

COMITÉ PERMANENT INTER-ETATS DE LUTTE
CONTRE LA SÉCHERESSE DANS LE SAHEL



PERMANENT INTERSTATE COMMITTEE FOR
DROUGHT CONTROL IN THE SAHEL

RAPPORT SUR L'ETAT DE L'ENVIRONNEMENT AU SAHEL

OCTOBRE 2003

PREFACE

Nous sommes à une période où les exigences en matière d'environnement sont de plus en plus pressantes. L'Afrique, au même titre que le reste du monde, doit produire une information actualisée, bien analysée et traduite en indicateurs à même de fournir les diverses tendances en matière d'environnement selon le schéma méthodologique adopté avec le PER [c'est le modèle Pressions - Etat - Réponses (PER) qui est préconisé (OCDE, 1993)]. *Le modèle PER (figure 1a) repose sur la notion de causalité : les activités humaines exercent des pressions sur l'environnement et modifient la qualité et la quantité des ressources naturelles ("Etat"). La société répond à ces changements en adoptant des mesures de politique d'environnement, économique et sectorielle ("réponses de la société"). Ces dernières agissent rétroactivement sur les pressions par le biais des activités humaines. Au sens large, ces mesures font partie d'un cycle (de la politique) environnemental(e) qui comprend la perception des problèmes, la formulation, le suivi et l'évaluation de politiques.*

Evidemment l'exercice permettra à cette étape l'état des lieux des données et informations non disponibles, non recueillies selon les standards et normes codifiées en la matière.

Ce recueil préliminaire sur l'Etat de l'environnement au Sahel suscitera sans doute diverses interrogations ou questionnements, lesquels permettront de réviser par exemple :

- Les méthodologies de collecte, les formes de présentation des données et information en conformité ou non avec les standards recommandés ;
- L'absence ou la non actualisation de données ou informations spécifiques (globales, par site ou zones données) ;
- Les modes de compilation, de partage ou de diffusion de ces informations sur l'état de l'environnement au Sahel ;
- La traduction ou on de ces données en indicateur pouvant servir d'aide à la décision (planification, développement de projets, évaluateurs de l'état de l'environnement) ;

Toute critique ou d'indication de sources de données et d'informations complémentaires nous permettront d'opérer les corrections requises et l'amélioration des versions prochaines.

SOMMAIRE.

PREFACE.....	2
SOMMAIRE.....	3
LISTE DES TABLEAUX.....	5
LISTE DES FIGURES.	6
I]- INTRODUCTION.	7
II]- PRESENTATION DU SAHEL.....	9
CADRE ET CONTEXTE GENERAUX.	9
LA SITUATION SOCIO-ECONOMIQUE AU SAHEL.....	9
III]- APPROCHE METHODOLOGIQUE (MODELE PRESSION – ETAT – REPONSE).	13
IV]- ETAT DE L'ENVIRONNEMENT AU SAHEL	16
1. L'ATMOSPHERE.....	16
1.1. <i>L'impact des changements climatiques au Sahel.....</i>	<i>16</i>
1.2. <i>La pollution atmosphérique</i>	<i>19</i>
2. LES RESSOURCES EN EAU.....	22
<i>L'amenuisement des ressources hydriques.....</i>	<i>22</i>
3. LES RESSOURCES VEGETALES (FORETS).....	26
<i>Dégradation des ressources forestières.....</i>	<i>26</i>
4. LES RESSOURCES EN TERRES.....	31
<i>La dégradation des sols au Sahel</i>	<i>31</i>
5. BIODIVERSITE ET PAYSAGES	35
<i>La perte de la diversité biologique au Sahel</i>	<i>35</i>
6. LES CATASTROPHES ET CALAMITES.....	38
6.1] <i>La sécheresse.....</i>	<i>38</i>
6.2] <i>Les feux de Végétation.....</i>	<i>41</i>
7. LES ZONES URBAINES.....	43
<i>Les problèmes d'insalubrité et de pollution des villes sahéliennes</i>	<i>43</i>
8. LES ZONES COTIERES.	46
8.1. <i>l'érosion côtière</i>	<i>46</i>
8.2 <i>la surexploitation des ressources.....</i>	<i>48</i>
8.3 <i>la pollution marine.....</i>	<i>51</i>
V]- ANALYSE PERSPECTIVE DU FUTUR.	53
V.1. ETAT DES DONNEES ET INFORMATIONS L'ENVIRONNEMENTALES AU SAHEL	53
V.2. PERSPECTIVES : MISE EN PLACE DU SYSTEME D'INFORMATION SUR L'ENVIRONNEMENT AU SAHEL (SIE - SAHEL)	55
V.3. EVOLUTION & TENDANCES FUTURES.	56
VI]- CONCLUSION GENERALE.....	57
VII]- BIBLIOGRAPHIE (REFERENCE DES CITATIONS CONSULTEES).....	58
ANNEXES	60
ANNEXE I.....	60
<i>Compléments de présentation du sahel.....</i>	<i>60</i>

ANNEXE II.....	61
<i>Diagnostic général de l'environnement sahélien.....</i>	<i>61</i>
ANNEXE III.	62
<i>Synthèse des indicateurs biophysiques et socio-économiques de développement humain et de gestion des ressources naturelles des pays du CILSS.....</i>	<i>62</i>
ANNEXES IV : STATISTIQUES DE QUELQUES DESCRIPTEURS MAJEURS AU SAHEL.....	65
ANNEXE V.	67
<i>Termes de références pour une consultation en vue de l'élaboration d'un rapport sur l'état de l'environnement au Sahel</i>	<i>67</i>
<i>Annexe : Eléments à prendre en considération</i>	<i>69</i>

LISTE DES TABLEAUX.

TABLEAU 1 : PRINCIPAUX PROBLEMES SOULEVES SELON LES THEMES MAJEURS EN AFRIQUE.	8
TABLEAU 2 : URBANISATION ET CROISSANCE DEMOGRAPHIQUE AU SAHEL	10
TABLEAU 3 : DENSITE DE LA POPULATION DES PAYS DU SAHEL EN 1985	10
TABLEAU 4 : POPULATION URBAINE ET TAUX D'ACCROISSEMENT ANNUEL DE LA POPULATION URBAINE	11
TABLEAU 5 : POPULATION DE LA VILLE LA PLUS IMPORTANTE ET ACCES AUX SYSTEMES D'ASSAINISSEMENT EN MILIEU URBAIN	11
TABLEAU 6 : DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE DANS LA ZONE SAHELIENNE	12
TABLEAU 7 : SYNTHESE POUR L'AFRIQUE DE L'OUEST DE LA MATRICE PER SELON LES PRINCIPAUX THEMES A PRENDRE EN CONSIDERATION	15
TABLEAU 8 : EMISSIONS DE DIOXYDE DE CARBONE	16
TABLEAU 9 : SUPERFICIES (EN KM²) DE PLAGES PERDUES PAR EROSION COTIERE (AU SENEGAL) EN PREVISION DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES	17
TABLEAU 10 : COMPARAISON DES EMISSIONS DAKAR/ OCDE EN L'AN 2000	19
TABLEAU 11 : RYTHME D'ELIMINATION DU PLOMB SELON ANNEE.	20
TABLEAU 12 : EVOLUTION DES SUPERFICIES AMENAGEES ENTRE 1979 ET 1999 (CUMUL HA).	24
TABLEAU 13 : RESSOURCES EN EAUX ET PRELEVEMENTS	24
TABLEAU 14 : ETENDUE ET EVOLUTION DES FORETS	29
TABLEAU 15 : TAUX DE DEFORESTATION ET DE REBOISEMENT	29
TABLEAU 16 : UTILISATION DES SOLS	31
TABLEAU 17 : AIRES PROTEGEES AU SAHEL (1994)	37
TABLEAU 17 : ACCES A L'EAU POTABLE, AUX SERVICES DE SANTE, AUX SYSTEMES D'ASSAINISSEMENT	44
TABLEAU 18 : DIAGNOSTIC ACTUELLE DES DONNEES ENVIRONNEMENTALES.	53
TABLEAU 19 : SYNTHESE DES INFORMATIONS DISPONIBLES PAR PAYS.	54

LISTE DES FIGURES.

FIG. 1 : SCHEMATISATION DE L'APPROCHE PER (SELON PNUE, 1999)	14
FIG. 2 : RELATIONS ENTRE COMPOSANTES DU MODELE PER.....	14
FIG. 3 : LE FLEUVE NIGER A NIAMEY : DEBITS JOURNALIERS.....	22
FIG. 4 : EVOLUTION DU LAC TCHAD SUR TROIS ANNEES	23
FIG. 5 : EXEMPLE DE PRESSION FONCIERE SUR LES RESSOURCES FORESTIERES (FORET CLASSEE DE BABAN RAFI AU SUD DU NIGER)	26
FIG. 6 : LONGUEUR DE LA SAISON DE VEGETATION	27
FIG. 7 : EMERGENCE ET PERIODISME DE LA VEGETATION	28
FIG. 8 : EVOLUTION DE LA VALEUR MOYENNE DE L'INDICE DE VEGETATION.....	28
FIG. 9 : MALI (CERCLE DE KOLOKANI) : EVOLUTION DES TERRES CULTIVEES ENTRE 1972 ET 1999.....	32
FIG. 10 : BAISSSE DE LA PLUVIOMETRIE SAISONNIERE DANS LES PAYS DU SAHEL.....	38
FIG. 11 : BAISSSE TENDANCIELLE DES PRECIPITATIONS SAISONNIERES	39
FIG. 12 : CARTE DE SYNTHESE DES FEUX DE BROUSSE ENREGISTRES EN 2001-2002 DANS LA ZONE D'ETUDE.	42

I)- INTRODUCTION.

La prise de conscience des questions d'environnement, surtout dans son approche planétaire et l'implication &/ou la définition de politique, peut se situer à ces dates repères :

- 1972, la conférence de Stockholm
- 1992, la sommet mondiale de la planète terre de Rio
- 2003, le sommet sur le Développement durable de Durban (Afrique du Sud).

L'Afrique n'a pas été en reste de ces processus, bien que parfois avec retard. La ratification des principaux textes et législation s'est opérée assez rapidement, mais leurs applications effectives sur le terrain sont assez timides.

Comme le signale de nombreux travaux, l'Afrique est le seul continent dans lequel les prévisions de pauvreté sont à la hausse durant ce 21^{ème} siècle. A l'état actuel, parmi les 30 pays les plus pauvres au monde, 21 sont africains. Cette pauvreté en Afrique est une cause majeure de dégradation de l'environnement et de déperdition des ressources (In Global Environment Outlook III for West Africa, chap. III, Sept. 2000).

Durant les 30 dernières années, la sécheresse, la désertification et quelques inondations (Niger, Volta) ont constitué en Afrique de l'Ouest, les catastrophes naturels majeurs. Les effets immédiats et persistants de ceux-ci sont la caractérisation du Sahel deux grands problèmes majeurs : une insécurité alimentaire persistante et une dégradation continue des écosystèmes.

Selon GEO-2000¹, la pauvreté est la principale cause et conséquence de la dégradation de l'environnement et de l'épuisement des ressources qui menacent l'Afrique. Parmi les principaux problèmes écologiques signalés en Afrique, signalons :

- Le déboisement, la dégradation des sols et la désertification, l'érosion de la diversité biologique et des ressources maritimes, la pénurie d'eau et la détérioration de la qualité des eaux et de l'air ;
- Un autre facteur émergeant : l'urbanisation avec son cortège d'atteinte à la santé des personnes et à l'environnement.

Bien des pays mettent en œuvre de nouvelles politiques environnementales nationales et multinationales, celles-ci sont souvent d'une faible efficacité car les personnel, les experts, les fonds et les équipements nécessaires à leur application et à leur respect font défaut. La perception des problèmes écologiques (dette écologique) est réelle, mais remédier aux dommages est bien plus coûteux que d'adopter des mesures préventives.

De tout ce constat sur l'Afrique en général, l'Afrique de l'Ouest semble souvent plus affectée sur bien des aspects. En fait, c'est une des zones au monde, à plus fort développement urbain (une seule ville avec plus d'un million d'habitant il y'a 30 ans, avec en 1990 plus de 18).

Le présent rapport fera le point selon les thèmes et les problèmes tels que recommandés dans la démarche P.E.R., et l'analyse récapitulative des principaux indicateurs de l'environnement au Sahel. Nous tenterons d'indiquer les informations et données manquantes et recommanderons divers éléments à même d'y remédier pour le CILSS par exemple (banque de données, procédés et normes de collecte des informations, conservation, modes de diffusion & partage).

¹ L'avenir de l'environnement mondial 3 (GEO-3), la passé, le présent, l'avenir ; rapport PNUE. 456pages.

Selon le rapport GEO-3 (1972-2002), les principaux problèmes environnementaux de l'Afrique se présentent comme suit, dans le tableau ci-après.

Tableau 1 : Principaux problèmes soulevés selon les thèmes majeurs en Afrique.

Thèmes majeurs	Principaux problèmes soulevés.
Terre	Dégradation et désertification Régime foncier inapproprié et inéquitable ;
Forêt	Déforestation Perte de qualité de la forêt
Diversité biologique	Dégradation et perte des habitats Commerce de viande de gibier
Eaux douces	Instabilité des ressources en eau Stress hydrique et manque d'eau Accès à l'eau potable et assainissement Détérioration de la qualité de l'eau Perte des zones humides ;
Mer & côtes	Erosion et dégradation des zones côtières Pollution Changement climatique et montée du niveau de la mer ;
Atmosphère	Qualité de l'air Instabilité climatique et vulnérabilité au changement climatique Inondations et sécheresse ;
Zones urbaines	Urbanisation rapide Déchets solides Approvisionnement en eau douce et assainissement ;
Catastrophes	Sécheresse Inondations Conflits armés.

Ce listing des problèmes environnementaux est la conséquence des pressions exercées par l'homme et ses activités de façon globale en Afrique. L'analyse plus spécifique du Sahel, et surtout de sa partie Ouest Africaine en fera ressortir bien des spécificités locales (milieu, pratiques & traditions, événements naturels et anthropiques, orientations particulières, ...). La liste des problèmes évoqués ci-dessus donne une idée des indicateurs des Etats ou conditions de l'environnement, tels qu'ils résultent des pressions exercées.

La précarité des systèmes de production et de survie des populations est davantage liée à la forte dépendance pour l'activité dominante (agriculture en général), à la fluctuation observée des facteurs climatiques (pluviométrie essentiellement : intensité & répartition des pluies). Les pratiques de production agricoles, pastorales, forestières et relative à la pêche sont pour l'essentiel extensives, non maîtrisées et dépendantes en grande partie des fluctuations climatiques d'une année sur l'autre. Il s'y ajoute divers facteurs aggravant comme la démographie galopante, divers problèmes liés à une mauvaise urbanisation, une exploitation inappropriée des ressources naturelles et en somme une mutation des sociétés traditionnelles vers des schémas non ou mal maîtrisée. Certains changements qui s'opèrent exigent parfois des mesures d'accompagnement non mise en place (équipement, financement, formation, ...).

III- PRESENTATION DU SAHEL.

Cadre et contexte généraux.

Le Sahel, situé à la limite méridionale du Sahara, de l'océan Atlantique à la mer rouge, signifie littéralement « rivage » ou « zone frontière ». Il s'étend sur 5 000 km de long et 300 km de large et est compris entre les isoètes 100 mm à 600 mm (y compris les zones de transitions). On y distingue trois zones bioclimatiques :

- Saharo – Sahélienne (pluviométrie entre 100 – 200 mm) ;
- Sahélienne proprement dite (200 – 400 mm)
- Sahélo-soudanienne (400 – 600 mm).

En fait, ces précipitations de la région sont faibles et irrégulières, dans l'espace et dans le temps.

La zone sahélienne comprend les neuf états que sont : le Burkina Faso, l'Ethiopie, le Mali, la Mauritanie, le Niger, le Sénégal, la Somalie, le Soudan, et le Tchad.

Le Tchad, le Mali et le Niger couvrent chacun environ 1,2 millions de km². La superficie de la Mauritanie s'élève à environ 1 million de km² ; Le Burkina-Faso avec 274 000 km² et le Sénégal légèrement plus petit avec 197 000 km² ; La Gambie en tant que plus petit territoire continental africain, a une superficie de 11 000 km².

Ces pays sont confrontés depuis plusieurs décennies à une dégradation sans précédent de leur environnement, résultant d'une interaction complexe entre la croissance démographique, une sécheresse chronique, la pauvreté des populations, la surexploitation des ressources naturelles, l'inadéquation des politiques de développement et une législation des ressources inadaptée ou inefficace. La conjonction de ces facteurs a aggravé le processus de désertification qui a notamment eu pour conséquences :

- a) La destruction du couvert végétal engendrant, la réduction de leur protection par le couvert arborée contre les érosions hydriques et éolienne et partant, une baisse continue de la productivité des spéculations agricoles, végétales et animales ;
- b) La dislocation des systèmes traditionnels de production ;
- c) Une crise énergétique liée à l'augmentation de la population et à la non-reconstitution des ressources ligneuses ;
- d) La pollution et l'amenuisement des ressources hydriques ;
- e) La diminution de la biodiversité ;
- f) La dégradation de l'état nutritionnel et partant sanitaire des populations rurales ;
- g) L'exode rural ;
- h) Une urbanisation rapide avec comme conséquences : des conditions de vie des populations marquées par l'insatisfaction des besoins nutritionnels et du logement en plus des services de base (installations sanitaires et d'eau potable, centres médicaux, établissements scolaires). Les effets sur la qualité de la vie et sur la santé des individus sont catastrophiques.

La situation socio-économique au sahel

En 1950, la population globale des neuf pays du Sahel était estimée à environ 47 millions d'habitants. Trente ans plus tard, en 1980, elle avait franchi le cap des 91 millions. On prévoit que la population combinée de ces pays atteindra 159 millions d'ici l'an 2000 et 263 millions en 2020.

Tableau 2 : Urbanisation et croissance démographique au Sahel

	Population totale (1) (Hab.)	Population urbaine (2) %		Croissance démographique 1990/98 (%)
		1980	1998	
Burkina Faso	10 955 000	9	17	2,7
Cap Vert	428 000	21,4 (3)	59,3	1,7
Gambie	1 336 000	17,0 (3)	30,4	3,6
Guinée Bissau	1 134 000	16,0 (3)	22,5	2,7
Mali	10 006 000	19	29	3,2
Mauritanie	2 568 000	27	55	3,2
Niger	9 798 000	13	20	3,9
Sénégal	9 234 000	36	46	3,0
Tchad	7 233 000	19	23	3,5

(1) données Diaper/Cerpod ; (2) Banque mondiale.

Cette forte croissance de la population est l'une des conséquences de la baisse massive du taux de mortalité qui est passée de 33 pour mille en 1950 à 21 pour mille en 1980. Ces écarts peuvent être attribués aux succès enregistrés dans la réduction des taux de mortalité néonatale et infantile, combinée au maintien d'une fécondité élevée, voire en légère augmentation dans certains pays.

Compte tenu des vastes espaces disponibles, la densité de la population est très faible au Sahel. Pour la Gambie, le Sénégal et le Burkina, en 1992, l'on a recensé respectivement 85, 34 et 38 habitants au km². Dans les autres pays sahéliens, la densité au kilomètre carré n'atteint pas sept habitants.

Tableau 3 : Densité de la population des pays du Sahel en 1985

Pays	Superficie 1000 km ²	Population totale 1000	Densité de population /km ²	Superficie arable et irriguée 1000km ²	Population agricole 1000	Densité agricole /km ²
Burkina Faso	274	6.942	25	26	5.940	228
Ethiopie	1.100	43.557	36	141	33.667	239
Mali	1.220	8.082	8	23	6.734	293
Mauritanie	1.030	1.888	1	2	1.266	633
Niger	1.270	6.115	7	38	5.463	144
Sénégal	190	6.444	33	54	5.126	95
Somalie	630	4.653	7	13	3.394	261
Soudan	2.380	21.550	9	144	14.199	99
Tchad	1.260	5.018	4	32	3.979	124

Cependant, il importe de noter que de vastes régions de la plupart des pays sahéliens sont constituées de déserts, où les conditions ne sont guère propices à l'habitat humain. De ce fait, le rapport nombre d'habitants/superficie est moins bon que ne le laisse paraître la faible densité démographique.

En revanche, si l'on considère la densité agricole, autrement dit la densité de la population sur les terres arables, la situation change radicalement. Seuls le Sénégal et le Soudan ont une densité inférieure à 100 habt/km². La Mauritanie a la plus haute densité (633 hab./km²), suivie du Mali (293), et du Burkina-Faso (228).

L'agriculture constitue dans tous les pays du Sahel le secteur économique le plus important. Elle emploie en moyenne plus de 60% de la population (83% au Burkina, 50% en Mauritanie) et représente, plus de 35% du produit national brut (PNB) au Burkina Faso, au Tchad, au Mali et au Niger, tandis que ce pourcentage s'élève à 30 en Mauritanie et en Gambie, et à 19 au Sénégal.

L'accroissement démographique combiné à l'appauvrissement continu du monde rural, a conduit à un exode massif des populations vers les villes.

Tableau 4 : Population urbaine et taux d'accroissement annuel de la population urbaine

Pays	Population urbaine (% de la population totale)			Taux d'accroissement annuel de la population urbaine		
	1985	1995	1999	1985	1995	1999
Burkina Faso	11.4	15.9	18.0	7.5	5.7	5.5
Cap Vert	32.9	54.1	60.8	7.1	6.9	5
Gambie	22.6	29.0	31.8	5.3	6.2	5.3
Mali	21.0	26.8	29.5	5.0	4.4	4.6
Mauritanie	35.0	51.2	56.6	6.7	6.3	5.0
Niger	14.3	18.2	20.2	5.3	5.1	5.4
Sénégal	37.5	43.8	46.8	3.6	3.9	4.1

Source: Banque Africaine de Développement (2001-2002)

Tableau 5 : Population de la ville la plus importante et accès aux systèmes d'assainissement en milieu urbain

Pays	Population de la ville la plus importante				Accès aux systèmes d'assainissement en milieu urbain	
	Agglomération	Population (x 10 ³)	% de la population urbaine		1982	1995
			1985	1999		
Burkina Faso	Ouagadougou	1062	47.1	50.7	38	-
Cap Vert	Praia	76	-	29.9	-	-
Gambie	Banjul	229	-	56.7	-	-
Mali	Bamako	1083	36.0	33.5	90	61
Mauritanie	Nouakchott	881	-	59.9	7	44
Niger	Niamey	731	-	34.8	20	-
Sénégal	Dakar	2005	47.7	46.3	87	68

Source: Banque Africaine de Développement (2001-2002)

Le rythme de croissance de la population urbaine a excédé dans tous les pays du Sahel, celui de la population globale. Néanmoins, la forte croissance urbaine s'explique tout d'abord par un accroissement naturel important de la population : 61% (Preston, 1979).

Cette croissance démographique urbaine nécessite des infrastructures toujours plus importantes, des compétences spécialisées et des capitaux importants afin de satisfaire les besoins des populations en matière d'alimentation, de logement, de santé et d'éducation.

La distribution de l'eau potable illustre parfaitement la précarité de l'équilibre entre croissance démographique et disponibilité des ressources essentielles. En effet, les

populations disposant d'un approvisionnement en eau satisfaisant représentent seulement 30% au Burkina, 14 au Mali, 34 au Niger, 44 au Sénégal, et 26 Tchad (PRB 1987).

Dans l'ensemble on peut dire que les performances économiques du Sahel sont plutôt médiocres. Cela s'explique par la combinaison de deux facteurs principaux : les mauvaises récoltes, dues à la sécheresse récurrente, et le poids du service de la dette.

La dette extérieure totale de l'Afrique sub-saharienne est passée de 176 874 millions de dollars, en 1990, à 216 359 millions en 1999.

Ce service de la dette est un frein au développement car pour les honorer, ces états sont obligés de sacrifier les services sociaux comme la lutte contre la pauvreté, la mise en place de services de santé et d'éducation.

Les catastrophes naturelles, notamment les incendies, sécheresses et inondations sont devenus de plus en plus fréquents, accentuant la vulnérabilité des populations.

Par conséquent, la situation socio économique des pays du Sahel est des plus désastreuse. Ils sont tous classés parmi les 16 derniers pays de l'«indice du développement humain» du Programme des Nations unies pour le développement (PNUD).

Tableau 6 : Développement économique dans la zone sahélienne

Pays	PNB/Habitant (SEU)			IDH			Rang		
	1980	1990	1999	1980	1990	1998	1992	1995	1997
Sénégal	540	730	510	0.327	0.376	0.416	152	158	155
Mauritanie	460	490	380	0.372	0.400	0.451	150	149	147
Mali	250	280	240	0.277	0.314	0.380	172	171	165
Gambie	380	320	340	0.301	0.352	0.396	-	165	161
Burkina Faso	260	290	240	0.247	0.280	0.303	169	172	172
Niger	440	310	190	0.259	0.273	0.293	125	158	155
Cap vert	-	880	1330	-	0.611	0.688	123	117	105

Source: Banque Africaine de Développement (2001-2002)

III]- APPROCHE METHODOLOGIQUE (MODELE PRESSION – ETAT – REPONSE)².

Il existe de nombreux outils permettant de décrire et quantifier l'environnement, et ils sont constamment révisés et adaptés aux besoins des différents utilisateurs.

La Boîte à outils Élevage-Environnement utilise le modèle *Pression-État-Réponse* (PSR) adopté par de nombreuses agences au début des années 90, et aujourd'hui largement utilisé.

Une bonne compréhension des indicateurs est essentielle pour le concept et l'utilisation du modèle PSR.

Un indicateur quantifie et simplifie des phénomènes et nous aide à comprendre des réalités complexes. Un indicateur nous informe des changements au sein d'un système. Il y a par exemple des indicateurs financiers qui décrivent les changements des économies individuelles, locales ou nationales ; il y a des indicateurs de pauvreté et des indicateurs de santé, et bien entendu des indicateurs environnementaux et de développement durable.

L'utilité ou non d'un indicateur dépend en grande partie du contexte particulier. Un processus méticuleux de sélection s'impose dans le choix des indicateurs pouvant être pertinents dans un contexte donné. De même, les indicateurs doivent être utilisés de façon adéquate lors d'une évaluation.

Les indicateurs sont sélectionnés pour fournir des informations sur le fonctionnement d'un système spécifique, dans un but spécifique - pour venir en aide à la gestion et à la prise de décision. Un indicateur quantifie et agrège des données pouvant être mesurées et surveillées pour déterminer si un changement est en cours. Or, afin de comprendre le processus de changement, l'indicateur doit aider le décideur à comprendre pourquoi ce changement s'opère.

Les indicateurs sont sélectionnés pour fournir des informations sur le fonctionnement d'un système spécifique, dans un but spécifique - pour venir en aide à la gestion et à la prise de décision. Un indicateur quantifie et agrège des données pouvant être mesurées et surveillées pour déterminer si un changement est en cours. Or, afin de comprendre le processus de changement, l'indicateur doit aider le décideur à comprendre pourquoi ce changement s'opère.

Ce simple modèle PSR établit sommairement que les *activités humaines exercent des pressions* (comme des émissions polluantes ou la modification de l'utilisation des terres) sur l'environnement, pouvant *induire des changements de l'état de l'environnement* (par exemple changement dans les niveaux de pollution ambiante, diversité des habitats, cours d'eau, etc.). *La société réagit alors* aux changements des pressions ou d'états par des programmes et des politiques environnementales et économiques destinées à prévenir, réduire ou corriger les pressions et/ou les dommages environnementaux.

Les indicateurs peuvent être des outils puissants pour identifier et soutenir les liens Pression-État-Réponse (PSR), d'abord au moment du rapport puis durant l'analyse politique.

Le modèle PSR étale les relations de base entre :

- les pressions exercées sur l'environnement par la société humaine
- l'état ou la condition qui en résultent sur l'environnement, et

² Diverses sources dont :

~ <http://lead.virtualcenter.org/fr/dec/toolbox/Refer/EnvIndi.htm#psr>;

~ C:\Mes documents\CILSS_INSA\Modèle Pression-Etat-Réponse (PSR) composants de base.htm ;

~ OCDE, 1993. Corps central d'indicateurs de l'OCDE pour les examens des performances environnementales ; OCDE/GD(93)179, 41 p.

- la réponse de la société à ces conditions afin d'atténuer ou de prévenir les impacts négatifs résultant des pressions.

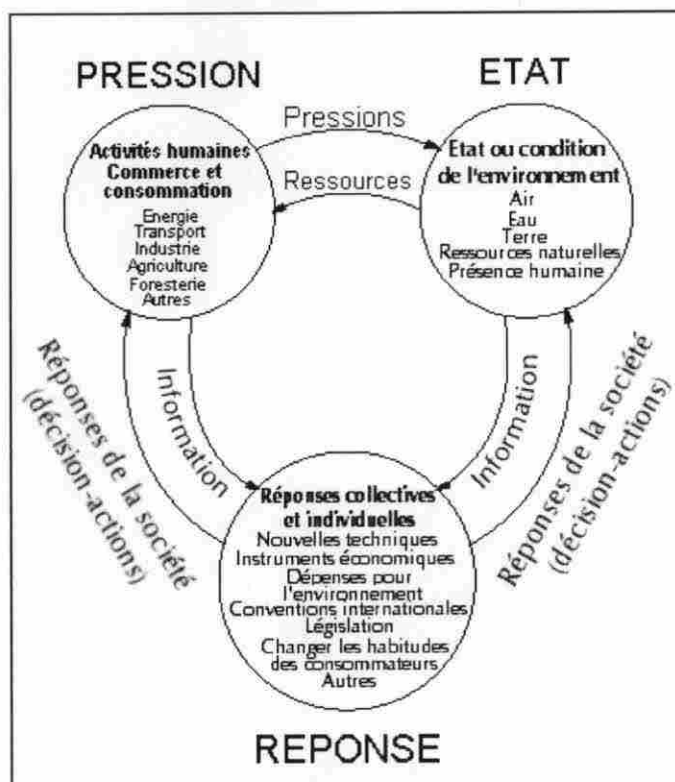


Fig. 1 : Schématisation de l'approche PER (selon PNUE, 1999)

L'OCDE (1993) indique une autre schématisation (ci-dessus) pour comprendre les relations entre indicateurs et leurs interactions ;

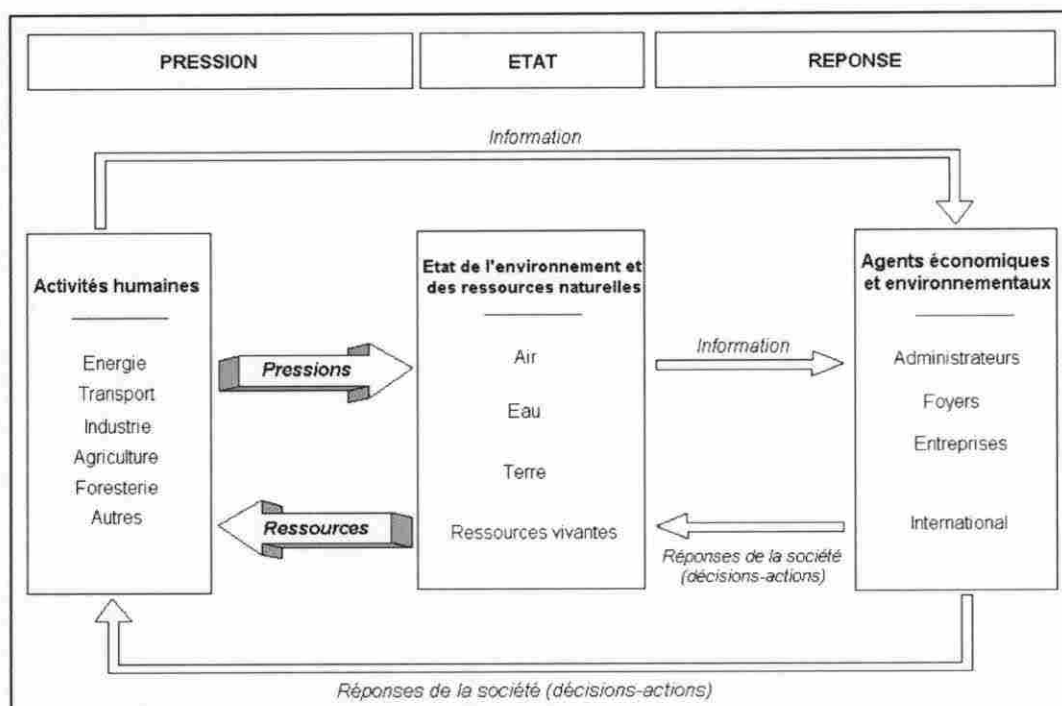


Fig. 2 : Relations entre composantes du modèle PER

Tableau 7 : Synthèse pour l'Afrique de l'Ouest de la matrice PER selon les principaux thèmes à prendre en considération

(Source Global environment Outlook III for West Africa, 1972-2002, 58 p., 2000)

Thèmes	Objectifs	Indicateurs de Pression (causes)	Indicateurs d'Etat (conséquences)	Indicateurs de Réponses
1. Changement et variabilité climatique	Déterminer les grandes tendances climatiques ; Evaluer la dynamique de la variabilité climatique (espace et temps) et leur impact sur l'environnement ;	~ Irrégularité pluviométrique, sécheresse, inondations ; ~ Démographique forte (3 % ou plus de taux annuel).	~ Baisse de la production agricole ; Feux de brousse ; Erosion des sols et perte de fertilité ; ~ Faible émission de CO ₂ et de biogaz (GHG : Afrique = 7 % du total mondial).	Ratification par la plupart des pays de la convention sur les changements climatiques ; Adoption de plusieurs mesures d'atténuation des effets des changements climatiques.
2. Ressources en eau	Déterminer le régime des eaux de surface et souterraines en relation avec la dégradation des sols et du couvert végétal	~ Sécheresse, baisse des nappes et irrégularité de leur rechargement ; ~ Forte évaporation et grande utilisation des faibles eaux de surface ; ~ Compétition sur les usages des eaux (domestiques – industrielle – domestique, avec les parts respectives : 17% - 7 % - 76 %).	~ Baisse des niveaux des eaux des eaux de surface, leur tarissement ; ~ Importance des eaux souterraines profondes ~ Faible niveau de couverture des besoins en eau (drinking water) ;	Texte et législation souvent adopté, mais peu appliqués ou obsolètes ; Aggravation par les conflits, l'instabilité politique ;
3. Ressources végétales	Déterminer les rythmes biologiques du couvert végétal	~ Dégradation du climat (sécheresse, inondations) ; ~ Dégradation du couvert végétal et des terres ~ Pression démographique & besoins des populations en terre de cultures et en bois de combustible plus accrus.	~ Forêts secondaires à la place de forêts matures naturelles ; ~ Pertes de ressources forestières variées (lignieux, fourrages, médicinales, ...) ; ~ Dégradation des sols.	Programme de reforestation, reboisement, régénération ; Plans et stratégies d'aménagement forestiers ;
4. Ressources en terres	Evaluer le potentiel productif des sols	~ Démographie galopante ~ Dégradation du couvert végétal et des terres ~ Pauvreté (rurale et urbaine) en hausse ~ Forte urbanisation et accroissement des besoins énergétiques (combustibles ligneux)	~ Perte de terres agricole et pastorale ~ Feux de brousse annuels et étendus ; ~ Perte de fertilité des sols ~ Perte de pratique et tradition culturels (cultural & historical property).	Législation foncière (land use, planning regulation policies) ;
5. Biodiversité & paysages	Evaluer le patrimoine de biodiversité végétale et animale (faunique et halieutique) et leur dynamique	~ Croissance de la population incontrôlée ; ~ Augmentation de la pauvreté ; ~ Instabilité politique ; ~ Feux de brousse sauvages (non contrôlés) ; ~ Prélèvement d'extraits de plantes, d'animaux pour usage en médecine traditionnelle.	~ Perte d'habitat et déperdition de ressources naturelles (végétation, sols, faunes sauvages) ~ Disparition de nombreux habitats, des espèces menacées, en danger d'extinction ou éteintes ; ~ Dégradation des zones humides (biotopes).	Ratification de la plupart des conventions sur : la diversité biologique, Lutte contre la désertification, Ramsar (zone humide) ; Textes législatifs nationaux adoptés, Accroissement du nombre d'aires protégées et implication des locaux.
6. Catastrophes – calamités	Mesurer l'impact des événements extrêmes	~ Naturelles : Sécheresse, inondations (fleuve Niger, Volta) ; ~ Anthropiques : conflits politiques et sociaux, feux de brousses incontrôlés.	~ Absence de pluie ou sa forte réduction ~ Forte érosion des sols, perte de flore, de faune ; ~ Intensification de l'exploitation des ressources naturelles.	Mesures de contrôle des calamités pour minimiser ou réduire impact des feux (ex. : législation, formation de brigade, sensibilisation, mesures).
7. Indicateurs généraux	Evaluer l'environnement socio-économique	~ Pression démographique et mauvais état sanitaire (urbain et péri-urbain) ; ~ Urbanisation rapide et concentration des activités économiques dans les centres urbains	~ Niveau pauvreté – couverture des besoins alimentaires ; ~ Prédominance de maladies (paludisme, diarrhées, choléra, typhoïde, tuberculose) ~ Pollution des villes (gaz toxiques, eutrophisation des zones humides, ...) ; ~ Contamination par le VIH/SIDA (Afrique, 70% des malades mondiaux).	Programmes divers de vaccination, de planification familiale, de lutte contre le SIDA ; Programmes d'appui aux paysans, de lutte contre la pauvreté.

IV]- ETAT DE L'ENVIRONNEMENT AU SAHEL

1. L'ATMOSPHERE.

1.1. L'impact des changements climatiques au Sahel

Bien qu'ils ne participent que très peu aux émissions mondiales de gaz à effet de serre, les pays du Sahel sont très vulnérables aux effets du réchauffement de la planète en raison de la dépendance de leur économie envers le secteur primaire.

Les conséquences les plus dommageables liées à la hausse des températures sont :

- Un relèvement du niveau des mers entraînant une érosion côtière plus intense ;
- Une fréquence plus accrue des catastrophes environnementales (sécheresse et inondation) ;
- L'aggravation de la dégradation des sols ;
- L'amenuisement des ressources hydriques ;
- La régression des formations forestières et la disparition de beaucoup d'espèces biologiques ;
- La diminution des ressources halieutiques ;
- La dégradation du cadre de vie des populations.

Sur le plan sanitaire, les changements climatiques sont à l'origine du développement de genres pathogènes. Le manque d'eau combiné aux fortes canicules sont à l'origine de la recrudescence des épidémies de méningites de choléra, de paludisme, etc. Des milliers de cas de décès liés à ces fléaux sont actuellement enregistrés dans les structures sanitaires du Sahel.

A cela s'ajoute, les maladies oculaires, et les dermatoses qui font aussi beaucoup de victimes.

Tableau 8 : Emissions de dioxyde de carbone

Pays	Emission totale (millions de tonnes)		Emission par habitant (tonnes)		Emission pour 1987 (\$ du PNB)	
	1980	1995	1980	1995	1980	1995
Burkina Faso	0.4	1.0	0.1	0.1	0.3	0.4
Gambie	0.2	0.2	0.2	0.2	0.9	0.8
Mali	0.4	0.5	0.1	0.0	0.2	0.2
Mauritanie	0.6	3.1	0.4	1.3	0.8	2.7
Niger	0.6	1.1	0.1	0.1	0.2	0.5
Sénégal	2.8	3.1	0.5	0.4	0.8	0.6
Tchad	0.6	0.7	0.2	0.2	0.5	0.6

Les données météorologiques rassemblées depuis 1900 montrent, à partir de 1968, une baisse constante de la pluviosité annuelle sur l'ensemble du continent africain. Il est possible que cette évolution soit due à la pollution atmosphérique causée par les activités humaines.

En effet, le réchauffement de la planète serait la conséquence directe ou indirecte des activités humaines (pollutions par déchets domestiques, les pesticides, fertilisants, toxiques, déchets industriels et biomédicaux, émanation des gaz des véhicules et autres cheminées etc.), et la baisse de la pluviosité un phénomène qui s'inscrit dans le cadre global des changements climatiques.

Des études effectuées par l'ORSTOM, l'institut français de recherche scientifique pour la coopération au développement, ont montré que les herbages et les buissons d'une région déterminée au Nord du Sénégal ont subi de profondes modifications au cours d'une période de quelques années caractérisées par des précipitations insignifiantes. Après 1972, une année pauvre en pluies, plus de la moitié des arbres de l'espèce *Acacia Sénégal* de cette région moururent; la composition des graminées se modifia profondément, les plantes annuelles remplaçant les plantes persistantes (H. Poupon et J.C. Bille, 1974).

Le principe de la cause cumulative et de la dépendance réciproque des facteurs écologiques a pu être établie très précisément : à cause des modifications primaires, les rongeurs diminuèrent ; les faucons et d'autres animaux de proie se nourrissant de rongeurs abandonnèrent la zone. La végétation morte représentait un terrain idéal pour les termites qui se multiplièrent de manière disproportionnée jusqu'à devenir un fléau. Lorsque les précipitations recommencèrent, la région se reprit très lentement — mais le monde intact d'avant n'existait plus : l'herbe nouvelle provoqua une augmentation rapide des campagnols des champs, ce qui retarda sérieusement la renaissance des espèces d'acacia, ces animaux se nourrissant de long bois. Ces arbres ne purent se régénérer que lorsque le nombre de souris se stabilisa (H. Poupon et J.C. Bille, 1974).

L'étude ORSTOM suggère que les altérations climatiques à court terme aient une influence certaine sur l'environnement et qu'elles contribuent à l'apparition de modifications cumulatives dans l'écosystème. L'étude a également apporté des preuves qui confirment l'exactitude de l'hypothèse selon laquelle les modifications micro-écologiques ont déjà amorcé des processus de détérioration — par exemple, la croissance retardée peut provoquer l'érosion du sol. Les sécheresses ainsi que la dégradation et les dégâts dans l'écosystème ont déjà contribué à l'accélération de l'érosion du sol sahélien.

On dispose également de preuves indiquant une augmentation de la fréquence et de la gravité des inondations qui affectent le Sahel. Ces catastrophes provoquent souvent un accroissement de la pression foncière dans certaines régions vulnérables, une migration de la population humaine et animale, une intensification de l'érosion des sols, et un envasement des cours d'eau, barrages et eaux côtières.

En outre, les pays côtiers comme le Sénégal, la Gambie et la Guinée Bissau sont particulièrement exposés aux élévations du niveau de la mer. En effet, dans ces pays, l'essentiel des infrastructures touristiques et industrielles est implanté sur la côte ; ce qui contribue du reste intensivement à exacerber les processus d'érosion et de pollution marine.

Tableau 9 : Superficies (en km²) de plages perdues par érosion côtière (au Sénégal) en prévision des changements climatiques

Superficies (en km ²) de plages perdues par érosion côtière (au Sénégal)	Scénario de base	Accélération de l'élévation du niveau marin		
		Hypothèse basse	Hypothèse moyenne	Hypothèse haute
Superficies perdues en 2050	0,29 - 0,38 4,6 - 6 %	0.24 - 0.33 3.8 - 5.2%	0.77 - 0.92 12.2 - 14.6%	1.92 - 1.79 21 - 28.5%
Superficies perdues en 2100	0,52 - 0,71 8,3 - 11,3 %	0.77 - 0.92 12.2 - 14.6%	1.66 - 2.25 26.4 - 35.8%	2.92 - 3.95 46.4 - 62.8%

Tous les états sahéliens ont signé la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification et la convention cadre des nations unies sur les changements climatiques, et beaucoup d'entre eux ont élaboré des plans d'action visant à améliorer la productivité des terres, la réhabilitation des sols et la gestion rationnelle des ressources en eau.

Des systèmes d'alerte permettant de détecter à l'avance les périodes de pluie et de sécheresse sont maintenant installés dans toutes les régions d'Afrique. Les pays sahéliens peuvent en plus, bénéficier des avantages économiques et sociaux des mécanismes prévus dans le Protocole de Kyoto, qui est l'instrument légal de lutte contre les changements climatiques. Ces mécanismes permettent de se procurer des sources d'énergie plus respectueuses de l'environnement.

Quels sont les enjeux ?		Que se passe – t – il et pourquoi ?			Quelles mesures appliquer face au problème ? (... Et quelle est leur efficacité ?)
1 Thème	2 Problèmes	3 Etat Conditions Tendances	4 Pressions Développement social Politiques Processus naturels	5 Impact Fonctions & Services fournis par les écosystèmes Santé humaine et bien être Economies	6 Réponses Mesures correctives Cadre d'action formelle Réponses au niveau de société
Atmosphère	2 Impacts des changements climatiques au Sahel	Contribution relativement faible des pays sahéliens aux émissions de GES Mais ces pays sont particulièrement sensibles aux effets des changements climatiques	Production de gaz à effet de serre au niveau des secteurs de l'industrie du transport de l'agriculture des ménages des décharges publiques à ciel ouvert etc.	aggravation des catastrophes environnementales (sécheresse et inondations) Elévation du niveau marin Erosion côtière Perte de biodiversité Dégradation du cadre de vie des populations Bouleversement sans précédent de l'économie des pays sahéliens liés à la baisse des productions Recrudescence des pressions et conflits fonciers	Signature par les états des conventions sur les changements climatiques, sur la désertification etc. Des plans d'action visant à améliorer la productivité des terres, la réhabilitation des sols et la gestion rationnelle des ressources en eau sont mis en œuvre. Les plans d'action d'élimination des SAO. Les projets de renforcement des capacités relatif au changement climatique

1.2. La pollution atmosphérique

Les taux d'urbanisation du Sahel sont très élevés (voir tableau 2 et 5). C'est l'une des principales causes de l'accroissement de la pollution du fait de la concentration dans les villes et particulièrement dans les capitales du parc automobile (au Sénégal, 60% du parc automobile est concentré à Dakar, c'est à dire sur 3% du territoire) et de toutes les différentes industries aussi polluantes les unes que les autres. A cela s'ajoutent d'autres facteurs de pollution comme :

- les politiques fiscales qui encouragent l'utilisation de carburants "sales",
- le brusque accroissement des importations de voitures d'occasion souvent vétustes et
- Le manque d'efficacité des processus de fabrication industrielle.
- En effet, les vieilles voitures émettent jusqu'à 20 fois plus de polluants que les voitures plus récentes, sans compter que l'utilisation de carburant d'origine douteuse dans les engins motorisés est une des causes de la pollution de l'air.

Tableau 10 : Comparaison des émissions Dakar/ OCDE en l'an 2000

Emissions (kg/véh/an)	OCDE/Amérique du nord	OCDE/Europe	Région de Dakar
Monoxyde de carbone	52,7	135,1	328
Hydrocarbure	12,6	23,5	54
Oxydes d'azote	15,5	23,9	245

Source: Conférence Sous Régionale sur le plomb, juin 2001.

Parmi les polluants atmosphériques qui peuvent affecter la santé des populations et dont les véhicules à moteur sont la source principale, on trouve le monoxyde de carbone (CO), les oxydes de soufre (SO₂), les oxydes d'azote (NO_x, NO₂), les hydrocarbures polycycliques aromatiques (HAP), les hydrocarbures imbrûlés et des composés organiques oxygénés (aldéhydes, cétones, phénols, alcools, ...) qui par les réactions photochimiques avec NO₂, forment l'ozone, d'autres modifications dans l'atmosphère expliquent la présence de sulfates, de nitrates et les matières en suspension qui contiennent du plomb.

L'air est aussi pollué par la combustion de la biomasse. Celle-ci s'effectue dans des fourneaux traditionnels ou dans la carbonisation du bois et a des impacts négatifs sur la santé des populations et plus particulièrement sur celle des femmes et des enfants exposés à la fumée.

Les polluants atmosphériques sont à l'origine de plusieurs affections respiratoires :

- Une augmentation des affections respiratoires : bronchites, rhino-pharyngites, etc.
- Une dégradation de la fonction ventilatoire, baisse de la capacité respiratoire, excès de toux ou de crise d'asthme ;
- Une hypersécrétion bronchique ;
- Une augmentation des irritations oculaires ;
- Une augmentation de la morbidité cardio-vasculaire (particules fines) ;
- Une dégradation des défenses de l'organisme aux infections microbiennes ;
- Une incidence sur la mortalité à court terme pour les affections respiratoires ou cardio-vasculaires (dioxyde de soufre et particules fines) ;
- Une incidence sur la mortalité à long terme par effets mutagènes et cancérogènes (particules fines, benzène).

D'après une étude effectuée au Sénégal, le traitement des affections liées à la pollution causée par les véhicules de transport coûte au pays l'équivalent de 5 % de son Produit intérieur brut (PIB).

De nombreux pays se sont dotés de normes et règlements relatifs à la qualité de l'air et à la pollution. Toutefois, le manque de ressources ne leur permet pas de les appliquer effectivement. L'exemple du Sénégal, qui a introduit un projet de loi visant, entre autres, à restreindre les importations de voitures d'occasion et, en particulier, à interdire l'entrée aux véhicules de plus de cinq ans pourrait, à cet égard, servir de source d'inspiration à d'autres pays.

Par ailleurs, dans bon nombre de ces pays, la situation actuelle dominé par des bouleversements à grande échelle, oblige les états à repenser leur politique énergétique. C'est ainsi que la promotion de certains produits énergétiques comme le gaz, qui permet à la fois de sauvegarder les ressources naturelles et diminuer la pollution atmosphérique, s'est déjà amorcée.

Au niveau sous régionale, les raffineries ont pris l'engagement lors de la conférence sur l'élimination du plomb dans les essences en juin 2001, d'éliminer d'ici 2005, le plomb suivant le calendrier ci-après :

Tableau 11 : Rythme d'élimination du plomb selon année.

Année	Teneur en plomb g/l
2001	0,5
2003	0,15
2005	0

Quels sont les enjeux ?		Que se passe – t – il et pourquoi ?			Quelles mesures appliquer face au problème ? (... Et quelle est leur efficacité ?)
1 Thème	2 Problèmes	3 Etat Conditions Tendances	4 Pressions Développement social Politiques Processus naturels	5 Impact Fonctions & Services fournis par les écosystèmes Santé humaine et bien être Économies	6 Réponses Mesures correctives Cadre d'action formelle Réponses au niveau de société
Atmosphère	Pollution atmosphérique	Pollution atmosphérique grave dans les villes Incidences nocives sur la santé des populations	Urbanisation rapide et accélérée Importation massive de véhicules d'occasion fonctionnant avec de l'essence à plomb Combustion de biomasse Procédés industriels non appropriés	Air très pollué dans les villes et principalement dans les capitales Recrudescence des maladies respiratoires	Adoption des normes relatives à la qualité de l'air et la pollution Restriction par rapport à l'importation des voitures d'occasion Mise en place de nouvelles politiques énergétiques Élimination du plomb dans les essences à l'horizon 2005

2. LES RESSOURCES EN EAU

L'amenuisement des ressources hydriques

Les réserves d'eau sont très limitées dans tout le Sahel et elles diminuent très fortement vers le nord. La situation est meilleure dans les régions traversées par des cours d'eau importants. Il s'agit des régions fluviales du Sénégal, du Niger et, plus à l'est, du Nil. Ces fleuves prennent tous leur source dans le sud, région plus humide.

Les ressources en eaux de surface jouent un rôle prépondérant. L'eau, sous ses diverses formes telles que les pluies et leur ruissellement, les cours d'eau et les plans d'eau, est un des principaux facteurs de transformation de l'environnement et des paysages sahéliens. Le régime des eaux de surface est un indicateur des fluctuations climatiques, en particulier du degré de sécheresse et de l'évolution de l'occupation des sols des bassins versants.

La conséquence directe du déficit pluviométrique observé au Sahel et du glissement des isohyètes vers le sud d'environ 100 mm (fig.3) est une diminution des écoulements des grands cours d'eau sahéliens ainsi que la dégradation continue des écosystèmes. Depuis les années 70, les écoulements ont diminué d'environ 20 à 40 %. La baisse se traduit non seulement sur le module annuel, mais aussi sur les extrêmes (débits de crue et d'étiage). La baisse du débit minimum est l'une des plus dommageables sur l'écosystème.

La diminution des précipitations a eu et continue d'avoir des conséquences sur les écoulements des principaux cours d'eau pérennes de la sous-région (fig.5). À cause de l'effet cumulatif de déficits pluviométriques, les niveaux des nappes phréatiques qui alimentent les différents cours d'eau sont devenus plus bas, entraînant subséquemment la baisse des écoulements des cours d'eau pérennes. Ainsi, même avec une bonne année pluviométrique, les écoulements restent médiocres du fait de la baisse du niveau des nappes, dont l'inertie est plus grande. C'est le cas en 1994 en ce qui concerne les écoulements du Niger à Koulikoro, malgré des pluies supérieures à la moyenne dans le haut bassin.

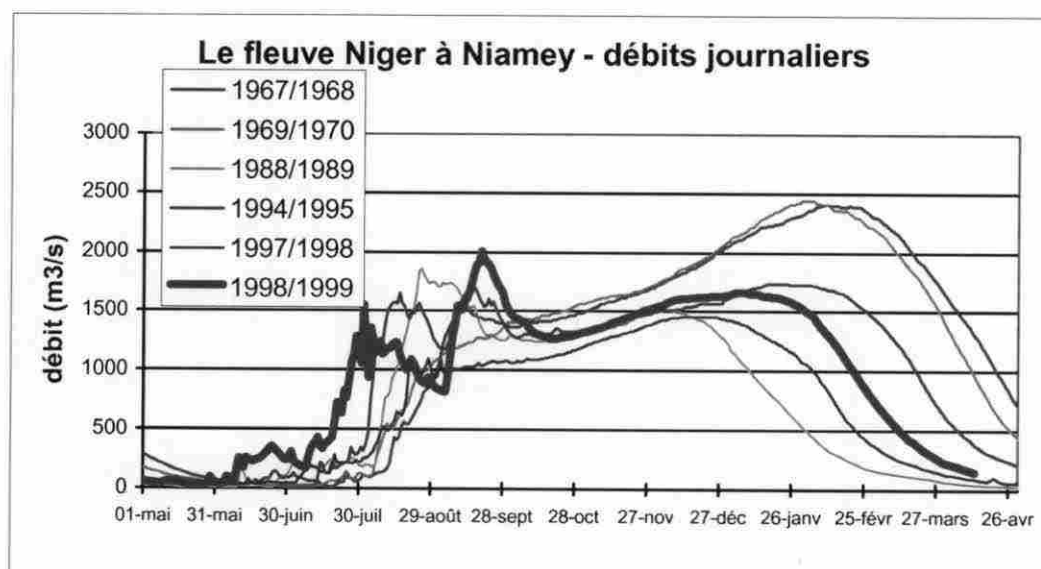


Fig. 3 : Le fleuve Niger à Niamey : débits journaliers

Une forte réduction de la surface du lac Tchad a été observée durant ces années de déficit. Le lac couvrait une superficie d'environ 15 000 à 20 000 km² dans les années 1967 à 1969. Pendant la période sèche (1973 à 1997) la surface s'est réduite à moins de 10 000 km² (fig.6). On assiste depuis deux ans à une amélioration de la situation. En effet, les écoulements importants du Chari enregistrés en 1998 et ceux normaux de 1999 ont entraîné l'inondation

d'une partie importante de la partie nord du lac. Il y a plus de 25 ans que cette situation n'a pas été observée.

La sécheresse a également modifié l'état de surface des bassins versants dans la majeure partie du Sahel. La dégradation de l'écosystème, et la diminution du couvert végétal entre autres, ont eu pour conséquence l'augmentation du coefficient de ruissellement des sols. Cette situation fait que pour un bassin versant de moyenne superficie, la baisse des précipitations ne s'est pas toujours traduite par une baisse des écoulements comme dans le cas des cours d'eau pérennes, du fait de l'augmentation du coefficient de ruissellement. C'est le cas du bassin versant de la Sirba où la dégradation des états de surface a provoqué l'augmentation du coefficient de ruissellement, et des écoulements importants dans le cours d'eau en années de précipitations moyennes à supérieures à la moyenne. Dans le même temps, la crue venant du Mali s'est affaiblie, du fait de la baisse des précipitations et aussi du niveau encore bas des nappes.

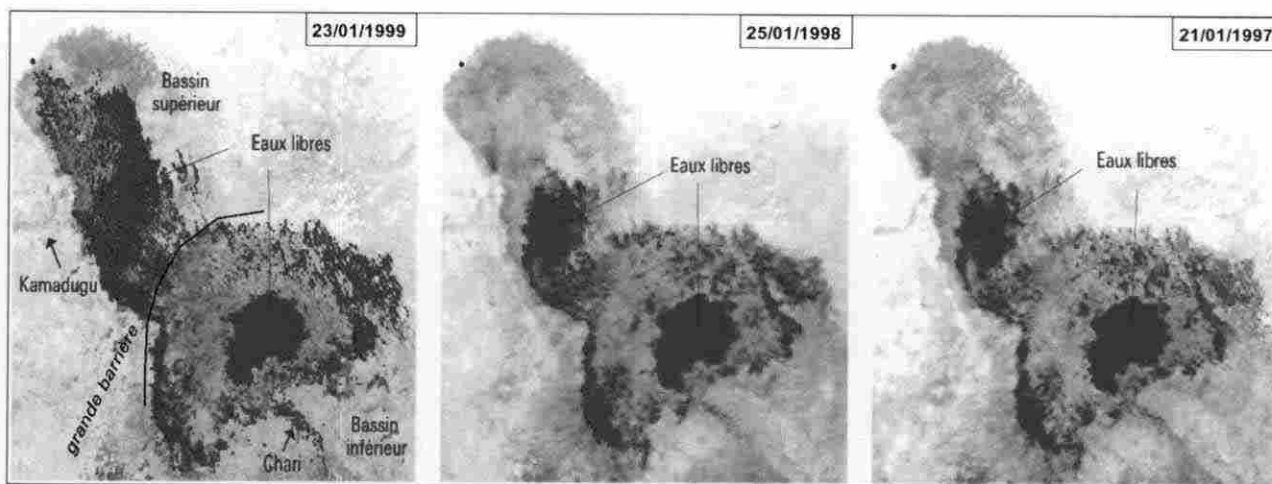


Fig. 4 : Evolution du Lac Tchad sur trois années

Se procurer de l'eau reste le problème principal de la vie quotidienne au Sahel. Alors qu'autrefois on utilisait les nappes phréatiques situées relativement en surface, aujourd'hui, les puits profonds actionnés par des pompes à moteur prennent de plus en plus d'importance. Les gisements d'eau exploités en profondeur sont cependant souvent "fossiles", c'est-à-dire qu'ils ne sont plus alimentés par les précipitations ou par les fleuves. Une étude effectuée au Sénégal montre que certaines de ces nappes souterraines sont vieilles d'environ 30000 ans. Ces réservoirs en profondeur auraient donc été remplis avant la dernière période glaciaire ! La forte croissance démographique et le développement intensifié de l'agriculture exigent d'une part l'exploitation de gisements d'eau supplémentaires, mais ne devraient d'autre part pas mettre en danger les substances non renouvelables. Le pompage de nappes phréatiques fossiles risque de provoquer une utilisation à outrance qui entraînerait le tarissement d'une ressource non renouvelable. Le développement agricole basé sur l'exploitation des réserves d'eaux fossiles n'est donc pas une solution d'avenir.

C'est pour pallier ces difficultés de maîtrise de l'eau que les barrages de Diama et de Manantali sur le fleuve Sénégal, Selingue et Markala sur le fleuve Niger, Bagré et Kompienga au Burkina Faso ont été construits. Les barrages hydro électriques ont permis la régularisation du débit des fleuves durant toute saison.

Ils ont ainsi permis de lever le principal handicap à la culture irriguée dans ces pays à savoir la disponibilité de l'eau en quantité et qualité suffisante au niveau des stations de pompage. Ils ont ouvert la voie à une intensification agricole avec la possibilité offerte aux paysans de pratiquer désormais plusieurs productions dans l'année.

Tableau 12 : Evolution des superficies aménagées entre 1979 et 1999 (cumul ha).

Pays /Année	1979	1989	1999
Burkina Faso	9.600	16.250	20.800
Cap Vert	2.300	2.780	2.780
Gambie	2.250	2.650	3.000
Guinée Bissau	-	-	17.000
Mali	111.000	138.000	234.500
Mauritanie	2.400	28.500	50.000
Niger	5.800	65.000	80.000
Sénégal	25.000	46.750	51.400
Tchad	16.800	18.500	21.000

Tableau 13 : Ressources en eaux et prélèvements

Pays	Ressources en eaux intérieures renouvelables annuellement						Prélèvements annuels d'eaux douces				
	Total (10 ³ m ³)			Per Capita			année	Total (km ³)	Domestique (%)	Industrie (%)	Agriculture (%)
	1990	1998	2000	1990	1998	2000					
Burkina Faso	28.0	17.4	17.5	3110	1535	1466	1992	0.38	19	0	81
Cap Vert	0.2	-	0.3	530	-	701					
Gambie	3.0	3.1	3.0	3500	2513	2298	1982	0.02	7	2	91
Mali	62.0	54.2	60.0	6620	5071	5341	1987	1.36	2	1	97
Mauritanie	0.4	0.4	0.4	200	163	150	1985	1.63	6	2	62
Niger	14.0	3.5	3.5	1970	346	326	1988	0.50	16	2	82
Sénégal	23.2	26.4	26.4	3150	2933	2785	1987	1.36	5	3	92

Quels sont les enjeux ?		Que se passe – t – il et pourquoi ?			Quelles mesures appliquer face au problème ? (... Et quelle est leur efficacité ?)
1 Thème	2 Problèmes	3 Etat Conditions Tendances	4 Pressions Développement social Politiques Processus naturels	5 Impact Fonctions & Services fournis par les écosystèmes Santé humaine et bien être Economies	6 Mesures correctives Cadre d'action formelle Réponses au niveau de société
RESSOURCE EN EAU	Amenuisement des ressources hydriques	-Zone disposant très peu de ressources hydriques - diminution des écoulements des grands cours d'eaux de 20 à 40% consécutive à la sécheresse des années 70 -Réduction des superficies des lacs exemple du lac Tchad qui a perdu près de la moitié de sa superficie entre les périodes de 1967/ 1969 et de 1973/1997	Sécheresse Demande en eau toujours croissante	Limitation des possibilités de production dans le Sahel Faiblesse des rendements Malnutrition Mauvaise condition d'hygiène des populations Recrudescence des maladies liées à l'insalubrité	Reboisement Pompage des nappes souterraines Revitalisation des vallées fossiles Construction de bassins de rétention d'eau pluviale Construction de barrages

3. LES RESSOURCES VEGETALES (FORETS).

Dégradation des ressources forestières

La végétation du Sahel est différenciée selon un gradient nord-sud en fonction de l'importance des précipitations. On y rencontre la steppe, la savane arbustive, la savane arborée et les forêts claires sèches de faible densité arborée. Quelques lambeaux de forêts sèches denses subsistent à l'extrême sud de quelques pays sahéliens, en zone climatique soudanienne.

La nature des sols détermine la composition floristique des formations ligneuses. La forêt est essentiellement formée d'arbustes le plus souvent épineux, mais les arbres ne sont pas rares, notamment dans les biotopes les plus favorables

La couverture végétale se dégrade actuellement à un taux alarmant en fonction des aléas climatiques et de la pression liée aux besoins humains.

L'utilisation du bois à des fins énergétiques constitue une des principales causes de la déforestation, d'abord limitée à la périphérie des villes et qui, avec le développement des transports, concerne désormais l'ensemble des territoires nationaux.

Au Sahel, la plupart des forêts classées ont vu leur superficie initiale réduite de plus de la moitié (fig. 5).

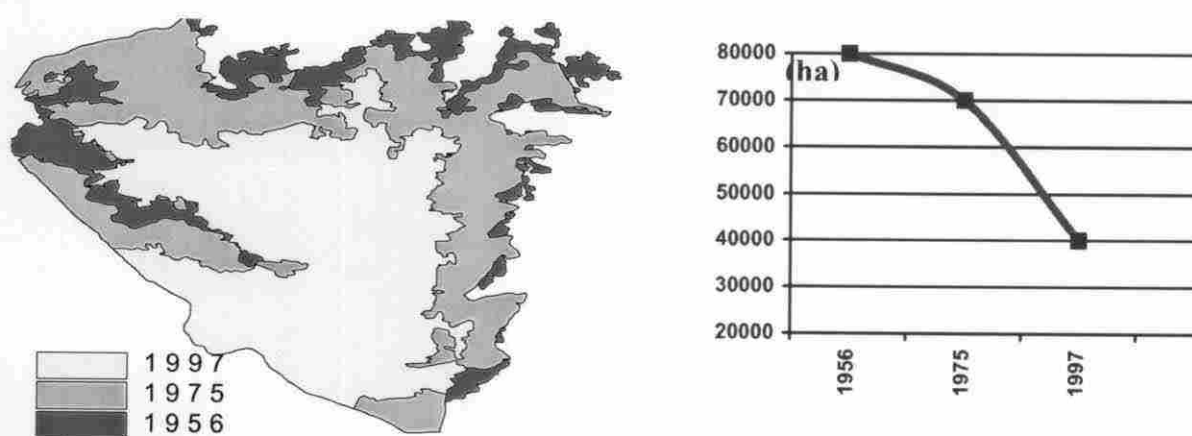


Fig. 5 : Exemple de pression foncière sur les ressources forestières (Forêt classée de Baban Rafi au sud du Niger)

Peu de données relatives à la surface foliaire, la biomasse, la productivité, le degré de recouvrement et la densité des différentes formations ligneuses sont disponibles.

Cependant, les dispositifs d'observation actuels, notamment ceux du Centre Régional AGRHYMET permettent de montrer le développement potentiel de la végétation dans le temps et dès lors de mettre en exergue les variations de la longueur du cycle de végétation ainsi que l'intensité des changements de la végétation. Les résultats observés permettent de distinguer trois zones caractéristiques : la frange sahélienne, la frange soudanienne et une zone intermédiaire plus ou moins marquée selon les indicateurs utilisés.

La frange sahélienne se caractérise par une tendance à l'augmentation des longueurs de saison, particulièrement ces deux dernières années pendant lesquelles la végétation a très sensiblement progressé vers le nord (figure 6). L'émergence de la végétation tend également à

être plus précoces (figure 7). Ces observations traduisent un accroissement significatif du potentiel de biomasse végétale comme le confirme la valeur moyenne de l'indice de végétation décadaire, calculée sur la période de mai à octobre (figure 8).

La bande soudanienne est marquée *a contrario* par une régression du potentiel de production en particulier depuis 1997. On notera un maximum en 1997 qui correspond à un minimum pour la bande sahélienne. Globalement, on observe dans cette zone une émergence de plus en plus tardive de la végétation et un raccourcissement des périodes végétatives, à l'exception de la bordure nord qui se caractérise par un démarrage de plus en plus tardif depuis 1995 (fin juin en 1999 et fin mai en 1995).

Sur la frange intermédiaire, correspondant à la zone de contact entre frange sahélienne et frange soudanienne on observe un comportement plus erratique des rythmes biologiques de la végétation. A l'est (au niveau du Tchad) on identifie une zone avec des variations importantes des dates de démarrage de la végétation (différence de plus de 60 jours) et de la longueur de la saison (écart de plus de 20 jours) alors que la moyenne de l'indice de végétation reste pratiquement stable. Plus à l'ouest (au niveau du Mali) on remarque une hétérogénéité aux niveaux des dates de démarrage (deux mois de décalage) et des longueurs des cycles (20 jours de différence).

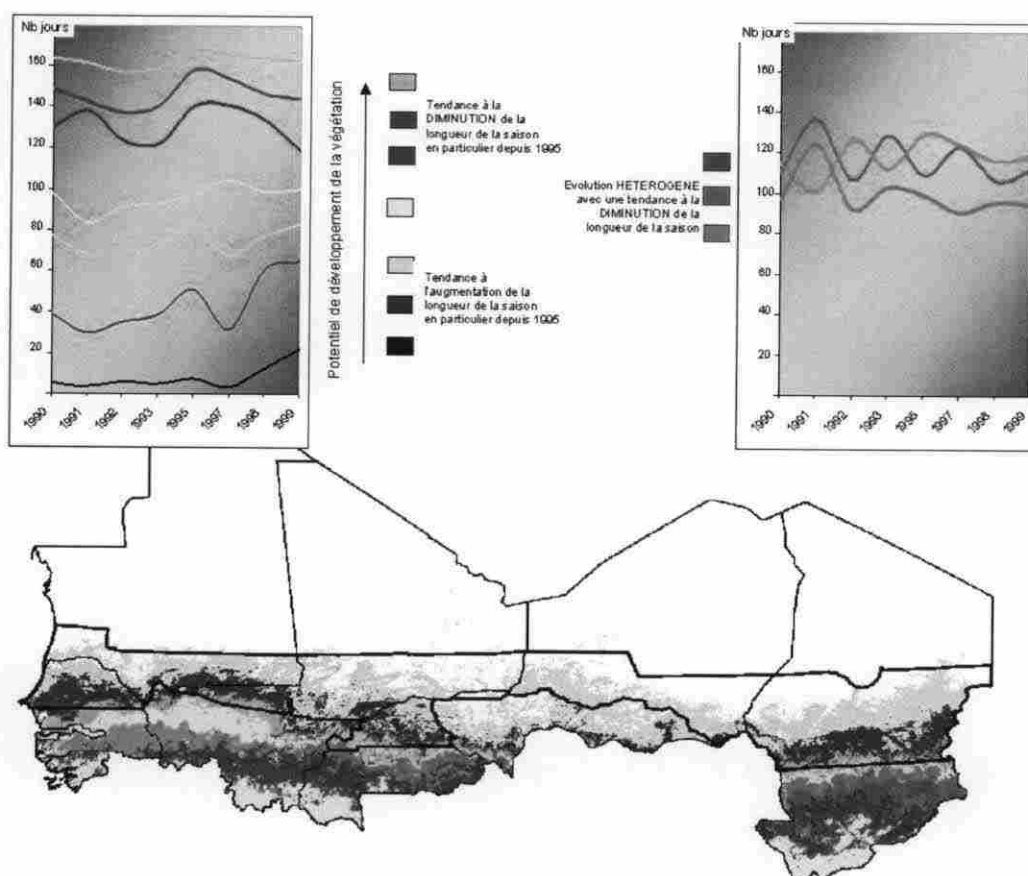


Fig. 6 : Longueurs de la saison de végétation

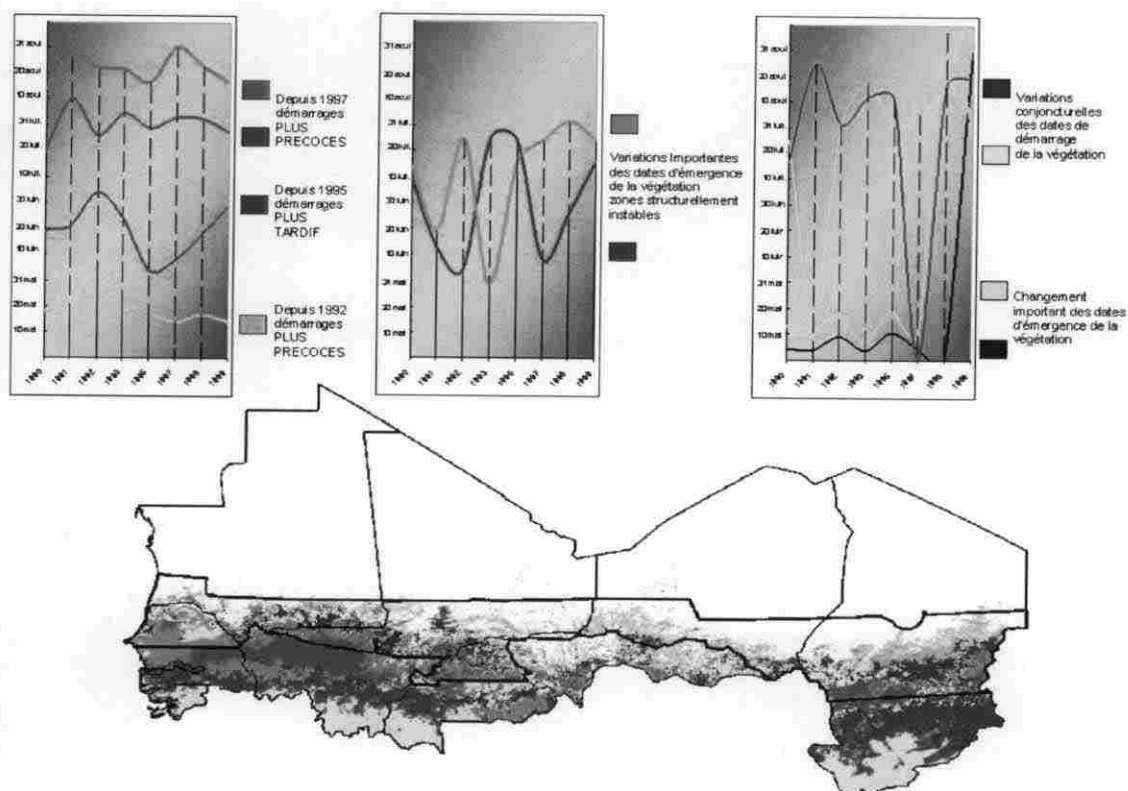


Fig. 7 : Emergence et périodisme de la végétation

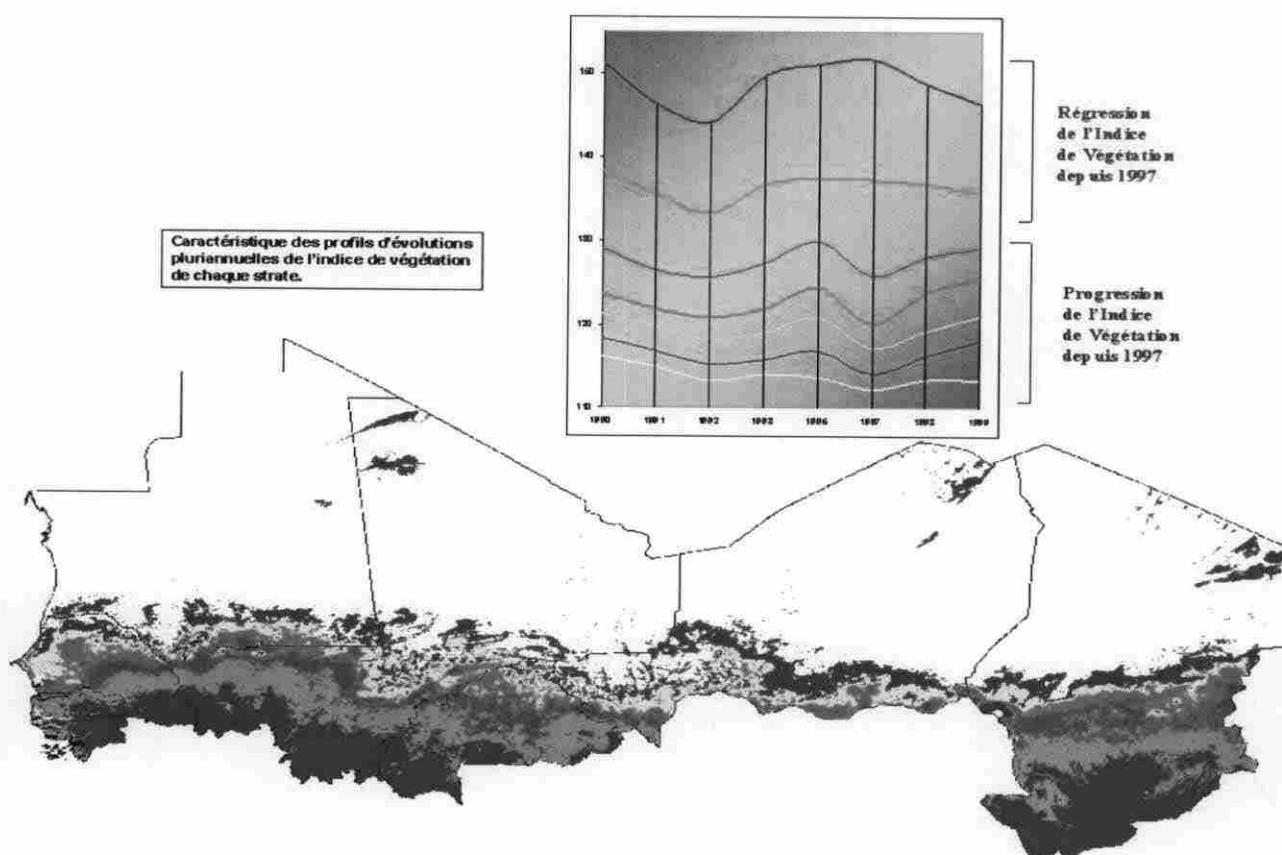


Fig. 8 : Evolution de la valeur moyenne de l'indice de végétation

Tableau 14 : Etendue et évolution des forêts

Pays	Forêt totale				Forêts naturelles				Plantations	
	Etendue (10 ³ ha)		Variation annuelle (%)		Etendue (10 ³ ha)		Variation annuelle (%)		Etendue (10 ³ ha)	Variation annuelle (%)
	1980	1995	1980/90	1990/95	1980	1995	1980/90	1990/95	1990	1990/95
Burkina Faso	4744	4271	-0.7	-0.7	4411	4251	0.7	0.7	20	8.2
Gambie	106	91	-1.1	-0.9	94	90	1.1	0.9	1	0.0
Mali	13208	11585	-0.8	-1.0	12140	11571	0.8	1.0	14	27.3
Mauritanie	554	556	0.0	0.0	554	554	0.0	0.0	2	24.1
Niger	2554	2562	0.0	0.0	2550	2550	0.0	0.0	12	10.3
Sénégal	8072	7381	-0.6	-0.7	7517	7269	0.7	0.7	112	25.5

Source: Banque Africaine de Développement (2001-2002)

Tableau 15 : Taux de déforestation et de reboisement

Pays	Taux annuel de déforestation (%)		Taux annuel de reboisement (%)
	1980/89	1990/95	1980/90
Burkina Faso	0.7	0.7	8
Gambie	1.1	0.9	0
Mali	0.8	1	27
Mauritanie	0	0	24
Niger	0	0	10
Sénégal	0.6	0.7	25

Source: Banque Africaine de Développement (2001-2002)

La forêt est, pour ces pays du Sahel où 80% de la population travaillent dans le secteur agricole, un des facteurs essentiels du développement. Tout doit être fait, pendant qu'il est encore temps, pour stopper sa destruction et partant celle de toutes les ressources naturelles.

Quels sont les enjeux ?		Que se passe – t – il et pourquoi ?			Quelles mesures appliquer face au problème ? (... Et quelle est leur efficacité ?)
1 Thème	2 Problèmes	3 Etat Conditions Tendances	4 Pressions Développement social Politiques Processus naturels	5 Impact Fonctions & Services fournis par les écosystèmes Santé humaine et bien être Economies	6 Mesures correctives Cadre d'action formelle Réponses au niveau de société
FORETS	Dégradation des ressources forestières	Quelques lambeaux de forêts en zone soudanienne Dégradation alarmante des ressources forestières Exemple : 60% des forêts protégées de la vallée du Sénégal ont été perdues entre 1972 et 1977	Sécheresse Désertification Défrichement et déboisement Consommation en bois de chauffage élevée et en progression du fait de la croissance démographique	Déforestation Perte de biodiversité Dégradation des sols Sous – développement	Reboisement Intensification agricole Agroforesterie

4. LES RESSOURCES EN TERRES

L'état de dégradation des terres dans le monde est un sujet controversé. Pour une même région, les estimations peuvent varier du simple au double. En Afrique, le phénomène, associé souvent à des images dramatiques de désertification et de sécheresse, tend à être particulièrement surestimé. Cette méconnaissance de la dégradation des sols tient en partie à l'absence de méthode permettant d'en définir l'état et surtout de quantifier le degré de dégradation résultant des activités humaines.

Les régions écologiques au Sahel ont connu ces dernières décennies des sécheresses récurrentes et une croissance démographique très rapide. Pour satisfaire les besoins alimentaires de cette population, de nombreuses régions naturelles ont été défrichées au profit des terres agricoles, surtout dans les zones sud sahéliennes et nord soudanienne, depuis le Tchad jusqu'au Sénégal et la Gambie. Ces changements ont entraîné une forte érosion des sols aboutissant à leur dégradation continue (Fig. 9).

La dégradation des sols au Sahel

L'érosion est un processus de dégradation des terres, essentiellement marqué par le détachement des particules du sol par des phénomènes naturels ou anthropiques. Elle intervient à différents niveaux, allant de l'échelle microscopique avec la mise en suspension des substances nutritives du sol à la formation de ravines pouvant atteindre plusieurs mètres de profondeur ou d'écoulements boueux pouvant couper des routes ou détruire des ponts ou encore du déplacement des bans de sables vers les zones humides.

Au Sahel, le principal facteur d'érosion est sans conteste, la sécheresse. En effet, Les déficits de précipitations ont pour conséquences :

- Disparition de la couverture de graminées sur de vastes surfaces ;
- La régression des nappes phréatiques proches de la surface, à proximité des puits et dans les oueds ;
- Renforcement des mouvements de sable «shifting sands» et réactivation d'une partie des dunes immobiles ;
- Soufflement accru des composants fins du sol ;
- Evaporation majeure avec l'assèchement des sols et formation de fissures dans la terre argileuse «cracking».

Les sols de la zone sahélienne sont peu fertiles et peu épais. Il est donc indispensable qu'une couverture végétale minimale protège la surface contre les effets de la pluie et du vent. A la suite des sécheresses des années 70 la diminution du couvert végétal a entraîné un ameublissement du sol. Celui-ci, du fait de l'action éolienne et de l'accroissement du ruissellement de surface, a perdu une grande partie de son potentiel de production biologique.

Tableau 16 : Utilisation des sols

Pays	Terres cultivables (10 ³ ha)		Pâturages permanents (ha)		Autres terres (10 ³ ha)		Superficies protégées (10 ³ ha)	
	1985	1996	1991-93	1994	1991-93	1994	1990	1997
Burkina Faso	3035	3430	6000	6000	3996	4082	739	2855
Cap Vert	40	41	-	-	-	-	-	-
Gambie	169	175	90	194	450	547	12	22
Mali	2073	4650	30000	30000	82843	77650	889	4535
Mauritanie	305	500	39250	39250	58652	58654	1733	1746
Niger	3530	5000	8913	10440	111652	109695	1654	9694
Sénégal	2350	2265	3100	5700	3336	3731	2181	2180

En dehors de la sécheresse, les autres causes de la dégradation des terres sont liées aux activités agricoles avec : la réduction des périodes de jachère, l'irrigation mal gérée, le surpâturage et le déboisement.

Les dommages causés à l'environnement par le déboisement sont considérables. Là où le déboisement a été effectué sur de grandes surfaces, on assiste à une érosion en ravins du fait de l'affaiblissement du réseau de racines «portantes» et de la formation des dunes.



Fig. 9 : Mali (Cercle de Kolokani) : Evolution des terres cultivées entre 1972 et 1999

Quels sont les enjeux ?		Que se passe – t – il et pourquoi ?			Quelles mesures appliquer face au problème ? (... Et quelle est leur efficacité ?)
1 Thème	2 Problèmes	3 Etat Conditions Tendances	4 Pressions Développement social Politiques Processus naturels	5 Impact Fonctions & Services fournis par les écosystèmes Santé humaine et bien être Economies	6 Mesures correctives Cadre d'action formelle Réponses au niveau de société
TERRES	La dégradation des sols au Sahel	60% des terres de la zone semi- aride sont menacées par une dégradation d'origine anthropique 224 millions d'hectares de terres sont déjà dégradées dans le Sahel.	Sécheresse Défrichement Erosion éolienne et hydrique Feux de brousse Pauvreté et surexploitation des ressources Mauvaises pratiques culturelles Mauvais systèmes de drainage (cultures irriguées)	Désertification Ravinage des sols Improductivité des terres Salinisation des sols Perte de fertilité des sols Disparition de certains écosystèmes Perte de biodiversité Baisse des rendements Baisse du pouvoir d'achat des paysans Exode rural Malnutrition Famine	Reboisement Lutte contre les feux de brousse Fixation des dunes Mise en place des brises –vents et de digues Adhésion à la convention sur la lutte contre la désertification Mise en place des programmes d'action nationaux et des plans nationaux d'action pour l'environnement.

5. BIODIVERSITE ET PAYSAGES

. La perte de la diversité biologique au Sahel

Les régions arides et semi-arides de la terre, dont la zone du Sahel, sont moins riches en espèces d'animaux et de plantes que les forêts pluviales.

Les raisons de la diminution des espèces au Sahel sont nombreuses. Les causes principales sont dues à l'action simultanée des modifications climatiques et des pressions anthropiques exercées sur les ressources. L'exploitation à outrance des sols et des pâturages par l'agriculture et l'élevage ; la chasse et le braconnage et la surexploitation des ressources, mènent à la destruction des forêts et du tapis végétal. Ceci a contribué de manière déterminante à la diminution de la diversité des espèces végétales et animales au Sahel.

Quelques gouvernements des pays du Sahel ont entrepris des démarches pour protéger leurs espaces naturels et donc la diversité des espèces.

Ces mesures ont consisté à ~~créer~~ des parcs naturels et des zones protégées pour les espèces d'animaux et de plantes menacées. En outre, on a aménagé des zones «partiellement protégées», dans lesquelles seules quelques formes d'exploitation sont interdites, comme par exemple l'abattage ou l'ébranchage des arbres ainsi que la chasse. Environ 6% de la région du Sahel ont été déclarés zone protégée ou partiellement protégée : 1%, c'est-à-dire 47000 km², sont entièrement protégés et 5%, c'est-à-dire 248000 km², ne sont que partiellement protégés.

Le potentiel d'animaux sauvages semble être davantage pris en considération ; les principales zones protégées sont la région pour la protection des animaux de Ouadi-Rimi-Ouadi-Achim au Tchad et la région pour la protection de la nature «Aïr du Ténéré» au Niger. Ces régions sont internationalement reconnues comme des zones protégées d'une importance primordiale pour les ongulés (*Review of the Protected Areas System in the Afrotropical Realm*. Gland (Suisse), 1986. p.94)

La région sahélienne compte beaucoup de zones humides importantes : le fleuve Niger, en particulier son delta dans l'arrière-pays malien, le lac Tchad au Tchad et au Niger ainsi que le fleuve Sénégal avec son bassin-versant s'étendant le long de la frontière sud de la Mauritanie, jusqu'au Mali. Ces zones humides sont d'une importance vitale pour les populations et les animaux indigènes ainsi que pour les animaux sauvages. Bien que les terres inondées des régions situées à l'ouest du Sahara — en particulier celles du Sénégal et du Niger — aient en grande partie perdu leurs grands mammifères, elles sont toutefois très importantes pour l'hivernage des oiseaux migrateurs (The UICN Sahel Studies. Gland Suisse 1989)

La convention de Ramsar sur les zones humides a établi que trois régions sont d'une importance internationale : il s'agit des alentours du lac Tchad et des terres inondées situées à l'intérieur du Sénégal. Les zones humides d'autres parties de la région sont beaucoup moins bien protégées que celles-ci.

A l'exception du Sénégal, la protection et l'administration des parcs et des réserves sont généralement médiocres, voire inexistantes. De nombreuses aires dites protégées le sont de manière insuffisante. La constitution de réserves pose d'innombrables problèmes d'ordre pratique aux pays pauvres de la zone sahélienne.

Quels sont les enjeux ?		Que se passe – t – il et pourquoi ?			Quelles mesures appliquer face au problème ? (... Et quelle est leur efficacité ?)
1 Thème	2 Problèmes	3 Etat Conditions Tendances	4 Pressions Développement social Politiques Processus naturels	5 Impact Fonctions & Services fournis par les écosystèmes Santé humaine et bien être Economies	6 Mesures correctives Cadre d'action formelle Réponses au niveau de société
BIODIVERSITE	Réduction de la diversité des espèces	-Potentialité en biodiversité élevée -Diminution des espèces végétales et animales -Menace de disparition sur d'autres espèces	-Sécheresse -Surexploitation des ressources -Feux de brousse -Braconnage -Défrichement -Surpâturage --Pauvreté	-Disparition de beaucoup d'espèces Rareté des ressources Désertification Diminution de la variété des productions Pauvreté rurale Exode rural	Protection des espaces naturels Ainsi au Sahel : 6% des terres sont déclarées zones protégées ou partiellement protégées ; 1% sont entièrement protégées ; et 5% ne sont que partiellement protégées

Le personnel de gestion et la main-d'œuvre instruite manquent à tous les niveaux, ainsi que les équipements appropriés (y compris les véhicules à moteur) et, plus généralement, les aides financières (UICN, *Review of the Protected Areas System in the Afrotropical Realm*. Gland (Suisse). 1986, p.124).

Tous les gouvernements de la zone sahélienne disposent de ressources extrêmement limitées, et la majeure partie de la population du Sahel est pauvre. Elle ne peut donc pas contribuer financièrement ou de n'importe quelle autre manière à préserver la diversité des espèces. La motivation des populations concernées est difficile à stimuler, d'autant plus qu'elles ne pourront très probablement jamais profiter de cette action à long terme ; elles devront en supporter les coûts, en renonçant à l'exploitation de leurs terres. Actuellement, plusieurs organisations internationales pour la protection de l'environnement offrent leur soutien pour la constitution et l'administration de réserves dans la zone du Sahel. Cependant, l'aide internationale est beaucoup trop limitée face à la gravité des problèmes actuels.

Tableau 17 : Aires protégées au Sahel (1994)

Pays	Aires protégées		Mammifères		Oiseaux		Végétaux supérieurs	
	Superficie (x1000km ²)	% de la superficie totale	Nombre d'espèces	Espèces menacées	Nombre d'espèces	Espèces menacées	Nombre d'espèces	Espèces menacées
Burkina Faso	26.6	9.7	147	6	453	1	1100	-
Gambie	0.2	2.3	108	3	504	1	966	-
Mali	40.1	3.3	137	12	622	5	1741	14
Mauritanie	17.5	1.7	61	10	541	3	1100	3
Niger	84.2	6.6	131	10	482	2	1170	-
Sénégal	21.8	11.3	155	9	610	5	2062	32

Source: Banque Africaine de Développement (2001-2002)

6. LES CATASTROPHES ET CALAMITES

6.1]. La sécheresse

La sécheresse se définit comme «un phénomène naturel qui se produit lorsque les précipitations ont été sensiblement inférieures aux niveaux normalement enregistrés et qui entraîne de graves déséquilibres hydrologiques préjudiciables aux systèmes de production des ressources en terre » (Convention des Nations Unies sur la Désertification). La sécheresse apparaît ainsi comme un événement résultant d'une baisse accidentelle de la pluviométrie mais dont les conséquences peuvent être catastrophiques sur les écosystèmes naturels, anthropiques et socio-économiques.

La dégradation des écosystèmes sahéliens est expliquée principalement, par les importants déficits pluviométriques enregistrés dans toute la région sahélienne entre les années 70 et le début des années 90. Une baisse tendancielle globale d'environ 15 à 30% des précipitations par rapport aux années humides antérieures a été observée.

La dynamique de la variabilité spatiale du climat a été examinée à partir de trois transects recoupant d'ouest en Est les pays du CILSS. Le premier axe situé en zone soudanienne, va de Bissau (Guinée-Bissau) à Bousso (Tchad) en passant par Pô (Burkina Faso). Le second axe situé en zone sahélienne passe par Dakar (Sénégal), Dori (Burkina Faso) et N'djamena (Tchad). Le troisième et dernier transect situé en zone désertique, s'étire de Nouakchott (Mauritanie) à Faya-Largeau (Tchad) en passant par Agadez (Niger).

Si toutes les zones bioclimatiques du CILSS ont été frappées, les résultats montrent que la partie occidentale du Sahel couvrant les régions mauritanienne et sénégalaise a été la plus touchée par la baisse pluviométrique (figure 3). En particulier au Sénégal, l'isohyète 900 mm des années humides (de la période 1950-67) se superpose presque à l'isohyète 600 mm des années récentes ; en Mauritanie l'isohyète 300 mm ne concerne plus qu'une portion congrue du territoire.

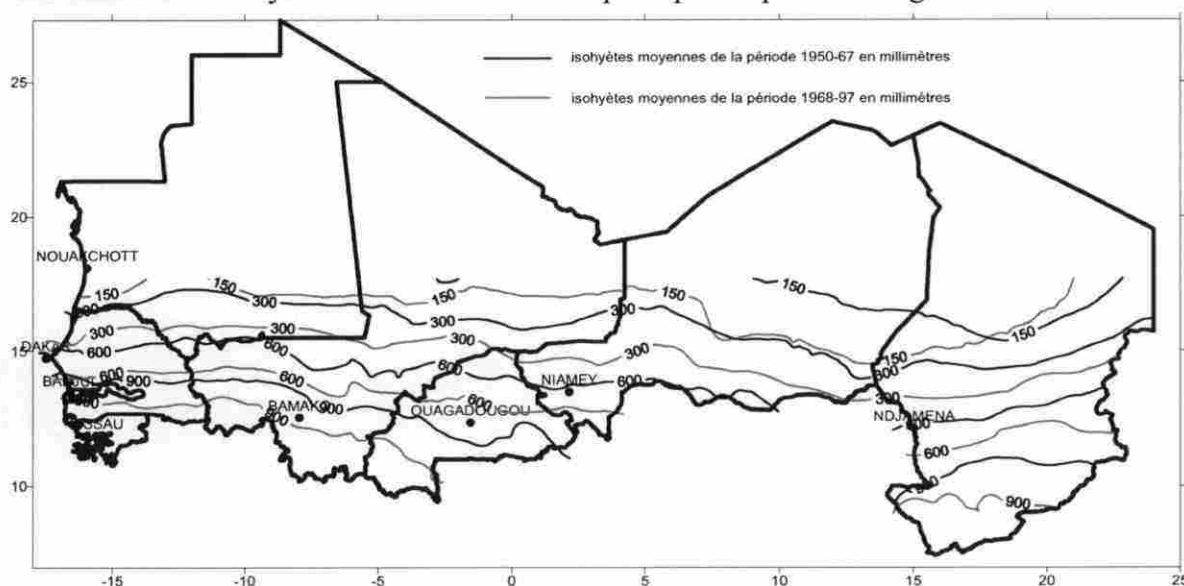


Fig. 10 : Baisse de la pluviométrie saisonnière dans les pays du Sahel

La description temporelle des fluctuations pluvio-climatiques couvre deux périodes de référence : 1950 - 1967, considérée comme humide et 1968 - 1997, considérée comme sèche. La pluviométrie moyenne de chaque saison a été comparée à la pluviométrie de chaque année. L'analyse montre que les écarts pluviométriques sont en général positifs jusqu'en 1967. Puis un déficit net est observé après cette date, qui se maintient jusqu'à nos jours (Fig. 4).

Au niveau saisonnier, les études climatologiques montrent que la baisse de la pluviométrie est liée à une diminution significative du nombre d'événements pluvieux responsables des forts

cumuls pluviométriques [3]. L'analyse mensuelle révèle les disparités suivantes : en juin, les écarts traduisent une faible baisse des hauteurs pluviométriques (moins de 10 mm). En juillet, le déficit augmente en valeur intrinsèque, mais reste inférieur à 25 mm sur les zones bioclimatiques sahéniennes. Les anomalies pluviométriques du mois d'août sont les plus élevées de toute la saison. Dans la zone septentrionale sur la majeure partie de la zone agro-pastorale du CILSS, on relève entre 50 et 75 mm de baisse pluviométrique avec des pointes de plus 100 mm centrées sur la région de Ziguinchor au Sénégal. Les baisses des cumuls pluviométriques redeviennent relativement plus faibles en septembre (entre 25 et 50 mm dans la plupart des pays).

Cette situation a des conséquences importantes sur les systèmes de production et les systèmes de culture. La réduction de la pluviométrie en août et septembre entraîne une diminution de la disponibilité en eau pour les cultures pluviales. Avec des fluctuations inter-saisonnières plus grandes, cela accroît la fragilité de ces systèmes en l'absence d'alternatives économiques ou agronomiques d'adaptation appropriée.

On note également une diminution constante de la durée moyenne de la saison des pluies dans les pays du CILSS [3]. Si les dates d'installation des pluies sont restées stables dans l'ensemble (variation de 15%), les dates de retrait sont en revanche plus erratiques et ont souvent entraîné une nette réduction du nombre de jours pluvieux au Sahel (variation de 20% dans la zone bioclimatique soudanienne, plus de 30% dans les régions bioclimatiques sahéniennes).

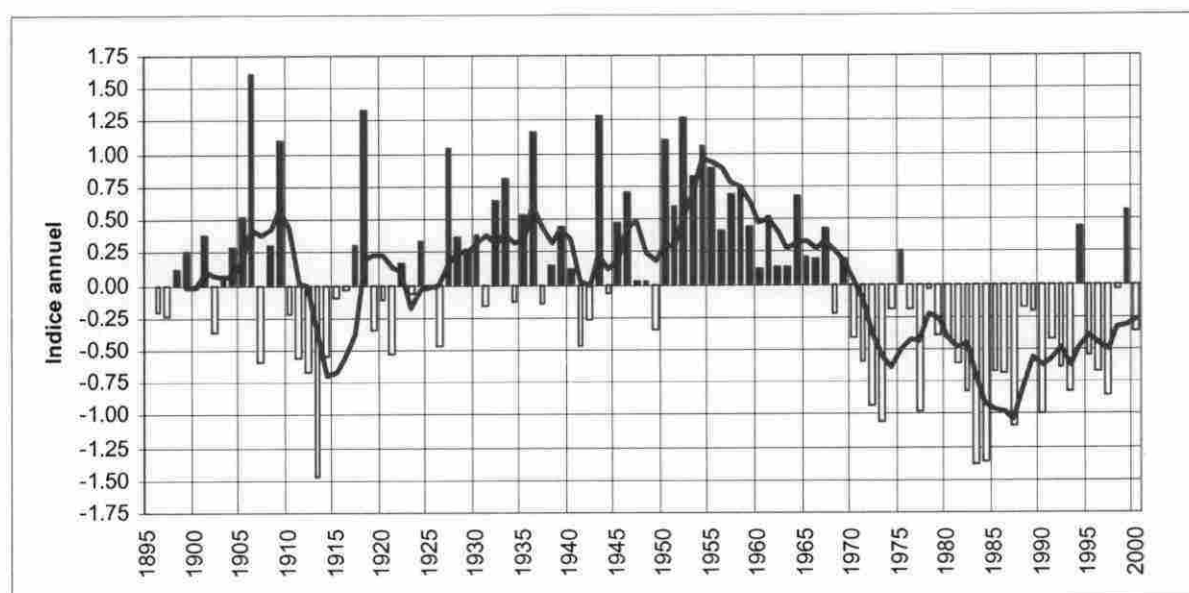


Fig. 11 : Baisse tendancielle des précipitations saisonnières
(Source : Y. L'Hôte, B. Somé, J.P. Triboulet et G. Mahé, 2000)

Quels sont les enjeux ?		Que se passe – t – il et pourquoi ?			Quelles mesures appliquer face au problème ? (... Et quelle est leur efficacité ?)
1 Thème	2 Problèmes	3 Etat Conditions Tendances	4 Pressions Développement social Politiques Processus naturels	5 Impact Fonctions & Services fournis par les écosystèmes Santé humaine et bien être Economies	6 Mesures correctives Cadre d'action formelle Réponses au niveau de société
Catastro- phes environne mentales	2 Sécheresse	Plusieurs cycles de sécheresses au Sahel tous les pays du SAHEL sont touchés	désertification disparition du couvert végétal phénomène naturel	Pertes économiques considérables Dégradation des sols Décimation du bétail Perte en vies humaines Exode rural Sous développement	Création du CILSS en 1973 Reboisement Intensification agricole Agroforesterie Revitalisation des vallées fossiles Construction des bassins de rétention d'eau de pluie

6.2] Les feux de Végétation

Les feux de brousse sont l'un des principaux facteurs de dégradation des écosystèmes au Sahel.

Aussitôt après l'arrêt des dernières pluies, les formations végétales deviennent la proie des flammes, multipliant comme chaque année, drames et destruction massive du patrimoine forestier.

Si dans le passé les feux étaient nombreux, l'importance de la pluviométrie parvenait à réparer tous les dommages grâce à une bonne régénération de la végétation après le passage du feu et de l'importance de la couverture herbacée.

Mais à partir de 1973, année de l'aggravation de la sécheresse au Sahel, les feux de brousse ont pris une ampleur considérable au point d'être une préoccupation majeure des Etats et des populations qui ne vivent que de la terre.

Les causes majeures de ces feux de brousse sont :

- 1) la foudre et la chute des fruits (effet de frottement).
- 2) Les pratiques culturelles notamment le défrichement par le feu (on brûle les tas constitués après abattage pour dégager le terrain, fertiliser le sol et obtenir une meilleure récolte. Ce genre de culture est ancré dans l'esprit des populations et peut difficilement être interdit dans ces conditions actuelles de l'économie africaine), la récolte du miel, l'exsudation de la gomme arabique ;
- 3) Les incendies volontairement allumés par les éleveurs pour la régénération des pâturages ou pour la lutte contre les parasites épizootiques ;
- 4) La carbonisation clandestine des produits ligneux ;
- 5) La chasse ;
- 6) La forte présence de ligneux après les années de bonne pluviométrie ;
- 7) L'absence de pare-feu et la faiblesse des moyens logistiques ;
- 8) L'absence d'un dispositif d'alerte ;
- 9) L'absence de politique de constitution de réserves de fourrage.

A tout cela il faut ajouter les feux mis volontairement en vue de nuire. C'est un moyen qu'utilisent les populations pour des règlements de compte ou de vengeance.

Certains paysans y ont recours pour détruire le pâturage et par la même occasion éliminer les risques de voir leurs champs broutés par les troupeaux. Les contrebandiers en font également usage sous forme de feux dissuasifs pour échapper aux différentes barrières douanières.

Les principales conséquences de ces feux de brousse sont :

- a) La disparition du couvert végétal ;
- b) La réduction de la biodiversité ;
- c) La baisse de fertilité des sols dans le long terme ;
- d) Le déficit de fourrage pour le bétail ;
- e) La perte de vies humaines et de cheptel ;
- f) L'amplification de la transhumance ;
- g) L'accroissement de la quantité de CO₂ atmosphérique (effet de serre).

Le suivi des feux de brousse est intégré dans les activités de veille environnementale menées par le Centre de suivi écologique (CSE). Il est régulièrement effectué depuis plus d'une décennie et entre dans le cadre de la contribution du CSE à la collecte de données en vue d'une meilleure gestion des feux. La méthodologie utilisée est basée sur l'exploitation de l'imagerie satellitale NOAA-A VHRR.

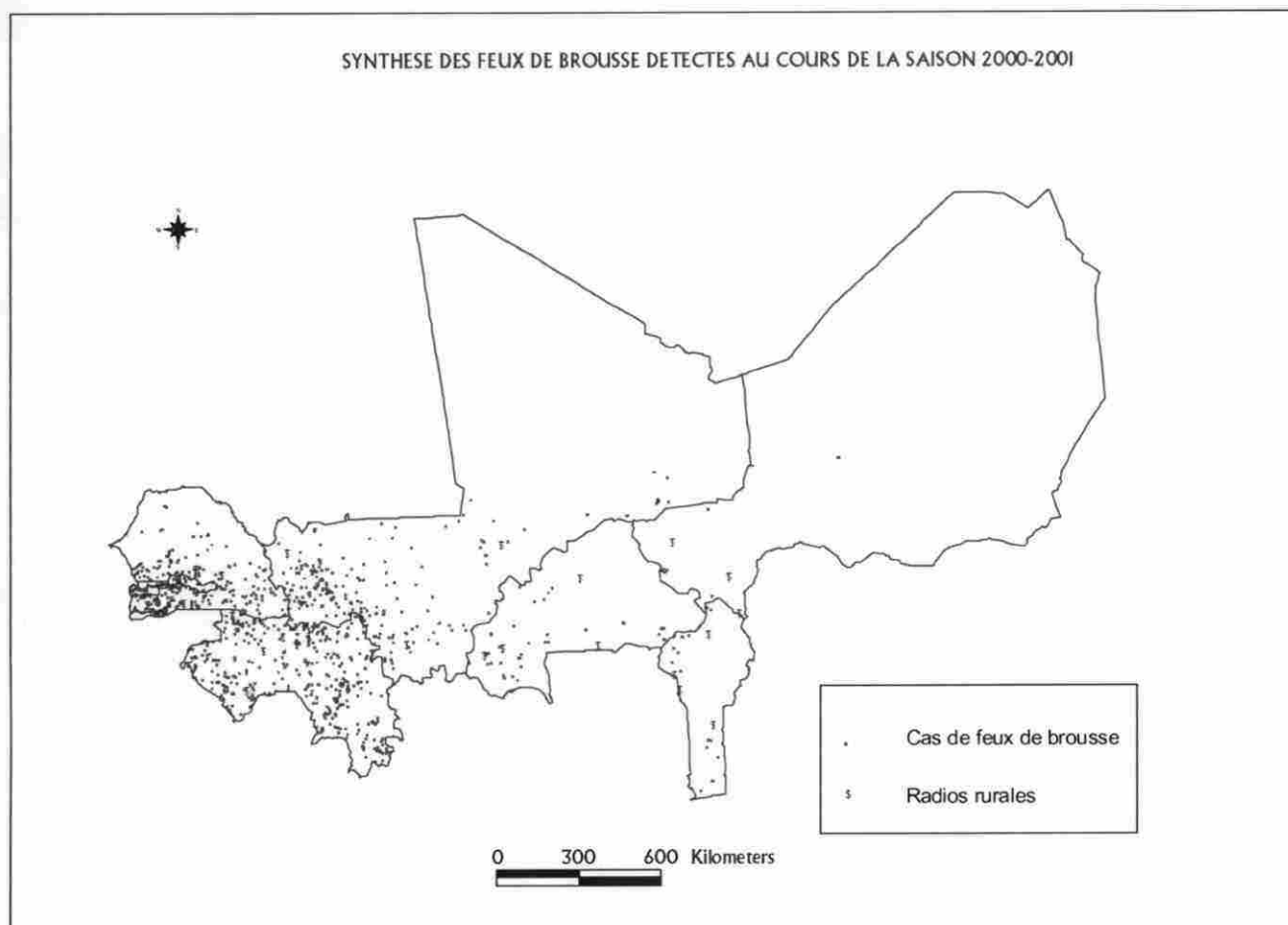


Fig. 12 : Carte de synthèse des feux de brousse enregistrés en 2001-2002 dans la zone d'étude.

Source : Centre de Suivi Ecologique (CSE) 2002.

Au regard de la carte de synthèse des feux, on peut estimer l'ampleur de ce fléau surtout dans la partie sud ouest de la zone étudiée. Le nombre de cas enregistrés varie de 0 à 103 cas (pour 2001) autour d'un rayon de 50km de la station de réception par région. Les superficies endommagées sont également énormes et peuvent atteindre des milliers d'hectares.

Pour lutter contre ce fléau, les états sahéliens ont adopté plusieurs méthodes allant du reboisement à l'installation des paires feux en passant par la formation et l'information des populations pour une meilleure gestion des ressources végétales.

7. LES ZONES URBAINES

Le Sahel a, de tous temps, été le théâtre d'importants mouvements migratoires qui expliquent en partie la répartition géographique actuelle de la population.

Ces migrations ont eu pour conséquence majeure l'accroissement démographique des villes (voir tableau 4).

L'urbanisation a été associée dans le passé au progrès économique et social, à la promotion de l'instruction et de l'éducation, à l'amélioration de l'état de santé général, à un plus grand accès aux services sociaux, et à une participation culturelle, politique et religieuse. Cependant, la croissance démographique, combinée à l'exode rural a considérablement augmenté les nombreuses pressions exercées sur les infrastructures et les services urbains, en termes de distribution et d'entretien.

Les problèmes les plus sérieux dont sont confrontées actuellement les villes sahéliennes et leurs habitants nécessitent des ressources financières colossales, un professionnalisme et des capacités de planification assez pointus.

Les problèmes d'insalubrité et de pollution des villes sahéliennes

On estime pour toute l'Afrique de l'Ouest que 38 % de la population vit en zone urbaine.

Au Sahel, le Cap Vert est le pays le plus urbanisé avec un taux de 62 %, et le Burkina Faso, le moins urbanisé avec juste 18,5 % (UNCHS 2001a).

Le taux moyen d'urbanisation prévu entre 2000 et 2015 s'élève de plus de 5% au Burkina Faso et au Niger, et à 3% au Cap Vert (UNCHS 2001a).

Il y a trente ans, aucune ville sahélienne n'avait atteint un million d'habitants. Actuellement, les villes de Ouagadougou (Burkina Faso), Bamako (Mali), et Dakar (Sénégal) se retrouvent avec une population de plus d'un million d'habitants.

L'accroissement de la population urbaine est le résultat d'une croissance démographique naturelle élevée, de l'exode rural et des migrations sous régionales.

Les taux élevés de croissance urbaine des pays sahéliens, excèdent les capacités de municipalités à fournir des logements adéquats et services tels que l'approvisionnement en eau, l'hygiène, les systèmes d'assainissement, les communications et l'infrastructure de transport, les services de santé, et l'éducation. Aussi, le taux de chômage est élevé dans les villes, ce qui contribue à la recrudescence de la pauvreté, de la délinquance, de la prostitution etc.

Par ailleurs, la naissance et la prolifération des bidonvilles sont fortement liées à ses facteurs. Toutes les villes sahéliennes sont sous la menace permanente de la pollution, de la contamination avec les déchets solides et liquides, de l'insécurité et de l'insalubrité.

Bien qu'il soit difficile de mesurer le nombre de personnes vivant dans les taudis, on a signalé que 42 % de la population sont des squatters à Nouakchott (Mauritanie), et près de 12 % des citoyens vivent dans les taudis (UNCHS 200é).

A ce propos, les gouvernements de ces pays tentent de réaménager les quartiers démunis et mal lotis. Des efforts de ce genre ont été menés au Sénégal (assainissement et restauration des quartiers de Dalifort et liberté 6 baraque).

En moyenne, environ 70 % de population urbaine sahélienne a eu accès à l'approvisionnement en eau potable, mais il y a d'importantes inégalités régionales (inégaie accessibilité à l'eau potable entre la ville et la campagne) et zonales.

Près de 90 % des citoyens au Cap Vert, au Mali, et au Sénégal ont eu accès aux systèmes d'assainissement (voir tableau 17)

Tableau 17 : Accès à l'eau potable, aux services de santé, aux systèmes d'assainissement

Pays	Population privée d'accès (1990-1998)		
	A l'eau potable (%)	Aux services de santé (%)	A l'assainissement (%)
Burkina Faso	58	30	63
Cap Vert	35	18	73
Gambie	31	-	63
Mali	34	80	94
Mauritanie	63	70	43
Niger	39	70	81
Sénégal	19	60	35
Tchad	32	-	-

Source: rapport mondial sur le développement humain 2000, PNUD.

Le ramassage et le traitement des ordures posent d'énormes problèmes aux municipalités des pays sahéliens.

D'énormes quantités de déchets sont produites quotidiennement dans les capitales comme Nouakchott, où 600 à 800 tonnes d'ordures ménagères sont produites chaque jour. (UNCHS 200é). Ces ordures sont généralement déposées sur des terrains vagues, ce qui contribue à accroître la pollution atmosphérique et celle des nappes souterraines.

La pollution, résultant d'un mauvais processus d'industrialisation, de la concentration du parc automobile dans les villes et des mauvaises conditions d'hygiène, est un risque de santé publique et un problème écologique dans beaucoup de villes.

Les maladies diarrhéiques sont parmi les maladies les plus répandues, surtout chez les enfants.

D'autres maladies causées par la mauvaise qualité des eaux de consommation touchent également les populations et concernent les vers parasites, et les infections dermatologiques et oculaires. Une distribution suffisante en eau potable peut réduire jusqu'à 70 % l'incidence de ces maladies (WHO/UNICEF 2000).

Les autorités municipales de ces pays ont élaboré des programmes pour améliorer l'approvisionnement en eau, la gestion des déchets et l'amélioration du cadre de vie des populations urbaines.

Dans beaucoup de villes sahéliennes une législation visant à assister et à améliorer la planification et la gestion environnementales des villes a été décrétée. Les villes comme Ouagadougou (Burkina Faso), Banjul (Gambie), Bamako (Mali), Nouakchott (Mauritanie), Bignona, Thies (Sénégal), ont les plans locaux environnementaux développés qui ont été institutionnalisés et mis en application (UNCHS 200é).

Au niveau national, l'investissement soutenu dans le développement des infrastructures urbaines est une priorité pour les gouvernements et leurs partenaires au développement. C'est dans ce cadre là qu'ont été mis en place les législations nationales et les plans d'action environnementaux nationaux.

1 Thème	2 Problèmes	3 Etat Conditions Tendances	4 Pressions Développement social Politiques Processus naturels	5 Impact Fonctions & Services fournis par les écosystèmes Santé humaine et bien être Economies	6 Mesures correctives Cadre d'action formelle Réponses au niveau de société
Zones urbaines	Pollution et assainissement dans les villes sahéliennes	Taux d'urbanisation et de croissance urbaine élevés Infrastructures et services insuffisants par rapport à la demande Prolifération des quartiers mal lotis, des bidonvilles et des sans abris	Forte poussée démographique urbaine Migrations et exode vers les villes Disponibilité insuffisante de l'eau potable et de systèmes d'assainissement Des centaines de tonnes d'ordures sont tous les jours produites dans les villes	Insalubrité et manque d'hygiène Recrudescence des maladies diarrhéique, dermatologiques et oculaires	Elaboration des programmes pour améliorer l'approvisionnement en eau, la gestion des déchets et l'amélioration du cadre de vie des populations urbaines ; Des législations visant à assister et à améliorer la planification et la gestion environnementales des villes Les villes comme Ouagadougou (Burkina Faso), Banjul (Gambie), Bamako (Mali), Nouakchott (Mauritanie), Bignona, Thies (Sénégal), ont les plans locaux environnementaux développés qui ont été institutionnalisés et mis en application Au niveau national, l'investissement soutenu dans le développement des infrastructures urbaines est une priorité pour les gouvernements et leurs partenaires au développement. Les législations nationales et les plans d'action environnementaux nationaux.

8. LES ZONES COTIERES.

Parmi les pays sahéliens, seuls le Cap- Vert, la Gambie, la Mauritanie et le Sénégal ont des marges frontalières avec l'océan Atlantique.

Le littoral ouest africain recèle d'énormes et de diverses ressources naturelles avec des écosystèmes fortement productifs qui assurent la protection et la stabilisation du substratum physique, des flux de gaz atmosphériques globaux, et du cycle nutritif.

La beauté du paysage et l'importance de ses ressources ont attiré les populations.

Les communautés locales dépendent fortement des ressources forestières côtières et halieutiques pour leur subsistance.

La pêche et d'autres activités minières et touristiques apportent des contributions substantielles aux économies nationales des pays africains côtiers. Les ressources côtières et marines ont donc une grande importance écologique, sociale et économique. Cela a entraîné la forte occupation humaine dans cette zone. Les pressions qui en découlent ont déstabilisé les écosystèmes côtiers en augmentant l'érosion, en détruisant les habitats, en épuisant des ressources, en polluant l'océan, et en réduisant la diversité biologique.

8.1. l'érosion côtière

L'érosion côtière est considérée comme étant l'une des questions les plus cruciales qui secouent actuellement la côte de l'Afrique de l'ouest.

Des taux d'érosion de 23-30 m par an ont été enregistrés dans certains secteurs (Smith, Huq, Lenhart, Mata, Nemesova et Toure 1996). L'exploitation du sable et du gravier des estuaires, des plages, et du plateau continental contribue à l'accentuation de l'érosion côtière.

Les scénarios des changements climatiques dans la sous - région prévoient des augmentations de la fréquence et de l'intensité des vagues et des montées subites de marée qui aggraveront les problèmes d'érosion avec l'accentuation des mouvements du matériel côtier. Les prévisions incluent également une élévation du niveau de la mer d'un mètre qui aurait comme conséquence une perte de terre de 18 000 km² le long de la côte africaine occidentale.

L'érosion côtière menace toutes les activités socio-économiques du littoral. Les conséquences les plus importantes se présentent comme suit :

- a) La destruction des habitations et des installations socio-économiques essentiellement dans les zones fortement urbanisées ;
- b) La destruction de plages ;
- c) La destruction des campements touristiques ;
- d) La destruction de flèches de sable aux embouchures entraînant des modifications sensibles dans les écosystèmes des estuaires avec augmentation de la salinité sur certains plans d'eau (flèche de Sangomar au Sénégal) ;
- e) La disparition d'espèces animales et végétales et par conséquent la perte de la biodiversité ;
- f) La baisse de la production halieutique ;
- g) La disparition de certaines îles, et apparition d'autres îles dans les estuaires ;
- h) La perte de navigabilité à certains endroits dans les îles du fait de la forte sédimentation.

Plusieurs études ont été menées par des chercheurs et scientifiques pour mieux connaître le phénomène de l'érosion.

Des efforts ont été menés dans l'édification de différents types d'ouvrages pour arrêter l'érosion côtière tels que : l'enrochement, les épis en pieux de rôniers, la protection par sacs de sable, la fixation des dunes littorales par la plantation etc.

Au-delà des actions de protection, divers textes législatifs ont été adoptés en vue de protéger la côte et le milieu marin contre l'érosion côtière.

THEME	PROBLEME	ETAT Conditions Tendances	PRESSIONS Développement Social Politiques Processus Naturel	IMPACTS	MESURES CORRECTRICES
ZONES MARINES ET CÔTIERES	EROSION	Taux d'érosion variable entre 23 et 30m par an dans certains secteurs. Recul du trait de Côte en moyenne de 1,50m/an .Une élévation du niveau de la mer d'un mètre qui aurait comme conséquence une perte de terre de 18 000 km ² le long de la côte africaine occidentale.	Remontée générale du niveau de la mer de 2 à 8,6 mm par an (N.U. 1981). Des houles exceptionnelles. Prélèvement illicite ou licite de sable de plage Forte concentration industrielle. Forte densité humaine Législation non appliquée. Prédominance du tourisme balnéaire (80 % des séjours au Sénégal). Faiblesse des moyens de surveillance.	Destruction des habitations et des infrastructures socio-économiques Destruction de plages Modifications des écosystèmes. Apparition d'estuaires inverses. Déplacement des populations. Perte de navigabilité au niveau des zones de forte sédimentation. Pertes d'emplois.	Plusieurs études pour mieux connaître le phénomène. Edification d'ouvrages de protection Rechargement de la corniche de Dakar en 1995. Reboisement du littoral. Mise en place d'une réglementation. Diversification du produit touristique. Surveillance du littoral contre l'exploitation illicite de sable.

Cette panoplie de mesures a montré des limites mêmes si par ailleurs quelques résultats ont été obtenus (la fixation des dunes littorales au Sénégal). L'échec de ces mesures est à chercher à plusieurs niveaux :

Un manque de coordination dans les interventions au niveau du littoral ;

L'absence d'une véritable politique d'aménagement du territoire qui pourrait permettre de diminuer la pression humaine, industrielle sur les zones côtières ;

L'application insuffisante des textes législatifs et réglementaires ;

L'insuffisance des moyens de surveillance du littoral pour éradiquer l'extraction minière illicite.

8.2 la surexploitation des ressources

Du point de vue des ressources, les zones maritimes et de mangrove sont caractérisées par une grande diversité biologique de forte productivité.

On estime que des milliers de personnes en Mauritanie, en Gambie et au Sénégal dépendent directement de la pêche et de ces revenus.

Les pressions anthropiques sont parmi les facteurs qui contribuent à la dégradation substantielle des ressources dans les zones côtières. Par exemple, La zone côtière du Sénégal englobe 4,5 millions de personnes (66,6 % des Sénégalais) et plus de 80 % des industries du pays (IPCC 1998). La population côtière s'accroît avec notamment la migration des populations des zones intérieures vers la côte. Ainsi, se sont développés dans cette zone, l'agriculture, la pêche, le tourisme et l'extraction minière.

Ces activités ont abouti au défrichement des forêts de mangroves et à la surexploitation des certaines espèces animales et végétales. Cela est l'une des principales causes de la perte de la biodiversité dans ces zones où les écosystèmes sont souvent très fragiles. Actuellement, les zones humides côtières tendent vers la désertification en raison de l'extension des cultures des habitations et de la surexploitation des nappes d'eau souterraines.

On estime que chaque année la forêt tropicale côtière diminue à un taux situé entre 2 et 5 % (banque mondiale 1996b). Là où il y avait jadis des vastes terrains de mangroves, on y retrouve actuellement des sols nus et dégradés.

La pêche occupe une place importante dans l'économie de ces pays et contribue grandement aux rentrées en devises.

L'état d'exploitation des ressources biologiques marines varie de la sous-exploitation pour certaines espèces à la surexploitation pour d'autres.

D'une manière générale, les ressources de la zone maritime et côtière subissent depuis quelques années de graves menaces liées :

- Aux mauvaises pratiques de pêche telles que la pêche à l'explosive, l'usage de filet non adéquat, etc.
- Au phénomène de l'inversion qui contribue à l'augmentation de la salinité au niveau des mangroves ;
- A l'exploitation domestique abusive du bois de palétuviers ;
- A l'eutrophisation de certains milieux tels que les baies ;
- A la surpêche liée à l'arrivée de plusieurs bateaux de pêche étrangers ;
- A l'absence de repos biologique ;
- La destruction des habitats et zones de frayères ;
- A l'affaiblissement des phénomènes de up-welling ;
- Aux exigences des accords de pêche avec l'Union européenne ;
- A la forte présence de pêcheurs artisanaux et la multiplication des ports de débarquement ;
- Aux lacunes dans la législation en matière de surveillance des pêches.

Cette pression a eu quatre (4) conséquences majeures :

- La diminution des stocks et des superficies de mangrove ;
- La diminution des recettes de la pêche ;
- La perte de biodiversité tant au niveau de la zone maritime qu'au niveau de la mangrove ;
- La réduction des potentialités d'exportation du fait d'une production irrégulière qui ne garantit pas les marchés à l'extérieur.
- Face aux différentes pressions subies par les ressources marines, un certain nombre de mesures ont été mises en œuvre dans certains pays. Il s'agit :
- De la protection de certaines espèces menacées ;
- Du développement de la pêche continentale et de la pisciculture pour amoindrir la pression sur les ressources marines.
- De la reconstitution des zones de frayères par l'installation de récifs artificiels ;
- De la révision des accords de pêche en vue de ménager des périodes de repos biologiques et de diminuer la fréquence des navires étrangers ;
- De l'information et la sensibilisation du public sur les mauvaises pratiques de pêche.
- Par ailleurs, la Guinée-Bissau, la Mauritanie, et le Sénégal ont pris des mesures additionnelles pour protéger leur pêche et la Mauritanie interdit toute la pêche exceptée la pêche traditionnelle et non - motorisée de bateau.

On s'attend à ce le Sénégal délimite des aires protégées marines dans un proche avenir (WWF 2001b).

THEME	PROBLEME	ETAT Conditions Tendances	PRESSIONS Développement Social Politiques Processus Naturel	IMPACTS	MESURES CORRECTRICES
ZONES MARINES ET CÔTIERES	SUREXPLOITATION DES RESSOURCES MARINES (halieutique/mangrove)	La diminution des stocks et des superficies de mangrove ; La diminution des recettes de la pêche ; La perte de biodiversité La réduction des potentialités d'exportation du fait d'une production irrégulière qui ne garantit pas les marchés à l'extérieur.	Mauvaises pratiques de pêche (explosive, filet de pêche inadéquat, etc.). Inversion au niveau des estuaires. Exploitation domestique des palétuviers. Eutrophisation des milieux aquatiques. Surpêche Absence repos biologique. Destruction des habitats. Affaiblissement up-welling. Accords de pêche avec l'Union Européenne et d'autres pays. Forte présence de pêcheurs et points de débarquements importants.	Diminution des quantités prises. Diminution des recettes de la pêche. Diminution de la biodiversité marine. Disparition des forêts de mangroves Pauvreté et migration.	Surveillance des côtes. Protection des espèces menacées. Développement de la pêche continentale et de la pisciculture. Mise en place de récifs artificiels. Révision des accords de pêche. Information et sensibilisation sur les mauvaises pratiques de pêche.

8. 3 la pollution marine

La pollution touche actuellement les eaux marines de l'Afrique occidentale du fait de la combinaison de plusieurs facteurs :

- La forte concentration humaine le long du littoral ;
- L'implantation industrielle (Industries manufacturières, hôtelières, brasseries, conserveries etc.) ;
- L'absence d'infrastructures de traitement des eaux usées ;
- La grande diversité des activités économiques (tourisme, pêche, transport)

Cette pollution est issue des rejets d'eaux usées domestiques et/ou industrielles. Ce type de pollution se rencontre un peu partout sur tout le long du littoral et provient essentiellement des grandes villes dépourvues de station d'épuration. La mer reçoit aussi des déchets solides provenant des localités situées à la proximité de la mer.

Au Sénégal, la pollution est surtout présente dans la baie de Hann où on estime à 41 000 m³ par jour et par unité industrielle, le volume d'eau usée évacuée vers la mer (Etude des baies de Dakar par la DEEC).

L'eutrophisation par les algues est quasi- permanente au niveau de beaucoup de zones littorales du fait de la pollution organique.

Les pollutions du milieu marin ont plusieurs conséquences sur les populations et les écosystèmes. Ces impacts sont principalement :

L'eutrophisation ou mort biologique des milieux récepteurs qui est généralement suivie d'une prolifération d'algues. Cette mort biologique entraîne la baisse de production halieutique. La pollution thermique est aussi un facteur important de réduction de la production halieutique.

La dégradation de la qualité des productions halieutiques et des plages du fait des pollutions. Ce phénomène a connu les années précédentes une ampleur considérable au point de pousser l'union européenne à édicté des normes sanitaires pour les produits de pêche autorisés à l'exportation.

La détérioration des eaux de baignade du fait de la forte présence de coliformes fécaux et autres micro-organismes.

L'accroissement de maladies dermatologiques. La pollution d'origine fécale sur les plages et les rejets chimiques sont les sources d'infection les plus importantes. Le taux d'infection chez les populations de la baie de Hann est de l'ordre de 2,88 en d'autres termes, l'habitant de Hann porte dans son organisme en moyenne 2 à 3 infections différentes (Conseil interministériel sur la baie de Hann, MJEHP/DEEC, février 2002).

Le rétrécissement des espaces de loisirs du fait de l'encombrement des plages par des objets divers (épaves, déchets solides, etc.).

Pour réduire ou enrayer cette pollution beaucoup d'actions ont été entreprises dans ces pays côtiers. Il s'agit principalement :

De la promotion des stations d'épuration

La promotion des technologies propres en milieu industriel. Grâce au soutien des partenaires au développement, les industriels sont entrain de développer des technologies propres qui visent comme objectif la réduction à la source des pollutions de toute nature issues de l'industrie.

L'adoption de nouveaux textes législatifs et réglementaires et la réforme de certains textes existants comme le code de la marine marchande qui consacre un chapitre entier à la lutte contre la pollution.

De plus, la signature des différentes conventions (par exemple : la convention d'Abidjan) et traités internationaux (le droit de la mer des Nations Unies) pourtant sur l'environnement marin devrait contribuer à lutter contre la pollution du littoral et du milieu marin.

Mais, l'efficacité de ces mesures pourrait être affectée par le manque de moyens des industriels qui doivent faire face à des investissements souvent importants pour mettre en place des technologies moins polluantes.

ENJEUX		QUE SE PASSE-T-IL ET POURQUOI ?			QUELLE POLITIQUE ? ET QUELLE EFFICACITE ?
THEME	PROBLEME	ETAT Conditions Tendances	PRESSIONS Développement Social Politiques Processus Naturel	IMPACTS	MESURES CORRECTRICES
ZONES MARINES ET CÔTIERES	POLLUTION	Eutrophisation de certaines zones Pollution bactérienne des eaux marines. Température des eaux marines élevée au niveau des points de rejet. Pollution chimique par métaux lourds et produits agricoles.	Forte concentration humaine sur tout le long du littoral. Implantation industrielle importante. Absence d'infrastructures fonctionnelles de traitement des eaux usées. Déversement d'importantes quantités d'eaux usées. Grande diversité des activités économiques au niveau du littoral (tourisme, pêche, transport, etc.) Prédominance du tourisme balnéaire. Multitude des types de pollutions.	Eutrophisation. Baisse de la production halieutique. Dégradation de la qualité des plages. Détérioration de la qualité des eaux de baignade (fermeture de plages à la baignade). Accroissement des maladies dermatologiques. Rétrécissement des espaces de loisirs du fait de l'encombrement. Difficultés d'exportation (normes européennes). Contamination humaine du fait de la transmission par la chaîne alimentaire	Réhabilitation des stations d'épuration. Signatures des conventions et traités internationaux sur le milieu marin. Promotion des technologies propres en milieu industriel. Promotion de l'écotourisme.

V]- ANALYSE PERSPECTIVE DU FUTUR.

V.1. Etat des données et informations l'environnementales au Sahel

La plupart des pays du Sahel ont constitué d'importantes bases de données sur les conditions agro-écologiques du milieu. Malheureusement, ce patrimoine d'information est structurellement hétérogène, dispersé : les données sont de nature, de source et de formats différents ou redondants. Ces défauts ne favorisent pas l'échange des données à l'intérieur des pays et entre pays et font que l'utilisateur potentiel qui en aurait l'usage justifié, n'y a que très difficilement accès quand il n'en ignore pas simplement l'existence. La situation actuelle de ces données conduit au diagnostic suivant :

Tableau 18 : Diagnostic actuelle des données environnementales.

❑ ACQUISITION	Existence de données satellitales basse résolution
	Manque de données satellitales haute résolution
	Données météo et climatiques bien normalisées et collecte bien exécutée
	Diversités des nomenclatures
	Diversité des sources d'information
	Coût élevé des données
	Obsolescence des données
	Manque d'outils spécialisés de collecte
	Qualité souvent douteuse des données collectées
	Absence de continuité dans la collecte (données fragmentaires, dispersées dans le temps et dans l'espace)
❑ TRAITEMENT	Faible exploitation des données
	Disparité des normes cartographiques
	Manque de standardisation des cartes numériques (systèmes de projection et format)
	Faiblesse des analyses et de l'intégration des données multi-sources
	Manque d'outils d'évaluation et de contrôle qualité des données
❑ STOCKAGE	Dispersion des données entre plusieurs services
	Disparité des formats et des supports de stockage
	Manque de systèmes de sauvegarde, d'archivage des données
❑ GESTION	Manque de systèmes de gestion de base de données
	insuffisance des ressources humaines qualifiées pour gérer les données
❑ DIFFUSION	Manque de systèmes fiables et modernes de transmission et de diffusions des données disponibles
	Critères d'accessibilité aux données contraignants

V.2. Perspectives : mise en place du système d'information sur l'environnement au Sahel (SIE - Sahel)

De par leur nature, les problèmes environnementaux sont holistiques et transcendent la localisation géographique. Dès lors, pour initier des stratégies cohérentes de gestion conservatrice à l'échelon régional, la nécessité critique apparaît de mettre en place un cadre harmonisé d'acquisition, de traitement, d'analyse et d'échange de l'information sur l'environnement :

- élaboration de nomenclatures thématiques partagées
- développement des technologies modernes de l'information (SIG et Télédétection) dans un cadre standard.
- constitution et/ou renforcement de structures nationales et régionales capables de produire et gérer l'information.

Depuis 1995, le Centre Régional AGRHYMET développe avec l'appui du Programme des Nations Unies pour l'Environnement, des initiatives visant à mettre en place un système d'information sur l'environnement au Sahel :

- Un inventaire diagnostic des systèmes d'information sur l'environnement, réalisé en 1995. Les différentes institutions nationales sous-régionales ou internationales pouvant contribuer à la mise en place du SIE ont été répertoriées avec leurs missions, activités, équipement, contraintes et besoins. Cet inventaire a permis de décrire exhaustivement l'état actuel de l'environnement sahélien et d'identifier les priorités concrètes d'interventions aux niveaux national et régional.
- La tenue à Niamey (Niger) de deux ateliers de consultation régionale sur l'évaluation de l'environnement en 1995 et 1996. Ces ateliers ont permis la définition d'une stratégie cadre de mise en oeuvre du système sous-régional d'information sur l'environnement

Le Système sous-régional d'Information sur l'Environnement a été défini comme un outil d'aide à la décision. Les principes directeurs du système ont été identifiés comme suit :

Adéquation besoins - action : le SIE doit être soumis à une finalité sociale où le besoin précède et détermine les moyens mis en oeuvre.

Cohérence de l'action : la mise en place du SIE doit se situer dans une vision cohérente et stratégique du développement : les actions entreprises en ce sens, doivent être harmonisées par des mécanismes fédérateurs, concertés et parfaitement intégrés et structurés entre intervenants. 1°) Synergie au niveau national : le SIE doit permettre de systématiser une meilleure communication entre les différents projets qui opèrent sur le terrain dans un pays. 2°) Symbiose au niveau régional : le SIE doit développer les efforts régionaux en encourageant une meilleure solidarité entre les organismes chargés des questions environnementales dans les différents pays par l'échanges de données, d'expériences, de méthodologies. 3°) Coopération participative au niveau international : le SIE doit susciter l'émergence d'un véritable partenariat entre structures des pays développés et leurs homologues locales au Sahel.

Pérennisation de l'action : le SIE doit renforcer les capacités nationales et régionales en vue d'améliorer la disponibilité, la fiabilité, la stabilité et l'accessibilité de l'information.

Au niveau organisationnel, le SIE est envisagé d'une part comme un cadre institutionnel et de concertation et d'autre part comme un réseau de coopération et de communication composé de personnes formées dans la collecte, le traitement, l'analyse, l'utilisation et la diffusion de l'information environnementale.

Il est divisé en neuf composantes nationales (comprenant chacune une coordination nationale de tous les services impliqués) et en une composante de coordination sous-régionale. Celle-ci est rattachée au Programme Majeur Information du Centre Régional AGRHYMET.

V.3. Evolution & tendances futures.

La recherche d'informations précises et fiables étant un préalable indispensable à toute action visant à optimiser la mise en valeur des ressources naturelles, le Centre Régional AGRHYMET a manifesté en 1996 sa volonté de préparer les conditions objectives pour la mise en place d'un système d'information intégré pour détecter, suivre et aider à comprendre la nature et la célérité des modifications de l'environnement sahélien. Le consensus autour de cet objectif a été rapidement obtenu d'une part de quinze pays parties prenantes de l'Afrique de l'Ouest et d'autre part de l'Union Européenne qui a accepté de financer le projet. Ainsi est né en substance le projet « Inventaire, Evaluation et suivi de l'Environnement Naturel et socio-économique au Sahel et en Afrique de l'Ouest côtière », en abrégé « IRENE ».

L'initiative dans le cadre de ce projet d'inventaire vise donc à rassembler le maximum d'informations précises sur les ressources naturelles au Sahel pour en améliorer la gestion. L'intervention du Projet se fera autour des grands axes suivants :

L'inventaire complet de l'existant au Sahel des actions réalisées aux niveaux national et régional en matière de gestion des ressources naturelles et de suivi de l'environnement, aboutissant à une meilleure connaissance des potentialités physiques du milieu.

La collecte et l'acquisition des informations et des données disponibles pour constituer une centrale d'information régionale au Centre Régional AGRHYMET, indispensable pour l'évaluation et la surveillance continue de l'évolution de certains écosystèmes.

Les résultats attendus du projet sont :

- **R1** : Un référentiel cartographique de l'occupation du sol et de l'utilisation des terres aux niveaux national et régional.
- **R2** : Des systèmes nationaux et un système régional opérationnel de banques de données de base pour la gestion et le suivi des ressources naturelles et de l'environnement.
- **R3** : Le renforcement des capacités nationales et régionales pour la mise à jour et l'exploitation du système de banque de données de base.
- **R4** : Un réseau d'observation permanent pour le suivi et la surveillance des différents écosystèmes au Sahel.
- **R5** : La diffusion et l'intégration dans les processus décisionnels des produits issus de l'exploitation des banques de données.

La structure opérationnelle du projet comporte deux composantes :

- Une composante nationale comprenant tous les services producteurs et utilisateurs de l'information environnementale, socio-économiques et démographique. Elle est organisée autour d'un réseau national d'information sur le milieu naturel et animée par une coordination nationale.
- Une composante régionale comprenant la coordination régionale du projet (qui assurera le management du projet), le Centre Régional AGRHYMET et les institutions sous-régionales similaires, les utilisateurs et partenaires de la communauté internationale.

Pour conclure, rappelons que le Centre Régional AGRHYMET développe depuis sa création en 1973, un système d'information intégré pour détecter, suivre et aider à comprendre la nature et la célérité des modifications de l'environnement sahélien. Mais la mise en place d'un tissu cohérent d'informations spatialisées sur l'environnement, en particulier à l'échelle régionale, implique que soient normalisées et standardisées les procédures, d'acquisition, de gestion et de diffusion des données. Cet effort d'homogénéisation doit cependant comporter :

- L'élaboration de nomenclatures thématiques partagées
- Le développement des technologies modernes de l'information : systèmes d'information géographique et télédétection
- La constitution et/ou le renforcement de structures nationales et régionales capables de produire et gérer l'information.

VII- CONCLUSION GENERALE

La présentation qui précède révèle bien que le Sahel dispose d'un potentiel en ressources naturelles riche et varié, mais qui à l'heure actuelle est fortement menacé.

La dégradation de l'environnement est un phénomène complexe. Elle est due à plusieurs facteurs qui agissent de manière conjointe (directs, indirects, aggravants, etc.). Parmi ceux-ci, les plus importants sont les facteurs climatiques et les facteurs anthropiques.

L'analyse a montré que la forte croissance démographique combinée à la persistance des conditions climatiques défavorables et des systèmes d'exploitation pour la plupart extensifs et inadaptés, entraîne une forte dégradation des ressources naturelles et de l'environnement et participe ainsi activement au processus de désertification.

La pauvreté et la dégradation de l'environnement entretiennent un cercle vicieux. Les populations, faute de moyens suffisants, ne peuvent pas prendre le soin qu'il faudrait à l'environnement, mais au contraire, surexploitent les ressources pour leur propre survie. Dans ces conditions, le renouvellement de ces ressources naturelles n'est plus garanti.

La dégradation des ressources se manifeste entre autres par une perte de fertilité de terres de culture, un rétrécissement de surfaces cultivables, et des formations forestières, une perte de la diversité biologique et de paysages, l'amenuisement des ressources hydriques consommables etc. Cette situation se répercute sur le cadre de vie et l'état sanitaire des populations qui se dégrade quotidiennement. Il s'y ajoute la forte prévalence du SIDA en Afrique en général (70% des malades au plan mondial) et les premiers effets portent sur la réduction de la force de travail.

Dans ces conditions, sortir du sous développement devient de plus en plus utopique pour ces pays du Sahel, voir alors très problématique.

Néanmoins, des efforts sont menés au plan national, régional et même international pour inverser les tendances ou tout au plus, réhabiliter ce qui peut encore l'être à l'heure actuelle.

Au niveau interne, des programmes et des projets de grandes envergures sont mis en œuvre par les autorités de ces pays, aidés en cela par les bailleurs de fonds.

Au plan sous régional et régional, la création de structures comme le CILSS, la CEDEAO, entre dans ce cadre.

La signature des conventions et autres déclarations internationales témoigne de la volonté de ces états de sortir de cette impasse et de se conformer avec les textes internationaux adoptés.

La mise en place de base de données normalisée, actualisée et bien partagée, constitue enfin un élément clé pour la contribution de l'Afrique à l'actualisation de ses informations sur l'état de l'environnement et enfin se donner les indicateurs qui permettent la mise en place d'actions, de programme ou de mesures d'accompagnement idoines.

VII]- BIBLIOGRAPHIE (REFERENCE DES CITATIONS CONSULTEES)

1. Adam J. Note sur la végétation des Niayes de la presqu'île du cap Vert. *Bull Soc Bot* 1953 ; 100 : 153-8.
2. Albergel A. Sécheresse, désertification et ressources en eau de surface. Application aux petits bassins du Burkina Faso, 1987.
3. Aubreville A. *Flore forestière soudano-guinéenne AOF, Cameroun, AEF*. Paris : Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, 1950 ; 523 p.
4. Berhaut J. *Flore du Sénégal*. Dakar : Librairie Clairafrique, 1954 ; 300 p.
5. Bourlière F, Bille JC, Poupon H. Recherches écologiques sur une savane sahélienne du Ferlo septentrional, Sénégal. *Rev Ecol Appl* 1974 ; 28 : 3-130.
6. Buttoud G. *La forêt et l'État en Afrique sèche et à Madagascar*. Paris : Karthala, 1995 ; 244 p.
7. Centre de Suivi Ecologique CSE / Réseau pour l'Environnement et le Développement Durable REDDA : Rapport sur l'Etat de l'Environnement au Sénégal. Septembre 2000.
8. Chamard PC, Courel MF. Reforestation au Cap-Vert. *Afrique Contemporaine* 1992 ; 161 : 238-47.
9. CHAMARD Philippe C., Marie-Françoise COUREL , La forêt sahélienne menacée *Cahiers Sécheresse, volume 10, Numéro 1, pages 11-18, mars 1999*
10. CILSS- Centre Régional Agrhymet : Le contexte de la vulnérabilité structurelle par système de production dans les pays du CILSS. Projet Alerte Précoce et Prévision des Productions Agricoles.
11. CILSS/UNEP/Centre AGRHYMET. *Atelier de consultation régionale sur l'évaluation de l'environnement. Rapport de synthèse*. Centre AGRHYMET, 1995 ; 16 p.
12. Collectif. 1980. L'arbre en Afrique tropicale. La fonction et le signe. Paris: ORSTOM, 1980 (série Sciences humaines, 27).
13. Delwaulle JC. Le bois de feu à Niamey. *Rev Bois et Forêts des Tropiques* 1973 ; 152 : 55-60.
14. Diouf M, Nonguierma A, Amani A et al, lutte contre la sécheresse au Sahel : résultats, acquis et perspectives au centre Régional AGRHYMET
15. Gorse J.E. & D.R. Steeds, *Desertification in the Sahelian and Sudanian Zones of West Africa*. Banque mondiale. Technical Paper n°61. Washington, 1987.
16. IPCC (1998).The Regional Impacts Of Climate Change. Intergovernmental Panel On Climate Change, Geneva

17. IUCN Sahel Programme : La démographie du Sahel. Dossier. Programme des zones arides. Décembre 1989. International Institute for environment and Development (IIED)
18. Kerharo J, Adam J. *La pharmacopée sénégalaise traditionnelle. Plantes médicales et toxiques*. Paris : Vigot, 1974 ; 1011 p.
19. Klaus M. Leisinger et Karin Schmitt (éditeurs) avec l'appui du Service international pour la recherche agricole nationale (ISNAR)
20. Nations unies. *Convention de lutte contre la désertification dans les pays gravement touchés par la sécheresse et/ou la désertification, en particulier en Afrique*, 1994.
21. OCDE, 1993. Corps central d'indicateurs de l'OCDE pour les examens des performances environnementales ; OCDE/GD(93)179, 41 p.
22. PNUE, 2002. L'avenir de l'environnement mondial 3 (GEO-3), la passé, le présent, l'avenir ; rapport PNUE. 456pages.
23. Servat E, Paturel JE, Lubès-Niel H, Kouamé B, Fritsh JM. *Régimes tropicaux et tendances climatiques*. FRIEND, 3rd report, 1997 : 87-92.
24. Smith, J.B., Huq, S., Lenhart, S., Mata, L.J., Nemesova, I., & Toure, S. (1996). *Vulnerability And Adaptation To Climate Change*. Environmental Science And Technology Library, Kluwer Academic Publishers
25. Sow H. *Le bois énergie au Sahel*. Paris : ACCT/CTA/Karthala, 1990 ; 176 p.
26. *Survivre au Sahel, Un défi pour l'écologie et la politique de développement*.
27. UICN, *Review of the Protected Areas System in the Afrotropical Realm*. Gland (Suisse), 1986. p.94.
28. UICN, *The UICN Sahel Studies*. Gland (Suisse), 1989.
29. UNCHS (2001). *Cities In A Globalising World; Global Report On Human Settlements 2001*. United Nations Centre For Human Settlements (HABITAT) Nairobi
30. UNEP : AFRICA ENVIRONMENT OUTLOOK Past, present and future perspectives
31. Von Maydell HJ. *Arbres et arbustes sahéliens*. Eschborn : GTZ, 1983 ; 531 p.
32. WWF (2001b). *West Africa Puts EU To Shame*. Press Release 13 March 2001. WWF European Policy Office

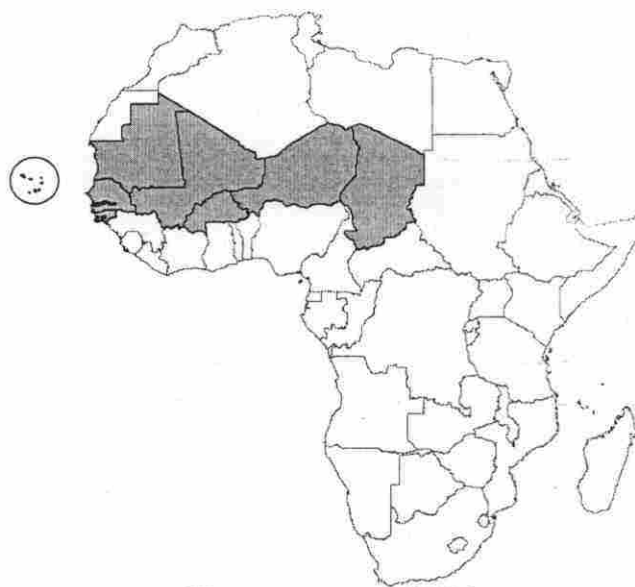
ANNEXES

ANNEXE I.

Compléments de présentation du sahel.

Le Sahel est caractérisé par deux grands problèmes : une insécurité alimentaire persistante et une dégradation continue des écosystèmes.

- ❑ **Terres émergées** : 533 888 000 ha, région s'étendant d'ouest à l'est, de l'Atlantique à l'Afrique orientale, du nord au sud du Sahara aux abords de la zone forestière de l'Afrique occidentale (Golfe de Guinée)
- ❑ **Climat** : fortes variabilités inter-annuelles et saisonnières
Zones bioclimatiques : saharienne, sahélienne, soudano-sahélienne soudanienne et pré-guinéenne.
- ❑ **Indicateurs sociaux** (données PNUD, 1996) : économie extravertie et dépendante, pauvreté relative, forte croissance démographique (3.1%).
 - ✓ Population : 48.5 millions d'habitants (9.1 hab./km²)
 - ✓ PIB/capita : 355 USD
 - ✓ Espérance de vie à la naissance : 49.4 ans
 - ✓ Taux de scolarisation : 30 %
 - ✓ Accès à l'eau potable : en moyenne des taux des neuf pays : 51 % (zones urbaines), 42 % (milieu rural)
 - ✓ Indice de pauvreté humaine (IPH %) : 47.3
 - ✓ IDH : 0.305 (moyenne des neuf pays)
- ❑ **Indicateurs de sécurité alimentaire (PNUD, 1996) :**
 - ✓ Prédominance de l'agriculture et de l'élevage.
 - ✓ Production céréalière (moyenne 1986-96) : 8 430 000 T (CILSS/DIAPER)
 - ✓ Production agricole (en % du PIB) : 35 (1994)
 - ✓ Indice de production alimentaire/par hab. : 97 (1993)
 - ✓ Apport/jour de calories par hab. : 1989 (1992)



- ❑ **Indicateurs des ressources naturelles :**
 - ✓ Hydrologie : bassins du Sénégal, du Sine, du Saloum, de la Gambie, du Niger, du lac Tchad, du Logone, du Chari, de la Volta
 - ✓ Forêts et terres boisées : 21.7% des superficies émergées (1993).
 - ✓ Terres arables (en % terres émergées) : 7.5 (1993)
 - ✓ Terres irriguées (en % terres arables) : 6.0 (1993)

Source : AGRHYMET Info Vol.4, 1997

Annexe II.

Diagnostic général de l'environnement sahélien

L'environnement sahélien est caractérisé depuis deux décennies par une péjoration climatique continue et par une pression anthropique croissante. Appliquées à une région aux ressources limitées et fragilisée par plusieurs épisodes de sécheresse, la nature et la célérité des modifications de ces conditions humaines et écologiques favorisent la dégradation du milieu par une exploitation désorientée des terres productives.

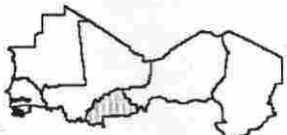

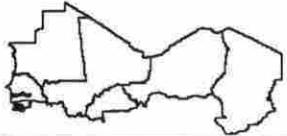

Les manifestations les plus immédiates de ce processus de dégradation incluent l'accélération de l'érosion, l'appauvrissement et la salinisation des sols, la réduction de la diversité et de la productivité des ressources végétales, la modification de l'équilibre des écosystèmes naturels, la paupérisation des communautés humaines dépendantes de ces écosystèmes, etc. L'état des lieux de l'environnement au Sahel est le suivant :

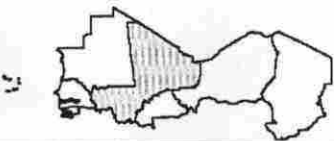
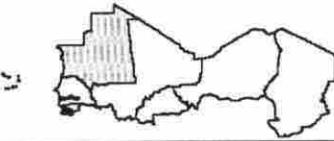

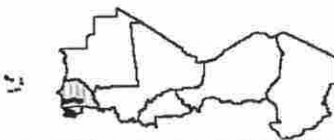
EAU	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Salinisation et pollution des nappes ✓ Diminution de la pluviométrie ✓ Diminution de la disponibilité des ressources en eau (perturbation du régime hydrologique, appauvrissement des nappes souterraines) ✓ Dégradation des zones humides ✓ Ensablement des lacs et cours d'eau ✓ Disparition des mares permanentes
SOL	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dégradation des terres (Formation de glacis et de dunes de sable) ✓ Salinisation des sols ✓ Baisse de la fertilité des sols ✓ Erosions hydriques et éoliennes ✓ Surexploitation des terres
VEGETATION	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Surexploitation des pâturages ✓ Occupation des zones pastorales par les agriculteurs ✓ Déforestation, déboisement ✓ Colonisation des milieux par des d'espèces xériques et/ou peu utile ✓ Rémanence des feux de brousse
FAUNE ET FLORE	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Perte de la biodiversité ✓ Dégradation et diminution des ressources fauniques et piscicoles
ZONES URBAINES	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pollution atmosphérique ✓ Pollution physico-chimique des eaux et des sols ✓ Pollution sonore ✓ Accumulation des déchets ménagers ✓ Développement de l'habitat spontané insalubre ✓ Ensablement des infrastructures ✓ Faiblesse des systèmes d'évacuation des eaux pluviales et usées
ZONES COTIERES	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pollution marine ✓ Dégradation du littoral maritime

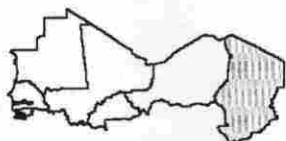
Sources : A. NONGUIERMA, 1999.

Annexe III.

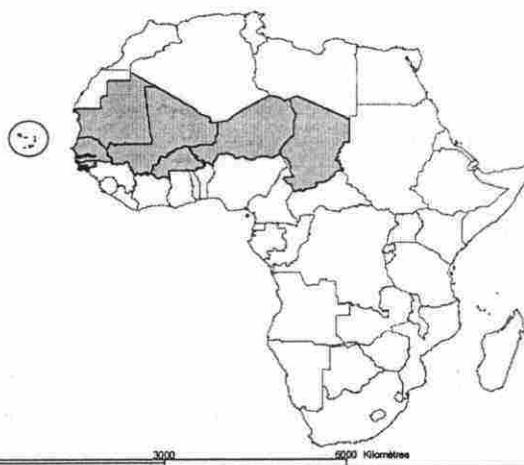
Synthèse des indicateurs biophysiques et socio-économiques de développement humain et de gestion des ressources naturelles des pays du CILSS.

 <p>BURKINA Faso :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Terres émergées : 27 400 000 ha, pays enclavé entre le Niger, le Mali, la Côte d'Ivoire, le Ghana et le Togo et le Bénin. • Climat : sahélien au nord, soudano-sahélien au centre et soudanien au sud • Indicateurs sociaux (données PNUD, 1996) : <ul style="list-style-type: none"> - Population : 10.2 millions d'habitants (densité : 37.2 hab./km²) - PIB/capita : 253 USD - Espérance de vie à la naissance : 46.4 ans - Taux de scolarisation : 20 % - Accès à l'eau potable : 47 % (zones urbaines et milieu rural) - Indice de pauvreté humaine (IPH) : 58.3 % - IDH : 0.221 (rang : 172^{ème} pays) • Indicateurs de sécurité alimentaire (PNUD, 1996) : <ul style="list-style-type: none"> - Production céréalière (moyenne 1986-96) : 2 135 000 T (CILSS/DIAPER) - Production agricole (en % du PIB) : 34 - Indice de production alimentaire/par hab. : 132 (1993) - Apport/jour de calories par hab. : 2387 (1992) • Indicateurs des ressources naturelles : <ul style="list-style-type: none"> - Hydrologie : bassins de la Comoé, du Niger et de la Volta - Forêts et terres boisées (en % superficies émergées) : 50.4 (1993) - Terres arables (en % terres émergées) : 13.0 (1993) - Terres irriguées (en % terres arables) : 0.6 (1993). 	 <p>CAP-VERT :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Terres émergées : 403 000 ha, archipel situé dans l'océan Atlantique, au large du Sénégal, composé de dix îles : Santo Antao, S. Vicente, Santa Luzia, S. Nicolau, Sal, Boavista, Maio, Santiago, Fogo, Brava • Climat : océanique sec et désertique • Indicateurs sociaux (PNUD, 1996) : <ul style="list-style-type: none"> - Population : 400 000 habitants (densité : 99.3 hab./km²) - PIB/capita : 654 USD - Espérance de vie à la naissance : 65.3 ans - Taux de scolarisation : 64 % - Accès à l'eau potable : 98 % (zones urbaine), 45 % (milieu rural) - IDH : 0.547 (rang : 123^{ème} pays) • Indicateurs de sécurité alimentaire (PNUD, 1996) : <ul style="list-style-type: none"> - Production céréalière (moyenne 1987-94) : 12 000 T (CILSS/DIAPER) • Indicateurs des ressources naturelles : <ul style="list-style-type: none"> - Forêts et terres boisées (en % superficies émergées) : 0.2 (1993) - Terres arables (en % terres émergées) : 10.7 (1993) - Terres irriguées (en % terres arables) : 7.0 (1993).
 <p>GAMBIE :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Terres émergées : 1 130 000 ha, pays enclavé à l'intérieur du Sénégal. • Climat : soudano-sahélien • Indicateurs sociaux (données PNUD, 1996) : <ul style="list-style-type: none"> - Population : 1.1 millions d'habitants (densité : 97.3 hab./km²) - PIB/capita : 268 USD - Espérance de vie à la naissance : 45.6 ans - Taux de scolarisation : 34 % - Accès à l'eau potable : 97 % (zones urbaines), 50 % (milieu rural) - IDH : 0.281 (rang : 165^{ème} pays) • Indicateurs de sécurité alimentaire (PNUD, 1996) : <ul style="list-style-type: none"> - Production céréalière (moyenne 1986-96) : 107 000 T (CILSS/DIAPER) - Production agricole (en % du PIB) : 28 (1994) - Indice de production alimentaire/par hab. : 76 (1993) - Apport/jour de calories par hab. : 2360 (1992) • Indicateurs des ressources naturelles : <ul style="list-style-type: none"> - Hydrologie : bassin du fleuve Gambie - Forêts et terres boisées (en % superficies émergées) : 24.8 (1993) - Terres arables (en % terres émergées) : 15.9 (1993) - Terres irriguées (en % terres arables) : 8.3 (1993). 	 <p>GUINÉE-BISSAU :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Terres émergées : 3 612 000 ha, pays côtier compris entre l'océan Atlantique, le Sénégal et la Guinée. • Climat : soudanien • Indicateurs sociaux (données PNUD, 1996) : <ul style="list-style-type: none"> - Population : 1.0 millions d'habitants (densité : 27.7 hab./km²) - PIB/capita : 216 USD - Espérance de vie à la naissance : 44.2 ans - Taux de scolarisation : 29 % - Indice de pauvreté humaine (IPH %) : 43.6 - Accès à l'eau potable : 19 % (zones urbaines), 42 % (milieu rural) - IDH : 0.291 (rang : 163^{ème} pays) • Indicateurs de sécurité alimentaire (PNUD, 1996) : <ul style="list-style-type: none"> - Production céréalière (moyenne 1986-96) : 181 000 T (CILSS/DIAPER) - Production agricole (en % du PIB) : 45 (1994) - Indice de production alimentaire/par hab. : 110 (1993) - Apport/jour de calories par hab. : 2556 (1992) • Indicateurs des ressources naturelles : <ul style="list-style-type: none"> - Forêts et terres boisées (en % superficies émergées) : 29.6 (1993) - Terres arables (en % terres émergées) : 8.3 (1993) - Terres irriguées (en % terres arables) : 5.7 (1993).

 <p>MALI :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Terres émergées : 124 019 000 ha, pays enclavé par le Sénégal, la Mauritanie, l'Algérie, la Libye, le Niger et le Burkina Faso • Climat : saharien, sahélien et soudano-sahélien • Indicateurs sociaux (données PNUD, 1996) : <ul style="list-style-type: none"> - Population : 10.5 millions d'habitants (densité : 8.5 hab./km²) - PIB/capita : 248 USD - Espérance de vie à la naissance : 46.6 ans - Taux de scolarisation : 17 % - Accès à l'eau potable : 41 % (zones urbaines), 4 % (milieu rural) - Indice de pauvreté humaine (IPH %) : 54.7 - IDH : 0.229 (rang : 171^{ème} pays) • Indicateurs de sécurité alimentaire (PNUD, 1996) : <ul style="list-style-type: none"> - Production céréalière (moyenne 1986-96) : 2 071 000 T (CILSS/DIAPER) - Production agricole (en % du PIB) : 42 (1994) - Indice de production alimentaire/par hab. : 91 (1993) - Apport/jour de calories par hab. : 2279 (1992) • Indicateurs des ressources naturelles : <ul style="list-style-type: none"> - Hydrologie : bassins du Sénégal et du Niger - Forêts et terres boisées (en % superficies émergées) : 5.6 (1993) - Terres arables (en % terres émergées) : 2.0 (1993) - Terres irriguées (en % terres arables) : 3.1 (1993) 	 <p>MAURITANIE :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Terres émergées : 102 552 000 ha, pays désertique entouré par l'océan Atlantique, le Sénégal, le Mali, l'Algérie et le Sahara occidental • Climat : désertique et sahélien • Indicateurs sociaux (données PNUD, 1996) : <ul style="list-style-type: none"> - Population : 2.2 millions d'habitants (densité : 2.1 hab./km²) - PIB/capita : 494 USD - Espérance de vie à la naissance : 52.1 ans - Taux de scolarisation : 36 % - Accès à l'eau potable : 67 % (zones urbaines), 65 % (milieu rural) - Indice de pauvreté humaine (IPH %) : 12.5 - IDH : 0.355 (rang : 150^{ème} pays) • Indicateurs de sécurité alimentaire (PNUD, 1996) : <ul style="list-style-type: none"> - Production céréalière (moyenne 1986-96) : 153 000 T (CILSS/DIAPER) - Production agricole (en % du PIB) : 27 (1994) - Indice de production alimentaire/par hab. : 81 (1993) - Apport/jour de calories par hab. : 2685 (1992) • Indicateurs des ressources naturelles : <ul style="list-style-type: none"> - Hydrologie : bassin du fleuve Sénégal - Forêts et terres boisées (en % superficies émergées) : 4.3 (1993) - Terres arables (en % terres émergées) : 0.2 (1993) - Terres irriguées (en % terres arables) : 23.9 (1993)
 <p>NIGER :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Terres émergées : 126 700 000 ha, pays enclavé entre le Burkina Faso, le Mali, l'Algérie, la Libye, le Tchad, le Nigeria et le Bénin • Climat : saharien et sahélien • Indicateurs sociaux (données PNUD, 1996) : <ul style="list-style-type: none"> - Population : 8.8 millions d'habitants (densité : 6.9 hab./km²) - PIB/capita : 275 USD - Espérance de vie à la naissance : 47.1 ans - Taux de scolarisation : 15 % - Accès à l'eau potable : 18 % (zones urbaines), 59 % (milieu rural) - Indice de pauvreté humaine (IPH %) : 66.0 - IDH : 0.206 (rang : 173^{ème} pays) • Indicateurs de sécurité alimentaire (PNUD, 1996) : <ul style="list-style-type: none"> - Production céréalière (moyenne 1986-96) : 2 005 000 T (CILSS/DIAPER) - Production agricole (en % du PIB) : 39 (1994) - Indice de production alimentaire/par hab. : 77 (1993) - Apport/jour de calories par hab. : 2257 (1992) • Indicateurs des ressources naturelles : <ul style="list-style-type: none"> - Hydrologie : bassin du fleuve Niger - Forêts et terres boisées (en % superficies émergées) : 2.0 (1993) - Terres arables (en % terres émergées) : 2.8 (1993) - Terres irriguées (en % terres arables) : 1.8 (1993) 	 <p>SÉNÉGAL :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Terres émergées : 19 672 000 ha, pays côtier bordé par l'Atlantique, la Mauritanie, le Mali, la Guinée et la Guinée-Bissau • Climat : sahélien et soudano-sahélien • Indicateurs sociaux (données PNUD, 1996) : <ul style="list-style-type: none"> - Population : 8.1 millions d'habitants (densité : 41.2 hab./km²) - PIB/capita : 615 USD - Espérance de vie à la naissance : 49.9 ans - Taux de scolarisation : 31 % - Accès à l'eau potable : 51 % (zones urbaines), 42 % (milieu rural) - Indice de pauvreté humaine (IPH %) : 48.7 - IDH : 0.326 (rang : 160^{ème} pays) • Indicateurs de sécurité alimentaire (PNUD, 1996) : <ul style="list-style-type: none"> - Production céréalière (moyenne 1986-96) : 990 000 T (CILSS/DIAPER) - Production agricole (en % du PIB) : 17 (1994) - Indice de production alimentaire/par hab. : 111 (1993) - Apport/jour de calories par hab. : 2266 (1992) • Indicateurs des ressources naturelles : <ul style="list-style-type: none"> - Hydrologie : bassins du Sénégal, du Sine, du Saloum, de la Gambie et de la Casamance - Forêts et terres boisées (en % superficies émergées) : 53.1 (1993) - Terres arables (en % terres émergées) : 11.8 (1993) - Terres irriguées (en % terres arables) : 3.0 (1993)

**TCHAD :**

- **Terres émergées** : 128 400 000 ha, pays enclavé entre le Niger, la Libye, le Soudan, la Centrafrique, le Cameroun et le Nigeria
- **Climat** : saharien, sahélien, soudano-sahélien et soudanien
- **Indicateurs sociaux (données PNUD, 1996)** :
 - Population : 6.2 millions d'habitants (densité : 4.8 hab./km²)
 - PIB/capita : 173 USD
 - Espérance de vie à la naissance : 47.0 ans
 - Taux de scolarisation : 25 %
 - Accès à l'eau potable : 25 % (zones urbaines), 25 (milieu rural)
 - IDH : 0.288 (rang : 164^{ème} pays)
- **Indicateurs de sécurité alimentaire (PNUD, 1996)** :
 - Production céréalière (moyenne 1986-96) : 778 000 T (CILSS/DIAPER)
 - Production agricole (en % du PIB) : 44 (1994)
 - Indice de production alimentaire/par hab. : 99 (1993)
 - Apport/jour de calories par hab. : 1989 (1992)
- **Indicateurs des ressources naturelles** :
 - Hydrologie : bassins du lac Tchad, des fleuves Chari et Logone
 - Forêts et terres boisées (en % superficies émergées) : 25.2 (1993)
 - Terres arables (en % terres émergées) : 2.5 (1993)
 - Terres irriguées (en % terres arables) : 0.4 (1993)

**SAHEL :**

- **Terres émergées** : 533 888 000 ha, région s'étendant d'ouest à l'est, de l'Atlantique à l'Afrique orientale, du nord au sud du Sahara aux abords de la zone forestière de l'Afrique occidentale (Golfe de Guinée)
- **Climat** : saharien, sahélien, soudano-sahélien et soudanien
- **Indicateurs sociaux (données PNUD, 1996)** :
 - Population : 48.5 millions d'habitants (densité : 9.1 hab./km²)
 - PIB/capita : 355 USD
 - Espérance de vie à la naissance : 49.4 ans
 - Taux de scolarisation : 30 %
 - Accès à l'eau potable : en moyenne des taux des neuf pays : 51 % (zones urbaines), 42 % (milieu rural)
 - Indice de pauvreté humaine (IPH %) : 47.3
 - IDH : 0.305 (moyenne des neuf pays)
- **Indicateurs de sécurité alimentaire (PNUD, 1996)** :
 - Production céréalière (moyenne 1986-96) : 8 430 000 T (CILSS/DIAPER)
 - Production agricole (en % du PIB) : 35 (1994)
 - Indice de production alimentaire/par hab. : 97 (1993)
 - Apport/jour de calories par hab. : 1989 (1992)
- **Indicateurs des ressources naturelles** :
 - Hydrologie : bassins du Sénégal, du Sine, du Saloum, de la Gambie, du Niger, du lac Tchad, du Logone, du Chari
 - Forêts et terres boisées (en % superficies émergées) : 21.7 (1993)
 - Terres arables (en % terres émergées) : 7.5 (1993)
 - Terres irriguées (en % terres arables) : 6.0 (1993)

ANNEXES IV : Statistiques de quelques descripteurs majeurs au Sahel.

Types de Sols	Superficie (Km2)	Pourcentage
Acrisols	396 106,33	5,31%
Arenosols	1 078 450,77	14,47%
Cambisols	89 979,63	1,21%
Eau	45 008,32	0,60%
Ferrasols	194 720,41	2,61%
Fluvisols	199 773,01	2,68%
Gleysols	103 400,77	1,39%
Histosols	381,38	0,01%
Lithosols	1 368 661,09	18,36%
Lugisols	1 061 013,37	14,23%
Nitosols	223 557,14	3,00%
No Data	1 910,19	0,03%
Phaeozems	2 906,87	0,04%
Planosols	32 491,62	0,44%
Podzoluvisols	759 065,38	10,18%
Regosols	702 947,24	9,43%
Rock	60 695,80	0,81%
Sels	12 255,17	0,16%
Solonchaks	27 850,58	0,37%
Solonetz	34 480,57	0,46%
Vertisols	134 585,08	1,81%
Xerosols	1 131,12	0,02%
Yermosols	924 160,84	12,40%
Total	7 455 532,68	100,00%

Types de végétation	Superficie (Km2)	Pourcentage
DESERTS	2 277 954,44	30,53%
FORETS	436 619,77	5,85%
FORETS CLAIRES	2 026 459,10	27,16%
FORMATIONS BUISSONNANTES ET FOURES	796 047,73	10,67%
MOSAIQUES DE FORETS CLAIRES ET TRANSITIONS	10 634,68	0,14%
MOSAIQUES DE FORMATIONS HERBEUSES EDAPHIQUES	132 758,52	1,78%
TRANSITIONS ET MOSAIQUES DE FORETS	741 624,63	9,94%
VEGETATION AZONALE	85 901,03	1,15%
VEGETATION SEMI-DESERTIQUE	953 649,98	12,78%
Total	7 461 649,88	100,00%

Types d'occupation des sols	Superficie (Km2)	Pourcentage
Cultures	1 183 404,76	15,87%
Déserts et sols nus	3 015 348,29	40,43%
Forêts claires	755 527,39	10,13%
Forêts denses	541 981,27	7,27%
Mangroves	23 938,81	0,32%
Marécages	450,04	0,01%
Plans d'eau	16 275,10	0,22%
Prairies hygrophiles	17 553,25	0,24%
Savanes arbustives et/ou arborées	441 009,65	5,91%
Savanes boisées	656 199,68	8,80%
Savanes herbeuses	332 217,61	4,45%
Steppes	473 783,94	6,35%
Total	7 457 689,79	100,00%

Bassin versant	Superficie (Km2)	Pourcentage
Niger	2 207 124,21	54,19%
Sénégal	366 941,56	9,01%
Gambia	84 266,52	2,07%
Chari	709 448,52	17,42%
Komadugu	168 482,68	4,14%
Volta	387 144,37	9,51%
Gorubal	64 588,30	1,59%
Comoé	84 923,88	2,09%
Total	4 072 920,04	100,00%

Annexe V.

Termes de références pour une consultation en vue de l'élaboration d'un rapport sur l'état de l'environnement au Sahel

1. CONTEXTE ET JUSTIFICATION

Nous vivons dans une époque particulièrement sensible aux traumatismes environnementaux. Chaque personne aspire dès lors à être informée pertinemment sur les événements susceptibles d'affecter ses conditions de vie, dans le but de pouvoir y appliquer des stratégies palliatives : préparer et exécuter des schémas de gestion environnementale ou des ressources; planifier et développer des projets pour modifier et améliorer l'environnement; prédire et anticiper les événements, notamment ceux sur qui l'on a le moins de contrôle direct.

Pour y parvenir, il importe que les faits environnementaux soient exhaustivement étudiés au préalable : reconnaître et identifier les événements dans leur contexte physique global; connaître la distribution des événements à travers l'espace et le temps; évaluer la nature, les causes et les effets de l'événement et de ses relations avec des phénomènes conjoints.

A travers ces deux institutions spécialisées (Centre Régional AGRHYMET et INSAH), le CILSS a constitué depuis plus d'un quart de siècle un réseau global d'observation sur l'homme et son milieu de manière à couvrir la diversité spatiale des variables et composantes physiques, biologiques et socio-économique ainsi que leur variabilité temporelle.

Il apparaît aujourd'hui important que les données collectées, soient traduites en indicateurs environnementaux, utiles pour évaluer l'état de l'environnement et constituer un tissu holistique d'informations spatialisées ou statistiques d'aide à la décision. Une des manières pour y parvenir est la réalisation de rapports périodiques sur l'état de l'environnement au Sahel.

C'est dans cette optique que cette consultation est initiée.

2. OBJECTIFS DE LA CONSULTATION

Il existe plusieurs cadres qui permettraient d'élaborer et d'organiser les indicateurs. Il n'existe pas de cadre unique produisant des ensembles d'indicateurs pour chaque besoin. De même, le cadre peut évoluer en fonction des progrès des connaissances scientifiques des problèmes d'environnement et de l'évolution des valeurs de la société. Dans le contexte du rapport à produire sur l'état de l'environnement au Sahel, c'est le modèle Pressions - Etat - Réponses (PER) qui est préconisé (OCDE, 1993). Le modèle PER (figure 1a) repose sur la notion de causalité : les activités humaines exercent des pressions sur l'environnement et modifient la qualité et la quantité des ressources naturelles ("Etat"). La société répond à ces changements en adoptant des mesures de politique d'environnement, économique et sectorielle ("réponses de la société"). Ces dernières agissent rétroactivement sur les pressions par le biais des activités humaines. Au sens large, ces mesures font partie d'un cycle (de la politique) environnemental(e) qui comprend la perception des problèmes, la formulation, le suivi et l'évaluation de politiques.

L'objectif de la consultation est de réaliser une synthèse des informations sur l'environnement sahélien selon les principaux thèmes suivants :

- Changement et variabilité climatique
- Ressources végétales

Ressources en eau
 Ressources en terre (sols)
 Biodiversité
 Désastres naturels
 Indicateurs généraux

3. Résultats attendus

Au terme de la consultation, les résultats suivants sont attendus sous forme de rapport :

Une synthèse des informations sur l'état de l'environnement écrite suivant la matrice PER (Pression/Etat/Réponse) et relatifs (s'il y a lieu) aux thèmes suivants : Climat, végétation, ressources en eau, sols, biodiversité, etc...

Une indication des sources de données et d'informations utilisées : publications, rapports, documents officiels, tableaux, graphiques, cartes.

4. TACHES SPECIFIQUES DU CONSULTANT

Le Consultant est requis pour engager les tâches suivantes :

Compiler les informations, données et documents nécessaires à la rédaction de la synthèse

Elaborer la synthèse sur l'état de l'environnement selon la matrice PER

5. QUALIFICATIONS DU CONSULTANT

Le consultant doit avoir un diplôme d'Ingénieur ou équivalent dans le domaine des sciences de l'environnement et posséder une bonne connaissance du Sahel, du CILSS et de l'Afrique de l'Ouest. Il doit également avoir des compétences et une expérience confirmées dans les domaines suivants : Evaluation et suivi de l'environnement, des ressources naturelles, de la biodiversité, la lutte contre la désertification et les effets de la sécheresse.

Bonne connaissance du modèle Pression – Etat – Réponse

Bonne aptitude à la rédaction de documents scientifiques

Le Consultant doit avoir une bonne maîtrise du français et de l'anglais.

6. CONDITIONS

La durée de la consultation est de 30 jours étalée entre Septembre et mi-octobre 2003. Dans tous les cas, le rapport de consultation définitif doit être produit au plus tard le 30 octobre 2003. Le consultant aura jusqu'au 17 novembre 2003 pour fournir un rapport complet sur les tâches spécifiques demandées.

Les honoraires et perdiems du consultant sont ceux en vigueur au sein du CILSS.

Annexe : Eléments à prendre en considération

THEME	Objectifs	Indicateurs d'état	Indicateurs de pressions	Indicateurs de réponse
Changement et variabilité climatique	Déterminer les grandes tendances climatiques Evaluer la dynamique de la variabilité climatique (espace et temps) et leur impact sur l'environnement	Pluviométrie (*) - Baisse relative des isohyètes - « Sécheresse » récurrente saisonnière - Irrégularité interannuelle,	Emission de CO ₂	
		Température (*) - Augmentation des valeurs extrêmes - Variabilité interannuelle		
		Evapotranspiration - Quantité		
		Albédo		
Ressources en eau	Déterminer le régime des eaux de surface et souterraines en relation avec la dégradation des sols et du couvert végétal	Débit (*) - Modification des écoulements - Caractéristiques hydrologiques saisonnières comparées des grands bassins	Consommation - Les différents usages - Les quantités concernées	
		Situation des plans d'eau - Nombre (?) - Extension spatiale - Fluctuation des volumes de stockage	Irrigation - Intensité des prélèvements - Effets sur la salinité des terres	Plans d'eau artificiels - Nombre / Volume des retenues d'eau - Redevance / prix de l'eau
		Ruissellement - Potentiel de ruissellement - Volumes du ruissellement		
		Piézométrie - Niveau des nappes - Eau souterraine disponible		
Ressources végétales	Déterminer les rythmes biologiques du couvert végétal	Types physiologiques - Distribution des grands types	Déforestation	Reforestation
			Pâturages	Jachères / Mise en défens
		Etats de surface	Feux de brousse	
Ressources en terres	Evaluer le potentiel productif des sols	Erosion/Désertification	Surfaces cultivées	Mesures DRS/CES

THEME	Objectifs	Indicateurs d'état	Indicateurs de pressions	Indicateurs de réponse
		Changement d'utilisation des sols	Aires de pâturage	
		Fertilité des sols (teneur en eau, teneur en matières organiques)	Urbanisation et Infrastructure	
Biodiversité	Evaluer le patrimoine de biodiversité végétale et animale (faunique et halieutique) et leur dynamique	Composition floristique	Coupe abusive	Règlement et législation
		Espèces menacées	Pêche / Chasse	Espèces protégées
			Affectation / utilisation des terres	Zones et aires protégées
			Feux de brousse..	
Catastrophes et calamités	Mesurer l'impact des événements extrêmes	Naturelles - Inondations - Séismes / Eruptions - Tempêtes	Populations exposées Urbanisation Utilisation des sols	Dispositifs de prévention et gestion Systèmes d'alerte précoce
		Anthropiques - Feux de brousse - Pollution industrielle - Conflits armés		
		Biologiques - Invasions acridiennes - Epidémies - Eutrophisation (végétaux flottants...)	Nombre d'usines chimiques	
Indicateurs généraux	Evaluer l'environnement socio-économique	Prévalence épidémiologique (sida)	Croissance et densité Démographiques	Dépenses de lutte contre la pollution
		Vulnérabilité alimentaire	Productions industrielle et agricole	Opinion publique sur l'environnement
		Indice du développement humain Seuils de pauvreté	Croissance du PIB	Stratégies de réduction de la pauvreté
		Niveau de consommation énergétique	Approvisionnement et structure énergétiques	
		Nuisances sonores	Volumes de la circulation routière et parc de véhicules routiers	Arrangements et mécanismes institutionnels