

## La Qualité Des Eaux D'irrigation et de Drainage de la SCL et de SENHUILE et Leurs Impacts Sur la Production et les Ecosystèmes du Delta du Fleuve Sénégal

Dr Aicha Idy Seydou Wally BA, Dr Adama Cheikh DIOUF and Dr Moussa Mamadou BALDE

Université Gaston BERGER de Saint-Louis du Sénégal Laboratoire : Leïdi (Dynamiques des Territoires et Développement)

**Abstract:** This article is concerned with the quality of agricultural water, it is specifically a study of the quality of water entering and leaving farms and the potential effects of these waters on ecosystems. Thus, two sampling campaigns were carried out on the irrigation and drainage water of SENHUILE and SCL. Emphasis was placed on various parameters, namely physical parameters (temperature, conductivity, salinity), organoleptic parameters (turbidity), chemical parameters (hydrogen potential, conductivity) and the Rate of Dissolved Matter (RDM). The results showed that the irrigation waters are salty overall with changes at different levels but suitable for irrigation. However, the drainage water is very heavy. The conductivity, salinity and rate of dissolved matter remain high at the level of the SENHUILE drains, accelerating the process of soil salinization and destruction of the natural ecosystems of the Senegal river delta.

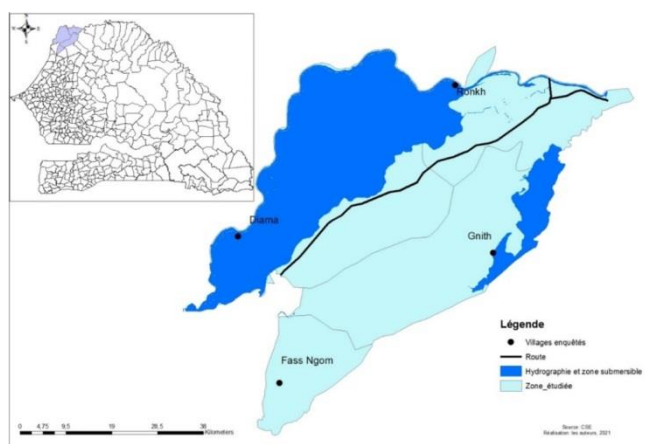
**Keywords:** Senegal, water quality, irrigation, salinization and ecosystems.

### INTRODUCTION

La qualité de l'eau est devenue une question préoccupante. Elle est l'objet de plusieurs études dans le delta et la basse vallée fleuve Sénégal (Loyer, J. Y., 1989; Cisse, B., 2011; Kamara, S., 2013). Elle recouvre à la fois la sécurité alimentaire (productivité agricole et qualité de la production mise sur le marché national ou international), la dégradation des sols (absence de drainage ou mauvais planage des sols) et des eaux (interactions entre les eaux souterraines salées et les eaux de surface douces).

Par ailleurs, le maintien de la qualité des eaux agricoles (irrigation et drainage) reste actuellement un défi majeur tant pour les agriculteurs que pour les spécialistes de l'environnement. Les eaux d'irrigation déterminent la qualité des rendements et la qualité des eaux de drainage, lesquelles

peuvent avoir différents impacts sur les sols, les eaux de surface, les eaux souterraines, la santé humaine et animale. La gestion des eaux de drainage est ainsi au cœur des préoccupations environnementales. Dans le contexte actuel, l'agriculture performante et intensive dans le delta du fleuve Sénégal, utilise divers produits dont certains présentent ou peuvent présenter des risques pour l'environnement et plus particulièrement sur les eaux de surface comme souterraines. Il s'agit donc d'une ressource dont la maîtrise repose sur une bonne et parfaite interaction des dimensions quantitatives (barrages et ouvrages hydrauliques) mais aussi qualitative (eau respectant les normes d'hygiène et de qualité pour la consommation humaine et pour l'irrigation).



Carte 1: Localisation de la zone d'étude

### MÉTHODOLOGIE

Dans le cadre de cette étude, un suivi qualitatif des paramètres physico-chimiques et biologiques des

eaux d'irrigation et de drainage est proposé. Les prélèvements ont été faits au niveau des canaux d'irrigation et de drainage de la SENHUILE et de

la Société de Cultures Légumières (SCL). Ces deux entreprises utilisent respectivement les eaux du Lac de Guiers et du fleuve Sénégal pour l'irrigation.

### L'échantillonnage

Deux campagnes de prélèvement ont été réalisées. Les échantillons sont, d'abord, prélevés (Image 1), étiquetés (Images 2 et 3), puis conservés (Image 4).

La première campagne a été effectuée en pleine campagne agricole (au mois de mai 2018) et quatre échantillons ont été récoltés dans les deux sites.

Pour la SENHUILE, l'étude de la qualité de l'eau a concerné spécifiquement les périmètres situés au bord de la route nationale à savoir les blocs (A-B-C). Les prélèvements ont été faits au niveau des canaux ravitaillant ces blocs et le drain situé à proximité.

La SCL ne dispose pas de canaux d'irrigation à ciel ouvert comme la SENHUILE. Elle dispose d'une station de pompage alimentée en eau à partir du fleuve Sénégal. De là, des unités de têtes se chargent de disperser l'eau dans les différentes stations. Il en est de même pour le drainage. La SCL ne dispose pas de canaux de drainage du fait du système d'irrigation utilisé. L'eau s'infiltré directement dans le sol. Ainsi, l'eau a été prélevée directement au niveau du fleuve pour l'irrigation.

Les résultats issus de cette analyse ont permis de faire une comparaison entre les eaux à l'entrée (station de pompage) et à la sortie (canal de drainage).

La deuxième campagne a été réalisée au mois de novembre 2018. Douze (12) échantillons d'eau ont été collectés au total.

Durant cette phase, six (6) échantillons sont prélevés dans chaque eau d'irrigation et six (6) au niveau des drains. Dans chaque eau destinée à l'irrigation, trois (3) échantillons ont été prélevés à des endroits différents ainsi que pour les drainages.

Cette méthode a permis de saisir l'évolution de la qualité de l'eau à différents endroits et de voir s'il y avait une fluctuation des paramètres chimiques au niveau d'un même canal d'irrigation ou si les composantes restent statiques partout.



**Image 1:** Prélèvement



**Images 2 et 3:** Etiquetage



**Image 4:** Conservation

**Source:** BA A. I. S. W., novembre 2018

Comme indiqué sur les images ci-dessus, chaque point de prélèvement a été localisé avec un Système de Géolocalisation par Satellite (GPS) pour capter les dimensions spatiales de l'objet prélevé d'une part et de l'autre pour étudier la portée spatiale des composantes chimiques de l'eau. Ensuite, les différents échantillons d'eau ont été étiquetés en indiquant les heures de prélèvement, l'origine (Diama ou Ngnith) et la nature (irrigation ou drainage). Enfin, les flacons

ont été conservés au frigo avant d'être analysés au laboratoire.

### Les Paramètre Etudiés

Pour avoir ces résultats, les paramètres suivants seront étudiés :

#### La Température

La température de l'eau est un paramètre de confort pour les usagers. Elle permet de corriger les paramètres d'analyse comme la conductivité. De plus, en mettant en évidence des contrastes de température de l'eau sur un milieu, il est possible d'obtenir des indications sur l'origine et la nature des écoulements de l'eau souterraine.

#### La Conductivité

La conductivité mesure l'aptitude de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau et sa minéralisation.

#### Le Potentiel Hydrogène (pH)

Le pH (potentiel Hydrogène) mesure l'activité en ions  $H_3O^+$  de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14. Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques et dépend de facteurs multiples dont la température et l'origine de l'eau.

#### La Salinité

La salinité désigne la quantité de sels dissous dans un liquide notamment l'eau qui est un puissant solvant pour de nombreux minéraux. Les mesures de conductivité peuvent être utilisées pour déterminer la salinité en ce qui concerne l'océanographie générale. Le sel dissout modifie les propriétés de l'eau dont sa capacité de dissolution, sa densité, sa compressibilité, son point de congélation et d'ébullition. Il modifie aussi sa conductivité électrique, sa viscosité ou sa corrosivité et très légèrement sa capacité à transporter les sons et la lumière. La quantité de sel dissout dans un liquide modifie la pression osmotique de celui-ci. Une eau très salée est plus

dense et « coule » ou plonge sous une eau moins dense. En ce qui concerne notre domaine d'étude qu'est l'agriculture, la salinité de l'eau et du sol détermine le choix des cultures mais aussi la qualité des rendements. C'est un élément très déterminant dans ce secteur et peut être considéré comme le premier intrant.

#### Le Taux de Matières Dissoutes (TDS)

Le Taux de Matières Dissoutes se mesure pour déterminer le contenu solide dans une solution. Il permet aussi de voir le taux d'éléments indésirables contenus dans l'eau.

#### Analyses et Interprétation des Résultats

Les agro-industries sont de grandes consommatrices d'eau tant pour les activités agricoles (l'irrigation, l'entretien des machines agricoles, le lavage des produits de récoltés) que pour la consommation humaine.

La consommation en eau des trois stations de la Société de Culture Légumière est estimée en 2013 à 2 818 532 m<sup>3</sup> et 8 400 000 m<sup>3</sup> en 2016 du fait que l'entreprise est dans une dynamique d'expansion des superficies emblavées. Toutefois, l'usage de l'eau est plus raisonné grâce au système d'irrigation recours.

L'irrigation par goutte à goutte, une technique par apport localisé, est utilisée par cette agro-industrie.

Au niveau de SENHUILE, la consommation d'eau dépasse largement celle de la SCL et de toutes les agro-industries localisées dans le delta du fleuve Sénégal. Elle est estimée à 55 000 000 m<sup>3</sup>/an en 2016 soit 50,2 % des volumes d'eau prélevées par les agro-industries.

Les tableaux ci-dessous sont les résultats des analyses effectuées sur les eaux des canaux d'irrigation de la SENHUILE à Ngnith, de la SCL au niveau du fleuve Sénégal à proximité du Barrage de Diama. Pour l'étude des eaux de drainage, elle a concerné uniquement la SENHUILE, car la SCL du fait de son système d'exploitation n'a pas besoin de système de drainage. Sur chaque canal d'irrigation et de drainage, le prélèvement a été fait sur trois 3 points distincts.

**Tableau n°1: Qualité des eaux d'Irrigation de la SENHUILE**

Points de prélèvement	T°C	pH	Cond µs/cm	TDS mg/l	Turb NTU	Sal mg/l
P1	28,9	7,25	87,5	62,3	14,7	43,1
P2	28,7	7,78	3160	2250	15,9	1867

P3	28,7	8,26	1316	932	86,5	676
----	------	------	------	-----	------	-----

### Explications

P1 : Ouvrage principal

P2 : zone intermédiaire

P3 : canal allant directement dans les champs

**Tableau n°2:** Qualité des eaux de Drainage de la SENHUILE

Point de prélèvement	T°C	pH	Cond µs/cm	TDS mg/l	Turb NTU	SAL mg/l
P1	28,5	5,71	71,1	50,2	73,2	41
P2	28,4	5,22	71,3	50,4	89,3	41,2
P3	28,8	4,65	71,4	50,7	122	41,5

### Explications

P1 : entrée du canal de drainage

P2 : zone intermédiaire

P3 : exutoire

**Tableau n°3:** Qualité des eaux d'irrigation de la SCL Diama

Points de prélèvement	T°C	Ph	Cond µs/cm	TDS mg/l	Turb NTU	Sal mg/l
P1	28,6	7,43	228	161,4	183	107,8
P2	28,7	7,07	181	129,1	59,7	86,5
P3	28,6	8,8	121,4	86,9	160,6	55,7

Source: Les auteurs, 2018

### Explications

P1 : Amont du Barrage de Diama

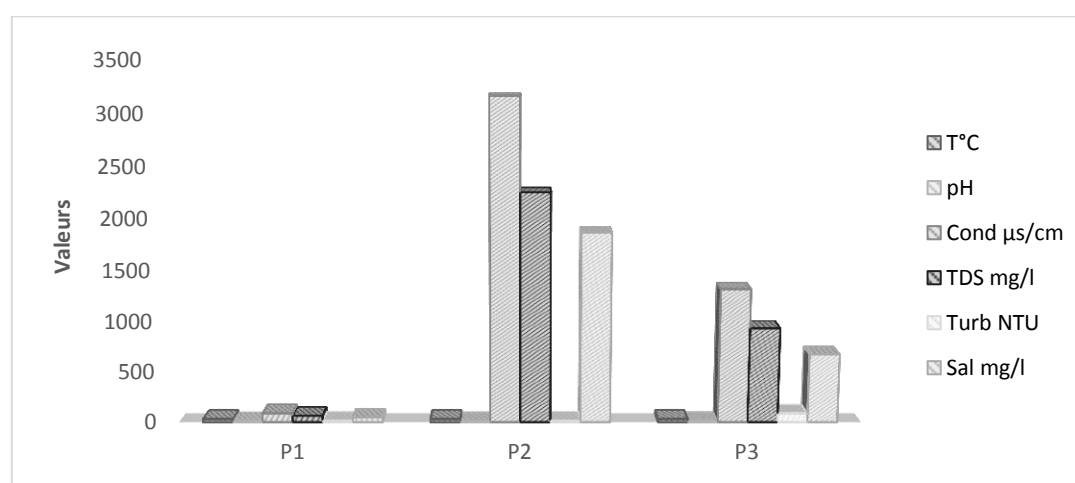
P2 : zone intermédiaire

P3 : station de pompage de la SCL

### Une Variation de la Qualité des eaux d'irrigation d'amont en aval pour la SENHUILE

Les différents paramètres mesurés dans le canal d'irrigation de la SENHUILE ne sont pas partout statiques. Elles changent d'un point à un autre. Le

point 1, correspondant à l'ouvrage principal, présente les valeurs les plus faibles qui vont s'accroître au point 2, zone intermédiaire, pour ensuite baisser légèrement au point 3, canal allant directement dans les champs.



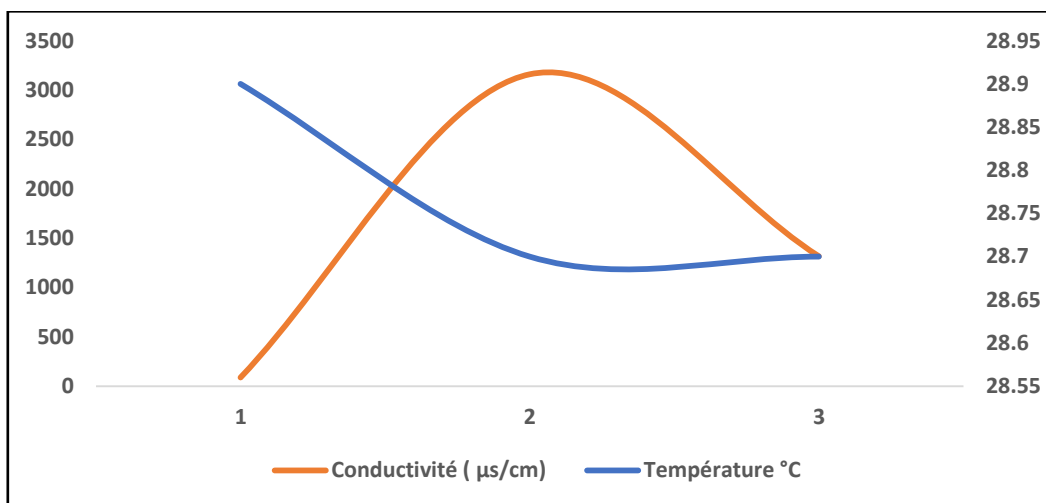
**Figure n°1:** Evolution des paramètres physico-chimiques à différents niveaux du canal d'irrigation de la SENHUILE

La température moyenne est égale à 28,7° C. Cette forte température de l'eau est due au fait que les mesures ont été faites entre 12h et 13h. En ce moment de la journée et de l'année (novembre), les eaux sont chaudes parce qu'elles subissent l'influence du climat typiquement sahélien de la zone de Ndiaël. L'insolation journalière moyenne est de 10 h, soit 3650 h/an. Au mois de mai, elle varie entre 11 et 12 h. En saison sèche, elle se maintient au-dessus de 8 heures par jour.

Le potentiel Hydrogène moyen (pH) est de 7,76. Le caractère acide, basique ou neutre d'une solution est donné par la présence en plus ou moins grand nombre d'ions H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> par rapport à la

présence d'ions OH<sup>-</sup>. Si [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] < [HO<sup>-</sup>] = **acide de 0 à 7** ; [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] > [HO<sup>-</sup>] = **basique de 7 à 14**. Au niveau des points 1 et 2, (7,25, 7,78), le pH est plus ou moins neutre ou approche la neutralité, il devient basique au point 3 (8,25). Si le pH obtenu dans les différents points de prélèvement indique une eau relativement bonne, l'importance de la conductivité, du TDS et de la salinité pourrait s'expliquer par la température élevée de l'eau.

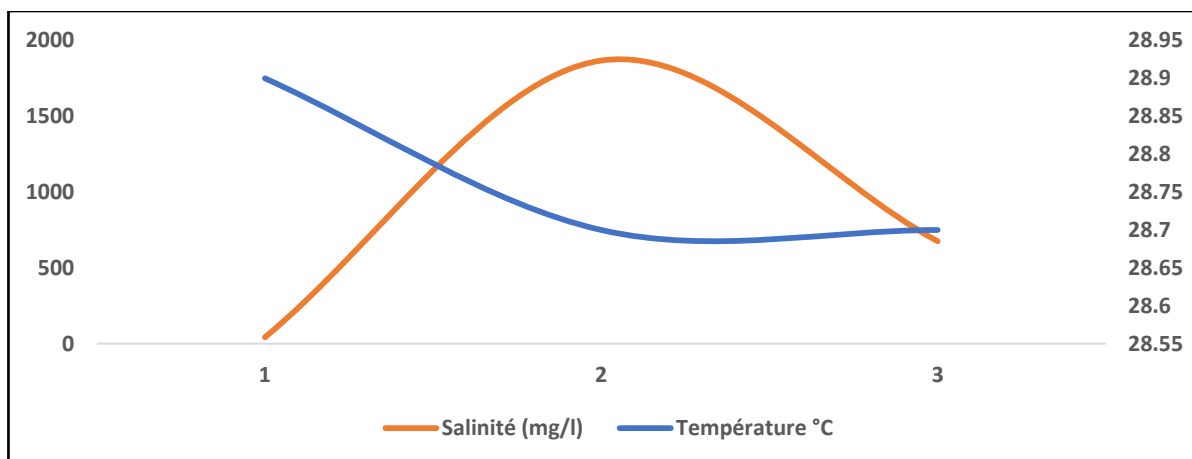
La température est un paramètre de confort pour les usagers et un facteur déterminant dans le comportement des paramètres chimiques comme la conductivité qui permet de mesurer la quantité de sel dissoute dans l'eau.



**Figure n°2:** Courbe corrélatrice de la Température et la conductivité électrique des eaux d'irrigation de la SENHUILE

La figure n°2 montre la relation entre la température et la conductivité de l'eau. La température ne détermine pas ici l'augmentation de la conductivité électrique. La température est restée à peu près constante alors que la conductivité change d'un point à l'autre. La température la plus élevée (28,9 °C) correspond à

la conductivité électrique la plus faible (87,5 µs/cm). Au niveau des points 2 et 3, elle est partout égale à 28,7°C, mais la conductivité électrique s'accroît avec respectivement 3160 µs/cm et 1316 µs/cm. L'irrégularité et le changement de conductivité peuvent donc être liés à la salinité.

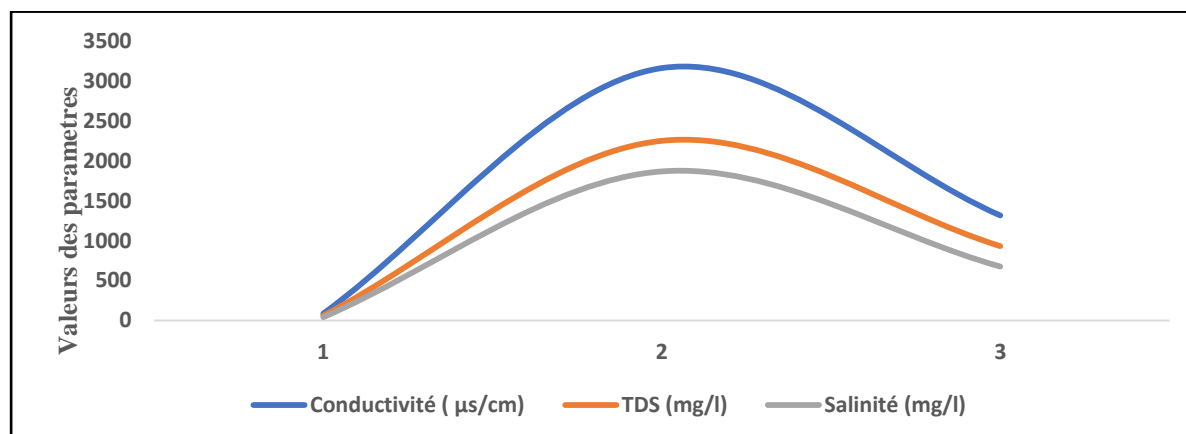


**Figure n°3:** Courbe corrélatrice de la salinité et la température des eaux d'irrigation de la SENHUILE

La courbe corrélative (Figure n°3) de la salinité et de la température présente des similitudes avec celle de la conductivité. Dans ce cas également, l'augmentation de la température n'influe pas sur

la salinité. Une forte concentration de sel est notée dans les eaux à température moindre.

Si la température est maintenue constante, la mesure de conductivité ne comporterait que la variable de concentration ionique.



**Figure n°4:** Rapport de proportionnalité entre la Conductivité électrique, le TDS et la Salinité des eaux d'irrigation de la SENHUILE

La figure n°4 montre qu'il existe ainsi une forte interaction entre la conductivité, le taux de matières dissoutes et la salinité. Quand la conductivité électrique est importante, la salinité de l'eau augmente de même que le taux de matières dissoutes. La salinité est depuis 1978 officiellement mesurée à partir de la conductivité électrique de l'eau à une certaine température et pression. La conductivité électrique est très élevée au niveau des points 2 et 3. Ainsi, la conductivité prend des proportions importantes à partir du moment où l'eau commence à prendre un caractère salé. Ceci permet donc d'apprécier la quantité de sel dissoute dans l'eau. Dans l'entrée principale des eaux d'irrigation de la SENHUILE, la conductivité est assez faible, 87,5 µs/cm, le TDS est estimé à 62,3 mg/l et la salinité à 43,1 mg/l. A partir de la zone intermédiaire, quand l'eau commence à entrer dans l'exploitation agricole, la conductivité électrique atteint 3160 µs/cm, le TDS 2250 mg/l et la salinité 1867 mg/l. Au niveau du canal servant directement à l'irrigation, la conductivité électrique est de l'ordre de 1316 µs/cm, le TDS 932 mg/l et la salinité 676 mg/l. Le coefficient de proportionnalité entre la conductivité et le taux de saturation est sensiblement égal à 1,4 et 1,9 entre la conductivité et la salinité.

L'augmentation de la Conductivité Electrique (CE) du TDS montre que les eaux d'irrigation des périmètres de la SENHUILE sont salées, mais aussi chargées en aval. Ceci est confirmé par la Turbidité au P3 (86,5NTU). Cette valeur traduit la

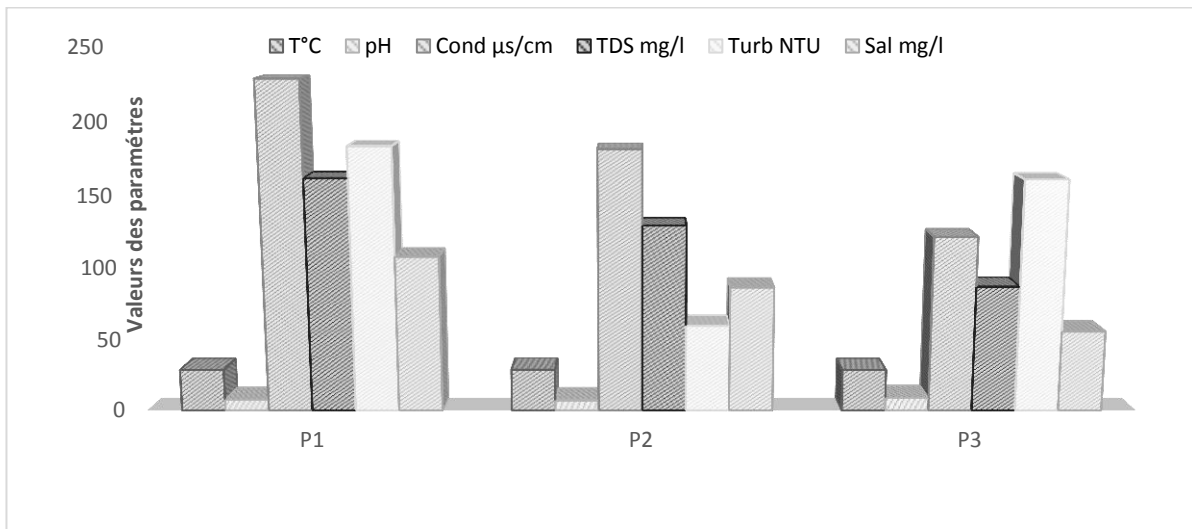
présence de particules en suspension des débris organiques, argiles et organismes microscopiques).

La variation des paramètres physico-chimiques entre les points 1, 2 et 3 peut être due au renouvellement des eaux, mais également à la remontée de la nappe phréatique dont la salinité est parfois équivalente au double de celle de l'eau de mer (est en moyenne de 35 ups, soit 35 g/kg).

Elle peut être aussi liée à la différence de dimensionnement entre les canaux d'irrigation répondant aux besoins des cultures. Une culture comme le riz demande une irrigation par submersion en bassin, nécessairement gravitaire. Les systèmes gravitaires sont le plus souvent alimentés par des canaux qui se ramifient progressivement en canaux plus petits d'ordre décroissant. On a ainsi une faible conductivité dans les canaux primaires s'accompagnant d'une baisse de la salinité et du taux de saturation et une conductivité plus élevées dans les canaux secondaires suivie d'une augmentation de la salinité et du TDS. N'empêche, on peut reconnaître que des avancées significatives ont été faites par l'entreprise en ce qui concerne l'amélioration de la qualité des eaux d'irrigation.

#### **Une Meilleure Qualité des Eaux D'Irrigation à la SCL: Résultat du bon suivi des eaux à proximité du barrage de Diama**

A Diama, on a une variation spatiale de la qualité de l'eau comme indiqué sur la figure ci-dessous.



**Figure n°5:** Evolution spatiales des paramètres physico-chimiques à différents niveau du canal d’irrigation de la SCL

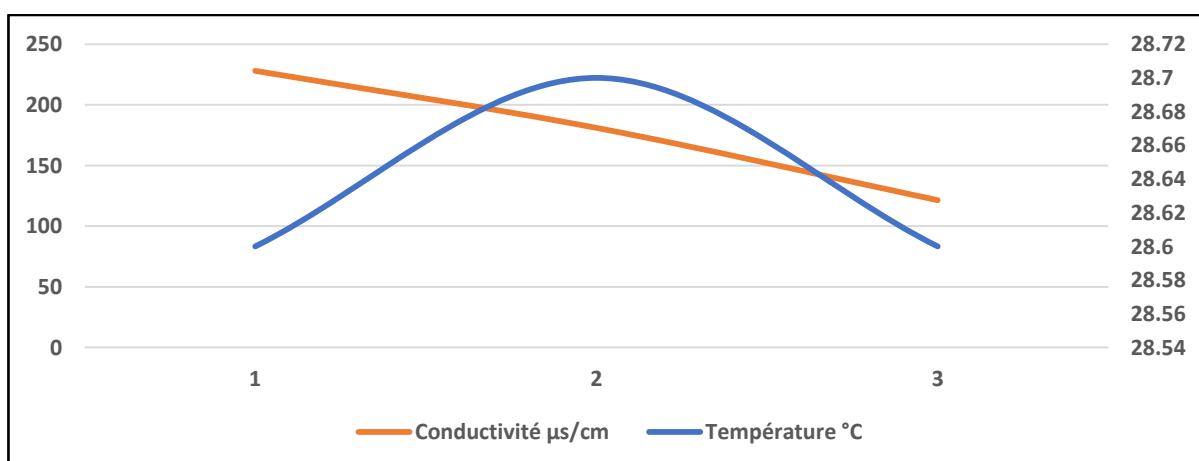
La figure n°5 donne des éléments sur paramètres physico-chimiques des eaux d’irrigation de la Société de Culture Légumière. Elle montre que les valeurs des différents paramètres mesurés varient d’amont en aval. Elles sont plus importantes à l’entrée et s’amenuisent une fois dans les stations de pompage.

La température de l’eau reste inchangée dans les différents points de prélèvement avec une moyenne de 28,6 °C alors que le taux de matières dissoutes, la conductivité, la salinité et la turbidité évoluent d’un point à l’autre.

Au niveau du premier point de prélèvement, les valeurs sont nettement plus élevées. Dans cette zone, il y a une forte présence d’activités agricoles

et ménagères. Ainsi, les rejets d’eaux usées se font régulièrement, ce qui pourrait affecter la turbidité qui y est aussi plus élevée avec 183 NTU. Les valeurs baissent légèrement aux points 2 (59,7 NTU) et 3 (160,6 NTU).

Toutefois, ces eaux sont neutres en amont du barrage de Diama et à la zone intermédiaire (7,43 ; 7,07) et légèrement basiques au niveau de la station de pompage de la société agricole (8,8). Le pH moyen est de 7.76. D’après les travaux de KANE (1985), le pH à Diama reste relativement stable en cours d’année. Il est légèrement basique en période de crue (valeur médiane : 7,4) et augmente légèrement (7,7) en saison sèche.



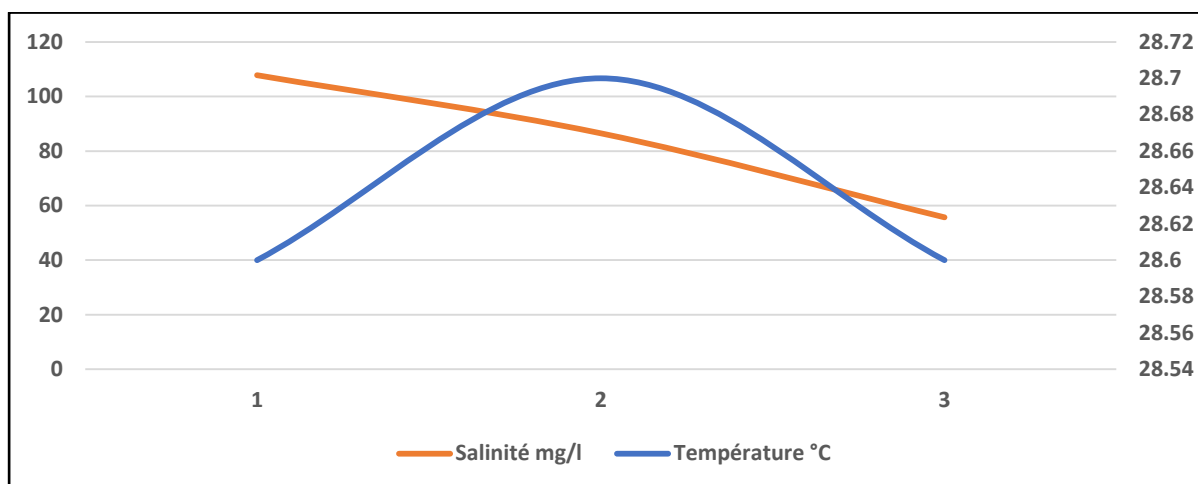
**Figure n°6:** Courbe corrélatrice entre la température et la conductivité électrique des eaux d’irrigation de la SCL

La courbe de salinité des eaux est descendante comparée à celle de la température qui connaît une légère variation au niveau du point 2. La

température la plus élevée 28,7 °C ne correspond pas à la plus forte conductivité. Dans les points 1 et 3, la température y est égale (28,6 °C) alors que

la conductivité est à 228  $\mu\text{s}/\text{cm}$  au point 1 et 121  $\mu\text{s}/\text{cm}$  au point 2. Donc, l'augmentation de la

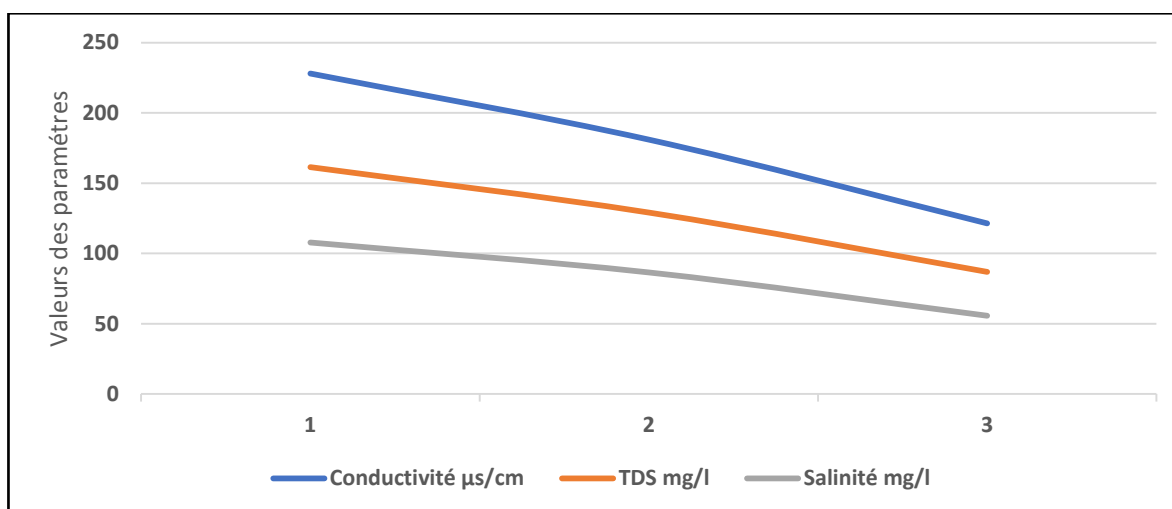
température n'entraîne pas forcément une augmentation simultanée de la conductivité.



**Figure n°7:** Courbe corrélatrice entre la température et la conductivité électrique des eaux d'irrigation de la SCL

L'analyse de la figure n°7 ne montre pas une influence apparente entre la salinité et la température. Tout comme la conductivité, la

salinité n'augmente pas quand la température de l'eau augmente. Le profil de la courbe de la salinité épouse celle de la conductivité.



**Figure n°8:** Rapport de proportionnalité entre la conductivité électrique, le TDS et la salinité des eaux d'irrigation de la SCL

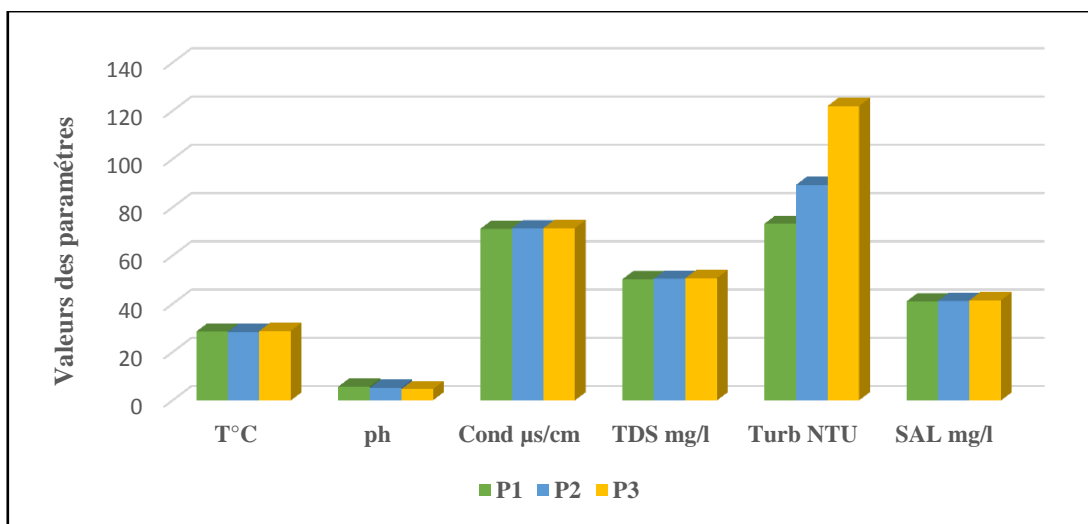
Toutefois, il existe une forte relation entre la conductivité électrique, le taux de matières dissoutes et la salinité. L'augmentation de la conductivité électrique est liée à celle de la salinité et du taux de matières dissoutes. Quand ces dernières augmentent, les valeurs de la conductivité augmentent. Le coefficient de proportionnalité est sensiblement égal à 1,4 entre la conductivité et la salinité et 2,1 entre la conductivité et la salinité.

Au niveau du point 1 où la conductivité est estimée à 228  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , il y a une plus grande salinité (107,8 mg/l) et un TDS plus élevé (161,4 mg/l). Quand elle baisse au point 2 (181  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ), la salinité s'abaisse (86,5 mg/l) de même que le taux de saturation (129,1 mg/l). Cependant, une faible conductivité électrique est observée au point 3 (121,4  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) correspondant à une faible salinité (55,7 mg/l) et un faible taux de saturation (86,9 mg/l).

A première vue, les eaux d'irrigation de la SCL sont meilleures que celles de la SENHUILE. Le pH est relativement neutre et l'alcalinité faible. Les taux de conductivité, de salinité et le TDS sont plus élevés en amont et s'abaissent progressivement une fois au niveau des stations de pompage. Cependant, l'eau trouble observée découle des activités agricoles pratiquées aux alentours. C'est cette eau qui est envoyée dans les conduites pour servir à l'approvisionnement de la station de potabilisation de Diama pour alimenter le système d'irrigation goutte-à-goutte, les pivots et enfin les stations de ferti-irrigation.

### Impacts de l'activité des agro-business sur les Ecosystèmes du Delta du Fleuve Sénégal Eaux de Drainage Minéralisées Dans le Ndiaël: Un Facteur Aggravant la Salinisation Des Sols

L'analyse des eaux de drainage de la SENHUILE montre que les eaux sont acides et chargées. Comme en atteste la figure n°13, les valeurs des différents paramètres mesurés ont progressivement baissé dans le canal de drainage. En dehors de la Turbidité qui fluctue sur les différents points de prélèvement, le pH, la conductivité, le taux de matières dissoutes et la salinité restent presque constants tout au long du canal de drainage.

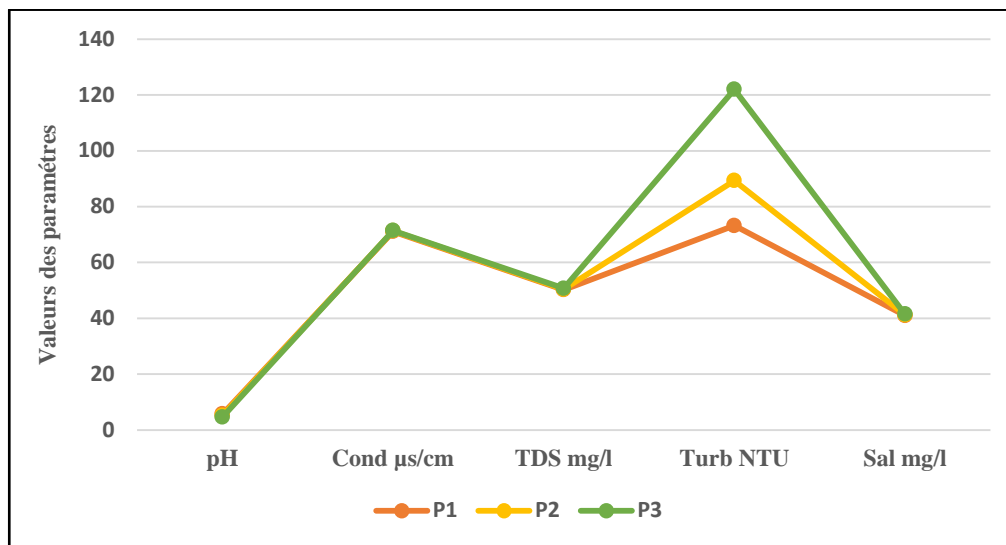


**Figure n°13:** Evolution des paramètres physico-chimiques des eaux de drainage de la SENHUILE

Le pH moyen au niveau du canal de drainage est de 5,19. Au niveau du point 1, il est de 5,71, 5,22 au point 2 et 4,65 au point 3. Ces valeurs indiquent une acidité de l'eau et une présence potentielle d'acides minéraux et organiques.

La conductivité y est faible. Elle est égale à 71,1µs/cm au P1 ; 71,3µs/cm au P2 et 71,4µs/cm au P3, de même que le taux de saturation qui est

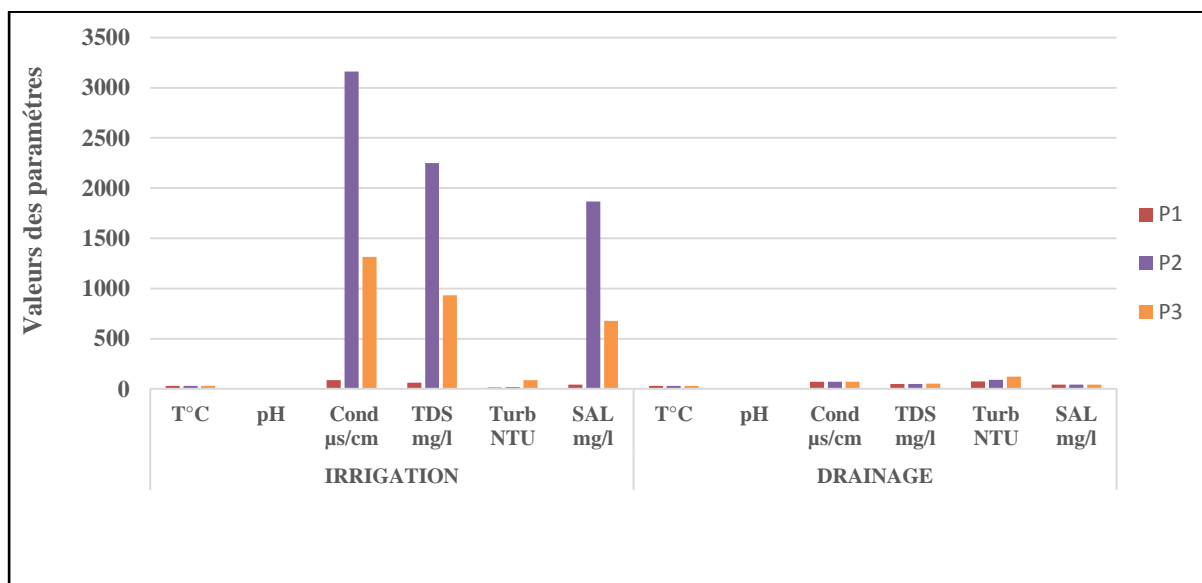
égal à 50,2 mg/l au P1, 50,4 mg/l au P2 et 50,7 mg/l au P3. On retrouve par contre une faible salinité de l'eau ne dépassant pas 50 mg/l avec 41 mg/l au point 1, 41,2 mg/l au point 2 et 41,5 mg/l au point 3. Seule la Turbidité reste élevée et est partout supérieure à 50 NTU. Elle dépasse le seuil des eaux légèrement troubles et entre dans la catégorie des eaux troubles.



**Figure n°14:** Courbe corrélative des paramètres physico-chimiques des eaux de drainage de la SENHUILE

La figure n°14 permet de mieux saisir les tendances dans les différents points. En effet, le pH, la conductivité, le Taux de matières Dissoutes et la salinité se confondent ici. L'acidité de l'eau et la faible présence de sel ont une influence sur la conductivité et le taux de saturation, car une eau très salée est plus dense et « coule ». La

conductivité diminue ainsi avec la baisse de la salinité. Nous avons, cependant, un accroissement de la turbidité de l'eau chargée du point 1 au point 3. Il existe une très grande disparité entre les valeurs des eaux d'irrigation et de celles de drainage au niveau de la SENHUILE.



**Figure n°15:** Comparaison des eaux d'irrigation et de drainage de la SENHUILE

Hormis la température qui est statique et la turbidité nettement plus élevée dans le drain de la SENHUILE, toutes les valeurs des paramètres physiques et chimiques concernées sont plus importantes dans les eaux d'irrigation. On note une conductivité, une salinité et un taux de matières dissoutes élevés.

Une fois dans le drain, ces paramètres perdent de leur densité. L'étude de la reconnaissance pédologique de la cuvette de Ndiaël réalisée en 1967 avait déjà montré que les eaux de drainage sont moins salées que celles qui stagnent au niveau de la dépression. Le sel se dépose au fond de l'eau et se cristallise sous l'effet de l'évaporation et des

fortes températures. Le Potentiel Hydrogène devient acide et la turbidité augmente. En ce moment, l'eau ayant déjà inondée les rizières, est chargée de résidu d'engrais et de pesticides. Des pesticides dont certains ne sont pas reconnus par le CILLSS et donc dangereux pour l'environnement, la santé humaine et animale.

### La Pollution des Eaux de Surface et Souterraines

La pollution des eaux se définit comme tout déversement, écoulement, dépôt direct ou indirect de liquides ou de matières qui est susceptible d'altérer la qualité des eaux superficielles, souterraines ou marines. La contamination des eaux de surface et souterraines par les engrais et les pesticides est une réalité dans le delta du fleuve Sénégal. Comme l'attestent les résultats dans le chapitre précédant, la SENHUILE et la SCL ont recours à des engrais sulfatés, azotés et potassiques, mais aussi des pesticides dangereux pour l'environnement, la santé humaine et animale. Ces produits sont pour la plupart interdits par les textes réglementant l'utilisation des produits phytosanitaires. De nombreuses exploitations agricoles sont situées à proximité des cours d'eau (SCL, fleuve Sénégal et SENHUILE, lac de Giers), cette situation accroît davantage les risques de pollution de ces ressources.

Cette pollution des eaux se manifeste par le développement des plantes (typha) d'eau douce dans le delta, autant dans les chenaux d'amenée que dans les canaux d'irrigation et de drainage et constitue un autre versant de la problématique de la qualité des eaux d'irrigation. Ces plantes aquatiques tout en réduisant la fluidité des cours d'eau ont un impact encore peu connu sur la qualité de l'eau dans le delta du Sénégal. La non maîtrise des méthodes de lutte contre ces plantes par la grande majorité (mis à feu des plantes dans les canaux avant irrigation, méthode chimique consistant à appliquer des herbicides dans les canaux enherbés) renforce les incertitudes.



Image n°5: Canal d'irrigation de la SENHUILE



Image n°6: Eau trouble à hauteur du Barrage de Diama

Source: BA A. I. S. W., novembre 2018

Les images ci-dessus montrent que le développement de la végétation aquatique se fait de façon très rapide et à un rythme effréné. Moins de deux ans après l'aménagement d'un canal, les espèces aquatiques commencent à proliférer. Sur les berges du fleuve Sénégal, à quelques mètres de l'ouvrage de Diama, le *Typha australis* et les *phragmites australis* ont commencé à pousser sur une bonne partie de l'eau. Ceci rend parfois difficile voire impossible l'accès à l'eau pour l'irrigation et l'abreuvement du troupeau. Cette situation devient beaucoup plus complexe et alarmante lorsqu'on remonte le long du fleuve, vers Ronkh et Richard Toll. Il se pose ici la question de la durabilité et de l'avenir de la ressource eau si le développement de ces espèces n'est pas anéanti de façon efficiente.

Tout comme les eaux de surface, les eaux souterraines également sont fortement menacées. Dans certaines parties du delta, l'eau souterraine est plus salée que l'eau de mer et constitue ainsi un frein majeur à la diversification des cultures. Les

eaux de la nappe sont devenues fortement minéralisées. Une concentration en solides dissous supérieure à 10 000 mg/l et un faciès hydro-géochimique chloruré, sodique et potassique rendent les eaux inaptes à plusieurs utilisations domestiques (irrigation et alimentation du bétail).

### Un Processus de Salinisation des Sols de Plus en Plus Accru Dans Le Bas Delta

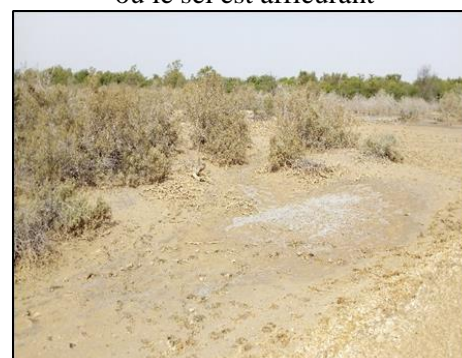
Les apports massifs destinés à augmenter la productivité du sol ont profondément modifié le milieu et l'évolution des terres du delta par l'augmentation de l'humidité et des apports de sels AUBERT G., (1963). Ces changements peuvent conduire à long terme à la destruction du sol en tant que ressource, support de la vie végétale par son engorgement ou par salinisation (Images n°7 et n°8).

Cependant, il est évident de rappeler que la nature salée des sols du delta du fleuve Sénégal relève d'un fait ancien lié à sa pédogenèse. Celle-ci est essentiellement hydrique et est conditionnée par la durée d'inondation, laquelle dépend de la côte topographique des différents ensembles géomorphologiques. La salinité de la cuvette du Ndiaël est due soit aux inondations anciennes (avant le barrage de Diama) par les eaux de surface saumâtres, soit aux mouvements ascendants de la nappe superficielle chargée en sels solubles. On y rencontre des manifestations acides qui sont liées à la présence de composés sulfatés issus de la main fossile.

Le type de drainage utilisé (superficiel) a pour rôle essentiel de lessiver les sols salés au fur et à mesure et d'évacuer les excédents d'eau d'irrigation, tandis que le drainage souterrain a pour rôle de rabattre la nappe phréatique à un niveau qui ne menace pas le développement des plantes, généralement en dessous de 2 m de profondeur. Ainsi, on note des rejets chargés en sel ou en composants divers et leurs résidus (comme les pesticides et les engrais), tel que démontré par le pH et la turbidité des eaux de drainage de la SENHUILE.



**Image n°7:** Canal de drainage de la SENHUILE où le sel est affleurant



**Image n°8:** Sel affleurant et sol réduit-en cendre à Diama

**Source:** BA A. I. S. W., novembre 2018

Dans les canaux de drainage ou les sites proches des exploitations, la « tannification » est à un stade avancé, visible sur la végétation qui y pousse. Elle est de couleur grise ou jaune. Le sol est par endroit réduit en cendre et plus exposé donc à l'érosion éolienne. Avec l'interconnexion qui existe entre les différents défluent et le fleuve Sénégal, la contamination peut se faire par érosion hydrique surtout pendant l'hivernage où tous les cours d'eau se remplissent. Durant la campagne de 2017, la quantité excessive de sulfate de chlorure, utilisée par la SCL dans le traitement, avait modifié l'aspect visuel dans une bonne partie des eaux du fleuve, ce qui n'a pas laissé la Société Des Eaux et l'OMVS indifférentes.

### Une Détérioration de la Santé Humaine et Animale

Les risques pour la santé humaine constituent sans aucun doute le problème lié à l'eau le plus grave et le plus répandu. Chaque année, environ 3,5 millions de personnes décèdent à cause de problèmes liés à l'accès à l'eau, aux conditions sanitaires et à l'hygiène, notamment dans les pays en développement (OMS, 2008).

Les résidus de pesticides rejetés dans ces zones humides sont nettement plus dangereux, notamment pour les populations itinérantes pas du tout au courant de l'origine de ces eaux polluées. Les villages riverains du Ndiaël s'approvisionnement en eau (boisson, toilette, ménage, cuisine) sur les mares et parfois dans la cuvette principale vers laquelle sont déversées les eaux de drainage par l'émissaire des casiers rizicoles de Kassack I et II et de Grand-digue. En raison de la présence de cours d'eau, de vastes zones de pâturages (surtout dans le Diéri) et la disponibilité des sous-produits agricoles (sons, paille de riz), l'élevage présente des atouts non négligeables dans la zone. Il est l'apanage des peulhs, des maures qui sont très nombreux au niveau de la commune de Diama, mais aussi des wolofs. Il faut toutefois noter qu'il reste encore de type extensif dans sa globalité et reste encore confronté à un certain nombre de problèmes liés à sa pratique dont l'accès à une eau de qualité et en quantité. Les pasteurs peulh s'approvisionnent et abreuvent le bétail sur les points d'eau les plus proches, ignorant parfois leur origine.

D'après les données recueillies auprès de l'agent technique d'élevage de Ross Béthio, le bétail est affecté par des maladies liées à la qualité des eaux d'abreuvement que sont la distomatose et la trypanosomiase. 70 à 90% des bêtes abattues dans la zone sont atteintes de distomatose. Cette maladie est causée par la douve du foie qui prolifère dans les eaux stagnantes suite au développement des herbes aquatiques comme *Typha domingensis*. La douve s'attaque au foie des bovins et petits ruminants et le détériore progressivement. Ainsi, le foie des bêtes abattues dans n'est pas consommé, seule la viande peut être consommée sans risque. La distomatose est de plus en plus diagnostiquée et traitée par les éleveurs par le Dovenix pour les bovins. Le bétail est également exposé à la piqûre des insectes tels que les moustiques et les taons qui prolifèrent dans les eaux stagnantes. Les infestations se manifestent par l'amaigrissement de l'animal, l'irritation de la peau et les poils dressés.

Dans la commune de Diama, les épizooties les plus fréquentes dans la zone sont : la fièvre aphteuse, la dermatose nodulaire, les tics, la pasteurellose bovine et ovine, la maladie de Newcastle pour la volaille et la peste équine.

La maîtrise de la santé animale est d'autant plus difficile qu'il n'existe qu'un seul agent d'élevage au niveau de Diama, dépourvu de moyens de travail (pas de bureau, ni de voiture). La couverture sanitaire est assez faible dans cette zone. La seule clinique vétérinaire qui existe dans la zone se trouve à Ross Béthio et est assez éloignée des zones d'élevage. Il faut aussi souligner que les éleveurs éprouvent d'énormes difficultés pour s'approvisionner en médicaments et que les campagnes de vaccination étaient gelées. Pour la vaccination, il faut noter que les parcs de vaccination, non seulement, ne sont pas suffisants, mais ne sont pas fonctionnels pour la plupart d'entre eux.

## DISCUSSION

L'objectif de cette étude est l'analyse de la qualité des eaux des d'irrigation et de drainage de la SENHUILE et de la SCL ainsi que leurs impacts négatifs sur les écosystèmes de la vallée. Ainsi, comprendre la qualité des eaux d'irrigation, eaux de drainage et la nature des écosystèmes devient prégnant pour assurer le développement économique durable et écologique (éco-développement) à l'échelle locale, voire nationale. Les recherches ont essentiellement prouvé que les eaux de drainage issues des agro-industries dans le delta du fleuve Sénégal constituent une source de destruction des écosystèmes. Pour DELCOURT L. (2010) : « Destruction du couvert forestier, pressions croissantes sur les ressources naturelles, usage massif d'agents polluants, accélération du mouvement d'accaparement des terres, tensions sur les prix des denrées de base, multiplication des scandales sanitaires liés à l'alimentation, etc. ». Tels sont les qualificatifs que cet auteur utilise pour désigner les conséquences prévisibles des agro-industries. Dans le même ordre d'idée, Gueye. et al., (2008) montre que les entreprises agricoles, tout comme les projets de développement et certaines infrastructures sociales (forages) sont capables d'apporter des changements notoires aux espaces qui les accueillent. En outre, l'étude montre que l'utilisation de l'eau et de fertilisants se fait parfois de manière abusive exposant les ressources hydriques, (eaux de surface, eaux sous terraines) mais également les sols et les écosystèmes. Ce résultat corrobore celui de Kamara, S., (2013) qui montre que la qualité de l'eau se détruit au niveau du Pont-Gendarme en se basant sur deux sur deux

indicateurs physico-chimiques de base, à savoir la température et la conductivité électrique.

## CONCLUSION

Symbole de modernité, les agro-business mettent en œuvre des systèmes d'exploitation de pointes, mais peu soucieux de l'environnement. Les agro-industries étudiées, ont recours à des systèmes d'exploitation compromettants pour l'homme et pour l'environnement à long terme. Elles sont, en effet, de grandes consommatrices d'eau, d'engrais d'origine minérale et de pesticides non homologués par le CILLS. L'analyse des paramètres physiques et chimiques des eaux d'irrigation de la SCL et de SENHUILE a révélé une présence significative de sel dans les eaux d'irrigation. Cependant, les eaux de drainage sont minéralisées et contribuent à l'accélération du processus de salinisation des sols et à l'eutrophisation des plans d'eau. Cette même qualité des eaux de drainage, constitue une menace pour la santé humaine et animale. Il est donc nécessaire de mettre en place de bons systèmes de drainage pour la conservation des écosystèmes naturels du milieu d'accueil.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Aubert, G. "La classification des sols : la classification pédologique française." *La classification des sols. Cahiers ORSTOM. Série Pédologie* 3(1963): 1-7.
2. Cisse, B. "Les eaux de drainage des périmètres irrigués du delta du fleuve Sénégal : système d'évacuation et qualité des eaux." *Thèse de doctorat 3e cycle, Faculté des lettres et sciences humaines, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD), département de Géographie* (2011): 310.
3. Delcourt, L. "L'avenir des agricultures paysannes face aux nouvelles pressions sur la terre." *De la terre aux aliments, des valeurs aux règles*. 2010.
4. Gueye. et al. "Caractérisation et typologie des exploitations agricoles du Sénégal, Tome 2, Sénégal Oriental et Haute Casamance." *ISRA 2008, Études et documents* 8.4 (2013): 37
5. Kamara, S. "Développements hydrauliques et gestion d'un hydrosystème largement anthropisé: Le delta du fleuve Sénégal." *Thèse de doctorat, Université d'Avignon, Université Gaston Berger de Saint-Louis, Géographie* (2013): 471.
6. Kane, M. L. "Le Delta du fleuve Sénégal étude géographique d'une mise en valeur agricole (culture irriguée)." *Mémoire de maîtrise LHS Géographie UCAD* (1985).
7. Loyer, J. Y. "Les sols salés de la basse vallée du fleuve Sénégal : caractérisation, distribution et évolution sous cultures." *Paris: ORSTOM, Études et Thèses* (1989): 137.

**Source of support:** Nil; **Conflict of interest:** Nil.

### Cite this article as:

Aïcha, I.S.BA., Adama, C. DIOUF and Moussa, M. BALDE. "La Qualité Des Eaux D'irrigation et de Drainage de la SCL et de SENHUILE et Leurs Impacts Sur la Production et les Ecosystèmes du Delta du Fleuve Sénégal." *Sarcouncil Journal of Agriculture* 1.2 (2022): pp 8-21