

Classe 1

Ressource en eau et milieu Physique :

- Climatologie
- Eaux de surface (quantité)
- Eaux souterraines (quantité)
- Pédologie (dégradation des sols)

Classe 2

Milieu Naturel et Biodiversité :

- Zones Humides
- Couvert Végétal
- Végétaux envahissants
- Faune terrestre et aquatique
- Pédologie (dégradation des berges)

Classe 3

Economie et Population :

- Maladies hydriques humaines
- Maladies hydriques animales
- Activités halieutiques
- Activités hydroagricoles-cultures
- Activités hydroagricoles - élevage

Classe 4

Qualité des eaux :

- Eaux de surface (qualité)
- Eaux souterraines (qualité)
- Engrais et pesticides
- Mines et carrières



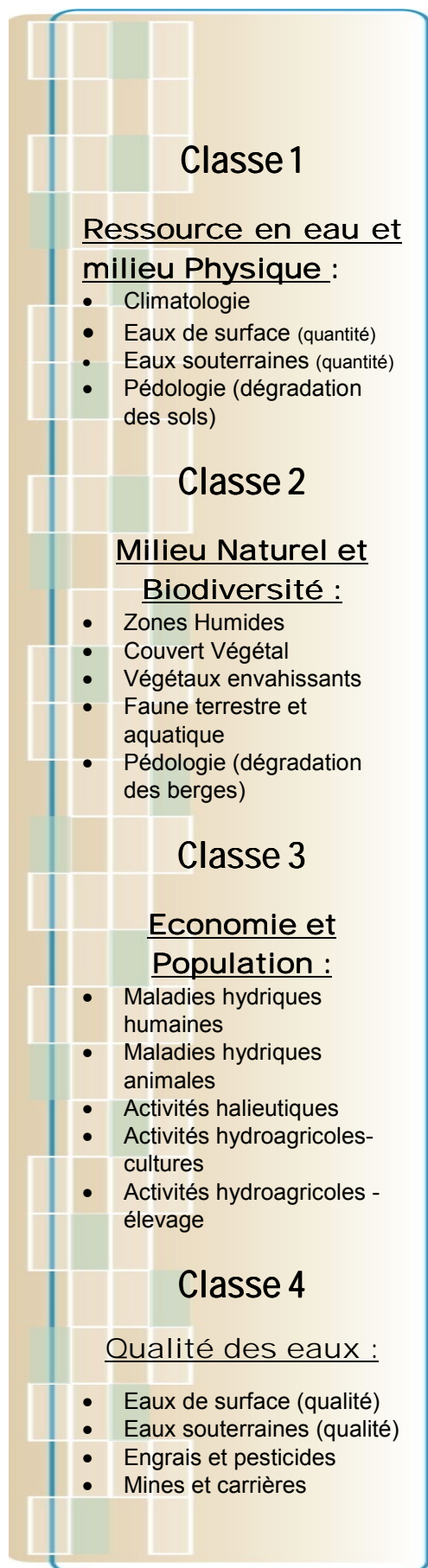
ORGANISATION POUR LA MISE EN VALEUR
DU FLEUVE SENEGAL – OMVS

HAUT – COMMISSARIAT

Observatoire de l'Environnement

Notes Techniques de l'Observatoire Relatives au Suivi-Evaluation de l'Etat de l'Environnement du Bassin du Fleuve Sénégal

Janvier 2005



I. Avant propos

I.1. Introduction

I.1.1. Contexte

Née le 11 mars 1972, l'Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal a pour mission d'assurer une **gestion rationnelle et durable des ressources du bassin du fleuve Sénégal** au bénéfice des populations.

Si la mise en service des barrages de Diama et Manantali (en 1986 et 1987), la réalisation d'endiguements sur les deux rives au niveau du delta ainsi que la construction d'une Centrale hydroélectrique au pied du barrage de Manantali ont favorisé le développement socio-économique du bassin, ces aménagements sont également à l'origine de profonds bouleversements, et même d'impacts négatifs sur le fonctionnement du système écologique du bassin.

Aussi l'OMVS a-t-il créé, par résolution 00320/CM/MM/2000 du 15/05/2000, l'Observatoire de l'Environnement avec pour objectif de **suivre l'évolution de l'environnement** dans le bassin du fleuve Sénégal pour faciliter la mise en œuvre des actions idoines d'atténuation et de prévention des effets négatifs des aménagements en fournissant aux décideurs les **informations nécessaires** pour mesurer les impacts environnementaux.

Les **missions** de l'Observatoire sont ainsi :

1. de constituer en réseau les principaux services et organismes qui produisent des données sur l'environnement dans le bassin du fleuve Sénégal ;
2. de renforcer les capacités des partenaires du réseau en matière de collecte, de traitement et de transmission de données ;
3. de produire des indicateurs agrégés permettant de renseigner régulièrement sur l'état de l'environnement dans le bassin du fleuve Sénégal et de détecter les situations de dysfonctionnement nécessitant des mesures de correction.

L'Observatoire est constitué d'un Service installé au siège du Haut Commissariat et de partenaires qui sont des services ou organismes publics et privés intervenant dans le bassin du fleuve Sénégal.

Le Service de l'Observatoire assure la coordination générale des actions, produit les indicateurs environnementaux, établit, publie et diffuse le résultat du suivi environnemental du bassin du fleuve Sénégal.

Les partenaires produisent des données et des indicateurs primaires. Ils peuvent également contribuer à compléter l'information de base sur les milieux physique et humain et à renforcer les capacités au sein du réseau.

Dans le cadre de ces missions, et sous l'égide du Service de l'Observatoire de l'Environnement (SOE), plusieurs actions ont été réalisées, dont pour les principales et les plus récentes :

- la réalisation en 2003 d'études de base incluant un bilan-diagnostic des réseaux de données utiles au suivi de 13 domaines, jugés prioritaires par le Comité Scientifique

de l'institution, et l'établissement d'un état de référence (état 0) pour ces 13 domaines - (*missions 1 et 2*);

- la mise en place d'outils de gestion de l'information environnementale à l'usage du SOE et des partenaires (livrables des études de base ; site Internet ; bases de données) et l'investissement en matériels réalisé fin 2004 (serveur et postes clients dédiés - (*mission 2*) ;
- le renforcement des capacités humaines (recrutements et formations au sein du SOE et des Cellules Nationales de Coordination) - (*mission 2*) ;
- la mise en place d'une organisation structurée destinée à mobiliser, dans chaque pays, les acteurs des différents domaines ciblés pour la production et le transfert au SOE de données fiables et cohérentes (Comité Scientifique, réunions SOE / Cellules Nationales de Coordination ; mise en place de Points Focaux Nationaux du SOE au sein des CNC ; segments nationaux de l'Observatoire ; Accords cadres et Protocoles d'accord bilatéraux Haut Commissariat/structures nationales pour la mise à disposition de données) - (*missions 1 et 2*).

C'est sur ces bases consolidées que les missions de l'Observatoire sont aujourd'hui mises en œuvre et la publication des présentes **Notes Techniques** est un test. Si Ce mode de présentation des résultats est accueilli favorablement par les différentes catégories d'acteurs concernés, nous allons par la suite en faire un document de référence standardisé et pérenne.

Les Notes Techniques de l'Observatoire visent à définir, pour chaque thématique, la ou les problématiques associées, ainsi que les indicateurs qui en permettent le suivi.

Quatre domaines jugés fondamentaux, pour lesquels les données sont effectivement disponibles et structurées ont été choisis dans un premier temps pour tester le système : **climatologie - eaux de surface (aspect quantitatif) - maladies hydriques (humaines et animales) - activités hydro-agricoles (cultures irriguées et élevage).**

I.1.2. Problématiques environnementales

Si l'Observatoire intègre en phase initiale l'ambitieux programme de suivi d'indicateurs environnementaux selon treize (13) thématiques, les études de base ont montré, à travers le bilan-diagnostic des réseaux qui intègre, pour chacun d'eux, une **synthèse des acquis et forces** et une **synthèse des faiblesses** ainsi que des **propositions d'amélioration** et des **recommandations**, les limites actuelles d'une mise en œuvre opérationnelle totale à l'échelle du bassin.

La mise en œuvre est donc raisonnablement étalée dans le temps, en tenant compte d'une **hiérarchisation des problématiques environnementales** à surveiller, pondérée des moyens organisationnels, méthodologiques, techniques et humains, donc financiers, qu'il convient de mobiliser en sus de l'existant ainsi que des délais pour le faire.

Afin de simplifier l'approche « **problématiques environnementales** », et dans le but d'optimiser les moyens et méthodes au sens du fonctionnement des réseaux aptes à les appréhender, les thématiques ciblées sont organisées en **4 classes connexes** :

- **Classe 1 : Ressources en eau et milieu physique** regroupant les thématiques :
 - Climatologie (1.1),
 - Eaux de surface (quantité) (1.2)
 - Eaux souterraines (quantité) (1.3)
 - Pédologie - Dégradation des sols (1.4)
- **Classe 2 : Biodiversité et milieu naturel** regroupant les thématiques :
 - Zones humides (2.1)
 - Couvert végétal (2.2)
 - Végétaux envahissants (2.3)
 - Faune terrestre et aquatique (2.4)
 - Pédologie - dégradation des berges – (2.5)
- **Classe 3 : Economie et population**
 - Maladies hydriques humaines (3.1) et animales (3.2)
 - Activité halieutique (3.3)
 - Activités hydrogricoles – cultures irriguées (3.4)
 - Activités hydroagricoles – élevage (3.5)
- **Classe 4 : Qualité des eaux**
 - Eaux de surface – aspect qualité – (4.1)
 - Eaux souterraines – aspect qualité – (4.2)
 - Engrais et pesticides (4.3)
 - Mines et carrières (4.4)

A ces quatre classes peuvent être effectivement associées, **au sens des objectifs de l'Observatoire**, deux grandes problématiques fondamentales avérées :

- A - Le risque de surexploitation de la ressource en eau (classe 1);
- B - Le risque de dégradation de la ressource en eau (classe 4);

avec leurs conséquences en terme de :

- C - Risque de dégradation du milieu (classe 2);
- D - Risque de dégradation des conditions de vie des populations (classe 3).

Si l'ensemble des problématiques sont développées, seules les thématiques prioritaires suivantes donneront lieu pour l'instant à la présentation et au suivi d'indicateurs pérennes :

- ♦ Climatologie ;
- ♦ Eaux de surface (quantité) ;
- ♦ Maladies hydriques humaines et Maladies hydriques animales ;
- ♦ Activités hydroagricoles – cultures irriguées et Activités hydroagricoles – élevage.

I.1.3. Rappels sur la notion d'indicateur

Définition de l'Organisation de Coopération et de Développement Economique (OCDE) : Un indicateur est un paramètre ou une valeur dérivée de paramètres donnant des informations sur un phénomène.

Définition de l'Institut Français de l'Environnement (IFEN) : Un indicateur est une donnée qui a été **sélectionnée à partir d'un ensemble statistique plus important car elle possède une signification** et une représentativité particulières.

Définition extraite du « Plan Bleu », travail de réflexion européenne sur la région méditerranéenne :

Les indicateurs condensent ainsi l'information, et simplifient l'approche de phénomènes environnementaux, souvent complexes, ce qui en fait des outils de communication précieux.

Un indicateur est une **donnée quantitative qui permet de caractériser** une situation évolutive (par exemple, l'état des milieux), **une action ou les conséquences d'une action**, de façon à les évaluer et à les comparer à leur état à différentes dates ".

La caractéristique principale de l'indicateur est qu'il **porte une signification qui dépasse la donnée quantitative fournie** (ainsi, une température de 39°C signifie un sujet malade).

La qualité majeure d'un indicateur est sa **capacité à rendre compte de façon concise de phénomènes complexes**. Un indicateur présente toujours un modèle de la réalité, non la réalité elle-même ; c'est pourquoi il doit être accompagné d'informations qualitatives et de commentaires.


Les indicateurs sont des **outils de communication** qui servent à quantifier et simplifier l'information pour la rendre plus lisible et signifiante auprès des acteurs ciblés. Ce sont des **outils de suivi, d'évaluation, de prévision et d'aide à la décision. Ils sont définis en référence à des objectifs préalablement fixés** ; la confrontation des valeurs prises par un indicateur avec l'objectif correspondant permet de porter un jugement sur l'efficacité d'une action.

Les indicateurs offrent une **mesurabilité et une comparabilité** des situations sur différents territoires (départements, régions, bassins) pour différentes périodes.

I.1.4. Les modèles conceptuels de classification des indicateurs

■ Pressions / Etat / Réponses (modèle PER)

Ce modèle, développé par l'OCDE et fréquemment utilisé pour classer les indicateurs (cas des indicateurs de l'ONU ou du Plan Bleu par exemple), 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. La société répond à ces changements en adoptant des mesures de protection, de dépollution, etc.

 Les **indicateurs d'état** décrivent la qualité de l'environnement, la qualité et la quantité des ressources naturelles.

- ✚ Les **indicateurs de pression** décrivent les pressions des activités humaines exercées sur l'environnement, (prélèvements, pollutions).
- ✚ Les **indicateurs de réponse** illustrent les mesures correctrices, les efforts faits pour améliorer l'environnement ou atténuer sa dégradation, (actions réglementaires, actions d'amélioration de la connaissance, mesures de gestion).

Ce modèle permet de **mettre en évidence de manière simple les liens de causalité entre les activités humaines et leur impact sur l'environnement** ; cependant, il ne faut pas perdre de vue l'existence de relations plus complexes, les changements étant souvent le résultat d'une interaction de pressions plutôt que d'une seule pression.

■ **Driving Forces (Forces Motrices)/Pressure (Pression) / State(Etat) / Impact (Impact)/ Response (Réponse) - (modèle DPSIR).**

En ajoutant au modèle PER deux notions (Forces motrices et Impacts), on obtient le modèle DPSIR.

- ❖ Les **indicateurs de forces motrices** correspondent aux activités humaines ayant des impacts sur l'environnement (secteurs économiques, consommation, démographie, technologies). Il s'agit des causes fondamentales des pressions.
- ❖ Les **indicateurs d'impacts** décrivent la conséquence des pressions et des réponses sur l'environnement. En effet, les changements de l'état de l'environnement induisent des impacts sur la santé des êtres vivants (hommes, flore et faune) ainsi que des impacts économiques.

I.1.5. Elaboration d'un indicateur

La première étape consiste à définir une problématique : il est indispensable de bien expliciter les problèmes qu'on souhaite mesurer par les indicateurs, **ceux-ci en effet ne sont pas une fin en soi**.

La définition de l'indicateur est une information ou combinaison des informations, qui peut s'exprimer en ratios, moyenne, pourcentage, etc. Sa **représentation** dépend de la nature de l'indicateur : elle peut être visuelle, graphique ou en tableau de chiffres.

L'élaboration d'un indicateur est une **démarche évolutive dans le temps** : l'intérêt du processus de sélection et de calcul d'indicateurs repose dans la durée et dans le réajustement permanent compte tenu de l'évolution, souvent rapide, des enjeux et de leur perception, ainsi que de la disponibilité des données.

La sélection des indicateurs doit être assez large pour couvrir les différentes thématiques environnementales auxquelles on s'intéresse, mais suffisamment restreinte pour garantir la précision et la concision qui font l'intérêt des indicateurs. *Le choix dépend le plus souvent des données disponibles.* En conclusion, les principales qualités d'un indicateur sont :

- ⇒ la pertinence (doit répondre à une problématique),
- ⇒ la simplicité (dans sa conception, sa mise en œuvre, sa représentation),
- ⇒ la reproductibilité (pour permettre un suivi dans le temps),
- ⇒ la rentabilité (ne doit pas occasionner un coût trop important).

I.1.6. Analyse de quelques indicateurs élaborés par des observatoires ou programmes internationaux

■ **Les indicateurs du développement durable de l'Organisation des Nations Unies**

Les Nations Unies ont établi une liste de 134 indicateurs avec l'aide de différentes instances internationales (PNUE, PNUD, Banque Mondiale, OCDE, OMS). Ils sont répartis en 4 classes : indicateurs sociaux, indicateurs économiques, indicateurs institutionnels et indicateurs environnementaux.

Les indicateurs environnementaux, organisés selon le modèle « Pression – Etat – Réponse » (indicateurs des éléments moteurs, indicateurs de situation, indicateurs d'action), visent au suivi des actions engagées dans le cadre de l'**Agenda 21** (guide de mise en œuvre du développement durable aux niveaux local, régional et national, établi en 1992 lors de la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le développement à Rio de Janeiro). Certaines thématiques abordées rejoignent des préoccupations du SOE :

- ◆ protection des ressources en eau douce et de leur qualité
- ◆ conception intégrée de la planification et de la gestion des terres
- ◆ gestion des écosystèmes fragiles : lutte contre la désertification et la sécheresse, lutte contre le déboisement, protection des zones humides
- ◆ promotion d'un développement agricole et rural durable
- ◆ préservation de la diversité biologique

■ **Les indicateurs de performance environnementale du Plan Bleu**

Le Plan Bleu est un programme d'études du bassin méditerranéen, visant l'observation, l'évaluation et l'exploration des relations entre population, environnement et développement. Il possède donc une fonction d'observatoire méditerranéen pour l'environnement et le développement et a développé de nombreux projets autour de l'élaboration d'indicateurs :

- ◆ indicateurs thématiques par exemple sur l'eau, le tourisme, les espaces boisés ou les sols.
- ◆ indicateurs de performance environnementale, permettant l'évaluation des politiques ou des projets par rapport à des objectifs environnementaux
- ◆ indicateurs de développement durable, permettant non seulement de mesurer la performance environnementale, mais aussi d'intégrer les concepts de développement durable (développement économique et social et des générations futures) avec l'adoption d'un jeu commun de 130 indicateurs en 1999.

Parmi ces indicateurs, certains concernent également des thèmes abordés par le SOE. La plupart reprennent les indicateurs déjà définis par les Nations Unies (parfois sous un autre nom), mais d'autres ont été définis spécifiquement dans le cadre du Plan Bleu.

■ Le programme ROSELT (Réseau d'observatoires de surveillance écologique à long terme) de l'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS)

Le programme ROSELT est un **dispositif de surveillance environnementale à long terme**, basé sur l'acquisition répétitives de données écologiques au sens large ; il a pour finalité **l'amélioration des connaissances sur la désertification** (mécanismes, causes, conséquences, étendue), notamment par la définition de liens dynamiques entre les conditions biophysiques de la dégradation des terres (et la désertification d'une manière générale) et les modalités de vie des populations. Il vise ainsi à fournir aux acteurs du développement les outils appropriés, performants et harmonisés d'aide à la décision aux différents échelons nécessaires.

Il constitue à ce titre **l'élément principal des dispositifs nationaux de suivi de la désertification**, dans le cadre des Programmes d'Action Nationaux de Lutte Contre la Désertification (PAN/LCD).

Le système de suivi-évaluation du Plan d'Action National de lutte contre la désertification s'appuie sur un certain nombre d'indicateurs, à commencer par des **indicateurs de base** communs à tous les pays partenaires, dont le Mali la Mauritanie et le Sénégal, constituant l'information minimum indispensable pour rendre compte de l'évolution de la lutte contre la désertification, et élaborés par rapport aux deux objectifs fondamentaux de la lutte contre la désertification : **l'élimination de la pauvreté et la gestion durable des ressources naturelles**.

Les **indicateurs d'impact spécifiques** à chaque PAN sont directement déduits des objectifs et priorités propres à chaque pays. En tant que site pilote, dans le cadre de la mise en place du système, le Sénégal a proposé une liste d'indicateurs spécifiques portant sur cinq objectifs stratégiques :

- ◆ lutte contre la dégradation des sols
- ◆ régénération des formations naturelles dégradées
- ◆ amélioration de la sécurité alimentaire et contribution à la satisfaction des besoins en énergie domestique
- ◆ amélioration de l'accès à l'eau
- ◆ lutte contre les feux de brousse.

Certains de ces objectifs rejoignent donc les thématiques traitées par le SOE, et par conséquent certains indicateurs produits par ROSELT pourraient être utiles au SOE.

Une classification des indicateurs en fonction leur calculabilité a été retenue :

🚦 **indicateurs calculables** : indicateurs posant peu de problèmes aussi bien au niveau de la définition, de la précision qu'au niveau de la calculabilité ; ils s'apparentent le plus souvent aux indicateurs du développement durable ; selon la qualité des données disponibles dans les pays, ces indicateurs pourront, dans la deuxième phase du projet, soit être calculés, soit faire l'objet d'un programme de production de données complémentaires nécessaires à leur calcul ;

🚦 **indicateurs nécessitant des précisions** : indicateurs calculables, mais appelant à un effort de précision dans la définition, ou dans la méthodologie de calcul ; il existe en général dans le pays des indicateurs similaires mais aux dénominations différentes ;

- ✚ **indicateurs non calculables** : indicateurs qui pèchent par ambiguïté dans la définition ou manque de précision ; ils méritent un effort supplémentaire quant à leur précision, voire leur pertinence.

I.1.7. Indicateurs SOE

L'Observatoire de l'Environnement de l'OMVS s'en tient, par pragmatisme, à des indicateurs simples, calculables selon deux niveaux de précision : des **indicateurs ciblés** et des **indicateurs temporaires**.

- ✚ Les **indicateurs ciblés** ne sont pas des indicateurs théoriques; ce sont des indicateurs qui s'approchent au mieux des indicateurs idéaux définis par les experts scientifiques, compte tenu des données disponibles (à la date de la situation), de leur qualité, de leur homogénéité à l'échelle du bassin, de leur délai et condition d'acquisition par le Service de l'Observatoire, sans dénaturer l'objectif principal de suivi/évaluation de la problématique environnementale (ex : valeur semestrielle de la morbidité d'une maladie hydrique endémique). En l'absence de certaines données utiles au calcul de ces indicateurs ciblés, des indicateurs temporaires approchants sont proposés (ex : nombre de cas d'une maladie hydrique endémique par semestre)
- ✚ Les **indicateurs temporaires** doivent évoluer rapidement vers les indicateurs ciblés, au prix de la production et/ou fourniture des données utiles manquantes par les instances nationales concernées (ex : effectifs semestriels de population par région)

Les indicateurs ciblés sont appelés à évoluer vers les **indicateurs idéaux** : chaque collecte des données utiles à l'élaboration, à une date « t » d'actualisation des indicateurs, doit être accompagnée de la mise à jour des informations sur la chaîne de leur production de manière à permettre au Service de l'Observatoire d'appréhender les améliorations qu'il peut apporter à son suivi/évaluation des problématiques (ex : prise en compte de la valeur trimestrielle au lieu de semestrielle d'un paramètre, ...).

Classe 1

Ressource en eau et milieu Physique :

- Climatologie
- Eaux de surface (quantité)
- Eaux souterraines (quantité)
- Pédologie (dégradation des sols)

Classe 2

Milieu Naturel et Biodiversité :

- Zones Humides
- Couvert Végétal
- Végétaux envahissants
- Faune terrestre et aquatique
- Pédologie (dégradation des berges)

Classe 3

Economie et Population :

- Maladies hydriques humaines
- Maladies hydriques animales
- Activités halieutiques
- Activités hydroagricoles-cultures
- Activités hydroagricoles - élevage

Classe 4

Qualité des eaux :

- Eaux de surface (qualité)
- Eaux souterraines (qualité)
- Engrais et pesticides
- Mines et carrières

II. Problématiques environnementales

La démarche d'élaboration des **Notes Techniques de l'Observatoire** repose sur la mise en évidence, pour chaque thématique, d'une problématique environnementale non pas générale, *mais rapportée aux objectifs de l'observatoire, c'est-à-dire à l'évaluation des impacts environnementaux liés à la mise en œuvre dans le bassin du fleuve Sénégal des différents projets et programmes de développement de l'OMVS et des Etats membres.*

A chaque thématique SOE correspond une fiche qui expose la ou les **problématiques** (état de l'environnement) et décrit succinctement, quand elles sont connues, les causes du problème (**forces motrices et pressions**) ainsi que les mesures correctrices (**réponses**), quand elles existent.

Dans la plupart des cas, l'impact (au sens du modèle DPSIR) est difficile à définir (effets à moyen ou long terme) et les données associées sont rarement disponibles, par conséquent on se contentera de **centrer l'analyse autour des quatre (4) notions d'Etat, de Forces motrices – Pression – et de Réponse.**

La description de chaque problématique est structurée par des rubriques « standard » dont le contenu fait l'objet d'une définition précise présentée dans le modèle en page suivante.

II.1 Contenu des fiches

Thématique SOE « classe-thématique »

Problématique environnementale

Cette première rubrique consiste en une expression générique du problème posé, au sens de l'observatoire, qui est ainsi présenté de façon très succincte (une à trois lignes maximum). Il s'agit le plus souvent d'un constat simple, qui peut être complété et précisé par une énumération des répercussions environnementales, sociales ou économiques du problème (sous forme de mots clés entre parenthèses).

Tendance et étendue du phénomène (état, forces motrices et pressions, à dire d'expert)

Le premier paragraphe présente la tendance du phénomène énoncé dans la première rubrique : le constat réalisé est cette fois décrit avec plus de précision et, si les données disponibles le permettent, quantifié (état).

Le second paragraphe justifie que la problématique intéresse bien l'observatoire en faisant le lien avec les barrages et les aménagements. De manière générale, il explique l'existence de la problématique en en présentant les causes.

Le dernier paragraphe définit l'étendue ou la localisation géographique du phénomène.

Les acquis : Cette rubrique met en avant les avancées vis à vis de la problématique, exprimés en améliorations de l'état et justifiés par des diminutions des pressions ou des améliorations des réponses.

Les préoccupations pour l'avenir : Cette rubrique présente les reculs vis à vis de la problématique, exprimés en dégradation de l'état, et justifiés par des augmentations des pressions ou des lacunes en terme de réponses.

Catégories de mesures correctives en vigueur ou envisagées (réponses, à dire d'expert)

Cette rubrique énumère les mesures correctives selon 2 catégories :

Prévention : actions de prévention effectivement mises en place (préciser le nombre, la date de mise en place) ou envisagées à court terme.

Traitement : actions de traitement effectivement mises en place (préciser le nombre, la date de mise en place) ou envisagées à court terme.

Indicateurs de suivi/évaluation (état et réponses) :

Cette rubrique renvoie sur la fiche indicateurs correspondante, lorsqu'elle existe.

Autres indicateurs SOE à considérer (à dire d'expert)

Cette rubrique permet de faire le lien avec d'autres thématiques du SOE, en listant les thèmes, phénomènes ou indicateurs qui pourraient être mis en parallèle de la problématique traitée, dans le but de contribuer à la compréhension de la problématique environnementale (mise en évidence d'une relation de cause à effet, connue ou supposée) ou à l'anticipation de son évolution lorsque la relation est connue.

Autres indicateurs de référence intéressant potentiellement le SOE

Un tableau présente pour mémoire les indicateurs définis par les différents programmes précédemment décrits (ONU, Plan Bleu, ROSELT-OSS) et susceptibles d'intéresser le SOE. Il précise, en plus des intitulés des indicateurs, leur origine et l'objectif auquel ils se rattachent, ainsi que, si possible, leur définition. Dans certains cas l'institution chargée de produire l'indicateur est précisée.

Origine des indicateurs	Objectif	Indicateurs	Définition	Institution coordonnatrice

II.2 Thèmes prioritaires et actualisation des fiches

II.2.1 Tableau récapitulatif

Classe	THEMATIQUE SOE	DATE D'ACTUALISATION
1	RESSOURCE EN EAU ET MILIEU PHYSIQUE	
1-1	Climatologie	16/01/2005
1-2	Eaux de surface (quantité)	16/01/2005
1-3	Eaux souterraines (quantité)	15/12/2004
1-4	Pédologie – dégradation des sols	15/12/2004
2	MILIEU NATUREL ET BIODIVERSITE	
2-1	Zones humides	15/12/2004
2-2	Couvert végétal	15/12/2004
2-3	Végétaux envahissants	15/12/2004
2-4	Faune terrestre et aquatique	15/12/2004
2-5	Pédologie – dégradation des berges	15/12/2004
3	ECONOMIE ET POPULATION	
3-1	Maladies hydriques humaines	16/01/2005
3-2	Maladies hydriques animales	
3-3	Activités halieutiques	15/12/2004
3-4	Activités hydroagricoles - cultures	15/12/2004
3-5	Activités hydroagricoles - élevage	15/12/2004
4	QUALITE DES EAUX	
4-1	Eaux de surface (qualité)	15/12/2004
4-2	Eaux souterraines (qualité)	15/12/2004
4-3	Engrais et pesticides	15/12/2004
4-4	Mines et carrières	15/12/2004

Classe 1

Ressource en eau et milieu Physique :

- Climatologie
- Eaux de surface (quantité)
- Eaux souterraines (quantité)
- Pédologie (dégradation des sols)

Classe 2

Milieu Naturel et Biodiversité :

- Zones Humides
- Couvert Végétal
- Végétaux envahissants
- Faune terrestre et aquatique
- Pédologie (dégradation des berges)

Classe 3

Economie et Population :

- Maladies hydriques humaines
- Maladies hydriques animales
- Activités halieutiques
- Activités hydroagricoles-cultures
- Activités hydroagricoles - élevage

Classe 4

Qualité des eaux :

- Eaux de surface (qualité)
- Eaux souterraines (qualité)
- Engrais et pesticides
- Mines et carrières

II.2.2. Fiches détaillées

Climatologie 1-1

Problématique environnementale

Persistance de la sécheresse.

Tendance et étendue du phénomène (état, forces motrices et pression, à dire d'expert)

Durant les trente dernières années la pluviométrie a été marquée par une très forte baisse qui a installé les pays de l'espace OMVS dans une succession d'années à déficit hydrique chronique. La pluviométrie moyenne annuelle est variable dans le bassin, et diminue de l'amont (1000 à 2000 mm dans le Haut Bassin) vers l'aval (200 mm dans le Delta et la Basse Vallée).

Si l'année 2003 a été marquée par des pluies abondantes sur l'ensemble de l'espace OMVS, l'hivernage de l'année 2004 a été par contre caractérisée par un déficit pluviométrique exceptionnel dans le Haut Bassin du fleuve Sénégal.

Les acquis : Durant les dix dernières années, une reprise timide a été notée mais on ne peut pas réellement affirmer que la sécheresse soit terminée. Après la création du Comité Permanent Inter-Etats de Lutte Contre la Sécheresse au Sahel (CILSS) en 1973, les pays de la sous région ont entamé depuis 1994 le processus d'élaboration et de mise en œuvre de Plans d'Action Nationaux et un Plan d'Action sous régional de lutte contre la Désertification.

Les préoccupations pour l'avenir : La variabilité temporelle et spatiale des précipitations a des conséquences sur le régime des écoulements du fleuve et de ses affluents, et de ce fait, des répercussions non seulement écologiques mais aussi économiques. Si le défaut de pluviométrie persistait, il représenterait, malgré les programmes de lutte contre la sécheresse, en cours, un handicap majeur vis-à-vis des programmes et projets de développement mis en œuvre dans le bassin du fleuve Sénégal, mais aussi et surtout vis-à-vis de la sauvegarde des écosystèmes naturels.

Catégories de mesures correctives en vigueur ou envisagées (réponses, à dire d'experts)

Prévention :

- Construction du complexe Barrage de Diama et endiguements en 1986 d'une capacité d'environ 550 millions de m³
- Construction du Barrage de Manantali en 1987 avec une retenue d'une capacité de 11,5 milliards m³
- Construction d'ouvrages de 2^{ème} génération (Barrages de FELOU et GOUINA) et de retenues collinaires

Traitement :

- Optimisation de la gestion des ouvrages (POGR)
 - Reboisement et mise en défens ; pluies provoquées
-

Indicateurs de suivi/évaluation (état et réponses) : conférer fiche correspondante

Autres indicateurs SOE à considérer (à dire d'expert)

- Eaux de surface quantité (1.2) (débit du fleuve, superficie des zones inondées)
 - Eaux souterraines quantité (1.3) (niveau des nappes phréatiques)
 - Pédologie - dégradation des sols (1.4) (teneur en eau des sols, salinisation)
 - Couvert végétal (2.2) (lutte contre les feux de brousse ; reboisement)
 - Activités hydro-agricoles (3.4) (stress hydrique des végétaux, productivité des terres, production pastorale)
-

Autres indicateurs de référence intéressant potentiellement le SOE

Origine des indicateurs	Objectif	Indicateurs	Définition	Institution coordonnatrice
Indicateurs du développement durable (ONU)	Gestion des écosystèmes fragiles : lutte contre la désertification et la sécheresse	Indice national mensuel de la pluviosité	Moyenne nationale de la pluviosité mensuelle, pondérée par la moyenne à long terme de la pluviosité.	

Eaux de surface (quantité) 1-2

Problématiques environnementales

Forte diminution de la ressource disponible.

Scénarii hydrologiques exceptionnels (inondation des zones habitées, étiage sévère).

Tendance et étendue du phénomène (état, forces motrices et pressions, à dire d'expert)

La mesure des débits et des volumes écoulés traduit clairement un déficit des apports de 1972 à nos jours. En considérant la station de Bakel comme station témoin, la valeur du débit moyen annuel (module de débit) a diminué de plus de la moitié entre les 2 moitiés du siècle passé puis entre les 2 derniers quarts de siècle. Depuis la mise en service des barrages de Diama et de Manantali dès 1987, le module de débit était légèrement rehaussé par rapport au module des années 1972-1986 et le volume annuel écoulé n'était plus en régression. Les barrages permettaient de compenser en partie le déficit des apports en eau dû aux sécheresses.

Au contraire de l'année hydrologique 2003 qui a été marquée par d'importantes inondations, l'année 2004 se caractérise par l'absence de soutien de crue. C'est la première fois depuis la mise en eau des barrages de l'OMVS que le fleuve Sénégal connaît une telle irrégularité dans son régime hydrologique. Le maximum moyen journalier à Bakel a été atteint le 4 septembre 2004 avec une hauteur moyenne journalière de 683 cm. Il était de 1005 cm le 11 septembre 2003. De plus, malgré l'absence de soutien de crue, la cote normale de 208,5 m IGN n'a pas été atteinte cette année (2004) dans la retenue de Manantali. La cote maximale de la retenue observée en 2004 a été de 206,65 m IGN.

Les acquis :

- Mise en place de la Commission Permanente des Eaux et mise en œuvre des conclusions et recommandations du POGR
- Construction de digues de protection autour de certaines grandes agglomérations (Saint-Louis, Kaédi, etc.)
- Réalisation en 2003 d'un canal de délestage, sur la langue de Barbarie pour lutter contre les inondations de Saint Louis, dont les études d'impact en cours permettront d'appréhender les éventuelles conséquences sur l'environnement

Les préoccupations pour l'avenir : La variabilité temporelle et spatiale des précipitations a des conséquences sur le régime des écoulements du fleuve et de ses affluents, et en conséquence, des répercussions non seulement écologiques mais aussi économiques. Si le défaut de pluviométrie persistait, il représenterait un handicap majeur vis-à-vis des programmes et projets de développement du bassin du fleuve Sénégal mais aussi et surtout la sauvegarde des écosystèmes naturels de la zone. Ainsi, l'insuffisance de la connaissance des apports (affluents non contrôlés qui font environ 50% des apports) et la faible connaissance quantitative des usages nuisent à une gestion optimale des ressources en eau du fleuve Sénégal.

La mise en place d'un dispositif de suivi des impacts du canal de délestage de la Langue de Barbarie est nécessaire.

Catégories de mesures correctives en vigueur ou envisagées (réponses, à dire d'experts)

Prévention : Les importantes études menées jusqu'à présent permettent aujourd'hui de mieux connaître le fonctionnement hydraulique du fleuve Sénégal. Concernant le suivi du régime hydrologique du fleuve Sénégal, des réseaux de mesure existent. La base de donnée HYDRACCESS gérée la Division de la gestion des Ressources hydrauliques et de la Prévention des Risques (Département Technique de l'OMVS) permet l'archivage des données depuis 1903.

Un plan d'alerte, avec mise à jour des cotes d'alerte dans les grandes agglomérations, est en cours de réalisation et sera testé à l'hivernage 2005.

Traitement : Les produits (PROJEMAN, GESMAN), associés aux outils de modélisation (SIMULSEN, COREDIAM, ...) permettent à la Commission Permanente des Eaux d'édicter des mesures de gestion des ouvrages pour un fonctionnement optimisé du système hydrologique en rapport avec les besoins exprimés par les usagers.

Les études en cours ou à prévoir (analyse des prélèvements, tableau de bord pour la gestion des eaux, amélioration des connaissances du fonctionnement hydrologique des affluents, déversoirs latéraux, remise en eau des cuvettes) permettront d'améliorer et optimiser cette gestion.

Indicateurs de suivi/évaluation (état et réponses) : conférer fiche correspondante

Autres indicateurs SOE à considérer (à dire d'expert)

- Eaux de surface qualité (4.1) (pollution des eaux)
 - Eaux souterraines quantité (1.3) et qualité (4.2) (niveau des nappes phréatiques, pollution des eaux)
 - Activités hydro-agricoles (3.4) (prélèvements, consommation en eau)
 - Climatologie (sécheresse)
 - Végétaux envahissants (consommation en eau)
-

Autres indicateurs de référence intéressant potentiellement le SOE

Néant.

Eaux souterraines (quantité) 1-3

Problématique environnementale

Baisse du renouvellement de la ressource.

Tendance et étendue du phénomène (état, forces motrices et pressions, à dire d'expert)

Les effets de la gestion du fleuve sur les eaux souterraines sont principalement sensibles sur la nappe alluviale. La diminution des phénomènes de recharge en eau des nappes consécutive aux sécheresses répétées a conduit à un abaissement du niveau des nappes. Le régime hydrologique quasi-artificiel du fleuve Sénégal depuis la mise en service des barrages compense en partie ce déficit mais les phénomènes de recharge des nappes sont modifiés par endroit.

Dans la partie aval de la Vallée, notamment au niveau du Delta, le relèvement de la nappe généré par le plan d'eau à l'amont du barrage de Diama, peut s'accompagner d'hydromorphie.

Le fleuve est constamment en position d'alimentation de la nappe alluviale sur le tronçon Bakel-Saldé. En revanche, à l'aval de Saldé, le fleuve est tantôt en position d'alimentation, tantôt alimenté, suivant que le niveau de l'eau dans le fleuve est ou non supérieur au niveau de l'eau dans la nappe.

Les acquis : Un réseau de suivi piézométrique dense mis en place par l'OMVS a permis d'acquérir des données de référence sur la période 1985-1989. A la date d'aujourd'hui, chaque pays dispose d'un réseau minimum capable de fournir quelques données localisées en plus des 30 à 40 piézos réhabilités et régulièrement suivis par la SAED dans le Delta)

Les préoccupations pour l'avenir :

- La baisse continue des nappes actuellement observée par endroits est susceptible de nuire à l'exploitation de la ressource. En l'absence d'un suivi de l'évolution de ces nappes, la surexploitation de la ressource risque de mener à la détérioration irréversible du potentiel exploitable. Seule une gestion durable de la ressource est à même de garantir un maintien de ce potentiel essentiel pour une partie de la population et des activités socio-économiques du bassin.
- Actuellement les prélèvements sont insuffisamment réglementés et surtout mal connus.

Catégories de mesures correctives en vigueur ou envisagées (réponses, à dire d'experts)

Prévention : Néant.

Traitement : Néant.

Indicateurs de suivi/évaluation (état et réponses) : conférer fiche correspondante

Autres indicateurs SOE à considérer (à dire d'expert)

- Eaux souterraines qualité (4.2) (pollution des eaux, salinité)
- Eaux de surface quantité (1.2) et qualité (4.1) (niveau des eaux, pollution des eaux)
- Climatologie (1.1) (hauteurs des précipitations)
- Activités hydro-agricoles (3.4) (superficie des zones irriguées, consommation en eau)
- Elevage (3.5) (consommation en eau)
- Pédologie – dégradation des sols (1.4) (salinisation et alcalinisation des sols, teneur en eau, perméabilité)

Autres indicateurs de référence intéressant potentiellement le SOE

Néant.

Pédologie - dégradation des sols 1-4

Problématique environnementale

Dégradations des sols (baisse du potentiel agricole des sols, modification de la biodiversité écologique).

Tendance et étendue du phénomène (état, forces motrices et pressions, à dire d'expert)

Suite à l'évolution climatique et à l'adoption de nouvelles méthodes de mise en valeur agricole, les sols sont soumis de manière générale à la pratique d'une agriculture extensive plutôt qu'intensive favorisant ainsi un appauvrissement des terres accompagné d'une érosion et d'un compactage des sols.

Les facteurs visibles de la dégradation des sols sont :

- la salinisation et l'alcalinisation des sols ;
- l'érosion éolienne, l'érosion hydrique et l'érosion des berges ;
- l'ensablement et colmatage des canaux.

Les acquis : La prise de conscience de l'importance de la qualité des sols pour le développement de la vallée semble aujourd'hui acquise.

Les préoccupations pour l'avenir : Un développement incontrôlé de l'irrigation pourrait à long terme amener à une perte de fertilité des sols. La lutte contre la dégradation des sols à l'échelle de la vallée est une condition nécessaire au maintien du potentiel agricole de la vallée du fleuve Sénégal. Enfin, l'ampleur du phénomène et des conséquences à long terme pour le développement du bassin restent pour le moment méconnus de manière précise.

Catégories de mesures correctives en vigueur (réponses, à dire d'experts)

Prévention et traitement : Des actions de suivi et de lutte sont ponctuellement menées dans le cadre de projets de biodiversité et de lutte contre l'érosion éolienne et la désertification.

Indicateurs de suivi/évaluation (état et réponses) : en cours de construction

Autres indicateurs SOE à considérer (à dire d'expert)

- Eaux de surface quantité (1.2) et qualité (4.1) (superficie des zones inondées, durée des crues, pollution des eaux)
- Eaux souterraines quantité (1.3) et qualité (4.2) (niveau des nappes phréatiques, pollution des eaux)
- Climatologie (1.1) (hauteurs de précipitation)
- Activités hydro-agricoles (3.4) (superficie des zones irriguées, prélèvements en eau)
- Couvert végétal (2.2) (reforestation)
- Zone humide (2.1)
- Elevage (3.5) (fréquentation des troupeaux)

Autres indicateurs de référence intéressant potentiellement le SOE

Origine des indicateurs	Objectif	Indicateurs	Définition	Institution coordonnatrice
Indicateurs du développement durable (ONU)	Conception intégrée de la planification et de la gestion des terres	Modifications des conditions des terres	Changements dans l'état, l'adéquation et la nature des ressources terrestres, ventilés par type et emplacement géographique.	
	Promotion d'un développement agricole et rural durable	Terres touchées par des infiltrations d'eau salée et la sursaturation en eau	Superficie totale affectée en hectares par rapport à la superficie totale des terres	
Indicateurs de base (OSS)	Gestion des ressources naturelles	Vulnérabilité des sols	Pas de définition précise	ISRA
Indicateurs spécifiques Sénégal (OSS)	Lutte contre la dégradation des sols	Taux de superficie récupérée par rapport à la superficie dégradée	Pas de définition précise	ISRA
		Productivité des sols	Pas de définition précise	Direction de l'Agriculture

Zones humides 2-1

Problématique environnementale

Réduction et dégradation des zones humides naturelles (perte de biodiversité, développement des végétaux envahissants, réduction des pâturages, diminution de la productivité des milieux).

Tendance et étendue du phénomène (état, forces motrices et pressions, à dire d'expert)

Les surfaces des zones humides de la vallée du Sénégal diminuent, et celles qui demeurent sont globalement dégradées. Cette dégradation se traduit, en amont de Diama, par des phénomènes d'eutrophisation et une homogénéisation des écosystèmes ; en aval de Diama au contraire, on constate plutôt une augmentation de la salinité et un assèchement périodique de zones anciennement inondées.

L'aménagement des grands barrages et des digues, en réduisant les débits et en assurant la régulation des crues, a en effet profondément modifié les conditions d'inondation dans la vallée et par là même l'alimentation en eau des zones humides naturelles ; le barrage de Diama, en empêchant les remontées d'eau salée dans le fleuve, supprime en outre les variations de salinité, source d'équilibre et de diversité écologique. Enfin, le développement des zones humides artificielles (cultures irriguées), est réalisé au détriment des zones humides naturelles.

Par ailleurs, les facteurs climatiques (sécheresse), la surexploitation des ressources naturelles (pêche, chasse, surpâturage) et les activités humaines (pollution) contribuent à la dégradation des écosystèmes humides.

Le phénomène est étendu à l'ensemble de la plaine d'inondation du fleuve, ainsi qu'aux étangs de Magui et Lere, aux bas-fonds de Kayes, à la cuvette du Ndiaël, aux Lacs de Guiers et de R'kiz.

Les acquis : Existence d'un plan de gestion du PND (depuis 1994).

Les préoccupations pour l'avenir : Les pénuries d'eau et de terres liées à l'augmentation de la pression démographique et de la pauvreté, cumulées à un défaut de plans de gestion dans les zones protégées, laissent craindre une diminution de plus en plus importante des zones humides (diminution des ressources naturelles, réduction des pâturages, etc.) et des avantages qu'elles offrent

Catégories de mesures correctives en vigueur ou envisagées (réponses, à dire d'experts)

Prévention : mise en place de zones protégées (réserves, parcs – 30 000 ha classés en site Ramsar dans le Delta depuis 1977) et de plans de gestion ; campagnes de sensibilisation des populations à l'exploitation durable des ressources

Traitement : restauration des écosystèmes deltaïques par imitation des crues naturelles ; remise en eau de secteurs asséchés.

Indicateurs de suivi / évaluation (état et réponses) : en cours de construction

Autres indicateurs SOE à considérer (à dire d'expert)

- Climatologie (sécheresse)
 - Eaux de surface – qualité (pollution des eaux)
 - Activités hydroagricoles - élevage (surfaces de pâturages, densités animales)
 - Activités hydroagricoles – cultures (évolution des surfaces agricoles)
 - Couvert végétal (diminution de la surface boisée, espèces menacées)
 - Végétaux envahissants (évolution des surfaces envahies)
 - Faune terrestre et aquatique (disparition d'espèces)
-

Autres indicateurs de référence intéressant potentiellement le SOE

Origine des indicateurs	Objectif	Indicateurs	Définition	Institution coordonnatrice
Indicateurs du développement durable (Plan Bleu)		Superficie des zones humides		

Couvert végétal 2-2

Problématique environnementale

Régression et dégradation du couvert forestier et de la savane (entraînant une perte de biodiversité, la destruction d'habitats, la diminution du potentiel ligneux, l'érosion des sols).

Tendance et étendue du phénomène (état, forces motrices et pressions, à dire d'expert)

La diminution des surfaces de forêt et de savane est estimée au niveau national. Ainsi on estime que le Sénégal a perdu 800 000 ha de forêt en 10 ans (entre 1981 et 1990), que le Mali voit disparaître 100 000 ha de forêt chaque année, et la Mauritanie, environ 10 000 ha par an. Le bassin du Fleuve Sénégal concentrant une partie importante des surfaces boisées des trois pays et en particulier de la Mauritanie (dont il constitue l'essentiel des ressources forestières), on peut supposer que la tendance est également à la diminution. Certaines formations spécifiques de la vallée du Sénégal, en particulier les goniakaies, tendent à disparaître.

Les facteurs de cette régression sont à la fois naturels (sécheresse, salinisation des sols) et anthropiques : modification des conditions d'inondation et défrichements agricoles, surexploitation pour l'alimentation des villes en bois de feu et en charbon de bois, feux de brousse et surpâturage. La plupart des zones dégradées sont abandonnées sans effort de reforestation.

Dans le bassin, les zones les plus concernées par le déboisement sont les hautes terres (Massif du Fouta Djallon) et les environs du Barrage de Manantali, au Mali, mais le phénomène existe tout le long de la vallée.

Les acquis : x ha reboisés au Sénégal depuis 2000

Les préoccupations pour l'avenir : l'accroissement de la demande en bois de feu et charbon de bois, qui restent les principales sources d'énergie, et la persistance de pratiques agricoles traditionnelles, mais non durables, rend peu probable un infléchissement de la perte du potentiel ligneux, d'autant plus que les actions de reboisement existantes sont insuffisantes.

Catégories de mesures correctives en vigueur ou envisagées (réponses, à dire d'experts)

Prévention : classement des forêts, campagnes de sensibilisation vis à vis des feux de brousse, campagnes de promotion d'énergies de substitution (butane)

Traitement : actions de reboisement, réalisation de pare-feux

Indicateurs de suivi/évaluation (état et réponses) : en cours de construction

Autres indicateurs à considérer (à dire d'expert)

- Climatologie (sécheresse)
 - Activités hydro-agricoles - élevage (densités animales)
 - Activités hydro-agricoles – cultures (surfaces cultivées)
 - Zones humides (diminution des surfaces)
 - Pédologie – dégradation des sols (érosion)
-

Autres indicateurs de référence intéressant potentiellement le SOE

Origine des indicateurs	Objectif	Indicateurs	Définition	Institution coordonnatrice
Indicateurs du développement durable (ONU / Plan Bleu)	Préservation de la diversité biologique	Espèces menacées en % du des espèces indigènes totales / <i>Espèces menacées de disparition</i>	Nombre d'espèces menacées d'extinction en % du chiffre total des espèces indigènes (pour chaque classe végétale et pour l'ensemble des classes)	
	Lutte contre le déboisement	Taux de déboisement / <i>Indice d'exploitation des ressources forestières</i>	Volume total des abattages en % du renouvellement net des forêts (accroissement naturel)	
		Modification des terres boisées / <i>Surface forestière</i>	Evolution dans le temps de la superficie des terres boisées naturelles et plantées.	
		Pourcentage des terres boisées gérées	Pourcentage de la superficie boisée totale concernée par des plans de gestion des forêts approuvés officiellement et effectivement mis en oeuvre	
		Terres boisées protégées en % des terres boisées totales / <i>Taux de protection des forêts</i>	Pourcentage de la superficie boisée totale protégée (consacrée à la protection et au maintien de la biodiversité)	
		<i>Superficies incendiées par an</i>		
Indicateurs de base (OSS)	Gestion des ressources naturelles	Evolution du couvert végétal	Pas de définition précise disponible	CSE
		Evolution de la biomasse végétale	Pas de définition précise disponible	CSE
Indicateurs spécifiques Sénégal (OSS)	Régénération des formations naturelles dégradées	Taux de régénération	Pas de définition précise disponible	DEFCCS
		Augmentation de la diversité biologique	Pas de définition précise disponible	ISE
	Lutte contre les feux de brousse	Nombre de cas (fréquence)	Pas de définition précise disponible	CSE
		Superficie brûlée	Pas de définition précise disponible	CSE

Végétaux envahissants 2-3

Problématique environnementale

Invasion de la vallée par les végétaux envahissants (gène pour l'agriculture, la pêche, déséquilibre des écosystèmes, dégradation de la qualité de l'eau, développement des maladies hydriques).

Consommation importante d'eau par évapotranspiration.

Tendance et étendue du phénomène (état, forces motrices et pressions, à dire d'expert)

Différentes espèces envahissantes se développent de manière excessive, en particulier les Roseaux (*Typha* depuis les années 50, *Phragmites* depuis les années 80), la Laitue d'eau (depuis le début des années 90) et la Fougère d'eau (depuis 1999). La surface totale envahie par les végétaux était estimée en 2001 à 100 245 ha, soit 24% de la surface totale du périmètre concerné. La vitesse de progression du typha est de 10% par an.

Ce phénomène est lié à la diminution des variations annuelles de la salinité ainsi qu'à l'élévation et à la stabilisation du niveau des eaux induites par les aménagements, qui ont favorisé l'extension d'espèces végétales, soit déjà présentes - mais dont le développement était auparavant limité par l'alternance entre l'eau salée et l'eau douce, soit introduites accidentellement.

L'invasion est localisée au niveau des Lac de Guiers et de Rkiz, dans le delta et la moyenne-vallée jusqu'à Podor.

Les acquis : Les actions de lutte contre la Fougère d'eau, menées dès son apparition, ont permis une éradication presque totale de cette espèce.

Les préoccupations pour l'avenir : De par son taux d'extension élevé, le Typha représente actuellement la principale menace, mais les autres espèces doivent également être surveillées. La Jacinthe d'eau, jusqu'ici absente de la vallée, aurait fait son apparition à Manantali en 2003.

Catégories de mesures correctives en vigueur ou envisagées (réponses, à dire d'experts)

Prévention : Actions de surveillance localisées (Parc du Diawling)

Traitement : Actions de lutte mécanique, biologique ou chimique

Indicateurs de suivi/évaluation (état et réponses) : en cours de construction

Autres indicateurs SOE à considérer (à dire d'expert)

- Eaux superficielles – qualité (taux de salinisation de l'eau, dégradation générale de la qualité)
- Eaux superficielles – quantité (variations du niveau des eaux)
- Maladies hydriques humaines (développement du paludisme et de la bilharziose)

Autres indicateurs de référence intéressant potentiellement le SOE

Néant.

Faune terrestre et aquatique 2-4

Problématique environnementale

Réduction de la biodiversité et disparition de nombreuses espèces de faune terrestre (impact négatif sur le tourisme de chasse)

Modification du paysage ichtyologique du fleuve depuis l'implantation des barrages

Tendance et étendue du phénomène (état, forces motrices et pressions, à dire d'expert)

- **Faune terrestre** : le fleuve Sénégal apparaît comme le dernier oasis, le plus au nord avant le désert, et détermine ainsi la présence de la faune et de l'avifaune. Aujourd'hui, il apparaît que la grande faune est amputée de certaines espèces (girafe, damalisque, gazelle dama) et d'autres fortement menacées de disparition (pélican, cigogne)

L'aménagement des grands barrages et des digues a eu pour effet d'assécher certaines zones humides naturelles, de conduire à une dégradation du couvert végétal par endroits (établissement de réseaux d'irrigation) mais également à des modifications de la salinisation des eaux dans le delta (adoucissement des eaux sur le Parc national du Diawling et sur celui des Oiseaux du Djoudj ou salinisation des terres rendant impropre l'eau à la consommation animale). Ces différents facteurs influent directement sur les zones d'habitat de la faune terrestre et de ce fait conduisent à une modification de la biodiversité.

Par ailleurs, la pression cynégétique est en augmentation. Sur le delta, où la pression est forte en rive gauche, elle est due à l'ouverture du delta aux aménagements hydro-agricoles qui s'est accompagnée du passage à l'économie marchande. En général, les populations ne pratiquent pas la chasse légale mais servent de guides dans le cadre du tourisme cynégétique. A l'amont, la création de routes desservant Manantali, accroît l'accessibilité aux terres hautes et de ce fait augmente la pratique de chasse.

Le phénomène de perte de biodiversité est étendu à l'ensemble de la plaine d'inondation du fleuve, ainsi qu'aux étangs de Magui et Lere, aux bas-fonds de Kayes, à la cuvette du Ndiaël, aux Lacs de Guiers et de Rkiz. Les zones protégées, sont dans l'ensemble concernées par cette problématique (il s'agit également des zones suivies)

la chasse est pratiquée surtout sur la rive gauche du delta et sur le site de Keur-Macène en Mauritanie.

- **Population piscicole** : Avec la construction des barrages, le secteur compris entre les deux ouvrages est devenu un immense lac artificiel dulçaquicole permanent. Les espèces saumâtres ne peuvent plus remonter en amont du barrage de Diama et des espèces ont disparu (seul le peuplement estuarien à large spectre de tolérance en salinité se rencontre encore). Parallèlement, des espèces sont apparues et de nombreuses espèces profitent de l'inondation des plaines et cuvettes pour s'y reproduire.

Le phénomène s'étend à l'ensemble du fleuve mais est surtout visible sur l'aval.

Les acquis : Une gestion concertée a permis de restaurer le Parc National du Diawling.

Au Sénégal, les zones amodiées à la chasse permettent de limiter l'emprise géographique de la pression cynégétique. La chasse est interdite dans le secteur de Podor.

Repeuplement de certaines espèces dans les Parcs Nationaux et par des opérateurs privés.

Adaptation de la ressource piscicole aux modifications hydrologiques de ces dernières décennies

Les préoccupations pour l'avenir : Manque de gestion et de protection des zones humides, laissent craindre une diminution de plus en plus importante.

Disparition d'espèces terrestres.

Les risques de détérioration de la qualité de l'eau sont une menace permanente pour la ressource ichtyologique. La survie des espèces et leur bon développement dépendent également de l'évolution annuelle nécessaire du régime hydrologique du fleuve. L'absence de soutien de crue pour l'année 2004 présage une diminution future de la ressource.

Catégories de mesures correctives en vigueur (réponses, à dire d'experts)

Prévention : Nombreuses zones protégées par la création de Parcs et réserves surtout dans le Delta (95% des oiseaux se concentrent dans le PND et le PNOD), mais également dans la haute vallée (8 parcs et réserves représentant plus de 667 000 ha). Mise en place de zones amodiées à la chasse essentiellement en rive gauche aval du fleuve.

Traitement : restauration des écosystèmes deltaïques par imitation des crues naturelles ; remise en eau de secteurs asséchés et gestion conjointe (aspect économique et environnementaux)

Indicateurs de suivi/évaluation (état et réponses) : en cours de construction

Autres indicateurs SOE à considérer (à dire d'expert)

- zones humides (assèchement)
- couvert végétal (forêt)
- activités halieutiques

Autres indicateurs de référence intéressant potentiellement le SOE

Origine des indicateurs	Objectif	Indicateurs	Définition - Intérêt	Institution coordonnatrice
Indicateurs du développement durable (ONU)	Préservation de la diversité biologique	Espèces menacées en % des espèces indigènes totales (pour chaque classe animale et pour l'ensemble des classes)	Indicateur de situation, qui permet de représenter le maintien ou la perte de la diversité des espèces. (les espèces menacées sont définies par l'UICN).	
		Superficie protégée en pourcentage de la surface totale des terres émergées (+ eaux douces)	Indicateur d'action, représente la mesure dans la quelle les zones importantes sont protégées contre les utilisations incompatibles.	
Indicateurs de base OSS	Gestion des ressources naturelles	Biodiversité animale	Pas de définition précise disponible	Direction des Parcs Nationaux
Indicateurs spécifiques OSS Sénégal	Régénération des formations naturelles dégradées	Augmentation de la diversité biologique	Pas de définition précise disponible	ISE

Pédologie - dégradation des berges 2-5

Problématique environnementale

Dégradations des berges du fleuve Sénégal.

Tendance et étendue du phénomène (état, forces motrices et pressions, à dire d'expert)

L'érosion hydrique et l'érosion par ravinement sont responsables de la perte de stabilité des berges du fleuve.

Lors des fortes crues de 2003, plusieurs habitations situées à proximité du fleuve Sénégal ont été menacées d'effondrement ou se sont effondrées suite à l'érosion des berges du fleuve. Ces dégradations ont été très préoccupantes au Mali.

Un autre facteur de dégradation des berges est le passage des troupeaux pour atteindre les points d'abreuvement le long du fleuve.

Les acquis : La Direction Régionale de la Conservation de la Nature de Kayes (Mali) procède à des campagnes annuelles de mesures sur l'érosion des berges dans la partie malienne du bassin (Haut Bassin)

Les préoccupations pour l'avenir : si le processus de dégradation des berges continue au rythme actuel, cela pourrait constituer à court ou moyen terme une sérieuse menace pour tous les projets et programmes socio-économiques en cours ou envisagés dans le haut bassin, notamment au niveau des plateaux qui sont aux abords immédiats du cours d'eau représentant les parties qui renferment le plus de potentialités de développement dans la zone concernée

Catégories de mesures correctives en vigueur ou envisagées (réponses, à dire d'experts)

Prévention : – mener une étude approfondie sur la dégradation des berges qui permettra d'avoir une carte détaillée des zones à risques afin de pouvoir mettre en place un dispositif de suivi et d'alerte.

Etudier avec les services compétents du Mali les techniques les plus efficaces et les plus adaptées à la fixation des berges

Traitement : - des actions de protection anti-érosive sont menées à travers des projets et programmes par les services techniques de l'Etat en rapport avec les populations

Indicateurs de suivi/évaluation (état et réponses) : en cours de construction

Autres indicateurs SOE à considérer (à dire d'expert)

- Eaux de surface quantité (1.2) (débit du fleuve)
 - Climatologie (1.1) (hauteurs des précipitations)
 - Elevage (3.5) (points d'abreuvement des troupeaux)
 - Végétaux aquatiques envahissants (2.3) (linéaire envahi des berges)
-

Autres indicateurs de référence intéressant potentiellement le SOE

Néant.

Maladies hydriques humaines 3-1

Problématique environnementale

- Recrudescence de certaines maladies hydriques humaines endémiques (1. Paludisme ; 2. Bilharziose intestinale ; 3. Bilharziose urinaire ; 4. Diarrhées)
- Risque de propagation d'épidémies de maladies hydriques (1. Fièvre jaune ; 2. Choléra ; 3. Poliomyélite ; 4. Shigellose)
- Risque de maladies par contamination chimique (mortalité infantile, malformations congénitales, interruptions de grossesse)

Tendance et étendue du phénomène (état, forces motrices et pressions, à dire d'expert)

Maladies endémiques

Augmentation générale et conséquente du paludisme dans la vallée avec apparition de formes graves en Mauritanie le long du fleuve.

Développement préoccupant de la bilharziose intestinale au Sénégal alors qu'elle est désormais absente au Mali, hors zone de proximité de Manantali; en Mauritanie, pas de formes graves signalées car le traitement au praziquantel est systématiquement appliqué, même en l'absence de diagnostic biologique.

NB : les premiers cas de Bilharziose sont apparus en 1988 à Richard Toll, 2 ans après la construction du barrage de Diama

Le couvert végétal hydrique, hôte des douves, et la présence de vecteurs et mollusques constituent des facteurs aggravants.

Les acquis : La dracunculose est en voie de certification d'éradication, notamment au Sénégal. L'onchocercose est en très nette régression grâce aux traitements de masse entrepris depuis quelques années.

Les préoccupations pour l'avenir : Le paludisme persiste malgré les programmes de lutte en place (large accès aux médicaments antipaludiques en Mauritanie, sensibilisation à l'utilisation de moustiquaires imprégnées au Sénégal).

La bilharziose urinaire reprendrait au Mali après une tendance à la baisse ; en Mauritanie, la situation est inconnue : les sujets atteints ne consultent pas car elle n'est pas perçue comme une maladie. Les filarioses lymphatiques, véhiculées par les moustiques, mériteraient une attention particulière

Maladies à potentiel épidémique

Quelques cas de fièvre jaune au Sénégal en 2002, qui ont motivé une large campagne de vaccination.

Quelques cas de choléra au Sénégal en 2004

Les acquis : Pas d'épidémie de fièvre de la vallée du Rift depuis plusieurs années

Les préoccupations pour l'avenir : Les cas de choléra apparus au Sénégal en 2004 nécessitent d'être vigilants dans l'exploitation des données collectées par les réseaux existants de suivi des maladies. La fièvre de la vallée du Rift et la fièvre hémorragique Crimée-Congo méritent également vigilance

Maladies par contamination

Ces maladies résultent de l'utilisation de produits chimiques liées à diverses activités (exploitation des mines ; périmètres irrigués ; activités industrielles ; activités artisanales)

Les acquis : néant

Les préoccupations pour l'avenir :

- risques d'intoxication dus à l'utilisation massive de pesticides dans le cadre de la lutte anti-acridienne en 2004 ou, de façon générale, d'engrais et pesticides dans l'agriculture irriguée
 - mise en exploitation de nouveaux sites d'extraction minière au Mali
-

Catégories de mesures correctives en vigueur ou envisagées (réponses, à dire d'experts)

Prévention : campagnes de sensibilisation ; campagnes de vaccination

Traitement : alertes épidémiques ; programmes de lutte (distribution par l'OMVS de praziquantel ; moustiquaires imprégnées)

Indicateurs de suivi / évaluation (état et réponses) : conférer fiche correspondante

Autres indicateurs SOE à considérer (à dire d'expert)

- maladies hydriques animales (fièvre de la vallée du Rift)
 - eaux de surface et eaux souterraines (qualité)
 - couvert végétal (douve)
 - faune aquatique et végétaux envahissants (vecteurs et mollusques)
 - population (mouvements)
 - engrais et pesticides
-

Autres indicateurs de référence intéressant potentiellement le SOE

Néant

Activités halieutiques 3-3

Problématique environnementale

Instabilité du potentiel halieutique.

Tendance et étendue du phénomène (état, forces motrices et pressions, à dire d'expert)

Les quantités des produits de la pêche et le nombre de pêcheurs sont aujourd'hui constantes ou à la hausse. La dépendance d'une partie de la population aux activités de pêche crée un risque de surexploitation de la ressource. La surexploitation et dégradation de l'environnement en période de reproduction peuvent inverser la tendance.

Les acquis : Le poisson constitue la principale source de revenu économique pour diverses communautés autochtones et migrantes. Seule une gestion optimale du fleuve peut assurer le développement du potentiel halieutique du fleuve.

Les préoccupations pour l'avenir : Les ressources halieutiques restent un moyen de subsistance pour une population importante du fleuve. Une meilleure évaluation et un suivi des ressources halieutiques s'avèrent primordiales pour assurer la préservation de cette ressource. La faiblesse de la valorisation des produits (pas de chaîne du froid, infrastructures de conditionnement et de stockage...), l'enclavement et le manque de moyen de transport freinent le développement de ce secteur d'activité.

Catégories de mesures correctives en vigueur ou envisagées (réponses, à dire d'experts)

Prévention : la prise en compte de contraintes environnementales dans la gestion des barrages doit permettre pour des conditions climatologiques normales de garantir un maintien des ressources halieutiques.

Traitement : respect du débit sanitaire dans les consignes de gestion des ouvrages

Indicateurs de suivi/évaluation (état et réponses) : en cours de construction

Autres indicateurs à considérer (à dire d'expert)

- Eaux de surface quantité (1.2) et qualité (4.1) (superficie des zones inondées, durée des crues, débit du fleuve, pollution des eaux)
 - Faunes terrestre et aquatique (2.4) (diversité des espèces halieutiques, renouvellement de la ressource)
 - Zones humides (2.1)
-

Autres indicateurs de référence intéressant potentiellement le SOE

Néant.

Activités hydroagricoles (cultures irriguées) 3-4

Problématiques environnementales

Forte pression sur les terres à potentiel agricole (dégradation et salinisation des sols)

Modification de l'occupation des sols (compétition entre les usages agriculture / élevage)

Forte consommation d'eau.

Tendance et étendue du phénomène (état, forces motrices et pression, à dire d'expert)

Les surfaces irriguées sont en augmentation constante (+ 100 000 ha entre 1980 et 1996), ce qui se traduit par des modifications de l'occupation des sols et une consommation d'eau accrue, et les normes techniques concernant la conception des activités hydroagricoles ne sont pas respectées.

L'implantation des barrages a permis le développement des cultures irriguées durant l'hivernage, en particulier du riz, qui est la culture la mieux adaptée à la majeure partie des zones irrigables, la salinité des sols limitant les possibilités de diversification. En se développant au détriment des cultures traditionnelles et des pâturages, les cultures irriguées sont la cause de nombreux conflits entre agriculteurs et éleveurs.

D'autre part, certains aménagements individuels privés (hors sociétés d'encadrement) ne satisfont pas aux règles classiques d'exploitation. Leur faible productivité ne permet pas de rentabiliser les aménagements, et encore moins de les entretenir, ce qui conduit à l'abandon de nombre d'entre eux ; une part importante des surfaces aménagées n'est donc pas cultivée, sans pour autant être utilisée pour d'autres usages.

Par ailleurs, certaines pratiques culturelles telles que l'exportation des pailles pour l'élevage, l'extension des cultures de diversification exondées et l'absence de réseau d'évacuation des sels lessivés sont source d'une dégradation des sols par appauvrissement et salinisation, ce qui entraîne une diminution des rendements.

Enfin, la consommation d'eau est importante non seulement sous l'effet de l'augmentation des surfaces irriguées, mais aussi sous l'influence de différents facteurs tels que les techniques d'irrigation utilisées, plus ou moins économes en eau, l'état des aménagements ou encore l'encombrement des axes hydrauliques par les végétaux qui, en réduisant l'hydraulicité, entraîne une surconsommation d'eau,

Les acquis :

- Existence de sociétés d'encadrement (PDIAM-Mali-, SONADER, SAED)
- Renforcement des compétences des producteurs (professionnalisation, création d'associations paysannes, ...)
- Introduction de nouvelles espèces, diversification des cultures et amélioration des techniques d'irrigation (aspersion, ...)
- Lutte mécanique et éradication de certains végétaux
- Intégration du volet reboisement dans les nouveaux périmètres irrigués
- Création de Centres de Gestion pour les Organisations paysannes
- Développement de filières agricoles dirigées par les producteurs

Les préoccupations pour l'avenir :

- Les rendements de la saison 2004-2005 ont été sensiblement affectés par le péril acridien dans le bassin du fleuve Sénégal qui doit désormais constituer une préoccupation pour l'avenir
- l'avancée du désert entraîne l'ensablement des axes hydrauliques
- Malgré la régularisation partielle du fleuve Sénégal, les inondations persistent et causent des dégâts énormes sur les activités hydro-agricoles

- Non participation effective de certains usagers dans le paiement de la redevance hydraulique. A cet effet des mécanismes pour une meilleure gestion de l'eau dans toutes ses composantes doivent être mis en place.
- La collecte et le traitement des eaux de drainage sont inexistantes ou insuffisantes
- La lutte contre les végétaux envahissants dans les axes hydrauliques est insuffisante ou inefficace
- Le développement des cultures irriguées continue au détriment d'autres usages moins dégradants pour les sols et moins consommateurs d'eau

Catégories de mesures correctives en vigueur ou envisagées (réponses, à dire d'experts)

Prévention :

- Amélioration des pratiques culturales (recherche agronomique)
- Campagnes de sensibilisation pour l'économie d'eau
- Amélioration de l'aménagement de l'espace (parcours du bétail, ...)

Traitement :

- Campagnes de nettoyage des axes hydrauliques
- Construction de l'émissaire Delta (tranche A)
- Optimisation de la gestion des réservoirs

Indicateurs de suivi/évaluation (état et réponses) : conférer fiche correspondante

Autres indicateurs SOE à considérer (à dire d'expert)

- Eaux de surface – qualité (pollution des eaux)
- Engrais et pesticides (quantités utilisées)
- Sols (salinisation, dégradation)
- Végétaux aquatiques envahissants (consommation d'eau, actions de lutte)
- Maladies hydriques (taux de prévalence)
- Activités hydro-agricoles – élevage (surfaces de pâturages)

Autres indicateurs de référence intéressant potentiellement le SOE

Origine des indicateurs	Objectif	Indicateurs	Définition	Institution coordonnatrice
Indicateurs du développement durable (ONU/ Plan Bleu)	Conception intégrée de la planification et de la gestion des terres	Changements d'utilisation des sols / <i>Evolution de l'utilisation des sols</i>	Changement au fil du temps dans la distribution des utilisations du sol au sein d'un pays	
Indicateurs du développement durable (ONU/Plan Bleu)	Promotion d'un développement agricole et rural durable	Taux d'irrigation des terres arables / <i>Part des terres agricoles irriguées</i>	Superficie irriguée en % du total de la superficie des terres arables	
Indicateurs du développement durable (Plan Bleu)	Activités économiques et durabilité - Agriculture	Demande en eau agricole par ha irrigué	Ratio des prélèvements d'eau agricole destinée à l'irrigation sur la superficie irriguée d'un pays	

Activités hydroagricoles (élevage) 3-5

Problématiques environnementales

Forte pression sur les pâturages (dégradation du couvert végétal) et dégradation des terres (érosion des sols)

Compétition entre les usages (élevage / agriculture)

Tendance et étendue du phénomène (état, forces motrices et pressions, à dire d'expert)

De vastes zones du bassin sont dénudées sous l'effet du surpâturage (densités animales excessives sur une surface donnée).

La biomasse disponible pour le bétail provient en grande partie des zones inondées par la crue du fleuve, et sa disponibilité dépend étroitement de l'ampleur de la crue et de l'organisation des autres activités (cultures de décrue, périmètres irrigués).

Ainsi, le besoin accru de terres agricoles et le développement des aménagements hydroagricoles, via l'assèchement d'anciennes zones inondées, l'occupation des terres par les cultures irriguées, mais aussi la limitation ou l'interdiction des accès au fleuve et aux points d'eau suite à l'installation de casiers rizicoles, de digues et de canaux, la clôture des périmètres irrigués pour les protéger contre la divagation animale, la non définition de parcours pastoraux lors de la mise en place des activités hydro-agricoles, entraîne une réduction des surfaces des pâturages de saison sèche (parcours de décrue, parcours post-cultureux, végétation arborée), notamment dans le delta. Par ailleurs les valeurs (quantité et qualité) fourragères des pâturages d'hivernage, qui dépendent de la pluviométrie, diminuent sous l'effet de la sécheresse. Globalement il peut donc y avoir un déficit d'alimentation et de surfaces disponibles par rapport aux effectifs de bétail, ce qui entraîne un phénomène de surpâturage.

Les zones les plus concernées sont la zone de l'étang de Magui et le cercle de Bafoulabé au Mali, la vallée du Sénégal aux environs de la zone sylvo-pastorale et la région de Trarza en Mauritanie.

Les acquis :

- Introduction de la culture fourragère et mise en place des banques de fourrage
- Valorisation des sous-produits de l'agriculture irriguée pour l'alimentation du bétail
- Développement de l'élevage intensif, source d'emplois

Les préoccupations pour l'avenir :

- L'absence de soutien de crue en 2004, qui s'ajoute aux ravages des criquets pèlerins, entraînera une baisse de la biomasse avec ses conséquences (surpâturage, transhumance vers d'autres zones)
 - Développement de Plans d'Occupation et d'Affectation des Sols (POAS) au niveau des Communautés Rurales
 - Réforme foncière et gestion des conflits entre agriculteurs et pasteurs
-

Catégories de mesures correctives en vigueur ou envisagées (réponses, à dire d'experts)

Prévention : Pratique de crues artificielles et programme d'amélioration des épandages des eaux de crue au niveau des plaines d'inondation pour permettre la régénération des prairies naturelles et les cultures de décrue, sources d'alimentation du bétail

Traitement : Utilisation de sous-produits agricoles et agro-industriels en alimentation animale pour compenser le déficit en pâturages de décrue et la baisse de biomasse ; mise en place de cultures fourragères.

Indicateurs de suivi/évaluation (état et réponses) : conférer fiche correspondante

Autres indicateurs SOE à considérer (à dire d'expert)

- Climatologie (sécheresse)
 - Sols (dégradation des sols, érosion)
 - Zones humides (assèchement d'anciennes zones inondées)
 - Activités hydro-agricoles (surfaces cultivées)
 - Couvert végétal (diminution des surfaces boisées)
-

Autres indicateurs de référence intéressant potentiellement le SOE

Néant.

Eaux de surface (qualité) 4-1

Problématique environnementale

Dégradation de la qualité des eaux de surface (infestation par des végétaux, augmentation des maladies diarrhéiques, menaces pour l'écologie des plantes et des animaux,...)

Tendance et étendue du phénomène (état, forces motrices et pressions, à dire d'expert)

La dégradation de la qualité des eaux concerne la physico-chimie classique (bilan oxygène, salinité, nutriments), la bactériologie et les micropolluants (métaux et pesticides).

Elle est la conséquence d'un ralentissement des eaux engendré par la mise en place des retenues et par l'existence de sources de pollution ponctuelles telles que les villes (absence d'assainissement, ordures) et les zones irriguées (engrais et pesticides) mais également de sources diffuses telles que les terres hautes du Fouta-Djalou et le delta. Par ailleurs, sur la partie aval (PND) la baisse du niveau d'eau entraîne une augmentation de la salinité des eaux de surface.

L'ensemble du bassin est concerné mais les pollutions ponctuelles se localisent aux environs des centres urbains (Kayes, Matam, Podor, Dagana Rosso et Saint-Louis). Les sources non ponctuelles causant un problème d'infection par les végétaux se concentrent sur la moyenne vallée et sur le delta. Une pollution bactériologique et physico-chimique a été mise en évidence sur le lac de Guiers. Enfin, au niveau de Sadiola, des contaminations par produits chimiques d'extraction des matériaux sont également constatées.

Les acquis :

Les préoccupations pour l'avenir : La dégradation du couvert végétal, filtre potentiel de pollution, aggrave par ailleurs la propagation des intrants vers le milieu naturel.

Catégories de mesures correctives en vigueur ou envisagées (réponses, à dire d'experts)

Prévention :

Traitement :

Indicateurs de suivi/évaluation (état et réponses) : en construction

Autres indicateurs SOE à considérer (à dire d'expert)

- Couvert végétal
 - Maladies hydriques humaines et animales
 - Végétaux envahissants
-

Autres indicateurs de référence intéressant potentiellement le SOE

Néant.

Eaux souterraines (qualité) 4-2

Problématique environnementale

Salinisation des sols entraînant une pression sur les variables environnementales (modification des écosystèmes faunistiques et floristiques) et dégradation de la qualité des eaux souterraines par les pesticides, engrais et produits toxiques (consommation en eau potable, en eau d'abreuvement).

Tendance et étendue du phénomène (état, forces motrices et pressions, à dire d'expert)

Le barrage de Diama agit au niveau des eaux souterraines puisque le relèvement de la nappe généré par le plan d'eau en amont du barrage de Diama peut s'accompagner d'hydromorphie et de remontées salines, la nappe alluviale ayant été contaminée longtemps par les eaux marines. Les eaux en aval de l'ouvrage sont alors impropres à l'agriculture. Ainsi, la zone du Gandiolais est fortement contaminée par les concentrations de sel, particulièrement nocives aux cultures maraîchères.

Par ailleurs la qualité des eaux souterraines se dégrade compte tenu de l'utilisation de pesticides et d'engrais sur les cultures irriguées, mais également de produits chimiques (mercure et cyanure), au droit des sites miniers.

L'étendue du problème qualitatif concerne essentiellement la zone du delta.

Les acquis :

Les préoccupations pour l'avenir :

Catégories de mesures correctives en vigueur ou envisagées (réponses, à dire d'experts)

Prévention :

Traitement :

Indicateurs de suivi/évaluation (état et réponse) : en construction

Autres indicateurs SOE à considérer (à dire d'expert)

- Pédologie – dégradation des sols (salinisation des sols)
 - Carrières et mines
-

Autres indicateurs de référence intéressant potentiellement le SOE

Néant.

Engrais et pesticides 4-3

Problématique environnementale

Contamination des milieux par engrais et pesticides (risques de dysfonctionnement des écosystèmes et de problèmes sur la santé humaine et animale).

Tendance et étendue du phénomène (état, forces motrices et pressions, à dire d'expert)

L'utilisation d'engrais et de pesticides est en augmentation.

La construction de deux barrages sur le fleuve Sénégal a largement accru les superficies irriguées de culture du riz et de la canne à sucre. Or l'intensification de l'agriculture s'accompagne d'un recours fréquent aux engrais chimiques et aux pesticides (herbicides en général mais également pesticides pour la lutte contre les criquets pèlerins en provenance du nord ouest- de l'Afrique) qui rejoignent ensuite le milieu via les eaux de ruissellement et les rejets d'eau de drainage. En Mauritanie et au Sénégal, les engrais sont surtout utilisés pour la culture du riz (au Sénégal, on retrouve également les tomates industrielles et le maïs). Les pesticides de la liste des produits autorisés par le CILSS, sont appliqués sur tous types de cultures confondues.

On note en 2004 une application massive de pesticides pour lutter contre l'invasion des criquets pèlerins au Sénégal et en Mauritanie.

Les eaux de surface, utilisées pour la consommation humaine, l'abreuvement du bétail, la pêche ou le loisir sont vulnérables dans les zones d'agriculture intensive, où les parcelles sont souvent irriguées et à proximité des cours d'eau:

La vallée du fleuve Sénégal et le lac de Guiers (dont la nappe phréatique approvisionne Dakar en eau potable) reçoivent des rejets d'eau de drainage des unités de la Compagnie sucrière Sénégalaise (contamination par les pesticides et les engrais).

Les acquis : -

Les préoccupations pour l'avenir : Absence de réel contrôle et/ou gestion des intrants pouvant avoir des conséquences graves sur le milieu et la santé.

Catégories de mesures correctives en vigueur (réponses, à dire d'experts)

Prévention : -

Traitement : -

Indicateurs de suivi/évaluation (état et réponses) : en construction

Autres indicateurs SOE à considérer (à dire d'expert)

- Qualité des eaux superficielles
 - Qualité des eaux souterraines
 - Végétaux envahissants (Prolifération algale)
 - Maladies hydriques humaines
-

Autres indicateurs de référence intéressant potentiellement le SOE

Origine des indicateurs	Objectif	Indicateurs	Définition	Institution coordonnatrice
Indicateurs du développement durable (ONU/ <i>Plan Bleu</i>)	Promotion d'un développement agricole et rural durable	Emploi de pesticides agricoles / <i>Utilisation de pesticides agricoles</i>	Emploi de pesticides par unité de superficie des terres agricoles	
		Utilisation d'engrais / <i>Utilisation d'engrais par hectares de terres agricoles</i>	Intensité de l'utilisation d'éléments nutritifs fertilisants dans l'agriculture par unité de superficie des terres agricoles	

Mines et carrières 4-4

Problématiques environnementales

Dégradation des sols et du couvert végétal par développement des carrières contrôlées et non contrôlées.
Contamination du milieu par méthode d'extraction chimique des mines (santé humaine, dysfonctionnement des écosystèmes et mortalités animales) et forte demande en eau (mines d'Or).

Tendance et étendue du phénomène (état, forces motrices et pressions, à dire d'expert)

Mines

Le mode d'extraction des métaux a évolué. Il se fait aujourd'hui par traitement chimique (cyanure, mercure), et conduit à une pollution des eaux de surface et des eaux souterraines. A Sadiola notamment, la contamination des eaux par le cyanure entraîne de nombreuses fausses couches et décès d'enfants en bas âge ainsi que des pertes de cheptels. L'utilisation de mercure aux environs de Moura semble également avoir des conséquences sur l'environnement.

La zone d'exploitation des mines d'or est surtout localisée au Mali et au Sénégal sur la Falémé

Carrières

Les carrières non contrôlées se multiplient et entraînent notamment une dégradation du couvert végétal. L'étendue géographique concerne surtout la basse vallée du fleuve (carrière de Richard-Toll, de Raô et du littoral) mais la multiplication des carrières est visible sur toute la vallée.

Les acquis : néant

Les préoccupations pour l'avenir : De nombreux permis de prospection sont actuellement attribués et conduiront à une exploitation soutenue de nouveaux sites

Catégories de mesures correctives en vigueur ou envisagées (réponses, à dire d'experts)

Prévention : Suivi d'attribution des permis de prospection

Traitement : Mise en place d'un dispositif de suivi adapté au volume de permis d'exploitation attribués

Indicateurs de suivi/évaluation (état et réponses) : en cours de construction

Autres indicateurs SOE à considérer (à dire d'expert)

- eaux de surface qualité (4.1)
 - eaux souterraines (qualité) (4.2)
 - maladies hydriques humaines et animales (3.1 et 3.2)
 - Faune terrestre et aquatique (2.4)
 - Elevage (3.5)
 - Couvert végétal (2.2)
 - Pédologie – dégradation des sols (1.4)
-

Autres indicateurs de référence intéressant potentiellement le SOE

Néant

II.2.3 Relations entre les thèmes

Le tableau de la page suivante vise à mettre en relation les différents thèmes de l'Observatoire du fleuve Sénégal. Il permet entre autre de vérifier que les problématiques traitées au niveau de chaque thème sont bien prises en compte au niveau des autres thèmes lorsqu'un lien a été mis en évidence dans les fiches.

La construction et la lecture de ce tableau se font selon deux axes : les colonnes et les lignes ne jouent en effet pas le même rôle :

- **en ligne** figurent les thématiques dites "d'entrée" : pour une thématique en ligne donnée, on recense les thématiques autres qui ont été abordées dans la fiche de description de la problématique dans la rubrique "autres indicateurs SOE à considérer".
- **en colonne** apparaissent les thématiques dites "cible" : la lecture de cette colonne permet de mettre en évidence les indicateurs ou tendance d'évolution de cette thématique en colonne qu'il pourrait être intéressant de suivre ou caractériser afin de mettre en relation les deux thèmes.

La relation qui existe entre deux thèmes est explicitée sous forme de mots clés qui correspondent aussi bien à des indicateurs que plus simplement à des tendances d'évolution de problématique ou même à des problématiques proprement dit.

Par ailleurs, ces mots clés peuvent traduire une relation de cause comme une relation de conséquence (voire même les deux). Par exemple : la ligne "climatologie" croise la colonne "eaux de surface (quantité)" avec les mots-clés "débit du fleuve, superficie des zones inondées". Il s'agit là d'une notion de conséquence puisque la quantité des eaux de surface est expliquée par la climatologie. En revanche la ligne "zones humides" croise la colonne "climatologie" avec les mots clés "hauteurs de précipitations (sécheresse)". Il s'agit alors d'une notion de cause dans la mesure où la climatologie explique la disparition de zones humides.

< Conférer Tableau A3 ci-après >

Classe 1

Ressource en eau et milieu Physique :

- Climatologie
- Eaux de surface (quantité)
- Eaux souterraines (quantité)
- Pédologie (dégradation des sols)

Classe 2

Milieu Naturel et Biodiversité :

- Zones Humides
- Couvert Végétal
- Végétaux envahissants
- Faune terrestre et aquatique
- Pédologie (dégradation des berges)

Classe 3

Economie et Population :

- Maladies hydriques humaines
- Maladies hydriques animales
- Activités halieutiques
- Activités hydroagricoles-cultures
- Activités hydroagricoles - élevage

Classe 4

Qualité des eaux :

- Eaux de surface (qualité)
- Eaux souterraines (qualité)
- Engrais et pesticides
- Mines et carrières

III. Indicateurs

La démarche d'élaboration des notes de l'observatoire repose sur la mise en évidence, pour chaque thématique, **d'indicateurs** aptes à suivre l'évolution dans le temps et dans l'espace de la problématique environnementale avérée.

A chaque thématique SOE correspond ainsi une fiche d'« indicateurs » définis selon le modèle conceptuel choisi (DPSIR), et qui décrit précisément, pour chacun, les données utiles à leur calcul et leur méthode de calcul.

La description de chaque indicateur est structurée avec des rubriques « standard » dont le contenu fait l'objet d'une définition précise présentée dans un modèle ci-après

III.1 Contenu des fiches

Thématique SOE « classe-thématique »

INDICATEURS SIMPLES

État

Catégorie	Indicateur ciblé	Données utiles	Disponibilité de la donnée	Indicateur temporaire	Commentaires ou données temporaires utiles
Domaine scientifique et/ou technique lié à la problématique en terme d'état (ex : Maladies endémiques pour la thématique maladies hydriques humaines)	Indicateur1 qui s'approche au mieux d'un indicateur idéal défini par les experts scientifiques (ex : évolution semestrielle de la morbidité par maladie et par région)	Donnée1 (Ex: année n; semestre 1 ou 2)	Oui / non	En l'absence de certaines données utiles au calcul de l'indicateur ciblé, un indicateur1 temporaire approchant est proposé (ex : évolution semestrielle du nombre de cas par département)	Commentaires : informations permettant d'apprécier la donnée au regard de la problématique et de l'indicateur retenu (ex : cas recensés exclusivement dans les centres de santé ; population permanente seulement ; population estimée ou dernier recensement, ...)
		Donnée 2 (ex : nombre de cas recensés par département)	Oui / non	Donnée ou paramètre constituant un élément indispensable de référence pour l'indicateur temporaire (ex : effectif de la population par région)	
		Donnée 3 (ex : Effectif de population par région pour l'année considérée)	Oui / non		
	Indicateur2 (ex : évolution semestrielle de la mortalité par maladie et par région)	Donnée 2	Oui / non	Indicateur temporaire 2	Idem ci-dessus

Forces motrices et Pressions

Catégorie	Indicateur ciblé	Données utiles	Disponibilité de la donnée	Indicateur temporaire	Commentaires
Déf : Idem Etat	Déf : Idem Etat	Idem Etat	Oui / non	Idem Etat	Idem Etat

Réponses

Catégorie	Indicateur ciblé	Données utiles	Disponibilité de la donnée	Indicateur temporaire	Commentaires
Déf : Idem Etat	Déf : idem Etat (ex : Evolution annuelle du taux de sensibilisation de la population par région)	Donnée1 (Ex: année n)	Oui / non	Idem Etat (ex : évolution annuelle du nombre de campagnes , par région)	Idem Etat
		Donnée 2 (ex : nombre de campagne par département)	Oui / non		
		Donnée 3 (ex : effectif de population touchée, par département)	Oui / non	Idem Etat (ex : effectif population par région)	
		Donnée 4 (ex : effectif de population par département pour l'année considérée)	Oui / non		

Définition

Cette rubrique explicite lorsque nécessaire chaque terme employé dans les tableaux ci-dessus, notamment les indicateurs.

Calcul des indicateurs

Cette rubrique explicite la méthode de calcul de chacun des indicateurs. Cette méthode se résume dans de nombreux cas à la formule mathématique qui exploite les données utiles.

Classe 1

Ressource en eau et milieu Physique :

- Climatologie
- Eaux de surface (quantité)
- Eaux souterraines (quantité)
- Pédologie (dégradation des sols)

Classe 2

Milieu Naturel et Biodiversité :

- Zones Humides
- Couvert Végétal
- Végétaux envahissants
- Faune terrestre et aquatique
- Pédologie (dégradation des berges)

Classe 3

Economie et Population :

- Maladies hydriques humaines
- Maladies hydriques animales
- Activités halieutiques
- Activités hydroagricoles-cultures
- Activités hydroagricoles - élevage

Classe 4

Qualité des eaux :

- Eaux de surface (qualité)
- Eaux souterraines (qualité)
- Engrais et pesticides
- Mines et carrières

III.2. Fiches indicateurs détaillées

Climatologie 1-1

INDICATEURS SIMPLES

État

Catégorie	Indicateur ciblé	Données utiles	Disponibilité de la donnée	Indicateur temporaire	Commentaires ou données temporaires utiles
2Pluviométrie	Indice du cumul décadaire ou mensuel moyen des précipitations brutes par zone de bassin-versant	Hauteur journalière des précipitations (mm)	oui	Cumul mensuel moyen des précipitations brutes par région ou wilaya administrative	Fréquence de calcul de l'indicateur ciblé : - décadaire en période d'hivernage (de Juillet à Septembre) - mensuel hors hivernage
		Découpage par zone de bassin versant de même régime climatique	non		
	Indice du cumul annuel moyen des précipitations brutes par zone de bassin versant	Hauteur journalière des précipitations (mm)	oui	Cumul annuel moyen des précipitations brutes par région ou wilaya administrative	
		Découpage par zone de bassin versant de même régime climatique	non		

Pressions

Catégorie de pathologies	Indicateur ciblé	Données utiles	Disponibilité de la donnée	Indicateur temporaire	Commentaires
	Néant			Néant	

Réponses

Catégorie de pathologies	Indicateur ciblé	Données utiles	Disponibilité de la donnée	Indicateur temporaire	Commentaires
	Néant			Néant	

Définition

Pluviométrie brute : hauteur de précipitations qui atteint le sol pendant un intervalle de temps donné. Il s'agit de la hauteur d'eau liquide couvrant un sol horizontal, exprimée en mm et mesurée par un pluviomètre.

Moyenne journalière : moyenne arithmétique des mesures effectuées depuis 6h00 aujourd'hui jusqu'à 6h00 demain matin (heure UTC).

Calcul des indicateurs

Cumul décadaire moyen des précipitations brutes par zone de bassin versant

Soit j l'indice du jour considéré (j varie de 1 à $j_{\max}(m)$, $j_{\max}(m)$ étant le nombre maximal de jour dans le mois m).

Soit m l'indice du mois considéré (m varie de 7 à 9, c'est-à-dire de Juillet à Septembre).

Soit a l'indice de l'année considérée (a est 2004 pour l'année 2004).

Soit u l'indice de la station considérée et U la zone considérée (u varie de $U_1, U_2 \dots$ à U_n , n étant le nombre total de station comprise dans la zone U)

Soit $P(u, j, m, a)$ la pluviométrie journalière de la station u , le jour j , du mois m , de l'année a .

Alors les cumuls décadaire du mois $CP_1(u, m, a)$, $CP_2(u, m, a)$ et $CP_3(u, m, a)$ des précipitations journalières de la station u sont la somme des hauteurs journalières des précipitations mesurées pour chacune des 3 décades du mois m dans la station u .

Autrement dit pour chaque décade :

$$CP_1(u, m, a) = \sum_{j=1}^{10} P(u, j, m, a) , \text{ calculée en mm}$$

$$CP_2(u, m, a) = \sum_{j=11}^{20} P(u, j, m, a) , \text{ calculée en mm}$$

$$CP_3(u, m, a) = \sum_{j=21}^{j_{\max}(m)} P(u, j, m, a) , \text{ calculée en mm}$$

Dés lors, les cumuls décadaires moyen $CP_i(U, m, a)$ des précipitations brutes de la zone U et du mois m sont pour i allant de 1 à 3 :

$$CP_i(U, m, a) = \frac{1}{n} \sum_{u=U_1}^{U_n} CP_i(u, m, a) , \text{ calculée en mm}$$

Indice du cumul décadaire moyen des précipitations brutes par zone de bassin versant

A partir des cumuls décadaires moyens des précipitations brutes pour le mois m , l'indice ou écart relatif décadaire des précipitations brutes de la zone U est pour i allant de 1 à 3 :

$$IP_i(U, m, a) = \left(\frac{CP_i(U, m, a)}{\frac{1}{30} \sum_{k=a-30}^a CP_i(U, m, k)} - 1 \right) * 100 , \text{ calculée en \%}$$

Soit :

- Si $IP_i(U, m, a) > 0$, alors le cumul décadaire indicé i des précipitations du mois m de l'année a est supérieur au cumul décadaire indicé i moyen des 30 années passées c'est-à-dire au dessus de la « tendance normal », ce qui traduit une tendance à la hausse des précipitations de cette décade.

- Au contraire, si $IP_i(U,m,a) < 0$, alors le cumul décadaire indicé i des précipitations du mois m de l'année a est inférieur au cumul décadaire indicé i moyen des 30 années passées c'est-à-dire en dessous de la « tendance normal », ce qui traduit une tendance à la baisse des précipitations de cette décade.
- Si $IP_i(U,m,a) = 0$, les précipitations de cette décade sont égales à la « moyenne » des 30 dernières années.

Cumul mensuel moyen des précipitations brutes par zone de bassin versant

Soit j l'indice du jour considéré (j varie de 1 à $j_{\max}(m')$, $j_{\max}(m')$ étant le nombre maximal de jour dans le mois m').

Soit m' l'indice du mois considéré (m' varie de 1 à 6 et de 10 à 12 c'est-à-dire en dehors des mois de Juillet à Septembre).

Soit a l'indice de l'année considérée (a est 2004 pour l'année 2004).

Soit u l'indice de la station considérée et U la zone considérée (u varie de $U_1, U_2 \dots$ à U_n , n étant le nombre total de station comprise dans la zone U)

Soit $P(u,j,m',a)$ la pluviométrie journalière de la station u , le jour j , du mois m' , de l'année a .

Alors le cumul mensuel $CP(u,m',a)$ des précipitations journalières de la station u est la somme des hauteurs journalières des précipitations mesurées pour le mois m dans la station u . Autrement dit :

$$CP(u, m', a) = \sum_{j=1}^{j_{\max}(m')} P(u, j, m', a), \text{ calculée en mm}$$

Dés lors, le cumul mensuel moyen $CP(U,m',a)$ des précipitations brutes de la zone U est :

$$CP(U, m', a) = \frac{1}{n} \sum_{u=U_1}^{U_n} CP(u, m', a), \text{ calculée en mm}$$

Indice du cumul mensuel moyen des précipitations brutes par zone de bassin versant

A partir du cumul mensuel moyen des précipitations brutes, l'indice ou écart relatif mensuel des précipitations brutes de la zone U est :

$$IP(U, m', a) = \left(\frac{CP(U, m', a)}{\frac{1}{30} \sum_{k=a-30}^a CP(U, m', k)} - 1 \right) * 100, \text{ calculée en \%}$$

Soit :

- Si $IP(U,m',a) > 0$, alors le cumul mensuel des précipitations du mois m' de l'année a est supérieur au cumul mensuel moyen des 30 années passées c'est-à-dire au dessus de la « tendance normal », ce qui traduit une tendance à la hausse des précipitations de ce mois.
- Au contraire, si $IP(U,m',a) < 0$, alors le cumul mensuel des précipitations du mois m' de l'année a est inférieur au cumul mensuel moyen des 30 années passées c'est-à-dire en dessous de la « tendance normal », ce qui traduit une tendance à la baisse des précipitations de ce mois.
- Si $IP(U,m',a) = 0$, les précipitations du mois m' sont égales à la « moyenne » des 30 dernières années.

Cumul annuel moyen des précipitations brutes par zone de bassin versant

Le cumul annuel $CP(u,a)$ des précipitations journalières de la station u est la somme des cumuls mensuel $CP(u,m,a)$ des précipitations journalières de la station u . Autrement dit :

$$CP(u, a) = \sum_{m=1}^{12} CP(u, j, m, a), \text{ calculée en mm}$$

Dés lors, le cumul annuel moyen $CP(U,m,a)$ des précipitations brutes de la zone U est :

$$CP(U, a) = \frac{1}{n} \sum_{u=U_1}^{U_n} CP(u, a), \text{ calculée en mm}$$

Indice annuel moyen des précipitations brutes par zone de bassin versant

A partir du cumul mensuel moyen des précipitations brutes, l'indice ou écart relatif annuel des précipitations brutes de la zone U est :

$$IP(U, a) = \left(\frac{CP(U, a)}{\frac{1}{30} \sum_{k=a-30}^a CP(U, k)} - 1 \right) * 100, \text{ calculée en \%}$$

Soit :

- Si $IP(U,a) > 0$, alors le cumul annuel des précipitations de l'année a est supérieur au cumul annuel moyen des 30 années passées c'est-à-dire au dessus de la « valeur normale », ce qui traduit une tendance à la hausse des précipitations de cette année.
- Au contraire, si $IP(U,a) < 0$, alors le cumul annuel des précipitations de l'année a est inférieur au cumul annuel moyen des 30 années passées c'est-à-dire en dessous de la « valeur normale », ce qui traduit une tendance à la baisse des précipitations de cette année.
- Si $IP(U,a) = 0$, les précipitations de l'année a sont égales à la « moyenne » des 30 dernières années.

Eaux de surface (quantité) 1-2

INDICATEURS SIMPLES

État

Catégorie	Indicateur ciblé	Données utiles	Disponibilité de la donnée	Indicateur temporaire	Commentaires ou données temporaires utiles
Ecoulement	Variation du débit	Débit journalier à Bakel	oui		
	Indice mensuel du niveau de la retenue du barrage de Manantali	Cote mensuelle de la retenue du barrage de Manantali	oui		
	Indice mensuel du niveau de la retenue du barrage de Diamas	Cote mensuelle de la retenue du barrage de Diamas	oui		
Crue	Indice des superficies des zones inondées	Superficie des zones inondées sur photos satellite en période d'hivernage	non		
	Durée et dates de la crue	Photos satellites des zones inondées en période d'hivernage	non	Temps de séjour de la crue	Dates de début et de fin de crue Source : SOGED

Pressions

Catégorie	Indicateur ciblé	Données utiles	Disponibilité de la donnée	Indicateur temporaire	Commentaires ou données temporaires utiles
Consomma- -tion	Intensité mensuelle d'utilisation des ressources en eau du fleuve	Volume mensuel des prélèvements en eau de surface	non	Volume mensuel consommé sur le tronçon Bakel-Diama	Volume mensuel total écoulé à Bakel Source possible : tableau de bord (TBR)
		Volume mensuel total de la ressource eau de surface			Volume mensuel total déversé à Diama Source possible : tableau de bord (TBR)
	Degré mensuel de satisfaction des besoins en eau de surface par département	Volume mensuel en eau de surface des besoins par département	non		Source possible : tableau de bord (TBR)
		Volume en eau de surface des prélèvements par département			
	Taux mensuel départemental de population utilisant les eaux de surface comme eau potable	Volume moyen journalier en eau de surface des prélèvements pour l'eau potable par département	non		Source possible : tableau de bord (TBR)
		Consommation moyenne journalière d'eau potable par individu par département			
		Population par département en nombre d'individu			

Réponses

Catégorie	Indicateur ciblé	Données utiles	Disponibilité de la donnée	Indicateur temporaire	Commentaires
Prévention	Indice départemental d'information et de sensibilisation des usagers et des populations à la gestion des ouvrages	Population présente aux séminaires par département en nombre d'individus	non	Fréquence mensuelle départementale des séminaires d'information et de sensibilisation à la gestion des barrages	Sources : Service communication et projet, GEF
		Population par département en nombre d'individus			
Gestion barrage - usages -	Indice de satisfaction de la consigne de soutien du débit sanitaire réservé	Débit lâché à Manantali	oui		
		Débit sanitaire réservé à Manantali			
	Indice de satisfaction de la consigne de soutien d'étiage	Débit journalier minimum à Bakel	oui		
		Hydrogramme journalier objectif d'étiage à Bakel			
	Indice de satisfaction de la consigne de soutien de crue	Débit journalier moyen à Bakel	oui		
		Hydrogramme journalier objectif de crue à Bakel			
	Indice de satisfaction de la consigne de laminage des crues	Débit journalier maximum à Bakel	oui		
		Débit maximum autorisé à Bakel			

Définitions

Bakel : Station de référence du fleuve Sénégal. Elle est située à l'aval immédiat du dernier affluent principal du fleuve Sénégal et à la frontière entre la vallée et le haut bassin.

Débit : Volume d'eau qui traverse une section transversale d'un cours d'eau par unité de temps à une date donnée. Les débits des cours d'eau sont exprimés en $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. En une station hydrométrique donnée, le débit du cours d'eau peut-être déduit de la lecture de la cote de la ligne d'eau si la station est équipée d'une courbe de tarage valide. Une courbe de tarage définit la relation qui existe entre la cote de la ligne d'eau et le débit. Elle est dessinée à partir de mesures de jaugeage (mesures conjointes de la cote de la ligne d'eau et du débit) faciles à réaliser pour les débits faibles à moyens et d'une extrapolation pour les forts débits.

Cote : Altitude de la surface de l'eau à une date donnée. Elle est exprimée en m NG.

Eaux de surface : Eaux superficielles du réseau hydrographique naturel du bassin versant du fleuve Sénégal (cours d'eau Sénégal, affluents et défluent, lacs...). Elles se différencient des eaux souterraines et des eaux de prélèvements.

Crue : En régime naturel, la crue du fleuve Sénégal s'étend de juillet à octobre.

Surface inondée : Superficie de la zone recouverte par les eaux du fleuve. Elle est exprimée en km².

Débit sanitaire, hydrogrammes objectif d'étiage et de crue, débit maximum autorisé : Ces grandeurs sont annuellement définies en m³.s⁻¹ par la Commission Permanente des Eaux de l'OMVS.

Volume des prélèvements en eau de surface : Somme des quantités d'eau soutirées aux eaux de surface sur la période considérée. Elle est exprimée en m³.

Volume total de la ressource eau de surface : Quantité d'eau exprimée en m³ égale à la somme de l'ensemble des apports volumétrique en eau de ruissellement du bassin hydrographique du fleuve Sénégal sur la période considéré.

Volume en eau de surface des besoins par département : Somme, exprimée en m³ par département, des quantités d'eau de surface nécessaires pour satisfaire dans le département :

- les besoins en eau potable des populations ;
- les besoins pour l'agriculture, l'élevage, la sylviculture, la pisciculture, la production électrique, l'industrie...

Volume moyen journalier en eau de surface des prélèvements pour l'eau potable par département : Moyenne sur la période considérée des quantités d'eau soutirées chaque jour sur le département aux eaux de surface à des fins d'utilisation comme eau d'alimentation humaine. Elle est exprimée en m³ par jour et par département.

Consommation moyenne journalière d'eau potable par individu par département : Moyenne par individu et sur la période considérée des quantités d'eau consommée quotidiennement dans le département. Elle est exprimée en m³ par jour par individu par département.

Volume consommé sur le tronçon Bakel-Diama : Quantité des eaux de surface perdue entre Bakel et Diama sur la période considérée. Elle est exprimée en m³.

Calcul des indicateurs

Variation du débit

Il s'agit de représenter sur un même graphique :

- l'évolution temporelle du débit journalier à Bakel, exprimé en m³.s⁻¹ ;
- et la moyenne mensuelle Q(m) des débits journaliers à Bakel sur la dernière décennie.

Soit j l'indice du jour, j_{max}(m) le nombre de jour maximal du mois m, m l'indice du mois et a l'indice de l'année.

Soit Q(j,m,a)) le débit moyen journalier calculé à la station hydrométrique de Bakel, exprimé en m³.s⁻¹.

Le débit moyen journalier Q(m,a) du mois m de l'année a à Bakel est alors :

$$Q(m, a) = \frac{1}{j_{\max}(m)} \sum_{j=1}^{j_{\max}(m)} Q(j, m, a)$$

Dés lors, la moyenne mensuelle Q(m) des débits journaliers à Bakel sur la dernière décennie devient :

$$Q(m) = \frac{1}{10} \sum_{k=a-10}^a Q_{\text{moy}}(m, k)$$

Indice mensuel du niveau de la retenue du barrage de Manantali

Soit j l'indice du jour considéré (j varie de 1 à $j_{\max}(m)$, $j_{\max}(m)$ étant le nombre maximal de jour dans le mois m).

Soit m l'indice du mois considéré (m varie de 1 à 12).

Soit a l'indice de l'année considérée (a est 2004 pour l'année 2004).

Soit $C_{\text{Manantali}}(j, m, a)$ la cote journalière moyenne de la retenue du barrage de Manantali le jour j , du mois m , de l'année a .

Alors le niveau mensuel moyen $C_{\text{Manantali}}(m, a)$ de la retenue du barrage de Manantali est :

$$C_{\text{Manantali}}(m, a) = \frac{1}{j_{\max}(m)} \sum_{j=1}^{j_{\max}(m)} C_{\text{Manantali}}(j, m, a), \text{ calculée en m NG}$$

L'indice ou écart relatif $IC_{\text{Manantali}}$ mensuel du niveau de la retenue du barrage de Manantali est :

$$IC_{\text{Manantali}}(m, a) = \left(\frac{C_{\text{Manantali}}(m, a)}{\frac{1}{10} \sum_{k=a-10}^a C_{\text{Manantali}}(m, k)} - 1 \right) * 100, \text{ calculée en \%}$$

Soit :

- Si $IC_{\text{Manantali}}(m, a) > 0$, alors le niveau mensuel de la retenue du barrage de Manantali du mois m de l'année a est supérieur au niveau mensuel moyen des dix années passées c'est-à-dire au dessus de la « tendance normal », ce qui traduit une tendance à la hausse du stock de la ressource eau de surface.
- Au contraire, si $IC_{\text{Manantali}}(m, a) < 0$, alors le niveau mensuel de la retenue du barrage de Manantali du mois m de l'année a est inférieur au niveau mensuel moyen des dix années passées c'est-à-dire en dessous de la « tendance normal », ce qui traduit une tendance à la baisse du stock de la ressource eau de surface.
- Si $IC_{\text{Manantali}}(m, a) = 0$, les précipitations du mois m sont égales à la « moyenne » de la décennie passée.

Indice mensuel du niveau de la retenue du barrage de Diama

Soit j l'indice du jour considéré (j varie de 1 à $j_{\max}(m)$, $j_{\max}(m)$ étant le nombre maximal de jour dans le mois m).

Soit m l'indice du mois considéré (m varie de 1 à 12).

Soit a l'indice de l'année considérée (a est 2004 pour l'année 2004).

Soit $C_{\text{Diama}}(j, m, a)$ la cote journalière moyenne de la retenue du barrage de Diama le jour j , du mois m , de l'année a .

Alors le niveau mensuel moyen $C_{\text{Diama}}(m, a)$ de la retenue du barrage de Diama est :

$$C_{\text{Diama}}(m, a) = \frac{1}{j_{\max}(m)} \sum_{j=1}^{j_{\max}(m)} C_{\text{Diama}}(j, m, a), \text{ calculée en m NG}$$

L'indice ou écart relatif IC_{Diama} mensuel du niveau de la retenue du barrage de Diama est :

$$IC_{\text{Diama}}(m, a) = \left(\frac{C_{\text{Diama}}(m, a)}{\frac{1}{10} \sum_{k=a-10}^a C_{\text{Diama}}(m, k)} - 1 \right) * 100, \text{ calculée en \%}$$

Soit :

- Si $IC_{Diamas}(m,a) > 0$, alors le niveau mensuel de la retenue du barrage de Diamas du mois m de l'année a est supérieur au niveau mensuel moyen des dix années passées c'est-à-dire au dessus de la « tendance normal », ce qui traduit une tendance à la hausse du stock de la ressource eau de surface.
- Au contraire, si $IC_{Diamas}(m,a) < 0$, alors le niveau mensuel de la retenue du barrage de Diamas du mois m de l'année a est inférieur au niveau mensuel moyen des dix années passées c'est-à-dire en dessous de la « tendance normal », ce qui traduit une tendance à la baisse du stock de la ressource eau de surface.
- Si $IC_{Diamas}(m,a) = 0$, les précipitations du mois m sont égales à la « moyenne » de la décennie passée.

Indice des superficies des zones inondées

Soit $S_{max}(a)$ la superficie des zones inondées au maximum de la crue de l'année a .

L'indice $IS_{max}(a)$ des superficies des zones inondées de l'année a est calculé de la manière suivante :

$$IS_{max}(a) = \left(\frac{S_{max}(a)}{\frac{1}{10} \sum_{k=a-10}^a S_{max}(k)} - 1 \right) * 100, \text{ calculée en \%}$$

Soit :

- si $IS_{max}(a) > 0$, alors les surfaces inondées sont en augmentation par rapport à la « moyenne » de la décennie passée.
- Si $IS_{max}(a) < 0$, alors les surfaces inondées sont en régression.
- Si $IS_{max}(a) = 0$, alors les surfaces inondées sont égale à la « moyenne » de la décennie passée.

Intensité mensuelle d'utilisation des ressources en eau du fleuve

L'intensité mensuelle $IU_{eau \text{ surface}}(m)$ d'utilisation des ressources en eau du fleuve du mois m est calculée suivant :

$$IU_{eau \text{ surface}}(m) = \frac{\text{Volume des prélèvements en eau de surface (m)}}{\text{Volume total de la ressource eau de surface (m)}} * 100, \text{ calculée en \%}.$$

Soit :

$IU_{eau \text{ surface}}$ en %	Niveau de pression (source OCDE 2004)
<10	Faible
10 – 20	Modéré
20 – 40	Moyen – élevé
>40	Elevé

Degré mensuel de satisfaction des besoins en eau de surface par département

Le degré de satisfaction $DS_{eau \text{ surface}}(m,d)$ des besoins en eau de surface du département d et du mois m est calculé de la manière suivante :

$$DS_{eau \text{ surface}}(m,d) = \frac{\text{Volume en eau de surface des besoins (m,d)}}{\text{Volume en eau de surface des prélèvements (m,d)}} * 100, \text{ calculée en \%}.$$

Soit :

$DS_{eau \text{ surface}}$ en %	Niveau de pression
>100	Très satisfait
90 – 100	Satisfait
70 – 90	Assez satisfait
50 – 70	Insatisfait
<50	Très insatisfait

Taux départemental de population utilisant les eaux de surface comme eau potable

Soit j l'indice du jour du mois m , $j_{\max}(m)$ est le nombre de jour maximal du mois m .

Soit $V_{\text{eau potable/surface}}(j,d)$ le volume moyen du département d en eau de surface des prélèvements pour l'eau potable le jour j .

Soit $\text{Conso}_{\text{eau potable/hab}}(m,d)$ la consommation moyenne du département d journalière d'eau potable par individu pendant le mois m .

Le taux de population $\text{TPOP}_{\text{eau surface}}(m,d)$ utilisant les eaux de surface comme eau potable du département d et du mois m est calculé de la manière suivante :

$$\text{TPOP}_{\text{eau surface}}(m,d) = \frac{1}{j_{\max}(m)} * \sum_{j=1}^{j_{\max}(m)} \frac{V_{\text{eau potable / surface}}(j,d)}{\text{Conso}_{\text{eau potable / hab}}(m,d) * \text{Population_totale}(d)} * 100,$$

calculée en %.

Indice départemental d'information et de sensibilisation des usagers et des populations à la gestion des barrages

L'indice départemental $\text{IIS}(d)$ d'information et de sensibilisation des usagers et des populations à la gestion des barrages du département d est calculé de la manière suivante :

$$\text{IIS}(d) = \frac{\text{Population présente aux séminaires}(d)}{\text{Population totale}(d)} * 100, \text{ calculée en \%}.$$

Soit :

$\text{DS}_{\text{eau surface}}$ en %	Niveau de réponse
70 – 100	Très satisfaisant
50 – 70	Satisfaisant
30 – 50	Peu satisfaisant
<30	Insatisfaisant

Fréquence mensuelle départementale des séminaires d'information et de sensibilisation à la gestion des barrages

Il s'agit du nombre moyen de séminaires d'information et de sensibilisation à la gestion des barrages organisés par département et par mois.

Indice de satisfaction de la consigne de soutien du débit sanitaire réservé

Soit h l'heure UTC, j l'indice du jour, m l'indice du mois et a l'indice de l'année.

Soit t la date, t est fonction de (h,j,m,a) . Soit $[t_1; t_2]$ l'intervalle de temps séparant le présent calcul du précédent (maximum 6 mois).

Soit $Q_{\text{lâché}}(t)$ le débit lâché au barrage de Manantali à la date t , exprimé en $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Soit $Q_{\text{sanitaire}}$ le débit sanitaire réservé, exprimé en $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

L'indice de satisfaction $\text{ISDSR}([t_1; t_2])$ de la consigne de soutien du débit sanitaire réservé durant la durée ou l'intervalle de temps $[t_1; t_2]$ se calcule suivant la formule :

$$\text{ISDSR}([t_1; t_2]) = \frac{\text{Min}_{t_1 < t < t_2} (Q_{\text{lâché}}(t)) - Q_{\text{sanitaire}}}{Q_{\text{sanitaire}}} * 100, \text{ calculée en \%}.$$

Soit :

- si $\text{ISDSR}([t_1; t_2]) \geq 0$, alors la consigne de soutien du débit sanitaire réservé durant la durée ou l'intervalle de temps $[t_1; t_2]$ a été respectée.
- Au contraire, si $\text{ISDSR}([t_1; t_2]) < 0$, alors le soutien du débit sanitaire réservé durant la durée ou l'intervalle de temps $[t_1; t_2]$ n'a pas été réalisé. Dès lors, il est possible de distinguer :

ISDSR en %	Niveau de réponse
-10 à 0	Critique
-20 à -10	Dégradé
<-20	Très dégradé

Indice de satisfaction de la consigne de soutien d'étiage

Soit j l'indice du jour, m l'indice du mois et a l'indice de l'année.

Soit t la date, t est fonction de (j,m,a). Soit $[t_1; t_2]$ l'intervalle de temps séparant le présent calcul du précédent (maximum 6 mois).

Soit $Q(t)$ le débit instantané minimum calculé à la station hydrométrique de Bakel pour la date t, exprimé en $m^3.s^{-1}$.

Soit $Q_{\text{étiage}}(t)$ le débit instantané objectif de soutien d'étiage à Bakel pour la date t, exprimé en $m^3.s^{-1}$.

L'indice de satisfaction $ISE([t_1; t_2])$ de la consigne de soutien d'étiage durant la durée ou l'intervalle de temps $[t_1; t_2]$ se calcule suivant la formule :

$$ISE([t_1; t_2]) = \min_{t_1 < t < t_2} \left(\frac{Q(t) - Q_{\text{étiage}}(t)}{Q_{\text{étiage}}(t)} \right) * 100, \text{ calculé en \%}.$$

Soit :

- si $ISE([t_1; t_2]) \geq 0$, alors la consigne de soutien du débit d'étiage durant la durée ou l'intervalle de temps $[t_1; t_2]$ a été respectée.
- Au contraire, si $ISE([t_1; t_2]) < 0$, alors le soutien du débit d'étiage durant la durée ou l'intervalle de temps $[t_1; t_2]$ n'a pas été réalisé. Dès lors, il est possible de distinguer :

ISE en %	Niveau de réponse
-10 à 0	Critique
-20 à -10	Dégradé
<-20	Très dégradé

Indice de satisfaction de la consigne de soutien de crue

Soit j l'indice du jour, m l'indice du mois et a l'indice de l'année.

Soit t la date, t est fonction de (j,m,a). Soit $[t_1; t_2]$ l'intervalle de temps séparant le présent calcul du précédent (maximum 6 mois).

Soit $Q(t)$ le débit instantané moyen calculé à la station hydrométrique de Bakel pour la date t, exprimé en $m^3.s^{-1}$.

Soit $Q_{\text{crue}}(t)$ le débit objectif de soutien de crue à Bakel pour la date t, exprimé en $m^3.s^{-1}$.

L'indice de satisfaction $ISC([t_1; t_2])$ de la consigne de soutien de crue durant la durée ou l'intervalle de temps $[t_1; t_2]$ se calcule suivant la formule :

$$ISC([t_1; t_2]) = \min_{t_1 < t < t_2} \left(\frac{Q(t) - Q_{\text{crue}}(t)}{Q_{\text{crue}}(t)} \right) * 100, \text{ calculé en \%}.$$

Soit :

- si $ISC([t_1; t_2]) \geq 0$, alors la consigne de soutien du débit de crue durant la durée ou l'intervalle de temps $[t_1; t_2]$ a été respectée.
- Au contraire, si $ISC([t_1; t_2]) < 0$, alors le soutien du débit de crue durant la durée ou l'intervalle de temps $[t_1; t_2]$ n'a pas été réalisé. Dès lors, il est possible de distinguer :

ISE en %	Niveau de réponse
-10 à 0	Critique
-20 à -10	Insuffisant
<-20	Très insuffisant

Indice de satisfaction de la consigne de laminage des crues

Soit j l'indice du jour, m l'indice du mois et a l'indice de l'année.

Soit t la date, t est fonction de (j, m, a) . Soit $[t_1; t_2]$ l'intervalle de temps séparant le présent calcul du précédent (maximum 6 mois).

Soit $Q(t)$ le débit instantané maximum calculé à la station hydrométrique de Bakel pour la date t , exprimé en $m^3.s^{-1}$.

Soit Q_{\max} le débit maximum autorisé à Bakel, exprimé en $m^3.s^{-1}$.

L'indice de satisfaction $ISLC([t_1; t_2])$ de la consigne de laminage des crues durant la durée ou l'intervalle de temps $[t_1; t_2]$ se calcule suivant la formule :

$$ISLC([t_1; t_2]) = \frac{\text{Max}_{t_1 < t < t_2} (Q_{\text{lâché}}(t)) - Q_{\max}}{Q_{\max}} * 100, \text{ calculé en \%}.$$

Soit :

- si $ISLC([t_1; t_2]) \leq 0$, alors la consigne de laminage des crues durant la durée ou l'intervalle de temps $[t_1; t_2]$ a été respectée.
- Au contraire, si $ISLC([t_1; t_2]) > 0$, alors le laminage des crues durant la durée ou l'intervalle de temps $[t_1; t_2]$ n'a pas été réalisé. Dès lors, il est possible de distinguer :

ISLC en %	Niveau de réponse
0 – 10	Critique
10 – 20	Insuffisant
>20	Très insuffisant

Maladies hydriques humaines 3-1

INDICATEURS SIMPLES

État

Catégorie de pathologies	Indicateur ciblé	Données utiles	Disponibilité de la donnée	Indicateur temporaire	Commentaires
Maladies endémiques 1- Paludisme, 2- Bilharziose intestinale, 3. Bilharziose urinaire, 4- Diarrhées	Evolution trimestrielle de la morbidité par maladie et par région	Année n, trimestre 1,2,3 ou 4	oui	Evolution trimestrielle du nombre de cas par maladie et par région	Cas recensés exclusivement dans les centres de santé (consultations)
		Nbre de cas recensés, par maladie et par département	oui		
		Effectif population par région pour l'année considérée	non		
	Evolution trimestrielle de la mortalité par maladie et par région	Année n, trimestre 1,2,3 ou 4	oui	Evolution trimestrielle du nombre de décès par maladie et par région	Décès exclusivement recensés suite à hospitalisation
		Nbre de décès, par maladie et par département	oui		
		Effectif population par région pour l'année considérée	non		
	Evolution de la prévalence par maladie et par région	Date d'enquête	oui	Evolution de la prévalence par maladie et par région	Foyers confirmés à l'issue de la procédure d'alerte
		Nbre de cas anciens et nouveaux recensés, par maladie et par département	oui		
		Effectif population par région pour l'année considérée	non		
Maladies à potentiel épidémique 5- Fièvre jaune 6- Choléra 7- Poliomyélite 8- Shigelloses	Evolution trimestrielle des cas d'épidémie par région	Date ou période de l'épidémie	oui	Evolution trimestrielle des cas d'épidémie par région	
		Nbre de foyers épidémiques par région	oui		
		Nbre total de cas par région	oui		
		Liste des foyers	oui		
		Nbre de cas par foyer	oui		
		Effectif population par région pour l'année considérée	non	Réf : effectif population par région	1- Population permanente seulement, 2- Estimation ou dernier recensement

Pressions

Catégorie de pathologies	Indicateur ciblé	Données utiles	Disponibilité de la donnée	Indicateur temporaire	Commentaires
	néant			néant	

Réponses

Catégorie de pathologies	Indicateur ciblé	Données utiles	Disponibilité de la donnée	Indicateur temporaire	Commentaires
Maladies endémiques 1- Paludisme, 2- Bilharziose intestinale, 3- Bilharziose urinaire, 4- Diarrhées,	Evolution annuelle du taux de sensibilisation de la population, par région	Année n	oui	Evolution annuelle du nombre de campagnes, par région	
		Nbre de campagnes, par département	oui		
		Liste des campagnes	oui		
		Effectif de population touchée, par campagne	non		
		Effectif population par région pour l'année considérée	non	Réf : effectif population par région	1- Population permanente seulement, 2- Estimation ou dernier recensement
Maladies à potentiel épidémique 5- Fièvre jaune 6- Choléra 7- Poliomyélite 8- Shigelloses	Evolution annuelle du taux de sensibilisation de la population, par région	Année n	oui	Evolution annuelle du nombre de campagnes, par région	
		Nbre de campagnes, par département	oui		
		Liste des campagnes	oui		
		Effectif de population touchée, par campagne	non		
		Effectif population par région pour l'année considérée	non	Réf : effectif population par région	1- Population permanente seulement, 2- Estimation ou dernier recensement
	Evolution annuelle du taux de vaccination de la population, par maladie et par région	Année n	oui	Evolution annuelle du nombre de campagnes de vaccination, par région	
		Nbre de campagnes, par département	oui		
		Liste des campagnes	oui		
		Effectif population vaccinée par campagne	oui		
		Effectif population vaccinée par département	non		
		Effectif population par région pour l'année considérée	non	Réf : effectif population par région	1- Population permanente seulement, 2- Estimation ou dernier recensement

Définitions

Morbidité : Rapport, pour une période donnée, entre le nombre de malades et celui de la population

Mortalité : Rapport, pour une période donnée, du nombre des décès par une maladie donnée et une population moyenne

Prévalence : Rapport, à une date donnée, du nombre de cas d'une maladie à l'effectif d'une population, sans distinction entre les cas nouveaux et les cas anciens ; indicateur déterminé par enquête

Calcul des indicateurs

Les données utilisées sont des données brutes, validées, collectées au niveau **départemental** (ou cercle). Le calcul des **indicateurs par région** (ou wilaya) consiste en une simple sommation de ces données pour les départements la constituant.

Activités hydroagricoles (cultures irriguées) 3-4

INDICATEURS SIMPLES

État

Catégorie	Indicateur ciblé	Données utiles	Disponibilité de la donnée	Indicateur temporaire	Commentaires
Productivité des terres 1-Riz 2-Maïs 3-Sorgho 4-Canne à sucre 5-Tomate 6- Oignon	Rendement des principaux types de culture irriguée par département	Production par culture (en t ou qx), par département et par année agricole	oui		Fournisseurs de données : SAED, SONADER, PDIAM (Mali),DPCSE
		Surface cultivée (en ha) par culture et par département et par année agricole	oui		Fournisseurs de données : SAED, SONADER, PDIAM (Mali), DPCSE, CSS

Pressions

Catégorie	Indicateur ciblé	Données utiles	Disponibilité de la donnée	Indicateur temporaire	Commentaires
Occupation des sols	Proportion de surfaces cultivées par département et par année agricole	Surface cultivée totale (en ha) par département par année agricole	oui		Somme des surfaces cultivées (irriguées et non irriguées)
		Surface totale du département	oui		
	Taux d'irrigation par département et par année agricole	Surface irriguée cultivée totale (en ha) par département et par année agricole	oui		

Catégorie	Indicateur ciblé	Données utiles	Disponibilité de la donnée	Indicateur temporaire	Commentaires
		Surface agricole totale (en ha) par département et par année agricole	oui		
Consommation d'eau	Demande en eau d'irrigation par département et par année agricole	Prélèvements moyens en eau d'irrigation par département et par année agricole	non	Estimation de la consommation en eau d'irrigation	
		Surface irriguée cultivée totale par département et par année agricole	oui		
		Prélèvements théoriques en eau d'irrigation par type de culture et par année agricole	oui		Constantes calculées à partir des besoins mensuels par culture et en tenant compte d'une efficience des prélèvements de 65%
		Surface irriguée cultivée par type de culture, par département et par année agricole	oui		

Réponses

Catégorie	Indicateur ciblé	Données utiles	Disponibilité de la donnée	Indicateur temporaire	Commentaires
Techniques culturales	Intensité culturale des zones irrigables par département	Surface irriguée cultivée en hivernage par département	oui		

Catégorie	Indicateur ciblé	Données utiles	Disponibilité de la donnée	Indicateur temporaire	Commentaires
	et par année agricole	Surface irriguée cultivée en double culture par département	oui		
		Superficie aménagée pour l'irrigation par département	oui		
	Taux de pratique de la double culture par département et par année agricole	Surface irriguée cultivée en double culture par département	oui		
		Surface irriguée cultivée totale par département et par année agricole	oui		
	Part des techniques d'irrigation économes en eau par département et par année agricole	Surface irriguée concernée par des techniques économes en eau, par département	oui		SONADER, PDIAM (Mauritanie), SAED , DPCSE, CSS
		Surface aménagée pour l'irrigation	oui		
	Part des variétés moins consommatrices d'eau, toutes cultures confondues, par département et par année agricole	Surface cultivée en variétés moins consommatrices en eau, par culture	?		
		Surface totale cultivée par culture	oui		
Renforcement des capacités	Fréquence des campagnes de sensibilisation à de meilleures techniques culturelles	Nombre d'actions de sensibilisation par département et par année agricole	oui		

Définitions

Productivité : quotient d'une production agricole par l'ensemble ou par l'un seulement des facteurs de production qui s'y rapportent

Rendement : quotient d'une production agricole par la surface de terres utilisée

Techniques culturales : ensemble des techniques appliquées à une culture concernant la gestion des terres (rotations, jachère, double culture, etc.), de l'eau (type d'irrigation, culture de décrue), des fertilisants (produits et quantités appliquées, périodes et méthodes d'application), des pesticides (produits et quantités appliquées, périodes et méthodes d'application)

Année agricole : période composée de trois saisons ou campagnes : la campagne d'hivernage (juillet à décembre), suivie de la saison sèche froide (octobre–mars) et enfin de la saison sèche chaude (mars juillet).

Double culture : Pratique de deux campagnes agricoles sur une même superficie donnée au cours d'une année agricole.

Intensité culturale : rapport entre la superficie cultivée et la superficie aménagée

Calcul des indicateurs

$$\text{Rendement d'une culture par département et par année agricole (en t/ha)} = \frac{\text{Production totale de la culture dans le département (en tonnes)}}{\text{Surface occupée par cette culture dans le département (en ha)}}$$

$$\text{Proportion de surfaces cultivées par département et par année agricole (en \%)} = \frac{\text{Surface cultivée totale par département (en ha)}}{\text{Surface totale du département (en ha)}} \times 100$$

$$\text{Taux d'irrigation par département et par année agricole (en \%)} = \frac{\text{Surface irriguée par département (en ha)}}{\text{Surface agricole totale par département (en ha)}} \times 100$$

$$\text{Demande en eau d'irrigation par département et par année agricole (en m}^3\text{/ha)} = \frac{\text{Prélèvements en eau d'irrigation par département (en milliers de m}^3\text{)}}{\text{Surface irriguée cultivée totale par département (en ha)}}$$

$$\text{Estimation de la consommation en eau d'irrigation par année agricole (en m}^3\text{/ha)} = \frac{\text{Prélèvements moyens en eau d'irrigation par type de culture (en milliers de m}^3\text{)} \times \text{Surface irriguée cultivée par type de culture et par département}}{\text{Surface irriguée cultivée totale par département (en ha)}}$$

$$\text{Intensité culturale des zones irrigables par département et par année agricole} = \frac{\text{Surface irriguée cultivée en hivernage par département (en ha)} + \text{Surface irriguée cultivée en double culture par département (en ha)}}{\text{Superficie aménagée pour l'irrigation par département (en ha)}}$$

$$\text{Taux de pratique de la double culture par département et par année agricole (\%)} = \frac{\text{Surface irriguée cultivée en double culture par département (en ha)}}{\text{Superficie aménagée pour l'irrigation et effectivement cultivée par département (en ha)}} \times 100$$

$$\text{Part des techniques d'irrigation économes en eau par département et par année agricole} = \frac{\text{Surface irriguée concernée par des techniques économes en eau (en ha), par département}}{\text{Superficie irriguée totale (en ha), par département et par année agricole}} \times 100$$

$$\text{Part des variétés moins consommatrices d'eau (\%)} = \text{Somme} \left(\frac{\text{Surface cultivée en variétés moins consommatrice d'eau, par espèce (en ha)}}{\text{Surface totale cultivée par espèce (en ha)}} \right) \times 100$$

$$\text{Fréquence des campagnes de sensibilisation à de meilleures pratiques culturelles, par département et par année agricole} = \frac{\text{Nombre d'actions de sensibilisation par département et par année agricole}}{\text{}} \times 100$$

Activités hydroagricoles (élevage) 3-5

INDICATEURS SIMPLES

État

Catégorie	Indicateur ciblé	Données utiles	Disponibilité de la donnée	Indicateur temporaire	Commentaires
Superficie des zones de pâturage	Capacité de charge par département et par année agricole	Indice biomasse	?		Origine CILLS
		Consommation journalière par UBT	oui		1UBT=250 kg de poids vif
		Effectifs cumulés, toutes espèces confondues (convertis en UBT)	oui		
Accessibilité aux points d'eau	Degré de satisfaction en eau, par département et par année agricole	Volume disponible par espèce	oui		
		Consommation journalière par espèce	oui		
		Effectifs des troupeaux (en nombre de têtes) par espèce et par département	oui		

Pressions

Catégorie	Indicateur ciblé	Données utiles	Disponibilité de la donnée	Indicateur temporaire	Commentaires
Intensité du pâturage 1.Bovins 2.Ovins 3.Caprins 4.Camelins 5. Asins 6. Equins	Charge par espèce, par département et par année agricole	Surface pâturable potentielle (en ha) par espèce et par département	oui	Densités animales par espèce et par département, par année agricole	
		Effectifs des troupeaux (en nombre de têtes) par espèce et par département	oui		
		Nombre de jours de pâture par espèce	?		

Réponses

Catégorie	Indicateur ciblé	Données utiles	Disponibilité de la donnée	Indicateur temporaire	Commentaires
Mesures de compensation du déficit en parcours de décrue	Utilisation de sous produits agricoles et agro-industriels en alimentation animale	Quantités de sous-produits utilisés par département et par année agricole	?	Productions de sous produits agricoles- riz, maïs, sorgho	
		Production par culture (en kg), par département et par année agricole	oui		Données disponibles dans le cadre des données hydroagricoles sur les cultures (3-4)
		Coefficients de production de résidus par culture	oui		Valeurs constantes
	Mise en place de cultures fourragères	Surface cultivée en cultures fourragères par département et par année agricole	oui		

Définitions

Biomasse : quantité de matières sèches à l'hectare.

Capacité de charge : nombre maximum d'herbivores pouvant pâturer une surface donnée, sans détérioration de la végétation, en 1 an (exprimé en ha/unité de bétail et par an)

Surface pâturable potentielle : somme des surfaces des parcours de décrue, des casiers aménagés et non exploités, des parcours post-cultureux (cultures irriguées ou cultures de décrue) et des forêts.

Calcul des indicateurs

$$\text{Capacité de charge} = \frac{\text{Biomasse}}{\text{Consommation journalière par UBT} \times 365 \text{ jours} \times \text{effectif total en UBT}}$$

$$\text{Degré de satisfaction en eau} = \frac{\text{Volume disponible par espèce et par département}}{\text{Consommation journalière par espèce} \times \text{effectif par espèce et par département}}$$

$$\text{Charge} = \text{Nombre de jour de pâture par année agricole} \times \text{densité par espèce}$$

$$\text{Densités animales par espèce} = \frac{\text{Surface pâturable potentielle par espèce et par département}}{\text{Effectif des troupeaux par espèce et par département}}$$

$$\text{Production de sous-produits agricoles (en kg)} = \text{Production par culture et par année agricole} \times \text{Coefficient de production de résidus, par type de culture}$$

Table des matières

I.	Avant-propos.....	2
I.1.	Introduction	3
1.1.1.	Contexte	3
1.1.2.	Problématique	4
1.1.3.	Rappels sur la notion d'indicateur	6
1.1.4.	Les modèles conceptuels de classification des indicateurs	6
1.1.5.	Elaboration d'un indicateur	7
1.1.6.	Analyse de quelques indicateurs élaborés par des observatoires ou programmes internationaux	8
1.1.7.	Indicateurs SOE	10
II.	Problématiques environnementales	11
II.1.	Contenu des fiches	12
II.2.	Thèmes prioritaires et actualisation des fiches	14
II.2.1.	Tableau récapitulatif.....	14
II.2.2.	Fiches détaillées	15

Classe 1	1-1	Climatologie
	1-2	Eaux de surface (quantité)
	1-3	Eaux souterraines (quantité)
	1-4	Pédologie – dégradation des sols
Classe 2	2-1	Zones humides
	2-2	Couvert végétal
	2-3	Végétaux envahissants
	2-4	Faune terrestre et aquatique
	2-5	Pédologie – dégradation des berges
Classe 3	3-1	Maladies hydriques humaines
	3-2	Maladies hydriques animales
	3-3	Activités halieutiques
	3-4	Activités hydroagricoles – cultures
	3-5	Activités hydroagricoles – élevage
Classe 4	4-1	Eaux de surface (qualité)
	4-2	Eaux souterraines (qualité)
	4-3	Engrais et pesticides
	4-4	Mines et carrières

II.2.2. Relations entre les thèmes

III. INDICATEURS

III.1. Contenu des fiches

III.2. Fiches indicateurs détaillées

Classe 1	1-1	Climatologie
	1-2	Eaux de surface (quantité)
Classe 3	3-1	Maladies hydriques humaines
	3-4	Activités hydroagricoles – cultures irriguées
	3-5	Activités hydroagricoles – élevages