

Aménagements hydro-agricoles et santé au Sénégal

Présentation du programme « Eau et
santé dans la vallée du fleuve »

Jean-Pierre Hervé
Entomologiste médical

Jacques Brengues
Entomologiste médical

Pascal Handschumacher
Géographe

Georges Hébrard
Entomologiste médical

Introduction

La population mondiale croît de façon exponentielle, elle devrait doubler d'ici trente ans et 80 % de cette population devrait être dans les pays en développement (PED). Cette croissance ne s'accompagne malheureusement pas, dans les « pays du sud », d'un développement économique, agricole et industriel qui permettrait de répondre aux besoins de leurs populations. Ainsi en Afrique noire, entre 1980 et 1987, le revenu moyen par habitant a chuté de 10%. Seule une forte augmentation des activités industrielles et agricoles des PED est susceptible de procurer à ces pays les ressources alimentaires et les revenus nouveaux qui leur sont indispensables.

De fait le monde a connu, au cours des années 1960 et 1970 un développement rapide de l'irrigation dont le rythme s'est cependant ralenti à partir des années 1980. Cela est particulièrement vrai en Asie du sud et du sud-est, où l'on est passé de la mise en place de nouveaux projets, à la réhabilitation et à la modernisation des systèmes existants. Cette tendance est directement liée aux succès des projets antérieurs qui ont permis l'autonomie alimentaire et donc la réduction des besoins en matière d'investissement pour de nouveaux projets. Ainsi, depuis 1980, la production agricole de l'Inde a progressé de 10 % et celle de la Chine de 20 %.

Par contre, depuis 1980, la production agricole africaine n'augmente plus. En 1960 l'Afrique noire était en autosuffisance alimentaire et exportait même des denrées agricoles. En 1980, elle devait importer 11 millions de tonnes d'aliments et plus de 35 millions de tonnes en 1990. Autrement dit, les productions alimentaires stagnent par rapport à une population élevée dont la croissance annuelle est supérieure à 3 %. En outre, les modifications des habitudes alimentaires ont entraîné une forte augmentation des importations de blé et de riz qui ne sont pas ou ne sont qu'insuffisamment produits en Afrique. Ainsi, dans les seuls pays du Sahel, les importations de riz ont été multipliées par trois depuis 1975.

Il est donc indispensable d'accroître la production alimentaire d'un continent dont les potentialités agricoles sont énormes. Avec ses 700 millions d'hectares de terres arables, l'Afrique dispose de cinq fois plus de terres cultivables que les USA. Bien gérées les terres africaines pourraient faire vivre trois fois plus de population qu'aujourd'hui. Un des moyens pour atteindre cet objectif est d'irriguer de nouvelles terres. Cela est particulièrement vrai dans les pays du Sahel où les pluies sont hasardeuses ou insuffisantes.

La multiplication des aménagements agricoles et industriels n'est cependant pas sans conséquence pour les populations des PED. De tels aménagements qui font appel, dans la plupart des cas, à des technologies avancées, si ce n'est nouvelles pour ces pays, entraînent en effet de profonds changements écologiques. Ainsi l'extension et l'amélioration des cultures, indispensables pour satisfaire la demande alimentaire, provoqueront des modifications du couvert végétal ainsi que des réseaux d'eau superficielle. Le développement industriel, outre ses prélèvements sur les eaux de surface,

entraînera des concentrations humaines demanderesses d'eau, mais aussi productives d'effluents pollués. En d'autres termes, les modifications anthropiques profondes liées aux aménagements se traduiront par des changements, tant dans l'accès aux eaux ménagères que dans l'épidémiologie des maladies associées à l'eau. Les maladies à vecteurs, dépendantes de l'environnement, sont particulièrement sensibles à ces changements.

En outre, ces aménagements productifs de ressources alimentaires ou de revenus nouveaux vont influencer sur le comportement des populations avec, pour conséquence, modifications des besoins et de l'état nutritionnel, ainsi que de l'accès aux soins. Ces modifications devraient être bénéfiques mais les proliférations humaines incontrôlées, fréquentes en milieu urbain, peuvent aussi avoir des conséquences sanitaires catastrophiques.

Tous les régimes politiques proclament leur intérêt pour l'avenir de l'environnement. Mais lorsque l'on essaie de prévoir les conséquences d'une action de développement ou simplement d'une exploitation intensive des ressources naturelles, on constate vite le côté aléatoire des prévisions. C'est pour apporter des éléments concrets à des projections sur l'évolution des problèmes médicaux, en particulier ceux liés à la consommation de l'eau et des aliments et aux maladies transmises par des vecteurs (insectes, mollusques) associés à l'eau, que le programme « Eau et Santé » été mis en place au Sénégal.

■ Le programme eau et santé

Son intitulé complet « étude de l'influence des aménagements sur l'environnement et sur l'épidémiologie des maladies liées à l'eau pour la mise en place de moyens de lutte et de prévention adaptés », traduit parfaitement l'objectif final du programme.

Les aménagements de la vallée du fleuve Sénégal, avec la construction des barrages de Manantali, en amont, et de Diama, en aval, suivie de nombreux projets de mise en valeur, ont profondément

modifié le paysage sahélien originel, avec un changement de la gestion des ressources hydriques. La culture irriguée, qui se substitue peu à peu à la culture de décrue et à la culture pluviale, est le facteur principal de la transformation de l'espace agricole de la vallée et la cause de mutations socio-économiques importantes.

L'étude des situations épidémiologiques nouvelles qui en résultent et de leur suivi constituait le moyen de mesurer la prévalence des principales affections (paludisme, schistosomoses, maladies de dénutrition, borrelioses, leishmanioses, parasitoses intestinales...) mais surtout leur dynamique (incidence) en fonction de l'évolution des aménagements hydro-agricoles et agro-industriels. Cette connaissance est en fait le préalable nécessaire à la proposition de nouvelles méthodes de prévention et de lutte susceptibles de résoudre les problèmes posés par les situations nouvelles.

Ce programme a été très largement pluridisciplinaire. Il a en effet mobilisé des scientifiques appartenant à de très nombreuses disciplines. La collaboration a concerné les biomédicaux (entomologistes, parasitologistes, nutritionniste, malacologistes, épidémiologistes etc.), mais aussi d'autres biologistes (mammalogistes, agronomes, etc.) ainsi que les hydrologues et les chercheurs en sciences sociales (géographes, anthropologues, économistes, etc.). Aucune discipline n'a été considérée comme maître d'œuvre, et encore moins comme prestataire de service. Au contraire, il s'est agi de favoriser la complémentarité pour tendre vers un bilan synthétique respectant l'identité, la méthodologie et l'apport de chacune des approches.

Il a très largement fait appel au partenariat. Les chercheurs ayant participé au programme appartiennent à peu près pour moitié à l'Orstom et pour moitié à divers instituts sénégalais (14 chercheurs sur 30) : Faculté de médecine, Faculté des sciences, Isra (Institut Sénégalais de Recherche Agronomique) et Ministère de la santé. Il a également été fait appel aux structures médicales régionales et locales : médecin de région, médecins de département, de dispensaire ou encore d'entreprises privées (Compagnie Sucrière Sénégalaise) et infirmiers.

Enfin ce programme s'est voulu régional et international. Il a bénéficié de l'appui du laboratoire du Cermes (OCCGE) de Niamey (Niger). Il a entretenu en outre des relations privilégiées avec l'Université de Montpellier et celle de Strasbourg, ainsi qu'avec l'OMS (Division of

Control of Tropical Diseases, Unit of Schistosomiasis and other Trematode infections). Enfin des collaborations très profitables se sont mises en place avec l'Université du Québec à Montréal (Uqam) dès 1990, puis avec l'Institut Pasteur de Lille (Centre d'immunologie et de biologie parasitaire) dans la deuxième moitié de l'année 1991. Des relations se sont nouées, à partir de 1993, avec l'Université de Gent (Faculté de médecine vétérinaire).

Il a été polyfinancé. Le grand programme « Eau et Santé au Sénégal » a bénéficié, lors de sa mise en place, d'un financement du ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche (MESR, ex MRT) et de l'Orstom. Le volet paludisme du programme a été, en partie, financé par le ministère de la Coopération (financement du FAC). Enfin la Banque mondiale et l'OMS au travers du TDR (Programme spécial de recherche et de formation concernant les Maladies tropicales) ont participé au financement des recherches conduites dans le domaine des bilharzioses tandis que l'Uqam prenait en charge une partie du financement des recherches concernant la qualité de l'eau de boisson. Nos partenaires sénégalais nous ont apporté un appui logistique important (véhicule, personnel de terrain et de laboratoire) et ont mis à notre disposition leurs infrastructures (dispensaires sur le terrain et laboratoires). Le programme Espoir (financement de la CEE) a également participé au fonctionnement de l'équipe « Eau/Santé ».

■ Présentation de la zone d'étude

La République du Sénégal

Le Sénégal (SECK, 1977), d'une superficie de plus de 197 000 km² est situé à l'extrême ouest du continent africain entre 12° et 16°30' de latitude nord et entre 11°30' et 17°30' de longitude ouest (fig.1). Le pays, presque tout entier contenu dans la grande cuvette tertiaire sénégal-mauritanienne qui s'incline vers l'ouest, est très plat et les reliefs dépassant 100 m n'existent que dans le sud-est (contreforts du Fouta-Djalou) et dans l'Ouest (massifs volcaniques

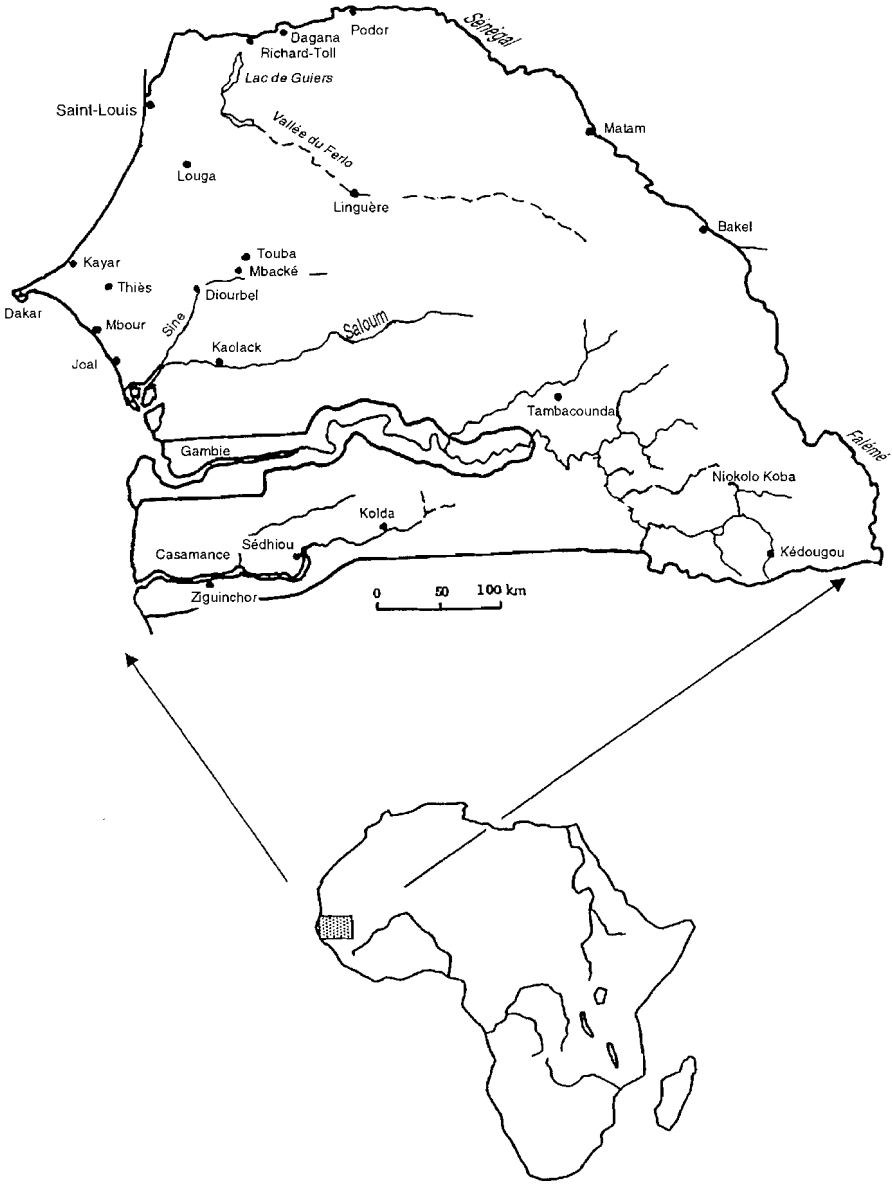


Figure 1
Le Sénégal : Carte de situation.

de la presqu'île du Cap-Vert) du pays. A cause de cette absence de relief, le climat est fonction essentiellement de la latitude, passant progressivement du type guineo-soudanien au sud, au type sahélien au nord, alors que la longue façade atlantique à l'Ouest du pays est très largement sous influence maritime (climat de type cap-verdien).

Le pays possède deux fleuves importants : le Sénégal et la Gambie. Le lit du Sénégal forme la frontière avec la République Islamique de Mauritanie ; le cours moyen de la Gambie traverse la République du Sénégal, mais son cours inférieur, large et navigable, se situe entièrement en République de Gambie.

La population du Sénégal se chiffre actuellement aux environs de 7 millions d'habitants, très inégalement répartis puisque les 3/4 sont regroupés à l'ouest du pays, alors que les campagnes représentent 60% de la population totale.

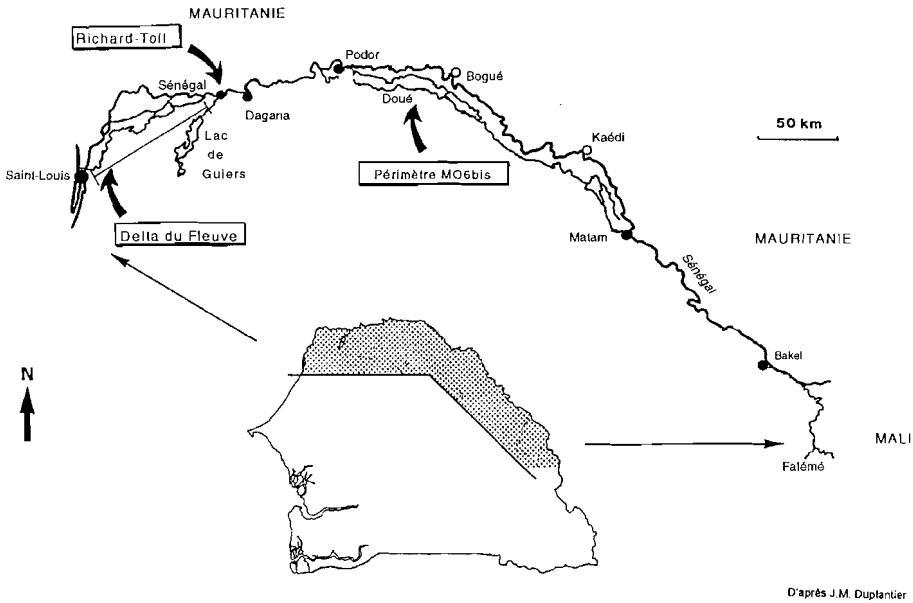
L'agriculture demeure l'activité de base du Sénégal, à la fois parce qu'elle occupe près de 70% de la population active et parce qu'elle alimente une bonne part des industries de transformation (huilerie, conserveries de poisson, industrie sucrière, etc.)

La vallée du fleuve Sénégal

Le Fleuve (d'après GAC, 1990)

Le fleuve Sénégal (fig.2) prend sa source dans le massif du Fouta Djallon (Guinée) à 960 m d'altitude. Son cours supérieur, appelé Bafing, traverse une région accidentée entrecoupée de chutes et de rapides. Il conflue avec le Bakoy à Bafoulabé (Mali), 255 km en amont de Bakel, et prend à partir de là le nom de Sénégal.

Peu avant Bakel il reçoit l'apport de la Falémé, son principal affluent, alors que le cours du fleuve n'est qu'à une vingtaine de mètres au-dessus du niveau de la mer et que l'on peut considérer qu'à Bakel, il a reçu tous les apports hydrauliques sur lesquels il peut compter de la part de ses affluents. Il constitue alors la frontière entre le Sénégal et la Mauritanie jusqu'à son embouchure. Après Bakel, le fleuve entre dans sa vallée alluviale. Celle-ci dont la largeur varie alors entre 10 et 25 km, s'étire sur 430 km jusqu'à Richard-Toll. La pente y est alors très faible (de l'ordre de 0,02‰). Le lit mineur du fleuve se situe même en



■ Figure 2
La vallée du fleuve Sénégal.

contrebas de l'océan à partir de Bogué, situé à près de 400 km de l'embouchure. Le fleuve trace de nombreux méandres dans cette vaste plaine alluviale où apparaissent défluent, plaines inondables et lacs. Ainsi le Doué, principal défluent, quitte le Sénégal à une quarantaine de km en aval de Kaédi. Il reste parallèle au cours du fleuve sur près de 200 km, isolant l'île à Morphil, avant de le rejoindre peu après Podor.

En aval de Dagana, le Sénégal alimente deux dépressions : le lac de Rkiz (Mauritanie) en rive droite et l'ensemble lac de Guiers - vallée du Ferlo au Sénégal. Il traverse, à partir de Richard-Toll, une région plate, le Delta, vaste plaine steppique aux sols de plus en plus salins, puis se jette dans l'océan Atlantique à Saint-Louis après un parcours de 1 800 km. Son embouchure, instable, se situe à l'extrémité de la flèche sableuse littorale de la Langue de Barbarie.

Le bassin versant du fleuve Sénégal couvre approximativement une superficie de 280 000 km², dont 220 000 pour le seul Haut bassin. Il se partage entre les quatre républiques de Guinée, du Mali, de la Mauritanie et du Sénégal.

Cependant, en dépit de son étendue, de la diversité du milieu et de son peuplement, la vallée du Sénégal fait figure d'entité régionale fondée sur une agriculture centrée sur le fleuve. La population se répartit dans des villages de paysans et de pêcheurs situés le long du fleuve et dans des hameaux de « pasteurs-paysans » dispersés sur de plus grands espaces.

Climats et paysage de la vallée (d'après HANDSCHUMACHER, 1991)

Le fleuve Sénégal traverse successivement des régions soumises aux climats guinéens, soudanien, sahélien avant d'atteindre la zone littorale influencée par la mer. Les caractéristiques principales en sont l'alternance d'une saison sèche et d'une saison humide, avec un gradient pluviométrique régulièrement décroissant de l'amont vers l'aval : 2 000 mm de pluie près des sources du Bafing, alors que les moyennes pluviométriques annuelles trentenaires (1931 - 1960) des stations de Dagana, Podor et de Matam sont respectivement de 330, 334 et 538 mm. Celles-ci tombent à 236, 211 et 364 pour la période de 1961 à 1985. Une extrême irrégularité caractérise donc les précipitations tant spatialement que dans ses variations inter-annuelles.

La grande superficie occupée par le Haut-bassin, en zone guinéenne, donne au fleuve un régime tropical humide. Avant la fermeture du barrage de Manantali deux saisons bien différenciées marquaient le régime du fleuve : « de juin-juillet à octobre-novembre le Sénégal connaissait une période de hautes-eaux puis une période de basses-eaux de novembre-décembre à mai-juin, pendant la saison sèche, avec une décroissance régulière des débits » (KANE, 1987). La pente extrêmement faible du Sénégal dans sa vallée alluviale conduit à des écoulements très lents. La crue se propage en effectuant son parcours dans la vallée alluviale en deux mois environ.

Le micro-relief et la crue déterminent la végétation présente dans la vallée. Celle-ci tranche sur la monotonie de la steppe sahélienne. *Acacia nilotica* formait des peuplements boisés denses, qui sont aujourd'hui en réduction constante. Ces forêts n'occupent plus que quelques cuvettes en raison de l'extension des cultures de décrue, des périmètres irrigués et de la réduction des surfaces submergées.

Des *Balanites aegytiaca* souvent largement ébranchés sont fréquentes sur les hautes levées.

En bordure du lit majeur apparaît un paysage de savane arbustive où prédominent Acacias (*Acacia raddiana*, *Acacia seyal*, *Acacia senegalensis*), et *Balanites* (*Balanites aegyptiaca*), mais où figurent également *Combretum glutinosum*, *Euphorbia balsamifera*, *Calotropis procera*.

Dans la région du Delta la végétation change. Les terrains salés portent une maigre steppe halophyte. Les parties hautes des levées sableuses sont dénudées, ce qui entraîne une forte déflation éolienne et la formation de nebkhas fixées par les plantes herbacées. Les parties basses, constituées par des terrains argilo-limoneux, sont occupées par une steppe arbustive.

Les cuvettes qui restent inondées longtemps forment des prairies aquatiques où l'on trouve du riz sauvage. Un peu de mangrove à *Rizophora* et *Avicennia* persiste à proximité de St-Louis. Elle est très appauvrie et de petite taille, se trouvant à la limite septentrionale de son aire d'extension.

Fonctionnement traditionnel de la vallée (d'après LERICOLLAIS, 1989 et 1991)

La population de la vallée (près de 900 000 habitants pour les régions riveraines au Sénégal et en Mauritanie, d'après le recensement de 1976) se répartit dans les villages de paysans et de pêcheurs situés tout au long de la vallée, et dans les campements et les hameaux d'agro-pasteurs dispersés sur un espace plus large.

Cette population appartient à plusieurs ethnies. La population toucouleur est dominante dans la moyenne vallée et représente 38 % du total de la population de la vallée. Elle se répartit dans les villages de la plaine alluviale et de sa proche bordure. Ils sont relayés à l'amont par les villages soninké du secteur de Bakel (10 %), et à l'aval par les villages wollof du bas Sénégal (9 %). Dans la moyenne vallée, à l'aval de Kaédi, les Peuls (18 %) et les Maures (20 %) transhumant de la vallée, où ils passent la saison sèche, vers les régions sahéliennes des bordures où ils demeurent en saison des pluies.

Avant la construction des grands barrages sur le fleuve, la crue était extrêmement variable d'une année sur l'autre. Elle inondait environ 500 000 ha les années où elle était importante, 370 000 ha en

moyenne, environ 100 000 ha les années faibles. Ces superficies inondées correspondent à des débits à Bakel de 7 000 m³/s pour les crues décennales, une moyenne de 4 500 m³/s, et 1 040 m³/s les années de faible crue. A Dagana, les débits décennal et médian ne sont plus respectivement que de 3 175 et 2 490 m³/s.

Durant la saison sèche, des eaux marines remontaient le cours inférieur du Sénégal. Elles recouvraient d'abord les vasières puis les cuvettes de la région du Delta avant que ne se forme un biseau salé dans le lit mineur qui remontait jusqu'à Dagana une année sur deux.

La population de la région associait généralement l'exploitation des terres alluviales inondées — le walo — (culture de décrue), avec celle des bordures sahéliennes — le diéri — (culture pluviale). La durée de submersion des cuvettes argileuses conditionnait directement les superficies cultivées en culture de décrue. Ces aptitudes morpho-pédologiques des différents terrains du lit majeur sont d'ailleurs parfaitement connues des cultivateurs. L'élevage a lieu en bordure de la plaine alluviale, tandis que la pêche est pratiquée toute l'année dans le fleuve et les chenaux défluent. Le delta, qui ne comptait que les villages de pêcheurs wolof sur les berges du fleuve et quelques centaines de pasteurs maures et peuls, a connu une immigration importante suite aux aménagements (cultures irriguées) de ces vingt dernières années.

Les aménagements de la vallée

La vallée du fleuve apparaît comme un milieu complexe aux potentialités agricoles importantes. Ainsi, dès l'époque coloniale, les projets de mise en valeur de la vallée par l'irrigation n'ont cessé de hanter les esprits. Des essais eurent lieu en plusieurs points le long du fleuve. La réalisation la plus importante fut Richard-Toll, initié pendant la guerre pour assurer la couverture des besoins vivriers du Sénégal. Depuis 1964 le delta est devenu le champ d'un effort continu d'aménagement et de peuplement. Les premiers grands casiers irrigués ont été aménagés dès 1937 dans la moyenne vallée (Dagana et Nianga, près de Podor). Enfin, depuis les années soixante-dix, les petites rizières villageoises s'y sont multipliées. Les aménagements restaient cependant limités par le très faible débit du fleuve en saison sèche et la présence d'eau salée dans le cours inférieur.

Pour parvenir à une maîtrise totale de l'eau du fleuve, considéré, dans un contexte général de sécheresse, comme le facteur fondamental de la croissance de l'économie agricole de la vallée, un programme de développement intégré s'appuyant à la fois sur la construction des barrages de Diama et de Manantali et sur l'aménagement de 250 000 ha de terre du lit majeur pour l'irrigation, a été établi. Les objectifs principaux de ce programme sont les suivants : a) de développer quantitativement la production agricole et animale, b) de la sécuriser en la garantissant contre les aléas, en particulier climatiques, c) d'accroître les revenus des populations riveraines, d) de fixer et de mieux répartir les exploitants dans la zone où ils exercent leurs activités, e) de sauvegarder le milieu en rétablissant un équilibre écologique compromis.

Le barrage de Manantali (au Mali) régularise les apports du Bafing et contrôle ainsi environ la moitié des écoulements du Sénégal. Il a été mis en service en 1987. Avec une retenue de 12 milliards de m³ d'eau, il a été réalisé avec, entre autres, comme objectifs la mise en irrigation de 375 000 ha de cultures réparties le long de la vallée, le laminage des fortes crues, le soutien des débits d'étiage et la production de 800 GWh d'électricité

A une trentaine de km en amont de Saint-Louis, le barrage anti-sel de Diama édifié en 1985 et complété par des endiguements en rive droite et en rive gauche, peut influencer les niveaux d'eau sur près de 350 km. Il est conçu pour : a) arrêter la remontée des eaux marines dans le lit du fleuve pendant la saison des basses eaux (de janvier à juillet), b) créer un réservoir d'eau douce à l'amont, c) améliorer les conditions de remplissage des réservoirs d'eau secondaire (lac de guiers, axe Gorom-Lampsar, lac Rkiz...).

Les zones d'étude

Les études sur le terrain ont intéressé la moyenne et la basse vallée du fleuve qui ont, de tout temps, concentré la population et l'activité agricole. C'est sur cette partie de la vallée que les bouleversements induits par les barrages et l'irrigation risquent d'être les plus importants. Elles se sont déroulées dans trois zones (fig. 2) :

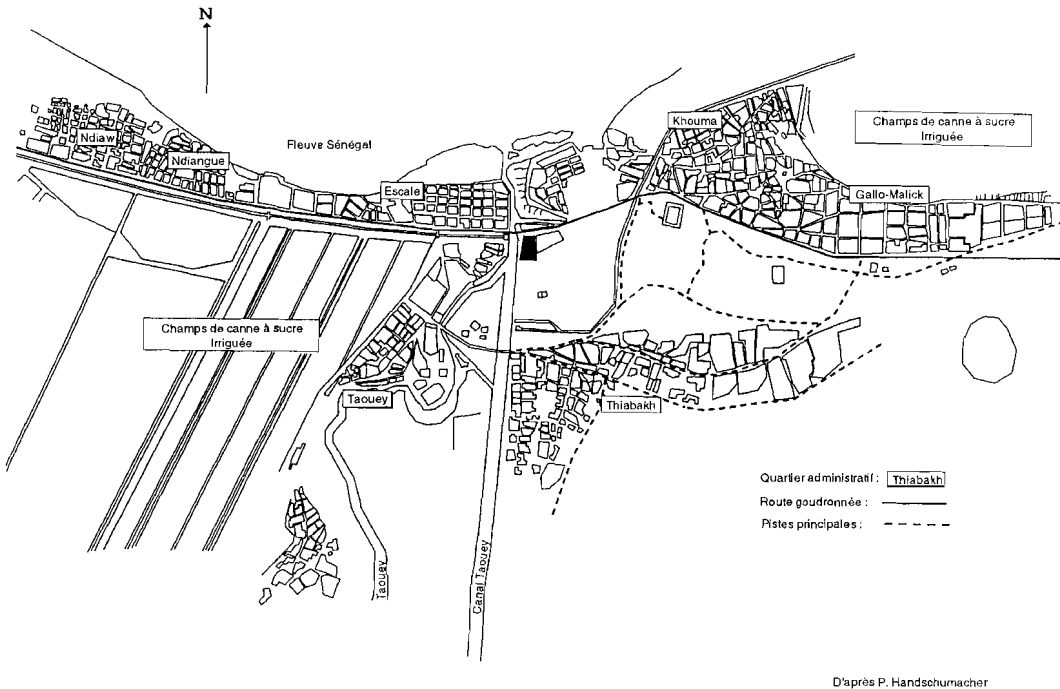
- Le périmètre irrigué à usage rizicole MO 6bis, situé près de Podor (moyenne vallée). Les premières données, sauf en ce qui concerne la nutrition, y ont été recueillies avant la mise en eau du périmètre en 1989.
- La zone sucrière irriguée de Richard-Toll, située dans la basse vallée du fleuve. La ville de Richard-Toll, seul grand centre agro-industriel du Sénégal représente, avec une population de près de 50 000 habitants, une situation exceptionnelle dans le delta. Les études y ont commencé en 1991.
- Le delta du fleuve Sénégal où les études ont débuté en 1993. Le fleuve serpente au milieu d'une plaine steppique aux sols plus ou moins salins. De grands périmètres s'y sont développés dans les années 1960-1970, entraînant l'arrivée d'une population relativement dense (colons). Depuis 1986, ces périmètres sont en cours de réhabilitation et le milieu y est considérablement modifié.

Richard-Toll et le delta du fleuve (d'après HANDSCHUMACHER *et al.*, 1992)

La commune de Richard-Toll (fig. 3), située sur la rive gauche du fleuve Sénégal (16°27'N, 15°42'W), n'a été, pendant longtemps, qu'une simple bourgade servant d'escale au commerce fluvial. Elle était entourée de villages wolofs waloo-waloo (ethnie d'agriculteurs pêcheurs) et de campements peuls (pasteurs nomades). Ce site a connu une très forte croissance démographique et a vu sa population passer de 3 000 habitants en 1965, à 13 000 en 1971, pour atteindre près de 50 000 habitants en 1994. La ville actuelle est en fait constituée par l'agglomération, autour de l'« escale », de cinq anciens villages et d'un campement, aujourd'hui érigés au rang de quartiers (Escale, Ndiaw, Ndiangué, Khouma, Gallo Malick, Taouey et Thiabakh).

Le réseau hydrographique y est très dense :

- le fleuve longe la ville au nord ;
- le marigot Taouey, dont le tracé a été modifié par la construction du canal de la Taouey, partage la ville du nord au sud. Il relie directement le fleuve au lac de Guiers ;
- le grand canal (encore appelé canal principal), dont le tracé est parallèle au fleuve, coupe la ville en deux d'est en ouest ;
- les canaux d'irrigation et les drains utilisés pour l'exploitation des champs de canne à sucre et des rizières, sont très nombreux.



D'après P. Handschumacher

Figure 3
La commune de Richard-Toll.

Du point de vue répartition ethnique, les Wollofs sont majoritaires, avec 50% de la population, suivi des Peuls qui représente 40% de celle-ci. Les autres ethnies (Maure, Sereer, Sarakolé, Diolas...) sont numériquement peu représentées.

Richard-Toll est une ville à vocation agricole. Les cultivateurs font de la riziculture pendant la saison humide, de juillet à décembre, et du maraîchage pendant la contre-saison sèche. Elle abrite la plus grande industrie agro-alimentaire du Sénégal, la CSS (Compagnie Sucrière sénégalaise) installée en 1971. La CSS exploite 7 000 hectares dont 6 500 en canne à sucre et emploie environ 6 000 personnes parmi lesquelles environ 3 000 temporaires venant de toutes les régions du Sénégal.

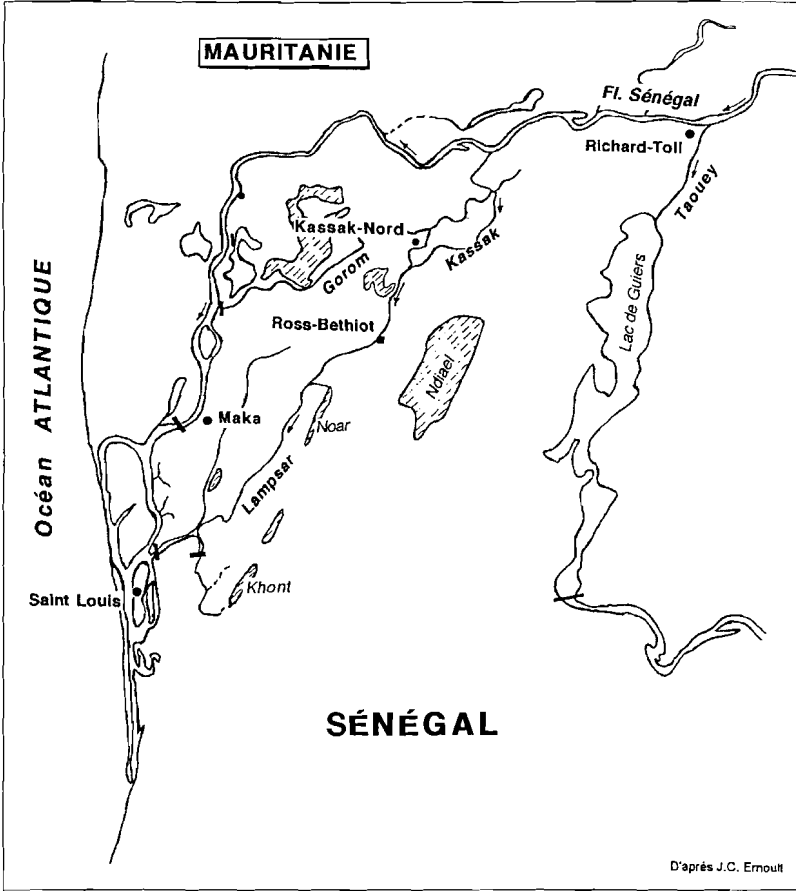


Figure 4
Le delta du fleuve Sénégal.

Le delta proprement dit est limité, à l'ouest et au nord, par le fleuve Sénégal de Saint-Louis jusqu'à Richard-Toll et, à l'est, par le lac de Guiers et la vallée du Ferlo (fig.4). A l'est du delta se trouve la cuvette du N'Diael, petite unité désertique dans un environnement encore sahélien. Dès que l'on franchit la nationale 2 reliant St Louis à Richard-Toll on se trouve véritablement au cœur du delta où zones irriguées et vertes abondent.

Cette vaste plaine basse est parcourue par de nombreux chenaux dont les principaux sont le Diovol, le Kassack, le Gorom, le Djoudj et le Lampsar qui rejoignent le cours principal du fleuve au nord de Saint-Louis.

La végétation, hors des périmètres irrigués, est localisée essentiellement le long des marigots, des cuvettes et des dunes fixées. Dans toutes les terres basses du delta, les formations végétales sont à relier à la présence du sel.

Le delta du fleuve Sénégal n'est pas une région d'irrigation traditionnelle, mais depuis 1966, la vulgarisation de la riziculture irriguée y est entrée dans une phase active. L'édification récente des barrages (Diama et Manantali) s'inscrit d'ailleurs dans une perspective d'accroissement des surfaces agricoles.

L'examen de la distribution de la population par ethnies montre que les Wolofs sont très majoritaires dans l'ensemble de la communauté rurale (66%) devant les Peuls (24%) et les Maures (7%, avant 1987).

Les caractéristiques climatiques qui prédominent dans le delta du fleuve Sénégal sont celles d'une zone de transition entre le domaine océanique et la frange littorale à l'ouest et un arrière-pays continental saharo-sahélien à l'est.

Le climat est du type tropical à saisons contrastées, dans lequel un court hivernage, généralement de trois à quatre mois seulement (juillet, août, septembre, parfois octobre ou juin), s'oppose à une longue saison sèche. En outre en hivernage, la pluviométrie n'excède pas 120 mm par mois. La pluviométrie moyenne annuelle est faible : 216,7 mm à Richard-Toll (1976-1989), 235,6 mm à Ndiol (même période). On retrouve des valeurs identiques à Saint-Louis (213 mm). La baisse de la pluviosité est manifeste par comparaison avec la période antérieure (398 mm à Saint Louis dans l'intervalle 1902-1969).

Dans ce climat sahélien, voire saharo-sahélien ces dernières années, les variations inter-annuelles sont extrêmement marquées, y compris durant la seule période sèche récente. Ainsi à Richard-Toll, pour la période 1976-1989, le maximum de pluviométrie a été enregistré en 1978 avec 406,1 mm et le minimum en 1983 avec 34,7 mm.

Les températures moyennes annuelles, dans le secteur de Richard-Toll sont voisines de 27 °C, le minimum moyen étant de 20,1 °C, le maximum moyen de 35,2 °C.

A l'échelle mensuelle, le maximum moyen le plus élevé se place en mai (39,3 °C) tandis que le minimum moyen le plus bas est en janvier (13,6 °C). En revanche, les moyennes mensuelles les plus fortes se situent en juin et en octobre (29,3 °C) tandis que la plus faible est en janvier (21,3 °C).

L'humidité atmosphérique est inférieure à 55 % durant la contre-saison sèche. Elle augmente à partir de mai et atteint un maximum en août-septembre, de 75 % environ. La comparaison avec les valeurs enregistrées plus à l'ouest, à Saint-Louis et à Ndiol, montre une diminution rapide, à l'échelle du delta, de l'humidité relative au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'océan.

Le périmètre MO 6bis (Handschumacher, 1990; Lericollais et Diallo, 1980 ; Leroux, 1977)

La zone d'étude retenue dans la moyenne vallée, est centrée sur le périmètre de Diomandou (officiellement dénommé MO6bis), département de Podor, sous-préfecture de N'Dioum dont il est distant d'une vingtaine de km (fig. 2). Cette zone est donc située à l'extrême nord du pays. La vallée alluviale du fleuve est très large à cet endroit, de l'ordre de 25 km Elle est bordée au nord et au sud de formations dunaires.

Le climat y est du type sahélien et prend même, sur la rive mauritanienne, un caractère sub-saharien. Les précipitations sont de type orageux et leur hauteur moyenne annuelle est inférieure à 350 mm (335 mm à Podor), l'isohyète de 400 mm traversant le diéri sénégalais nettement au sud de la vallée alluviale. Le nombre de jours de pluies à Podor est inférieur à 30, les trois mois de juillet, août et septembre concentrant plus de 80 % des précipitations.

L'emprise continentale se manifeste par un écart thermique diurne élevé, la température minimale moyenne étant de l'ordre de 15 °C à Podor, alors que le rafraîchissement estival reste très relatif (température moyenne du mois d'août enregistré à Podor : 29,9 °). Le mois de juin reste le plus chaud avec une température moyenne de 32,1 °, un deuxième maximum thermique étant enregistré au mois d'octobre (30,0 °). Dans cette région souffle, en fin de saison sèche, l'harmattan, vent saharien, chaud et desséchant.

La végétation des bordures de la vallée est une pseudo-steppe arbustive composée d'espèces ligneuses, le plus souvent épineuses : *Acacia radiana*, *Acacia senegal*. Les arbres sont, pour la plus grande partie, saccagés par la pâture et la coupe et, de ce fait, ne subsistent que sous des formes rabougries.

Le périmètre, dont la mise en eau a démarré en juillet 1989, fait partie d'un ensemble de quatre réalisations implantées dans la région. Il s'agit de périmètres dits « moyens ». Celui de Diomandou représente une surface totale de 1 100 ha, dont 480 de surface nette aménagée. Il a été implanté dans les cuvettes traditionnellement exploitées par les villages Toucouleur de Diomandou, Thialaga et Dodel, par le village Peul de Diouwanabe et par le village à dominante Maure de Diama Bayla. Il est situé en bordure immédiate du Doué. Ce défluent du Sénégal, long de plus de 200 km, est un cours d'eau permanent qui, avec le fleuve enserre l'île à Morphil. Il fournit, grâce à une importante station de pompage, l'eau d'irrigation du périmètre et en récupère les eaux de drainage. La population des cinq villages de la zone d'étude a été estimée à un peu moins de 4 000 habitants.

Bibliographie

GAC (J.Y.), 1990 —
Environnement et qualité des eaux du fleuve Sénégal. (projet Equesen). Rapport scientifique n° 2. Rapport Orstom-Dakar, multigr. : 54 p.

HANDSCHUMACHER (P.), 1990 —
Emprise foncière ancienne et modifications actuelles. Le rôle du périmètre irrigué dans une nouvelle gestion de l'espace. Rapport Orstom-Dakar, n° Orstom/ES/DK/35.90. Doc. Multigr. : 14 p.

HANDSCHUMACHER (P.), 1991 —
Note sur les déplacements des populations de la rive gauche du fleuve Sénégal. Quelques

implications sur l'épidémiologie des maladies parasitaires. Rapport Orstom-Dakar, n° Orstom/ES/DK/51.91. Doc. Multigr. : 11 p.

HANDSCHUMACHER (P.), DORSINVILLE (R.), DIAW (O.T.), HÉBRARD (G.), NIANG (M.) et HERVÉ (J.P.), 1992 —
« Contraintes climatiques et aménagements hydrauliques. A propos de l'épidémie de bilharziose intestinale de Richard-Toll » : 287-295. In BESANCENOT (J.P.) ed. : *Climats et pathologies.* John Libbey Eurotext. Paris.

KANE (A.), 1987 —
« Le bilan de l'eau sur le bassin

versant du fleuve Sénégal » : 13-21.
In : Historiens et géographes du Sénégal, 2° ed., Dakar.

LERICOLLAIS (A.), 1989 —
« Risques anciens, risques nouveaux en agriculture paysanne dans la vallée du Sénégal » : 419-436.
In : Le risque en agriculture. Coll. A travers champs, Orstom, Paris.

LERICOLLAIS (A.), 1991 —
« La vallée du Sénégal » : 5-13.
In BONNEFOND (P.) ed. : La vallée du fleuve Sénégal et ses aménagements. Etudes Scientifiques, France.

LERICOLLAIS (A.), DIALLO (Y.), 1980 —
« Peuplements et cultures de saison sèche dans la vallée du Sénégal » : 3-71. *In : Carte C à 1/100 000 (Ndioum, Bogué-ouest)*, Orstom, OMVS, Paris. Notice explicative n° 81.

LEROUX (M.), 1977 —
« Le Climat » : 16-23. *In DRESCH et al. ed. : Atlas national du Sénégal*. Institut National Géographique, Paris : 147 p.

SECK (A.), 1977 —
« Le Sénégal dans le monde » : 12-13. *In DRESCH et al. ed. : Atlas national du Sénégal*. Institut National Géographique, Paris : 147 p.