

Figure 8 : Réseau de surveillance de Dakar et points de suivi hebdomadaire

Les paramètres étudiés lors de ce suivi sont:

- Profondeurs du niveau d'eau,
- paramètres physico-chimiques (Conductivité, pH, température)
- composés azotés (nitrates),
- bactériologie (coliformes fécaux)

Traitement des données

Les données obtenues ont été traitées à l'aide de l'outil informatique qui nous a permis de faire une caractérisation spatiale des paramètres physico-chimiques et chimiques de la nappe et de réaliser la carte de vulnérabilité à la pollution par les composés azotés (Arc View 3.2 ; HamVer). Depuis le début du projet il a été réalisé de quatre cartes de vulnérabilité de la nappe de Dakar et cinq bulletins d'alerte.

1. Profondeur et piézométrie de la nappe

1.1. Evolution spatiale

La profondeur qui est un paramètre déterminant dans l'étude de vulnérabilité à la pollution par les nitrates varie dans la nappe phréatique de Dakar entre 1,12 et 25,68 m. Les profondeurs maximales sont localisées dans la partie occidentale de la région où la nappe est captive. Elles varient dans cette zone entre 12 et 25 m avec une exception au niveau du Sud-ouest où elles sont inférieures à 10m.

Dans la partie orientale le système est superficiel avec de faibles profondeurs inférieures en général à 10 m. elle est subaérolée dans la zone de captage de Thiaroye avec des profondeurs variant de 1,12 à 6 m. Cette faible profondeur ajoutée à la nature libre de l'aquifère montre l'ouverture du système à la pollution à partir de la surface. Cette nappe très sensible aux conditions climatiques est sujette à de fortes évaporations qui participent à la concentration de certains éléments pendant la saison sèche. L'évolution de la profondeur observée au mois de juillet (période de basses eaux) est identique à celle observée au mois d'octobre (période des hautes eaux) mais avec des valeurs qui diminuent.

Les cartes piézométriques de juillet 2004 (fig 9a)et octobre 2004 (fig 9 b) présentent la même allure avec :

- un dôme piézométrique au Sud-est de la nappe libre axé sur le piézomètre P2-6 avec des courbes isopièzes de 10m.
- une dépression piézométrique à l'Est dans la zone des Niayes
- une dépression piézométrique est localisée dans la zone captive au niveau du forage de Front de Terre avec des courbes de -4 m.

L'écoulement de la nappe se fait à partir du dôme vers la mer au sud et vers le centre de captage de Thiaroye. Les courbes très serrées montrent un gradient hydraulique très important favorisant un écoulement rapide vers la zone de captage où les pompes favorisent un appel d'eau important. Ce dôme avait été mis en évidence dans d'autres travaux. Cependant le dôme piézométrique axé sur le piézomètre P2-2 a disparu montrant que l'alimentation dans cette zone est réduite par l'urbanisation.

Au niveau de la zone captive l'étude piézométrique a permis de mettre en évidence un écoulement vers le forage de Front de Terre modulé par les débits de pompage. En effet ceci montre une possible contamination de la nappe par l'eau de mer même si à l'Ouest et Nord la cote de 1,5 m peut servir d'écran contre l'avancée du biseau salé. L'équilibre dynamique entre les débits s'écoulant vers la mer et les débits pompés doivent être maintenus pour éviter une intrusion saline. Au Sud-est, la cote de -1 observée est un signe de vulnérabilité de la nappe à une contamination saline. C'est une zone favorable à l'entrée des eaux de mer.

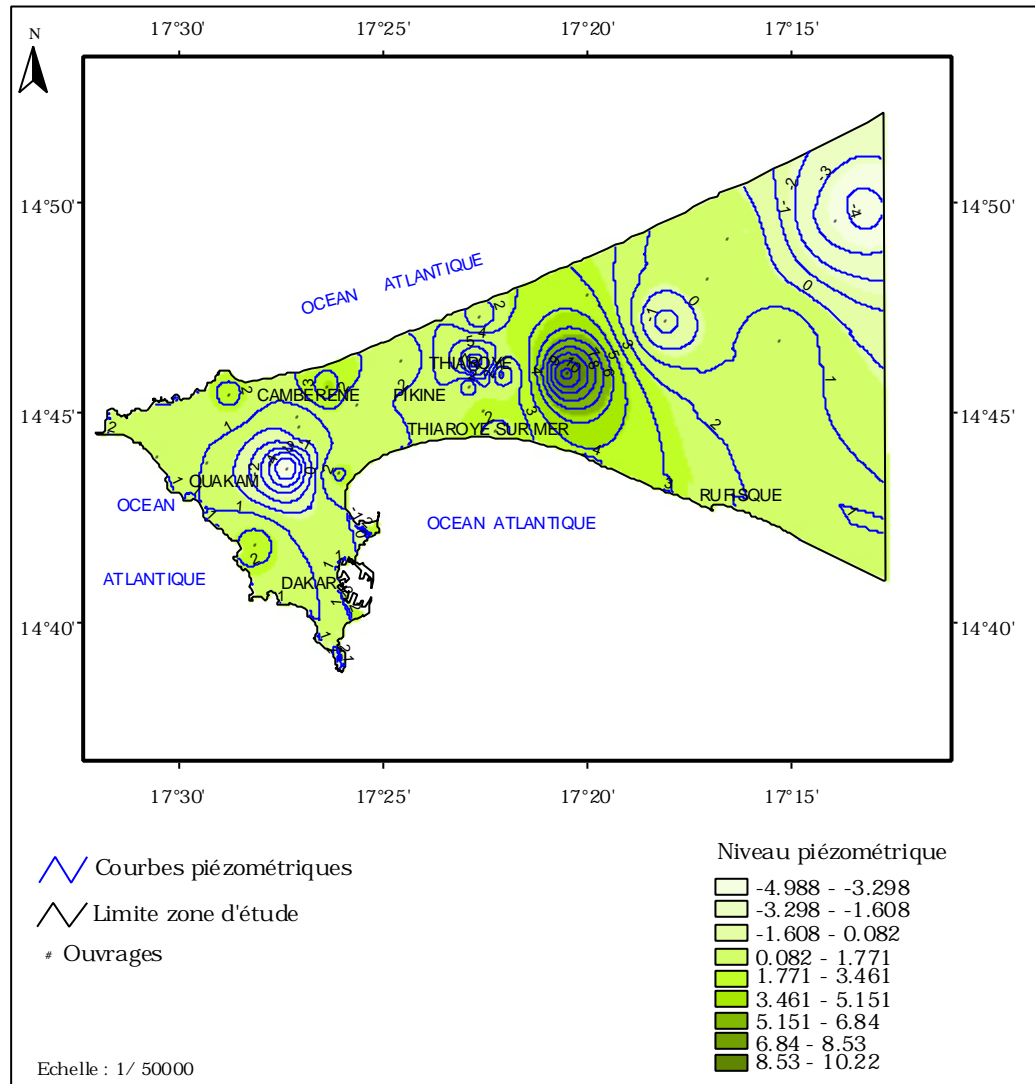


Figure 9 a : carte piézométrique (m) de la nappe phréatique de Dakar (juillet 2004)

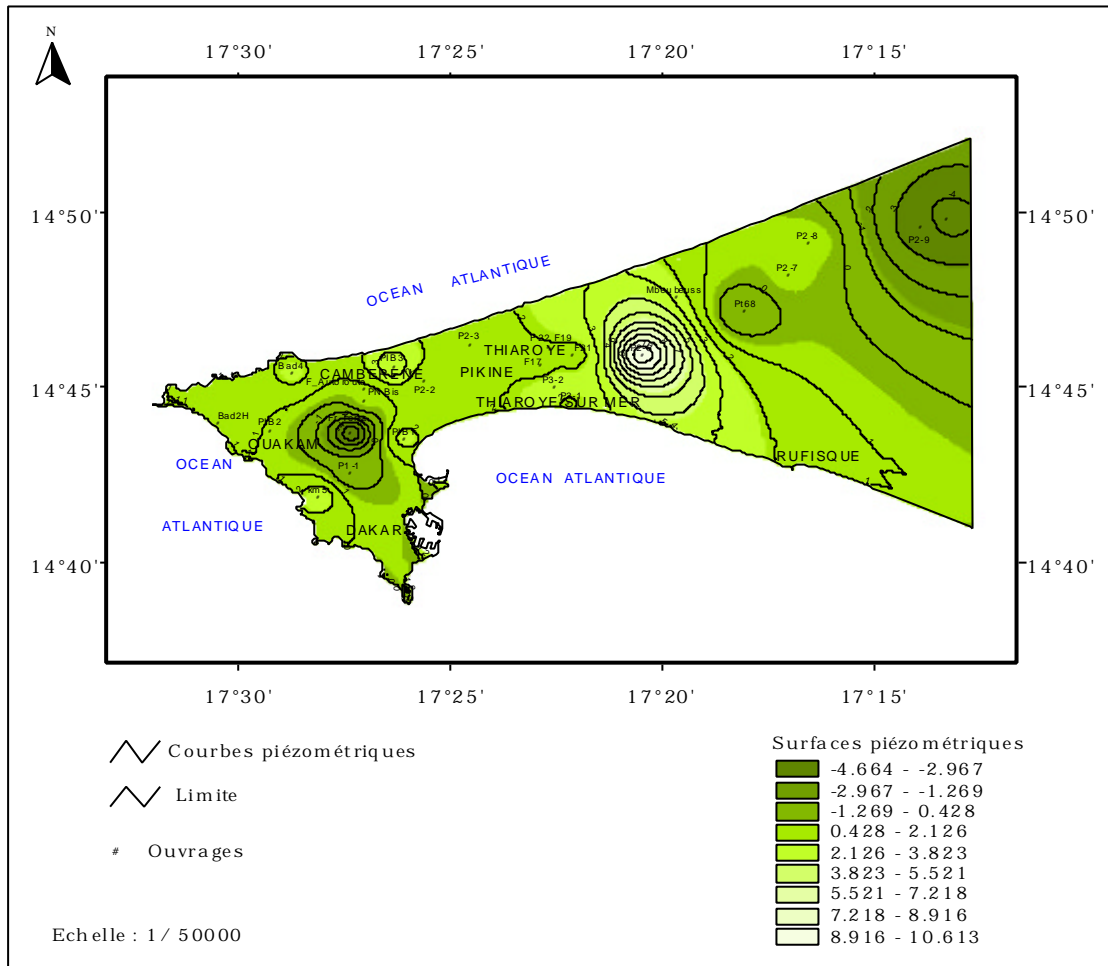


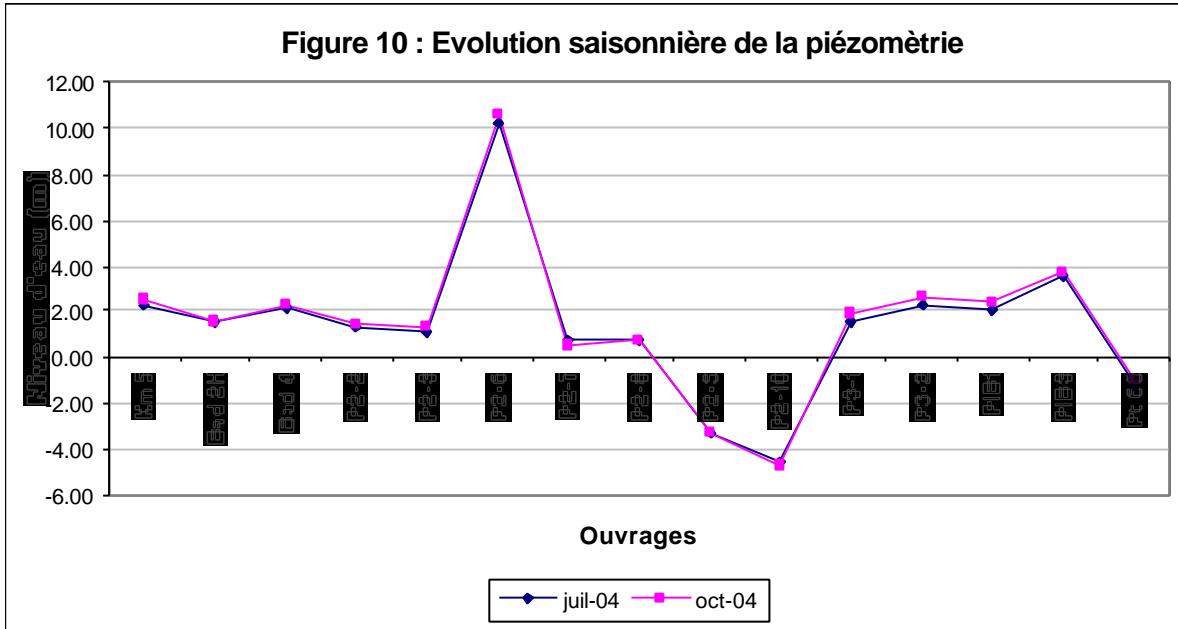
Figure 9 b : carte piézométrique (m) de la nappe de la région de Dakar (octobre 2004)

1.2. Variations saisonnières :

L'étude des fluctuations saisonnières du niveau piézométrique permet d'apprécier les mécanismes d'alimentation des nappes. Les niveaux d'eau ont été mesurés dans certains ouvrages de suivi aux mois de juillet et octobre.

La comparaison des niveaux piézométriques prè et post hivernales montre une élévation de ceux-ci à la fin de la saison des pluies (fig 10). La remontée de la nappe pendant cette période montre que la recharge se fait par les eaux de pluie. Cette remontée est plus accentuée au niveau de la nappe libre où l'eau d'infiltration atteint plus rapidement la nappe de faible profondeur et sous couvert sableux. Les fluctuations sont plus importantes au niveau de la zone du dôme (P2-6 ; P3-1 ; P3-2)

où la remontée est de l'ordre de 0.4 m. Au niveau des dépressions des niayes on a enregistré une diminution du niveau au mois d'octobre. Un effet retardataire dû à une alimentation tardive est observée dans certains ouvrages situés dans la partie captive. En effet l'alimentation se fait en partie à partir de la nappe suprabasaltique et à travers les basaltes plus ou moins fissurés. Cependant la nappe infrabasaltique est essentiellement alimentée par un écoulement latéral à partir de la zone libre.



2. Hydrochimie

2.1. Paramètres physico-chimiques

2.1.1. Température de la nappe

Les températures varient en général dans la nappe entre 27,30 et 33,30° C. A l'Ouest où la nappe est captive les températures moyennes sont autour de 32° C alors qu'à l'Est où elle est libre elles sont autour de 30° C. Dans cette dernière zone, les valeurs de températures sont comparables à celles de l'atmosphère ambiante indiquant l'ouverture du système aquifère, donc de sa vulnérabilité vis à vis de la pollution de surface.

2.1.2. pH de la nappe

Le pH de la nappe varie entre 4,93 et 10,06. Les pH acides s'observent au niveau dans les zone très polluées par les nitrates (Pikine-Thiaroye). En effet cette acidification des eaux peut être liée à la décomposition de la matière organique qui s'oxyde pour libérer du CO₂. A l'Ouest de la région le pH est légèrement acide à neutre (fig 11).

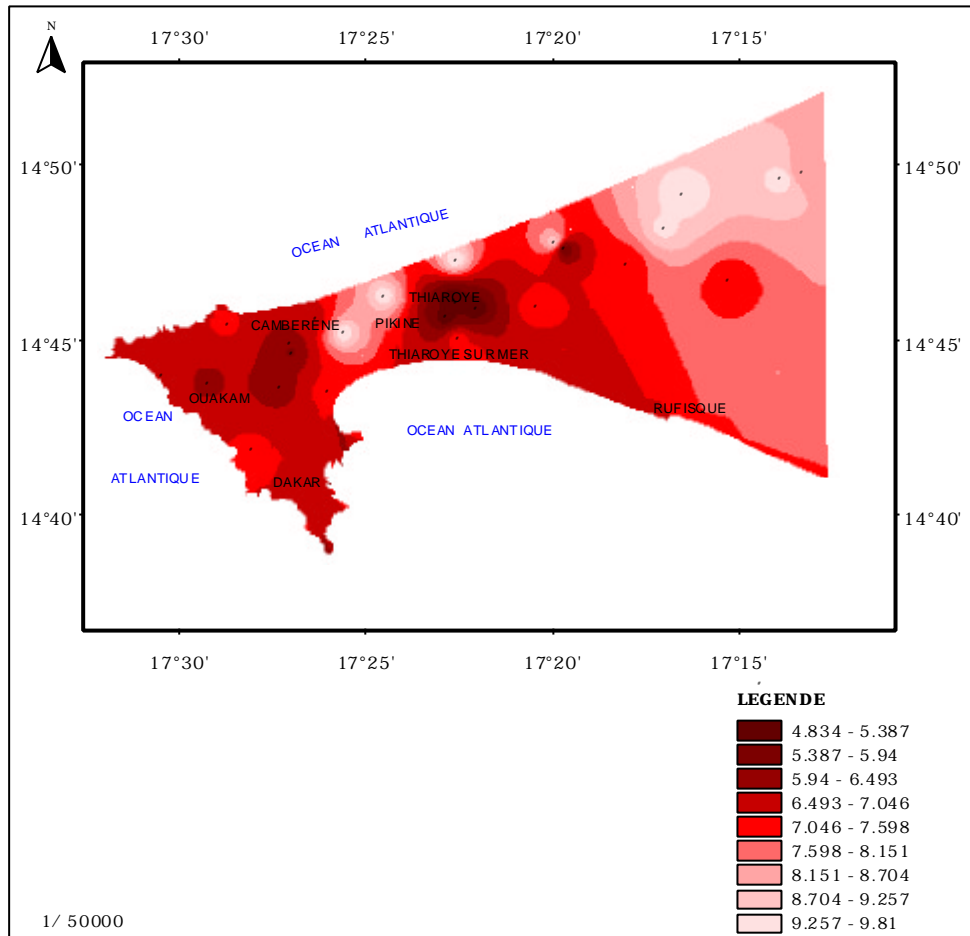


Figure 11 : carte des pH de la nappe phréatique de Dakar (octobre 2004)

2.1.3. Conductivité électrique

2.1.3.1. Evolution spatiale

Les conductivités sont généralement supérieures à $500\mu\text{/cm}$ montrant une minéralisation moyenne à forte de la nappe. Ces valeurs de conductivité élevées reflètent les conditions de l'environnement côtier. L'évolution spatiale des conductivités (fig 12 et 13) suit un gradient lié à l'influence marine d'une part et anthropique d'autre part. En effet les faibles valeurs sont observées à l'Est (inférieures à $750\mu\text{S/cm}$) caractérisée par un environnement continental et faiblement habité. Dans cette zone de maraîchage une valeur de 1000 a été trouvée au puits 109, liée à une contamination ponctuelle. Au niveau du littoral les conductivités mesurées au mois de juillet sont supérieures à $1000\mu\text{S/cm}$. Les valeurs maximales sont rencontrées au Sud-est de la partie captive avec une valeur de $4500\mu\text{S/cm}$ au piézomètre PIB1. Cette forte minéralisation confirme l'arrivée d'eau saline déjà mise en évidence par une côte piézométrique négative à cet endroit.

En plus de cette influence marine sur la minéralisation, les conductivités élevées tournant autour de $1500\mu\text{S/cm}$ dans la zone de captage de Thiaroye fortement polluée semblent être contrôlées par la pollution anthropique.

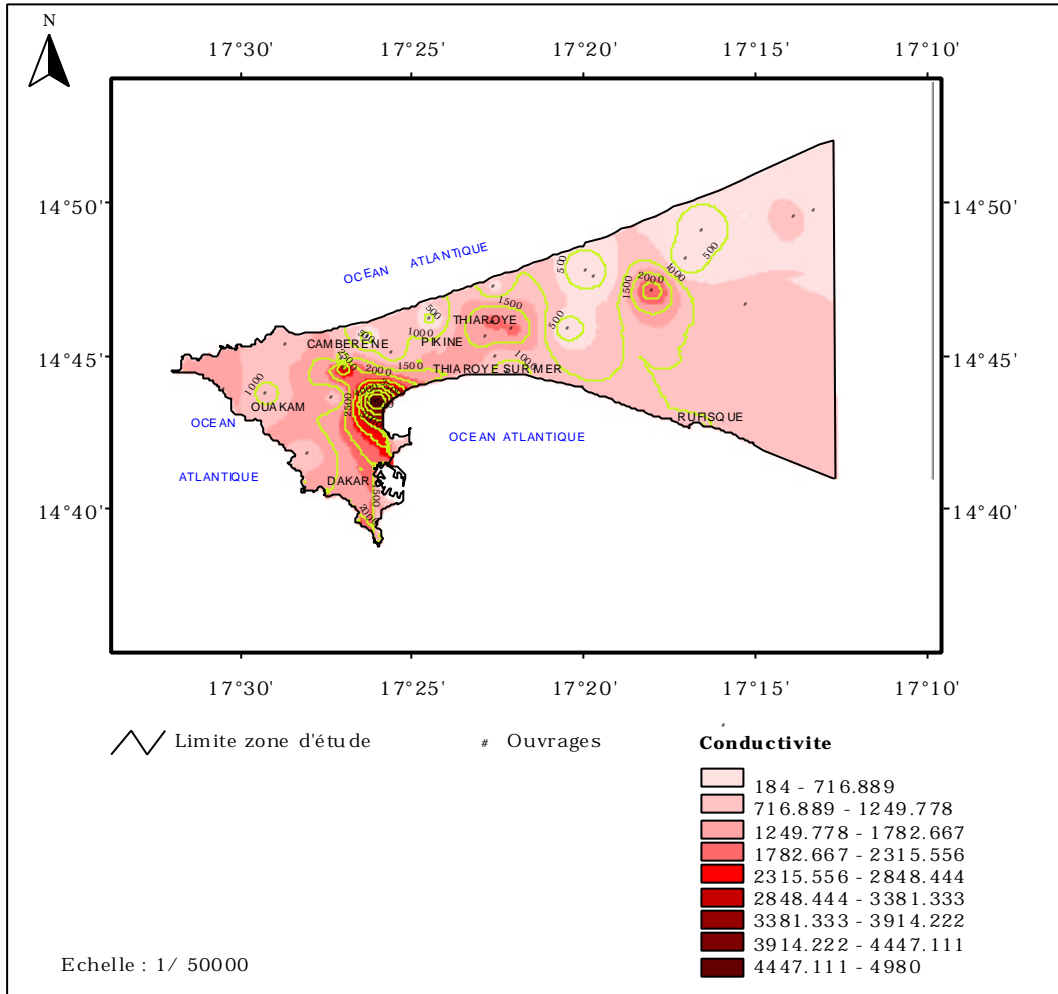


Figure 12 : carte de la conductivité électrique de la nappe de Dakar (juillet 2004)

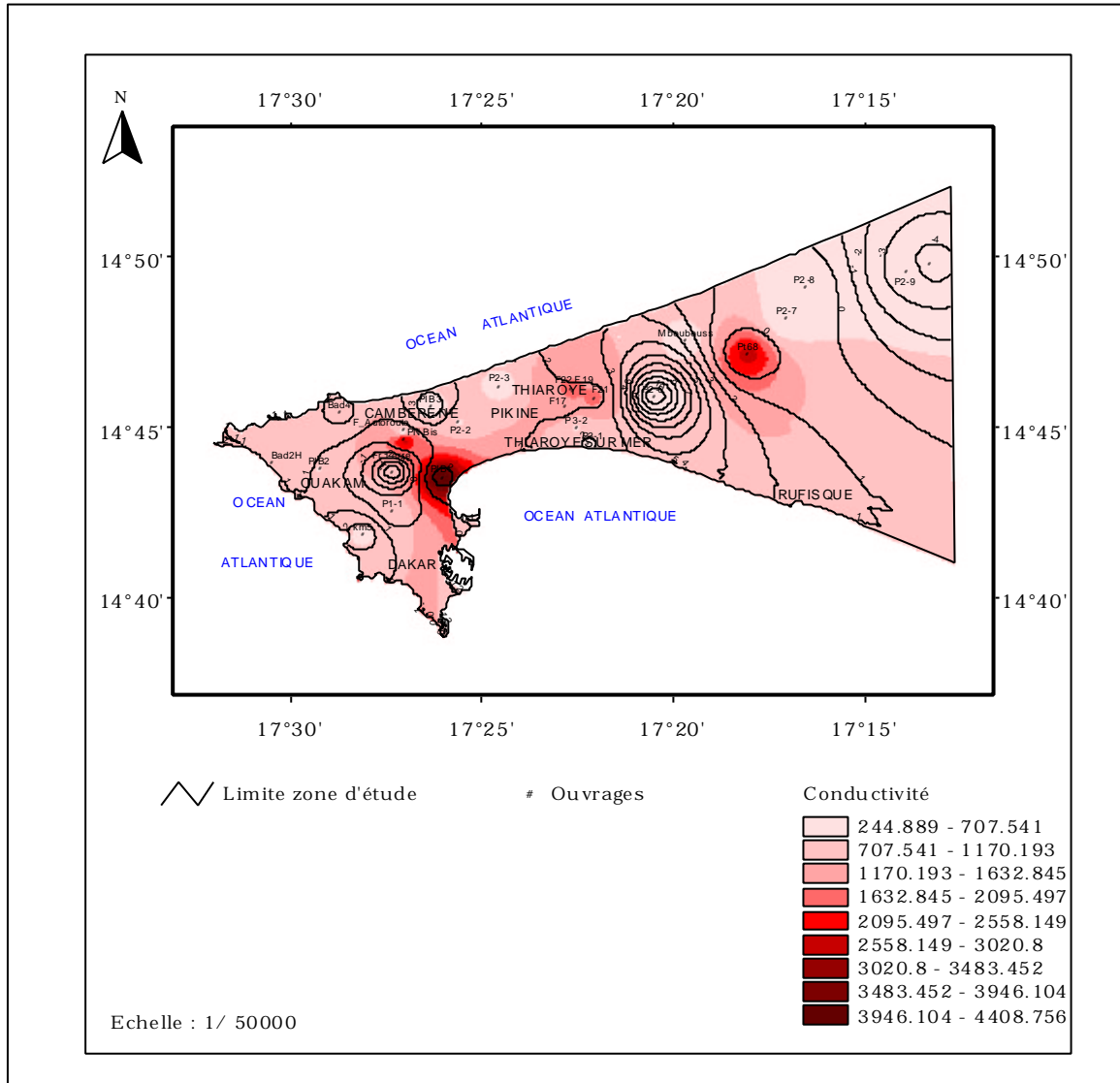


Figure 13 : carte de la conductivité électrique de la nappe de Dakar (octobre 2004)

2.1.3.2. Evolution temporelle

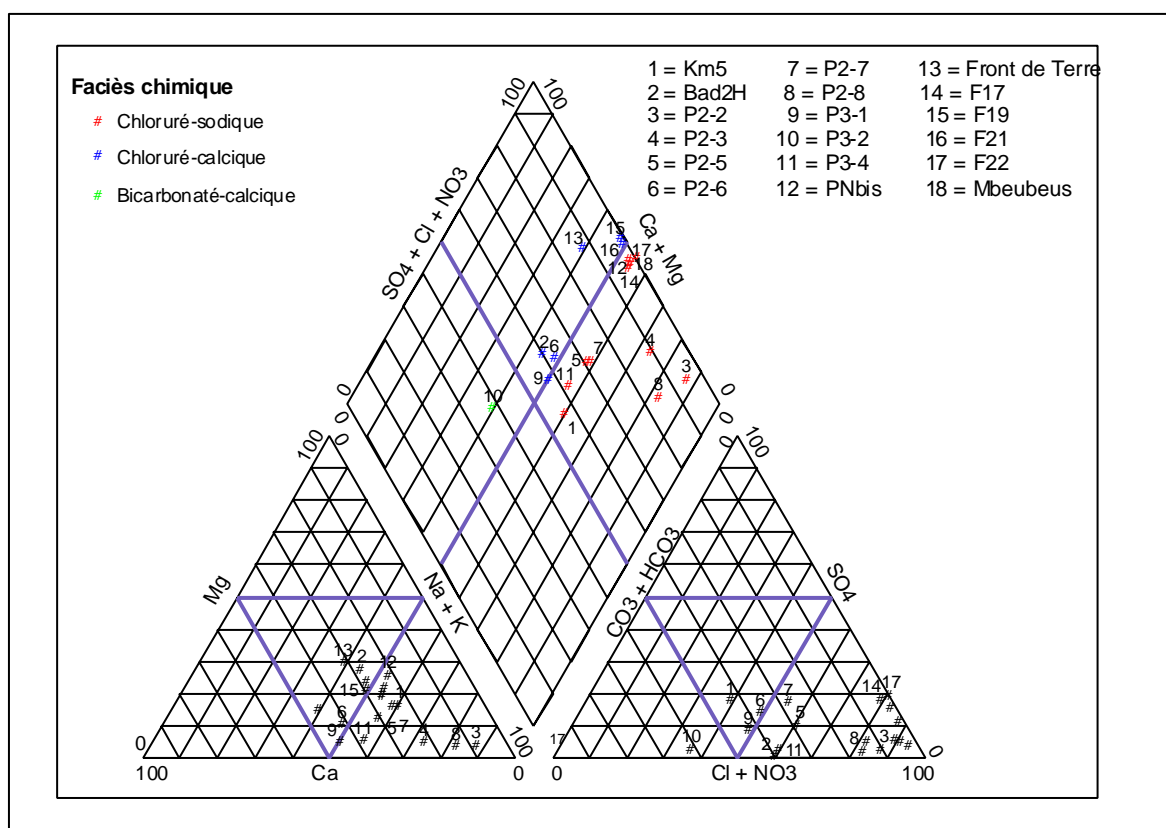
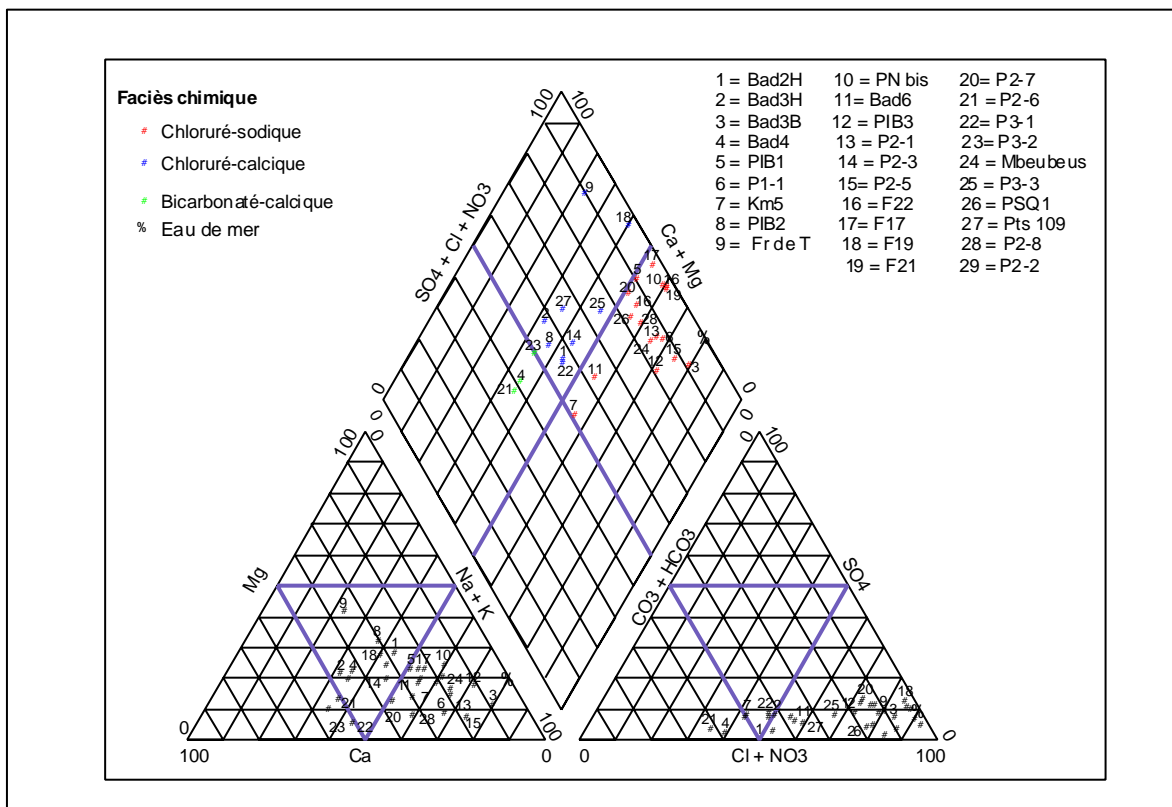
Les courbes d'évolution (fig 14) présentent la même allure avec des valeurs plus élevées dans la zone de captage de Thiarye (F17, F19, F21, F22) et au niveau de la tête de la Presqu'île (Bad 2H, PIB 1, PNbis, Front de Terre). La conductivité a augmenté de 2001 (juillet) à 2003 (juillet) avant de connaître une baisse en 2004 (juillet). Cette évolution irrégulière dans le temps est liée au fait que la conductivité électrique de la nappe est essentiellement influencée par les ions Cl d'origine marine.

Par contre sa variation suit un rythme saisonnier avec une baisse au mois d'octobre. Les valeurs plus élevées au mois de juillet (période pré hivernale) sont dues au phénomène d'évaporation de la nappe qui se traduit pas la concentration des éléments chimiques.

2.2. Faciès chimique et minéralisation de la nappe

La représentation des échantillons (octobre 2001 ; juillet 2003 et juillet 2004) sur les diagrammes de Piper (Fig 16 a, b et c) permet de distinguer trois types de faciès :

- un faciès chloruré sodique,
- un faciès chloruré calcique,
- un faciès bicarbonaté calcique.



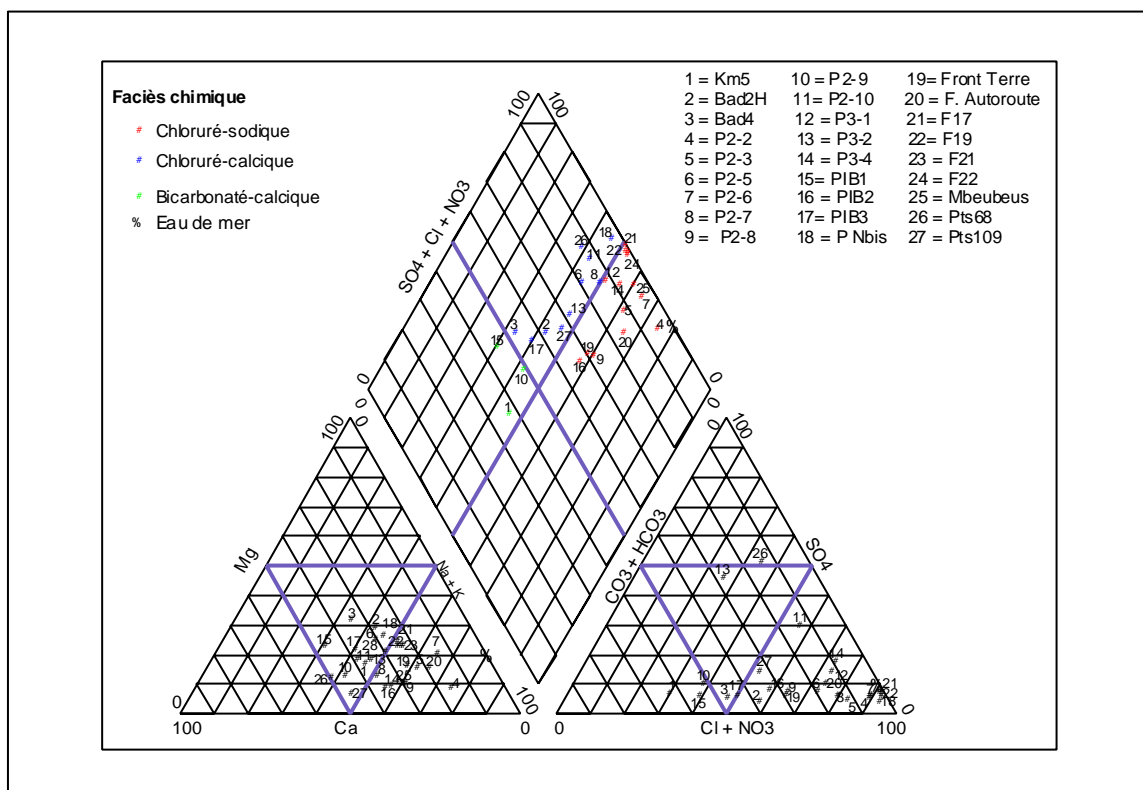


Figure 16 : Faciès chimique des eaux de la nappe de Dakar ((a) octobre2001 ; (b) juillet 2003 ; (c) juillet 2004))

La prédominance du faciès chloruré sodique montre l'influence de la mer sur la minéralisation de la nappe. Celle-ci est en effet faiblement à moyennement minéralisée avec de fortes teneurs en TDS observées en bordure de l'océan et au puits 109.

Le diagramme de Durov (Fig 17 a, b et c) a permis de mieux apprécier les processus intervenant dans la minéralisation de la nappe. En effet, le diagramme comporte neuf champs ayant chacun une signification bien précise :

- le champ 1 (HCO_3^- et Ca^{2+}) dominant indique fréquemment une recharge dans les aquifères calcaires gréseux et d'autres types d'aquifères,
- le champ 2 à HCO_3^- dominant avec Mg^{2+} ou Ca^{2+} important indique une dissolution de la dolomite et si HCO_3^- avec Ca^{2+} et Na^+ important, on peut noter un processus d'échange de base
- les champs 4, 5 et 6 des eaux ayant subi des processus de dissolution ou à des phénomènes d'échange de mélange.
- Les champs 7 et 8 évoquent un processus d'échange ionique inverse,
- Le champ 9 où Cl et Na^+ sont dominant plusieurs processus sont décelables à savoir l'échange de base ionique, la dissolution et le processus de mélange.

Les échantillons des ouvrages P2-2 ; P2-5 ; P2-1 ; P2-8 ; Mbeubeuss localisés dans le champ 9 sont caractérisés par un faciès chloruré sodique avec un TDS faible. Ces ouvrages situés dans la partie libre de l'aquifère montre un processus d'échange de base où le Ca^{2+} de l'eau est capté par la matrice qui libère en même temps du Na^+ . Il faut