et des bassins fluviaux, ainsi que les stratégies alternatives pour les mettre en œuvre.

La Partie II contient les *directives* pour la gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux.

- Le cinquième chapitre présente les étapes de la démarche pour élaborer un plan et un programme de gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux. Il montre comment organiser le processus d'élaboration d'une stratégie et d'un plan d'action.
- Enfin, le sixième chapitre donne un aperçu de quelques instruments clés pour mettre en place une gestion intégrée, en montrant leurs traits fondamentaux et leur utilisation potentielle, et en insistant sur les outils les plus récents.

Les *directives* fournissent un cadre conceptuel pour démarrer des activités et peuvent également être utilisées de façon sélective pour des aspects spécifiques de la gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux.



## **Partie I: CADRE CONCEPTUEL**

# Chapitre 1. Introduction à la gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux

## 1.1. Pourquoi la gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux?

Le littoral et les bassins fluviaux sont constitués de milieux naturels remarquables, intensivement utilisés par l'homme. L'activité humaine a pris de l'ampleur avec le temps, de sorte que les relations fonctionnelles entre le littoral et les bassins fluviaux se sont renforcées. Les activités économiques en aval bénéficient de ressources situées en amont, telles que l'eau, les matériaux et le bois. D'autre part, le littoral favorise le développement de l'habitat et de l'industrie, bénéfique pour les bassins fluviaux. Dans des siècles reculés, l'effet de l'homme sur les systèmes fluviaux et littoraux était plutôt faible et localisé. Aujourd'hui, les pressions anthropiques sur le paysage sont fortes et variées, et influent nettement sur le degré d'interdépendance entre les systèmes fluviaux et le littoral.

Les frontières administratives et les structures actuelles de gestion ne sont plus suffisantes pour guider et maîtriser ces développements socio-économiques. De nouvelles structures de gestion et des instruments capables de prendre en compte les relations fonctionnelles étroites existant entre le littoral et les bassins fluviaux, doivent être développés.

Les écosystèmes côtiers et fluviaux accueillent une diversité de fonctions socio-économiques. Par exemple:

- ils fournissent l'espace nécessaire au développement urbain et industriel,
- ils produisent des ressources biologiques et minérales, telles que les poissons, les produits agricoles, les matériaux, l'eau, le pétrole et le gaz, et
- ils absorbent les produits indésirables, tels que les rejets domestiques et les déchets industriels.

La plupart, si ce ne sont pas toutes, ces fonctions sont affectées par le développement socio-économique. Le développement incontrôlé dans l'arrière-pays peut affecter le littoral et *vice versa*, et peut finalement induire la perte de ressources vitales. Voici quelques exemples:

- l'érosion des sols et la perte de terres fertiles, causées par la déforestation,
- la pollution des eaux de surface et souterraines, causée par les activités agricoles et industrielles,
- la perte de terres productives, due à l'érosion littorale et à la construction de barrages, et
- la dégradation des zones humides littorales, causée par le changement des conditions hydrologiques en amont.

La Gestion Intégrée du Littoral et des bassins Fluviaux (GILIF) propose une voie pour une approche intégrée du développement des milieux naturels, économiques et culturels sur le littoral et dans les bassins fluviaux.

Les objectifs actuels de gestion ne sont plus suffisants pour guider et maîtriser cette diversité de processus physiques, biologiques et écologiques. Une nouvelle approche de la gestion environnementale, capable de prendre en compte les relations fonctionnelles étroites existant entre le littoral et les bassins fluviaux, doit être développée.

## **1.2. Préparation du terrain pour la GILIF**

### **1.2.1. La mise en relation des cours d'eau avec le littoral**

La gestion du littoral et des bassins fluviaux a démarré au début de ce siècle avec le traitement des conflits dans l'allocation de l'espace et l'exploitation des ressources, générés par la forte croissance démographique. La nature différente des conflits dans les bassins fluviaux et sur le littoral a engendré une gestion, une approche et des instruments significativement différents et fonctionnant séparément. Cela est illustré dans la figure 1 qui présente schématiquement les principales composantes physiques de la GILIF:

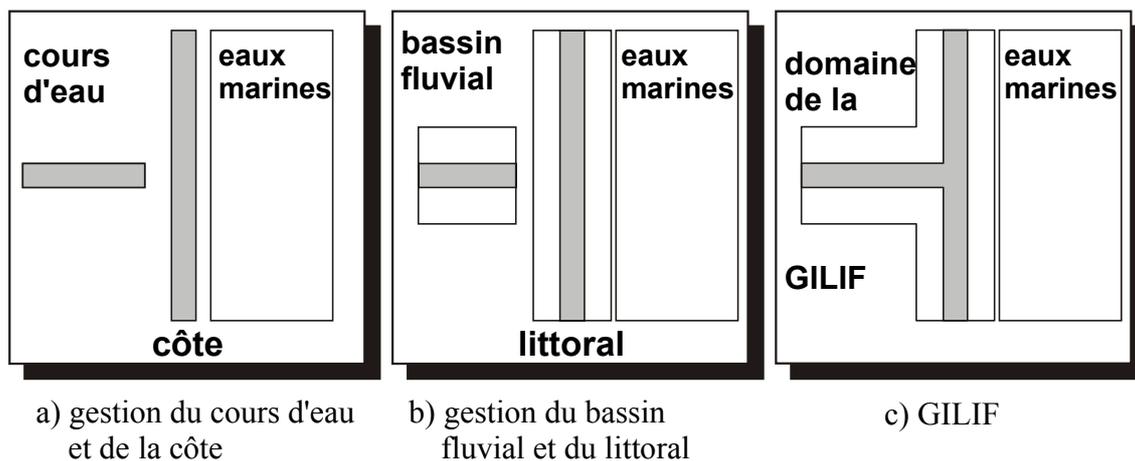
- le cours d'eau,
- le littoral, et
- les eaux côtières.

La civilisation humaine a toujours fleuri le long des côtes et des fleuves adjacents. Le littoral a toujours été une localisation favorable, en offrant une diversité de ressources et un accès facile. Les bassins fluviaux, eux aussi, ont depuis longtemps accueilli l'activité humaine, pour laquelle la disponibilité en eau était cruciale. Très souvent, les bassins fluviaux et le littoral étaient étroitement liés. Les vallées des fleuves et des rivières ont toujours été des voies de pénétration pour les peuples, les marchandises et les idées qui venaient du littoral et s'enfonçaient profondément dans les terres, et *vice versa*. Les cours d'eau eux-mêmes constituent une source importante d'approvisionnement du littoral en eau, sédiments et substances nutritives: aux endroits où un fleuve rencontre la mer, des environnements particulièrement riches se sont créés – deltas et estuaires – fournissant des ressources naturelles abondantes et une diversité d'habitats naturels. En tant qu'interface entre la terre et la mer, le littoral constitue un environnement extrêmement important et fragile du point de vue écologique, et nécessite une gestion prudente.

### **1.2.2. La gestion du littoral et la gestion des cours d'eau**

Au début, le littoral et les bassins fluviaux étaient traités comme des unités de gestion séparées (voir figure 1.a). La gestion ne regardait qu'un nombre restreint d'aspects et ne concernait qu'une zone limitée:

- Traditionnellement, la *gestion des cours d'eau* n'était abordée qu'en termes d'approvisionnement en eau. Les eaux de surface et les eaux souterraines servent une grande diversité d'usages, parmi lesquels l'approvisionnement en eau des populations, l'agriculture, la sylviculture, la pêche, la production d'énergie, l'industrie et l'évacuation des effluents; le milieu aquatique est également un habitat remarquable en lui-même. C'est pourquoi la gestion des cours d'eau n'était centrée que sur la gestion des ressources en eau. Cela concernait souvent des sous-bassins relativement petits ou des portions de rivière.



**Figure 1: Principales composantes physiques de la GILIF**

- Le littoral est partout une zone d'intensive activité humaine. A la différence des bassins fluviaux, la *gestion du littoral* a depuis longtemps combiné deux facettes: la gestion des ressources marines et l'aménagement du littoral. Les problèmes concernent la plupart du temps la disponibilité du terrain (pour l'urbanisation, le tourisme, le développement industriel et l'activité portuaire) et la qualité des ressources marines (par exemple, pour la pêche et l'aquaculture, le tourisme et le rejet des effluents). Sur les côtes basses, la protection contre les inondations est primordiale; les efforts visant à prévenir l'érosion des plages dans un site donné peuvent avoir des répercussions importantes plus loin sur la côte. Au début, les gestionnaires du littoral ne traitaient que de gestion de la ligne de côte et de protection contre l'érosion à l'intérieur d'une étroite bande littorale.
- Concernant les eaux côtières, la gestion des ressources biologiques et minérales à l'intérieur de la zone économique exclusive (ZEE) était la préoccupation essentielle.

Etant donné la diversité des aspects abordés et l'horizon spatial limité de chaque groupe de gestionnaires, il n'y avait pas ou très peu de recouvrement dans leurs activités de gestion.

### 1.2.3. L'élargissement du champ de gestion

Progressivement toutefois, une activité multi-sectorielle est devenue nécessaire, exigeant une révision du champ de la gestion. Cela est illustré dans la figure 1.b.

- La prise de conscience croissante des relations étroites existant entre un cours d'eau et son bassin versant a abouti à une approche plus intégrée de la *gestion des bassins fluviaux*, incluant la qualité et la quantité de l'eau. Dans le monde développé comme dans celui en développement, l'impact de l'agriculture sur les ressources en eau est devenu particulièrement significatif: prise d'eau pour l'irrigation, érosion des sols, rejet de nutriments et de pesticides dans les cours d'eau, etc. Néanmoins, la gestion a dû dépasser les conflits étroits entre certaines occupations du sol (telles que l'agriculture, la sylviculture et la construction d'habitations) et les ressources en eau (quantité et qualité). De nombreuses autres fonctions d'un bassin fluvial ont été reconnues, telles que le tourisme, la protection de la nature et le patrimoine culturel. Ainsi, le bassin fluvial est désormais considéré comme une "terre à usages multiples", et l'exploitation des ressources en eau doit être équilibrée avec d'autres souhaits. Etant donné le nombre important d'occupations du sol, souvent accompagnées d'une propriété foncière complexe, les difficultés relatives à la gestion intégrée des bassins fluviaux sont facilement

compréhensibles. La gestion des cours d'eau englobe aujourd'hui le bassin dans son ensemble. Les initiatives prises par le PNUE en vue d'élaborer des directives pour la gestion intégrée des bassins fluviaux et des zones humides constituent un bon exemple de cette approche.

- Du fait que le littoral est si fortement exploité, de nombreux conflits sont apparus. On trouve par exemple l'incompatibilité entre des usages qui ne peuvent coexister (comme l'industrie et le tourisme), la propriété privée qui entrave l'occupation ou l'accès public, et la protection de l'environnement en parallèle au développement économique (comme le traitement des effluents pour de nouveaux complexes hôteliers). Des orientations à long terme de protection de la nature peuvent inhiber des intérêts économiques immédiats, et des mesures de lutte contre l'élévation du niveau de la mer peuvent anéantir des efforts protégeant les écosystèmes naturels. Comme pour les bassins fluviaux, il est maintenant largement reconnu que la *gestion intégrée du littoral* est indispensable pour créer les bases du développement durable. C'est pourquoi les gestionnaires du littoral ont étendu leur champ d'action dans les deux directions, vers la terre et vers la mer, et ont dénommé leur activité "gestion intégrée des zones côtières" (GIZC) ou "gestion intégrée du littoral" (GIL). Cette fois encore, le PAM du PNUE a réagi en publiant des directives appropriées.
- La *gestion des ressources marines* reste limitée aux eaux côtières à l'intérieur de la zone économique exclusive. La Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (UNCLOS) a fourni un cadre légal pour un développement maîtrisé des ressources de cette zone.

Malgré la juxtaposition spatiale de ces deux zones, les bassins fluviaux et le littoral ont pu être gérés individuellement aussi longtemps que les relations fonctionnelles entre ces deux unités étaient suffisamment faibles pour que les effets des interventions de gestion restent limités à chaque zone individualisée.

#### **1.2.4. La nécessité d'une approche intégrée**

Depuis de la CNUED à Rio, il est reconnu que les bassins fluviaux et le littoral sont étroitement liés par leur structure physique et écologique, et à travers les processus physiques et biologiques associés. Cela est schématiquement illustré dans la figure 1.c. Le transport de l'eau, des sédiments et des pollutions est déterminant. Les occupations rurales et urbaines du sol affectent la quantité et la qualité de l'eau arrivant à l'embouchure d'un fleuve; cela peut être significatif vis-à-vis du dépôt de sédiments et de la protection des habitats remarquables, tels que les zones humides, les deltas et les estuaires. Le mouvement des eaux, des sédiments et des pollutions le long de la côte est également déterminant. Une approche globale de la gestion du littoral doit inclure les zones situées en amont du littoral et du bassin fluvial, étant donné que les pratiques de gestion dans chacun de ces systèmes peuvent produire des effets dans les zones aval.

Un changement dans les modes d'occupation du sol et d'exploitation des ressources dans les zones amont affectera les zones aval. Des modifications dans l'occupation du sol sur un bassin versant, telles que l'urbanisation et la déforestation, affecteront le ruissellement et le transport solide, qui à leur tour affecteront le littoral, induisant souvent de l'érosion et le recul de la ligne de côte. Des effets semblables sont produits par les centrales hydro-électriques et la régularisation des cours d'eau: même si le débit annuel moyen reste inchangé, la réduction des crues et la régularisation des écoulements affecteront le transport solide, qui induira souvent de l'érosion dans les portions aval et sur le littoral.

Les interdépendances sont également importantes en matière d'eaux usées. Les rejets d'eaux usées dans la mer peuvent affecter la qualité de l'eau dans les parties basses d'un bassin fluvial en raison de la marée, associée à l'intrusion saline et à la diffusion des pollutions. Les pollutions rejetées dans les parties supérieures d'un cours d'eau affecteront la qualité de l'eau et des sédiments dans les parties basses. Ces changements ont un impact direct évident sur l'intégrité de l'écosystème aquatique ainsi que sur sa flore et sa faune. Dans les régions où de telles relations sont importantes, la gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux (GILIF) sera nécessaire. La gestion intégrée est de plus en plus variée, couvrant une diversité d'objectifs économiques et sociaux. Les besoins conflictuels en ressources naturelles ont rendu nécessaire une approche intégrée, qui prend en compte des objectifs multiples et un éventail plus large d'intérêts, dans le temps et dans l'espace. Dans cette perspective contemporaine, une approche intégrée de la gestion du littoral et des bassins fluviaux se justifie pleinement et est opportune.

### **1.3. Comment fonctionne la GILIF?**

Bien que l'extension spatiale de la GILIF soit toujours en débat, nous prendrons comme hypothèse dans les présentes directives qu'elle englobe le bassin versant, le littoral et les proches eaux côtières. La gestion des ressources marines, telles que le pétrole, le gaz et les ressources halieutiques, n'est pas actuellement incluse dans la GILIF. En principe, la GILIF vise l'intégration sectorielle à tous les niveaux de gestion, comme étant la base de la gestion pluridisciplinaire d'une zone hydrologique élargie comprenant le littoral. Cependant, toutes les activités du champ de la GILIF n'exigeront pas une approche entièrement intégrée. Ce sont l'ampleur du problème et l'impact de la gestion qui déterminent si la GILIF sera nécessaire. Dans certains cas, la gestion d'une région peut être indépendante des autres, mais avec l'ampleur croissante de la tâche, la nécessité de recourir à une approche intégrée augmente inmanquablement.

De petites portions de littoral pourront ne pas être influencées par des apports fluviaux, mais plus le bassin est grand, plus la probabilité augmente que des apports du bassin aient des effets sur le littoral. En outre, du fait des relations étroites existant entre le cours d'eau et le littoral, les changements intervenus dans un système fluvial peuvent être ressentis très loin. Un exemple typique est l'érosion du delta du Nil résultant de la construction du barrage d'Assouan. De même, il est peu probable que de petits bassins fluviaux soient affectés par les activités se développant sur le littoral, à quelques exceptions près. De manière générale, quand l'échelle spatiale de l'investigation augmente, l'échelle temporelle pertinente pour l'analyse augmente également. Par conséquent, des changements importants du taux de transport solide d'un grand fleuve auront des effets de longue durée sur le littoral, comme dans le cas du Nil.

Les présentes directives introduisent le concept de GILIF et fournissent le cadre conceptuel pour évaluer sa nécessité pour chaque cas individuel, ainsi qu'un organigramme pour mettre en place un processus efficace de GILIF.

### **1.4. Quels sont les avantages de la GILIF?**

#### **1.4.1. Objectifs**

La GILIF fournit un cadre pour prendre explicitement en compte des aspects des systèmes naturels et socio-économiques qui, auparavant, étaient considérés comme étant hors du champ de préoccupation des décideurs et des planificateurs, uniquement concernés par le développement sectoriel, soit des bassins fluviaux, soit du littoral. Par

exemple, il existe un lien direct entre la lutte anti-érosive dans le bassin d'un cours d'eau principal et la réduction de la sédimentation dans les marais salants. La reconnaissance de ce fait conduit à une meilleure coordination des décisions et des actions dans différents secteurs (eau, sylviculture, agriculture, développement urbain, protection de l'environnement, etc.) et à différentes échelles géographiques, ce qui conduit à terme à une exploitation plus rationnelle des ressources et une protection plus efficace de l'environnement.

#### **1.4.2. Orientations**

Les orientations de la GILIF s'insèrent dans le cadre du développement durable tel qu'il a été dessiné à Rio et suivant lequel, en termes d'équité entre les générations, la protection de l'environnement est un objectif à long terme de même importance que la rentabilité économique et l'équité sociale.

#### **1.4.3. Produits**

Le résultat escompté d'une approche intégrée de la gestion sera l'optimisation des interventions sectorielles dans le temps et dans l'espace, dans le but de réduire les conflits potentiels, les lacunes éventuelles et d'éviter les doublons entre les politiques. Cela peut être atteint par la reconnaissance des relations cruciales existant entre le littoral et les bassins fluviaux (processus naturels et activités humaines) et l'identification des interventions stratégiques clés, géographiques et sectorielles. A cet égard, la diversité spatiale et temporelle des différents processus se déroulant sur le littoral et dans les bassins fluviaux, doit être reconnue et prise en compte dans les décisions.

## Chapitre 2. Systèmes naturels du littoral et des bassins fluviaux

### 2.1. La mise en relation des cours d'eau avec le littoral: le concept de systèmes

#### 2.1.1. Introduction

La nécessité d'une gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux est clairement ressentie. Comme les environnements littoraux et fluviaux sont des écosystèmes complexes, il faut développer une analyse simple qui puisse être utilisée par les scientifiques et les gestionnaires pour décrire les traits fondamentaux de ces écosystèmes et de leur interaction avec l'utilisation par l'homme. La théorie des systèmes offre les voies et les modalités pour développer une telle analyse simplifiée. Les fondements de l'analyse des systèmes sont expliqués dans l'encadré ci-après.

Dans ce chapitre, on utilisera le concept de systèmes comme un moyen pour décrire le bassin fluvial à différentes échelles spatiales, comprenant le bassin dans sa totalité, ainsi que dans ses habitats marins, côtiers et fluviaux individualisés. L'approche systémique utilisée dans ces directives est principalement un système bi-modèle qui a été utilisé pour la première fois au début des années 70 par Meadows et autres (Le Club de Rome) pour simuler la population et les ressources de la Terre.

Cette approche systémique a deux composantes principales: le système naturel et le système anthropique (ou humain). Ces deux composantes interagissent: la nature fournit des ressources à l'homme qui à son tour rejette des déchets dans le système naturel. Les termes *ressources* et *déchets* sont utilisés ici dans un sens élargi et concernent un grand nombre d'interactions entre l'homme et la nature. Les gestionnaires maîtrisent ces interactions de deux manières: à travers des règlements et régulations administratives, et par le biais d'interventions techniques.

Dans ce chapitre, nous allons décrire le système naturel et ses fonctions. Dans le chapitre suivant, une démarche semblable sera suivie pour décrire le système anthropique et la maîtrise du système.

#### 2.1.2. L'approche systémique de la GILIF

Avant de décrire un système, il convient de définir les limites de l'objet à représenter par l'approche systémique. S'agissant de la GILIF, on prend en compte les limites propres à chaque question abordée, ce qui signifie qu'un problème donné de gestion détermine les limites. Une approche systémique d'un problème local du littoral, qui n'a pas d'effet sur l'ensemble du bassin fluvial, ne comprendra qu'une petite portion du littoral. La gestion des effets des pluies acides sur l'écologie du bassin exigera une approche systémique qui englobe la totalité du bassin.

La première étape consiste à décrire le système comme une "boîte noire" ou système d'entrées-sorties. Une telle description se focalise sur la fonction du système, sans spécifier comment cette fonction est effectuée. Les fonctions fournissent des sorties correspondant aux entrées données. Les fonctions des systèmes naturels consistent à fournir de l'espace, à produire des ressources et à réguler des processus physiques et biologiques. Ces produits ne peuvent être obtenus que si les entrées, telles que le climat et le substrat, sont propices.

## **Encadré 1**

### **Introduction à la théorie des systèmes**

Le terme *système* est vaguement défini dans la littérature et utilisé par les gestionnaires et les politiciens pour décrire une grande diversité d'aspects du littoral et d'un bassin fluvial, sans que soit précisé ce qu'est ce système. En termes scientifiques, un système est un modèle d'une partie donnée du monde réel. Il se compose d'un certain nombre d'éléments et d'interactions, et simule la structure et la dynamique de cette partie du monde réel. Le système est un outil pratique servant à décrire des situations complexes du monde réel et à analyser des problèmes complexes. Par ailleurs, l'approche systémique est un outil utile pour:

- visualiser la structure du monde réel comme première étape dans une présentation SIG,
- schématiser les processus se déroulant dans le monde réel comme base pour simuler le système au moyen de modèles, et
- étudier l'interaction dynamique entre l'homme et la nature.

La théorie des systèmes est basée sur l'idée que le monde réel peut être décrit par le biais d'un ensemble d'*éléments* et d'*interactions* entre ces éléments. En général, le système ne concerne qu'une petite partie de l'univers, notamment la partie comprise dans les *limites du système*. La zone au delà de ces limites est appelée l'*environnement du système*.

Certains auteurs proposent une hiérarchie des systèmes, basée sur la complexité de l'objet d'étude. Des systèmes mécaniques simples, qui peuvent être décrits par les lois de la physique, appartiennent au niveau le plus bas. Ces systèmes sont faciles à comprendre et à modéliser. Au sommet de l'échelle, on trouve les systèmes socio-économiques qui représentent des organisations et des populations. De tels systèmes ne peuvent être décrits que verbalement ou en termes de relations empiriques basées sur l'observation de terrain et les enquêtes. Les systèmes littoraux et fluviaux sont quelque part au milieu. La composante naturelle de tels systèmes et les processus prédominants dans cette composante peuvent être modélisés de façon pertinente. Par contre, il n'y a pas de modèles "mécaniques" concernant la composante anthropique et les processus socio-économiques inhérents.

L'opération la plus importante dans l'analyse des systèmes est le choix des limites du système et la *décomposition* de la zone à l'intérieur de ces limites en un ensemble d'éléments et d'interactions. Les éléments utilisés dans l'analyse des systèmes environnementaux sont les unités géographiques, souvent subdivisées en leurs composantes abiotique, biotique et anthropique. Les interactions englobent une diversité de liaisons abiotiques, biotiques, chimiques et socio-économiques entre ces éléments.

En vue d'une description plus qualitative du système, on définit ses *caractéristiques* représentatives et on choisit des *paramètres* capables de les décrire. Chaque élément est alors défini par ces caractéristiques et les paramètres associés. La valeur d'un paramètre à un moment donné est appelée *variable d'état*. Pour la description physique du système, on n'utilise que des caractéristiques et des paramètres abiotiques. Un exemple d'une telle caractéristique est la composition d'un substrat et un paramètre typique serait la granulométrie du substrat. Lorsqu'un système est pris comme analogie à un écosystème, les caractéristiques biotiques ont une importance équivalente. La biomasse dans un élément, la diversité biologique et la présence d'espèces menacées sont alors des paramètres importants pour décrire le système. Lorsqu'il faut inclure des caractéristiques anthropiques, d'autres paramètres deviennent importants, tels que la densité démographique, le revenu *per capita*, etc.

D'une manière générale, les systèmes sont dynamiques, ce qui signifie qu'ils répondent aux changements intervenant dans l'environnement du système ou au sein du système lui-même. Un changement des limites ou des entrées affectera la valeur des paramètres du système, ce qui à son tour affectera les produits issus du système et l'interaction avec son environnement. Les valeurs changeront en raison des interactions dynamiques entre les éléments, encore dénommées *processus*.

On distingue les processus abiotiques, biotiques, chimiques et socio-économiques. Si tous les processus peuvent être décrits de manière pertinente, une description transparente du système est possible, et on utilise le terme de *boîte blanche*. Dans le cas où les processus internes sont mal connus, des relations empiriques entre les entrées et les sorties du système pris dans sa totalité sont utilisées pour décrire la réponse à des conditions changeantes. Un tel système est appelé *boîte noire*.

Comme dans les cas cités plus haut, il peut n'y avoir que quelques processus pouvant être décrits théoriquement et des relations empiriques plus simples sont utilisées pour compléter la description.

La plupart des systèmes environnementaux appartiennent à cette catégorie, et sont appelés *boîtes grises*.

Dans de nombreux cas, la valeur des paramètres d'état du système doit rester dans des limites prescrites. Dans les systèmes auto-régulés, des mécanismes de rétroaction peuvent exister, qui corrigent les fluctuations de ces valeurs. S'il n'y a pas de tels mécanismes de rétroaction, de tels paramètres doivent être surveillés et des systèmes de contrôle appropriés doivent être utilisés pour corriger les fluctuations inacceptables. Des exemples de contrôle sont la régulation des cours d'eau par les vannes et les barrières.

Les deux étapes suivantes consistent à clarifier le contenu de la "boîte noire", en termes de structure (les composantes et leur interdépendance) et de processus (l'interaction dynamique entre les composantes). Des composantes typiques sont les éléments abiotiques et biotiques de l'écosystème, et des processus importants sont les flux d'eau, de substances et d'énergie. Les différentes étapes sont décrites en détail dans l'annexe 3.

Dans ce paragraphe, on développera une analyse sur la zone de GILIF et sur les éléments la constituant: le littoral, l'estuaire et le cours d'eau. Les aspects suivants seront discutés:

- les limites,
- la structure, et
- les processus.

### **2.1.3. Les limites**

En pratique, on doit d'abord définir les *limites* du système. Le plus souvent, ces limites sont déterminées par la loi et englobent des unités administratives. En matière de gestion de l'environnement, il est plus pratique d'utiliser des unités géographiques ou géophysiques. Pour cette raison, on prendra dans ces directives les limites du bassin versant (ou la ligne de partage des eaux) comme limite continentale du système. La limite côté mer est beaucoup plus souple et définie au cas par cas selon la nature de la gestion étudiée.

Il existe dans la nature une diversité de formations littorales, allant des promontoires abrupts jusqu'aux laisses de vase en pente douce. L'annexe 2 donne une classification typologique des morphologies littorales. Bien que les présentes directives soient de portée universelle, elles se réfèrent en premier lieu aux côtes sableuses.

### **2.1.4. La structure**

Les systèmes naturels ont trois composantes abiotiques en interaction:

- l'atmosphère,
- l'hydrosphère, et
- la lithosphère.

Ces sphères forment la géosphère abiotique, qui crée les conditions de vie pour le biota - les plantes et les animaux – plus connu sous le nom de biosphère.

La géosphère et la biosphère peuvent être décrites par un grand nombre de paramètres, comme le montre le tableau 1.

De manière générale, cette approche systémique à très grande échelle est trop sommaire pour être utile à la GILIF, et une décomposition complémentaire du système est nécessaire. Dans le cas de la GILIF, une approche à moyenne échelle est proposée, avec des unités géographiques (le cours d'eau, l'estuaire et le littoral) comme composantes du système. Ces composantes sont liées par des flux spécifiques traversant l'interface entre elles. Dans chacune d'elles, on retrouve évidemment l'air, l'eau et le substrat comme principaux éléments abiotiques qui accueillent les écosystèmes marins et fluviaux.

Un exemple d'application de ce système à la GILIF est présenté dans la figure 2 qui montre les sous-systèmes géographiques: le cours d'eau, l'estuaire et le littoral, avec les principales interactions. Chaque sous-système est ensuite décomposé selon les composantes géophysiques de l'atmosphère, de l'hydrosphère et de la lithosphère, en tenant compte de leur interdépendance. Les boîtes montrées dans le schéma du système

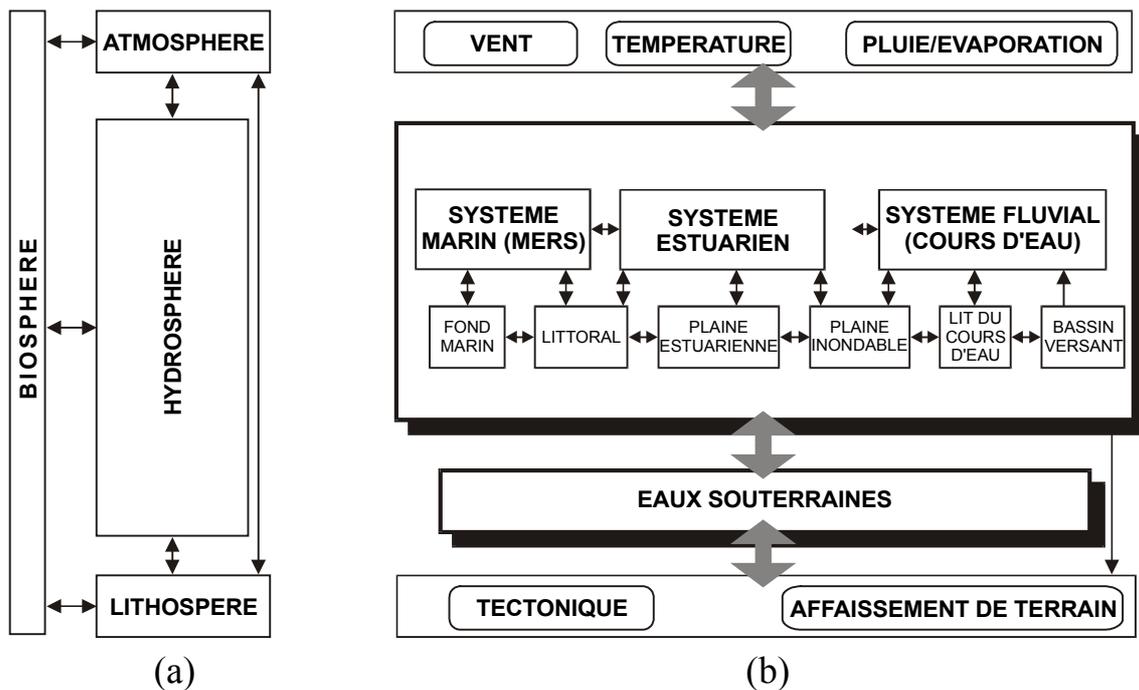
représentent les éléments géographiques et les composantes géophysiques. Les boîtes sont disposées verticalement, en conformité avec la structure géophysique de la Terre, avec les éléments de l'atmosphère au sommet et le substrat au bas du schéma. La disposition horizontale des boîtes est dictée par l'écoulement de l'eau douce, des sources du bassin vers la mer.

### Les processus

Les flèches dans la figure 2 indiquent une diversité d'interactions à grande et moyenne échelle entre les composantes du système.

<p><b>1. Atmosphère</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Composition chimique, pollution</li> <li>• Concentration de poussière</li> <li>• Humidité</li> <li>• Précipitations et évaporation</li> <li>• Nuages</li> <li>• Rayonnement solaire</li> <li>• Température</li> <li>• Fréquence et force des vents</li> </ul> <p><b>2. Hydrosphère</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Volume des eaux de surface et des eaux souterraines disponibles</li> <li>• Qualité de l'eau</li> <li>• Ruissellement et débit des rivières</li> <li>• Potentiel d'énergie hydraulique</li> <li>• Caractéristiques de la marée</li> <li>• Statistiques des vagues</li> </ul> <p><b>3. Lithosphère</b></p> <p><i>Aspects géomorphologiques</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Topographie, pentes et altitude</li> <li>• Type et structure de la surface</li> <li>• Albédo</li> <li>• Reliefs formés par désagrégation et érosion</li> <li>• Dépôts sédimentaires</li> <li>• Types de reliefs</li> </ul> <p><i>Aspects géophysiques</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Profondeur des sols</li> <li>• Texture et structure des sols</li> <li>• Teneur en minéraux</li> <li>• Composition biologique</li> <li>• Composition chimique</li> <li>• Matière organique, teneur en humus et détritits</li> <li>• Humidité</li> </ul> <p><i>Aspects géologiques</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caractéristiques de la roche-mère</li> <li>• Caractéristiques géotectoniques et géophysiques</li> <li>• Sismicité</li> <li>• Traits géologiques distinctifs</li> </ul>	<p><b>4. Biosphère</b></p> <p><i>Végétation</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hauteur, densité, structure et rugosité</li> <li>• Etages de succession</li> <li>• Biomasse permanente, chlorophylle</li> <li>• Surface sous couvert, index des zones sous feuillus</li> <li>• Capacité d'évapotranspiration</li> <li>• Production de détritits</li> <li>• Système de racines et recyclage des substances nutritives</li> </ul> <p><i>Flore et faune</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Composition et diversité des espèces</li> <li>• Taille des populations</li> <li>• Viabilité et vulnérabilité des populations</li> <li>• Dynamique des populations</li> <li>• Dispersion et migration</li> <li>• Propriétés fonctionnelles spécifiques, telles que la valeur nutritionnelle, les caractéristiques biochimiques, la valeur médicale, le rôle de bio-indicateur, etc.</li> </ul> <p><i>Populations vivantes</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Production de la biomasse, photosynthèse</li> <li>• Consommation et respiration</li> <li>• Décomposition</li> <li>• Interactions dans la chaîne alimentaire</li> <li>• Recyclage du charbon et des substances nutritives</li> <li>• Bioturbation</li> </ul> <p><b>5. Paramètres de l'écosystème</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valeur naturelle, intégrité, valeur patrimoniale</li> <li>• Valeur remarquable, caractère distinctif</li> <li>• Diversité, richesse</li> <li>• Taille de l'écosystème par rapport à la valeur minimum critique</li> <li>• Capacité de charge, fragilité</li> <li>• Possibilité de renouvellement, de remplacement</li> <li>• Valeur informative en ce qui concerne la nature, le paysage et la culture</li> </ul>
--	---

**Tableau 1: Paramètres environnementaux caractérisant les fonctions de la nature**



**Figure 2: a) Schéma général des composantes naturelles du système  
b) Eléments de la composante abiotique**

Les flèches verticales entre les composantes géophysiques indiquent des interactions à grande échelle entre l'atmosphère, l'hydrosphère et la lithosphère. Des exemples de telles interactions sont les processus climatiques, tels que les précipitations, l'évaporation et les vents, ainsi que les phénomènes géologiques tels que l'affaissement de terrain.

Les flèches verticales à l'intérieur du cadre central représentent des interactions à moyenne échelle entre ces sphères. Les processus à l'interface entre l'eau, l'air et le substrat règnent sur ces interactions. De tels exemples sont les vagues causées par le vent ou les fluctuations du niveau de l'eau, le transport solide ou l'érosion dans le bassin versant.

Les flèches horizontales entre le cours d'eau, l'estuaire et le littoral représentent l'écoulement d'eau et de sédiment et le transport de pollutions.

Cette approche systémique est utilisée comme base d'une description plus détaillée de la structure et des processus dans ces composantes: le cours d'eau, l'estuaire et le littoral.

## 2.2. Le système littoral

### 2.2.1. Les limites

Quatre zones en interaction sont prises en compte:

- les eaux côtières,
- la bande littorale,
- l'estuaire, et
- la plaine côtière.

Comme la plupart des Etats côtiers disposent à l'heure actuelle de limites administratives qui définissent l'étendue de ces différentes zones, il ne sera pas tenté de les délimiter en détail.

Dans ces directives, on utilise implicitement la délimitation géophysique, en supposant que ces limites sont déterminées par des exigences simulant correctement les processus prédominants. Ainsi, pour traiter de problèmes morphodynamiques, les eaux côtières sont considérées jusqu'à une profondeur de quelque 20 m, à partir de laquelle les vagues n'affectent plus les processus littoraux. Toutefois, dans d'autres cas, quand la principale préoccupation est la dispersion des pollutions, la limite côté mer doit être étendue plus au large.

On définit la bande littorale comme l'étroite zone de transition entre la terre et la mer, où les effets de la marée et des vagues sont encore ressentis. Dans la pratique, cela correspond à la zone séparant la marée haute moyenne et la marée basse moyenne au printemps. La zone s'étendant davantage dans les terres est considérée comme faisant partie intégrante de la plaine côtière. La limite côté terre de cette plaine est conditionnée par la nécessité de reproduire correctement les processus physiques pertinents de la zone.

### **2.2.2. Les eaux côtières**

#### Structure

L'air, l'eau et le fond marin sont les principales composantes de la zone côtière. Ces composantes sont décrites par leur géométrie et leurs propriétés physiques, chimiques et biologiques. Des paramètres typiques sont la qualité de l'air et de l'eau, la salinité, la température et les caractéristiques du fond marin telles que les propriétés des sédiments et leurs qualités.

La géométrie et la structure des eaux côtières déterminent les possibilités de navigation et d'accueil des différentes activités au large, et de production de ressources non renouvelables, telles que les matériaux, le pétrole et le gaz. Les valeurs naturelles et paysagères qui leur sont inhérentes ont une grande importance scientifique et esthétique pour les générations actuelles et futures.

#### Processus

Le rayonnement solaire, les vents, la pluie et l'évaporation sont des forces motrices dans l'atmosphère. Dans l'eau, le vent génère les vagues, les variations du niveau de la mer et les courants. La marée et les courants de marée sont d'autres processus importants dans les eaux côtières, induits par les forces de gravitation. Tous ces processus gouvernent le transport de pollutions et de sédiments, et influencent la qualité des eaux côtières ainsi que l'évolution du fond marin et de la côte. Par ailleurs, le flux de substances nutritives et la production de biomasse associée sont vitaux pour les écosystèmes et habitats marins qui sont, dans une grande mesure, responsables de la production des ressources renouvelables telles que les poissons ou les crevettes. Ces processus créent les conditions de survie des espèces rares. Malheureusement, des millions d'hectares d'écosystèmes de valeur sont perdus en raison de développements incontrôlés, ou sont menacés d'extinction à cause de la pollution.

Les processus se déroulant dans les eaux côtières déterminent dans une grande mesure la production des ressources renouvelables et règlent des processus vitaux, tels que la qualité de l'eau et la dynamique de la ligne de côte. Le rendement durable et la capacité de charge sont des indicateurs à observer pour éviter la pêche excessive et la pollution des eaux côtières.

### 2.2.3. La bande littorale

#### Structure

L'eau et le substrat sont les composantes principales de la bande littorale. Le plat profil en long des plages et leur profil perpendiculaire à la côte, ainsi que les caractéristiques des matériaux de la plage (forme, poids spécifique et distribution de la taille des grains), sont les éléments les plus importants du fond marin. Bien que moindres que les eaux côtières, les différentes formations de plage abritent une diversité d'écosystèmes et d'habitats, dont certains sont vitaux pour combattre l'érosion.

La géométrie et la structure de la bande littorale déterminent sa capacité à accueillir des activités économiques et sociales, et conditionnent son potentiel de développement touristique. Elle protège l'arrière-pays contre les vagues et agit comme barrière contre les orages.

#### Processus

Les vagues et la marée engendrent des courants côtiers responsables du transport solide le long du littoral et perpendiculairement. En conséquence, le stock de sédiments change constamment, alimentant ou érodant les plages. Ces processus sont aggravés par le lessivage des marées hautes et des houles ainsi que par le transport causé par le vent. Ces processus hydrodynamiques et morphodynamiques déterminent dans une grande mesure la capacité du littoral à faire face aux variations à court et à long terme de la ligne de côte. Les processus biogéomorphologiques, interactions entre les processus physiques et biologiques, jouent considérablement sur le potentiel du littoral à supporter ces risques naturels.

Les vents et les vagues violents engendrent des houles qui menacent le littoral et son arrière-pays. De plus, ces événements extrêmes peuvent éroder les plages et les falaises et, pour finir, mettre en péril des habitations. Bien que moindres que les eaux côtières, les zones situées entre les marées hautes et basses constituent un élément important de la chaîne alimentaire, en abritant un grand nombre d'oiseaux résidents ou migrateurs qui viennent s'y nourrir.

Tous ces processus déterminent si l'homme peut s'installer en toute sécurité dans une zone donnée. L'érosion des plages et les inondations dévastatrices sont cependant des menaces permanentes pour les populations littorales. Bien que moindres productrices de ressources, les zones situées entre les marées hautes et basses sont importantes pour l'alimentation des oiseaux aquatiques.

### 2.2.4. L'estuaire

#### Structure

Les estuaires constituent des accès importants vers l'arrière-pays et offrent un abri quand les conditions atmosphériques sont mauvaises. On y trouve souvent des plaines découvertes à marée basse et des plaines côtières qui fournissent de l'espace pour les habitations et le développement anthropique.

L'eau douce et l'eau salée, ainsi que les sédiments en suspension, sont les éléments principaux constituant les estuaires. L'interaction complexe entre ces composantes définit leur structure unique qui est à l'origine de leurs traits morphologiques et de leur potentiel écologique.

Les estuaires sont des environnements complexes qui offrent de grandes opportunités pour le développement anthropique, du fait de leur position et de leurs traits géographiques favorables. Les estuaires ont un rôle équivalent dans la production des ressources vivantes et non vivantes, fonctions qui proviennent de leur structure hydrologique et écologique complexe.

### Processus

La structure unique des estuaires ne peut être comprise sans une connaissance adéquate des processus se déroulant en leur sein. Le courant de la marée, le débit du cours d'eau et les caractéristiques des sédiments définissent la forme et la coupe transversale de l'estuaire. Des changements de ces processus dominants ou dans la configuration d'équilibre de l'estuaire auront des effets de longue durée.

Dans les estuaires, l'eau douce et l'eau de mer se mélangent. C'est un processus complexe où les différences de densité et de turbulence jouent un rôle important. Dans les zones de faible turbulence, de forts gradients de densité se maintiennent, provoquant une stratification facilement identifiable et connue sous le nom de coins salés. Dans les zones plus turbulentes, les estuaires sont mélangés et les gradients de densité sont moins prononcés.

Les différences de densité et la stratification ont un effet significatif sur la sédimentation. Par des processus électrochimiques, les particules de vase ont la tendance de se rassembler lorsque la salinité augmente, accélérant la sédimentation dans les zones de forts gradients de densité. Les interventions de l'homme, telles que le dragage, en affectant la propagation des coins salés, peuvent avoir des effets significatifs sur les matrices de sédimentation. Comme la vase est souvent polluée par des métaux lourds et d'autres substances chimiques, la sédimentation cause localement des concentrations élevées de sédiments pollués qui, à leur tour, affectent la qualité de l'eau. La différence de densité est un des paramètres clés qui définit les caractéristiques des écosystèmes et des habitats estuariens. Un changement dans le ruissellement peut avoir des effets significatifs sur les mangroves, ce qui en retour influencera l'érosion côtière et les conditions de reproduction de poissons et d'autres espèces marines.

Les processus hydrologiques et biologiques se déroulant dans les estuaires sont complexes et leurs interactions sont diverses et difficiles à comprendre. Les interventions de l'homme peuvent facilement rompre le délicat équilibre environnemental et causer des changements environnementaux aux conséquences de longue durée.

### **2.2.5. La plaine côtière**

#### Structure

Le substrat est l'élément structurant principal de l'arrière-pays. La topographie, la composition des sols et les propriétés géotechniques sont les aspects les plus importants pour définir l'aptitude de la plaine côtière à l'habitation. L'exposition aux inondations est un des aspects topographiques les plus importants à examiner, l'aptitude à la production agricole en est un autre. Les conditions géotechniques définissent l'aptitude à l'habitation. S'agissant d'un dépôt alluvial, les conditions sont souvent mauvaises pour les fondations et l'on peut s'attendre à des problèmes de fondation quand un développement urbain y est envisagé à grande échelle.

La capacité à fournir de l'espace pour le développement d'agglomérations et d'activités socio-économiques associées, ainsi que le potentiel à produire des ressources renouvelables par le biais du développement agricole, sont les principales fonctions de cette zone.

### Processus

D'une manière générale, le rayonnement solaire et la pluviométrie sont des processus hautement bénéfiques pour l'homme en lui fournissant l'énergie et l'eau. Sur certains littoraux néanmoins, les ouragans et les tempêtes tropicales sont des risques naturels nuisibles à la nature et à l'homme. Dans d'autres, les pluies acides et autres dépôts atmosphériques affectent la qualité des plaines côtières.

Les cours d'eau peuvent être en surface et souterrains. Les cours d'eau de surface apportent de l'eau douce mais peuvent également éroder les sols et transporter des matériaux lorsque la plaine côtière n'est pas correctement drainée. Les cours d'eau souterrains sont importants pour le maintien des aquifères et pour l'approvisionnement en eau douce. Des taux élevés de prélèvement dans les aquifères peuvent favoriser l'intrusion saline et, ainsi, détériorer la qualité des eaux souterraines. Cela génère des effets négatifs sur la production d'eau douce ainsi que sur la qualité et la quantité des produits agricoles.

Encore plus dévastatrices sont les inondations causées par les orages et les crues. Dans l'avenir, ces phénomènes auront une importance prépondérante si les scénarios prédisant une élévation accélérée du niveau de la mer deviennent réalité.

Les processus géotechniques et les écoulements souterrains déterminent la géophysique de la zone. La consolidation des dépôts alluviaux libres entraîne des affaissements de terrain, souvent favorisés par les prélèvements d'eau souterraine. Cela réduit la capacité de la plaine côtière d'accueillir des habitations, par le risque accru d'inondations par les cours d'eau et la mer.

Certains littoraux abritent des réserves naturelles pour protéger des espèces rares ou sauvegarder des paysages remarquables. La plupart de ces aires protégées abritent un réseau complexe de processus abiotiques et biotiques encore mal connus. L'importance de ces zones pour la science est une des principales raisons de leur existence.

Comme dans la bande littorale, les processus déterminent dans une grande mesure si l'homme peut s'installer en toute sécurité sur le littoral et si des ressources naturelles peuvent être exploitées de manière sûre et économe par le biais de prélèvements d'eau souterraine et de l'agriculture. Dans certaines régions, le cadre écologique particulier mérite un statut d'aire protégée à sauvegarder comme ayant une valeur d'information pour les générations futures.

## **2.3. Les bassins fluviaux**

### **2.3.1. Structure du bassin fluvial**

Le bassin fluvial comprend le réseau de cours d'eau et l'espace terrestre correspondant (également appelé "bassin hydrographique" ou "bassin versant"). Le bassin fluvial constitue une unité spatiale logique pour les études hydrologiques: à part de la fuite d'eau souterraine, le bassin versant est une unité clairement définie. Un schéma

systémique d'un réseau de drainage identifie les différentes composantes de stockage et les processus de transfert au sein du bassin (voir plus bas). Dans ce cadre, un bilan hydrologique peut être dressé, permettant à l'homme de gérer les ressources en eau d'une manière efficace et durable. De plus, il existe, comme indiqué précédemment, une relation étroite entre l'écoulement dans le réseau hydrographique et le transport de sédiments et de substances nutritives.

Les bassins fluviaux peuvent être hiérarchisés suivant leur taille:

- Les petits bassins de tête sont les **zones d'alimentation** du système fluvial. Il existe des liens étroits entre le bassin versant et le cours d'eau. Le couvert végétal et les pratiques d'occupation des sols gouvernent l'afflux hydrique, solide et soluble dans la rivière. Il existe également des liens étroits entre les nappes aquifères et le cours d'eau.
- Plus bas dans le réseau de drainage, dans la **zone de transfert**, de larges plaines inondables séparent les collines du cours d'eau, et les liens entre le bassin versant et le cours d'eau sont moins directs. Le processus dominant dans cette partie du bassin est le transfert de matériaux à travers le réseau de cours d'eau, mais il peut y avoir un stockage temporaire significatif d'eau et de sédiments *en cours de route*. Le cours d'eau agit comme un convoyeur pour les sédiments qui se déplacent par intermittence vers la mer au cours des crues, avec des stockages temporaires de matériaux dans les dépôts des plaines inondables. Le mouvement du sédiment fin (qui peut inclure une grande partie d'eaux usées) et de la charge soluble vers l'aval est moins irrégulier; les processus biochimiques dans le cours d'eau peuvent transformer ces fractions de la charge fluviale de manière significative, notamment par le recyclage de substances nutritives et de la matière organique au sein même du cours d'eau.
- Dans les parties plus basses du système fluvial, constituant la **zone de dépôt**, l'interaction se produit essentiellement avec le sédiment côtier. Les sédiments fins (souvent riches en matière organique) peuvent s'accumuler dans les marais salants et autres zones humides des estuaires, tandis que le matériau plus grossier peut former des deltas ou s'incorporer dans les sédiments de plage.

Dans les très grands bassins, cela peut prendre beaucoup de temps avant que des changements dans l'apport en sédiments ou en substances nutritives dans les bassins de tête aient un impact dans l'embouchure du fleuve. Dans des bassins plus petits et plus escarpés, les relations entre l'apport de sédiments et de substances nutritives en provenance des collines d'une part, et les processus dans la zone côtière d'autre part, seront beaucoup plus étroites.

### 2.3.2. Processus au sein du bassin fluvial

La grande majorité des eaux de pluie et de la neige fondue doit passer par la surface du sol ou percoler à travers le sol et la roche sous-jacente pour atteindre un cours d'eau. A cette occasion, l'eau interagit dans une certaine mesure avec le couvert terrestre (le plus souvent, végétal), le sol et le matériau sous-jacent. Cela peut affecter l'eau aboutissant au cours d'eau, en quantité et en qualité (charge solide et soluble).

Le cycle hydrologique d'un bassin versant peut être visualisé par un système simple où les précipitations (**P**) se déplacent à travers un certain nombre de réservoirs grâce à une série de processus de transfert et contribuent au débit d'eau (**Q**), à l'évaporation (**E**) et au suintement profond des eaux souterraines. On fait généralement l'hypothèse que la fuite d'eau souterraine est minime et que le bassin versant est étanche; toutefois, cela peut ne

pas être valable en présence de nappes aquifères. Ainsi, le bilan hydrologique d'un bassin versant peut être simplifié comme suit:

**Précipitation – Débit – Evaporation – Changement dans le stockage = zéro**

ou

$$P - Q - E - \Delta (I, D, S, G, C) = 0.$$

Dans le calcul qui suit, les *stockages d'eau* sont indiqués en italique et les processus de transfert sont soulignés. L'eau recueillie sur le couvert végétal est appelée *stockage intercepté (I)*; elle peut soit s'évaporer soit descendre vers le sol le long de la tige des plantes. L'eau peut stagner sur la surface du sol (*stockage en dépression, D*) d'où elle peut s'évaporer, ruisseler en surface pour atteindre le cours d'eau voisin sous forme d'écoulement de surface, ou s'infiltrer dans le sol. L'eau stockée dans le sol (*humidité du sol, S*) peut s'évaporer, être utilisée par les plantes et transpirée, ou elle peut s'écouler à travers le sol dans le cours d'eau voisin. L'eau qui passe des sols dans la roche sous-jacente constitue le *stockage souterrain (G)*; le débit d'eau souterraine maintient le régime d'écoulement pendant les périodes sèches. La quantité d'eau stockée dans un cours d'eau (*stockage en cours d'eau, C*) est le plus souvent faible, sauf en période de crue ou en présence de lacs ou de réservoirs. Du fait du stockage en cours d'eau dans les grands bassins, le régime d'écoulement à l'embouchure du bassin peut être très différent du régime d'apport d'eau en provenance de la surface du sol.

Les eaux entrant dans une zone d'accumulation ne sont pas toutes relâchées à brève échéance, et les calculs de bilan hydrologique doivent tenir compte des changements dans le stockage de l'eau. Pour cette raison, les bilans hydrologiques sont normalement établis sur des périodes de temps relativement longues (au moins un mois). En supposant que les conditions initiales et finales soient semblables, un bilan hydrologique annuel ignorera les changements dans le stockage, de sorte que les précipitations (entrée) égalisent le débit plus l'évaporation (sorties).

A travers cette série de transferts et de stockages, les précipitations entrantes produisent de l'écoulement, de l'évaporation et des changements dans le stockage. Le transfert d'eau au sein d'un bassin fluvial est étroitement lié aux propriétés de la surface du sol, telles que la végétation et le type de sol. Les changements dans ces variables, résultant notamment des activités humaines, peuvent altérer la réponse hydrologique de manière significative.



## **Chapitre 3. Les bassins fluviaux, le littoral et leur exploitation par l'homme**

### **3.1. La mise en relation du littoral avec le cours d'eau: une analogie pour le système anthropique**

#### **3.1.1. Introduction**

Comme il a été vu dans le chapitre précédent, la complexe composante naturelle des environnements littoraux et fluviaux peut être schématisée par une approche systémique qui décrit les fonctions, les principaux traits structurants et les processus importants au sein de ces environnements. Une approche semblable peut être élaborée pour le système anthropique, bien qu'alors, la structure et les processus soient encore plus complexes et moins accessibles à une description mathématique. En conséquence, la modélisation du système est difficile.

Dans ce chapitre, on suivra la même démarche en utilisant une approche graduelle pour développer une analyse systémique. Tout d'abord, on discutera une représentation sous forme de boîte noire, puis la structure et les processus. Enfin, une approche systémique de la GILIF sera élaborée pour schématiser le bassin dans sa totalité aussi bien que dans ses composantes individualisées: le littoral, l'estuaire et le cours d'eau. Cette approche est détaillée dans l'annexe 2.

#### **3.1.2. L'approche systémique de la GILIF**

L'approche systémique générale représentée sur la figure 2 peut être utilisée comme base d'une approche systémique intégrée pour l'ensemble du bassin. La figure 4 montre une décomposition géographique du bassin, identique à celle utilisée dans le chapitre précédent pour décrire la composante naturelle. Cette fois, on a ajouté la composante anthropique dans les trois zones: le littoral, l'estuaire et le cours d'eau. Le contrôle du système n'est pas montré mais il est une partie indispensable de l'approche systémique. Cette approche est utilisée pour montrer comment la structure et les processus des systèmes anthropique et naturel sont liés.

Les éléments du système anthropique sont reliés par leurs structures sociale, démographique et administrative. Cette liaison est forte dans le cas de petites unités géographiques comme les villes, mais elle s'affaiblit au fur et à mesure qu'augmentent les dimensions spatiales de la zone considérée. Bien sûr, un puissant mécanisme de contrôle est nécessaire dans ce dernier cas pour maîtriser le fonctionnement du système. Comme l'indiquent les flèches horizontales, les différentes composantes sont également liées par des processus dynamiques, tels que:

- les mouvements de population,
- les flux de marchandises et de produits, et
- les flux d'argent.

Les éléments du système naturel sont étroitement liés par leur structure. L'atmosphère, l'hydrosphère et la lithosphère sont reliées par leur structure géologique, géophysique et écologique. Plus déterminantes sont néanmoins les relations établies par les processus naturels majeurs décrits dans la section 2.1 du chapitre 2. Les principaux processus sont:

- les écoulements hydrologiques,

- le transport des sédiments, de matière conservatrice et non conservatrice, et
- le transfert d'énergie et de substances nutritives.

Enfin, les composantes du système anthropique sur le littoral, dans les estuaires et les cours d'eau sont indirectement liées à travers le système naturel du fait que l'exploitation des ressources, l'évacuation des déchets et les interventions techniques dans une composante ont des impacts sur les autres parties du système naturel. Cela affectera en retour le fonctionnement du système anthropique dans ces zones. Par exemple, l'approfondissement de l'embouchure d'un fleuve renforcera l'intrusion saline qui pourra avoir des effets négatifs sur le potentiel d'irrigation et l'approvisionnement en eau des zones situées en amont. Le rejet d'eau polluée dans les zones amont peut à terme affecter les tronçons aval d'un cours d'eau et même le littoral, causant la dégradation des écosystèmes et la perte de la fonction essentielle de production et de régulation.

De façon générale, les activités suivantes peuvent produire des effets dépassant largement la zone d'activité:

- des changements dans l'occupation des sols sur un bassin, tels que le développement urbain, la déforestation et les changements agricoles,
- la construction d'infrastructures physiques, en particulier des barrages et des retenues, et le dragage, et
- l'émission de déchets et de pollutions.

L'approche systémique précitée peut être utile pour expliquer pourquoi la gestion intégrée est nécessaire et comment elle est réalisée. Une description plus rigoureuse et quantitative du système est indispensable. Cela demande, en premier lieu, la description détaillée de sa structure en utilisant un SIG adossé sur une base de données. Ensuite, les processus sous-jacents sont décrits et modélisés. A cet égard, les processus au sein du système anthropique sont difficiles à simuler et des approches plus empiriques sont utilisées. Les processus au sein du système naturel sont plus tangibles et une diversité de modèles est disponible pour les décrire. Toutefois, des données de terrain sont nécessaires dans tous les cas pour calibrer les modèles et compléter les données estimées sur la base d'observations.

## **3.2. Le système des usages du littoral**

### **3.2.1. Les limites**

On utilisera la même délimitation du littoral que celle utilisée pour décrire le système naturel, c'est-à-dire:

- les eaux côtières,
- la bande littorale,
- l'estuaire, et
- la plaine côtière.

La figure 3 donne une expression artistique des différents usages du littoral. La liste suivante donne un aperçu, pas forcément complet, des fonctions caractéristiques et des infrastructures de soutien pour chaque zone. Evidemment, cette liste doit être élargie et adaptée avant d'être utilisée dans des conditions spécifiques.

### **3.2.2. Les eaux côtières**

Les eaux côtières accueillent un grand nombre de fonctions, telles que:

- le transport maritime et la navigation,
- la pêche et l'aquaculture,
- l'approvisionnement en eau douce par dessalement,
- l'exploitation de pétrole et de gaz,
- l'extraction de sable et de gravier,
- le tourisme et les loisirs,
- l'évacuation des déchets et l'épuration des eaux usées,
- le refroidissement par eau, et
- la préservation de la nature.

Certaines activités exigent une infrastructure maritime massive qui comprend:

- les ports et les chenaux de navigation,
- les étangs de pisciculture,
- les plates-formes pour l'exploitation du pétrole et du gaz, et les pipelines,
- les ports de plaisance,
- les égouts et les émissaires d'eaux usées, et
- les structures de refroidissement.

### **3.2.3. La bande littorale**

Bien que de taille limitée, la bande littorale est une partie vitale du littoral car elle accueille différentes fonctions essentielles, telles que:

- la protection contre les tempêtes,
- les habitations de pêcheurs, et
- les loisirs et le tourisme.

L'infrastructure de soutien comprend entre autres:

- les digues et les ouvrages de protection de la côte,
- les zones d'habitation pour les pêcheurs, et
- les complexes touristiques et les plages de récréation.

### **3.2.4. L'estuaire**

L'estuaire abrite une grande diversité de fonctions, telles que:

- la navigation,
- la pêche et l'aquaculture,
- l'extraction de matériaux,
- l'évacuation des déchets solides et liquides, et
- la production de bois de chauffe (mangroves).

Souvent, ces fonctions sont soutenues par des infrastructures, telles que:

- les ports et les terminus de bacs,
- les fermes de mariculture et les étangs de pisciculture, et
- les ouvrages de refroidissement par eau et les pipelines.

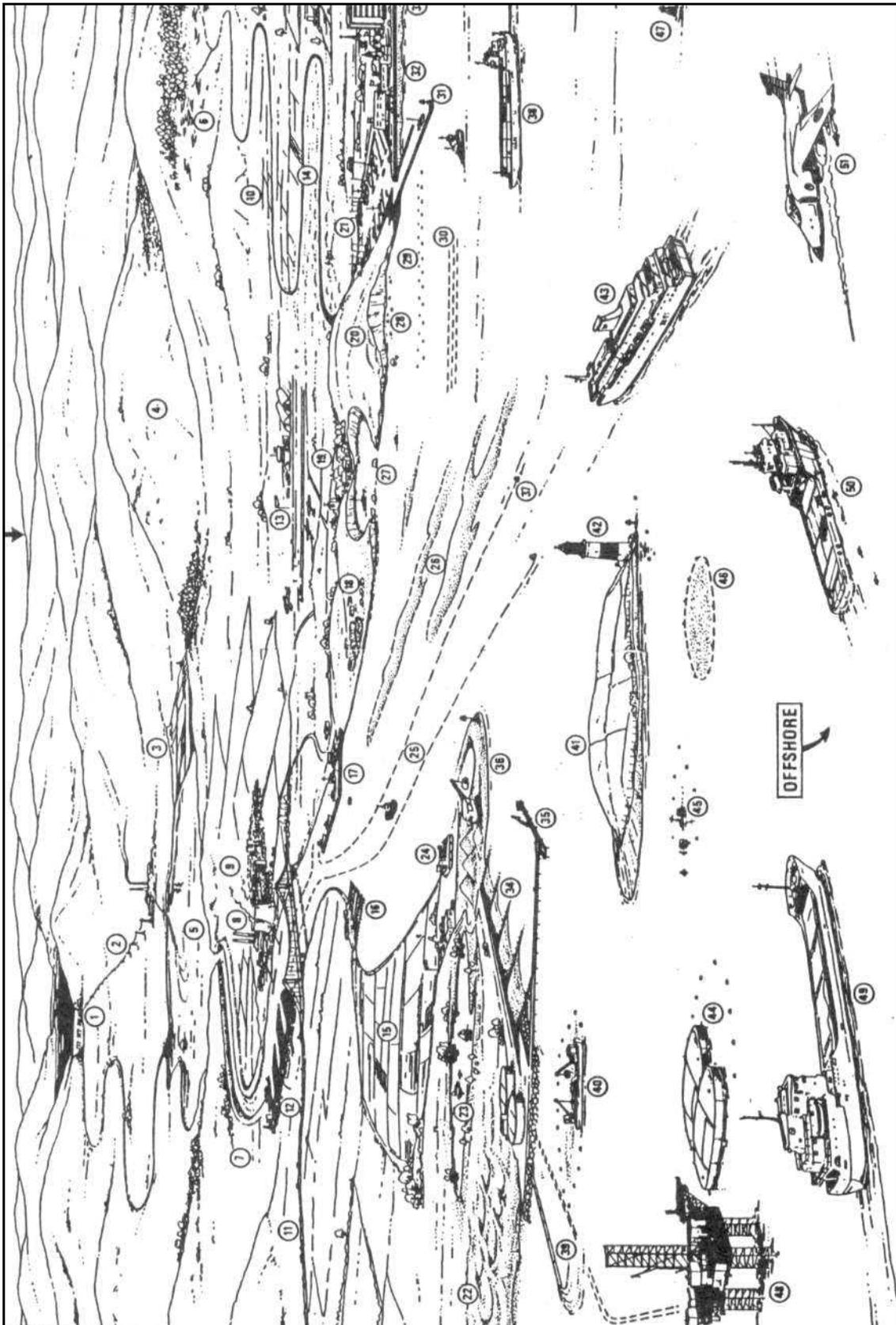


Figure 3: Une expression artistique des différents usages du littoral  
(Joliffe, I.P. and C.R. Patman, 1985)

### Légende de la figure 3:

1. Digue ou barrage en amont
2. Ligne à haute tension
3. Mise en valeur des lacs
4. Parc naturel ou préservation de la campagne
5. Rejet des effluents
6. Déforestation
7. Zones inondables
8. Industrie ou centrale électrique littorale
9. Urbanisation dans l'estuaire
10. Drainage et irrigation
11. Liaisons de transport
12. Docks
13. Aéroport littoral
14. Préservation des zones humides ou réserve naturelle
15. Mise en valeur des estuaires
16. Fermes d'aquaculture
17. Port de pêche
18. Caravaning
19. Agglomération littorale
20. Falaise érodée
21. Port de plaisance
22. Zone de préservation des dunes
23. Plan d'eau intérieur
24. Port pour hovercrafts
25. Chenal d'accès dragué
26. Bancs de sable
27. Usage multiple de l'espace aquatique
28. Intérêt scientifique
29. Bouées, ski nautique
30. Pêche sur récifs artificiels
31. Digue en mer
32. Plage artificielle
33. Construction d'hôtels et d'appartements
34. Brise-lames
35. Terminus de pétroliers
36. Exploitation minière des plages
37. Bouées
38. Commerce littoral
39. Déversoir en mer
40. Extraction de matériaux
41. Ile artificielle
42. Phare
43. Bac
44. Réservoirs flottants ou submergés
45. Epave
46. Déversement de produits endommagés
47. Navigation
48. Plates-formes pétrolières et de gaz en mer, et pipelines
49. Commerce maritime international
50. Déversement de déchets (toxiques)
51. Activité militaire

### 3.2.5. La plaine côtière

En général, c'est la zone la plus importante car elle abrite la plupart des fonctions économiques, publiques et sociales. Voici un aperçu de certaines des activités implantées dans cette zone:

- l'habitation des populations rurales et urbaines,
- le développement industriel,
- le transport terrestre, fluvial et aérien,
- le prélèvement d'eau douce,
- l'exploitation de matériaux,
- l'agriculture,
- l'irrigation et le drainage,
- le tourisme et les loisirs, et
- la préservation de la nature.

La plupart des activités dans la plaine côtière sont soutenues par des infrastructures physiques massives qui comprennent:

- les zones urbanisées,
- les complexes industriels,
- les ports, les aéroports, les routes et les équipements connexes,
- les puits et les forages pour l'approvisionnement en eau,
- les carrières,
- les réseaux d'irrigation,
- les complexes touristiques et les équipements de loisir, et
- les parcs naturels et les aires protégées.

### 3.3. Le système des usages du bassin fluvial

De nombreuses activités humaines ont des impacts sur le milieu naturel, affectant ainsi la quantité et la qualité des ressources en eau. Cette section traitera donc aussi bien des utilisations directes des ressources en eau que des activités humaines se déroulant dans un bassin versant et pouvant affecter les ressources en eau. La plupart de ces opérations peuvent bien sûr entrer en conflit l'une avec l'autre, de sorte que la gestion de l'eau se complique par la nécessité d'équilibrer les différentes demandes.

#### Usage des ressources en eau à fins multiples

Le maintien d'un système durable de ressources en eau est complexe du fait d'un grand nombre d'usages potentiels. La gestion des ressources en eau exige une approche intégrée qui équilibre ces différents usages, en renforçant les fonctions complémentaires et en permettant un examen critique des conflits. Une telle approche exige des compromis entre les utilisations conflictuelles afin d'aboutir à une solution acceptable qui ne tienne pas uniquement compte des bénéfices économiques mais aussi d'autres avantages non directement mesurables du point de vue économique.

L' "usage" de l'eau englobe:

#### Le prélèvement d'eau pour les besoins des différentes utilisations productives:

- domestique
- agricole
- industrielle

Ceci recouvre les "usages" de l'eau au sens traditionnel. Un des problèmes les plus épineux à aborder par les gestionnaires de l'eau est l'allocation rationnelle de ressources essentiellement fixées pour satisfaire une demande en croissance rapide et compétitive. Il s'en déduit que certains des principaux objectifs de la gestion de l'approvisionnement en eau sont:

- la réduction de la demande,
- la réduction des pertes en eau, et
- la modification des modes et des systèmes d'utilisation de l'eau.

Les usages in situ qui n'exigent pas de prélèvement:

- navigation
- production d'énergie hydroélectrique
- aquaculture
- rejet de déchets
- loisir
- tourisme et paysage
- préservation de la nature et gestion des habitats sauvages

Il est à noter que certaines de ces activités exploitent directement les cours d'eau ou les lacs, tandis que d'autres utilisent le milieu aquatique de manière plus passive.

La lutte contre les inondations:

La protection des personnes et des biens contre les inondations a longtemps été une préoccupation majeure des habitants de vallées. La gestion de l'excès d'eau n'est pas un "usage" au sens strict bien qu'il s'agisse d'une action importante par laquelle l'homme essaie de gérer les ressources en eau. La réponse au risque d'inondation prend essentiellement trois formes:

*L'ajustement* (action dans les zones exposées aux inondations):

- action d'urgence, y compris évacuation
- imperméabilisation de biens spécifiques
- réglementation de l'occupation du sol
- mesures financières

*La réduction* (action dans le bassin versant):

- reboisement
- pratiques agricoles visant à réduire le ruissellement
- bassins de rétention en zone urbaine
- gestion des accumulations et fontes de neige

*La protection* (action le long du cours d'eau):

- barrages de rétention des crues
- modification du cours d'eau pour augmenter la vitesse d'écoulement
- rétention des crues à l'intérieur du cours d'eau par la construction de digues
- schémas de détournement

Les mesures de protection contre les inondations peuvent causer des effets indésirables à différents endroits du système fluvial, tels que: la perte de valeur écologique et de la diversité biologique dans les portions de cours d'eau artificialisées, la submersion de terrains par les lacs de barrage, la rétention de substances nutritives et de sédiments dans ces réservoirs, l'érosion du cours d'eau au droit de ces réservoirs.

### La lutte contre la sécheresse

La pénurie d'eau est une caractéristique de nombreuses régions; la lutte contre la sécheresse doit intégrer toutes les facettes de la gestion des ressources en eau: l'approvisionnement en eau, la qualité de l'eau, l'irrigation et le drainage agricole, la production d'énergie, la gestion de la pêche, le loisir et la gestion du paysage. La réponse au risque de sécheresse prend essentiellement trois formes:

#### *L'augmentation de l'offre:*

- offre existante (transferts d'eau entre bassins hydrographiques)
- offre nouvelle (dessalement, barrages)
- offre mixte (projets de stockage souterrain)

#### *La réduction de la demande:*

- proactive (mesures d'incitation économique, politiques d'occupation du sol, mesures réglementaires)
- réactive (mécanismes d'économie d'eau, mesures réglementaires, recyclage, comptage)
- ajustement technologique (pratiques agricoles, consommations urbaines)

#### *La réduction des impacts:*

- stratégies d'anticipation (prévisions, gestion des conflits)
- absorption, acceptation et partage des pertes (assurance, compensation, assistance)
- réduction et changement dans les pertes (élimination des causes, réparation des dégâts, modification des utilisations de l'eau)

Les plans de lutte contre la sécheresse mettent l'accent sur un enchaînement d'actions imbriquées en six phases: préparation et planification; prévision; atténuation; assistance; réparation; mesures post-sécheresse. Une gestion efficace contre la sécheresse doit inclure aussi bien des plans locaux de protection qu'une gestion intégrée de la totalité des ressources en eau à l'échelle régionale.

### La réduction de la pollution

La lutte contre la pollution est un des points les plus importants d'un schéma de gestion intégrée des ressources en eau, surtout quand la pénurie d'eau est fréquente. Il faut tenir compte des pollutions ponctuelles (principalement urbaines) autant que diffuses (principalement rurales) dans le bassin versant. Les plans de gestion de la pollution doivent considérer:

- les mesures de réduction des pollutions à la source ou réduction de leur production (changements dans les process industriels, politiques de fixation de prix, recyclage, techniques culturelles appropriées),
- les mesures de réduction des pollutions après collecte (recyclage, traitement tertiaire des effluents, zones tampon), et
- les mesures pour augmenter le potentiel d'assimilation des ressources en eau (dilution, mélange, ré-oxygénation).

### Intervention de l'homme dans le bassin versant

L'impact des pratiques d'occupation du sol et d'aménagement du territoire sur le régime de ruissellement dans un bassin versant prend différentes formes, affectant non seulement le volume et la distribution du ruissellement dans le temps mais aussi le débit solide et la pollution apportée par le cours d'eau. Une modification délibérée du régime de ruissellement se fait par le biais de la régulation du cours d'eau principal, notamment

avec la construction de barrages. Une modification non maîtrisée de l'hydrologie d'un bassin versant peut avoir différentes conséquences, dont certaines sont présentées ci-après:

#### Sylviculture

- La plantation d'arbres peut augmenter le volume et la vitesse du ruissellement pluvial si le drainage du terrain doit précéder la plantation.
- Les forêts adultes réduisent le ruissellement, principalement par l'interception d'eau par le couvert végétal; la réduction du ruissellement pluvial est observée à la fois en débit instantané et en volume global.
- Le ruissellement augmente après la récolte ou l'abattage jusqu'au moment où le couvert végétal est rétabli; dans les régions de fortes pluies, on peut avoir de forts volumes de ruissellement sur des sols peu perméables et fortement érodés, avec comme conséquence, des étiages très faibles en saison sèche.

#### Urbanisation

- Augmentation de la vitesse et du volume de ruissellement en raison d'un ruissellement de surface augmenté et d'une infiltration diminuée; le ruissellement est encore accéléré là où des réseaux de drainage pluvial ont été installés.
- Réduction de la recharge de la nappe souterraine.
- Détérioration de la qualité de l'eau par les eaux usées domestiques, les effluents industriels, la production d'énergie (chauffage), les sels et les hydrocarbures provenant des routes.
- Dégradation écologique des cours d'eau causée par l'artificialisation des cours d'eau et la construction des digues.
- Perte des fonctions de la plaine inondable, causée par l'empiétement urbain, notamment dans les processus intervenant dans les zones tampon (piégeage des sédiments, dénitrification) et dans le stockage des crues.

#### Exploitation minière

- Matière solide en suspension provenant des mines de charbon et des carrières.
- Métaux lourds provenant des sites de dépôt minier.
- Fuite de matière organique et xénobiotique à partir des décharges contrôlées.
- Pollution des eaux souterraines.
- Impact mineur sur le régime de ruissellement.

#### Agriculture

- L'irrigation détourne de l'eau dont la majeure partie est ensuite perdue par évaporation au lieu de s'écouler vers l'aval.
- Le drainage et l'assainissement agricole peuvent causer la perte d'importantes fonctions des zones humides, dont le stockage des crues, l'amélioration de la qualité de l'eau, la pêche, la production forestière, la diversité biologique et la vie sauvage, le loisir et l'écotourisme.
- Le drainage des plaines inondables en vue d'intensifier les cultures peut causer la perte de fonctions dans la zone tampon et une exportation accrue de substances nutritives dans les eaux de surface.
- La culture intensive sur les terres arables et l'élevage intensif peuvent causer un rejet accru des substances nutritives et des niveaux élevés d'érosion des sols.

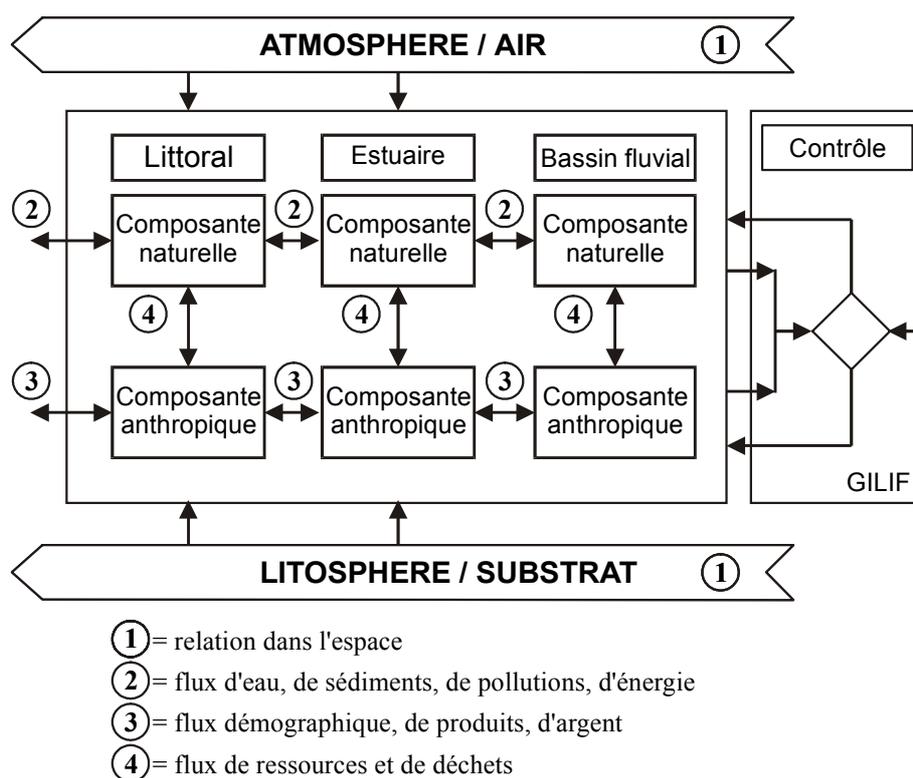
### Régulation des cours d'eau

- Les réservoirs d'alimentation directe réduisent le volume de ruissellement à l'aval et reportent les pointes des crues grâce au stockage.
- Les réservoirs de régularisation des cours d'eau réduisent ou augmentent le volume de ruissellement selon les conditions de leur fonctionnement; les barrages des centrales hydroélectriques peuvent affecter le régime de ruissellement à l'échelle journalière ou saisonnière.
- Les pertes dues à l'évaporation des lacs sont importantes dans les climats chauds.
- L'accumulation du vase diminue la capacité de stockage.
- Le débit des substances nutritives et la température d'eau à l'aval peuvent être altérés; les cours d'eau peuvent être érodés par les lâchers d'eau.

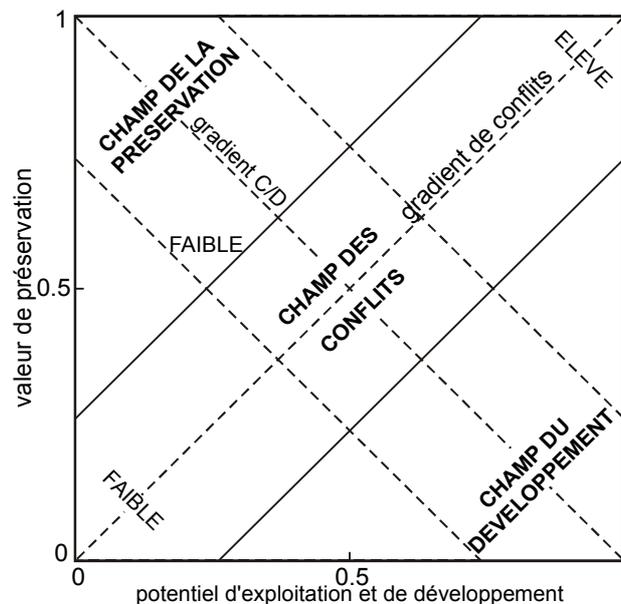
### 3.4. Conflits d'usage, contraintes et opportunités

#### Introduction

Le littoral est une zone à grand potentiel de développement. Les générations actuelles et futures profiteront de ce potentiel si une politique de développement durable est appliquée. Cela devrait viser une croissance économique stable, sans perdre le potentiel de l'écosystème.



**Figure 4: Approche systémique de la GILIF**



**Figure 5: Diagramme préservation-développement (Cendrero *et al.*, 1997)**

Le potentiel de l'écosystème peut être exprimé en unités monétaires ou non monétaires, en utilisant les fonctions de la nature. Il est habituel de distinguer les valeurs marchandes et non marchandes. Ces dernières ont une fonction d'information qui doit être préservée pour les générations futures. Il n'y a pas de méthode pour mesurer directement une valeur non marchande. Par conséquent, des méthodes indirectes, telles que la volonté de payer et les frais de voyage, sont utilisées pour quantifier la valeur des biens de ce type. Les valeurs non marchandes déterminent dans une grande mesure ce que l'on appelle la valeur de préservation de l'écosystème.

Les valeurs marchandes se divisent en valeurs directes et indirectes. Les valeurs marchandes directes concernent la fonction de transport et de production. Leur valeur peut être évaluée par des méthodes économiques habituelles. La fonction de transport peut être exprimée en prix par hectare, la fonction de production peut être reliée à la valeur commerciale des biens produits. La valeur marchande indirecte est plus difficile à évaluer car elle est principalement liée à la fonction de régulation. Souvent, on utilise la valeur de remplacement, le coût de restauration de la fonction, une fois qu'elle est détruite. Les valeurs marchandes déterminent le potentiel d'exploitation et de développement économique.

Le développement durable vise à exploiter le potentiel d'exploitation ou de développement sans menacer la valeur de préservation. Cendrero *et al.* (1997) ont développé une méthode pour déterminer la valeur d'exploitation ou de développement et la valeur de préservation comme bases pour la sélection des stratégies de développement. La valeur de préservation comme le potentiel d'exploitation et de développement sont exprimés au moyen de valeurs sans dimensions en utilisant une échelle ordinaire, avec des valeurs comprises entre 0 (sans valeur) et 1 (valeur maximale possible). Les valeurs maximales sont définies par un certain nombre d'experts, en utilisant la méthode Delphi pour résoudre les incertitudes. Les valeurs sont reportées dans un diagramme avec les deux paramètres comme axes principaux. Un tel diagramme est schématiquement présenté dans la figure 5.

La figure 5 peut être utilisée pour sélectionner les stratégies de développement les plus prometteuses pour un littoral donné. Les zones à faible valeur de préservation mais fort potentiel d'exploitation sont les premières à développer (le champ du développement dans le diagramme). Ces zones offrent de grandes opportunités de développement. Des

procédures d'EIE doivent y être rigoureusement appliquées pour vérifier que les effets négatifs sur la valeur de préservation sont dans des limites acceptables. Par contre, les zones à haute valeur de préservation telles que les zones humides, et faible potentiel de développement, doivent être sauvegardées (le champs de la préservation dans le diagramme). On doit s'opposer au développement dans ces zones. Dans les champs restants, les deux valeurs sont du même ordre de grandeur, créant des conflits entre la préservation et le développement (champ des conflits). Les conflits sont plus graves dans les zones de valeurs élevées et moindres dans les zones de faibles valeurs. Une analyse approfondie de ces conflits doit obligatoirement précéder la formulation d'une stratégie de développement. La première étape dans cette analyse est l'utilisation des matrices de conflits, telles que décrites ci-après.

#### Conflits d'usage: la matrice des conflits

Le système naturel est un système de ressources multiples, qui fournit les biens et les services à un système d'usages multiples. Par ailleurs, les usages évacuent leurs produits indésirables dans le système naturel sous forme de déchets. L'objectif de la GILIF est de gérer l'interaction entre ces deux systèmes de manière à sauvegarder les intérêts des deux et à résoudre les conflits entre la préservation et le développement.

Les directives pour la gestion intégrée du littoral, publiées par le PNUE/PAP, recommandent l'utilisation des matrices de conflits pour les visualiser. Une matrice légèrement modifiée est proposée dans la figure 6 ci-après. Les colonnes verticales représentent les différents usages ou groupes d'usages du côté de la demande. Les lignes horizontales représentent les différentes fonctions de la nature que peuvent garantir les ressources demandées. Les cellules indiquent comment les usages interagissent avec ces fonctions de la nature. Une flèche verticale indique que l'usage a un impact sur la fonction correspondante de la nature à travers l'occupation du sol, l'exploitation des ressources ou l'émission de déchets. La matrice des impacts peut être utilisée à différentes échelles spatiales, partant de la ligne de côte jusqu'au bassin fluvial dans son ensemble. Evidemment, en raison des relations existant entre les différentes composantes d'un bassin fluvial, des relations compliquées entre causes et effets doivent être utilisées pour évaluer l'impact d'activités locales sur l'ensemble du bassin. Ces relations de causes à effets peuvent être visualisées et quantifiées par le biais de l'approche systémique de la GILIF décrite dans le paragraphe précédent.

En général, les impacts primaires sur le système naturel comprennent:

- l'impact sur l'occupation du territoire (conflits avec la fonction de transport),
- l'impact sur la quantité et la qualité des ressources naturelles (conflits avec la fonction de production),
- l'impact sur la structure et la fonction de l'écosystème (conflits avec la fonction de régulation), et
- l'impact sur le paysage naturel et créé par l'homme (conflits avec la fonction d'information).

Les flèches horizontales indiquent qu'une fonction de la nature a une grande importance pour le groupe correspondant des usages. La flèche verticale montre que les usages subiront des impacts négatifs si cette fonction est perdue. La matrice peut être utilisée pour une première évaluation qualitative des zones de conflits potentiels. Cependant, cette analyse ne fournit aucune information quantitative sur l'importance des conflits. Dans le paragraphe suivant, une méthode d'évaluation plus quantitative sera décrite, connue sous le nom de diagramme pression-état-réponse, et utilisable comme outil de sélection des stratégies de développement les plus prometteuses.

Fonction d'usage Fonction de la nature	Urbanisation	Subsistance	Activités économiques	Activités publiques	Activités sociales
Fonction de transport	↓ →	↓ →	↓ →	↓ →	↓ →
Fonction de production	⋯↓ ⋯→	⋯↓ →	↓ →	↓ →	⋯↓ →
Fonction de régulation	↓ →	⋯↓ ⋯→	↓ ⋯→	⋯↓ →	↓ →
Fonction d'information	↓ →	⋯↓ →	↓ →	⋯↓ →	⋯↓ →

**Figure 6: Matrice des impacts**

Conflits d'usage: le diagramme pression – état – effet – réponse

Les pressions

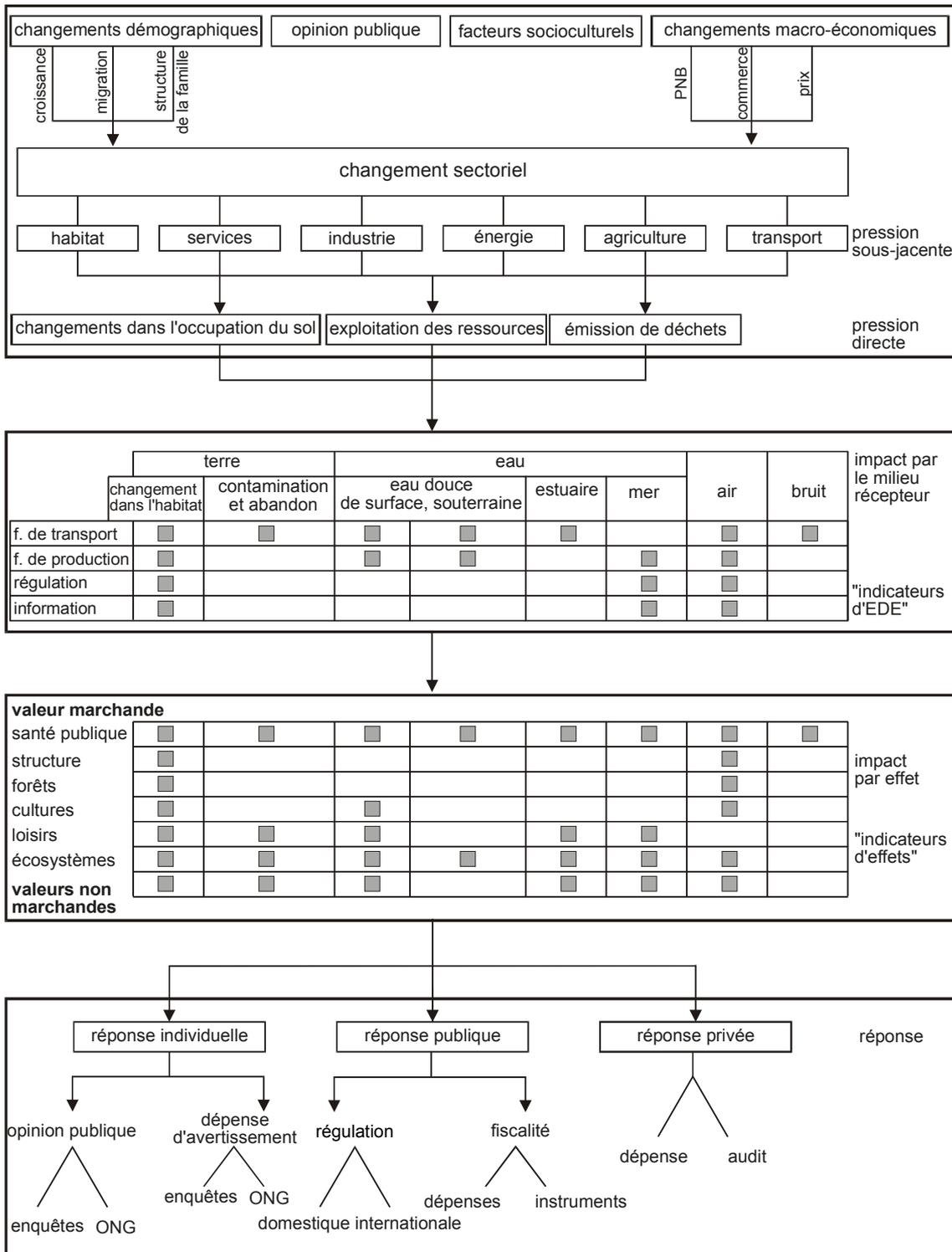
Afin de quantifier ces interactions entre les différents usages et la fonction de la nature, une analyse séquentielle des causes et des effets peut être faite à l'aide de l'approche systémique précitée. Dans ces directives, nous utiliserons la méthode recommandée par l'OCDE appelée approche pression – état – réponse. Cette approche est représentée de manière schématique par le diagramme de la figure 7. Les différentes parties du diagramme sont expliquées ci-après.

Le cadre supérieur est utilisé pour définir les *pressions* du système des usages sur le système naturel. L'occupation du sol, l'exploitation des ressources et l'émission de déchets engendrent des pressions sur le système naturel. Ces pressions sont estimées pour différents usages et agrégées pour différents groupes d'usages et secteurs économiques. De cette manière, les pressions causées par des changements dans l'occupation du sol, l'exploitation des ressources et l'émission de déchets sont déterminées pour les différents secteurs.

Les pressions typiques engendrées par les activités humaines sont indiquées dans le tableau 2.

L'état de l'environnement

Les pressions causent des changements dans le système naturel. Les fonctions naturelles sont affectées et la dégradation du système naturel peut en résulter. Les changements correspondants dans les variables d'état peuvent être prédits au moyen de l'approche systémique précitée et aboutir à de nouvelles variables d'état pour le système. Le second cadre est utilisé pour définir cet impact sur le milieu récepteur. Les colonnes verticales représentent les différentes composantes de la nature: l'air, la terre, la composante eau de la mer, les estuaires et les cours d'eau. Les lignes indiquent les différentes fonctions de la nature pour chaque composante. Les impacts sont exprimés comme des changements dans l'état des indicateurs environnementaux, qui sont des paramètres du système choisis en raison de leur relation avec les fonctions les plus importantes de la nature.



**Figure 7: Cadre général de l'analyse pression – état – effet – réponse (P-E-E-R) (extrait du schéma des indicateurs environnementaux de l'OCDE)**

<b>Activité humaine</b>	<b>Impact sur les processus liés à l'eau</b>	<b>Impact sur le transport solide</b>	<b>Impact sur le transport d'autres substances</b>
Urbanisation, Tourisme	Changements dans le régime de ruissellement. Exploitation des eaux de surface et souterraines pour l'approvisionnement en eau.	Changements dans la production de sédiments.	Pollution causée par les déchets solides et liquides.
Agriculture	Exploitation agricole des eaux de surface et souterraines. Abaissement de la nappe, intrusion saline. Risque accru d'inondations dû à l'affaissement de terrain.	Erosion dans le bassin versant causée par des changements dans l'occupation du sol. Changements dans le transport solide causés par l'affaissement de terrain.	Pollution causée par les pesticides et herbicides. Eutrophisation due aux substances nutritives.
Déforestation	Changements dans le régime de ruissellement.	Erosion dans le bassin versant.	Rejet accru de substances nutritives.
Industrie	Exploitation des eaux de surface et souterraines pour les traitements et le refroidissement.		Pollution thermique. Pollution des eaux de surface et souterraines causée par le stockage et l'élimination de déchets.
Energie hydraulique	Changements du régime fluvial.	Changements dans le régime de transport solide, sédimentation.	
Centrales thermiques et nucléaires	Exploitation de l'eau de surface pour le refroidissement.		Pollution thermique.
Exploitation de pétrole et de gaz	Risque accru d'inondations causé par l'affaissement de terrain.	Changements dans le régime de transport solide causé par l'affaissement de terrain.	Pollution des eaux de surface et souterraines causée par le stockage et l'élimination de déchets.
Grandes infrastructures physiques	Changements dans le ruissellement.	Changements dans le transport solide.	Pollution au cours de la construction et du fonctionnement.
Navigation de plaisance, navigation commerciale		Changement dans le transport solide causés par le dragage.	Pollution, déchets domestiques et déversement d'hydrocarbures.
Pêche et aquaculture			Eutrophisation causée par les substances nutritives.
Apports atmosphériques	Changements dans le régime des précipitations et élévation du niveau de la mer causée par les changements climatiques.	Changement dans le régime de transport solide causé par les changements climatiques.	Pollution causée par les pluies acides.
Apports d'origine tellurique	Transfert d'eau entre les bassins, dérivation des cours d'eau.	Changements dans le transport solide causés par les changements dans les zones adjacentes.	Epandage.

**Tableau 2: Pressions exercées sur le système naturel par les activités humaines**

### Indicateurs d'effets

Comme indiqué dans la figure 7, le changement des paramètres environnementaux peut avoir des effets négatifs sur les fonctions d'usage. La matrice d'impacts présentée plus haut peut être utilisée pour déterminer quelles fonctions d'usage seront affectées par les changements dans les indicateurs d'état. Pour la plupart des fonctions d'usage, des valeurs seuil pour les paramètres d'état de l'environnement ont été définies et ne doivent pas être dépassées. Dans le troisième cadre, ces aspects sont élaborés plus en détail pour des fonctions d'usage choisies, et les résultats sont exprimés par des indicateurs d'effets qui sont des paramètres du système choisis pour leur fréquente relation avec la santé et le bien-être humain.

### Réponse et actions de contrôle

Cela est montré plus loin dans le quatrième cadre du diagramme P-E-E-R, qui montre la réponse apportée par des particuliers, des organismes publics et privés.

L'approche systémique peut maintenant être utilisée pour évaluer les effets de ces interventions sur les différentes fonctions de la nature et, par là, sur les usages.

## Chapitre 4. Vers une stratégie de gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux

### 4.1. Les approches de la gestion des bassins fluviaux et du littoral

La gestion des bassins fluviaux et la gestion du littoral reposent sur deux traditions différentes. La gestion des bassins fluviaux découle de la gestion des ressources en eau. Dès les premières considérations du cours d'eau en tant que risque d'inondation, de l'eau en tant que véhicule de déchets et des hauts fonds en tant qu'obstructions à la navigation, les valeurs écologiques et paysagères ont été pleinement reconnues, ainsi que la nécessité de protéger la qualité de l'eau et l'environnement. Cela a conduit à une approche globale de la gestion du cours d'eau, mettant l'accent sur la gestion de la quantité et de la qualité de l'eau et sur le transport solide.

La gestion des bassins fluviaux est centrée sur une seule ressource (l'eau) et sur ses usages multiples, mettant l'accent sur la gestion de l'environnement à travers la coordination multisectorielle et incluant quelques éléments de régulation de l'occupation des sols.

La gestion du littoral découle de deux préoccupations: la gestion des ressources marines et l'aménagement du littoral. La première vient de la gestion de la pêche (pris au sens large). Dans la mesure où celle-ci est menacée par les activités telluriques et les déchets, l'intérêt du schéma de gestion s'étend à l'intérieur des terres. La deuxième vient de la tradition de planifier, centrée sur l'utilisation rationnelle de l'espace (en incluant la mer) par les activités humaines (tourisme, industrie, développement urbain, etc.), mais vient aussi de la nécessité de protéger la ligne de côte. Dans la mesure où ces activités affectent également une étroite bande littorale, le champ de la planification s'étend vers la mer. Cette approche est fortement basée sur la perception du littoral et des côtes comme étant une propriété collective nécessitant, de ce fait, protection et régulation. La forte impulsion donnée à la protection de l'environnement a renforcé le besoin d'une approche intégrée pour la gestion du littoral incluant toutes les préoccupations précitées et étendant le champ de la gestion du littoral vers des questions plus globales, telles que la pollution par des sources d'origine tellurique, etc.

La gestion du littoral est centrée sur la gestion des ressources multiples et des usages multiples, principalement basée sur l'aménagement du littoral et la gestion des ressources, et mettant l'accent sur la régulation de l'occupation du sol et les interventions physiques.

La différence fondamentale entre la gestion des bassins fluviaux et la gestion du littoral repose dans les conditions et facteurs environnementaux, les processus naturels, les caractéristiques et les pressions de l'activité humaine, les principaux acteurs et leurs besoins, le cadre institutionnel, ainsi que les interventions (outils de politique générale) employées. Il est évident que la gestion des bassins fluviaux et la gestion du littoral ne partagent pas toujours les mêmes préoccupations. Cependant, comme elles partagent des ressources et un espace communs, elles partagent souvent les mêmes problèmes. Dans la mesure où l'une influence l'autre, la gestion des bassins fluviaux et la gestion du littoral peuvent être directement reliées:

- a) A l'échelle *locale*, en se concentrant sur:
- la maîtrise des processus clés, en particulier des écoulements d'eau et du transport solide,
  - la gestion des aspects critiques,
  - le contrôle des déchets et de la pollution,
  - les efforts pour garantir la quantité et la qualité de l'eau arrivant dans les zones aval, ce qui est important pour le stock de sédiments côtiers et la préservation des habitats, zones humides, deltas et estuaires,
  - la protection des zones de haute valeur écologique et d'intérêt mutuel, telle que les zones humides, les deltas et les estuaires, et
  - le montage de projets et de structures.
- b) A l'échelle *nationale*, en se concentrant sur:
- l'établissement d'un mécanisme de coordination des orientations et des décisions prises par tous les porteurs d'enjeux,
  - l'intégration des préoccupations socio-économiques aux préoccupations environnementales,
  - l'identification et l'évaluation des pressions anthropiques, et
  - la mise en relation d'aspects plus globaux avec les systèmes fluviaux et littoraux.
- c) A l'échelle *internationale*, en se concentrant sur:
- l'établissement de réseaux de surveillance continue des ressources, et
  - l'établissement de schémas de gestion des grands écosystèmes.

Il est à noter que l'arrière-pays ne doit pas être relié au littoral, uniquement par le biais de questions relatives à l'eau. Le transport solide, les écosystèmes naturels et surtout les modes d'exploitation par l'homme fournissent des mécanismes imbriqués qui imposent souvent un regard intégré des bassins fluviaux et du littoral.

La gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux (GILIF) consiste en l'adoption d'orientations, d'objectifs et de politiques, et en la création des mécanismes de gestion qui prennent en compte les interrelations existant entre les deux systèmes, en vue de la protection de l'environnement et du développement socio-économique.

Les principales caractéristiques de la GILIF sont les suivantes:

- Son objectif est la production durable de biens et de services demandés par la société, et la résolution des conflits dans l'allocation des ressources pour la production de ces biens.
- Elle concerne le bassin versant et les zones littorales adjacentes, et tient compte des aspects écologiques, économiques, sociaux et culturels de cette zone à différents niveaux de gestion.
- Elle est fondée sur un ensemble cohérent d'activités stratégiques, tactiques et opérationnelles, et utilise des instruments techniques et de gestion pour atteindre ses objectifs.
- Elle est, de par sa nature, centrée sur l'action, continue et adaptable dans le temps, ainsi que participative vis-à-vis des porteurs d'enjeux publics et privés.

## **Encadré 2**

### **A propos des objectifs de la GILIF**

Le Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) établi pour le bassin Rhône-Méditerranée-Corse est un plan de gestion d'un bassin fluvial. La zone d'étude s'étend du littoral méditerranéen à la partie continentale, en comprenant le bassin versant du plus long fleuve de France. Bien que le SDAGE soit un plan de gestion des ressources en eau à moyen terme, il vise également la promotion d'un développement socialement et économiquement durable de cette zone. En particulier, il vise la gestion intégrée de grandes zones aquatiques complexes et la satisfaction des besoins collectifs, c'est-à-dire des intérêts de tous les usages et de l'ensemble de la population, en accordant une priorité à la santé publique. Notamment, le plan vise la gestion des ressources en eau, y compris la pollution de l'eau, en garantissant une qualité élevée de l'eau et en donnant la priorité à une bonne gestion devant les investissements, ainsi qu'au respect et à la préservation des systèmes naturels, etc.

Source: Banque mondiale. (1997). "Evaluation d'initiatives de gestion intégrée de régions littorales méditerranéennes: expériences du METAP et du PAM (1988-1996)". Banque mondiale: Washington.

Les *principes* de base de la GILIF, dans le cadre du développement durable, impliquent de:

- respecter l'intégrité de l'écosystème du bassin fluvial ou du littoral, en acceptant de limiter l'exploitation des ressources,
- garantir l'importance stratégique des ressources renouvelables dans le développement socio-économique,
- garantir l'exploitation multiple des ressources, en intégrant les activités complémentaires et en réglementant ou séparant les activités en conflit,
- garantir l'intégration des différents secteurs et niveaux administratifs dans la prise de décision, en associant les interventions locales à la gestion à plus grande échelle, et
- faire participer tous les acteurs, et surtout la population locale, au processus de planification pour garantir une gestion efficace.

Les objectifs de la gestion des bassins fluviaux et de la gestion du littoral cadrent avec ceux du développement durable où les objectifs de rentabilité économique et d'équité sociale sont reliés à ceux de préservation de l'environnement. Dans ce contexte, l'objectif de la gestion intégrée du littoral et des bassins littoraux est la promotion du développement durable, comprenant le maintien de tous les processus écologiques importants, des systèmes permettant la vie et de la diversité biologique, tout en fournissant aux populations locales des conditions de vie salubres et en réduisant leur vulnérabilité aux risques.

Pour y parvenir, la GILIF se concentre sur l'exploitation rationnelle de l'espace et des ressources, la réduction efficace des émissions de déchets et la sauvegarde des écosystèmes de valeur. Pour cela, la GILIF applique des techniques modernes de gestion pour garantir l'intégration des différents secteurs et des différents niveaux ainsi que pour favoriser la participation de tous les acteurs impliqués dans le processus de décision.

Les *objectifs généraux* de la GILIF découlent de la nécessité d'exprimer cette finalité en termes de considérations à long terme et de besoins à moyen ou à court terme, en allouant les ressources aux différents usages et en assurant en même temps les fonctions propres aux écosystèmes naturels, en particulier:

### Encadré 3

#### A propos des objectifs spécifiques de la GILIF

Les objectifs spécifiques concernant l'eau douce peuvent consister à:

- améliorer le rendement dans l'exploitation de l'eau,
- réduire les coûts du traitement de l'eau en améliorant la qualité de l'eau avant traitement (approche préventive),
- augmenter la durabilité de l'approvisionnement en eau par le biais de la tarification,
- augmenter les valeurs d'agrément de l'eau de surface, et
- protéger les habitats et les espèces dans les plans d'eau, les zones humides et les zones avoisinantes, etc.

Les objectifs spécifiques concernant les écosystèmes naturels, notamment les zones humides, peuvent consister à:

- maintenir la qualité de l'eau,
- réduire l'érosion,
- protéger contre les inondations, et
- garantir les habitats des différentes espèces, etc.

- développer les ressources humaines et renforcer les capacités institutionnelles,
- assurer la participation de tous les acteurs venant des secteurs public et privé, des zones amont et aval, etc.,
- protéger les usages traditionnels quand ils sont bénéfiques au développement socio-économique et à la protection de l'environnement, ainsi que les droits et l'accès équitable aux ressources côtières,
- encourager des activités complémentaires plutôt que compétitives,
- identifier les ressources exploitables sans être dégradées ou épuisées,
- restaurer ou réhabiliter les ressources dégradées pour en permettre une exploitation traditionnelle ou nouvelle,
- guider le niveau d'exploitation ou d'intervention pour ne pas excéder la capacité de charge des ressources,
- assurer l'intégrité des écosystèmes littoraux et fluviaux,
- garantir que le taux de disparition des ressources renouvelables n'excède pas le taux de renouvellement,
- assurer que l'exploitation des ressources non renouvelables est utilisée à des fins de développement durable,
- réduire les risques auxquels sont exposées les ressources vulnérables, et
- respecter les processus naturels dynamiques, en encourageant ceux qui sont bénéfiques et en prévenant les interférences négatives.

#### **4.2. Les priorités de politique générale**

La définition des priorités de la gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux est essentielle malgré une différence apparente entre intégration d'une part, et point de vue holistique et à long terme d'autre part. Souvent, l'identification des priorités peut être influencée par "la mode, la disponibilité de données, l'offre de financements extérieurs, les besoins sectoriels, les impératifs politiques", mais dans le cadre d'une gestion rationnelle, les priorités doivent être définies sur la base d'objectifs et de ressources disponibles en profitant d'un appui local, officiel et politique, dans l'espoir qu'une intervention réussie puisse créer les conditions favorables à une action plus générale.

Il est possible d'identifier des *zones* spécifiques des bassins fluviaux et du littoral où les *problèmes* et les *besoins* identifiés semblent plus pressants. Par conséquent, les priorités peuvent être définies en termes spatiaux. De ce fait, des zones et des ressources à fort potentiel de développement, où les besoins sont urgents, les écosystèmes fragiles et les populations vulnérables, peuvent être identifiées comme se prêtant à l'adoption de mesures de gestion intégrée. Les priorités peuvent également être définies en termes d'usages, en tenant compte de la disponibilité à long terme des ressources.

La définition des priorités peut aider les acteurs impliqués à structurer une image plus simple et plus claire des objectifs et des attentes de la gestion du littoral et des bassins fluviaux. La complexité et la nécessité d'aborder d'autres aspects deviendront évidents au cours du processus de planification, bien que cela demande beaucoup d'efforts pour éviter de réduire les intentions initiales au regard de l'efficacité à court terme et des aspects pratiques.

### 4.3. Les stratégies

La gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux (GILIF) découle de la gestion des ressources naturelles, de la gestion de l'environnement et de l'aménagement du territoire:

- La *gestion des ressources naturelles* est centrée sur l'identification et la mise en valeur des ressources naturelles majeures, en définissant des règles et des priorités visant le développement durable.
- La *gestion de l'environnement* traite de questions de qualité de l'environnement, allant des espèces à la gestion de l'écosystème.
- L'*aménagement du territoire* est centré sur l'allocation des usages aux ressources et aux zones physiques dans le but d'anticiper les développements futurs. Il est également concerné par le développement des infrastructures.

Dans les trois cas, la nécessité est souvent ressentie d'élargir le champ d'intervention vers une approche intégrée dans la gestion des bassins fluviaux et du littoral:

- Dans la gestion des ressources naturelles, les effets de l'exploitation des ressources sont parfois ressentis hors de la zone où les ressources sont produites, ce qui appelle à élargir la couverture spatiale du processus de gestion. Par ailleurs, l'interaction avec le monde extérieur devient plus dynamique, conduisant à l'intériorisation de l'étude des processus dans le système. La gestion se focalise sur le contrôle de la fonction de production en termes de structure du système et de processus prédominants. Dans de nombreux exemples, la production est gouvernée par des processus évoluant peu, et une approche quasiment statique est utilisée.
- La gestion de l'environnement est liée au contrôle d'écosystèmes de grande taille et dynamiques. La gestion de la fonction de régulation et de la fonction d'information devient la préoccupation principale. Cela implique souvent d'étendre la couverture spatiale, comme dans le cas de la GILIF. Comme la fonction de régulation est souvent gouvernée par des processus en évolution rapide, une description dynamique du système devient indispensable.
- Dans l'aménagement du territoire, on choisit souvent des unités physiques bien définies (zones ou aires) ayant peu d'interaction avec le monde extérieur. L'objectif est de contrôler la fonction de transport à l'intérieur de ces limites, à travers une structure topologique et fonctionnelle du système.

La formulation de la stratégie dans le cadre de la GILIF ne peut être décrite comme un processus unique, reproductible et applicable à tous les types de cas, et il n'y a pas une solution unique à chaque cas. L'expérience montre qu'il existe une diversité de stratégies qui peuvent être développées en fonction:

- des *particularités du cas* – une zone polluée adoptera sûrement une approche très différente de celle propre à une zone aux conditions plus naturelles, où l'accent peut être mis sur la prévention, la réduction et l'élimination de la pollution en accordant la priorité aux interventions à la source et en assurant une gestion prudente des ressources naturelles en conformité avec le principe pollueur-payeur et le principe de prévention de la pollution, et
- des *conditions régionales et nationales plus larges*, notamment l'existence d'un cadre institutionnel national, les opportunités et contraintes économiques conditionnées par la région plus large, etc.

Il arrive souvent lorsque la formulation de la stratégie doit aborder des questions qui ont un impact sur la gestion de l'eau ou du littoral, mais qui ne sont pas du ressort de ceux qui participent au processus, du fait que:

- la source du problème se trouve en dehors du bassin fluvial, ou
- la question ne peut être traitée que par des mesures ou par une législation à l'échelle nationale ou supranationale, ou
- les questions concernent d'autres enjeux politiques qui sont hors de la portée des personnes impliquées.

Dans ces cas, des facteurs externes doivent être introduits comme forces motrices, de concert avec les facteurs et développements internes.

La formulation de la stratégie varie selon le cadre institutionnel existant (lois, règlements, autorité, responsabilité, structures de prise de décisions, etc., ou pratiques établies) et par la structure du problème. Il peut s'avérer nécessaire, par exemple dans des cas de graves conflits dans l'occupation du sol (souvent associés à des pressions d'urbanisation intensive ou au développement agricole), de recourir à une réglementation "stricte" maîtrisant le développement sous forme de schéma d'aménagement du territoire. Dans d'autres cas, il peut être suffisant de recourir à des arrangements institutionnels (c'est-à-dire comités spéciaux, normes, etc.), ou bien il peut être plus sage d'essayer de concilier les préoccupations et les objectifs de développement socio-économique avec la préservation de l'environnement sous forme d'une meilleure coordination des politiques sectorielles relatives à l'exploitation des ressources. Dans un contexte plus rural, par exemple, la gestion de l'environnement peut suffire pour créer les conditions favorables au développement des activités humaines en termes généraux. Il n'y a pas d'approche unique et il est souvent nécessaire d'appliquer un mélange de stratégies.

Par ailleurs, l'accent de la stratégie change en fonction des niveaux opérationnels ou administratifs. Au niveau local, il doit refléter les complexités locales, par exemple, se concentrer sur l'identification des zones critiques du point de vue du sol ou de la végétation qui doivent être protégés. A ce niveau, un plan d'occupation des sols le long et à proximité du littoral peut être la stratégie clé. Au niveau national ou infra-régional (un bassin fluvial), l'accent peut être mis sur les politiques de gestion des ressources, en comprenant parfois des plans d'occupation du sol dans des zones clés. Au niveau national, les questions d'ordre institutionnel et l'établissement d'un cadre de politique générale peuvent être le noyau d'une stratégie fournissant des directives pour le développement de plans régionaux et locaux.

## **Partie II: DIRECTIVES**

## Chapitre 5. Le processus de planification de la gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux

Lors de l'établissement d'un système de gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux, il est nécessaire d'adopter une approche proactive. Dans ce cadre, la planification joue un rôle particulier en établissant un processus de gestion et un cadre stratégique d'objectifs, de politiques générales et d'actions, sous forme d'un plan stratégique de gestion intégrée qui peut être spécifié en termes spatiaux et qui anticipe les changements à moyen et à long terme. L'accent est mis sur le processus d'identification des priorités et des actions de gestion intégrée d'un littoral et d'un bassin fluvial.

Le processus peut être semblable à la GIL (le processus de gestion intégrée du littoral tel qu'il est proposé dans les directives du PAP, faites pour le PNUE) car les étapes de base dans la prise de décision et la planification sont plus ou moins identiques. Toutefois, le détail de l'analyse (échelle, caractéristiques, thèmes et modèles d'interaction) reflétera la structure et la dynamique des relations existant entre les bassins fluviaux et le littoral, comme cela a été décrit dans les paragraphes précédents. En conséquence, les stratégies diffèrent du fait que les questions critiques ne sont pas toujours identiques.

### 5.1. Les phases du processus

La planification est un processus cyclique qui suit une séquence d'opérations de base, débutant par l'analyse et finissant par la synthèse et l'action concrète. Pour les besoins de ces directives, cette séquence est articulée de la manière suivante (voir figure 8):

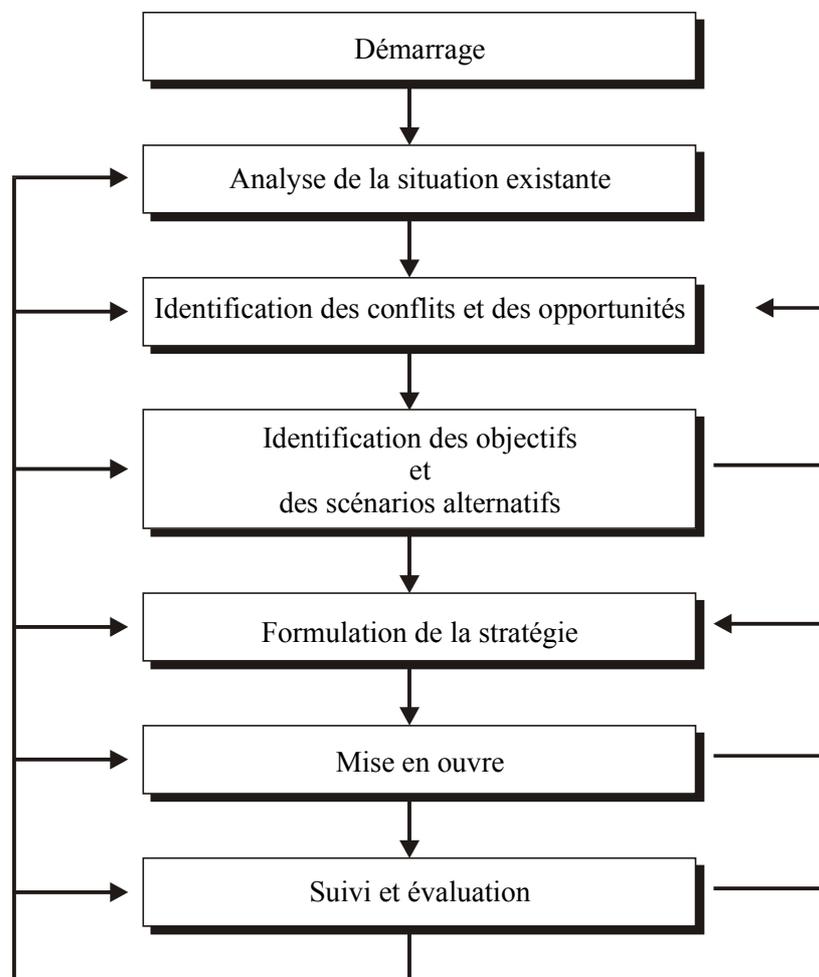
- *Démarrage*  
Il s'agit de la tâche initiale de base qui comprend l'organisation et la mobilisation en vue de la planification.
- *Analyse de la situation existante*  
Cette étape consiste principalement en une reconnaissance des caractéristiques essentielles en termes de structure et de dynamique des écosystèmes naturels et humains. Elle traite des processus et facteurs critiques, de leur envergure, de leur distribution spatiale, etc.
- *Identification des conflits et des opportunités*  
Cette étape est consacrée à l'interaction entre les écosystèmes naturels et humains, actuelle et potentielle. Elle englobe l'analyse des besoins et des pressions des principaux acteurs influençant les décisions de développement et de gestion de l'environnement.
- *Identification des objectifs et des scénarios alternatifs*  
Cette étape analyse les facteurs et processus critiques, les conflits et les opportunités, en vue d'identifier les objectifs fondamentaux de la gestion. Elle doit être formulée selon une prospective à long terme selon les principes du développement durable. Des scénarios alternatifs sont identifiées au regard des priorités, accents ou poids donnés aux différents objectifs.
- *Elaboration d'une stratégie*  
Dans le cadre des décisions publiques, un choix est fait entre les stratégies alternatives identifiées plus haut, et les objectifs sont traduits en buts et mesures précis de politique générale en vue d'élaborer un système guidant la gestion de

l'environnement. Les aspects institutionnels influencent ces décisions, en concernant les acteurs et les responsabilités ainsi que les procédures légales et administratives. Cette étape implique des engagements dans la mobilisation des ressources et la détermination des priorités, traduits sous forme d'un programme d'action.

- *Mise en œuvre*  
Cette étape concerne la mise en œuvre proprement dite du programme d'action, et est étroitement liée à l'étape suivante.
- *Suivi et évaluation*  
Il s'agit des procédures et des mécanismes administratifs de revue périodique des progrès atteints dans la réalisation des objectifs, par le biais d'évaluations de l'état de l'environnement et de l'application de la politique.

Le processus de planification est cyclique, comprenant des évaluations périodiques, des études et révisions des objectifs, stratégies, priorités de politique générale et mesures.

Les étapes précitées ne sont qu'indicatives et esquissent un processus type qui doit être adapté à chaque situation spécifique.



**Figure 8: Processus de planification de la GILIF**

## 5.2. Description du processus de GILIF

### 5.2.1. Le démarrage

Le démarrage du processus de gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux comprend l'analyse de certains facteurs-clés (parfois appelés facteurs déclenchants) qui peuvent contribuer de manière significative à sensibiliser le public à la préservation et à la gestion des cours d'eau et du littoral, et à encourager l'adoption de plans d'action appropriés.

Les facteurs suivants peuvent déclencher le processus:

- des problèmes pressants, tels que le besoin en eau, la nécessité d'un développement économique, etc.,
- des décisions, prises dans le passé ou actuelles, qui ont provoqué ou provoqueront probablement une grave dégradation de l'environnement, des accidents ou des conflits d'usage autour d'importantes ressources,
- des impulsions plus lointaines ou venant de l'extérieur, visant à promouvoir la gestion intégrée, telles que des accords internationaux, des plans nationaux de développement, des plans directeurs des ressources en eau, et
- une prise de conscience du public face à des problèmes croissants ou à la nécessité d'améliorer la qualité de l'environnement en tant qu'aspect majeur de la qualité de vie.

Un seul ou une combinaison des facteurs précités peuvent faire démarrer le processus de GILIF. Enfin, la volonté et l'engagement politiques de toutes les parties concernées sont fondamentaux pour le démarrage d'un tel processus.

A cette étape, une *proposition* peut être nécessaire pour décrire toutes les activités de la phase préparatoire. Cette proposition peut contenir les conditions préalables à la GILIF (telles que la volonté politique, la connaissance scientifique, l'existence d'un cadre national pour la GILIF, la reconnaissance des valeurs de la zone fluviale ou littorale et des avantages qu'apportera leur gestion durable, l'assistance financière), les objectifs généraux (ils seront abordés dans les phases suivantes), la zone géographique en question, les personnes, les institutions, les organisations dont la participation est escomptée, les ressources financières disponibles, et le plan de travail, accompagné de l'échéancier correspondant.

Les décisions relatives à l'étendue spatiale doivent être prises très en amont, ce qui n'est pas toujours facile. Il est à noter que, à côté des similitudes existant entre la gestion des bassins fluviaux et la gestion du littoral, liées au fait que ces deux systèmes partagent une partie du territoire qu'ils couvrent (un front littoral peut toujours être considéré comme une partie d'un bassin fluvial), il existe des différences importantes qui rendent plus complexe la décision sur des aspects de la planification, en particulier:

- Une différence de base concerne les divers types d'écosystèmes dans les bassins fluviaux et sur le littoral (eau douce, terrestre ou marine), bien que parfois certains soient communs, dans des zones transitoires telles que les lagunes littorales, les zones humides ou les estuaires.
- Une autre différence est la taille du territoire, qui influence l'étendue de la planification. Les bassins fluviaux sont généralement des unités beaucoup plus grandes que le littoral, comme on l'a constaté dans le chapitre 2.1. La taille du territoire détermine les processus pertinents sur lesquels on doit se concentrer, mais aussi les objectifs de gestion et les mesures correspondantes. La taille est également liée à la question des limites, discutée plus haut.

- Une autre différence, importante pour la planification et la gestion, est le facteur temps. Les processus, dans les bassins fluviaux et sur le littoral, impliquent des forces et des cadres temporels différents. Les changements et les impacts peuvent être observés à des périodes différentes. De plus, on constate des variations cycliques (journalières, saisonnières, annuelles, etc.) dans les forces et les processus, qui doivent être prises en compte. Certaines zones de cours d'eau sont sujettes à des inondations périodiques (saisonnières), comme certaines zones de littoral peuvent être sujettes à des influences périodiques journalières (par exemple, la marée). Les eaux de surface et souterraines constituent en principe des ressources renouvelables. Toutefois, le temps nécessaire à leur formation et à leur renouvellement est différent et, en conséquence, la planification des mesures de protection doit également être différenciée.
- La question de limites peut être assez difficile, vu que les bassins fluviaux sont composés d'unités géophysiques identifiables, tandis que le littoral n'est pas toujours aisé à délimiter du côté terre comme du côté mer. La question des limites et de la délimitation des zones de gestion sera discutée plus en détail à la section 5.2.3.

### 5.2.2. L'analyse des conditions actuelles et des prospectives

Cette étape est particulièrement importante car elle fournit les entrées et aide à formuler les objectifs et, ainsi, à formuler les stratégies de gestion durable du bassin fluvial et du littoral. Il faut souligner que le processus entier de cette phase est déterminé par les questions précises à résoudre. Plusieurs termes sont utilisés pour décrire cette étape: profil, évaluation environnementale, analyse F.F.O.C. (forces-faiblesses-opportunités-contraintes), etc. Ils visent tous à décrire le système et à identifier les questions-clés.

Dans cette phase, les étapes suivantes sont à entreprendre:

1. L'étude des questions-clés sélectionnées. Une collecte de nouvelles données sera faite si des lacunes sont identifiées et si une information complète sur ces questions est fondamentale.
2. L'analyse des systèmes naturels sur le littoral et dans les bassins fluviaux. L'objectif principal est d'informer sur les impacts des activités humaines sur les ressources et les écosystèmes naturels. Pour cela, certaines informations plus détaillées sont à collecter, telles que:
  - le niveau actuel d'exploitation des ressources, étant donné les activités socio-économiques existantes,
  - l'impact des pratiques d'exploitation des ressources sur l'état et le stock des ressources naturelles,
  - l'estimation des déchets produits et de ceux rejetés dans les systèmes naturels, y compris la contribution des déchets produits dans d'autres zones et évacués dans les systèmes naturels de la zone d'étude,
  - l'évaluation des effets potentiels des changements climatiques, et
  - l'impact des activités socio-économiques sur les ressources et écosystèmes naturels.

Pour ce faire, les données suivantes sont nécessaires:

- les *données environnementales de base*: biologie, topographie, hydrologie, géologie,
- les *ressources naturelles*: l'eau, la terre agricole, les forêts, les ressources halieutiques, le patrimoine naturel, les minéraux,

- les *risques environnementaux*: les inondations, les risques géotechniques, les cyclones, l'activité volcanique, et
- les *réseaux*: l'approvisionnement en eau et le drainage, le transport et l'élimination des déchets.

Ces données doivent également indiquer les changements saisonniers et autres variations dans le temps.

Une exigence fondamentale pour réussir la gestion du littoral et des bassins fluviaux est d'identifier et d'évaluer l'état des ressources:

- Dans le système du bassin fluvial, toutes les ressources en eau et les ressources liées à l'eau, dont les zones humides, doivent être identifiées et déterminées, si possible, de manière quantitative. L'évaluation doit inclure aussi bien la quantité que la qualité de l'eau et prendre en compte les ressources de surface et souterraines, ainsi que les eaux littorales. Les interactions entre les différentes ressources en eau doivent être soulignées et évaluées. Les processus biophysiques et les fonctions hydrologiques doivent être minutieusement étudiés.
  - Dans le système littoral, bien que l'ensemble du système soit l'objet de la gestion et qu'il s'agisse d'une zone de grande diversité biologique, certaines zones critiques, telles que les laisses, les plages, les récifs coralliens, etc., sont de haute valeur et les pressions qui les affectent doivent être traitées en priorité.
3. L'analyse du cadre socio-économique et de ses implications spatiales. Ici, les informations apportées concerneront les questions suivantes: démographie, économie, structure sociale, modes d'occupation des sols, aspects institutionnels. Le lien avec les risques, tels que l'élévation du niveau de la mer, doit également être étudié.
  4. La prospective des développements futurs. Cela peut s'appuyer sur la projection des tendances actuelles ou la prospective d'activités qui actuellement n'affectent pas encore la région mais à l'avenir pourraient affecter les systèmes naturels des bassins fluviaux ou du littoral, ou des deux. Cela peut se faire à l'aide de scénarios croisant différents secteurs.

### 5.2.3. La délimitation des zones de gestion

#### Les bassins fluviaux

La délimitation des zones de gestion au sein des bassins fluviaux est liée à la distribution des caractéristiques géophysiques (géomorphologie, hydrologie, etc.) propres au bassin versant. Il est souvent très étendu, bien que l'intérêt soit centré sur une bande étroite le long des cours d'eau. La détermination de cette bande est fonction des écosystèmes naturels mais également de l'utilisation du sol. En général, on distingue:

- une *bande* s'étendant juste au delà de la rive, généralement identifiable par la flore et la faune propres aux cours d'eau,
- une *zone riveraine (tampon)* s'étendant sur quelques centaines de mètres de chaque côté des cours d'eau, délimitée soit par les caractéristiques physiques soit par l'utilisation du sol, et
- le *bassin hydrographique* qui influence les cours d'eau en termes d'écoulement hydrique, de transport solide et de flux énergétique.

#### **Encadré 4**

##### **Délimitation des zones dans la GILIF**

Dans sa partie terrestre, le littoral s'étend jusqu'aux limites du plus proche *bassin versant*, tandis que la partie marine s'étend jusqu'à la zone d'interférence supposée des eaux déchargées (généralement, elle correspond à la *ligne bathymétrique* des 100 m). Le SDAGE a également résulté en 50 zones homogènes qui présentent des *unités de gestion* cohérentes. Chacune de ces unités constitue une zone homogène pour une approche intégrée optimale de la gestion, la réhabilitation, la préservation ainsi que l'exploitation du littoral.

Source: Comité de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse. (1995). Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE).

#### Le littoral

La définition et la délimitation spatiale du littoral dépend des facteurs géophysiques (géomorphologie, hydrologie, etc.) et écologiques (écosystèmes terrestres et marins), des activités humaines et de l'occupation du sol (type et intensité du développement), ainsi que des facteurs institutionnels (cadre administratif et légal régulant le développement et l'occupation de l'espace).

Du point de vue de la gestion, plusieurs délimitations spatiales peuvent être identifiées sur le littoral, en relation avec les caractéristiques physiques et écologiques et les activités humaines existantes:

- une *zone critique* ou bande étroite de terre et de mer, large de quelques centaines de mètres, adjacente à la ligne de côte, habituellement de la plus grande valeur écologique et sujette à d'intenses pressions de développement,
- une *zone dynamique* qui peut s'étendre jusqu'à quelques kilomètres côté terre et côté mer, où la dépendance et/ou l'influence des activités humaines et des processus naturels sur les caractéristiques du littoral et les ressources sont fortes, et
- une *zone d'influence plus étendue*, souvent large de plusieurs kilomètres, qui influence partiellement, directement ou indirectement, les deux autres zones.

Ces zones peuvent être subdivisées en unités géographiques plus petites sur la base de critères environnementaux et socio-économiques liés au développement et à l'occupation du sol (tels que les vallées, les baies fermées, les hautes terres rurales, les zones touristiques, etc.) pour différencier des politiques et des actions du point de vue de la gestion.

#### **5.2.4. L'identification des conflits et des opportunités**

La formulation du problème à traiter est un point central dans l'ensemble du processus de gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux car elle détermine l'étendue de la gestion et de la planification. Un problème initialement formulé est souvent restructuré, modifié, recadré au fur et à mesure que l'information et la connaissance s'accroissent. Dans des cas complexes, la formulation du problème est un objectif en soi. Il est très important que tous les participants se mettent d'accord sur ce qui pose problème car plusieurs formulations différentes du problème peuvent être émises au début. L'identification du problème détermine les objectifs, c'est pourquoi des conflits peuvent déjà apparaître dès l'étape initiale du processus de planification.

Les problèmes sont notamment identifiés en termes d'interactions environnement / développement. Les matrices pression-état-effet-réponse, discutées dans un précédent paragraphe, sont très utiles pour structurer de telles interactions. De ce fait, les conflits ne sont pas le seul point d'entrée à la gestion. Une importance équivalente est accordée à

l'identification des opportunités, plus précisément des opportunités de développement, mais aussi d'intervention ou d'action en général. Celles-ci peuvent être identifiées, non seulement par rapport à la qualité environnementale des ressources et des écosystèmes, mais aussi en termes de développement économique et social. Les problèmes doivent également être classés selon différents aspects: en termes de temps (sont-ils urgents ou pas), d'irréversibilité (réversible, irréversible), d'impact sur des valeurs écologiques, etc.

#### **5.2.5. L'identification des objectifs et des scénarios alternatifs**

Sur la base de l'analyse précédente des conflits et des opportunités, on détermine des objectifs. C'est une étape importante dans le processus de GILIF qui, une fois réalisée, doit être suivie jusqu'à ce que les objectifs soient atteints (ou révisés si c'est jugé nécessaire). La participation du public est essentielle, ainsi que celle des porteurs d'enjeux. Ceux-ci peuvent venir du secteur public, souvent issus de différentes responsabilités sur les ressources des bassins fluviaux et du littoral, mais également du secteur privé, comme les grandes industries, etc.

Les objectifs peuvent être de trois types: globaux (objectifs généraux qui ne résultent pas de spécificités de la zone), spécifiques à la zone étudiée, ou sectoriels. Les objectifs doivent être aussi clairs que possible pour constituer des vrais guides. Ils peuvent être conflictuels mais non pas contradictoires.

Par ailleurs, les objectifs peuvent être traduits en une série de buts plus concrets qui en faciliteront la réalisation. Ceux-ci constituent des déclarations opérationnelles de la finalité poursuivie (déclarations de politique générale), peuvent être à court ou moyen terme et, lorsque c'est possible, exprimés en indicateurs quantitatifs. Les objectifs sont importants comme critères de sélection ultérieure parmi les scénarios alternatifs.

L'étape suivante est la formulation des stratégies possibles permettant d'atteindre les objectifs fixés. Une stratégie comporte des objectifs et des buts plus concrets, reliés de manière cohérente. Ils peuvent se rapporter aux stratégies existantes ou en développer de nouvelles. Il est évident que la situation existante impose des contraintes importantes sur l'action potentielle et qu'elle conditionne donc, dans une grande mesure, la formulation de la stratégie.

Les objectifs sectoriels et intersectoriels sont déterminés et leur intégration est recherchée dans l'étape suivante. Le caractère pluridimensionnel des problèmes rencontrés dans la gestion du littoral et des bassins fluviaux suggère qu'il existe une série d'objectifs et de politiques alternatifs. Il arrive souvent que des stratégies alternatives soient générées en combinant des objectifs et des options politiques. Chaque stratégie doit inclure des critères qui faciliteront l'évaluation et la mise en œuvre par le fait qu'ils indiquent les limites à l'intérieur desquelles l'exploitation des ressources est permise, afin de les protéger de dégradations irréversibles.

Les stratégies de gestion peuvent être proactives ou réactives. Les options proactives incluent des initiatives gouvernementales pour un développement maîtrisé des zones vierges, un développement rural intégré des terres hautes, etc., tout ceci en vue d'anticiper le développement futur et de fournir des orientations pour de futures actions. Les approches réactives vont de la lutte contre l'érosion des plages jusqu'à celle contre les inondations, en passant par la restauration des zones humides, l'appui à l'activité agricole en perte de vitesse, etc., autant d'actions conditionnées par des problèmes pressants et orientées vers des mesures correctives. Dans de nombreux cas, les plans proactifs sont précédés de stratégies réactives, déclenchées par des conflits ou des opportunités. De façon générale, on peut identifier les conflits et les opportunités suivants:

- entre des usages, concernés alors par des plans d'occupation du sol (par exemple, le développement forestier ou le tourisme) ou des plans d'allocation des ressources (par exemple, le développement à partir des ressources en eau ou la production d'énergie),
- entre des usages et l'environnement, qui font alors l'objet de plans de dépollution ou de plans de gestion de l'environnement, et
- entre l'environnement et des usages, faisant alors l'objet de plans de gestion des risques (par exemple, les inondations, l'érosion des plages, etc.).

Les stratégies alternatives, c'est-à-dire les voies alternatives vers des futurs alternatifs, doivent être évaluées en vue de choisir celle qui sera suivie.

Dans cette étape, une approche systémique peut être utilisée, appuyée sur des bases de données, des techniques de SIG et des modèles de simulation. Le SIG est utile pour visualiser la structure du système tandis que les modèles servent à décrire les processus prédominants. Les simulations du système sont utiles pour comparer différentes stratégies pour différents scénarios d'entrées.

Lors de l'étape de sélection, le résultat de ces simulations est utilisé pour évaluer les différentes alternatives. Des techniques à critères multiples sont appliquées pour différencier les différentes options. Souvent, des systèmes d'aide à la décision sont utilisés, avec une interface graphique conviviale et ses accessoires, pour gérer le processus d'analyse. Des techniques multimédia sophistiquées sont actuellement disponibles pour communiquer les résultats aux porteurs d'enjeux.

De façon générale, l'objet fondamental de tous ces outils et méthodes est d'étudier l'impact du développement sur l'environnement et, pour cela, d'évaluer les scénarios alternatifs en termes d'avantages et de coûts potentiels. Le produit final de cette étape est le choix de la stratégie.

Qui choisit et comment, ce sont là deux questions importantes à cette étape du processus de planification. La réponse à ces questions doit être recherchée par le biais de l'étude institutionnelle de la zone (bassins fluviaux et littoral) car les variations dans ce domaine sont considérables à travers le monde. La légitimité, la présence, importance et influence, l'expression de l'intérêt public, etc. sont des critères souvent utilisés pour choisir parmi les porteurs d'enjeux.

#### **5.2.6. L'élaboration de la stratégie**

Dans la phase précédente, une stratégie à long terme a été formulée. La tâche dans cette nouvelle phase consiste à élaborer plus en détail cette stratégie et comprend:

- la spécification des politiques et des mesures faisant partie de la stratégie, et
- un plan d'action qui guidera la mise en œuvre de la stratégie à court et moyen terme.

Le premier point peut prendre la forme d'un "plan d'action stratégique" qui contiendra les aspects clés, tels que la croissance démographique, les objectifs du développement socio-économique, le développement des infrastructures, les usages de base concernant le sol, la mer et les cours d'eau, la désignation des zones écologiquement vulnérables à préserver, les aspects législatifs et institutionnels, et les aspects financiers, principalement en termes de besoins de financement. Ce plan traduira les objectifs en mesures de politique générale (réglementaires, physiques ou économiques) et définira les actions suivant les priorités.

Cela peut être précisé davantage dans des plans directeurs détaillés spécifiques si c'est nécessaire (pour des zones prioritaires), incluant des propositions sur l'occupation du sol et de la mer, et où les politiques et les programmes d'action sectoriels relatifs au développement et à la protection des ressources de la zone sont bien intégrés. Un tel document peut incorporer des dispositions concernant les terres agricoles, la sylviculture, les zones industrielles et résidentielles, les zones touristiques et de loisir, les usages de la mer, le réseau de centres urbains et ruraux, les aires protégées, les espaces libres, les corridors et zones de transport, les autres infrastructures, les grands ouvrages publics, etc.

En plus de ce qui précède, ce plan d'action stratégique doit définir le cadre administratif et réglementaire de sa mise en œuvre. Souvent, la mise en œuvre dépend du cadre légal existant, mais on peut toujours faire des suggestions concernant une nouvelle législation ou des acteurs à impliquer dans le processus. La référence au cadre réglementaire doit inclure tous les détails nécessaires tels que les instruments à utiliser (par exemple, les autorisations de construction, la rédaction des réglementations, etc.). La faisabilité financière et technique doit également être abordée.

En raison de sa complexité, la GILIF exige un niveau élevé de coopération au sein des structures institutionnelles ainsi qu'entre elles. Un niveau élevé de coopération horizontale est requis, particulièrement entre les institutions sectorielles, dans la phase de planification, et un niveau élevé de coopération verticale est nécessaire au sein des institutions dans la phase de mise en œuvre. Le cadre institutionnel doit également viser l'intégration des aspects quantité et qualité de l'eau, ainsi que eaux de surface et eaux souterraines, dans la gestion.

Cependant, il faut noter que, bien qu'il existe une étroite interdépendance entre les systèmes des bassins fluviaux et du littoral en termes de processus écologiques, le cadre institutionnel existant ne facilite pas un rapport "interne".

La GILIF dépend de la participation des différents porteurs d'enjeux des secteurs public et privé. La nature du pouvoir est le plus souvent de trois types:

- exécutif,
- juridique (mise en vigueur des règlements et des normes), et
- commercial.

Le plus souvent, tous les trois sont impliqués.

Par ailleurs, comme certaines questions dépassent souvent les limites administratives, on doit œuvrer à trois niveaux différents: national, infra-national et local. Différentes responsabilités sont assignées à chaque niveau:

- Au niveau national, les aspects de politique générale relatifs à la formulation et à la mise en œuvre du processus de GILIF doivent être définies. Une stratégie nationale doit être élaborée et fournir les directives nécessaires à l'attention des initiatives locales et régionales. Un organisme en charge de la gestion du littoral et des bassins fluviaux sera identifié au niveau national, le cas échéant. Les normes environnementales et de protection seront définies à ce niveau (national). Un comité peut être créé pour travailler sur les problèmes sectoriels et faciliter la participation de tous les ministères concernés.
- Au niveau infra-national, des schémas plus détaillés peuvent être élaborés sur la base des directives nationales de GILIF. Les plans locaux de gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux seront coordonnés avec le traitement de certains conflits vis-à-vis des orientations nationales.
- Des plans de détail peuvent être établis au niveau local.

## **Encadré 5**

### **Types de participation**

#### *1. Dirigée*

La population est traitée de manière passive et informée sur les raisons du choix du scénario adopté, plutôt qu'incluse dans le processus de décision.

#### *2. Informative*

Le public est informé de ce qui a été décidé ou de ce qui a déjà été fait, ou bien son avis peut être demandée concernant une seule option.

#### *3. Consultative*

La concertation implique que le public soit contacté sur une proposition ou un document spécifique, ou qu'il soit interrogé. Dans cette situation, l'opinion publique est prise en compte, l'occasion est donnée de discuter et les décisions sont examinées en commun.

#### *4. Partenariale*

Par le biais de représentants, la population locale conseille ou influence ceux qui ont le pouvoir.

#### *5. Interactive*

Les responsabilités dans le domaine de la planification et de la prise de décision sont partagées entre les autorités et le public.

#### *6. Gestion communautaire*

"Il s'agit d'une approche du bas en haut, où le public amorce et prend en main l'ensemble du travail de planification, de prise de décision et de gestion d'un programme, indépendamment d'organisations externes, bien que ces dernières aident sous forme de ressources, d'appuis et de conseils techniques."

Source: Bayliss R., B. Shipman, M. Turnbull and A. Winder. (1998). Participation Techniques in Coastal Management. A case study of Dorset, Devon and Cornwall.

La participation du public à la gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux est essentielle pour élever la conscience du public à l'égard de valeurs de longue durée et de préoccupations dépassant le niveau local. Elle permet d'identifier les besoins et les préoccupations de tous les usages de l'eau. Dans le passé et encore souvent de nos jours, on croyait que les planificateurs et les politiciens pouvaient le mieux déterminer ce que voulait le public. Dans plusieurs cas, le public n'a été impliqué que dans les étapes finales du processus de planification, lorsque les objectifs avaient déjà été définis. Il est cependant devenu évident que, si les aspirations de la population ne sont pas incorporés dès le début, les plans de gestion n'ont pas de grandes chances de réussir, surtout s'ils sont en conflit avec les objectifs du public. Dans certains pays, l'aspect participation du public est une priorité, et un rôle important est dévolu au public. L'Agenda 21 recommande le développement de techniques participatives et leur utilisation dans la prise de décision, en particulier le renforcement du rôle de la femme dans la planification et la gestion des ressources en eau. La participation de tous les groupes concernés peut apporter aux planificateurs et aux décideurs de nouvelles connaissances en matière de valeur et d'usage des ressources dans le bassin. Il est très important que les usages en amont et en aval puissent se rencontrer et dialoguer dès le début de l'initiative.

Par ailleurs, la participation peut favoriser l'engagement, l'appropriation et la responsabilisation partagée. Elle peut également élever la conscience à l'égard du projet et des questions soulevées. Tout cela augmentera l'efficacité. Pour cela, les mécanismes assurant la participation du public sont essentiels. Les institutions doivent permettre au public de faire des commentaires et des propositions pour la gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux. Des forums de discussion ouverte peuvent aider en cela. La participation fait encore l'objet de critiques. Il est expliqué que la plupart des activités sont déjà gérées par des organismes de droit public œuvrant dans le cadre législatif. Par ailleurs, la participation coûte chère et prend du temps. Une participation efficace demande souvent la mise à disposition d'informations adéquates avant le démarrage de la procédure, dans le but de permettre au public de contribuer au processus de façon plus constructive.

### **5.2.7. La mise en œuvre**

Deux conditions préalables à la mise en œuvre des plans établis doivent être remplies, sur la base de la stratégie élaborée:

- un statut légal pour les plans, qui garantira en grande partie la réussite de leur mise en œuvre, et
- une assise réaliste, c'est-à-dire composée de politiques et d'actions qui soient en adéquation avec l'importance des problèmes, la capacité de gestion, les ressources humaines et financières existantes et l'appui technologique disponible.

Dès que le niveau approprié de gestion du plan est défini, un mécanisme de coordination doit être mis en place, éventuellement sous forme d'un organe spécial - agence, comité ou autre organisme - investi du rôle de pilote dans la mise en œuvre du plan.

La stratégie, aussi bien que le plan, doivent avoir un cadre à long terme incluant des objectifs à court et long terme, et les projets correspondants. Pour des raisons pratiques, il est recommandé que les plans soient divisés en plusieurs étapes formant une séquence cohérente. Chaque étape peut durer de 3 à 5 ans et doit être détaillée en termes d'objectifs, de projets, d'aspects financiers et techniques, d'investissements, d'administration, de participation, etc.

Des actions sont nécessaires pour mettre en œuvre et imposer les décisions de gestion. En général, on trouve:

- des actions entreprises par des personnes individuelles, stimulées par l'initiative communautaire et les campagnes de sensibilisation du public,
- des actions venant d'organismes privés (notamment des formes de contribution financière), appuyées par des mesures encourageant les nouvelles technologies et produits, et
- des actions gouvernementales, à travers des dispositions institutionnelles, des régulations administratives, des mécanismes de renforcement des capacités et d'appui financier.

La mise en œuvre comprend entre autres:

- la mise en œuvre et la mise en vigueur (dans cette étape, les plans sont mis en œuvre au moyen d'instruments techniques, administratifs, législatifs et financiers, appuyés par la participation du public), et
- des interventions de gestion et de contrôle visant à corriger les développements indésirables à court terme.

### **5.2.8. Le suivi et l'évaluation**

Le suivi est un élément important dans tout processus de planification, directement lié à l'évaluation de la performance des politiques de GILIF et des résultats obtenus par rapport aux objectifs initialement définis.

Etant donné la grande diversité des forces et des processus naturels engagés dans les bassins fluviaux et sur le littoral, une multitude de facteurs et de variables doivent être suivis pour examiner l'état des systèmes concernés. Une telle tâche est exigeante et assez complexe, et dépasse souvent les moyens et le champ de la GILIF. A des fins pratiques, le suivi doit se centrer sur quelques indicateurs clés, se rapportant aux facteurs et questions clés de planification, préalablement identifiés. Souvent, les indicateurs sont organisés suivant le modèle P-E-I-R (pression-état-impact-réponse), largement utilisé dans la gestion environnementale. Ces indicateurs peuvent être reliés à

un SIG pour illustrer les variations spatiales dans la zone. Le suivi concerne les processus et les usages clés des bassins fluviaux et du littoral, avec une attention particulière sur les flux entre les deux systèmes.

Dans les cas de GILIF plus élaborés, des systèmes complets de suivi peuvent être employés. Ils peuvent avoir plusieurs composantes. Par exemple, dans un suivi des eaux de surface, on prendra en considération le suivi écologique des caractéristiques géochimiques, biologiques et physiques de la masse d'eau, ainsi que le suivi chimique des substances polluantes. S'agissant des eaux souterraines, le suivi peut inclure la quantité ainsi que le suivi chimique de certaines substances.

Les changements dans le système naturel sont suivis au moyen de mesures *in situ* ou de techniques de télédétection. Les processus lents peuvent être surveillés périodiquement, de tels exemples étant l'évolution morphodynamique du littoral ou les changements dans les écosystèmes. Les processus en rapide évolution exigent des observations continues, de tels exemples étant l'enregistrement du niveau de l'eau, les mesures du débit ou l'observation des vagues. Les changements dans le système socio-économique sont surveillés en estimant les valeurs de paramètres démographiques, sociaux et économiques. De tels exemples sont la densité de la population, l'occupation du sol, le chômage ou le PNB.

Le suivi est un processus continu, démarrant dès le début du projet pour refléter des particularités du milieu (telles que les traits naturels, les ressources clés, les contraintes, etc.). Le suivi est également à relier aux objectifs de gestion, ce qui fait qu'il doit être graduellement élaboré pour refléter les préoccupations majeures.

Les informations produites pendant la mise en œuvre du plan seront utilisées pour analyser:

- l'efficacité des décisions de GILIF,
- l'efficacité des investissements entrepris, et
- la répartition des bénéfices entre les différents groupes sociaux pour estimer le degré d'équité atteint.

A la différence du suivi, l'évaluation n'est pas un processus continu. Au contraire, elle se fait dans des moments sélectionnés, notamment au milieu, à la fin et quelque temps après l'achèvement du programme:

- Les *évaluations intermédiaires (en cours de programme)* sont faites pendant la phase de mise en œuvre dans le but d'examiner les progrès réalisés et d'anticiper les effets probables.
- Les *évaluations finales* sont faites à la fin de la phase de mise en œuvre. Elles sont en rapport avec le programme et le processus.
- Les *évaluations d'impact (ex-post)* sont le plus souvent faites plusieurs années après le déboursement final, par des autorités indépendantes, et leur objectif est de mesurer les impacts directs et indirects.

Dans tous les cas, les évaluations doivent se caractériser par leur objectivité, leur crédibilité et leur représentativité (participation), et il faut s'assurer que les acteurs (ou porteurs d'enjeux) majeurs aux niveaux local et national soient impliqués dans le processus de suivi et d'évaluation.

## Chapitre 6. Instruments et méthodes pour la mise en œuvre de la gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux

Il existe une grande variété d'instruments et de méthodes, pouvant être utilisés en fonction de la visée et de l'échelle de la gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux.

Dans les paragraphes qui suivent, un certain nombre de méthodes et d'instruments remarquables sont brièvement présentés, répartis en trois catégories de base:

- la gestion de l'information,
- l'élaboration du plan, et
- la mise en œuvre du plan.

Ceux qui concernent les phases du processus de planification, discutées plus haut, sont indiqués dans le tableau 3.

	Démarrage	Analyse	Conflits et opportunités	Objectifs	Stratégie	Mise en œuvre	Suivi et évaluation
Recueil de données	+	+					
Utilisation des données		+	O				+
Base de données		+					O
SAD		+	+	O	+		+
Scénarios		+	+	O	+		O
ECA		+	O	O			O
Réglementation					+	+	O
Zonage					+	+	O
Instruments économiques					+	+	O
Sensibilisation	O				+	+	O
EIE						+	+
ESE		+	+				+
Evaluation économique		+	+				+
Analyse des risques	O	+					+
Résolution des conflits	+			+		+	+

+ le plus utile

O utile

**Tableau 3: Instruments de la GILIF**

## **6.1. Gestion de l'information**

### **6.1.1. Collecte et gestion des données**

Les données constituent l'élément de base de tout système d'information. Leur fiabilité, leur précision et leur disponibilité sont essentielles à la prise de décision. Grâce aux récents développements de la télédétection, notamment au moyen d'images satellite, de nouvelles données sont disponibles, même pour des sites inaccessibles où la collecte de données était difficile. Néanmoins, le progrès technologique ne résoudra pas tous les problèmes de collecte de données pour la gestion du littoral et des bassins fluviaux. Même après avoir utilisé toutes les données pouvant être obtenues par la télédétection, il reste beaucoup à récolter par des campagnes sur le terrain. La seule recommandation qui sera faite concernant les campagnes de terrain est qu'elles doivent être réduites au minimum, pour des fonctions bien définies de la base de données.

La gestion des données sert:

- l'indication des zones ou des variables risquant d'être exposées aux pressions du développement futur,
- le choix des sites les plus appropriés pour des services publics de base, minimisant l'atteinte à l'environnement,
- l'identification des ressources hautement sensibles aux déversements accidentels de pétrole, en vue de leur protection,
- l'identification des priorités en matière de préservation de la nature, où les ressources écologiquement vulnérables se trouvent dans des zones menacées de pollution;
- la planification du développement touristique, en tenant compte de la capacité de charge des ressources naturelles,
- la sélection des scénarios ou projets de développement alternatifs,
- l'identification des instruments politiques appropriés, et
- la définition des mécanismes de financement appropriés.

Un apport important de la gestion de données à la GILIF est sa capacité à réunir des données sur les ressources physiques et naturelles avec des informations économiques, permettant ainsi des analyses croisées telles que les bénéfices sociaux et économiques du développement, le coût économique de la dégradation de l'environnement causée par le développement, le coût des mesures à prendre pour éviter cette dégradation, et les bénéfices qui seront obtenus si la dégradation est évitée ou réduite. L'intégration des données physiques et économiques est une des tâches les plus complexes de la gestion des données pour la GILIF.

### **6.1.2. Utilisation des données**

L'utilisation des données permet:

- l'identification des indicateurs-clé de l'état actuel de l'environnement littoral,
- l'identification des ressources littorales exposées aux pressions et aux risques, et de leur niveau de vulnérabilité ou de risque de dégradation,
- la prévision des impacts possibles des tendances alternatives de développement sur les ressources vulnérables,
- l'identification des zones d'opportunité, en utilisant les critères d'aptitude et d'exclusion,
- la simulation et le test d'options alternatives,
- le suivi et la rétroaction, et
- l'exploration des informations et des scénarios alternatifs disponibles, en utilisant un outil interactif de recherche de données.

**Encadré 6**  
**Proposition de base de données pour la GILIF**

- gestion des ressources (quantité et qualité des ressources)
  - zone terrestre
    - zone bâtie
    - zone agricole
    - zone destinée à la préservation
    - zone à vocation spéciale
    - forêts
  - ressources en eau
    - eaux de surface
    - eaux souterraines
    - eaux littorales
  - ressources marines
  - ressources sauvages
- activités économiques
  - industrie
  - extraction de minéraux et de matériaux de construction
  - agriculture
  - tourisme
  - pêche et aquaculture
  - sylviculture
  - transports
  - énergie
- infrastructures
  - routes
  - chemins de fer
  - aéroports
  - alimentation en eau
  - traitement des eaux usées
  - irrigation
- élimination de la pollution
  - air
  - eaux
  - déchets,
  - risques naturels
- politiques, plans et programmes existants

Un sous-système simulé est utilisé pour l'analyse, la prévision et l'orientation des décisions. Ce sous-système peut proposer une variété de modèles, s'étendant des modèles de simulation à ceux d'optimisation, en passant par divers niveaux de sophistication.

Le sous-système de dialogue est une composante du système d'aide à la décision (SAD), assurant l'interface entre l'homme et la machine. Les technologies de pointe offrent des manipulations conviviales, telles que les présentations graphiques couleur à haute résolution, l'animation et la présentation multimédia.

### **6.1.3. Contenu et structure de la base de données**

Les types d'informations nécessaires concernent:

- les éléments environnementaux de base (géologie, hydrologie, climat, biologie et topographie),
- les ressources naturelles (alimentation en eau, terres agricoles, pêche et ressources aquatiques, ressources touristiques et de loisir, patrimoine naturel et ressources minérales),

- les risques environnementaux (inondations, risques géotechniques, etc.),
- l'occupation du sol (agriculture, extraction minière, industrie, zone résidentielle et de services), et
- les réseaux et infrastructures (alimentation en eau et assainissement, évacuation des déchets, transports, etc.).

#### 6.1.4. Systèmes d'aide à la décision (SAD)

Les **systèmes d'aide à la décision (SAD)** sont un élément indispensable au processus de décision dans de nombreux cas de gestion du littoral et des bassins fluviaux, en éclairant les modes complexes d'interaction entre les écosystèmes naturels et humains dans les décisions de gestion.

En raison de la différenciation dans le temps et dans l'espace, des modes complexes d'interaction, le recours à des **systèmes d'information géographique (SIG)** est idéale pour les besoins de la gestion du littoral et des bassins fluviaux. La capacité des **SIG** à traiter et analyser les données spatiales (géographiques et thématiques), simultanément avec les performances en temps réel, stimule le processus de décision. La possibilité de lier et de combiner différentes couches d'informations, en même temps que d'insérer des opérations algébriques, font du **SIG** un outil indispensable à l'évaluation directe des processus de gestion.

La théorie de la décision vise à trouver la meilleure solution à n'importe quel problème. Les **SAD** classiques utilisent la méthode appelée "optimisation sous contrainte" et ne prennent généralement en compte qu'un seul critère. Le processus de **GILIF** met en jeu des intérêts conflictuels et présente des caractéristiques à dimensions multiples, où un critère unique ne suffit pas et où des critères multiples sont indispensables. Les méthodes et techniques d'intelligence artificielle sont des instruments puissants de gestion des conflits et peuvent être introduites dans des **SAD**. L'objectif principal des systèmes experts est d'introduire des connaissances humaines sur la résolution des problèmes dans des programmes informatiques. Le concept sous-jacent d'introduire des connaissances dans les systèmes informatiques est beaucoup plus durable et généralement plus applicable qu'une approche étroite et traditionnelle des systèmes experts. L'évolution de la technologie va vers des systèmes basés sur les connaissances, de plus en plus intelligents, et s'appuyant sur un mélange de calculs neuro-informatisés, de logique floue, etc.

Vu le grand nombre d'intérêts et d'objectifs de gestion, le **SIG** mis en place dans une **GILIF** doit les refléter dans la mesure du possible. Si certaines interactions sont mesurables et donc quantifiables, d'autres relations et phénomènes ne peuvent être exprimés que de manière qualitative. Il est alors nécessaire d'incorporer un **SAD** à objectifs multiples dans le **SIG**. La variété des situations dans la prise de décision, pour lesquelles l'information spatialisée est essentielle, a fait naître des **systèmes spatialisés d'aide à la décision (SSAD)** qui constituent un sous-ensemble important des **SAD**.

## 6.2. Elaboration du plan

Dans le processus d'élaboration d'un plan, un large éventail de méthodes peut être utilisé (reconnaitances de terrain, gestion de données, analyses démographiques et prospectives, etc.). Les paragraphes qui suivent présentent quelques outils synthétiques particulièrement pertinents dans la phase d'identification des conflits et des opportunités, qui sont les éléments de base pour la définition des objectifs.

## Encadré 7

### **Forum de l'estuaire de Forth, Ecosse, Royaume Uni**

L'estuaire de Forth, long d'une centaine de kilomètres, a un bassin versant de 4.500 km<sup>2</sup>. Il abrite cinq populations d'oiseaux d'importance européenne pour la préservation de la nature, et 1,25 millions d'habitants vivent autour de son périmètre, dont une partie en zone fortement urbanisée et industrialisée.

Pour encourager le partenariat dans une gestion qui, dans la mesure du possible, tienne compte de tous les intérêts, un Forum (association basée sur le volontariat) s'est mis en place en 1993, comprenant plus de 200 représentants des autorités locales, des agences institutionnalisées, du commerce, de l'industrie, des ONG, etc. Ce projet est financé par la Commission européenne. Dans le cadre des activités du Forum de l'estuaire de Forth, des dispositions particulières ont été prises pour la gestion de l'information.

La gestion intégrée du littoral des estuaires de Forth repose sur des décideurs qui ont accès à une information globale sur les ressources et les usages de la région.

Le SIG apparaît comme une technologie de plus en plus utilisée dans des applications concernant un littoral car ils permettent de mémoriser, visualiser, analyser et gérer des données sous une forme intégrée et informatisée.

Le développement d'un environnement donnant aux partenaires l'accès à des informations pertinentes et actualisées sur l'estuaire de Forth, a soulevé de nombreuses questions comme l'accès à l'information, l'autorisation d'utiliser et le droit de reproduire les données, l'échange d'information, la demande de données particulières, le développement d'applications spécifiques, et l'entretien du système mis en place.

#### **6.2.1. Scénarios environnement-développement**

La connaissance de l'interaction entre l'environnement et le développement à long terme est une importante condition préalable à la GILIF. En explorant les options futures, les études prospectives, basées sur l'approche systémique, constituent un outil pour approcher cette connaissance. Elles offrent aux autorités, aux planificateurs et aux gestionnaires la possibilité de positionner leurs stratégies de développement dans un cadre plus large qui tient compte des changements des conditions internes et externes.

Un scénario environnement-développement est habituellement de longue portée (horizon temporel allant jusqu'à 30 ans) et peut être vu comme un lien entre le présent et l'avenir selon un cheminement construit par étapes de 5 à 10 ans. De façon simplifiée, l'élaboration d'un scénario comprend les phases suivantes:

- a) identification des facteurs critiques jouant sur les opportunités de développement,
- b) établissement d'hypothèses de changement dans les facteurs critiques,
- c) développement de séries cohérentes d'hypothèses sur la forme de cheminements alternatifs, et
- d) analyse des impacts sur l'environnement, en tenant compte des effets rétroactifs sur les opportunités de développement.

#### **6.2.2. Evaluation de la capacité d'accueil (ECA)**

Dans la planification environnementale, l'intensité des pressions de développement sur une zone donnée est vitale, surtout si elle dépend de ses conditions environnementales. Cela oblige donc à mesurer la capacité ou les limites du système local à faire face aux pressions. La capacité d'accueil se définit plus clairement comme la charge maximale d'activités (ou le nombre maximum d'usages) qu'une ressource ou un système, naturel ou créé par l'homme, peut supporter sans mettre en péril son caractère. En déterminant la capacité d'accueil vis-à-vis d'une activité donnée, on peut instaurer un cadre de développement et de gestion pour les zones considérées. La conduite d'une ECA aboutit au nombre maximal d'usages qui peuvent être absorbés à n'importe quel moment par le milieu récepteur, sans porter atteinte à son environnement physique, économique et

socioculturel. Une telle analyse est souvent faite vis-à-vis d'une ressource naturelle particulière telle que le sol, l'eau, une zone de plage, etc., considérée comme une contrainte au développement. On l'utilise pour déterminer le niveau théorique maximal d'une activité en vue d'établir les seuils "acceptables" guidant le développement futur. Le développement touristique, l'agriculture, la gestion des ressources sauvages sont des activités qui peuvent tirer profit de ce type d'analyse. L'ECA est particulièrement appropriée pour des zones petites et aux ressources limitées telles que les plages, les vallées, etc.

### 6.3. Mise en œuvre du plan

#### 6.3.1. Réglementation et contrôle

Les instruments réglementaires (lois, autorisations, etc.) sont largement utilisés dans la gestion de l'environnement et dans les champs d'intervention publique où les mécanismes du marché sont inexistantes ou inopérants. L'éventail de ces instruments comprend la planification de l'occupation des sols, les codes de construction, les directives de construction sur le littoral et dans l'arrière-pays (incluant les bassins fluviaux), les réglementations de préservation, les réglementations d'exploitation des eaux, les pratiques agricoles, les quotas de pêche, les réglementations portant sur le transport maritime et fluvial, les exigences vis-à-vis de l'aquaculture, et les autorisations d'activités diverses.

Les réglementations portant sur l'occupation du sol, le zonage et la construction, lorsqu'elles sont bien appliquées, déterminent la forme et le caractère du développement du littoral et des bassins fluviaux. Elles peuvent être organisées sous forme de déclaration de politique générale (principes et règles) ou présentées sous forme spatialisée dans le cadre élargi d'un Plan directeur guidant l'intensité et la portée du développement humain selon différents sous-régions. Ces instruments de contrôle peuvent être complétés par d'autres instruments réglementaires plus traditionnels tels que des normes d'émission. Les réglementations concernant la pollution aident à maintenir la qualité de l'environnement; d'autres encadrent des activités de manière à prévenir la pollution ou la dégradation esthétique, pour gérer et sauvegarder les ressources.

- *L'urbanisation et le contrôle du développement urbain*: les approches peuvent être selon (i) un système où les choix individualisés de développement se font selon leurs logiques propres, en adéquation avec des directives contenues dans des documents de plan et autres considérations associées; ou (ii) un système de zonage autorisant le développement de certaines activités prédéfinies. Les réglementations détaillées concernant l'occupation des sols et la construction doivent faire partie d'une stratégie plus large d'aménagement du territoire.
- *Les réglementations de construction* doivent garantir: (i) des constructions respectueuses de l'environnement; (ii) des structures résistant aux risques environnementaux; et (iii) l'amélioration et la préservation de la qualité esthétique du paysage environnant (pris au sens large).
- *Le zonage* a une importance particulière dans les *zones à risques*, par exemple le zonage des plaines inondables, des espaces d'exclusion ou de restriction du littoral ou d'autres zones critiques. Le choix de zones relativement petites, la clarification des pressions et des conflits en cause, et l'adhésion du public sont les conditions préalables pour une mise en œuvre efficace. L'identification d'une zone où tous les types de développement sont interdits doit être combinée avec un plan détaillé de gestion proposant d'autres actions plus positives.

## **Encadré 8**

### **Ria de Aveiro, Portugal**

Une région littorale et fluviale de 600 km<sup>2</sup> autour de la lagune d'Aveiro, où près de 4.000 personnes vivent, est d'importance européenne pour la préservation de la nature. Les menaces essentielles à l'écosystème y sont la construction de barrages, les travaux d'élargissement du port et les activités touristiques. La nécessité d'une approche intégrée, pouvant réconcilier le développement socio-économique et la préservation de la lagune ainsi que de ses caractéristiques fonctionnelles, a été largement reconnue. Plusieurs autorités et porteurs d'enjeux, centraux et locaux, travaillent ensemble avec l'appui de l'Université d'Aveiro au sein d'un programme de gestion du littoral financé par la Commission européenne (programme Life Environnement). Les résultats escomptés sont entre autres: une coopération plus étroite et une prise de décision plus efficace, la cohérence des plans d'aménagement du territoire et des programmes de gestion environnementale, et la mise en place d'une structure de gestion intégrée.

- *Des contrôles de nature environnementale* peuvent être introduits aux niveaux national ou local en matière de pollution de l'air ou de rejet de déchets solides dangereux.

La réglementation offre ainsi une série d'instruments de mise en œuvre, qui doivent néanmoins être utilisés en gardant à l'esprit les deux dispositions suivantes:

- Ils doivent être utilisés de la manière la plus rentable économiquement et la plus profitable vis-à-vis de l'environnement. Tout autre critère égal par ailleurs, c'est l'instrument qui s'avère le plus favorable à l'environnement qui doit être choisi.
- Les instruments réglementaires exigent des mécanismes d'application. Pour cela, les gestionnaires doivent pouvoir recourir: (i) à l'annulation de permis de construire, (ii) à l'annulation d'autorisation d'exercer, (iii) à l'application de contraventions efficaces, et (iv) aux tribunaux pour l'application des amendes.

Les instruments réglementaires sont à préférer lorsqu'une intervention rapide est nécessaire et que les règles doivent s'appliquer à toutes les parties concernées.

### **6.3.2. Les zones tampon**

Il s'agit d'un exemple de zonage ou de délimitation d'espaces destinés à des fonctions ou des activités particulières. Les zones tampon végétales constituent des pratiques de gestion pertinentes pour la protection de la qualité de l'eau ou le maintien des fonctions essentielles de lieux vulnérables tels que les pentes escarpées, les zones inondables, les zones humides, etc. Les zones tampon sont considérées comme un des modes les plus efficaces pour retenir le nitrate, le phosphore et les matières solides en suspension dans les cours d'eau.

Le ruissellement provenant de zones développées adjacentes ne doit jamais être rejeté directement dans un plan d'eau voisin ou déversé dans une zone tampon avec un débit concentré. Dans la mesure du possible, le ruissellement pluvial doit pénétrer dans une zone tampon de façon étalée pour maximiser l'infiltration des écoulements et la filtration des polluants contenus dans le ruissellement. Préservées et gérées de manière appropriée, les zones tampon peuvent être un outil pertinent:

- en protégeant la qualité de l'eau par la filtration des polluants contenus dans le ruissellement,
- en procurant de l'ombre pour garder fraîche la température à l'eau et, ainsi, maintenir la concentration en oxygène dissous,
- en ralentissant et infiltrant le ruissellement, réduisant ainsi les débits de pointe et les inondations en aval,

## **Encadré 9**

### **L'exemple de la Caroline du Nord**

La valeur des zones tampon forestières et végétales a été reconnue en Caroline du Nord (Etats-Unis) et elles sont devenues un outil important du programme de gestion de la qualité de l'eau de cet Etat. Par exemple, la réglementation protégeant les bassins versants pour l'alimentation en eau exige que les nouveaux aménagements respectent des zones tampon naturelles ou végétales autour des eaux pérennes, d'une largeur minimale de 30 pieds (10 m) pour un développement modéré et de 100 pieds (30 m) pour un développement intense. La zone tampon est mesurée entre la rive du cours d'eau d'un côté, et le niveau normal de mouillage des structures d'endiguement de l'autre côté.

- en fournissant un habitat pour les poissons et les animaux sauvages,
- en stabilisant les rives, réduisant ainsi les problèmes de sédimentation,
- en contribuant à préserver la qualité esthétique des espaces riverains,
- en augmentant la valeur des biens adjacents, et
- en fournissant des espaces pour des activités de loisir approprié.

#### **6.3.3. Instruments économiques**

Les instruments économiques peuvent fonctionner comme des mesures d'encouragement ou de dissuasion vis-à-vis de l'exploitation écologiquement durable des ressources. Ils peuvent être:

- des *taxes d'équipement* (payées en une fois par les promoteurs pour financer les infrastructures et la protection de l'environnement: routes et drainage pluvial, protection contre les inondations, suivi écologique);
- des *taxes ou redevances* sur les pollutions ou sur les produits potentiellement polluants: redevances sur les effluents ou cautions remboursables sur les productions potentiellement polluantes, incitations fiscales;
- *la suppression de subventions* aux productions portant atteinte à l'environnement;
- *une politique de révision des prix* pour refléter les coûts environnementaux réels liés à une ressource, tout en satisfaisant aux besoins de base et en y garantissant un accès équitable. Certaines ressources, telles que l'eau, ont souvent été sous-payées, mais la prise de conscience du fait qu'elles ne sont ni abondantes ni illimitées induit un changement fondamental de comportements;
- *des subventions et des prêts à faible taux d'intérêts*, par exemple pour améliorer les constructions en vue de résister à certaines menaces environnementales, pour produire des matériaux de construction appropriés pouvant remplacer des matériaux importés (et utilisant des technologies non polluantes), pour permettre aux industries d'investir dans la maîtrise ou la délocalisation de la pollution (taxation négative); et
- *l'assurance contre les inondations*, pouvant être subventionnée par le gouvernement à condition que des mesures de protection contre les inondations soient prises.

Les instruments économiques sont utilisés pour compléter les réglementations dans les zones où la rentabilité économique est importante, où les réglementations ont échoué et/ou des fonds doivent être collectés pour mettre en œuvre la politique publique, par exemple pour les infrastructures environnementales.

#### **6.3.4. Sensibilisation du public et renforcement des capacités institutionnelles**

L'adhésion du public aux aspects environnementaux des politiques de développement et à une application efficace des politiques, particulièrement celles réglementaires, est

primordiale. La diffusion d'informations sur les ressources environnementales de valeur et sur les risques qu'elles encourent, ainsi que sur la façon dont il faut construire pour réduire ces risques et la dégradation de l'environnement, est un des éléments fondamentaux de la mise en œuvre. La sensibilisation aux implications environnementales des activités humaines est aussi nécessaire au sein des organismes gouvernementaux qu'ailleurs.

Une des conditions préalables à une participation compétente du public est la reconnaissance par celui-ci de l'importance économique et environnementale de la gestion du littoral et des bassins fluviaux. La participation du public est particulièrement forte lorsque des conséquences économiques et écologiques négatives, telles que le drainage des zones humides, l'abattage des forêts et le rejet de polluants, sont reconnues.

C'est pourquoi il est nécessaire de mettre en place des programmes de sensibilisation visant le grand public, les organisations non gouvernementales (ONG), les départements gouvernementaux et tous les autres acteurs impliqués dans la gestion du littoral et des bassins fluviaux.

Différents porteurs d'enjeux peuvent promouvoir l'approche globale de la gestion du littoral et des bassins fluviaux, en mettant en place des structures spécifiques (telles que des bureaux d'information) et en introduisant des mesures d'incitation financière. Afin de les aider, il peut s'avérer utile de proposer des programmes de formation en tant qu'activités de renforcement des capacités institutionnelles et d'amélioration de l'administration.

### **6.3.5. Etude d'impact sur l'environnement (EIE)**

L'étude d'impact sur l'environnement est une méthode d'identification (i) des impacts des activités humaines sur les milieux naturels, et (ii) des options permettant de réduire ou de compenser les effets négatifs.

### **6.3.6. Evaluation stratégique de l'environnement (ESE)**

L'étude d'impact sur l'environnement doit se faire vis-à-vis des politiques générales aussi bien que des projets. Généralement, on l'appelle "évaluation stratégique de l'environnement (ESE)" pour les politiques générales et "étude d'impact sur l'environnement (EIE)" pour les projets (voir figure 9). L'ESE permet d'attirer l'attention des différentes disciplines et organisations sur les options stratégiques pour identifier la "meilleure option possible" pour le bassin fluvial pris dans son ensemble.

#### **Encadré 10**

##### **Objectifs de l'EIE (tels qu'ils sont fixés par l'Etat de Californie, Etats-Unis)**

- Montrer aux décideurs et au public les effets significatifs sur l'environnement qu'auront les activités proposées,
- Identifier la manière dont la dégradation de l'environnement peut être évitée ou réduite,
- Prévenir la dégradation de l'environnement en insistant sur la mise en application d'alternatives faisables ou de mesures d'atténuation,
- Expliquer au public les raisons des projets approuvées par les institutions qui visent des effets significatifs sur l'environnement,
- Favoriser la coordination entre les différents organismes concernés, et
- Renforcer la participation du public.

Source: Wood, Ch. (1995). *Environmental Impact Assessment: A Comparative Review*. Essex: Longman Scientific & Technical.

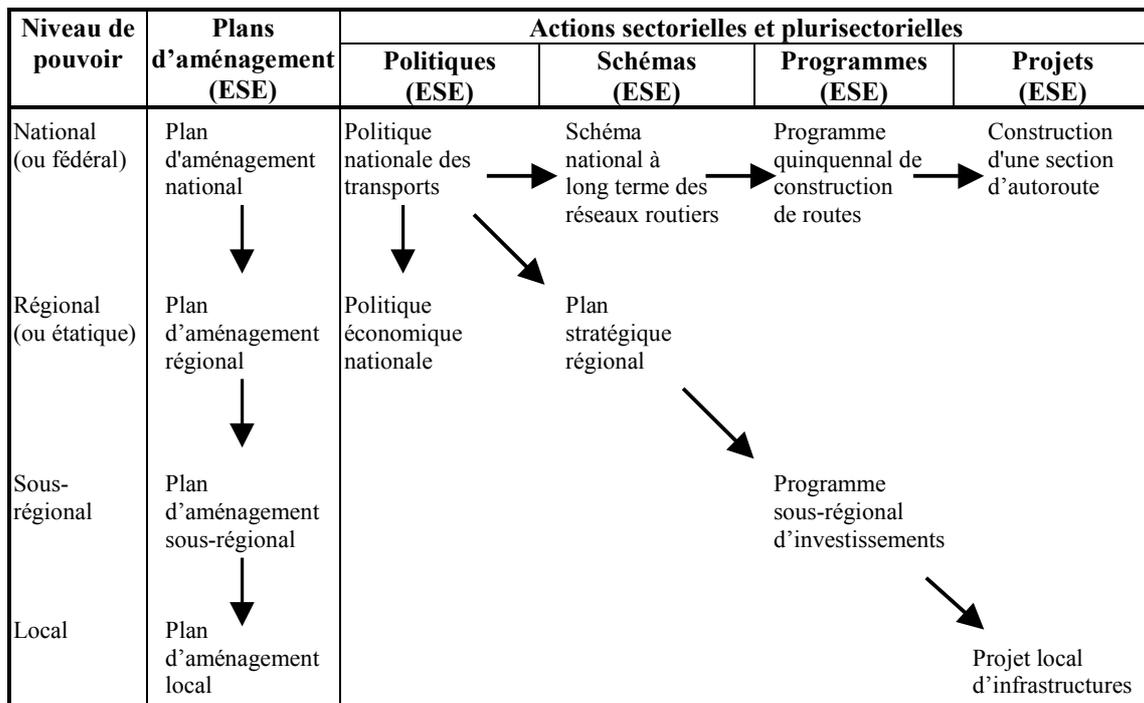


Figure 9: Etapes du processus d'EIE (Barrow, 1997)

### 6.3.7. Analyse économique coûts - bénéfiques

En plus des évaluations physiques, telles que l'étude d'impact sur l'environnement ou l'analyse des risques, des évaluations économiques doivent être conduites pour garantir une rentabilité économique dans la gestion des bassins fluviaux et du littoral. La combinaison des résultats des évaluations économiques et environnementales peut éclairer utilement sur les options acceptables.

De nombreux produits d'activités implantées sur le littoral et dans les bassins fluviaux sont drainés par le marché (dépenses touristiques, produits industriels, etc.). Par contre, les bénéfiques et les dégâts environnementaux (eau propre, préservation des zones naturelles, etc.) ne sont que rarement échangés sur le marché. De plus, les activités marchandes sont elles-mêmes évaluées uniquement en termes financiers et non pas en termes économiques; et la plupart des activités ainsi que la protection de l'environnement exigent des dépenses considérables qui produisent des bénéfiques sur une longue période dans l'avenir. Pour avoir un dénominateur commun à ces différentes activités, les dépenses, les coûts et les bénéfiques nécessitent un cadre analytique et intégré tel que l'analyse coûts - bénéfiques.

#### Type de projets à évaluer

Les grands projets d'infrastructure et autres dépenses gouvernementales, en tenant compte des coûts et des bénéfiques qu'ils portent à l'environnement.

Les projets d'investissement privés, surtout quand ils sont subventionnés par le gouvernement. Tous les projets privés ont des impacts environnementaux qui exigent des mesures de lutte contre la pollution ou de préservation à prendre, soit par l'entrepreneur, soit par le gouvernement. Les subventions relatives à ces projets prennent souvent la forme de déductions fiscales, de terrains à bas prix ou de prêts à faible taux d'intérêts accordés par le gouvernement pour divers types de développement, ou de dépenses gouvernementales pour minimiser les impacts sur l'environnement, ou encore de subventions proprement dites.

### 6.3.8. Analyse des risques

Une des conséquences du développement intensif du littoral et des bassins fluviaux est l'augmentation des risques et de la population exposée à ces risques. La conscience générale à l'égard de l'exposition aux risques naturels et technologiques s'accroît, mais très souvent la connaissance pertinente est incomplète et mal structurée dans les politiques de gestion ou les mesures d'urgence.

Afin de compenser ou de prévenir les conséquences négatives, et parfois catastrophiques, de ces risques, des techniques de gestion des risques doivent devenir partie intégrante de la GILIF. Cependant, la gestion des risques ne permet que de se préparer à la probabilité d'occurrence d'un risque et d'estimer grossièrement ses conséquences. L'analyse de vulnérabilité apporte souvent une information supplémentaire à celle obtenue par l'analyse des risques, en identifiant les niveaux acceptables d'impacts sur les ressources et facteurs clés.

On peut distinguer trois étapes dans une procédure de gestion des risques:

- l'identification des risques majeurs,
- l'évaluation du potentiel des risques individuels, et
- la formulation d'un plan intégrant les différentes approches de la gestion des risques.

### 6.3.9. Résolution de conflits

La grande valeur sociale affectée au littoral et aux bassins fluviaux est susceptible d'engendrer de nombreux et graves conflits. Certains de ces conflits sont de nature "verticale", ce qui signifie qu'ils peuvent se produire entre les autorités et des intérêts à différents niveaux (international, national, régional et local), tandis que d'autres sont "horizontaux", entre des usages et des activités situées dans un seul et même lieu ou dans des lieux adjacents. Les conflits entre des intérêts d'usages individualisés des ressources en sol et en eau sont particulièrement importants. La recherche d'une solution raisonnable et juste à ces conflits est un des objectifs majeurs de toute gestion du littoral et des bassins fluviaux.

Les procédures à utiliser dans les cas d'intérêts conflictuels sont:

1. La création d'un groupe de travail *ad hoc* (commission, organisme scientifique) pour résoudre un problème particulier; cela est applicable à tous les niveaux et l'efficacité dépend de facteurs tels que les membres choisis, les objectifs fixés, le niveau de pouvoir et les fonds disponibles. Dans la plupart des cas, ces groupes proposent des solutions, tandis que les décisions sont laissées à d'autres autorités.
2. La création d'organismes à long terme ou permanents pour surveiller un processus particulier, l'orienter et même résoudre les conflits: conseils interministériels, conseils inter-institutions, conseils d'autorités locales. Ces organismes sont souvent mandatés pour prendre des décisions et assument la responsabilité publique des décisions prises.
3. L'établissement d'un dialogue entre les parties concernées par un conflit potentiel est souvent utilisé par des modérateurs ou facilitateurs. L'avantage particulier de cette technique est d'apporter un regard relativement objectif sur les intérêts des différentes parties quand des décisions apportent des éléments supplémentaires et créent des bases au compromis.
4. La désignation d'intermédiaires qualifiés par les autorités lorsque le dialogue est impossible ou qu'il a été interrompu. Leur rôle est beaucoup plus actif et

responsable que celui des facilitateurs car, dans de nombreux cas, ils proposent leur propre solution après avoir écouté toutes les parties et étudié les intérêts individuels.

5. La création d'une procédure d'arbitrage est utilisée dans les cas où il est impossible de trouver une solution par la négociation. L'autorité légale ou le consentement des parties intéressées est une condition préalable indispensable à son application. Les décisions prises par les arbitres obligent toutes les parties et, en conséquence, leur impartialité et la capacité de comprendre les enjeux sont essentielles dans le processus d'arbitrage.

## Annexe 1. Développement d'une approche systémique pour le système naturel

Dans les présentes directives, on utilisera une approche systémique dynamique, développée en trois étapes successives. Pour chaque étape, on discutera des techniques et outils qui peuvent être utilisés pour une description quantitative. Ces techniques et outils ne seront pas discutés en détail, mais il sera fait référence à la littérature spécialisée.

### Première étape: le système naturel représenté comme une boîte noire

La première étape décrit le système naturel comme une boîte noire et détermine les relations entre les entrées et les sorties des différentes fonctions de cette boîte, sans se soucier d'en connaître la structure et les processus à l'intérieur. La figure 10 présente un système ainsi représenté comme une boîte noire. La boîte représente le système lui-même, la flèche gauche l'apport du monde extérieur (l'environnement du système) et la flèche droite son propre apport à cet environnement. La flèche orientée vers le bas simule le flux de ressources aux usages à l'intérieur du système (le système anthropique). Comme cité précédemment, cette boîte peut représenter un bassin fluvial dans son ensemble ou bien une de ses parties.

Les *entrées* d'un système naturel sont les flux d'énergie et de matière, tels que l'énergie solaire, l'eau et les sédiments.

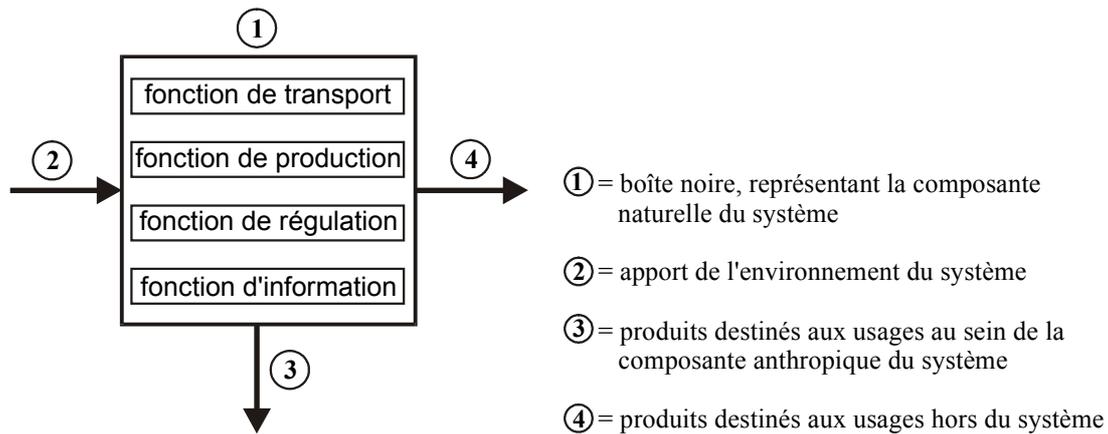
La *boîte noire* possède un certain nombre de fonctions essentielles de la nature, telles que:

- La fonction de transport: capacité à fournir l'espace et le substrat nécessaires aux activités humaines;
- La fonction de production: capacité à assurer des ressources vivantes et non vivantes pour la subsistance et les activités économiques;
- La fonction de régulation: capacité à réguler les processus écologiques essentiels et les systèmes abritant la vie; et
- La fonction d'information: maintien des valeurs naturelles uniques qui sont des opportunités pour la réflexion, l'enrichissement spirituel, le développement de la connaissance et l'expérience esthétique.

Une liste complète de fonctions est donnée dans le tableau 4.

Toutes ces fonctions produisent ensemble une *sortie* sous forme de biens et services demandés par la population. Dans les économies de subsistance, où les sorties sont utilisées exclusivement pour la consommation personnelle, ces biens et services sont consommés par les usages intérieurs au système. Ce flux est caractérisé par la flèche orientée vers le bas. Les économies productives, où une partie de biens et services est exportée pour des usages extérieurs au système, sont caractérisées par un flux de produits sortant du système. Cela est exprimé par la flèche droite.

Cette approche systémique peut être utilisée pour une évaluation initiale de l'intégrité et de la valeur écologique des systèmes naturels.



**Figure 10: Approche de la composante naturelle du système, représentée par une boîte noire**

### Deuxième étape: la structure du système

La deuxième étape définit la structure du système en termes d'éléments et de liens existant entre ces éléments. Il est habituel de décomposer le système en plusieurs *éléments en interaction*. S'agissant d'un bassin fluvial, on applique une décomposition géographique bidimensionnelle. Les éléments sont regroupés en trois unités géographiques majeures: le littoral (avec les eaux côtières, la bande côtière et la plaine côtière comme principaux éléments), l'estuaire et les cours d'eau. Dans certains cas, une approche tridimensionnelle est appliquée, où l'air, l'eau et le substrat sont utilisés pour décrire la troisième dimension. Notons que cette description constitue une base idéale pour présenter au moyen d'un SIG.

Chaque élément géographique doit être décrit par ses propriétés géométriques, physiques et biologiques. Pour cela, tous les éléments sont caractérisés par un certain nombre de paramètres, chacun représentant un des *aspects* de cet élément. Les propriétés les plus communes sont les données géométriques de l'élément, sa forme, sa taille et son altitude. D'autres paramètres pertinents décrivent les caractéristiques géophysiques de l'élément. Enfin, on peut définir des paramètres se rapportant aux propriétés biologiques et écologiques. Des paramètres correspondants sont choisis pour décrire les propriétés précitées de ces éléments, et des variables d'état sont introduites pour quantifier la valeur de ces paramètres à un moment donné. La hauteur et l'altitude d'un élément sont des exemples d'un tel paramètre servant à caractériser une propriété géométrique. La granulométrie d'une plage de sable est un exemple de paramètre utilisé pour décrire une propriété physique. Des paramètres de qualité de l'eau, tels que la DBO (demande biologique en oxygène), peuvent être utilisés comme indicateurs de la qualité de l'eau, tandis que l'index de biodiversité est un exemple de paramètre biologique. Evidemment, il ne faut utiliser que les paramètres qui sont essentiels pour le problème étudié.

Une liste de paramètres environnementaux importants est donnée ci-après:

- paramètres atmosphériques et processus climatologiques associés,
- paramètres hydrologiques et processus associés,
- paramètres géologiques et géomorphologiques et processus associés,
- caractéristiques des sols et processus associés, et
- paramètres de l'écosystème et processus associés.

Une liste complète de paramètres environnementaux est donnée dans le tableau 4.

<p><b>Fonction de transport</b> Fournit l'espace et le substrat approprié pour:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. l'habitat et les agglomérations humaines</li> <li>2. la culture (agriculture, élevage de bétail, aquaculture)</li> <li>3. les activités économiques (conversion de l'énergie, industrie, tourisme)</li> <li>4. les activités publiques (transport, approvisionnement en eau, électricité)</li> <li>5. les activités sociales (récréation)</li> <li>6. la préservation et la protection de la nature, etc.</li> </ol>	<p><b>Fonction de régulation (valeur indirectement marchande)</b> Régule les processus suivants:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. l'entrée de flux dangereux d'origine cosmique</li> <li>2. le climat local et global</li> <li>3. l'équilibre énergétique local et global</li> <li>4. le ruissellement et les processus associés dans les bassins versants</li> <li>5. la recharge des eaux souterraines</li> <li>6. la composition et la fertilité des sols de surface</li> </ol>
<p><b>Fonction de production (valeur directement marchande)</b> Fournit les ressources renouvelables et non renouvelables, telles que:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. l'oxygène</li> <li>2. l'eau</li> <li>3. la nourriture et les boissons nutritives</li> <li>4. les ressources génétiques</li> <li>5. les ressources médicales</li> <li>6. les matières premières pour l'exploitation privée</li> <li>7. les matériaux et les matières premières pour la construction et l'industrie</li> <li>8. les produits biochimiques</li> <li>9. le pétrole, le gaz, le bois et autres sources d'énergie</li> <li>10. le foin et les fertilisants</li> <li>11. les ressources ornementales, etc.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. l'érosion dans les bassins versants et le transport solide</li> <li>8. l'érosion de la côte</li> <li>9. le stockage de l'énergie par la production de biomasse</li> <li>10. le stockage et le recyclage de la matière organique</li> <li>11. le stockage et le recyclage des nutriments</li> <li>12. le stockage et le recyclage des déchets humains</li> <li>13. les mécanisme de contrôle biologique de la chaîne alimentaire</li> <li>14. la protection et la préservation des zones de reproduction</li> <li>15. la préservation de la diversité biologique et génétique</li> <li>16. la composition chimique de l'atmosphère</li> <li>17. la composition chimique de l'hydrosphère, etc.</li> </ol>
	<p><b>Fonction d'information (valeur par leur existence)</b> Apporte des informations sur les valeur non monétaires suivantes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. les valeurs esthétiques et paysagères</li> <li>2. les valeurs spirituelles et religieuses</li> <li>3. les valeurs culturelles et artistiques</li> <li>4. les valeurs historiques (patrimoine)</li> <li>5. les valeurs scientifiques et éducatives</li> </ol>

**Tableau 4: Fonctions de la nature**

Une liste pré-établie peut être utilisée pour faire la description de base du système en termes de qualité des paramètres environnementaux et d'intégrité correspondante du système naturel. Tous les aspects peuvent être exprimés au moyen de ce que l'on appelle les valeurs d'état, indiquant la valeur du paramètre correspondant à un moment donné. Là aussi, en prenant la terminologie SIG, on peut dire que ces valeurs d'état peuvent toutes être représentées au moyen de différentes couches dans un SIG.

Les éléments ne sont pas positionnés au hasard: la topologie du système définit la position de chaque élément par rapport aux autres (structure topologique). Il s'agit en fait d'une carte géographique du littoral et de ses bassins fluviaux adjacents. En outre, certains éléments ou aspects ont des relations fonctionnelles spécifiques (structure fonctionnelle): par exemple, les liens étroits entre les propriétés géométriques et géophysiques, ou la relation entre les aspects biologiques et géophysiques de leur environnement.

Cette approche systémique peut être utilisée pour décrire les caractéristiques du système sujettes à des changements lents. La topographie de la zone et le volume de ressources non renouvelables sont des exemples d'une telle application. Conjointement avec un SIG, elle constitue un outil utile dans l'aménagement du territoire et la gestion des ressources.

### Troisième étape: les processus à l'intérieur du système

La troisième étape utilise une approche systémique dynamique qui simule aussi bien la structure d'un système que les processus se déroulant à l'intérieur de ce système. Comme la plupart des systèmes sont dynamiques, les valeurs des paramètres, définies comme valeurs d'état, changent avec le temps car elles résultent d'interactions dynamiques entre les éléments, connues sous le nom de *processus*. D'une manière générale, on distingue les processus abiotiques (physiques), biologiques et chimiques. Des exemples des processus abiotiques dans un bassin fluvial sont le mouvement de l'eau dû à la gravitation, surtout en période d'inondation, ou le transport associé des substances conservatrices et non conservatrices, le flux d'énergie ou la production de la biomasse dans les écosystèmes. Les processus biologiques d'importance sont le flux de nutriments et d'énergie à travers la chaîne alimentaire, tandis que la plupart des problèmes de pollution de l'eau est gouvernée par des processus chimiques. Les processus peuvent être décrits par des relations empiriques déduites de données historiques ou par des équations mathématiques basées sur des lois physiques et chimiques. Dans de nombreux cas, les équations mathématiques sont résolues de manière numérique et des modèles numériques sont développés pour simuler ces processus.

Cette approche systémique peut être utilisée pour décrire la dynamique du système naturel. Les relations entre les entrées et les sorties peuvent être estimées, et les effets des changements dans le système peuvent être prévus. Par ailleurs, l'approche peut être utilisée pour évaluer l'effet du contrôle du système au moyen d'interventions de gestion ou de travaux de génie civil. En conséquence, elle constitue un outil approprié à la gestion de l'environnement. Toutefois, dans la plupart des cas, la description est hautement empirique. Dans quelques cas seulement, la connaissance des équations gouvernant les principaux processus est suffisante pour une description mathématique plus rigoureuse.

## Annexe 2. Classification des littoraux

### Introduction

Le littoral est le résultat d'une bataille continue entre les forces abrasives du vent et de l'eau et la capacité des formations littorales à résister à ces forces. La tectonique des plateaux et les mouvements tectoniques conséquents ont posé les fondements des bassins fluviaux. La pluie et le ruissellement ont érodé ces formations et les dépôts de produits d'érosion ont donné leur forme actuelle aux bassins. Les produits d'érosion, charriés vers la mer par les cours d'eau, sont continuellement retravaillés par les vagues et la marée, donnant ainsi une grande diversité de reliefs littoraux. Le climat (à travers l'intensité du ruissellement) et la géologie (à travers la résistance des roches et la topographie des bassins) déterminent la charge de transport solide rejetée sur un littoral donné.

Sur le littoral, le vent, les vagues et les courants re façonnent le sédiment. En pratique, la force des vagues excède de loin celle du vent et des courants du fait qu'elles représentent l'énergie du vent accumulée dans la zone d'attraction. Le long des côtes à forte énergie et où l'apport en sédiments est faible ou nul, les roches sont exposées et donnent des falaises et des plages de galets. Si l'apport en sédiments est élevé, les vagues transportent le matériau fin vers des eaux plus profondes et le sable qui reste sur les plages a des grains moyens à gros. Selon la topographie locale et le régime des vagues, des petites plages, des pointes de terre, des deltas ou des plaines côtières se forment. Le transport solide est faible le long des côtes à basse énergie. En conséquence, la majeure partie des sédiments, même les particules les plus fines de limon, se dépose dans les zones proches de la côte et forme des plaines côtières ou des laisses de vase. Ces dernières se produisent principalement dans les zones de fortes pluies où les cours d'eau apportent des quantités considérables de sédiments à la mer.

Ces trois paramètres – résistance géologique, pluie et vent – sont ensemble responsables de la genèse du littoral. A court terme, par exemple sur quelques années, ces paramètres ne changeront pas trop et les formations littorales peuvent être décrites principalement par les processus géomorphodynamiques. Par contre, sur des périodes plus longues, les processus écologiques et biologiques prennent plus d'importance, aboutissant à la formation de dunes et de zones humides, de marais salants et de mangroves. Dans certaines zones tropicales, un processus biologique tel que la formation de récifs peut être le facteur déterminant la formation des plages.

Au cours de ces dernières années, la population est devenue un facteur important dans l'environnement littoral. Ainsi, des ouvrages de protection du littoral, tels que des digues, revêtements, brise-lames et digues en mer, modifient la forme du littoral.

Sur la base de ces éléments génériques, la classification suivante des littoraux est proposée:

#### 1. Processus géomorphologiques dominants

- côtes rocheuses,
- falaises,
- plages de galets,
- plages de sable, et
- laisses de vase.

## 2. Processus géomorphologiques et biologiques conjointement dominants

- dunes,
- marais salants,
- mangroves,
- zones humides et lagunes, et
- champs d'herbes marines.

## 3. Processus biologiques dominants

- formation des récifs.

## 4. Influence humaine dominante

- digues, revêtements,
- brise-lames, et
- digues en mer.

Toutes ces catégories peuvent être subdivisées, en utilisant les caractéristiques spécifiques du littoral comme paramètres distinctifs. Un tel exemple est la subdivision des plages de sable en plages droites, côtes de barrière, petites plages, pointes de terre, tombolas, etc.

Les présentes directives concernent les côtes alluviales, dominées par les processus géomorphologiques, mais la méthodologie proposée est universellement applicable.

## Annexe 3. Développement d'une approche systémique pour le système anthropique

Dans les présentes directives, on utilisera une approche systémique dynamique, développée en trois étapes successives. Pour chaque étape, on discutera des techniques et outils qui peuvent être utilisés pour une description quantitative. Ces techniques et outils ne seront pas discutés en détail, mais il sera fait référence à la littérature spécialisée.

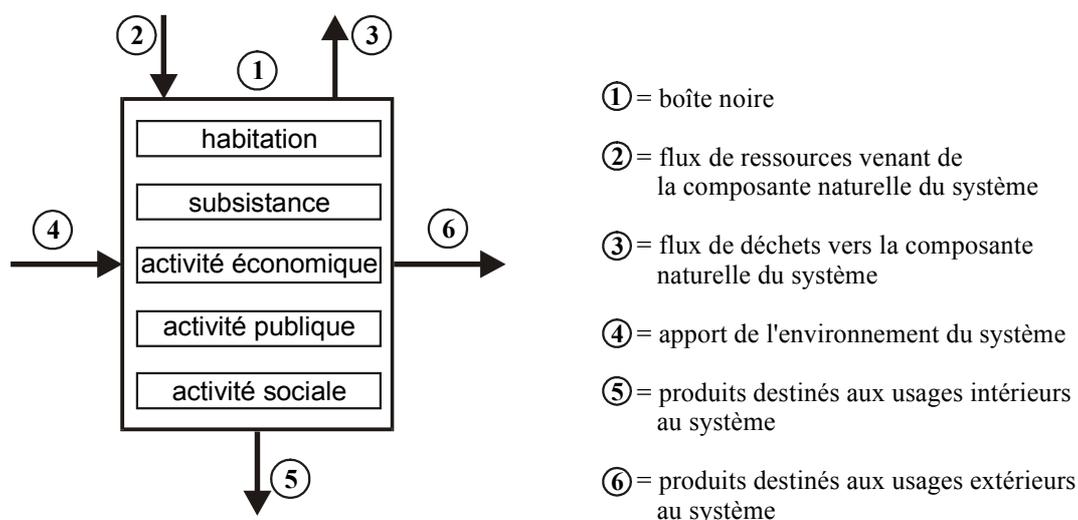
### Première étape: Le système des usages représenté comme une boîte noire

Comme le système naturel, le système des usages peut être représenté par une boîte noire qui génère des services et des produits en utilisant les apports du système naturel. Dans le même temps, des produits non désirés sont relâchés dans le système. Cette approche systémique est schématiquement représentée dans la figure 11. La boîte noire contient un certain nombre de fonctions essentielles pour l'homme. D'une manière générale, les fonctions suivantes sont identifiées:

- habitation et urbanisation,
- subsistance, production d'aliments et d'eau pour la survie,
- activités économiques, production de biens et services pour gagner de l'argent,
- activités publiques telles que le transport, le traitement des eaux usées, etc., et
- activités sociales, telles que la récréation.

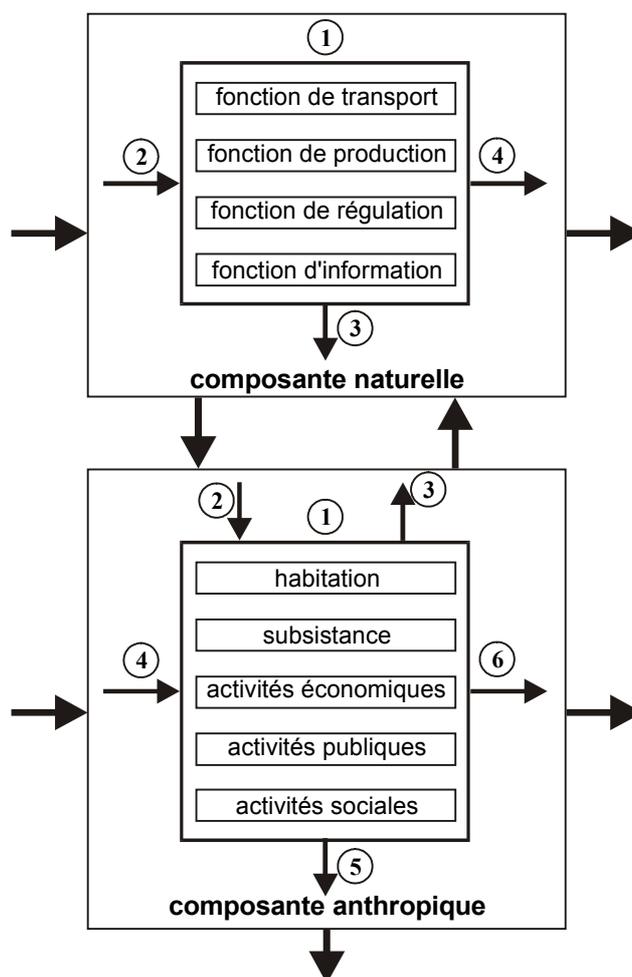
Evidemment, cette liste n'est pas complète et peut être modifiée et élargie selon le cas pratique.

Les activités économiques sont souvent regroupées selon les secteurs économiques utilisés dans l'analyse de la structure économique de la zone. Les secteurs conventionnels utilisés par les économistes sont: l'habitat, les services, l'industrie, l'énergie, l'agriculture et les transports. Dans la pratique, on peut subdiviser ces secteurs en activités économiques spécifiques.



**Figure 11: Approche de la composante anthropique du système, représentée par une boîte noire**

L'interaction entre le système des ressources et le système des usages est forte: tous les usages consomment des ressources et rejettent des déchets. Tous les deux ont un impact considérable sur les fonctions de la composante naturelle du système. Cela est illustré de manière schématique dans la figure 12 présentant le système couplé. L'habitat et l'urbanisation agissent fortement sur la fonction de transport et exploitent des quantités considérables de ressources non renouvelables et de matériaux venant de la fonction de production. La subsistance humaine consomme de l'eau, de l'énergie, des ressources renouvelables et non renouvelables fournies par la fonction de production. Les produits agricoles et le poisson constituent les principaux éléments de subsistance des populations littorales. Les activités économiques exploitent des grandes quantités d'énergie et de ressources vivantes et non vivantes, pendant que les activités publiques telles que le transport ferroviaire et routier, et les infrastructures connexes, occupent de larges étendues de terres de haute valeur. Il n'est pas étonnant que, dans beaucoup d'endroits, il reste peu d'espace pour les activités sociales, les loisirs et la préservation de la nature.



**Figure 12: Couplage des composantes des systèmes naturel et anthropique**

Pendant longtemps, on a laissé le système naturel et le système des usages interagir de manière incontrôlée. Dans la plupart des cas, une maîtrise est maintenant demandée par le biais de réglementations ou d'interventions techniques. Cela est montré dans la figure 13 où une troisième boîte a été ajoutée pour représenter les mécanismes de maîtrise.

La maîtrise est présentée ici de façon très abstraite. En pratique, elle comprend des interventions de gestion à travers des lois et des règlements, qui orientent et contrôlent le fonctionnement du système anthropique. Par ailleurs, des méthodes techniques peuvent être utilisées pour contrôler le fonctionnement des composantes naturelle et

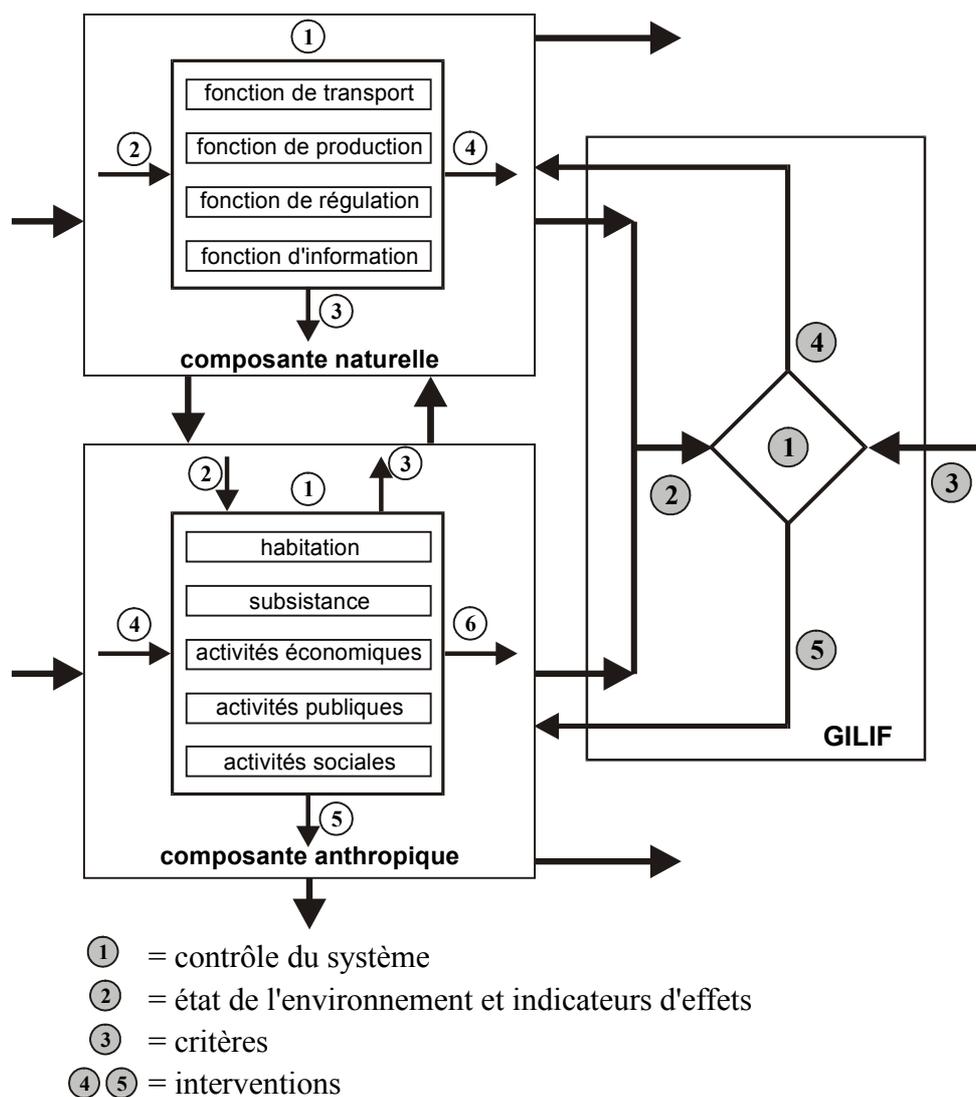
anthropique du système. Les stations d'épuration des eaux usées, les ouvrages de protection de la côte et les ouvrages de régularisation des cours d'eaux sont des exemples de telles interventions.

En pratique, la maîtrise ne sera mise en place que si des paramètres d'état du système naturel (par exemple, les indicateurs environnementaux de la qualité de l'eau) ou du système anthropique (par exemple, les conditions sanitaires) excèdent des valeurs critiques. La surveillance continue de tels paramètres est alors une partie essentielle du mécanisme de contrôle en fournissant les entrées à la fonction de contrôle. Dans le même ordre d'idées, la surveillance continue est nécessaire pour évaluer l'efficacité de ces interventions.

Le présent chapitre ne décrit que le fonctionnement du contrôle, selon une perspective systémique. Des exemples pratiques de mise en œuvre de contrôles du système sont donnés dans les chapitres qui suivent.

### Deuxième étape: La structure du système des usages

Différents auteurs ont tenté de développer une approche systémique pour le système anthropique qui servirait de base au calcul du produit national brut (PNB), à l'échelle nationale ou régionale. Ces systèmes ont les composantes de base, en interaction, suivantes:



**Figure 13: Système et contrôles**

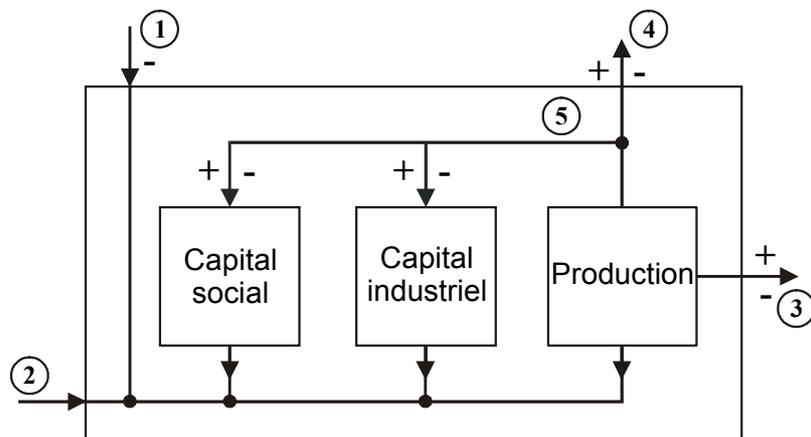
- le capital social, la main d'œuvre et la structure sociale nécessaires aux activités socio-économiques, et
- le capital industriel, les équipements, les édifices et les infrastructures supportant ces activités.

Conjointement avec le flux de ressources venant de la composante naturelle du système – souvent appelé capital environnemental – des biens et des services sont produits, comme cela est symbolisé par la boîte placée sur la droite du schéma. Les différents usages décrits plus haut consomment ces biens et services. Dans la plupart des modèles économiques, les biens et les services sont regroupés selon les secteurs économiques servant de base au calcul du PNB. Comme cité précédemment, le système de production génère des produits désirés et non désirés. Une partie de ces produits est relâchée dans le système naturel comme le montre la flèche orientée vers le haut à droite du schéma (voir figure 14).

### Troisième étape: Les processus

Les flèches du diagramme du système représentent le flux de ressources, de services et de produits générés par le système. Les flèches à l'intérieur de la boîte symbolisent les résultats des processus qui ont lieu à l'intérieur du système: la flèche de gauche représente l'afflux de capital et de main d'œuvre venant de l'extérieur, et la flèche de droite le flux de produits et de services sortant du système.

L'approche systémique peut être utilisée pour décrire de manière qualitative la structure du système des usages et illustre l'importance des liens entre le système des ressources naturelles et le système des usages. En tant que telle, elle a été utilisée comme fondement d'un "Produit naturel vert" qui prend en compte des aspects aussi bien économiques qu'écologiques dans un cadre de développement durable. Toutefois, des données plus détaillées sur les caractéristiques des boîtes individuelles sont nécessaires pour pouvoir faire une estimation quantitative de ce Produit naturel vert.



- ① = Flux de ressources naturelles en provenance de la composante naturelle du système
- ② = Apport (travail, capital) de l'environnement du système
- ③ = Sortie des produits désirés (+) et non désirés (-) vers les usages hors du système
- ④ = Sortie des produits désirés (+) et non désirés (-) vers la composante naturelle du système
- ⑤ = Produits désirés (+) et non désirés (-) destinés aux usages à l'intérieur du système

**Figure 14: Structure de la composante anthropique du système**

## Bibliographie

- Banque Mondiale. (1997). Evaluation d'initiatives de gestion intégrée de régions littorales méditerranéennes: expériences du METAP et du PAM (1988-1996). Washington, D.C.: Banque Mondiale.
- Barrow, C.J. (1997). Environmental and Social Impact Assessment: An Introduction. London: Arnold.
- Bayliss R., B. Shipman, M. Turnbull and A. Winder. (1998). Participation Techniques in Coastal Management. A case study of Dorset, Devon and Cornwall.
- Boon, P., P. Calow and G. Petts. (1991). River Conservation and Management. Chichester: John Wiley and Sons.
- Burt, T. P. (1992). "The hydrology of headwater catchments" in: Callow P. and G.E. Petts (eds.), The Rivers Handbook, Volume 1, Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Carlsen, A. (1987). Proceedings of UNESCO Symposium on Decision-Making in Water Resources Planning. Vols. I and II. Oslo: NNCH.
- Carter, R.W.G. (1988). Coastal Environments: An Introduction to Physical, Ecological and Cultural Systems of Coastlines. London: Academic Press.
- Cendrero, *et al.* (1997). "A procedure for assessing the environmental quality of coastal areas for planning and management" in: Journal of Coastal Research. Vol. 13, No. 3, pp. 732-744.
- Comité de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse. (1995). Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE).
- Gardiner, J. (ed.). (1991). River Projects and Conservation: A Manual for Holistic Appraisal. Chichester: John Wiley and Sons.
- Harper, D. and J. Ferguson (eds.). (1995). The Ecological Basis for River Management. Chichester: John Wiley and Sons.
- Joliffe, I.P. and C.R. Patman. (1985). "The Coastal Zone: The Challenge" in: Journal of Shoreline Management. Vol. 1(1), pp. 3-36.
- Ketchum, B. (1973). The Water's Edge. Cambridge, Mass: MIT Press.
- Laszlo, J.D., G. Golubev and M. Nakayama. (1988). "The environmental management of large international basins" in: Water Resources Development. Vol. 4, No. 2, pp. 103-107.
- Newson, M.D. (1997). Land, Water and Development. 2<sup>nd</sup> edition. London: Routledge.
- OECD. (1993). Coastal Zone Management: Integrated Policies. Paris: OECD.
- Streamlines Newsletter (1996). "Buffers help protect water quality". Volume 1, Number 4.
- PNUE. (1995). Directives concernant la gestion intégrée des régions littorales, avec une référence particulière au bassin méditerranéen. PNUE Rapports et études des Mers régionales No. 161. Split: PAP/CAR.
- Tolba, M. (1988). "EMINWA and Sustainable Water Development" in: Water Resources Development. Vol. 4, No. 2, pp. 76-79.

- UNCHS. (1996). Issues in the Integrated Planning and Management of River/Lake Basins and Coastal Areas: A human perspective. Nairobi: UNCHS.
- PNUE/PAM/PAP. (1998). Directives pour l'approche intégrée au développement, à la gestion et à la utilisation des ressources en eau. Split: Centre des activités régionales pour le Programme d'actions prioritaires.
- UNEP/PAP. (1997). Integrated Coastal Zone and River Basin Management. ICARM Working Paper 1. Split: UNEP/PAP.
- UNEP/Wetland International. (1997). Wetlands and Integrated River Basin Management: Experience in Asia and the Pacific. Kuala Lumpur: UNEP/Wetlands International-Asia Pacific.
- Weide, J. van der. (1993). "A Systems View of Integrated Coastal Management" in: Ocean and Coastal Management. Vol. 21, No. 1-3, pp. 129-148.
- Wood, C. (1995). Environmental Impact Assessment: A Comparative Review. Harlow: Longman.

Programme des Nations Unies  
pour l'environnement  
(PNUE)  
B.P. 30552  
Nairobi  
**Kenya**

Tél: (254) (2) 62.12.34  
Fax: (254) (2) 62.39.27  
<http://www.unep.org>

Programme des Nations Unies  
pour l'environnement  
Unité de coordination du Plan d'action  
pour la Méditerranée  
B.P. 18019  
48, avenue Vassileos Konstantinou  
11610 Athènes  
**Grèce**

Tél: (30) (1) 72.73.100  
Fax: (30) (1) 72.53.196-7  
Email: [unepmedu@unepmap.gr](mailto:unepmedu@unepmap.gr)  
<http://www.unepmap.org>

Centre d'activités régionales pour  
le Programme d'actions prioritaires  
(PAP/CAR)  
Kraj sv. Ivana 11  
B.P. 576  
21000 Split  
**Croatie**

Tél: (385) (21) 34.34.99, 59.11.71  
Fax: (385) (21) 36.16.77  
Email: [pap@gradst.hr](mailto:pap@gradst.hr)  
<http://www.pap-thecoastcentrerg>