

Université L. Pasteur
UFR de Géographie
Centre d'Etudes et de recherches éco-géographiques
(CEREG - URA 95 - CNRS)

L'agglomération de Niamey (Niger)

Contribution à une meilleure connaissance des disponibilités et des besoins en eau

Sophie KEHREN
Mémoire de maîtrise en géographie
en collaboration avec l'ORSTOM - Programme ECUS

Jury : **M. MIETTON**, directeur de mémoire, Professeur
M. LAMOTTE, Maître de stage, Chargé de
recherche à l'ORSTOM

Avant propos

Que toutes les personnes qui ont participé au déroulement et à l'aboutissement de ce travail et m'ont aidé par leur compétence et leur amitié trouvent ici le témoignage de ma reconnaissance.

Je tiens tout d'abord à remercier M. MIETTON, professeur de Géographie à l'ULP, qui a assuré la direction de mon mémoire et qui m'a permis de réaliser un stage à Niamey (Niger), en collaboration avec l'ORSTOM dans le cadre du Programme ECUS.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à M. LAMOTTE, Chargé de Recherches à l'ORSTOM, pour l'accueil chaleureux qu'il m'a réservé à Niamey ainsi que pour l'intérêt et le suivi qu'il a montré tout le long de mon travail;

Je tiens également à remercier :

- Monsieur M. RIEU, Directeur du Département Eaux continentales, Monsieur C. VALENTIN, Directeur de l'unité de recherche et Monsieur A. CASENAVE, représentant de l'ORSTOM à Niamey;

- l'ensemble du Centre ORSTOM de Niamey, et tout particulièrement J.D. TAUPIN, J. M. DHERBES et M. ESTEVE qui ont mis à ma disposition du matériel nécessaire de mesure;

- des interlocuteurs du Ministère de l'Hydraulique pour leur collaboration, et surtout A. KARBO, S. A. HALADIMA, G. DAN MARADI et M. ROUFAI;

- Nadia BECHLER, pour son amitié et son aide tout au long de mon travail;

- les "niaméens", Hama, Abdou, Boubacar, Ben, Kimba, Bodo et tous ceux qui m'ont aidé sur le terrain;

- les interlocuteurs du BRGM à Niamey et en particuliers A. KARIMOU;

- l'ensemble de mes amis à Niamey : Mitou, Julien, Muriel, Cécile, Christophe, David, Yves et Vincent;

- Anette, Delphine, Carine, Catherine et Aline pour leur soutien en fin de parcours à Strasbourg.

Enfin, je remercie tout particulier à mes parents pour leur confiance et leur affection.

Sommaire

Introduction générale

Chapitre I : Le milieu physique p 9

1. Le climat
2. Le cadre morphologique et géologie
3. L'hydrologie
4. L'hydrogéologie

Chapitre II Le milieu urbain p 25

1. Historique de la ville
2. Croissance démographique
3. Expansion spatiale
4. Les types de quartiers et leurs caractéristiques
5. Dispositifs d'assainissement
6. Les espaces cultivés et les espaces verts
7. Conclusion

Chapitre III : Disponibilités en eau p 41

1. Disponibilité en eau de surface
2. Disponibilité en eau souterraine
3. Conclusion

Chapitre IV : Les besoins en eau p 71

- 1 Etat des connaissances
2. Consommation en eau dans le quartier de Foulan Koira
3. Les besoins en eau du quartier de Boukoki III
4. Conclusion

Conclusion générale

Bibliographie

Annexes

Introduction générale

Ce travail s'inscrit dans le cadre du programme de recherche ECUS " Dynamique d'un Ecosystème Urbain en région sahéenne (Niamey, Niger) ". Ce programme de recherche développé par l'ORSTOM dans le cadre du département " Eaux Continentales " (Action Incitative " L'eau et la ville ") et de l'UR24 (Grand programme RUES " Risques Urbains liés à l'eau et aux sols "). Il bénéficie de l'appui d'autres organismes de recherche, en particuliers du CEREG (Université L. Pasteur - Strasbourg).

Le mémoire présenté ici a été réalisé dans le cadre de la maîtrise de Géographie de l'Université L. Pasteur de Strasbourg après plusieurs mois de travail sur le terrain à Niamey.

L'eau est un enjeu crucial en milieu sahéen. La ville de Niamey, capitale du Niger, s'alimente en eau de surface et en eaux souterraines. Les données concernant la consommation actuelle et les besoins en fonction de la dynamique urbaine sont insuffisantes. Pour tenter de limiter les difficultés d'approvisionnement et de définir les risques de pénuries, il convient d'accroître les connaissances concernant la disponibilité en eau.

L'objectif du présent mémoire est de contribuer à une meilleure connaissance des disponibilités et des besoins en eau pour l'agglomération de Niamey.

Chapitre I : Le milieu physique

Avant d'étudier quelles sont les disponibilités en eau de surface et en eau souterraine et quels sont les besoins pour l'agglomération de Niamey, il importe de présenter le cadre physique (chapitre I) et urbain (chapitre II).

Les caractéristiques climatiques, géologiques et géomorphologiques, hydrologiques et hydrogéologiques qui régissent le bilan de l'eau nous servons à caractériser les disponibilités en eau.

L'étude des principaux traits de l'urbanisation à Niamey (historique, croissance démographique, extension spatiale, conditions d'assainissement, espaces verts et espaces agricoles) est indispensable pour estimer les besoins de l'agglomération. La distinction entre milieu physique et cadre urbain n'est opérée ici que dans un souci didactique mais il est évident que ces données s'interpénètrent étroitement comme nous aurons à le montrer. En effet, comment étudier les besoins en eau à Niamey sinon en considérant tout à la fois le nombre d'habitants et les caractéristiques semi-arides du climat ; comment analyser les disponibilités en eau sans prendre en compte l'occupation humaine et la pollution actuelle des nappes ?

1. Le climat

Le climat de Niamey est de type sahélien selon la classification de Koppen (ESTIENNE et GODARD, 1970). Il se caractérise par deux saisons :

- Une saison sèche, d'octobre à mai, durant laquelle souffle un alizé sec, chargé de poussières, appelé harmattan ;

- Une saison des pluies, de juin à septembre, caractérisée par des précipitations irrégulières, parfois intenses, apportées par le flux de mousson.

Le caractère semi-aride du climat est confirmé par la valeur de l'indice de De Martonne, 13 à Niamey à 13,3° de latitude, à El Obeid (au Soudan à 13,1° de latitude), elle est de 11 (ESTIENNE et GODARD, 1970).

1.1. Précipitations

1.1.1. Variabilité interannuelle

Pour la station Niamey-aéroport, la moyenne interannuelle des précipitations calculée entre 1905 et 1994 est de 564 mm (DGMN, 1995). La variabilité interannuelle des précipitations est forte (annexe I). Par exemple, le total est de 319 mm en 1984 et de 668 mm en 1994.

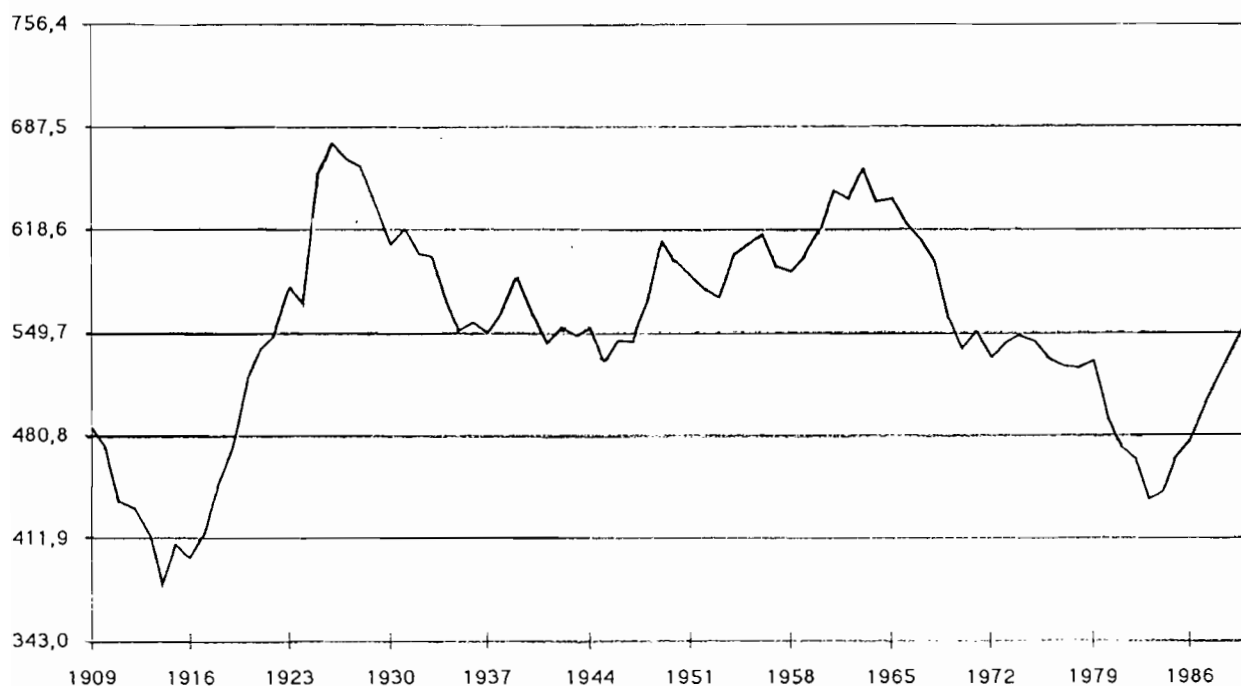


Fig. 1.1.1 : Moyenne mobile (9 ans) / Ecart type à Niamey-ville

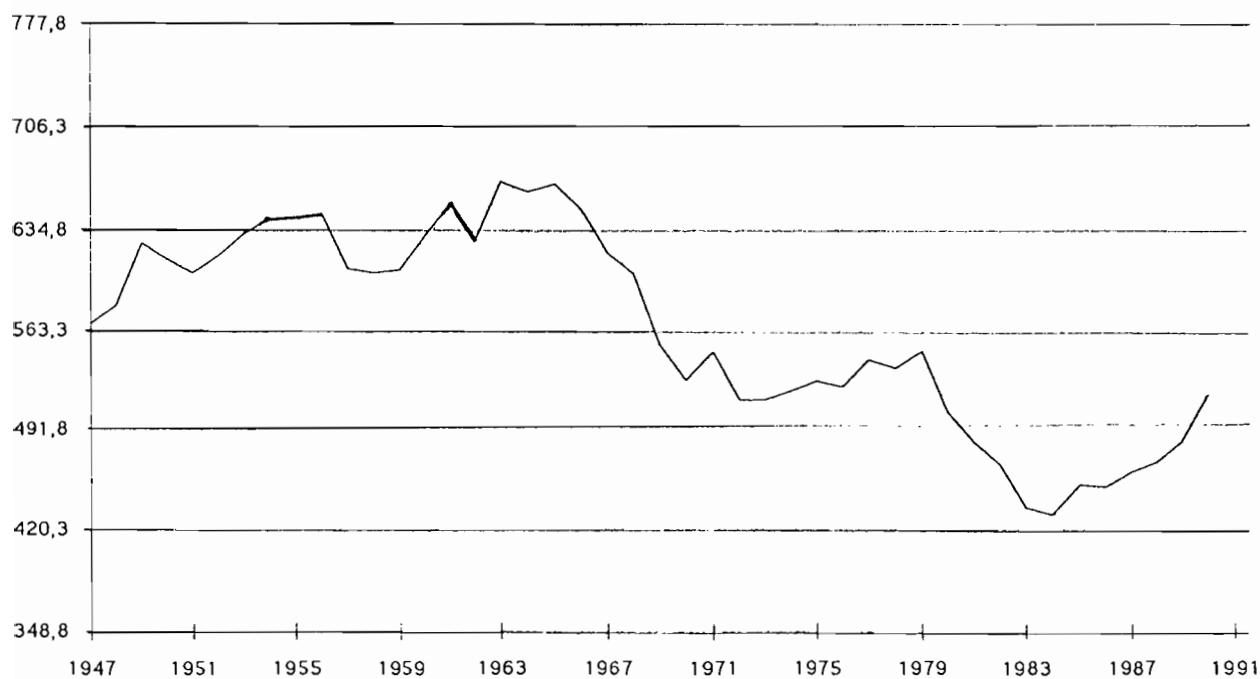


Fig. 1.1.2 : Moyenne mobile / Ecart type à Niamey-aéroport

La courbe des précipitations annuelles, si elle met l'accent sur les variabilités interannuelles, est trop irrégulière pour permettre un repérage des périodes sèches ou pluvieuses dans une station donnée. D'où l'intérêt de travailler avec des moyennes mobiles sur neuf ans, qui constituent un bon indicateur des grandes fluctuations pluriannuelles. Les périodes d'excès ou de déficit pluviométriques peuvent se définir par rapport à la norme et leur intensité peut se mesurer en terme d'écart-type à cette norme. Le seuil retenu dans cette étude est de un (1) écart-type de part et d'autre de la moyenne (Bechler, à paraître). Les anomalies pluviométriques observées à Niamey sont les suivantes (fig. 1.1.1 et 1.1.2) :

Tableau 1.1.1 : Périodes de déficit et d'excès pluviométrique

	Période de déficit pluviométrique	Période d'excès pluviométrique
Niamey-ville	1910 à 1919 1981 à 1986	1925 à 1930 1961 à 1966
Niamey-aéroport	1981 à 1989	1953 à 1956 1960 à 1966

Une période de grande sécheresse sévit donc depuis les années 1980. Mais, une tendance générale à la baisse s'observe déjà depuis la fin des années 1960.

1.1.2. Variabilités mensuelle et journalière

Il pleut en moyenne 50 jours par an à la station Niamey-aéroport (période 1975-1994).

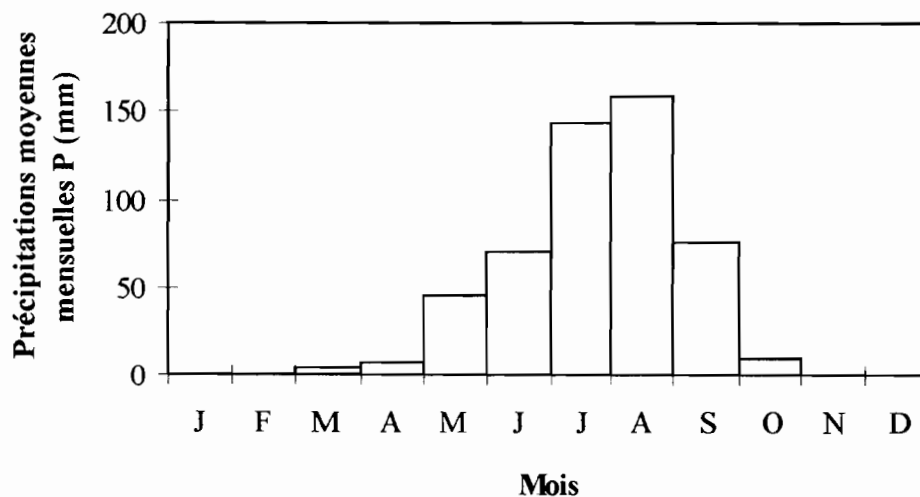


Fig. 1.1.2 : Précipitations moyennes mensuelles à Niamey-aéroport de 1975 à 1994 (DGMN, 1995)

Les précipitations peuvent survenir entre mars et octobre (fig. 1.1-2) mais 87% des pluies tombent entre les mois de juin et de septembre. Le mois d'août est le plus pluvieux avec 13 jours de pluie, totalisant en moyenne (moyenne d'août) 31% des précipitations annuelles.

Les précipitations peuvent être très intenses : 105 mm au cours d'une journée (août 1985) par exemple, soit dans ce cas un sixième du total annuel.

1.2. Températures

Les températures sont très élevées. La moyenne interannuelle atteint 29,1°C (1951-1985).

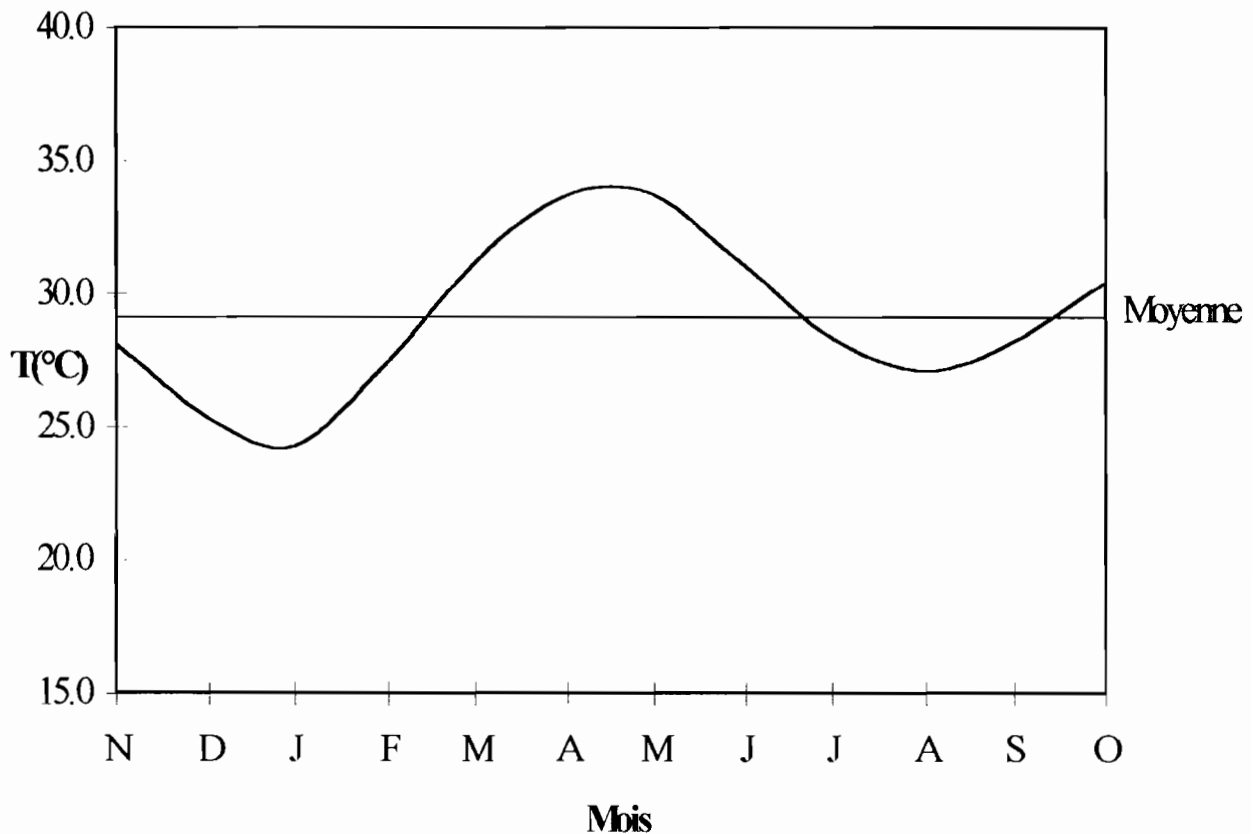


Fig. 1.1.4 : Moyennes thermiques mensuelles (SIVAKUMAR, 1988)

Le régime thermique présente une variabilité typiquement tropicale, avec deux périodes chaudes en avril-mai et septembre-octobre, correspondant au passage du soleil au zénith et deux périodes plus fraîches, en décembre-janvier (hiver boréal) et pendant l'hivernage.

Durant les mois d'avril-mai, la température atteint plus de 45°C (sous abri) aux heures les plus chaudes et la moyenne de chacun de ces deux mois est de 33,7°C (cf. annexe I). Les températures sont un peu moins élevées durant cette seconde période mais les maximums journaliers sont à nouveau de plus de 40°C et le maximum secondaire d'octobre est de 30,4°C (SIVAKUMAR, 1988).

La période la plus fraîche se place entre les mois de décembre et février ; janvier étant le mois le plus froid avec une moyenne de 24,3°C.

1.3. Nébulosité, ensoleillement et rayonnement solaire

La nébulosité peut être occasionnellement importante lors de la période pluvieuse. Elle atteint 6 oktas au mois août, le mois le plus pluvieux. Par ailleurs, une brume sèche est présente pendant 20 à 70 jours (SIVAKUMAR, 1988).

Toutefois, l'ensoleillement est très élevé. La moyenne journalière est en effet de 8,7 heures. Naturellement, l'ensoleillement est plus important en saison sèche. Il atteint alors une moyenne journalière de 9,5 heures (SIVAKUMAR, 1988).

La longueur du jour varie peu au cours de l'année à Niamey (13° 30' de latitude Nord), entre un minimum de 11h 20 mn en janvier et un maximum de 12h 55 en juillet.

Comme la longueur du jour est importante et la nébulosité généralement faible, le rayonnement solaire est élevé. La moyenne annuelle est de 20,4 MJ/m² (SIVAKUMAR, 1988).

1.4. Humidité relative

L'humidité relative est en moyenne de 45% au cours de l'année (SIVAKUMAR, 1988). Elle varie en fonction de l'heure de la journée et de la saison. En période sèche, elle varie entre 35% (6 heures) et 23% (12 heures). En saison des pluies, l'humidité relative est plus élevée ; elle varie alors entre 83% (6 heures) et 54% (12 heures).

1.5. Evaporation

La demande évaporatoire de l'atmosphère est de 2485 mm par an, selon Penman. L'évapotranspiration est en moyenne de 6,8 mm par jour. Elle varie en fonction de la durée d'insolation et de la température, plus élevée de février à mai avec des valeurs pouvant atteindre 8,8 mm par jour et plus basse en saison des pluies avec 5 mm par jour (SIVAKUMAR, 1988).

1.6. Vitesse et direction des vents

La rose des vents de Niamey fait apparaître la dominance très nette de deux directions de vents : l'une dans le quadrant Est à Nord-Est, l'autre strictement Sud-Ouest. La première correspond au flux de l'harmattan mais aussi aux ondes de l'Est en début d'hivernage ; la seconde au flux de mousson.

Du mois de mai au mois de septembre, le vent de mousson de secteur sud-ouest souffle avec une vitesse de 3 m/s en moyenne (annexe I).

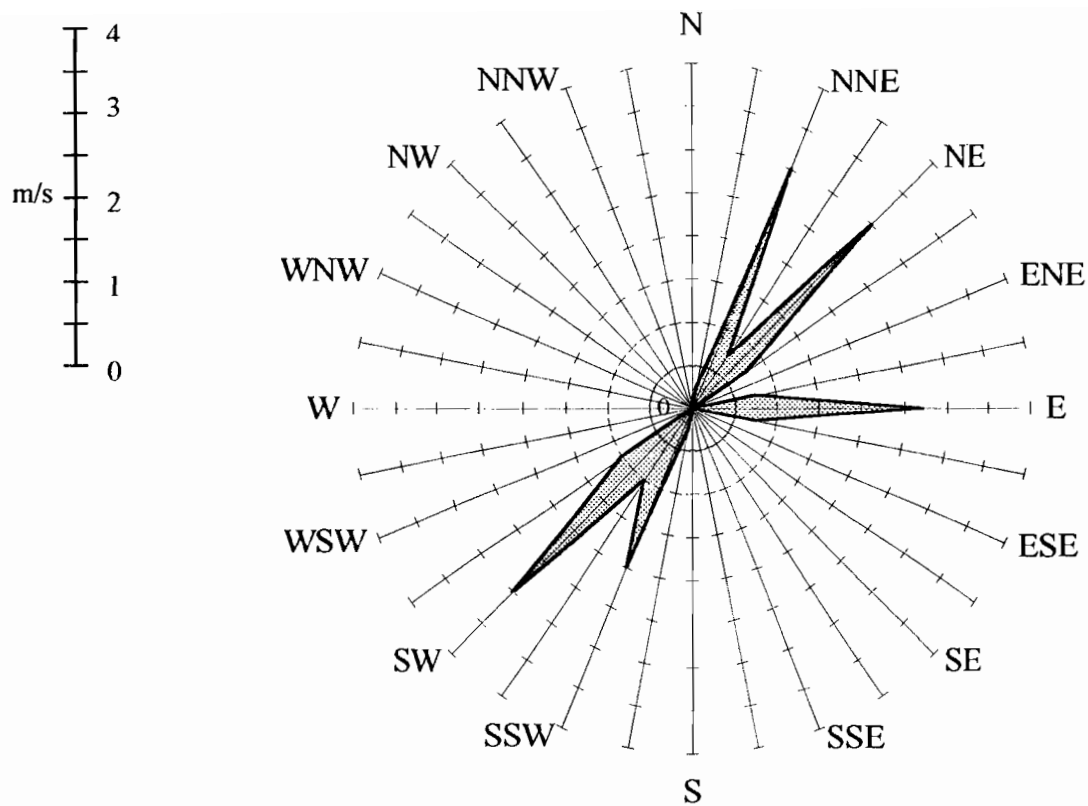


Fig. 1.1.5 : Vitesse moyenne (m/s) et direction des vents

Durant la période sèche, l'harmattan, de secteur est à nord-est souffle avec une vitesse également modérée, de 3 m/s en moyenne (fig. 1.1.4). Il est sec, chaud et souvent chargé d'aérosols.

2. Le cadre morphologique et géologique

Le paysage de la région de Niamey est marquée par la présence du fleuve, le caractère dissymétrique des deux rives de part et d'autre de ce large couloir, l'existence de surfaces tabulaires.

Les versants de la rive gauche et de la rive droite présentent des morphologies et des caractéristiques différentes.

2.1 Description du paysage : la dissymétrie rive gauche-rive droite

- *La rive gauche*

La rive gauche se trouve à une altitude moyenne de 220m. Les corniches, de Yantala et de Gamkallé, surplombent le fleuve d'une vingtaine de mètres. La surface est légèrement ondulée ou parfois nettement entaillée par le Gounti Yéna, talweg orienté nord-sud.

A l'est du Gounti Yéna, on distingue une première surface à 187 mètres d'altitude environ. Elle est délimitée au sud par le fleuve, au nord par les quartiers Talladjé et Aviation. Elle s'incline en pente douce du nord vers le sud jusqu'au fleuve. La partie de cette surface où les altitudes sont inférieures à 185 m est inondable lors de la saison des pluies. La deuxième surface est située plus au nord. Une cuirasse ferrugineuse imperméable affleure à environ 220 m d'altitude. Les quartiers de Talladjé et Aviation sont installés sur cette cuirasse. Vers le nord, les altitudes s'abaissent jusqu'à 220-210 m. La cuirasse est généralement recouverte de sable. A certains endroits, l'épaisseur de sable est de l'ordre de 10 m ce qui permet l'infiltration de l'eau de pluie. Plus au nord, les altitudes atteignent 230 m.

A l'ouest du Gounti Yéna, la ville est installée sur une surface ondulée et sableuse à 210 m d'altitude. Cette surface, appelée localement " quartier Plateau " est limitée vers le sud par la corniche de Yantala (MOTCHO, 1991).

- *La rive droite*

Sur la rive droite, la ville s'est étendue dans la plaine alluviale, inondable si son altitude est inférieure à 182 m, ce qui est très général ; seules quelques zones à 185 m d'altitude, très densément urbanisées restent exondées. Dans cette plaine alluviale, les sols sont argileux et des périmètres hydro-agricoles ont été aménagés.

Au sud de cette plaine, des buttes apparaissent. Elles sont séparées par des vallons à versants convexo-concaves. Ces buttes tabulaires, situées à 260 m d'altitude, sont couronnées de cuirasses ferrugineuses imperméables en grand. Elles ont un commandement pouvant atteindre 80 m par rapport au fleuve (MOTCHO, 1991).

La vallée du Niger draine la bordure occidentale du bassin d'Iullemeden. Dans la région de Niamey, la série du Continental Terminal (CT) repose en discordance sur le socle d'âge précambrien.

2.2 Explication du paysage : les formations géologiques

2.2.1 Le socle

Trois formations composent le socle (MACHENS, 1973):

- le Prébirrimien constitué de migmatites et de roches basiques métamorphiques ;
- le Birrimien composé de grauwackes, roches sédimentaires détritiques et de schistes argileux (GREIGERT et POUGET, 1967) ;
- le Tarkwaïen, témoin de l'érosion des formations prébirrimiennes, constitué de sédiments grossiers et mal classés avec une forte proportion de galets.

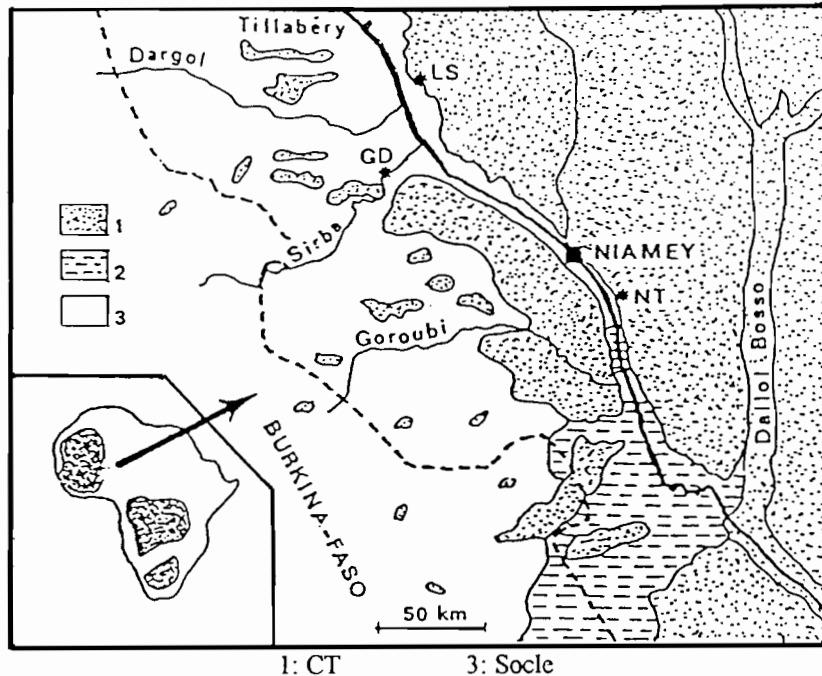


Fig. 1.2.1: Géologie de la région de Niamey d'après WILLENS et al. (1993)

Après une longue période d'érosion, de pénépléation, une transgression épicontinentale (mer infracambrienne du Sahara occidental) a déposé un matériau argilo-sableux datant du Voltaïen, qui a évolué en grès sous l'effet de la diagénèse (MACHENS, 1973).

Au Paléocène, le socle a subi une forte altération. Les altérites de nature quartzo-kaolinique atteignent plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur (BOUDOURESQUE et al., 1982).

2.2.2 Le Continental Terminal

A l'Eocène, une subsidence du bassin d'Iullemeden est responsable de la formation d'une cuvette comblée ensuite par des apports détritiques argilo-sableux formant un grès-argileux (GREIGERT et POUGET, 1967). Ces sédiments reposent en discordance sur le socle altéré et en partie érodé. Au Miocène, un soulèvement d'origine tectonique serait responsable de l'arrêt de la sédimentation (DIDIER DE SAINT AMAND, 1969).

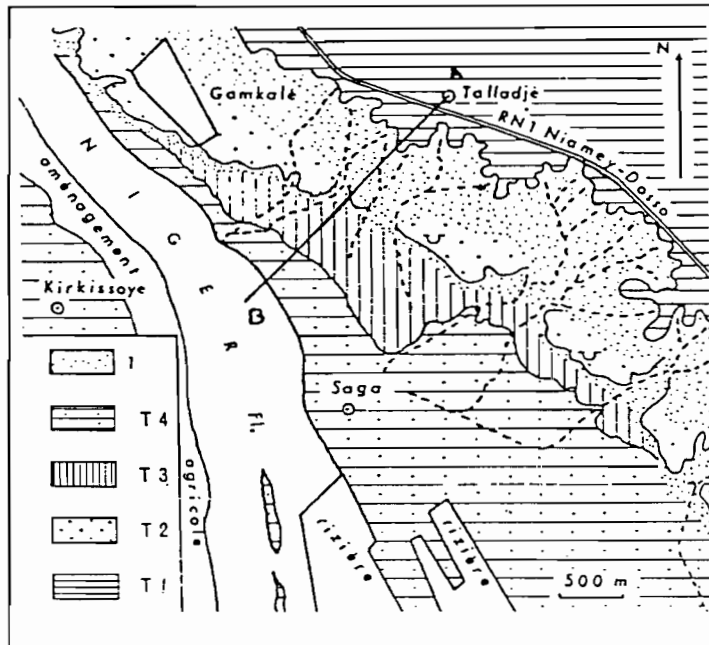
Selon OUSSEINI et MOREL (1989), le Continental Terminal (CT) possède trois faciès :

- un faciès de grès argileux à ciment kaolinique et à structure homogène (CT1);
- un faciès de grès rouge provenant de l'altération du socle et composé d'arénites grossières et hétérométriques (CT2);
- un faciès à oolithes ferrugineuses, constituées d'argile et de goéthite, ayant un diamètre de 0,5 à 15 mm et enveloppées par un ciment argilo-ferrugineux (CT3).

Les matériaux oolithiques constituent des faciès très indurés créant des replats morphostructuraux résistant à l'érosion (ROGNON, 1972).

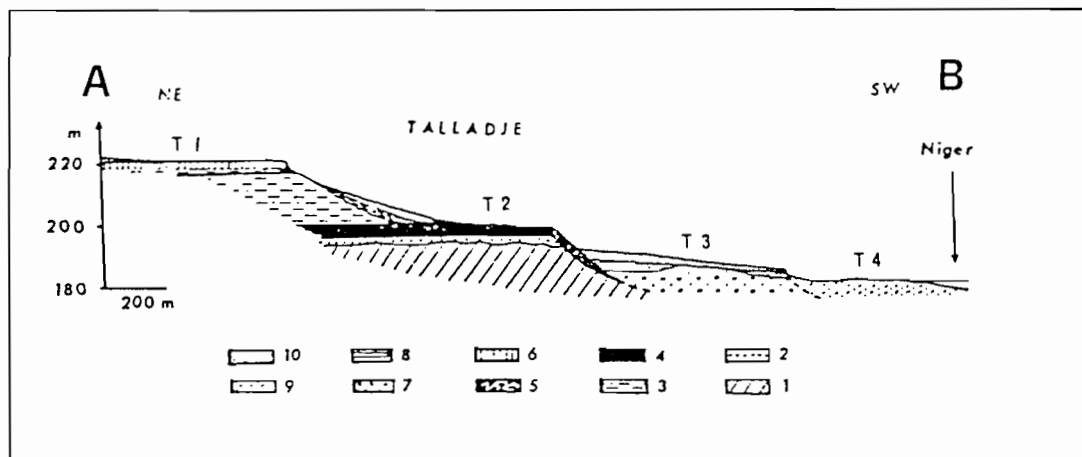
2.2.3 Les formations quaternaires

- *Les niveaux d'érosion et les terrasses alluviales*



1 : affleurement du substratum, colluvions, recouvrement sableux ; T1 et T2 : niveau d'érosion ; T3 et T4 : terrasses alluviales; — : localisation de la coupe fig. 1.2-3

Fig. 1.2.2 : Esquisse géomorphologique (DUBOIS et al., 1984) dans la partie sud de Niamey



1 : lithomarge ; 2 : sables et argiles (base du CT) ; 3 : grès argileux (CT) ; 4 : formation à oïdes ferrugineux ; 5 : colluvions ; 6 : cailloutis alluvial induré par le fer ; 7 : sables et graviers à stratification oblique ; 8 : argiles gris-vert finement barriolées (limons noirs) ; 9 : sables et argiles jaunâtres ; 10 : recouvrement sableux ocre-rouge.

Fig. 1.2.3 : Coupe géologique (DUBOIS et al., 1984)

La vallée du Niger montre un étagement de quatre niveaux subhorizontaux (DUBOIS et al., 1984).

Les niveaux d'érosion T1 et T2 sont recouverts de dépôts grossiers et dateraient du Pléistocène inférieur et moyen. Le niveau T1 se situe à 220 m d'altitude, à 40 m au-dessus du lit du fleuve. De haut en bas, on distingue des galets, des graviers de quartz à patine ferrugineuse et des grès fins ferrugineux. Ces constituants sont indurés par les oxydes de fer et sont recouverts en surface par un sable ferrugineux. Le niveau T2 se situe à une altitude de 200 m. Des oolithes grossières reposent sur des grès argileux.

Les terrasses alluviales T3 et T4 (DUBOIS et al., 1984) dateraient du Pléistocène supérieur. La terrasse T3 se situe à 190 m d'altitude. Elle est constituée de bas en haut de galets, de graviers quartzeux et ferrugineux puis de sable ocre (pouvant atteindre 2 m d'épaisseur). Des sols ferrugineux se sont développés dans la couche sableuse et des indurations peuvent être rencontrées localement (WILLENS et BERGOIENG, 1994). La terrasse T4 se situe à environ 184 m d'altitude. Ses alluvions sont emboîtées dans celles de T3. Les alluvions de T4 sont à dominante limoneuse et sableuse. Cette terrasse présente un modelé irrégulier et des sols peu évolués.

- *Les recouvrements sableux*

Des formations sableuses d'apport éolien se sont mises en place depuis le quaternaire jusqu'à l'époque actuelle. Elles ont partiellement ou totalement recouvert les niveaux d'érosion, les terrasses et les formations sédimentaires du Continental Terminal. Leur épaisseur varie entre quelques décimètres et une dizaine de mètres. Certains dépôts sableux constituent les versants entre le lit du fleuve et les hauts plateaux. D'autres forment des dunes, anciennes et fixées, ou encore fonctionnelles actuellement.

3. Hydrologie

3.1 Caractéristiques générales du fleuve Niger et de ses affluents

3.1.1 Le tracé

Le fleuve prend sa source au sud-est du massif du Fouta Djaton à la frontière de la Guinée et de la Sierra Léone, sur le versant nord-ouest de la dorsale guinéenne (OUSMANE, 1986). Il coule de la Haute-Guinée orientale vers le Mali. Dans son parcours malien, il forme après Ségou un large delta intérieur où se situe le barrage de Sansanding, jusqu'aux environs de Tombouctou. Puis il s'oriente vers l'est puis le sud-est pour passer à Gao (Mali). Au Niger, après avoir traversé le massif du Liptako, le fleuve se dirige vers le Nigéria avant de se jeter dans l'océan Atlantique dans les environs de Port Harcourt.

3.1.2 Le régime hydrologique

Alimenté dans son haut bassin par d'abondantes précipitations - 2 200 mm de précipitations annuelles- (BILLON, 1985), le fleuve arrive dans la cuvette lacustre au niveau de Mopti (Mali), où il subit de fortes pertes par évaporation. Sur une distance de 1000 km, il coule sur une pente faible et alimente des lacs et des zones inondées qui augmentent la surface évaporante (OUSMANE, 1985).

Le régime malien du fleuve se caractérise par des hautes eaux aux mois de septembre-octobre et des basses eaux aux mois d'avril-mai (OUSMANE, 1986). Plus en aval, à Niamey, ce régime est évidemment retardé : les hautes eaux se placent en janvier-février et les basses eaux en juin-juillet.

3.1.3 Les affluents du fleuve en territoire nigérien

Ces principaux affluents alimentant le Niger sont essentiellement en rive droite. Ce sont le Dargol, la Sirba (débit moyen de 28,3 m³/s) et le Goroubi (débit moyen de 2,4m³/s) (KAKA et al., 1987). La crue de ces affluents se situe aux mois d'août-septembre lors de la saison des pluies ; ces écoulements étant directement tributaires des précipitations. Les cours d'eau peuvent renforcer le débit du fleuve Niger temporairement de 5 à 25% (OUSMANE, 1986).

En rive gauche, quelques vallées "fossiles" ne fonctionnent plus actuellement que comme un chapelet de mares plus ou moins interconnectées. Mais les dallols Bosso, Foga et Maouri, qui rejoignent le fleuve au sud de Niamey, ne jouent aucun rôle hydrologique dans le régime actuel du fleuve.

3.2 Le fleuve à Niamey

3.2.1 Le tracé

Le tracé du Niger suit des directions structurales avec des changements brusques d'orientation. Différentes îles occupent le lit mineur en basses eaux et le fleuve présente alors un tracé anastomosé. Lors des crues, en revanche, le lit majeur du fleuve, d'une largeur supérieure à 4 km, est totalement occupé.

3.2.2 Le débit

Sur la période de référence de 1943-1991, à Niamey, le débit moyen annuel du fleuve est de 677 m³/s. Le débit minimum est de 21 m³/s au mois de juin et le débit maximum est de 1345 m³/s au mois de novembre (Annuaire statistique, 1991). Ce déficit peut s'expliquer par les retenues réalisées en amont du fleuve ou sur ses affluents, par les aménagements hydro-agricoles et surtout par une diminution de la pluviosité (SOUMANA, 1986).

3.3 Les *kori*¹ à Niamey

Dans l'agglomération de Niamey, deux types de talwegs se distinguent morphologiquement selon qu'ils se situent sur la rive droite ou sur la rive gauche.

¹ : Désigne un oued (LES ATLAS JEUNE AFRIQUE., 1980)

3.3.1. Les *kori* de rive gauche

En rive gauche, deux talwegs drainent le nord - nord est de la ville, le *kori* de Ouallam et celui de Goudel Gourou. Ces cours d'eau temporaires ont un tracé en baïonnette. Leur profil en long a une pente faible. L'érosion est faible car ces cours d'eau disposent d'une faible compétence. Lors de la saison sèche, de l'eau stagne dans les concavités du lit formant ainsi un chapelet de mares.

Un autre talweg, le Gounti Yéna, est totalement inséré dans le tissu urbain. Il est orienté nord-sud avec également un tracé en baïonnette. Des écoulements s'y produisent lors des averses les plus fortes.

D'après KAKA et al. (1987), deux autres talwegs de moindre importance drainent la ville de Niamey : le *kori* de Tondibia-Goudel, qui prend sa source sur un affleurement rocheux au nord et qui vient ensabler le quartier de Goudel, et le *kori* de Yantala qui naît sur un affleurement rocheux non loin de l'hôpital national.

3.3.2 Les *kori* de rive droite

Des talwegs prennent leur source sur les hauts plateaux cuirassés qui dominant la vallée. Ces talwegs ont généralement une pente longitudinale de 20 à 30%, un fond large et plat, ennoyé par des dépôts sableux. Ils sont associés à un ravinement intense qui provoque vers l'aval un ensablement des aménagements hydro-agricoles, des routes et du lit du fleuve (KAKA et al., 1987). Les cônes d'épandage, qui se forment à l'exutoire de ces drains temporaires, sont responsables de difficultés d'écoulement dans le fleuve et ont même provoqué l'obturation de l'un de ses bras.

4. Hydrogéologie

4.1 Présentation régionale

Dans la région, trois types d'aquifères peuvent être distingués : les aquifères liés au socle, au Continental Terminal et aux alluvions du fleuve et de ses principaux affluents.

4.1.1 L'aquifère lié au socle

Le socle cristallin n'offre de ressources importantes en eau que dans les zones d'altération étroitement liées à des fractures ou à des diaclases (PNUD, 1990).

Cet aquifère est discontinu et séparé par des volumes de socle non-altérés et massifs (JOSEPH et BOUREIMA, 1988). Le drainage, dans les formations qui surmontent le socle, est rendu possible par la présence de fractures (JOSEPH et GIRARD, 1990).

Le niveau de la nappe associée fluctue au cours de l'année. Il atteint un maximum après la saison des pluies et s'abaisse pendant la période sèche (JOSEPH et GIRARD, 1990). La variation rapide du niveau statique après une averse confirme une recharge par les précipitations et une faible capacité de stockage de cet aquifère.

Les pluies fines sont en général les plus efficaces pour l'infiltration et par conséquent la recharge de la nappe. Ce type de précipitation est rare en milieu tropical et un fort pourcentage des précipitations ruisselle. Pourtant, ARCHAMBAULT (1986) considère que l'alimentation de cet aquifère se réalise par les précipitations. D'après DILUCA (1986), des précipitations annuelles minimales de 400 mm sont nécessaires pour alimenter cet aquifère. Par ailleurs, une pluie annuelle de 80 mm sur le socle affleurant permet de renouveler la réserve utile.

Pour la région de Niamey, les ressources disponibles renouvelables sont estimées entre 10^8 et 10^{10} m³/an (GIRARD, 1993). La profondeur moyenne est de 15 m et la conductivité électrique de l'eau est de 460 µS/cm (KARBO, 1989). La qualité de l'eau (par rapport aux normes de potabilité) est généralement bonne à excellente, d'autant plus qu'elle est protégée de la pollution (GIRARD, 1993).

4.1.2 L'aquifère lié au Continental Terminal

Le bassin d'Iullemmeden comblé pendant des millions d'années par des apports détritiques transportés par le ruissellement a été abondamment alimenté en eau lors de sa mise en place (ARCHAMBAULT, 1986). Dans la région de Niamey, le Continental Terminal se caractérise par un épandage détritique appelé CT3. La série présente de bas en haut un niveau d'oolithites ferrugineuses, une alternance de sable et de limon et d'argile, un banc de sable moyen à grossier (GREIGERT, 1973). L'aquifère est constitué par les strates poreuses et perméables des parties sableuses et limoneuses.

L'alimentation de la nappe serait assurée également par les précipitations et le ruissellement (ARCHAMBAULT, 1986). Le débit est faible (5 m³/h/m) et cette nappe a une réserve totale de $150 \cdot 10^9$ de m³ d'eau (KARBO et VAN LOON, 1992). Son accès est facile puisqu'elle est peu profonde, son exploitation importante, à partir de puits traditionnels. Cette nappe est à priori plus sensible à la pollution que celle de socle (ABDOULKARIMOU, 1986).

Dans la région de Niamey, le Continental Terminal s'interrompt du nord au sud selon une forme en biseau. Les eaux de la nappe du Continental Terminal se mélangent vraisemblablement à celles de la nappe du socle. Dans cette zone de contact, les caractéristiques de l'eau sont par conséquent variables. Il est possible que les eaux s'écoulent vers les alluvions du fleuve, alimentant ainsi la nappe alluviale.

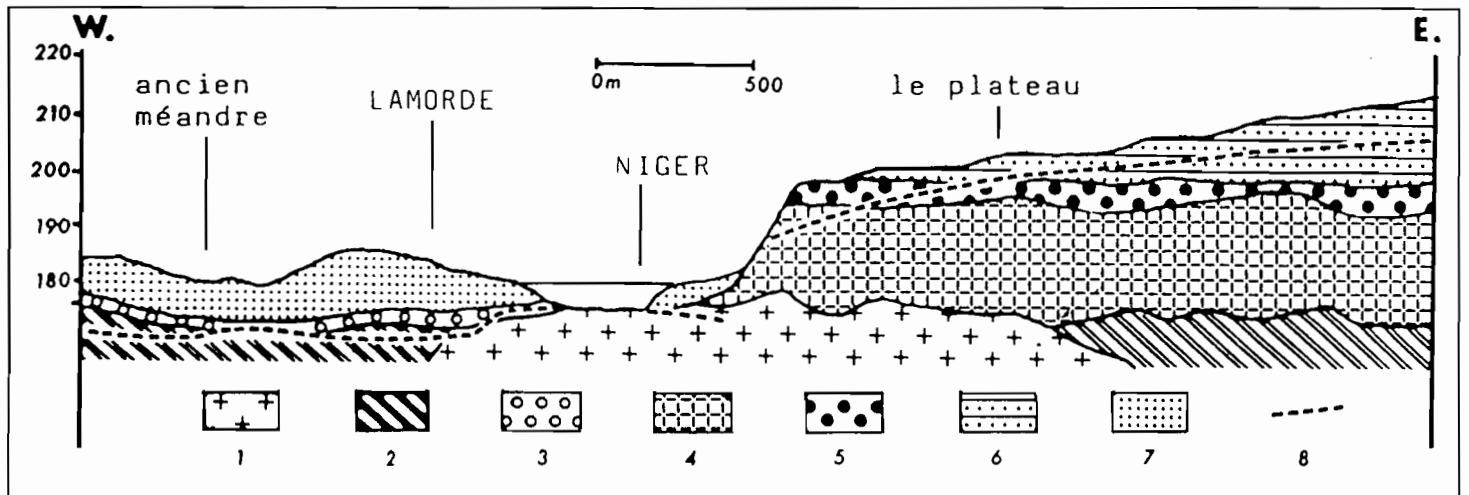
4.1.3 L'aquifère lié aux alluvions du fleuve et de ses affluents

La plaine est constituée de sable alluvionnaire reposant soit directement sur le socle, soit sur une couche d'argile peu épaisse. Cet ensemble sédimentaire ne dépasse pas 15 m d'épaisseur. La nappe est peu profonde et les pertes par évaporation sont vraisemblablement importantes.

La proximité de la surface du sol et la forte perméabilité des alluvions augmentent le risque de pollution. La conductivité électrique atteint 700 µS/cm. Les débits sont en général modestes et très variables dans l'espace (GREIGERT, 1979).

4.2 Les nappes à Niamey

A Niamey, les trois types d'aquifères distingués dans la région sont présents. Ils communiquent les uns avec les autres. Dans la suite de l'étude, nous considérons l'existence d'une nappe présente dans ces différents aquifères et caractérisée par la surface piézométrique.



1 : socle granitique 2 : schiste Birrimien 3 : altérites 4 : lithomarge 5 : formation à oolites ferrugineux
6 : Continental Terminal 7 : alluvions 8 : niveau statique

Fig. 1.4.1 : Coupe schématique de la région de Niamey (JOSEPH et BOUREIMA, 1986)

La coupe élaborée par JOSEPH et BOUREIMA (1986) montre qu'un écoulement se produit du nord-est au sud-ouest (fig. 1.4.1). Le long de la corniche de Yantala apparaissent des suintements qui témoignent bien apparemment de cet écoulement de la nappe depuis l'aquifère du Continental Terminal vers l'aquifère alluvial ou vers le fleuve.

Chapitre II : Le cadre urbain

La ville de Niamey est implantée sur les rives du fleuve Niger. Sa plus grande partie s'étend en rive gauche de part et d'autre du Gounti Yéna, sur les niveaux T1 et T2 où elle domine le fleuve d'une trentaine de mètres. Depuis la construction du pont Kennedy en 1972, la ville se développe rapidement sur la rive droite.

La population de Niamey est passée de 1 800 habitants en 1905 à environ 600 000 habitants en 1994. Cette croissance liée au flux migratoire et à un fort taux d'accroissement important s'est accompagnée d'une extension d'espace urbanisé.

1. Historique de la ville

Au début du siècle, Niamey est un petit village situé sur la rive gauche et habité par des ethnies Maouri, Kalley et Songhay. A l'origine, Niamey se nomme Niame. Pour l'ethnie Kalley, Niame signifie " l'endroit où la mer va chercher l'eau ". Pour l'ethnie Maouri, Nia est un arbre disparu aujourd'hui qui permet aux maourey d'arriver sur une île du fleuve (Neni) après avoir été en partie massacrée par les Peuls.

A partir de 1902-1903, Niamey est choisie comme port de cabotage et de ravitaillement puis comme poste militaire par les colons français. L'arrivée des militaires français à Niamey met fin au conflit inter-ethnique et permet à la population locale de tirer des bénéfices de la vente de denrées et de matières premières. Niamey devient la capitale du troisième territoire militaire du Niger en 1905.

De 1911 à 1920, le titre de capitale est transférée à Zinder. Puis, le Niger devenant colonie, l'administration s'est installée à nouveau à Niamey. La ville connaît alors un essor urbanistique et démographique jusqu'à la veille de la seconde guerre mondiale. Les français en projetant leur conception de l'espace urbain et en se basant sur un certain nombre de préjugés, divisent la ville en trois secteurs: la ville blanche, la ville noire et la zone commerciale.

A la fin de la deuxième guerre mondiale, Niamey connaît un développement important en tant que capitale de la colonie. La population migrante venant du milieu rural pour travailler durant la saison sèche s'installent en périphérie de la ville dans des constructions en paillotes, qui forment plus tard de nouveaux quartiers comme Boukoki (SIDIKOU, 1980).

En 1952, Niamey compte 12 000 habitants. Différentes zones sont établies dans le cadre d'un plan d'urbanisation. Elles ont pour fonction d'accueillir le secteur secondaire (les industries), le secteur tertiaire (administration, commerces et casernes), et les quartiers d'habitation (résidentiels ou traditionnels). Les quartiers traditionnels sont constitués de concessions étroites séparées par des ruelles, les quartiers résidentiels sont aérés et boisés.

En 1960, le Niger devient indépendant. En 1961, une commission nationale d'urbanisation et d'habitat établit alors un plan d'urbanisation pour la ville de Niamey. Ce plan prévoit différentes zones destinées à des usages spécifiques avec une réglementation concernant la superficie, le type de construction et les densités d'habitation. Cependant, la ville connaît une telle croissance que l'Etat n'est jamais parvenu à construire les logements nécessaires. Des quartiers spontanés sont apparus pour répondre à la pénurie de logements. Après quelques aménagements, certains de ces quartiers sont alors reconnus et intégrés dans la ville (MOTCHO, 1991).

Un nouveau plan en 1984 partage la ville de Niamey en cinq districts. En 1989, Niamey reçoit la dénomination de " Communauté Urbaine de Niamey " (CUN). Les cinq districts sont regroupés en trois communes. Chaque commune est maintenant gérée et administrée par un maire, sous l'autorité d'un préfet-maire.

2. Croissance démographique

La population de Niamey est difficile à recenser puisque des migrants ruraux s'installent dans la capitale pour la saison sèche. Suivant la date du recensement, ils sont comptabilisés ou non. Leur nombre atteindrait 20 à 50% de la population totale (MOTCHO, 1991).

De 1905 à 1950, la population de Niamey suit une croissance moyenne de 4% par an. L'évolution de la démographie de la ville montre trois pointes durant cette période (fig. 2.2.1). La première se situe en 1905 où la croissance moyenne annuelle atteint 17%. Cette croissance coïncide avec le statut de Niamey comme poste militaire principal. La deuxième est de nature similaire puisqu'elle correspond à l'élévation de Niamey au rang de capitale de colonie en 1926. L'arrivée de l'administration coloniale s'est traduite par un afflux d'immigrants attirés par les emplois ou le commerce. De plus, avec la présence militaire, la sécurité est plus grande et les pillages moins systématiques. Jusqu'en 1935, la croissance est irrégulière en relation avec la présence ou non d'une administration coloniale. La dernière pointe de cette période commence dès 1935 jusqu'à la veille de la deuxième guerre mondiale. Niamey connaît alors un accroissement annuel de 17%. Cette évolution est essentiellement due à un apport migratoire. L'essor démographique prend fin avec le début de la deuxième guerre mondiale.

A partir de 1950, Niamey connaît à nouveau une croissance démographique importante dépassant 12% (MOTCHO, 1991). Niamey devient alors le premier centre urbain du Niger. Des infrastructures, comme des écoles et des dispensaires sont construites et vont augmenter le nombre de salariés nigériens et l'effectif des européens. Les européens ayant besoin de personnel domestique contribuent à la création d'emplois et créent un pôle d'attraction pour les ruraux.

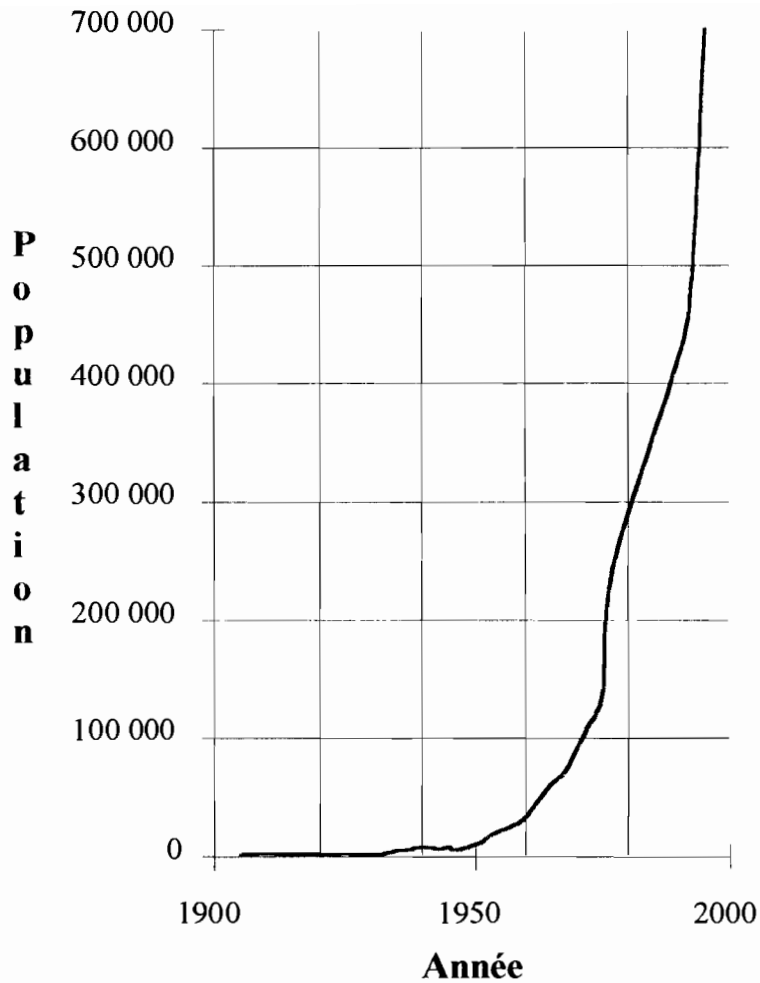


Fig. 2.2.1 : Evolution de la population de la ville de Niamey de 1905 à 1988 (MOTCHO, 1991)

Malgré le départ d'une grande partie des européens au moment de l'indépendance du Niger, la croissance de Niamey continue. Le taux de croissance se poursuit au rythme de 10% par an. La population de Niamey passe de 34 000 habitants en 1960 à 108 000 habitants en 1972 (fig. 2.2-2).

A partir de 1970, l'exode rural n'est plus à l'origine de la croissance démographique. Le taux d'immigration diminue mais l'accroissement naturel augmente. Les célibataires venus du milieu rural pour travailler à Niamey s'intègrent à la ville et fondent une famille.

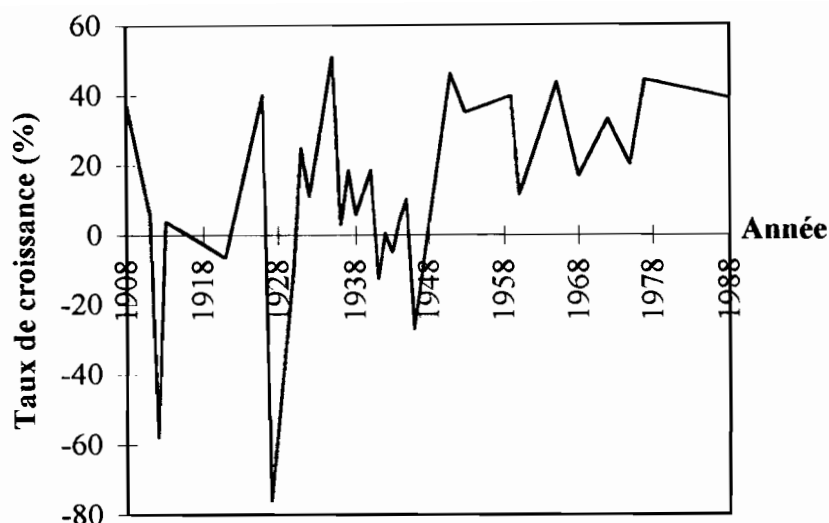


Fig. 2.2.2 : Croissance démographique de Niamey de 1908 à 1988 (MOTCHO, 1991)

Le taux d'accroissement naturel est en moyenne de 4,4% par an depuis 1986 (DSD, 1991). La population de Niamey suit par conséquent une progression exponentielle. Ce fort taux d'accroissement s'explique non par la natalité qui se stabilise à 5,3% mais par une baisse du taux de mortalité (MOTCHO, 1991).

3. Expansion spatiale

L'évolution démographique s'est accompagnée d'une forte extension de la ville. L'exode rural et l'accroissement naturel ont provoqué une augmentation de densité dans les quartiers anciens. La densité devenant trop forte, il s'est créé de nouveaux quartiers à la périphérie. Pour permettre l'extension de la ville, certains villages ont été annexés comme Gamkallé, Goudel et Yantala. Malgré la volonté des autorités de contrôler le développement de la ville, des quartiers spontanés s'établissent encore comme à Talladjé vers l'ouest de la ville (fig. 2.4.1).

L'extension de la ville se poursuivant certains quartiers ont fusionné, d'autres se sont déplacés sous la contrainte publique (Foulan Koira par exemple). La superficie de Niamey est passée de 1400 ha en 1970 à 4850 ha en 1987 (MOTCHO, 1991). La ville s'est essentiellement étendue en rive gauche. En 1972, la construction du pont a permis l'installation de l'Université, la création de nouveaux quartiers et le déplacement de quartiers anciens de la rive droite (comme Gaweye).

4. Les types de quartiers et leurs caractéristiques

Depuis son origine, Niamey se répartit entre la "ville européenne" caractérisée par de belles villas entourées d'un jardin et par des rues bitumées et la "ville africaine" traditionnelle caractérisée par des constructions en *banco*¹, en ciment ou en paille. Selon VENNETIER (1970), depuis 1960, la ségrégation n'est plus raciale mais sociale. Les cadres, les hauts fonctionnaires et les commerçants nigériens se sont installés dans la "ville européenne".

¹ : matériel de construction constitué d'argile et de paille

Aujourd'hui, Niamey montre trois facettes différentes : les quartiers traditionnels, les quartiers résidentiels, les zones commerciales, artisanales et industrielles.

4.1. Quartiers traditionnels

Les quartiers traditionnels regroupent les anciens quartiers, les villages qui ont été rattachés à la ville et les quartiers spontanés. Ils ont les mêmes caractéristiques concernant la densité de population, le type d'habitat, les infrastructures et les services.

- *Densité de population*

La population est dense (393 hab./ha). En moyenne, 17 habitants occupent une concession ce qui représente environ 3 ménages (MOTCHO, 1991). Dans les nouveaux quartiers situés dans la couronne, la densité de population est faible (MOTCHO, 1991). En se rapprochant du coeur de la ville, la densité de population par unité de surface et par concession augmente.

- *Type d'habitat*

Les concessions sont généralement construites en *banco* ou en ciment avec un toit en terrasse (en paille, en tôle ou en *banco*). Certains quartiers ou certaines parties de quartier sont constitués de maison en paille (paillotes). Il s'agit de cases rondes faites d'une armature de branches fixées au sol et recouvertes de paille. Les paillotes sont nombreuses dans les quartiers de Lazaret, de Banga Bana, de Yantala ou à Foulan Koira.

- *Conditions sanitaires*

Les réseaux d'eau et d'électricité desservent la majorité des quartiers, mais toutes les concessions n'y sont pas reliées pour des raisons de coûts. Des latrines communes sont installées en général dans un coin de la cour. Quelques toilettes publiques sont disposées dans ces quartiers. En règle générale, de mauvaises conditions sanitaires sont réunies dans ces quartiers en particulier en raison de la densité de population, des difficultés d'évacuation des eaux usées et de l'absence de ramassage d'ordures ménagères.

- *Services*

En dehors de la fonction d'habitation, les diverses activités sont associées à des commerces, des écoles et des centres médicaux.

4.2. Quartiers résidentiels

Ces quartiers sont installés sur les niveaux T1 et T2 de la rive droite. La plupart sont limités vers l'est par le Gounti Yéna, vers le sud par le fleuve et vers l'ouest par des casernes.

- *Densité de population*

La densité de population est en moyenne de 38 hab./ha. Huit personnes en moyenne habitent dans une concession soit un seul ménage.

- *Type d'habitat*

Ces quartiers sont composés principalement de villas entourées de jardins. Il s'agit de vieilles bâtisses coloniales et de villas contemporaines.

- *Conditions sanitaires*

Toutes les villas sont reliées aux réseaux d'eau et d'électricité. Une piscine est souvent disposée dans le jardin. Ces villas sont desservies par des rues bitumées ou par de larges allées sableuses ou latéritiques.

- *Services*

En dehors de la fonction résidentielle, quelques activités sont présentes. Il s'agit de commerces d'alimentation, d'artisans, d'écoles et de services médicaux. Ces quartiers accueillent également différentes administrations. Les immeubles administratifs sont situés essentiellement dans le sud du quartier. Les établissements scolaires et les organismes internationaux comme l'UNESCO ou l'OMS se sont installés plus au nord entre l'avenue du Général De Gaulle et le Boulevard de l'Indépendance.

4.3. Zones commerciales, artisanales et industrielles

Ces zones sont situées au coeur de la ville sur la rive droite et elles s'étendent vers l'est jusqu'à proximité de Saga.

- *Densité de population et habitat*

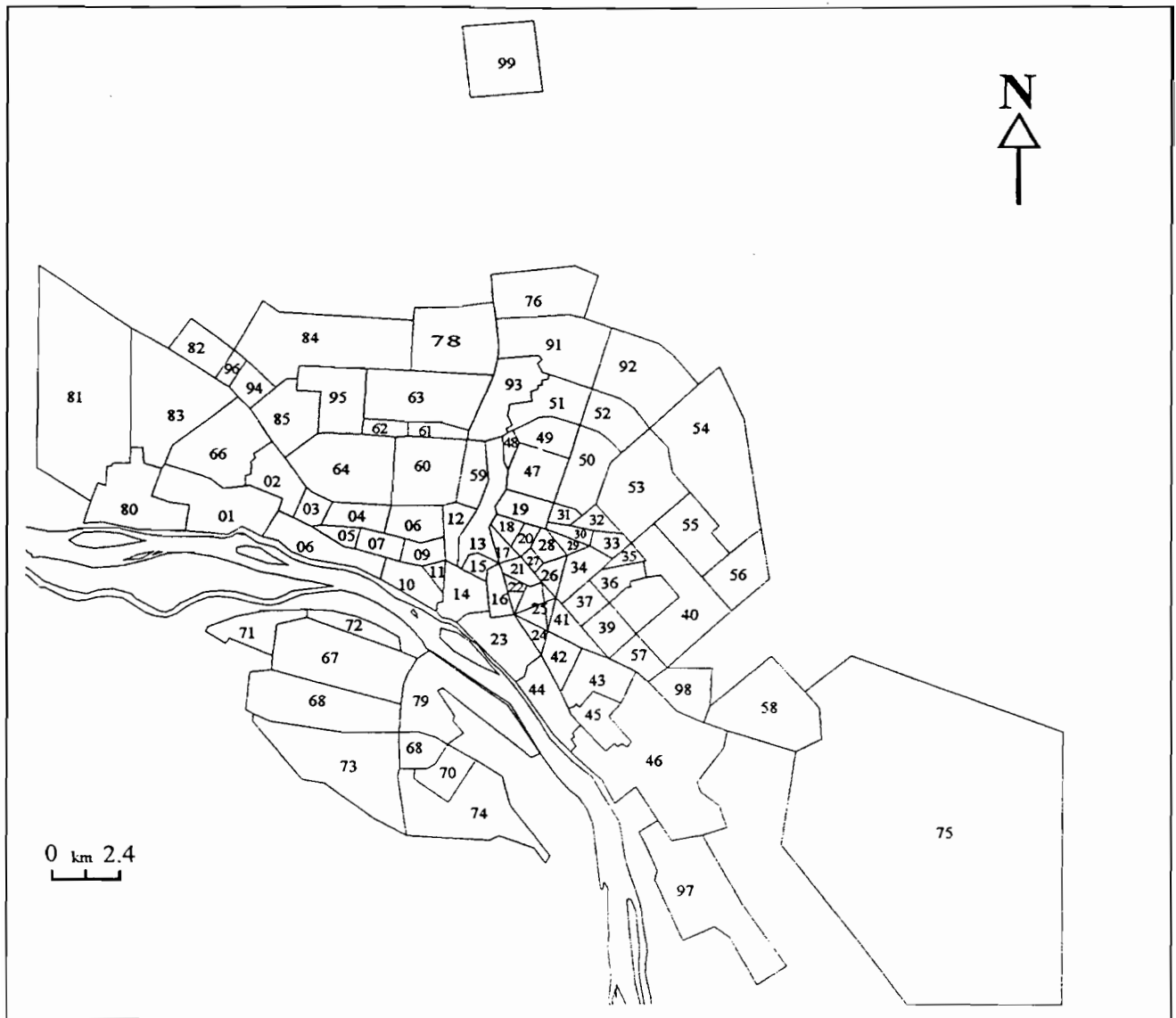
La densité de population est de 25 hab./ha. Les habitations sont rares. Il s'agit de villas et d'immeubles.

- *Conditions sanitaires*

Cette zone est fortement urbanisée. Les rues principales sont bitumées. L'assainissement est sans doute le plus développé de Niamey. Néanmoins, les mêmes problèmes d'évacuation des eaux usées et des ordures ménagères se posent, comme partout dans la ville.

- *Services*

Des immeubles abritent le secteur tertiaire (administrations, banques, assurances...). Cette zone est aussi caractérisée par de nombreux équipements socioculturels et sportifs (le musée national, de nombreuses écoles, le stade municipal...). Aujourd'hui, elle est essentiellement occupée par les marchés, les commerces, les hôtels et les restaurants. De nombreux commerces ambulants s'y installent pour la journée. Le secteur industriel est restreint, seuls cinq établissements sont présents à Niamey.



- | | | | | |
|--------------------------|------------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| 1 Ambassades | 20 Gandatché | 39 Nouveau marché | 58 Talladjé | 78 Foulani Koura |
| 2 Yantala | 21 Maourey | 40 Poudrière | 59 Parc des sports | 79 Agrimet |
| 3 Gendarmerie | 22 Assemblée nationale | 41 SNB | 60 Issa Béry | 80 Goudel |
| 4 Plateau | 23 Niamey bas | 42 Camp Baba Guirna | 61 Extension Issa Béry | 81 Tondibia |
| 5 Gardes | 24 Division matérielle | 43 Camp Garba Hassan | 62 Extension Yantala haut | 82 Tillabery |
| 6 Palais | 25 Stade | 44 Elevage | 63 Cable ORTM | 83 Extension Kouara Kano |
| 7 Présidence | 26 Lagouroussou | 45 Gamkallé | 64 Yantala haut | 84 Extension Foulani Kouara |
| 8 Maison de l'Afrique | 27 Grand marché | 46 Zone industrielle | 65 Recasement Yantala I | 91 Hôpital Lazaret |
| 9 travaux publics | 28 Barizoumbou | 47 Boukoki I | 66 Kouara Kano | 92 CNSS |
| 10 Hôpital | 29 Balafon | 48 Boukoki III | 67 Université | 93 Marché au bétail |
| 11 Poste | 30 Kalley 2 | 49 Boukoki II | 68 Route de Torodi | 94 Cimetière Yantala |
| 12 Ecole aviation civile | 31 Kalley nord | 50 Boukoki IV | 69 Pont Kennedy | 95 Recasement Yantala 2 |
| 14 IFAN | 33 Kalley 3 | 51 Kouara Me | 70 Recasement Gaweye | 96 Extension cimetière Yantala |
| 15 Zongo | 34 Kalley 4 | 52 Couronne nord | 71 Lamordé | 97 Saga |
| 16 Petit marché | 35 Kalley est | 53 Madina | 72 Nogaré | 98 Hippodrome |
| 17 Kouaratégui I | 36 Cimetière musulman | 54 Extension route de Filingué | 73 Banga Bana | 99 Foulan Koira |
| 18 Kouaratégui II | 37 Baie d'Along | 55 Route de Filingué | 74 Kirkissoye | |
| 19 Lycée Kassai | 38 Sabongari | 56 Recasement Talladjé | 75 Aviation | |
| | | 57 Cité Faycal | 76 Lazaret | |

Fig. 2.4.1 : Carte de la communauté urbaine de Niamey (Ministère de l'équipement, 1994)

5. Dispositifs d'assainissement

5.1 Distribution d'eau potable

A Niamey, l'adduction en eau potable se fait principalement à partir du fleuve, où la Société Nigérienne de l'Eau (SNE) pompe ce qui est nécessaire pour le réseau de distribution.

Le premier réseau d'adduction est mis en service en 1940 à la suite de la construction d'un château d'eau. La Société d'Énergie de l'Afrique Occidentale Française assure ainsi l'alimentation en eau de la communauté européenne de Niamey. En 1960, elle est remplacée par la Société Africaine d'Électricité, la SAFELEC, qui développe, plus que le secteur de l'eau, celui de l'électricité pour des raisons de rentabilité. A partir de 1968, la Société Nigérienne d'Électricité assure la distribution et la gérance de l'eau jusqu'en 1989. Enfin, la SNE est créée en 1989 avec comme objectifs d'assurer une meilleure gestion de l'eau, d'arriver à un équilibre budgétaire et de constituer un fonds pour développer le réseau d'adduction.

En 1994, 17102 abonnés sont recensés pour une population totale d'environ 600 000 habitants à Niamey. D'après MOTCHO (1991), 86% des branchements sont privés et 14% correspondent à des bornes fontaines. Si l'on considère que chaque branchement alimente 15 personnes, alors 220 000 personnes sont raccordées au réseau d'adduction, soit environ 30% de la population totale. Certes, le nombre d'abonnés augmente chaque année de 5,4% mais la population croît quant à elle de façon exponentielle.

Tableau. 2.5.1 : Nombre d'abonnés d'après MAHAMADOU (1995)

Année	Nombre d'abonnés
1985	10 369
1986	11 113
1987	11 557
1988	11 794
1989	11 880
1990	12 554
1991	13 232
1992	15 103
1993	16 184
1994	17 102

Le taux de branchement varie énormément en fonction du type d'habitat (Tableau 2.5.1). Dans les quartiers résidentiels, 92% des villas sont raccordées et 77% des habitations dans les zones d'habitat traditionnel en ciment. En revanche, seulement 38% de l'habitat en *banco* et 18% des paillotes sont raccordés au réseau (MOTCHO, 1991).

La population qui n'est pas raccordée au réseau d'adduction s'alimente en eau auprès de revendeurs, à des bornes fontaines, à des puits ou à des forages. Les revendeurs d'eau sont nombreux à Niamey. Ils vont chercher l'eau à une borne fontaine, à un puits ou à un forage et l'amène au domicile de l'acheteur. Beaucoup de nigériens utilisent ce service pour s'alimenter en eau. Des particuliers disposant d'un robinet vendent également l'eau dans leur concession.

De nombreux puits et forages existent sur l'ensemble de l'agglomération. Vers le centre de la ville, leur usage tend à diminuer. Les puits sont condamnés et transformés en fosse d'aisances et la plupart des forages ne sont plus en état de fonctionner. Quand les forages sont fonctionnels, ils sont d'autant plus utilisés que l'eau y est gratuite. Dans les quartiers périphériques, l'usage des puits et des forages est plus important car le réseau d'adduction devient de plus en plus lâche en s'éloignant du centre de la ville.

5.2 Evacuation des eaux pluviales

Le réseau d'évacuation est constitué de trois groupes de caniveaux (MOTCHO, 1991).

- le premier est constitué de trois caniveaux fermés orientés est-ouest, situés dans les quartiers de Poudrière, Kalley, Nouveau Marché et Grand Marché. Ils permettent d'évacuer les eaux de ruissellement vers le Gounti Yéna ;
- le deuxième se situe dans les quartiers de Boukoki et de Abdijan et draine les eaux de pluie également vers le Gounti Yéna ;
- le troisième est constitué de caniveaux ouverts permettant d'évacuer directement vers le fleuve les eaux pluviales des quartiers industriels, administratifs et résidentiels.

Ces caniveaux fonctionnent mal en raison d'un colmatage par des matières solides. La population habitant près d'un caniveau l'utilise pour l'évacuation d'eaux usées ou des ordures ménagères. Par ailleurs, les caniveaux sont souvent sous-dimensionnés ; le nombre d'avaloirs est insuffisant et leur déclivité est faible. Lors d'une forte pluie, les rues adjacentes sont inondées par leur débordement. De plus, pour l'ensemble de la ville, le réseau d'évacuation n'est pas suffisamment dense. Les quartiers dépourvus de caniveaux, comme Yantala ou Nouveau Plateau, montrent une faible déclivité et voient donc leurs rues inondées lors des fortes averses.

5.3 Evacuation des eaux usées

Aucun réseau de tout à l'égout n'existe à Niamey. Dans les quartiers d'habitat traditionnel, les eaux de toilette, de vaisselle et de lessive sont déversées dans la cour, dans la rue ou dans le caniveau (si celui-ci est proche). A partir des latrines disposées dans un coin de la cour, les urines et les fèces sont généralement évacuées dans une fosse d'aisances. Celle-ci est vidangée régulièrement soit manuellement, soit en faisant appel au service d'assainissement de la mairie. Certaines habitations traditionnelles se sont raccordées au réseau pluvial pour l'évacuation des eaux usées.

Depuis quelques années, les quartiers sont équipés de toilettes publiques. Cependant, leur nombre est insuffisant. La pratique d'uriner dans les rues, les terrains vagues ou les jardins est commune.

Les villas résidentielles et les administrations sont connectées à des fosses septiques. Les principales structures hospitalières (Hôpital national sur la rive droite et CHU sur la rive gauche) sont équipées chacune d'une centrale d'épuration récente. Cependant, leurs eaux usées sont déversées directement dans le fleuve en raison de dysfonctionnements dans les centrales d'épuration. Enfin, les eaux usées provenant des activités artisanales et industrielles sont généralement évacuées dans le sol ou dans le fleuve sans dispositif d'épuration.

5.4 Evacuation des ordures

La ville de Niamey, comme toute agglomération, produit une quantité importante de déchets ménagers et pour une moindre part des déchets hospitaliers, des déchets industriels et des déchets spéciaux (huile de vidange, pneu...). Selon les estimations (ZOURKALENI, 1993), la production d'ordures varie entre 285 et 392 tonnes/jour. Ces estimations paraissent être surévaluées ; une part importante des ordures étant réutilisée avant d'être évacuée.

La collecte des ordures ménagères est réalisée depuis 1987 grâce à 264 bennes qui sont installées en bordure des voies de communication. Les ordures sont déversées autour des bennes et des agents municipaux sont chargés du remplissage des bennes.

Ces bennes sont irrégulièrement réparties dans la ville si bien que des dépôts sauvages se créent et perdurent dans tous les quartiers. De plus, les ordures ménagères servent souvent de matériau de remblaiement pour combler les ravines. Elles s'accumulent pendant la saison sèche et sont évacuées brutalement par l'eau lors des premières pluies (BECHLER, 1995). Les ordures sont aussi utilisées pour le comblement des mares ou des ornières qui se forment pendant la saison des pluies, transformant ainsi les rues en bourbiers.

Le ramassage des bennes se fait à l'aide de camions municipaux devant les vider dans les décharges officielles (anciennes carrières transformées en décharges). Pour les chauffeurs de camions, moyennant rémunération, une pratique courante consiste à déverser les ordures ménagères, non pas dans les décharges prévues à cet effet mais dans les champs de la périphérie de Niamey. L'objectif des agriculteurs qui paient les chauffeurs est d'amender leur terre, grâce à la matière organique incorporée aux ordures ménagères. Hélas, cette pratique conduit bien évidemment à une pollution des sols par toutes les autres matières solides et liquides contenues dans les ordures.

6. Les espaces cultivés et les espaces verts

En arrivant à Niamey par avion, les mauvaises conditions sanitaires ne sont évidemment pas perceptibles. La première impression ressentie depuis l'avion est celle d'une "oasis" de verdure dans le Sahel. La végétation cultivée ou d'agrément est abondante, même au cœur de la ville.

Les produits vivriers sont destinés à la vente et apportent un revenu à une grande partie des habitants. La fonction des jardins n'est pas seulement liée à une volonté de vendre des produits ; c'est aussi le souci de se protéger de l'ensoleillement par l'entretien d'une couverture ombragée.

6.1. Les espaces cultivés

Les rives du fleuve sont occupées par des périmètres maraîchers et rizicoles (grands périmètres irrigués ou petits périmètres de culture de décrue).

Les rizières se situent essentiellement sur la rive droite, entre le fleuve et les quartiers de Gaweye et Kirkissoye. D'autres aménagements sont installés sur la rive gauche au-delà du quartier de Saga en dehors de la zone urbanisée.

Les jardins maraîchers se succèdent sur la rive gauche tout au long des deux corniches de Yantala et Gamkallé et jusqu'à Saga. Les cultures maraîchères de Yantala s'étendent sur une surface de 20,3 ha. Divers légumes sont cultivés à l'ombre d'arbres fruitiers. Des pépiniéristes cultivent également des plantes d'ornements. Le long de la corniche de Gamkallé, en aval du pont Kennedy, 50 ha sont cultivés. Les cultures dans le secteur situé entre le pont et les abattoirs sont essentiellement arboricoles. En descendant de la zone industrielle vers le fleuve, ces cultures sont arboricoles et maraîchères. A Saga, la culture légumière occupe une superficie de 15 ha.

Sur la rive droite, une superficie de 49 ha est cultivée entre le fleuve et les quartiers de Kirkissoye, de Saguia, de Nogaré et de Lamordé. Cette zone est occupée à 80% par l'arboriculture fruitière. Les 20% restants sont consacrés à la culture maraîchère (ELHADJI, 1993).

Les vallées du Gounti Yéna ou de Ouallam sont également utilisées pour la culture. Le maraîchage y occupe la totalité de l'espace cultivé. Les arbres fruitiers sont rares.

Pendant la saison humide, tous les espaces non bâtis, tant sur la périphérie de l'agglomération qu'au centre de la ville, sont le support de cultures pluviales. La culture du mil y domine très largement. Les surfaces en périphérie de la ville sont vastes (2 à 5 km autour de la ville sur la rive droite et 5 km sur la rive gauche).

Par ailleurs, il est bon de souligner l'importance de l'élevage (bovins, ovins, caprins, camélidés,...) péri et intra-urbains. De même, le fleuve reste un lieu de pêche traditionnelle de différentes espèces sauvages. La pisciculture se développe depuis quelques années.

6.2 Les espaces verts

Dans les quartiers résidentiels, des jardins d'agrément entourent les maisons. Ces jardins sont constitués d'une surface gazonnée, de quelques arbres fruitiers ou d'ornement. Ces jardins privés sont entretenus grâce à un arrosage intense à partir du réseau d'adduction.

Dans le coeur de la ville, des squares sont aménagés et entretenus par la ville. De plus, une bande boisée (Ceinture verte) a été plantée pour protéger la ville contre les vents d'est et de nord-est chargés de poussière (BAYARD, 1988). Cette plantation recouvre une surface de plus de 1600 ha. Cette bande longe les quartiers de Talladjé jusqu'à Lazaret. L'espèce plantée est principalement l'eucalyptus. Cette bande boisée sert également comme lieu de pâturage et de cultures pluviales.

Avec le développement de la ville, le couvert végétal a subi une importante transformation. La végétation naturelle de la vallée du Niger a été détruite pour permettre l'extension de la ville et pour la fourniture de matériaux de construction. Cette végétation était constituée des espèces suivantes : *Hyphaene thebaica* (palmier doum), *Guiera senegalensis*, *Combretum micranthum*, *Combretum nigricans*, *Combretum glutinosum*, *Balanites aegyptiaca* et *Acacia albida*. Cette végétation est théoriquement protégée à l'est de l'aéroport (la "forêt de l'aéroport"). Malgré l'interdiction, cette forêt, comme toutes les surfaces boisées autour de Niamey, est exploitée par les citoyens ayant besoin de bois de chauffe ou de construction (LEFFEVRE, 1994).

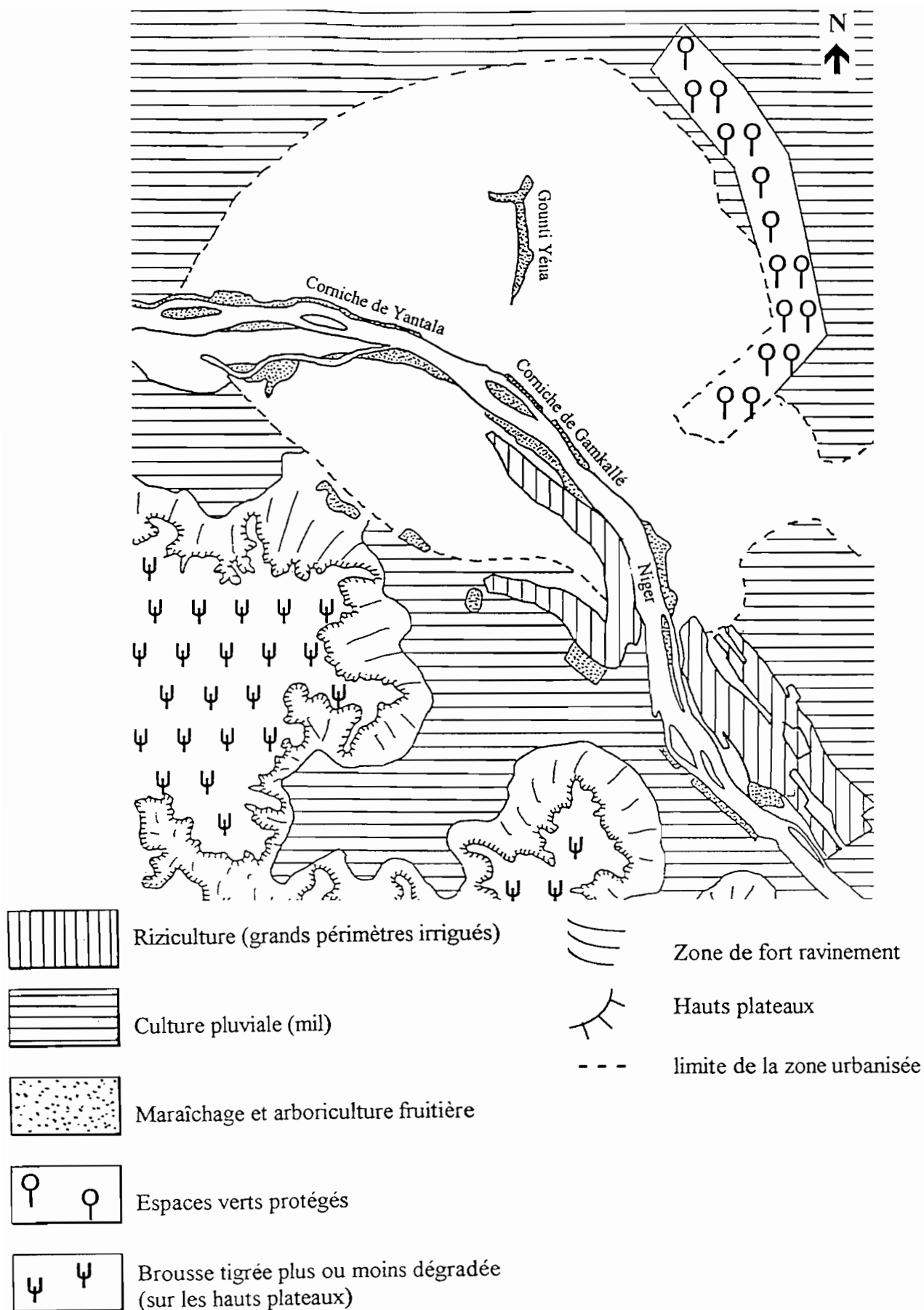


Fig. 2.6.1 : Répartition des différents types de cultures (carte modifiée de BECHLER, 1995)

7. Conclusion

Niamey est une ville récente de 600 000 habitants. Sa croissance est encore très rapide. Même si la croissance naturelle et la migration diminuent, il est probable que la surface urbanisée ait doublé dans une dizaine d'années. La ville est occupée pour l'essentiel par des quartiers d'habitat traditionnel densément peuplés où la population mal desservie par les infrastructures urbaines modernes (adduction d'eau, assainissement, évacuation des eaux pluviales, des eaux usées et des ordures ménagères).

Le secteur des activités tertiaires est relativement développé, comparée au secteur secondaire quasiment inexistant.

En revanche, le secteur des activités primaires est particulièrement dynamique (agriculture pluviale, riziculture irriguée et de décrue, maraîchage, élevage, pêche) malgré un climat sahélien.

Il est caractérisé par des températures élevées tout au long de l'année, les précipitations irrégulières et intenses tombent dans un intervalle de 4 mois (Juin à septembre).

Chapitre III : Disponibilités en eau

Le fleuve permet à la ville de disposer d'une ressource en eau abondante et d'accès facile. Néanmoins, il est déjà arrivé que le fleuve ait un débit très faible lors d'étiage exceptionnel. Les ressources en eau souterraines pourraient être davantage exploitées.

L'objectif de ce chapitre est de préciser quelles sont les capacités actuelles de production à partir du fleuve et quelles sont les possibilités de développer les prélèvements d'eaux souterraines. Pour cela, un inventaire des forages aujourd'hui fonctionnels est dressé ainsi qu'une esquisse piézométrique. Une caractérisation élémentaire de la qualité physico-chimique de l'eau souterraine est par ailleurs établie.

1 Disponibilité en eau de surface

Le fleuve Niger constitue la principale ressource en eau de l'agglomération de Niamey. La moyenne annuelle de son débit est de $720 \text{ m}^3/\text{s}$ (soit $62.3 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{j}$). Le débit varie fortement au cours de l'année (STOUDMANN, 1990). Il atteint $2000 \text{ m}^3/\text{s}$ durant la période des hautes eaux (décembre - février) et chute en dessous de $20 \text{ m}^3/\text{s}$ pendant la période d'étiage (avril-mai). L'alimentation en eau potable de la ville est assurée par un réseau d'adduction prélevant de l'eau exclusivement dans le fleuve (stations de Goudel et de Yantala). L'eau est traitée avant la distribution.

1.1 Capacité maximale de distribution et de traitement de l'eau

Les stations de Yantala et de Goudel ont une capacité maximale de pompage de respectivement $21\,600 \text{ m}^3$ et $30\,000 \text{ m}^3$ par jour, soit au total $51\,600 \text{ m}^3$ par jour pour alimenter la ville. Or, pendant la période d'étiage, des valeurs extrêmement faibles, voire nulles peuvent être enregistrées. Un batardeau a été construit en 1985 en amont de la station de Goudel pour constituer un stock de sécurité. Ce stock de 2 millions de m^3 assurerait une autonomie de 40 jours à raison d'un soutirage de $50\,000 \text{ m}^3$ par jour si on exclut toute perte par infiltration ou par évaporation (MINISTÈRE DE L'HYDRAULIQUE, 1985).

L'eau étant pompée, la Société Nationale de l'eau (SNE) effectue un traitement pour atteindre les normes de potabilité (établie par l'OMS). Ce traitement est le suivant : floculation, décantation, filtration sur des filtres à sable et, enfin, désinfection à l'aide de chlore (Fig. 3.1.1).

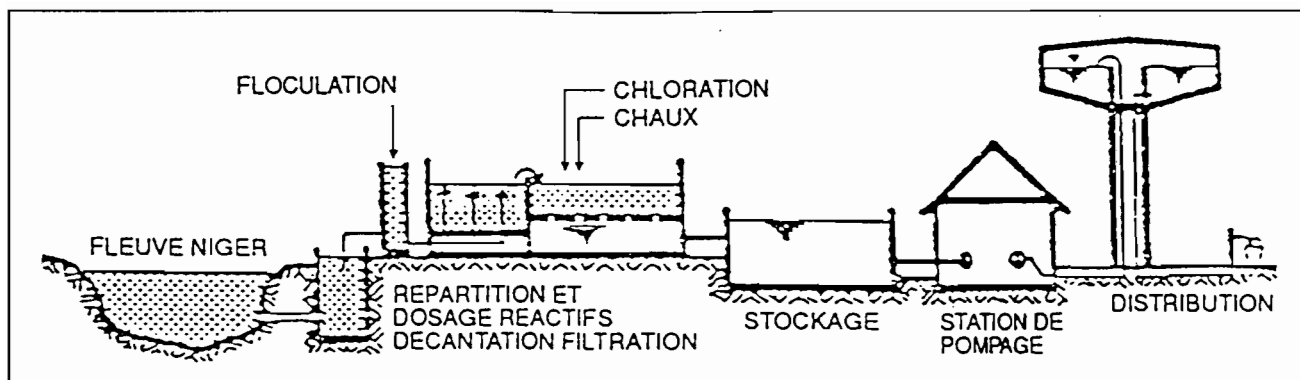


Fig. 3.1.1 : Traitement de l'eau d'après STOUDEMANN (1990)

1.2 La production effective de la SNE

En 1994, la distribution totale a été de 15 millions de m³ soit, pour une population totale de 600 000 habitants, une moyenne de 83 litres/j/hab. Avec la croissance démographique, la capacité de production risque de devenir insuffisante. En effet, entre 1984 et 1994, la distribution d'eau a augmenté de 19% et le nombre d'abonnés de 5,4% (tableau 3.1.1).

Tableau. 3.1.1: Distribution et vente d'eau à Niamey entre 1969 et 1994

Année	Distribution (1)	Vente (1)
1969	3.089	2.666
1970	3.414	2.986
1971	4.063	3.439
1972	4.596	3.960
1973	5.199	4.507
1974	5.165	4.247
1975	5.362	4.382
1976	6.386	5.429
1977	9.032	6.280
1978	7.566	6.759
1979	9.331	5.669
1980	10.420	7.800
1981	12.140	9.760
1982	13.050	10.510
1983	12.698	11.330
1984	12.639	9.510
1985	13.175	8.765
1986	13.646	9.833
1987	14.971	10.645
1988	15.047	11.285
1989	15.486	12.561
1990	14.996	13.008
1991	15.115	11.783
1992	14.725	11.479
1993	15.195	12.350
1994	15.102	12.762

(1) : en millions de m³

Actuellement, 31% de la population seraient raccordés au réseau d'adduction (MOTCHO, 1991) mais il convient de prévoir une augmentation des besoins dans les prochaines années. Un projet d'extension de la station de Goudel est prévu pour atteindre une capacité de 80 000 m³ par jour. Le projet n'étant pas réalisé, la Société Nigérienne de l'Eau a amélioré le rendement de la production en pompant 24 heures sur 24 dans le fleuve. Les stations sont équipées de 3 pompes différentes pour permettre une alimentation en eau de la ville même en cas de panne de l'une d'entr'elles.

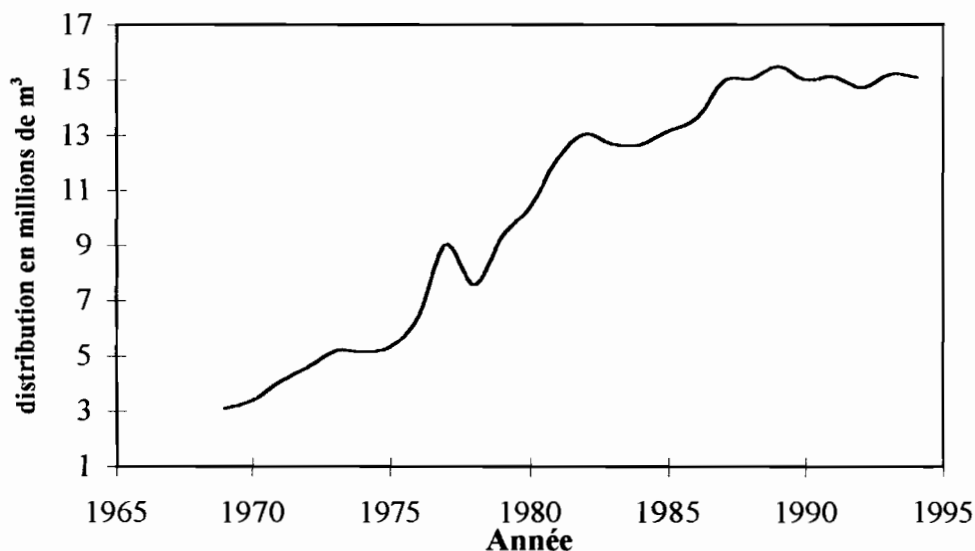


Fig. 3.1.1 : Evolution de la distribution de l'eau à Niamey

Le risque majeur de pénurie en eau potable réside dans l'impossibilité qu'il y aurait à pomper de l'eau dans le fleuve en cas d'étiage exceptionnel ou de pollution.

2. Disponibilité en eau souterraine

Les ressources en eaux souterraines mobilisables sont estimées à 45 000 m³/km²/an (CHÊNE, 1984). Avant 1984, elles ont été exploitées dans quelques puits. Depuis 1984, les nappes sont sollicitées non seulement par des puits mais aussi par des forages creusés dans le cadre d'un plan d'urgence pour soutenir l'approvisionnement en eau de la ville de Niamey durant la sécheresse. Il a permis la réalisation de 120 forages (50 en 1984 et 70 en 1985). Ils ont une profondeur moyenne de 67 mètres en rive gauche pour atteindre les aquifères du socle et de 53 mètres en rive droite (BERNERT et al., 1985). D'après les données de forages, le niveau statique de l'eau diffère entre les deux rives: à 7 m de profondeur en rive droite et 20 m en rive gauche. Le débit des forages varie dans l'espace entre 0 et 25 m³/s aussi bien en rive droite qu'en rive gauche (DEHAYS, 1986).

Les dernières mesures réalisées en 1986 par PAILLET montrent que 15 forages ne respectent pas les normes de potabilité (annexe VII), ce qui représente 16% des forages en fonctionnement (95). Par ailleurs, une grande variabilité de teneurs en nitrate a été observée au même moment. Une charge de nitrite au-dessus des normes de l'OMS de potabilité (0,1 mg/l) a été relevée sur 10% des forages lors de leur implantation (JOSEPH et BOUREIMA, 1986). L'étude de PAILLET (1986) révèle qu'un seul forage (n° 21670) dépasse les normes de potabilité en nitrite. Le pH de l'eau varie entre 6 à 7.8 avec une plus forte fréquence d'eau légèrement acide. La température est comprise entre 30.4 et 33.1°C, ce qui est courant en milieu sahélien (JOSEPH et BOUREINA, 1986).

Des analyses bactériologiques réalisées pour permettre de déceler la pollution par des germes ont montré que 16 forages ont un taux de plus de 10 colonies de coliformes fécaux par ml (annexe VIII). La répartition des forages pollués semble liée à une cause strictement ponctuelle. Le développement des germes est fréquemment dû à un écoulement proche d'eaux usées. Cette pollution peut être traitée efficacement par un traitement au chlore. Cependant, si la cause de la pollution n'est pas éliminée, une nouvelle contamination risque de se réaliser.

2.1 Approche méthodologique

2.1.1 Inventaire, repérage et localisation des forages et des puits

Pour permettre une étude et une analyse de la qualité de l'eau, un recensement des forages et puits a été réalisé. Ce recensement s'appuie sur les inventaires existants et sur une prospection dans les différents quartiers de la ville.

Avant notre prospection, nous disposions de cartes à 1/20 000 datant d'un inventaire antérieur (BRGM, 1988). Tous les forages et puits inventoriés par le BRGM ont été localisés sur le terrain et ont fait l'objet d'une description systématique, quant à leur caractère fonctionnel ou non et leur état général. De plus, d'autres puits ont été recensés et localisés.

Les coordonnées latitudinales et longitudinales ont été enregistrées pour chaque forage ou puits à l'aide d'un appareil de positionnement (Global Positioning System). L'appareil utilisé (MAGELLAN GPS NAV 5000) calcule la position géographique quelques minutes après avoir reçu les informations nécessaires transmises par 4 ou 5 satellites de positionnement (MAGELLAN SYSTEM CORPORATION, 1991).

Les forages et les puits étant répertoriés et localisés, une estimation de leur côte altitudinale a été faite d'après la carte topographique détaillée au 1/20 000 (la précision obtenue est de l'ordre de 0,5 m).

2.1.2 Mesure piézométrique

Les mesures ont été réalisées à l'aide d'une sonde piézométrique. Il s'agit d'un hectomètre équipé d'un circuit électrique. Lorsque l'extrémité de la sonde est au contact de l'eau, le circuit est fermé, une ampoule s'allume et la profondeur de l'eau est lue sur l'hectomètre. La mesure est au centimètre près.

Les mesures ont été effectuées sur tous les forages possédant un regard accessible. Ce regard correspond à un trou fermé par un boulon dans lequel la sonde peut être insérée.

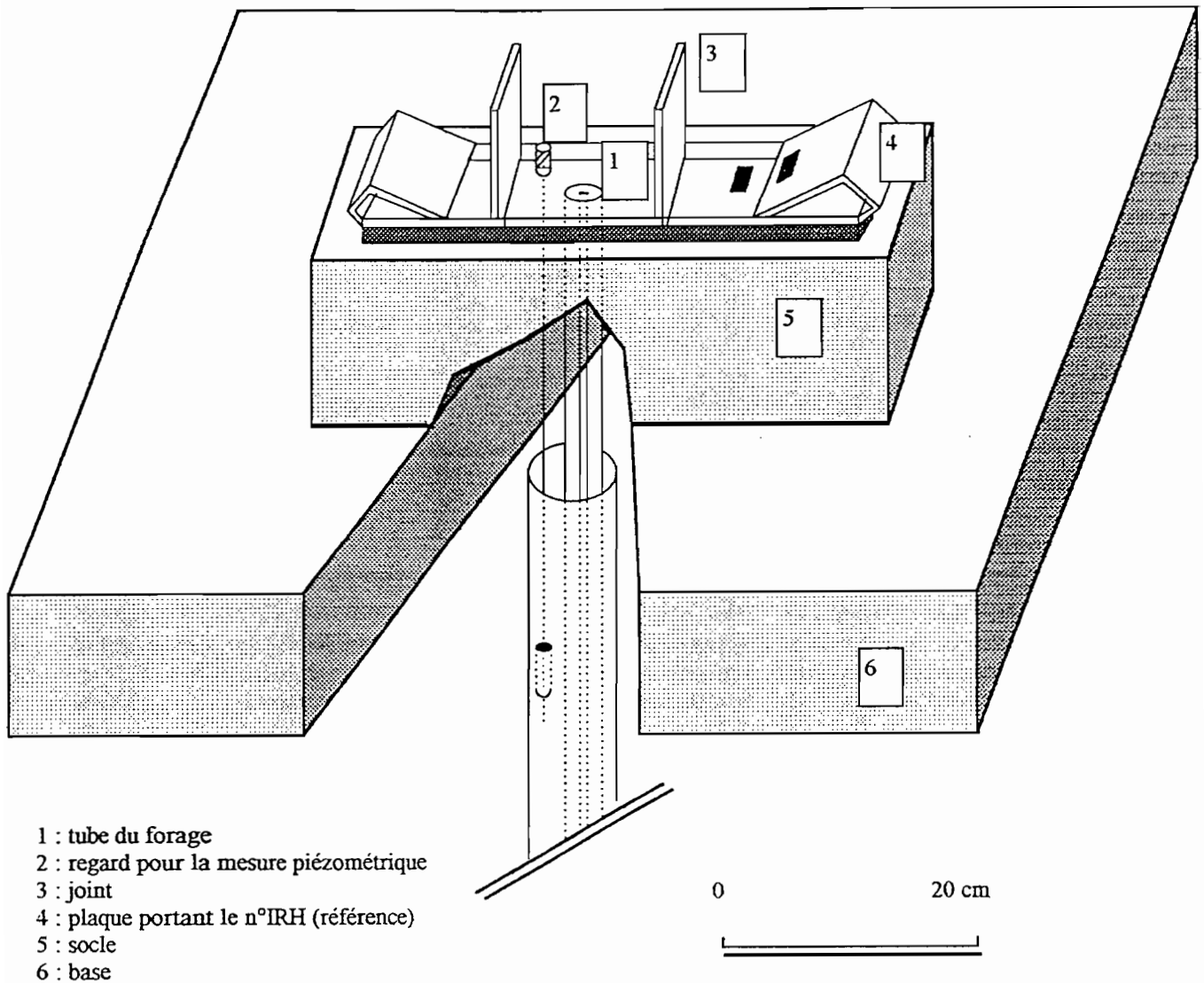


Fig. 3.2.1 : Schéma d'un forage

Dans le cas de l'existence d'un socle pour les forages ou d'une margelle pour les puits, la hauteur a été mesurée et soustraite systématiquement de la profondeur lue sur la sonde piézométrique de manière à enregistrer le niveau piézométrique par rapport à la surface du sol.

Deux séries de mesure piézométrique ont été effectuées : une première lors du repérage et une seconde entre 2 et 5 heures du matin.

Les premières mesures ont été réalisées durant la matinée, à partir de la mi-mars 1995 pour les forages et à partir du début avril 1995 pour les puits. Ces mesures ne sont qu'une approximation du niveau piézométrique. En effet, durant la journée, de 6 heures 30 à 20 heures, la population puise de l'eau et le niveau de la nappe s'abaisse. Pour éviter ce biais, des mesures ont été réalisées pendant la nuit entre 2 et 5 heures, c'est à dire après le rabattement de la nappe. Pour cette tournée de nuit, il convenait de repérer les forages ou les puits au cours de la journée et de prévenir les habitants d'une visite nocturne.

2.1.3 Caractérisation chimique élémentaire

La caractérisation chimique porte sur la température de l'eau, le pH, la conductivité électrique et le taux d'ammoniaque mesurés *in situ* puis sur les taux de nitrate et de nitrite, mesurés sur des échantillons conservés au réfrigérateur.

L'appareil utilisé pour la mesure du pH (Microprocessor pH-mètre, pH 96) a été étalonné avant chaque série de mesure à l'aide de solutions de référence. La précision sur la mesure du pH est de l'ordre de $\pm 0,01$ unité. Cet appareil est équipé d'une sonde de température. La précision sur la mesure de température est de l'ordre de $\pm 0,1$ °C.

Pour la conductivité, l'appareil utilisé assure une précision de l'ordre de 1 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La mesure du taux d'ammoniaque a pour principe une méthode de colorimétrie en présence du réactif de Nessler (Test ammonium Aquamerck 11 117). En présence de ce réactif, les ions ammonium forment une coloration jaune à brune caractéristique, qui comparée à une échelle colorée de référence permet de déterminer la teneur en ammoniaque (NH_4^+ en mg/l ou ppm).

Le taux de nitrate est estimé à l'aide de bandelettes (Merckquant 10 020). Le principe de la mesure est une réduction des nitrates puis une transformation de ceux-ci en acide nitreux, lui-même dosé par colorimétrie. Une mesure est obtenue par comparaison avec une échelle colorimétrique étalonnée entre 0 et 500 mg/l. Pour les valeurs supérieures à 500 mg/l, il a fallu procéder à une dilution préalable.

Le taux de nitrite est estimé à l'aide de bandelettes spécifiques (Merckquant 10 007). Les nitrites présents en solution sont transformés sur les bandelettes en acides nitreux dosés selon le même principe que pour les nitrates. Les valeurs peuvent être lues directement sur une échelle colorimétrique entre 0 et 80 mg/l.

2.1.4 Réalisation de cartes en isovalues

Les cartes ont été réalisées à partir du logiciel Surfer (GOLDEN SOFTWARE, INC, 1993) suivant une interpolation linéaire à l'aide du triangle de base. Cette interpolation consiste à calculer entre deux points les distances séparant les différents isolignes en fonction du poids de chaque point suivant la formule suivante :

$$d = \left(\frac{iso - maxi}{maxi - mini} \right) \times l$$

avec d : distance entre l'isoligne et le point représentant la valeur minimum
 iso : valeur de l'isoligne
 $mini$: valeur minimale
 $maxi$: valeur maximale
 l : longueur du segment entre les deux valeurs

Cette méthode a été utilisée pour l'ensemble des cartes représentant aussi bien le niveau statique que les différents paramètres de l'eau.

2.2 Résultats

2.2.1 Les forages

L'inventaire a porté sur l'ensemble des forages implantés par le BRGM entre 1984 et 1985 (DEHAYS et al., 1986). Sur les 120 forages implantés, seuls 35 fonctionnent actuellement (15 ont disparu ou n'ont pas été retrouvés et 70 ne fonctionnent plus) (Fig. 3.2.1).

Au moindre dysfonctionnement, les forages ont été laissés à l'abandon. Pourtant, il suffit parfois de changer un joint pour qu'ils fonctionnent à nouveau. D'après nos informations, 7% des forages auraient été détruits. En 1986, PAILLET a montré que parmi les 120 forages, 3 ont été fermés à cause d'une pollution par des nitrates, 3 autres abandonnés (et 6 n'ont pas été visités par ce chercheur).

Parmi les forages qui fonctionnent actuellement, 12 d'entre eux se situent à la périphérie de la ville, où aucun autre moyen d'approvisionnement en eau est assuré (à Foulan Koira par exemple). A Niamey, même si le réseau d'adduction approvisionne la population, 23 forages sont exploités intensément. Par opposition à l'eau distribuée par le réseau, celle des forages est en général gratuite (excepté à Foulan Koira, où une association de quartier gère les forages).

2.2.2 Les puits

Pour permettre une étude spatialement plus homogène, une recherche de puits a été nécessaire pour compléter les informations fournies par les forages. Seul un inventaire de 20 puits a pu être retrouvé (PAILLET, 1986). Il est accompagné de fiche descriptive pour chaque puits (établie par le Ministère de l'hydraulique de Niger) et d'une carte de localisation établie par le BRGM. Ces 20 puits ont maintenant changé de fonction et transformés en fosses d'aisances ou condamnés.

Sur l'ensemble de l'agglomération de Niamey, 86 puits ont été recensés par nous puis localisés sur une carte au 1/20 000 (IGNN, 1984). Cet inventaire (annexe XVI) n'est pas exhaustif. Parmi les puits recensés, 66% sont privés.

Parmi les puits publics, la moitié est abandonnée. Ils se situent en général vers le centre de la ville. Vers la périphérie, comme à Saga Gourou ou à Saguia, les puits publics sont intensément utilisés. L'approvisionnement en eau étant assuré uniquement par la nappe, ces équipements sont vitaux et par conséquent entretenus.

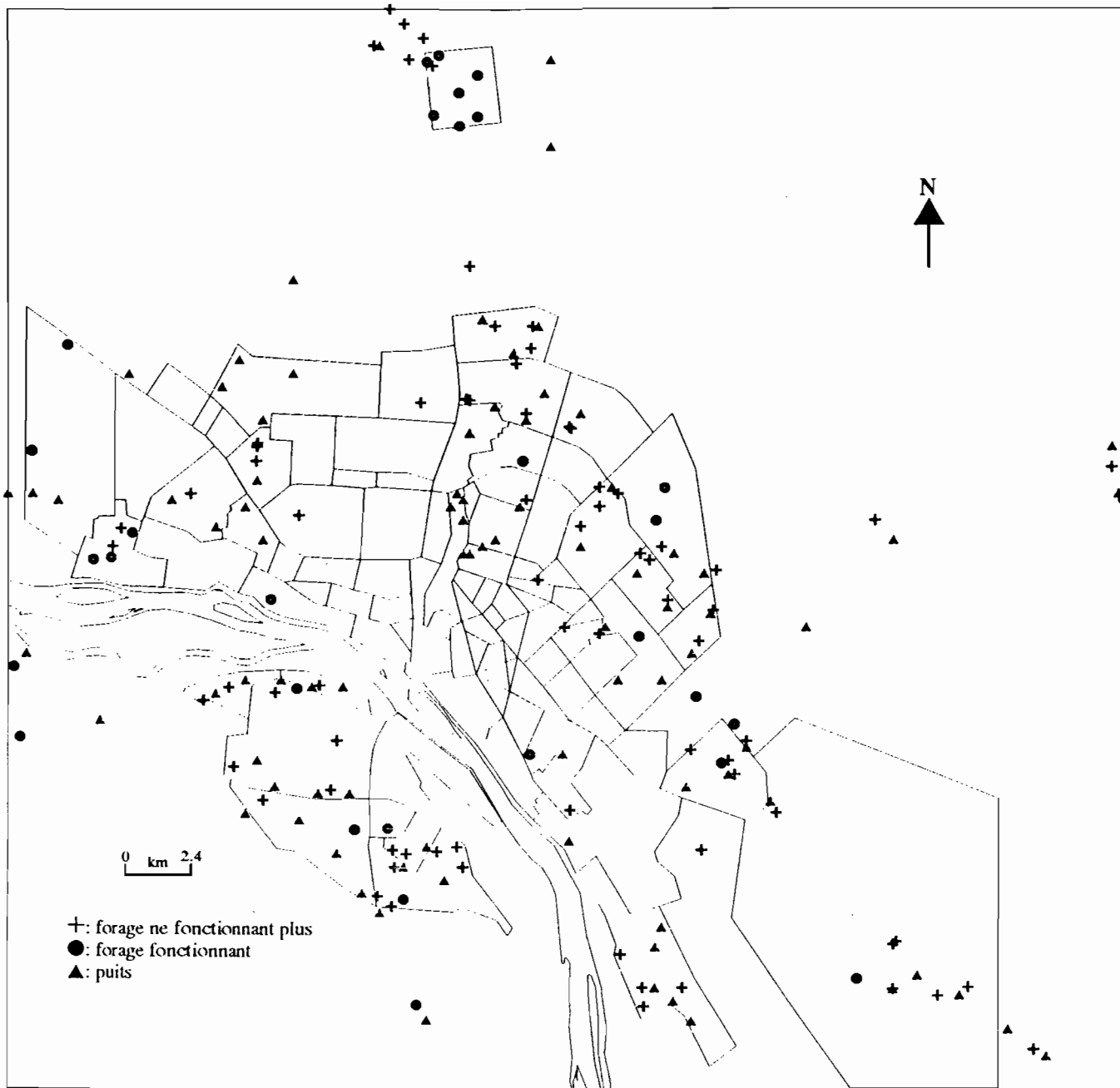


Fig. 3.2-1 : Forages fonctionnels ou non et des puits étudiés à Niamey

2.2.3 Niveau de la nappe

• Mesures de jour obtenues en 1995

A partir de nos données concernant 85 puits et 35 forages répartis sur l'ensemble de l'agglomération (excepté dans certains quartiers comme Issa Berry ne possédant ni forage, ni puits) et enregistrées entre le 15 mars et le 24 avril 1995, nous avons pu établir une carte de la côte du niveau statique (Fig. 3.2.2).

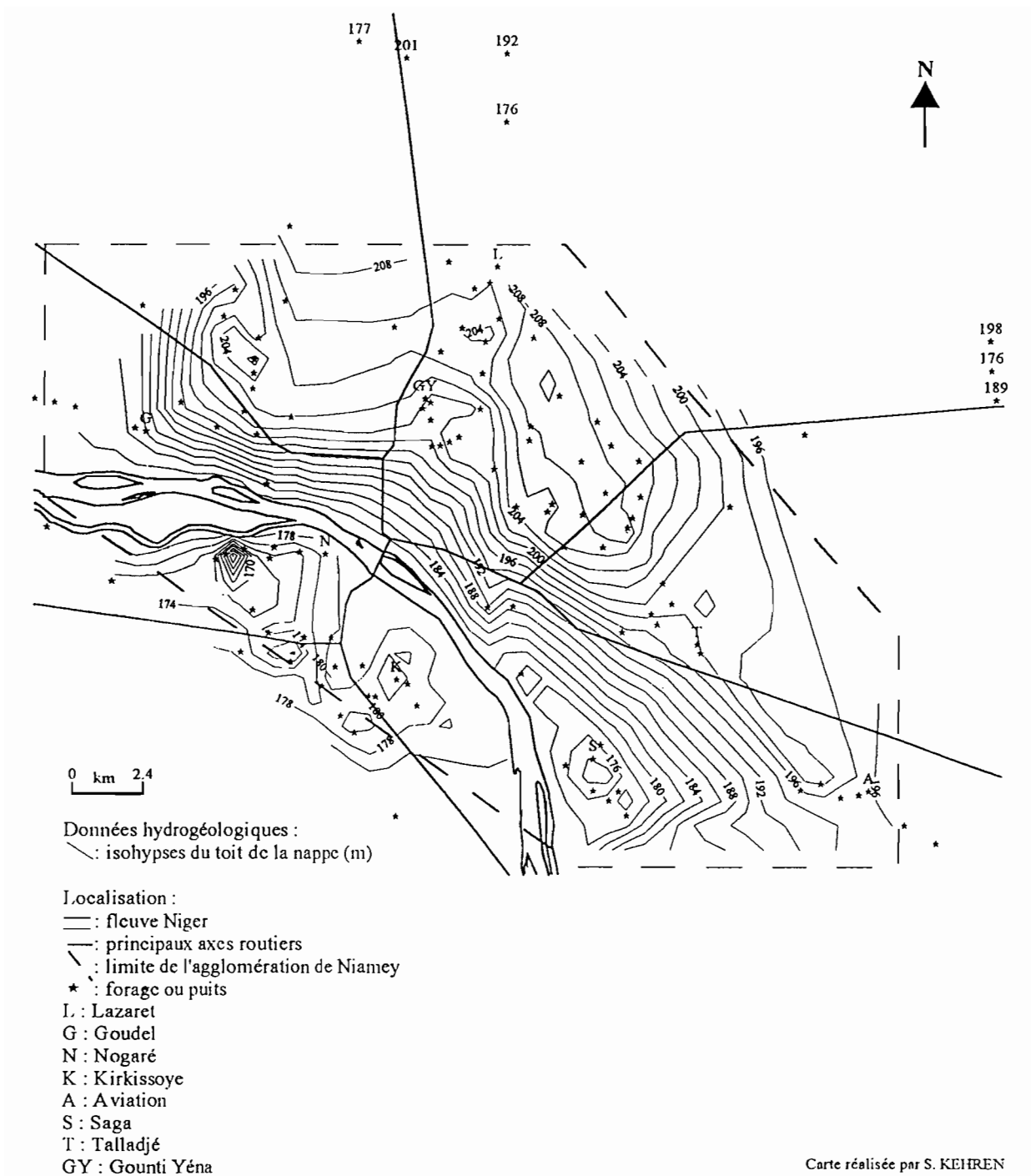


Fig. 3.2.2 : Niveau altimétrique de la nappe phréatique à Niamey (relevé entre le 15 mars et le 24 avril 1995)

L'écoulement de la nappe se fait du nord-est vers le sud-ouest, le sud et l'est. Un dôme piézométrique est observé au nord-est de la ville. A partir de ce dôme, des écoulements doivent se produire vers l'est en direction du Kori de Ouallam (écoulements caractérisés par de faibles gradients hydrauliques) et surtout vers le fleuve Niger (dénivelé de 20 m sur une distance de moins de 5 km). Au centre de la ville, les isopièzes s'incurvent vers le nord en suivant l'axe du Gounti Yéna. Sur la rive gauche, la nappe est située entre 189 et 207 m d'altitude (avec un creux piézométrique vers l'ouest), alors que la topographie varie entre 185 et 230 m.

Les données concernant Foulan Koira montrent que le niveau statique s'y trouve à une altitude inférieure à 200 m (Fig. 3.2.2). Le niveau statique doit être influencé par l'affluent du kori de Ouallam situé à proximité de ce quartier.

- *Mesures nocturnes obtenues en 1995*

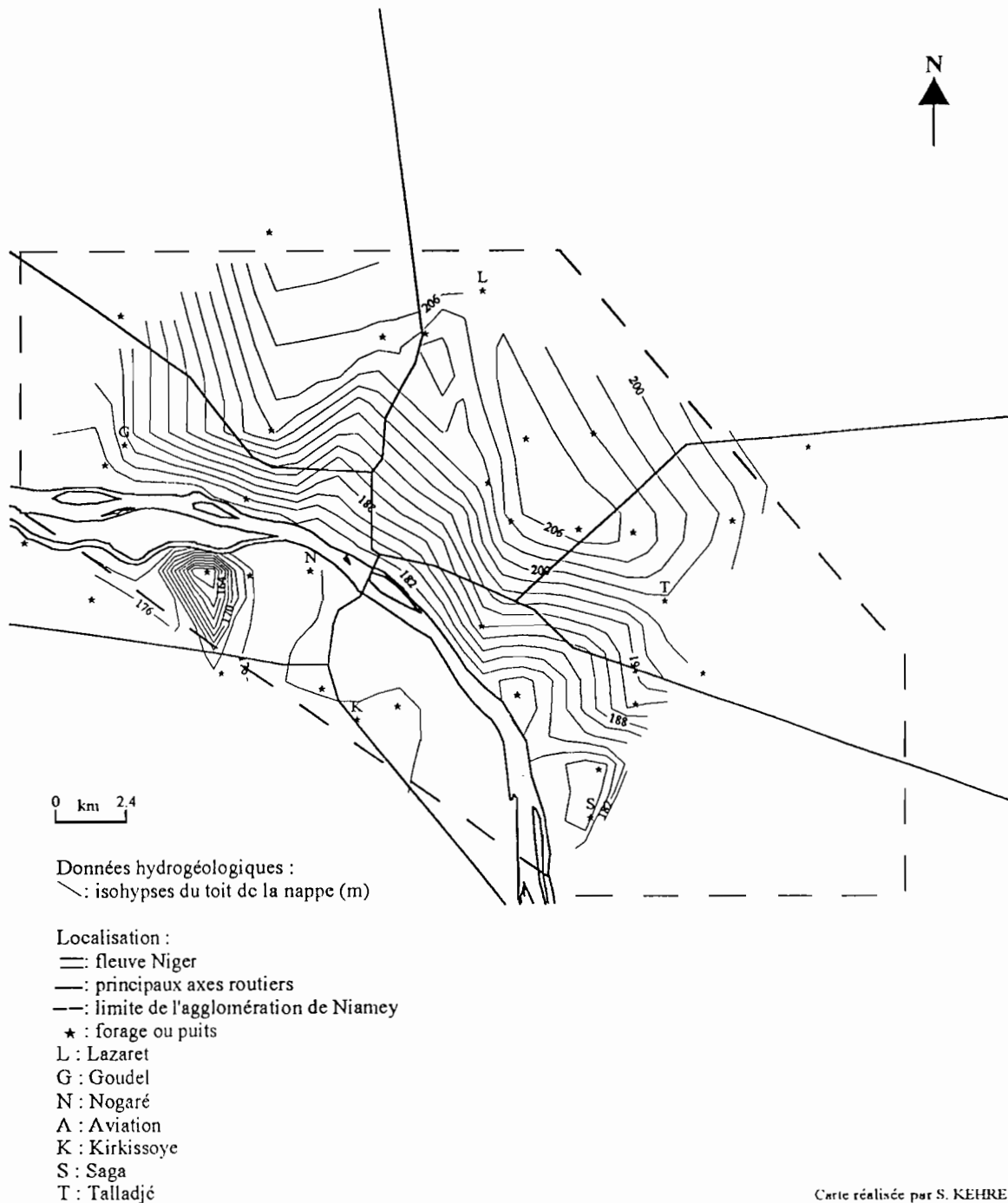


Fig. 3.2.3 : Niveau altimétrique de la nappe phréatique à Niamey après rabattement de la nappe (relevé entre le 24 et le 27 avril 1995)

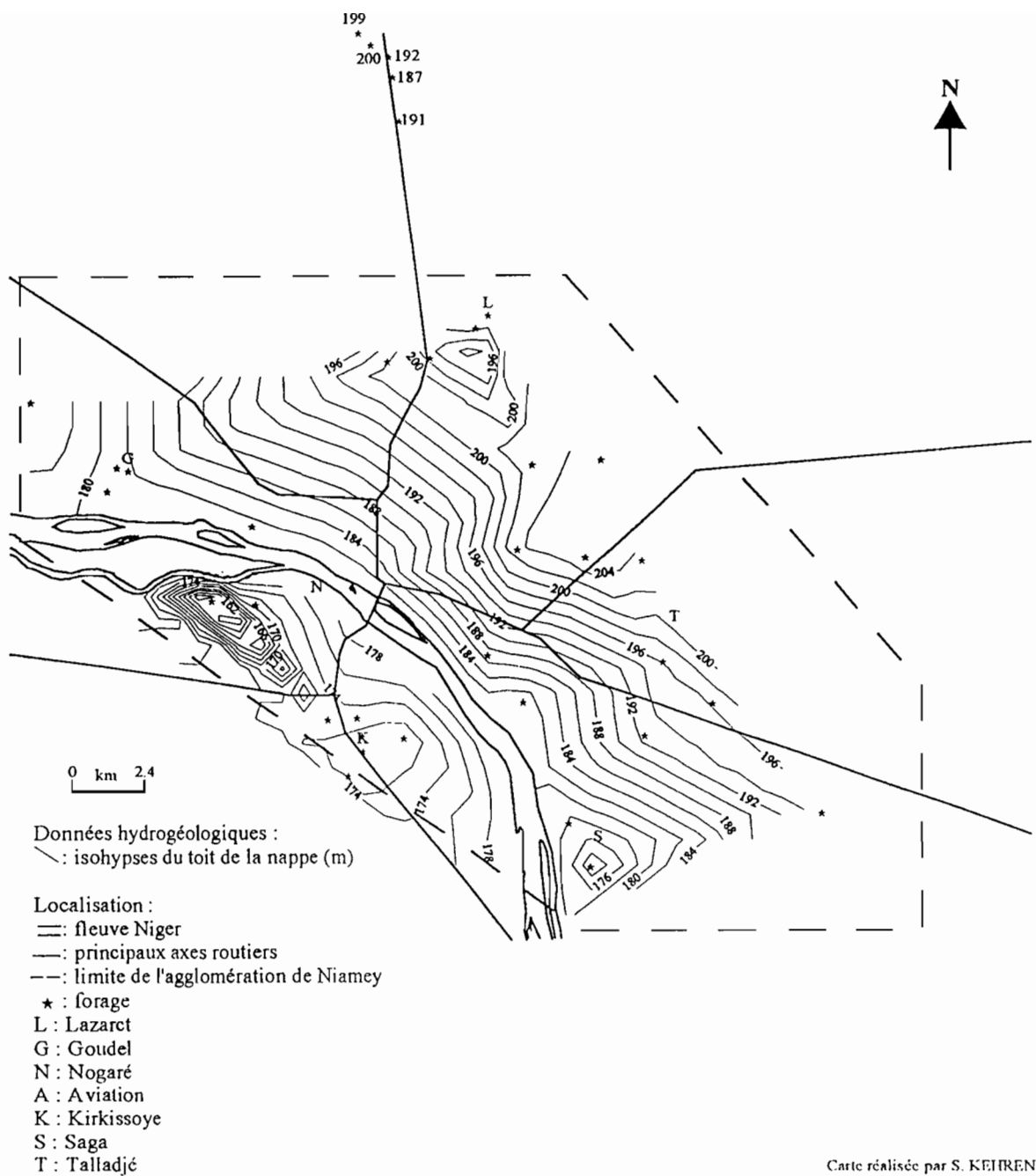
Par ailleurs, une carte représentant le niveau statique après le rabattement de la nappe a été obtenue à partir d'une campagne piézométrique nocturne du 24 au 27 avril 1995 auprès de 11 puits et 25 forages (Fig. 3.2.3). Cette carte concerne une surface moins importante et un nombre de points d'observation plus réduit mais elle présente les mêmes caractéristiques piézométriques que la carte obtenue par les mesures piézométriques de jour (Fig. 3.3.1-1) : écoulement du nord vers le sud, le sud-ouest ou l'est, creux piézométrique correspondant au Gounti Yéna.

En comparant avec la carte dressée à partir des données nocturnes (Fig. 3.2.3), il apparaît que la variation du niveau de la nappe est faible, en moyenne de 0,6%.

- *Comparaison avec les mesures nocturnes effectuées en 1988*

A titre de comparaison, une carte a été dressée à partir des mesures piézométriques (JOSEPH ET BOUREIMA, 1988) d'avril-mai 1988, réalisées sur 35 forages ; les cartes de 1988 et de 1995 pouvant être comparées puisque la saison de mesures est identique (avril-mai : fin de saison sèche). La répartition de l'information en 1988 n'est pas régulière dans l'espace, ce qui explique par exemple l'absence de creux piézométrique correspondant au Gounti Yéna. Dans l'ensemble, la carte de 1988 montre un écoulement de la nappe du nord-est vers le sud-ouest, le sud et vers l'est, en direction du fleuve et de son affluent (kori de Ouallam) sur la rive gauche et une faible profondeur de la nappe (170 m) sur la rive droite.

Une comparaison statistique entre les mesures de 1988 et de 1995 montre une différence du niveau de la nappe de 25%. Le niveau plus élevé de la nappe en 1995 s'explique vraisemblablement par le fait que l'année 1994 a été très pluvieuse (707 mm). Sa recharge aurait été importante alors qu'en 1988 la carte montre les répercussions de la sécheresse de 1984-1985.



Données : JOSEPH ET BOUREIMA, 1988

**Fig. 3.2.4 : Niveau altimétrique de la nappe phréatique à Niamey
 (données relevées en avril-mai 1988)**

- *Analyse piézométrique de 1995 en rapport avec la topographie*

Une carte topographique a été établie à partir des 120 points cotés correspondant aux forages et aux puits à partir desquels une mesure piézométrique a été réalisée du 15 mars au 24 avril 1995.

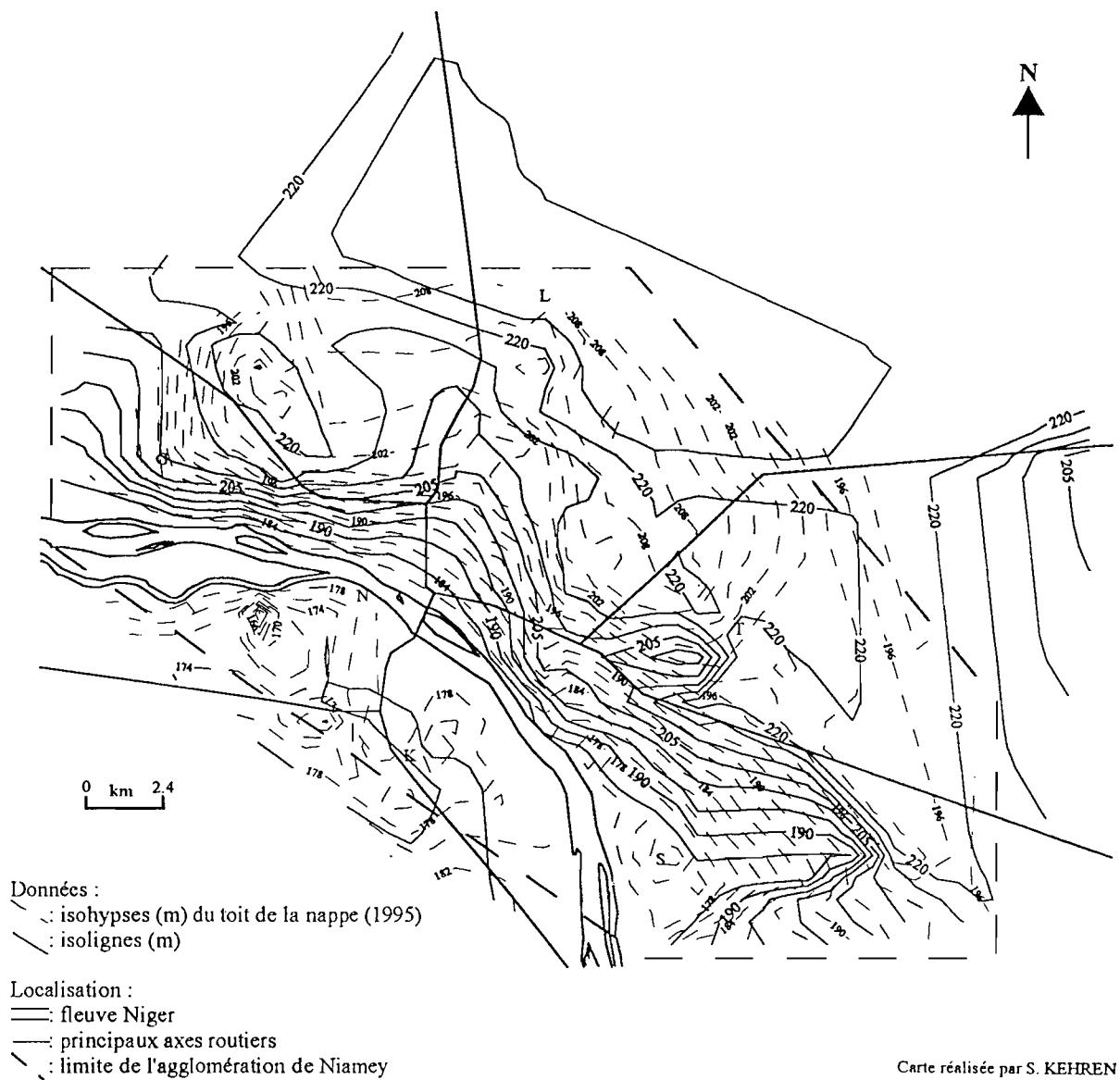


Fig. 3.2.5 : Comparaison de la topographie et du niveau statique de la nappe phréatique à Niamey (relevés entre le 15 mars au 24 avril 1995)

Cette carte montre que le niveau statique suit à proximativement la topographie le long du fleuve, au niveau du Gounti Yéna, à l'est et à l'ouest de l'agglomération. En rive gauche, la nappe est à environ une quinzaine de mètres dans la partie est (quartiers de Kalley, Boukoki, Bani Fandou ...), d'une vingtaine de mètres dans la partie ouest (Yantala, Goudel) et environ 25 m au sud-est de la ville (quartiers aviation et Talladjé). En rive droite, la nappe se situe à une dizaine de mètres. A proximité du fleuve, le niveau de la nappe n'est qu'à quelques mètres de profondeur (Fig. 3.2.5).

2.2.4 Caractérisation physico-chimique élémentaire de l'eau

La caractérisation chimique de l'eau a porté sur la température, le pH, la conductivité, le taux de nitrate, de nitrite et d'ammoniaque.

- *La température*

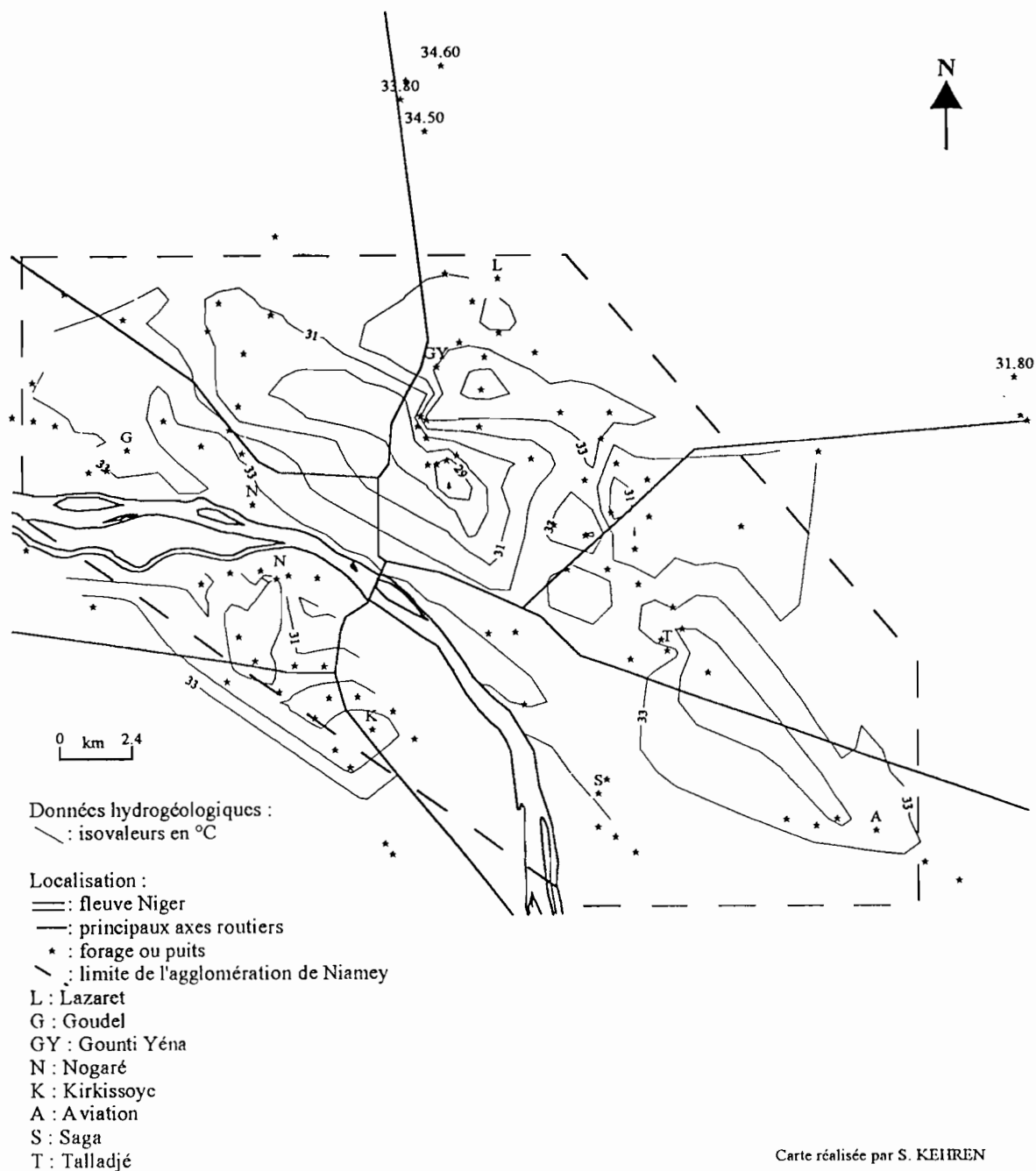


Fig. 3.2.6 : Températures de la nappe phréatique à Niamey (relevées entre le 15 mars et le 24 avril 1995)

La température varie faiblement entre 30 et 34°C (Fig. 3.2-6). La température mesurée sur les puits est en moyenne plus élevée (33,5°C et 31,7°C pour les forages). Au moment des mesures (avril), il est vraisemblable que l'eau des puits se réchauffe au contact de l'air. Les températures relativement plus élevées enregistrées dans le quartier de Foulan Koira s'expliquent par la présence de réservoirs où séjourne l'eau des forages avant d'être distribuée au robinet.

• *Le pH*

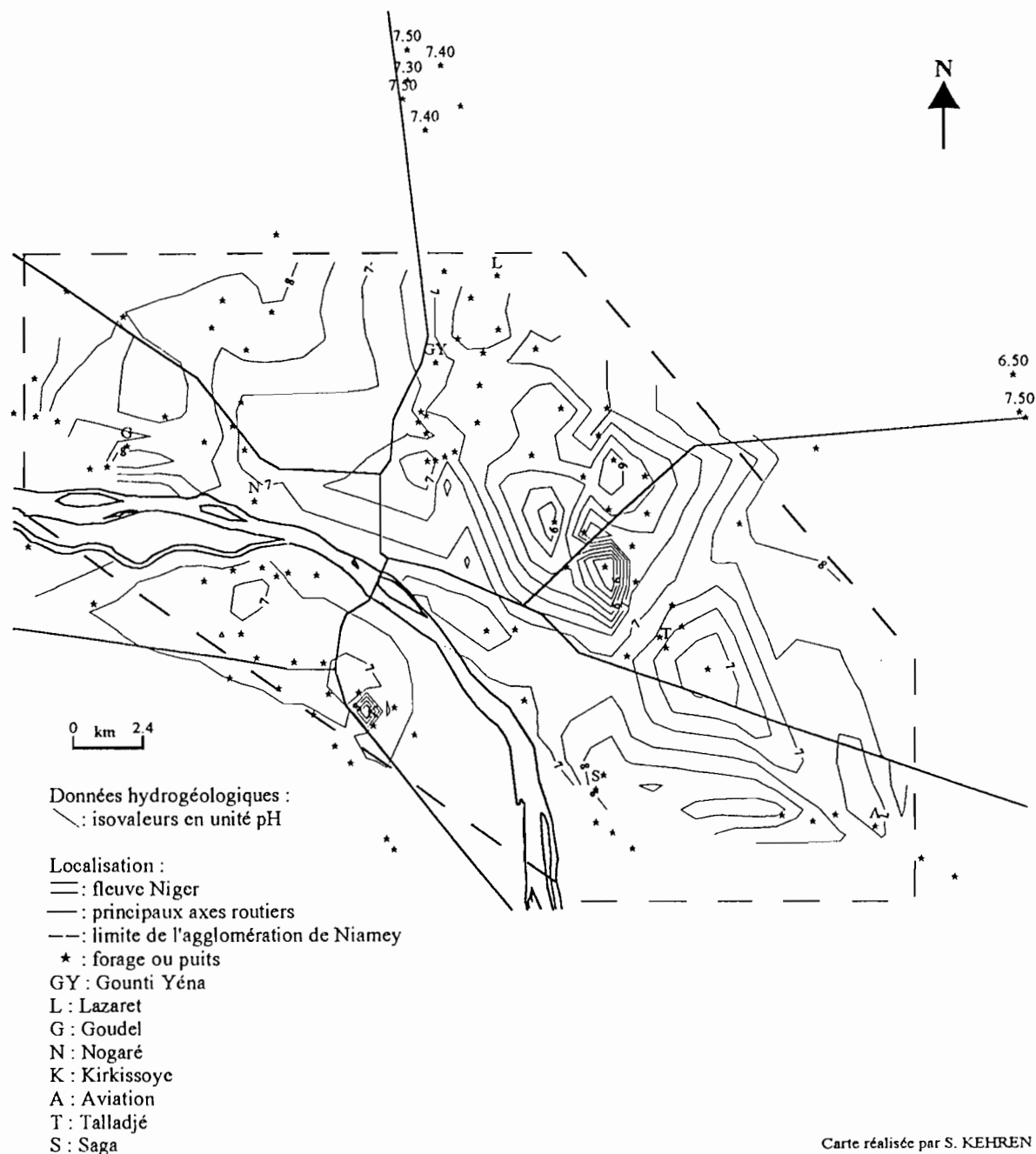


Fig. 3.2.7 : pH de la nappe phréatique à Niamey (relevé entre le 15 mars et le 24 avril 1995)

Une carte de la répartition des valeurs de pH de l'eau a été obtenue grâce à 107 points de mesures (du 15 mars au 24 avril 1995). Elle montre une forte variation des valeurs de pH, entre 4,4 et 7,9 (Fig. 3.2.7).

Les pH acides apparaissent sur la rive gauche au centre de la ville vers le sud-est et vers le nord-est. Leur localisation correspond à celle du dôme piézométrique. Ces pH acides varient entre 4,4 et 6,8. L'axe du Gounti Yéna apparaît comme une zone de pH relativement plus basique ou neutre.

Les pH basiques caractérisent la nappe située vers l'est, l'ouest et le sud ce qui correspond aux zones vers lesquelles s'orientent les gradients hydrauliques (vallée du fleuve et du kori de Ouallam en particulier).

Dans le détail, des variations locales de pH vers des valeurs très acides pourraient être en relation avec des caractéristiques de l'activité urbaine. La carte présente ainsi des pH très acides au sud du quartier de Lazaret, à proximité des quartiers qui bordent le cimetière musulman et dans les environs de la ceinture verte.

Une carte a été dressée à partir des mesures de pH réalisées en 1986 (85 forages, mesures entre avril et mai 1986). Les données (PAILLET, 1986) présentées sur la carte 3.2-8 montrent que les pH varient entre 6,4 et 7,4. La gamme de variation est ainsi moins forte qu'en 1995. Même si la répartition des points de mesures est plus irrégulière en 1986 qu'en 1995 et rend a priori la comparaison difficile, cette dernière fait apparaître une nette acidification des eaux et une accentuation des zones de très forte acidité. La rive gauche est en 1986 une zone de pH généralement neutre et localement faiblement acide ou basique tandis que les pH sont désormais acides et localement très acides (Fig. 3.2.7). Depuis 1986, la limite des pH neutres s'est très nettement déplacée vers le sud.

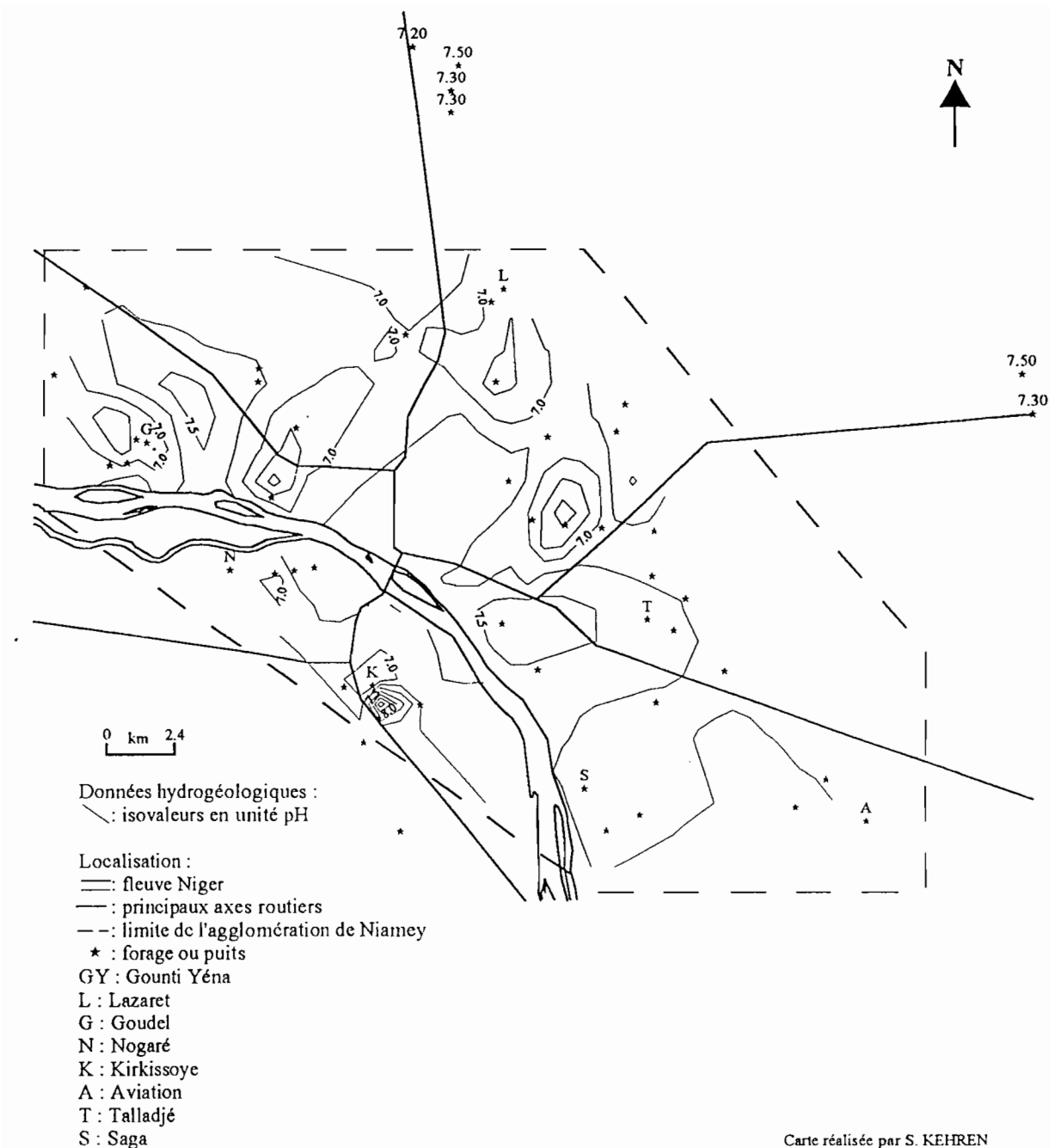


Fig. 3.2.8 : pH de la nappe phréatique à Niamey (données relevées en avril-mai 1986)

- *La conductivité*

Comme pour la carte de variation de pH, la carte de la variation de la conductivité électrique (Fig. 3.2.9) a été obtenue à partir de 107 mesures (données de 86 puits et 26 forages obtenues entre le 15 mars et le 24 avril 1995).

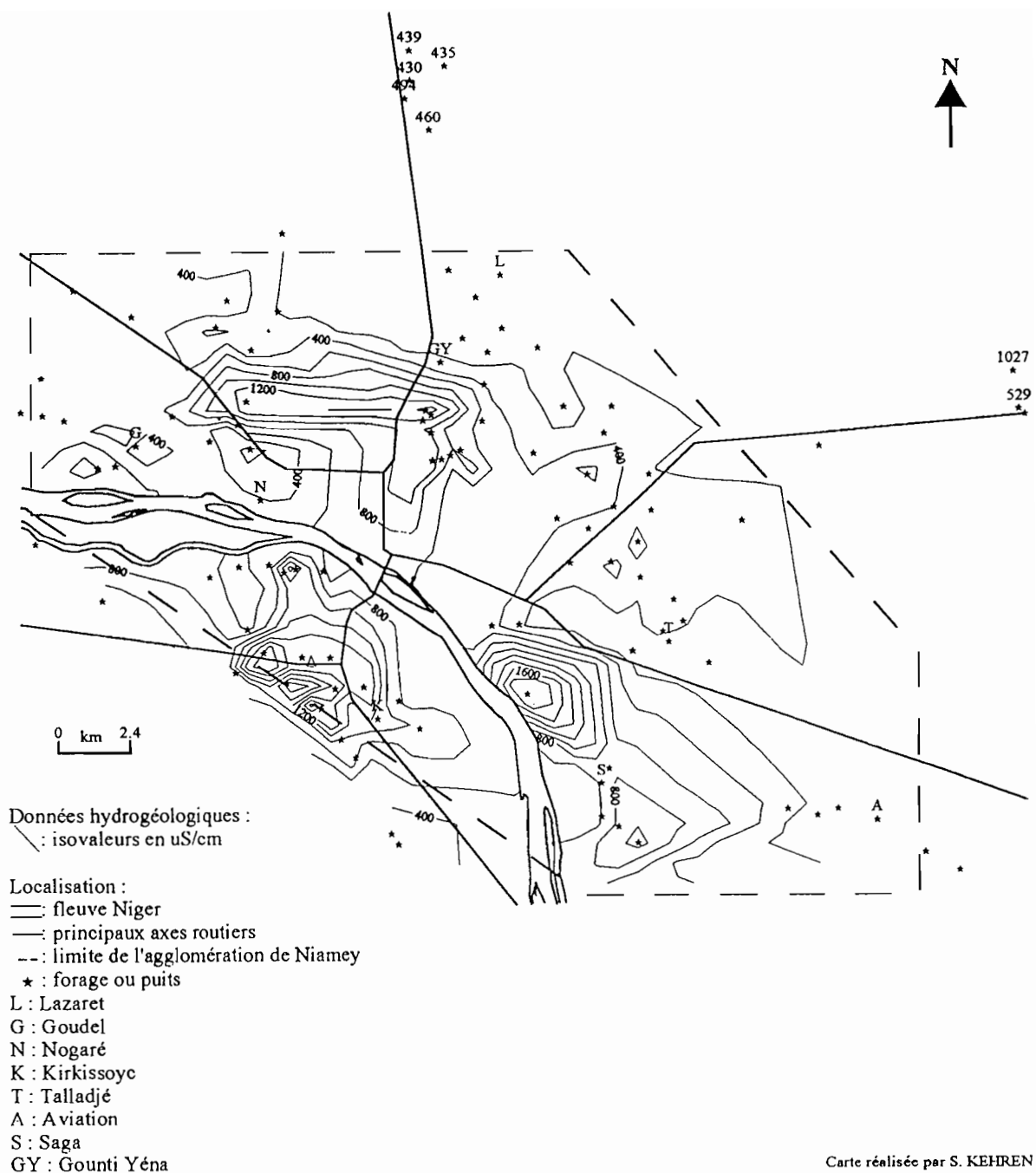
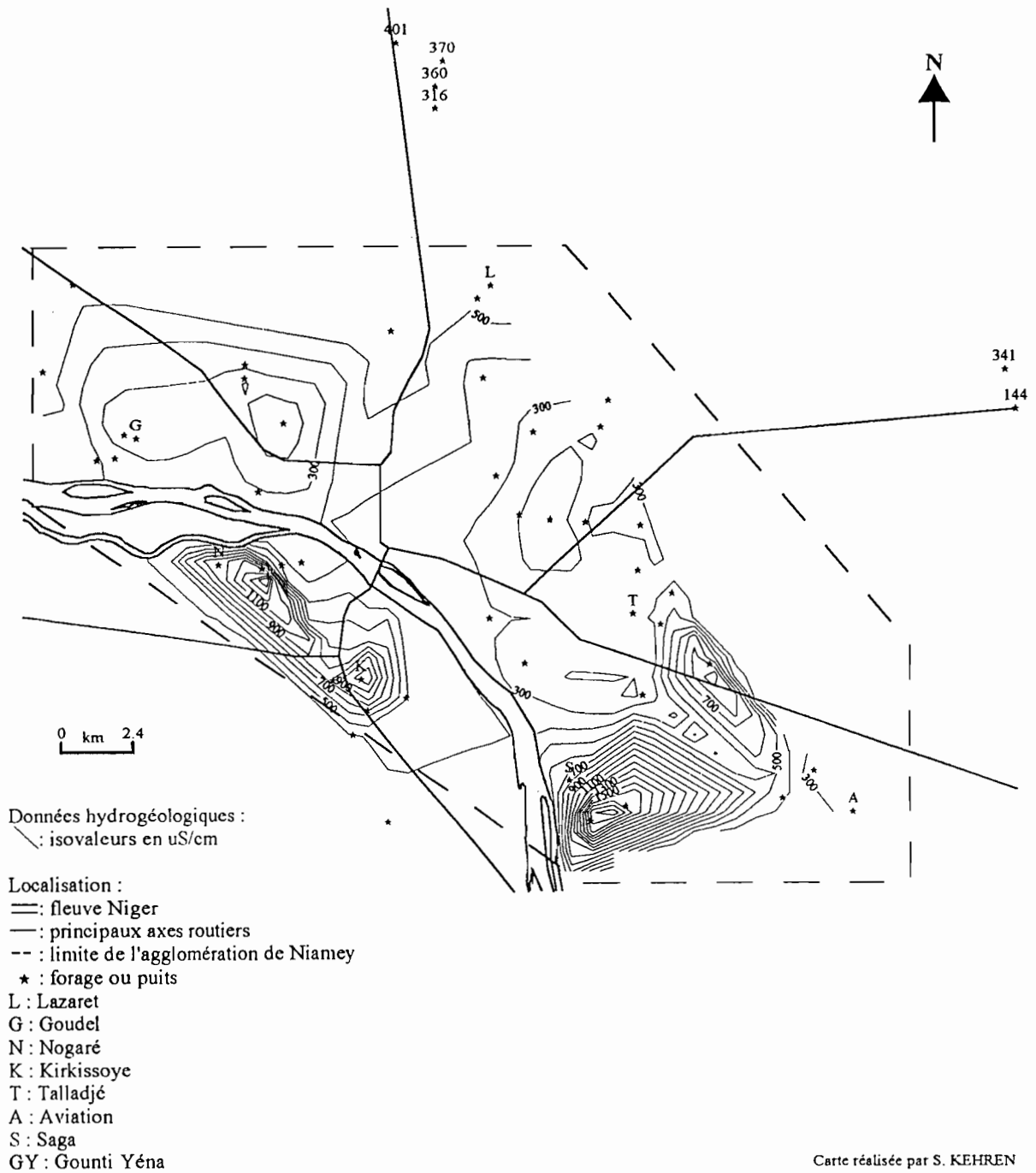


Fig. 3.2.9 : Conductivité de la nappe phréatique à Niamey (relevées entre le 15 mars et le 24 avril 1995)

Il apparaît que la conductivité varie fortement entre 40 et 3200 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Les fortes valeurs, supérieures à 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, se répartissent dans la zone fortement urbanisée, autant sur la rive gauche que sur la rive droite. Des valeurs très élevées, supérieures à 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sont enregistrées sur la rive gauche à proximité de Saga, entre le Gounti Yéna et les quartiers résidentiels situés à l'ouest, et enfin sur l'ensemble de la rive droite. Les faibles valeurs, inférieures à 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$, s'étendent sur la périphérie de la ville (Fig. 3.2.9).

Les fortes valeurs de conductivité correspondent à une minéralisation de la nappe, très vraisemblablement en relation avec l'anthropisation du milieu. Ainsi, la carte de la conductivité électrique rend moins compte des variations liées à la nature de l'aquifère (comme pour le pH) qu'à l'impact urbain.



Données : PAILLET, 1986

**Fig. 3.2.10 : Conductivité de la nappe phréatique à Niamey
 (données relevées en avril-mai 1986)**

En comparant la carte de 1995 (Fig. 3.2.10) à celle obtenue avec des mesures de 1986 (85 forages, mesures entre avril et mai 1986), l'évolution de la minéralisation de la nappe est particulièrement nette (Fig. 3.2.10).

En effet, il apparaît qu'en 1986, l'ensemble de la rive gauche urbanisée est une zone de faible conductivité électrique, inférieure à 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Seules deux zones de forte résistivité, supérieure à 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, apparaissent : sur la rive droite et dans les environs de Saga. Les fortes valeurs témoigneraient d'une minéralisation de la nappe en rapport avec l'utilisation d'engrais chimique pour la riziculture intensive.

• *Nitrate*

La pollution des puits et forages par les nitrates est importante et très localisée. Elle concerne 24% des points d'eau (par référence à la norme OMS).

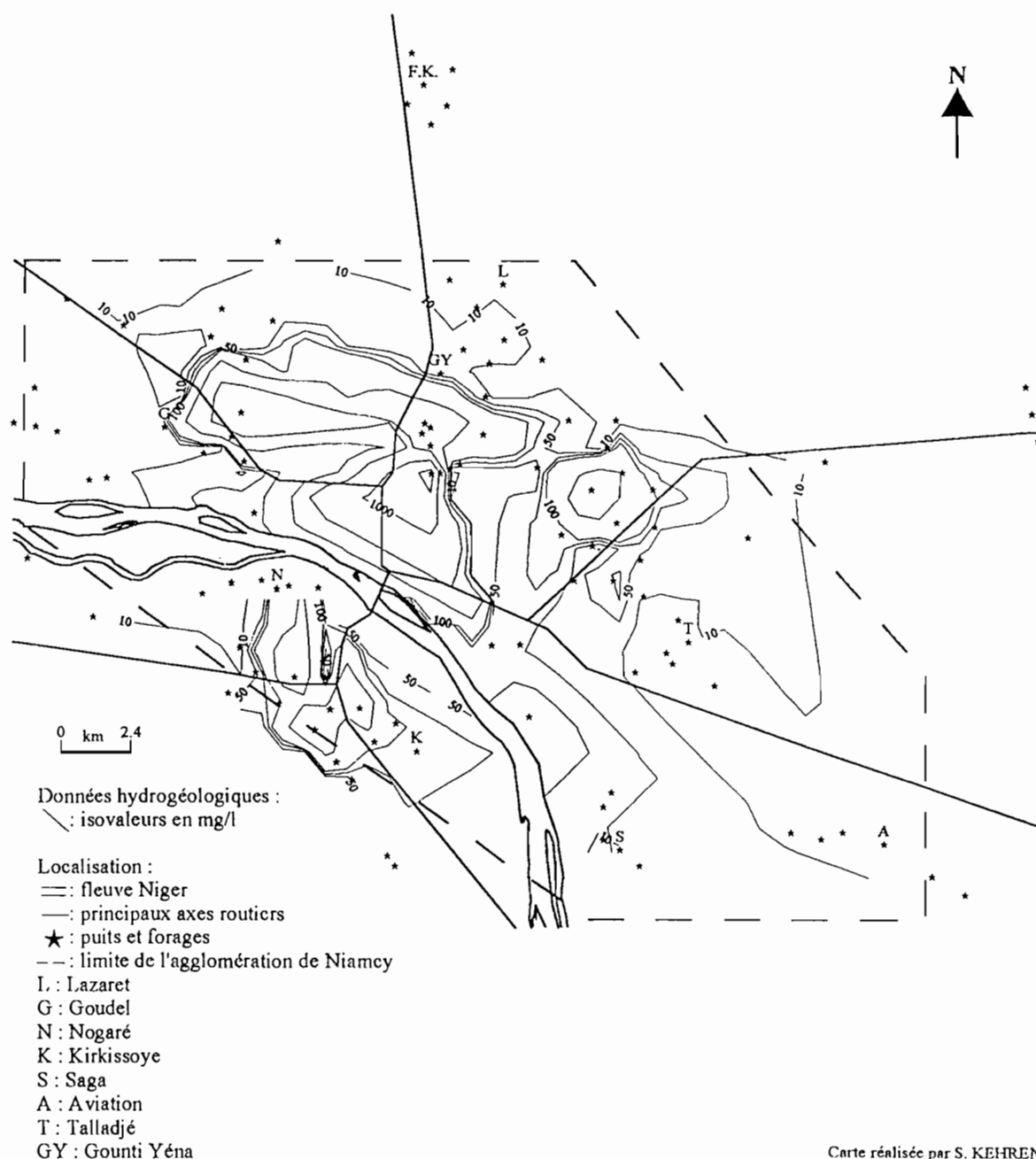


Fig. 3.2.11 : Taux de nitrate de la nappe phréatique à Niamey (relevés entre le 15 mars et le 24 avril 1995)

Les mesures de taux de nitrate ont concerné 86 puits et 26 forages sur lesquels ont été effectués des prélèvements d'eau entre le 15 mars et le 24 avril 1995. Si l'on considère la norme de l'OMS qui fixe un seuil de potabilité à 50 mg/l, **63% des puits et 69% des forages distribuent de l'eau potable**. La localisation des puits ou forages (Fig. 3.2.11), pour lesquels ce seuil est dépassé, montre que **toute la ville de Niamey est concernée par la pollution de l'eau en nitrate**.

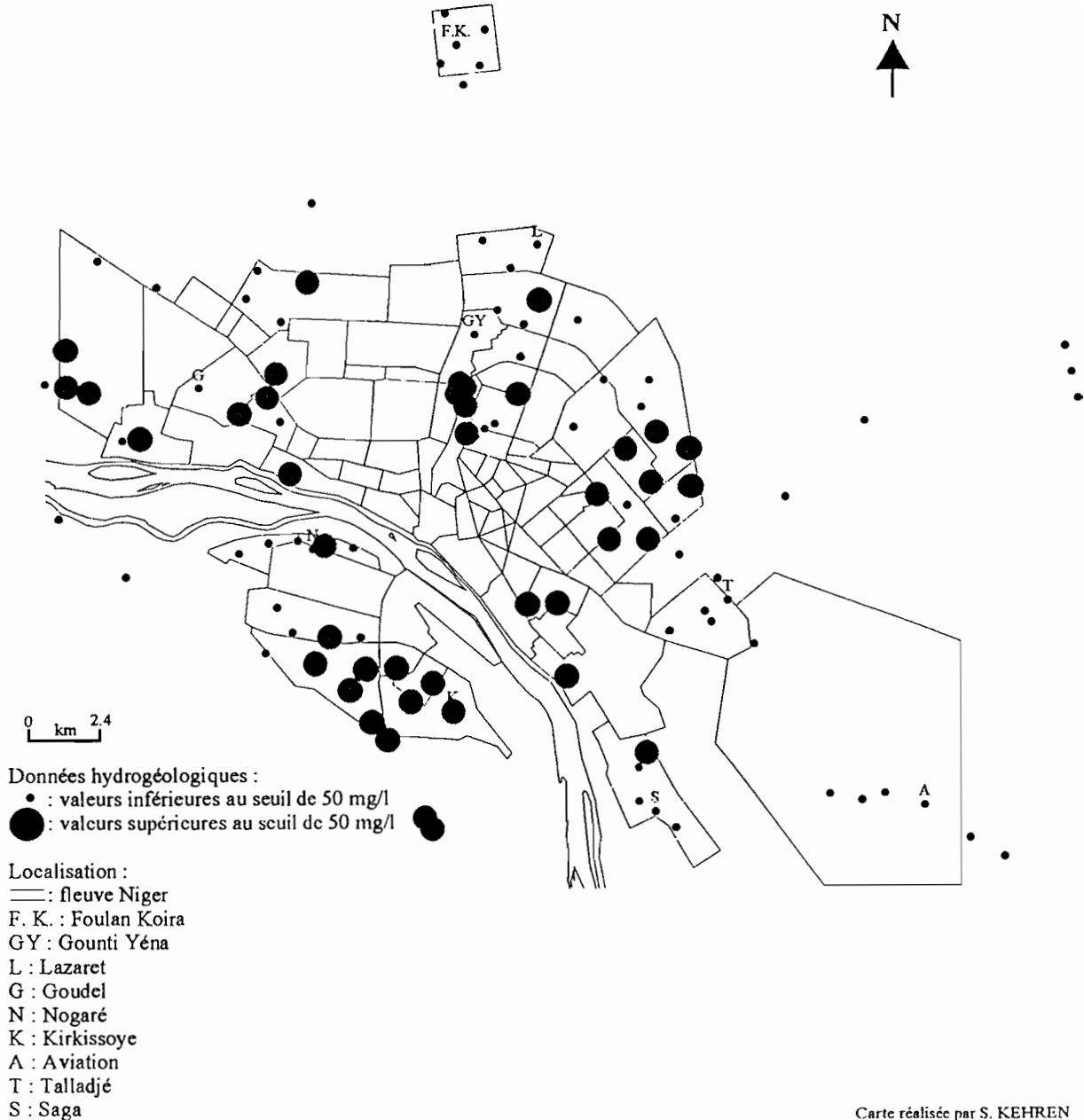
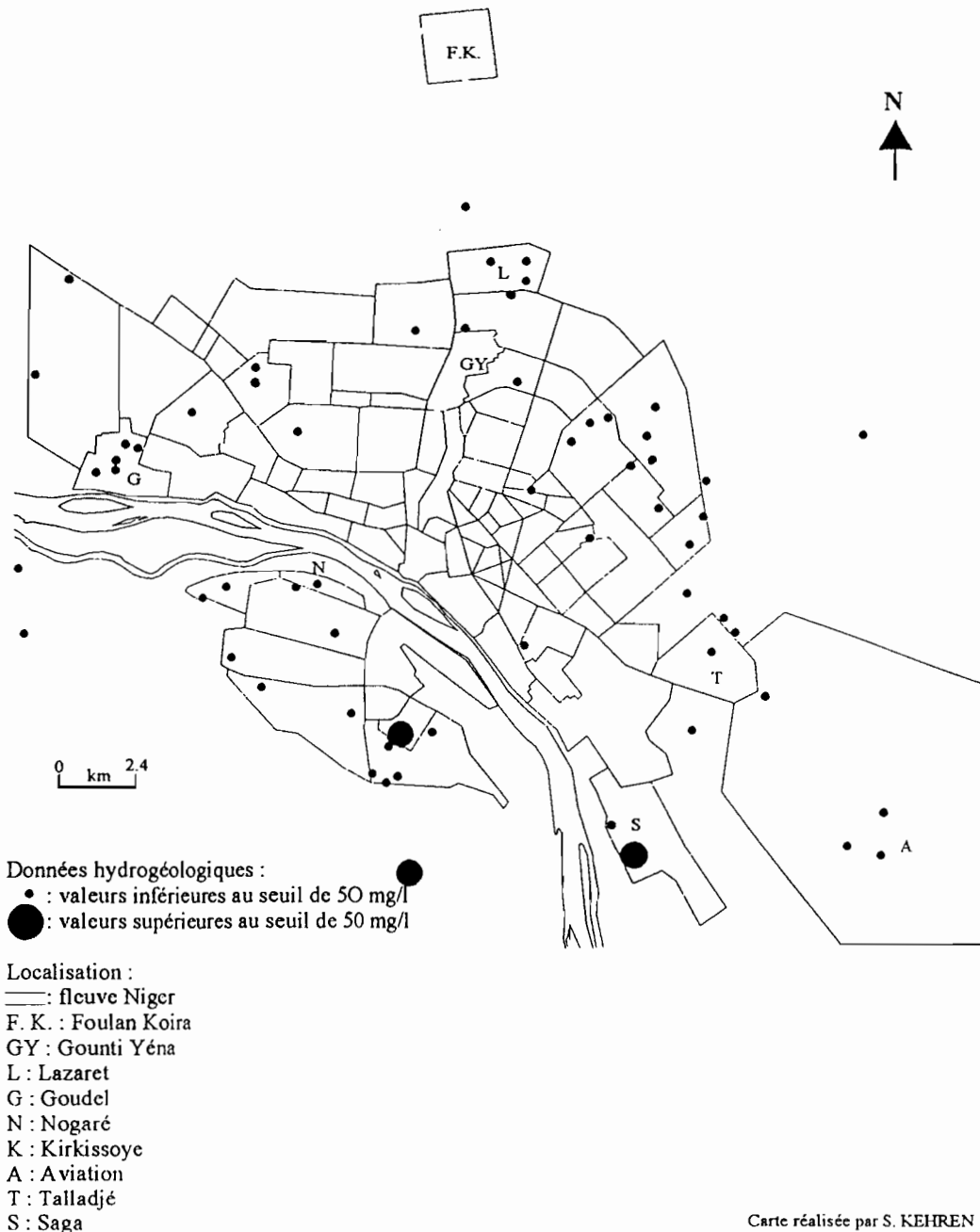


Fig. 3.2.12 : Taux de nitrate de la nappe phréatique à Niamey (relevés entre le 15 mars et le 24 avril 1995)

A partir des mêmes mesures, une carte d'isovaleurs du taux de nitrate (Fig. 3.2.12) montre que les taux les plus élevés se répartissent au droit de la ville, sur les deux rives, tandis que les faibles valeurs se localisent à la périphérie. Les plus fortes valeurs, supérieures à 500 mg/l, ont été enregistrées sur la rive gauche dans la vallée du Gounti Yéna, dans les quartiers du centre ville au nord du quartier de Yantala.

Une carte réalisée grâce à des données de 1986 (85 forages), montre que sur l'ensemble de la ville, le taux de nitrate varie alors de 10 et 50 mg/l (excepté dans le secteur de Saga où des valeurs de 200 mg/l ont été enregistrées).



Données : PAILLET, 1986

Fig. 3.2.13 : Taux de nitrate de la nappe phréatique à Niamey (données relevées en avril-mai 1986)

Les valeurs supérieures à 50 mg/l sont alors présentes en rive droite dans le quartier de Gaweye. De 1986 à 1995, une très nette progression de la pollution en nitrate s'est donc produite. En 1986, la pollution ne concerne que des espaces agricoles, de riziculture intensive, dans les périmètres irrigués non loin de Saga et de Gaweye sur chaque rive. Depuis, elle s'est considérablement développée dans les zones urbanisées.

- *Nitrite*

Une pollution (taux supérieur à 2 mg/l) par les nitrites concerne 12% des points d'eau étudiés.

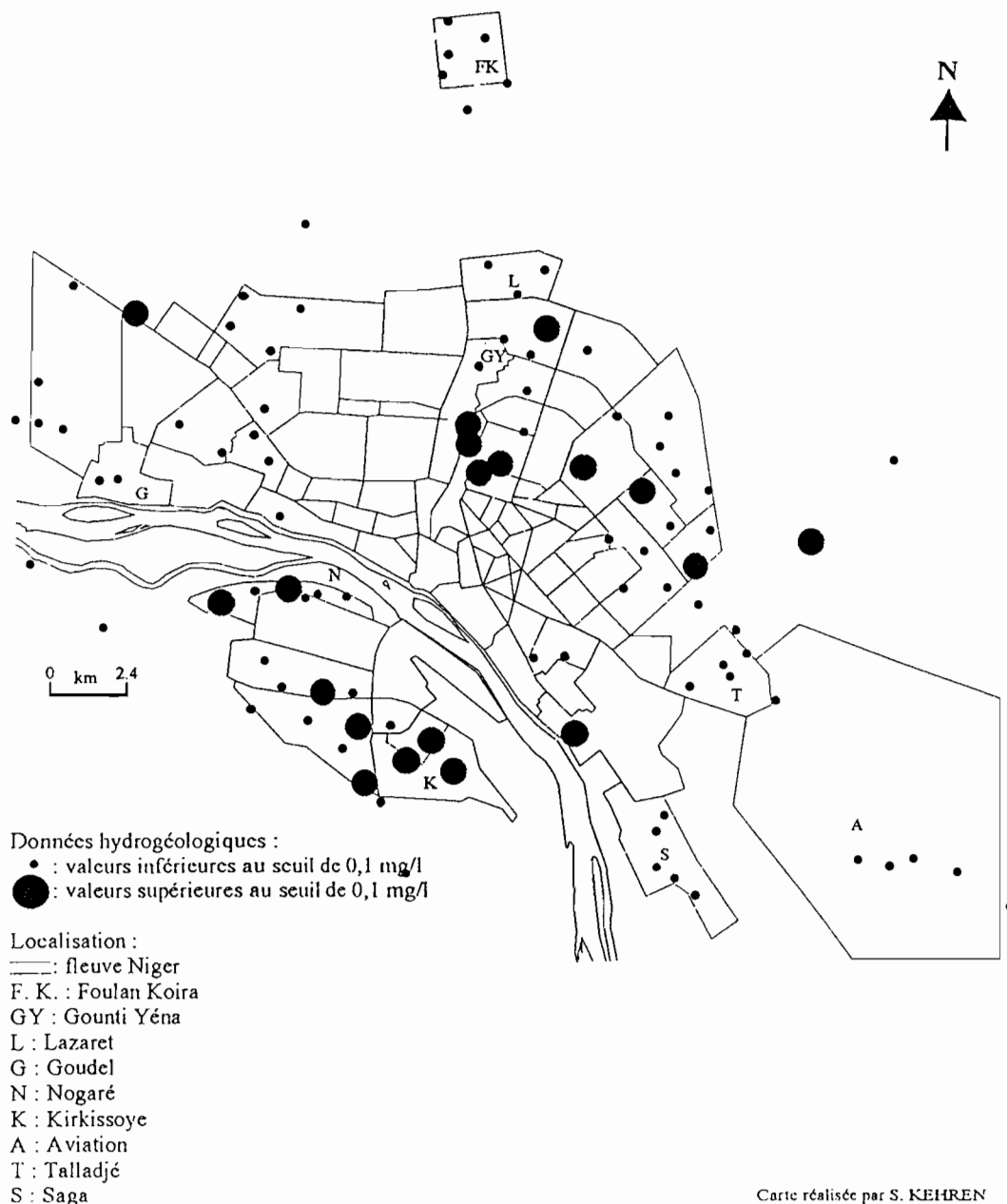
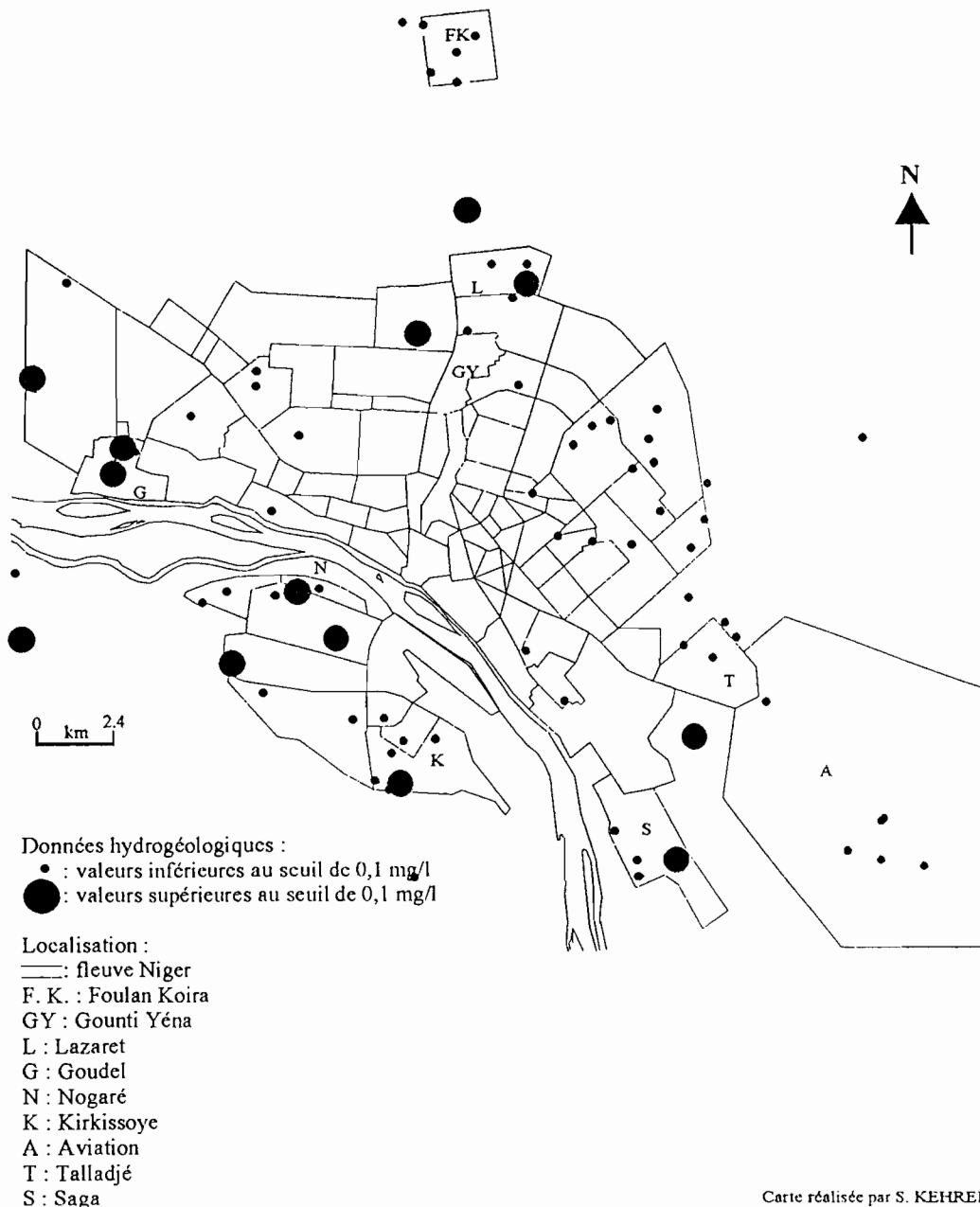


Fig. 3.2.14 : Taux de nitrite de la nappe phréatique à Niamey (relevés entre le 15 mars et le 24 avril 1995)

Les forages et les puits présentant un fort taux de nitrite sont situés dans les quartiers de Banga Bana, de Karradjé, de Lamordé en rive droite et dans les quartiers de Route de Tillabery, Route de Filingué, Madina, Bani Fandou, Boukoki, Gamkallé et le Gounti Yéna en rive gauche. Ils se localisent par conséquent dans les zones où de fortes valeurs de nitrates ont été enregistrées.

Une carte a été établie à partir des 85 mesures du taux de nitrite réalisées en 1986. La pollution par les nitrites touchait en 1986, 14% des points d'eau où une mesure a été réalisée.



Données : PAILLET, 1986

Fig. 3.2.15 : Taux de nitrite de la nappe phréatique à Niamey (relevés en 1986)

La répartition de la pollution est proche de celle de 1995. Les forages touchés sont en majorité dans la plaine alluviale en rive gauche (Saga) et en rive droite (Karradjé, Kirkissoye). Par ailleurs, quelques forages proches du quartier de Lazaret montrent une zone sensible à la pollution par les nitrites, alors qu'en 1995 elle est moins marquée. Cependant, une nette progression de la pollution par les nitrites touche les quartiers situés à l'est de la ville.

- *Ammoniaque*

Une pollution par l'ammoniaque (taux supérieur à 3 mg/l) concerne 9% des forages et des puits. Elle touche essentiellement les puits ; un seul forage étant affecté au-delà de ce seuil. Ces puits sont soit abandonnés, soit situés dans des jardins comme ceux du Goutti Yéna ou à proximité du fleuve.

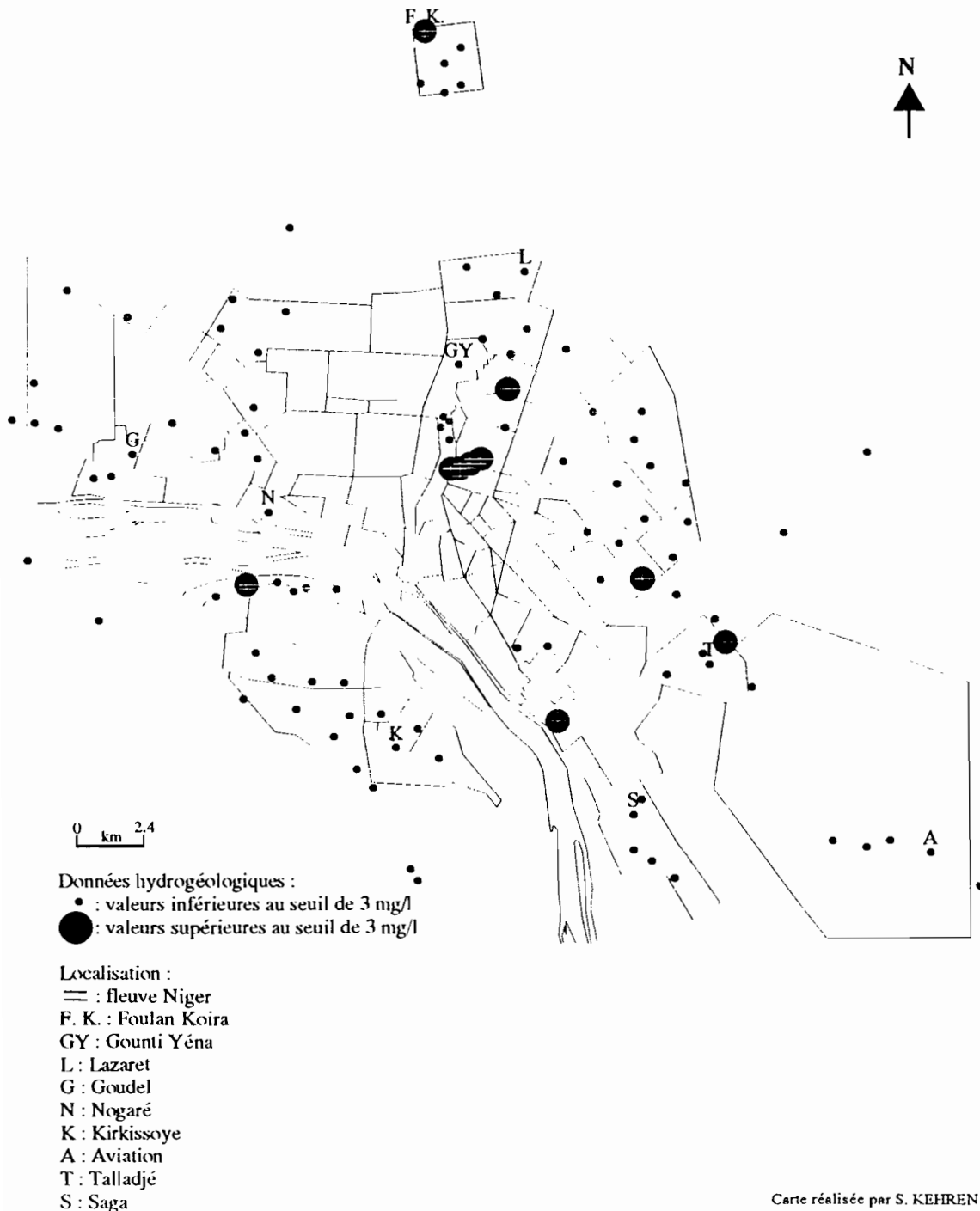


Fig. 3.2.16 : Taux d'ammoniaque de la nappe phréatique à Niamey (relevés entre le 15 mars et le 24 avril 1995)

Les forages et les puits présentant un fort taux d'ammoniac sont situés dans les quartiers de Karradjé, de Lamordé en rive droite et dans les quartiers de Route de Filingué, Boukoki, Talladjé, Gamkallé et le Gounti Yéna en rive gauche (Fig. 3.2.16). Ils se localisent par conséquent dans les zones où de fortes valeurs de nitrite ont été enregistrées.

2.2.5 Discussion sur les caractéristiques des nappes

La piézométrie et le pH se répartissent de façon similaire. Le dôme piézométrique situé au nord de la ville est associé à des pH acides. De plus, l'axe du Gounti Yéna apparaît également sur les deux cartes représentant ces deux paramètres. Enfin, les pH basiques correspondent au creux piézométrique situé notamment en rive droite.

Les valeurs extrêmes du pH, au sud du quartier Talladjé, à proximité du cimetière musulman et au niveau de la ceinture verte, peuvent s'expliquer par des facteurs anthropiques.

La répartition des forts taux de nitrate correspond aux valeurs extrêmes de la conductivité. Ils se trouvent essentiellement au niveau du Gounti Yéna, en rive droite, dans les quartiers de Gamkallé et Saga et à proximité du cimetière musulman.

La nappe alluviale (rive droite, Saga) est touchée par la pollution nitratée. Comme elle est proche de la surface et surmontée de matériaux perméables (alluvions), elle est plus vulnérable.

3. Conclusion

Les potentialités de la disponibilité en eau sont importantes à partir de l'eau de surface (même s'il ne faut pas compter sur les affluents à écoulement saisonnier). Dans l'état actuel, le fleuve et les infrastructures d'adduction permettent de produire 51 600 m³ par jour. En réalité, la production en 1994 a été en moyenne de 41 400 m³ par jour. Le problème est moins lié aux capacités de production qu'au risque d'étiage prolongé ou de pollution du fleuve.

Concernant les disponibilités en eaux souterraines, on peut considérer qu'il existe une nappe dans les formations du Continental Terminal qui s'écoule à partir du nord vers les aquifères du socle et des alluvions. Cette nappe pourrait fournir 45 000 m³/km²/an. La cote de la nappe se situe entre 210 m au nord de Niamey (quartier de Talladjé) et 175 m dans la plaine alluviale en rive droite. Vers l'est (quartier de l'aéroport) et l'ouest (quartier Goudel), l'altitude de la nappe est respectivement de 190 m et de 180 m. Si l'on se réfère à la topographie, la nappe est assez proche de la surface du sol : une dizaine de mètres en rive droite, une quinzaine de mètres dans les quartiers à proximité du cimetière musulman, une vingtaine de mètres dans les quartiers Yantala et Aviation. Son exploitation est donc aisée. Cependant, les forages ne sont généralement pas entretenus. Sur 120 forages qui fonctionnaient en 1985, seuls 35 sont encore en état de marche en 1995.

De plus, des problèmes de qualité physico-chimique ont été mis en évidence lors de cette étude. Actuellement, selon les normes de l'OMS, l'eau du centre ville n'est pas potable. L'eau est caractérisée par des pH acides (5 à 6,8), une conductivité élevée (supérieure à 500 µS/cm) et une pollution nitratée et/ou nitritée.

En revanche, l'eau à la périphérie de Niamey (surtout vers le nord et vers l'est) n'est pas polluée. Elle est caractérisée par des pH neutres ou légèrement basiques (7 à 7,6), une conductivité inférieure à 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et une absence de toute pollution nitrée ou nitritée.

La comparaison entre les données de 1986 (PALLET, 1986) et nos mesures de 1995 montrent une nette détérioration de la qualité physico-chimique de l'eau. La pollution peut être mise en relation avec l'urbanisation croissante. Un réseau de suivi piézométrique, physico-chimique et biologique (coliformes fécaux) est absolument nécessaire pour suivre cette évolution.

Chapitre IV : Les besoins en eau

D'après l'OMS, une quantité minimale de 10 l/jour/personne est nécessaire pour satisfaire les besoins physiologiques, les besoins domestiques et assurer un minimum d'hygiène.

Le but de ce travail est d'estimer la consommation en eau à partir de deux quartiers traditionnels Foulan Koirra et Boukoki III. Elle est évaluée globalement, à partir d'une évaluation des prélèvements dans les puits et forages, alimentés par les aquifères, et à partir du réseau d'adduction, approvisionné par le fleuve.

Un état actuel de la consommation en eau en particulier pour les principaux besoins domestiques et agricoles doit pouvoir être dressé à l'issue de ce chapitre.

1. État des connaissances

1.1 Consommation en eau domestique

D'après GWK (1990), la consommation à Niamey se décompose de la manière suivante :

- 55% pour la consommation domestique ;
- 23% pour la consommation industrielle et commerciale ;
- 22% pour la consommation administrative.

Toutefois, la part de la consommation domestique augmente rapidement en relation avec une croissance rapide de la population, tandis que la croissance industrielle ne suit pas du tout le même rythme. Quant à l'activité de commerce, elle est certes florissante mais elle s'inscrit le plus souvent dans un cadre ambulatoire pour lequel l'approvisionnement en eau n'est pas assuré.

D'après les données fournies par la SNE, la consommation augmente relativement peu (3,8%/an), et diminue certaines années (1991-1992). On peut donc supposer qu'une part de la population consomme moins, puisque le nombre d'abonnés augmente. Cette catégorie de la population habite dans les quartiers traditionnels et consomme de petites quantités.

D'ailleurs, GWK (1990) a montré que la consommation en eau dépend du type d'habitat. L'habitat traditionnel branché sur le réseau consomme 80 l/jour/personne, tandis que l'habitat traditionnel non relié n'en consomme que 20 l/jour/personne, valeur que l'on confirmera à travers nos enquêtes de terrain. L'habitat résidentiel utilise en moyenne 500 l/jour/personne.

En revanche, les villas ont souvent une piscine, grande consommatrice d'eau, et un jardin, qui doit être arrosé abondamment en période sèche. Ces deux facteurs augmentent considérablement la quantité d'eau utilisée.

D'après MOTCHO (1991), la consommation domestique moyenne sur l'ensemble de la ville de Niamey est de 100 l/jour/personne. Comme il y a environ 600 000 habitants à Niamey (1994), les besoins seraient de 60 000 m³/jour. Par ailleurs, les industries, les commerces et les administrations sont aussi consommateurs d'eau et utilisent environ 14 000 m³ par jour. Les besoins en eau sont alors de 74 000 m³ d'eau par jour en moyenne.

La consommation en eau subit des variations saisonnières. On peut constater qu'en période sèche (avril à juin), elle est plus importante qu'en période pluvieuse (juillet à septembre) pour atteindre 97 000 m³ par jour (MOTCHO, 1991). Cette augmentation serait essentiellement provoquée par les quartiers résidentiels et administratifs. En effet, d'après STOUDEMANN (1990), les besoins en eau pour l'arrosage atteindraient 18 000 m³/jour en période chaude.

Quoi qu'il en soit, la production en eau de la SNE est alors largement insuffisante pour couvrir les besoins de l'ensemble de la population de Niamey. Pour limiter les consommations abusives, la SNE a instauré une tarification progressive pour encourager les abonnés à se rationner.

1.2 Consommation en eau pour la riziculture (grands périmètres irrigués)

La consommation en eau pour l'irrigation est gérée par la Société ONAHA. Les surfaces irriguées de Niamey sont divisées en 12 zones différentes. La superficie totale représente 2739 ha pendant la saison sèche et 2722 ha en saison humide (tableau 4.1.1).

Tableau 4.1.1 : Eau consommée pour l'irrigation (ANSSOUMANA et AFAGNIBO, 1992)

Site	Saison sèche			Saison humide		
	Superficie exploitée (1)	Volume pompé (2)	Consommation (3)	Superficie exploitée(1)	Volume pompé (2)	Consommation (3)
Say I	239	3 784 068	15 857	237	2 515 890	10 602
Say II	186	3 784 068	20 382	188	3 913 844	20 818
Karma	126	81 106	6 435	126	270 468	2 146
Kirkissoye	93	2 272 571	24 491			
Koutoukale	284	1 647 000	5 804	296	3 181 248	10 753
Lata				219	3 580 972	16 351
Namarde	233	4 024 146	17 280	233	2 517 468	10 810
N'Dounga I	267	9 097 596	34 041			
N'Dounga II	275	14 444 784	52 526	265	10 585 032	39 906
Saadia - aval	102	1 812 127	17 689	85	785 967	9 229
Saga	374	5 470 610	14 627	382	3 959 411	10 365
Sebery	342	39 385 440	115 330	330	14 537 880	44 020
Total	2 520	85 803 516	324 462	2 362	45 848 180	175 000
Moyenne			29 497			17 500

(1) : en hectare

(2) : en m³

(3) : en m³ par hectare

Les besoins en eau pour l'irrigation sont satisfaits par des pompages directs dans le fleuve. Le volume total pompé est au minimum de 131 651 696 m³ d'eau chaque année ce qui correspond à une consommation journalière moyenne de 360 690 m³. La consommation pendant la saison sèche représente 65% de la totalité. La quantité d'eau nécessaire par ha varie énormément en saison sèche comme en saison humide. Cette variation peut s'expliquer suivant le type de sol, de culture et/ou d'irrigation. La consommation moyenne pour un hectare sur l'année est de 129 m³. Elle est 1,7 fois plus élevée en saison sèche qu'en saison humide. La consommation en eau pour l'irrigation est 10,3 fois plus élevée que celle de la SNE pour l'année 1994. Cependant, lorsque le débit du fleuve est faible, les 324 462 m³ nécessaires en saison sèche (tableau 1.2.1) ne sont pas disponibles.

D'autre part, les données de l'ONAHA sont sous-estimées puisque l'information est absente sur certains sites en saison sèche (Lata) ou humide (Kirkissoye et N'Dounga I). En outre, tout au long du fleuve, des petits jardins privés consomment eux aussi une eau d'irrigation puisée dans le fleuve.

1.3 Consommation en eau pour le maraîchage

Cette consommation en eau n'est pas comptabilisée précisément puisque la superficie exacte et la consommation des espaces cultivés ne sont connues qu'approximativement. D'après ELHADJI (1993), la superficie des espaces cultivés est de 134,3 hectares dans la ville de Niamey. Si l'on se réfère à DOORENBOS (1975), un champ de pomme de terre consomme en moyenne 63 m³ d'eau par jour et par hectare, l'eau nécessaire aux espaces cultivés de la ville est alors de 8461 m³ par jour, soit 3088265 m³ par an. Elle représente 2,4% de la consommation des aménagements hydro-agricoles.

1.4 Consommation en eau du cheptel

A Niamey, comme dans beaucoup de villes africaines, un cheptel important est présent. Il s'abreuve en grande partie dans le fleuve. La consommation en eau par le cheptel n'est pas estimée car il n'y a aucun recensement des animaux. Mais sachant qu'une vache peut consommer jusqu'à 60 litres d'eau par jour et un chameau jusqu'à 90 l/jour, il est difficile de négliger sa consommation.

2. Consommation en eau dans le quartier de Foulan Koira

2.1. Introduction

Le quartier de Foulan Koira se situe à 8 km au nord de la ville. Ce quartier occupe actuellement une surface de 225 hectares. Il est habité par 12675 personnes (MOHA, 1993). L'habitat est composé de 83% de cases en paille, de 12% de constructions traditionnelles, le reste étant construit en ciment. La population de Foulan Koira se partage équitablement du point de vue du sexe : 49% d'hommes et 51% de femmes. Selon MOHA (1993), 52% des habitants sont actifs. Les emplois appartiennent pour 33% au secteur primaire (maraîchage et élevage), pour 4% au secondaire (artisanat) et pour 63% au tertiaire (commerce et transport).

Ce quartier, comme d'autres à Niamey, n'est pas desservi par le réseau d'adduction. En 1984, au moment de l'installation de ce quartier, l'approvisionnement en eau est assuré par deux puits creusés par les habitants. Ces deux puits se sont rapidement avérés insuffisants pour alimenter le quartier. En 1985, 7 forages manuels sont installés dans le cadre du Plan d'Urgence pour l'alimentation en eau. En 1986, 6 de ces forages sont équipés chacun d'une pompe électrique, d'un réservoir (2000 l) et de 10 robinets pour faciliter la distribution de l'eau. Actuellement, 6 forages sont fonctionnels et le prélèvement de l'eau est payant (20 FCFA/20 l). En outre, 3 puits permettent des prélèvements complémentaires et gratuits. Cet équipement est géré par une association des femmes.

L'objectif de l'étude est d'estimer la consommation en eau à Foulan Koira, au moment où, dans l'année, cette consommation est maximale (mois de mars).

2.2. Approche méthodologique

Pour évaluer la consommation en eau, quatre enquêtes sont réalisées. Les deux premières enquêtes ont pour but d'évaluer la consommation en eau journalière à partir des différents points d'eau accessibles (les forages de Foulan Koira et les puits les plus proches). Les deux dernières enquêtes concernent la consommation d'eau suivant différents usages (tâches ménagères et abreuvement du cheptel).

2.2.1. Consommation en eau à partir des forages

Pour chacun des six forages (annexe III), un enquêteur a enregistré la consommation en eau pendant sept jours consécutifs, du 21 au 27 mars 1995. Pour cela, il a compté chaque seau d'eau prélevé, de l'ouverture du forage (6 heures) jusqu'à sa fermeture (20 heures). Les habitants de Foulan Koira vont chercher l'eau à pied et parfois avec un âne attelé. Pour savoir qui est chargé de la "corvée eau" dans la famille, l'enquête détermine si un enfant, une femme, un homme ou un revendeur se déplace jusqu'au forage.

Dans l'agglomération de Niamey, l'eau de Foulan Koira est réputée d'excellente qualité. Ainsi certains européens vont régulièrement s'y approvisionner. Pour évaluer les quantités d'eau partant vers d'autres quartiers, lors de l'enquête, la destination de l'eau a été enregistrée.

L'enquête a été réalisée à partir d'un formulaire (annexe III) permettant d'enregistrer la quantité d'eau prélevée, la personne chargée de son transport, la destination et l'utilisation.

Les trois dernières rubriques concernent les modalités de prélèvements et d'usage de l'eau.

2.2.2. Consommation en eau à partir des puits

A proximité du quartier (à environ 20 minutes à pied), trois puits (puits 29, 30 et 31) peuvent être exploités par les habitants. Des enquêteurs ont été postés auprès de chaque puits pour comptabiliser les seaux d'eau extraits. Cette enquête a été réalisée au cours d'une seule journée avec le même formulaire d'enregistrement que pour les forages.

2.2.3. Enquête sur l'utilisation de l'eau

L'enquête auprès des forages a pris en compte l'utilisation de l'eau suivant quatre catégories : la boisson, la toilette, la cuisine et la lessive. Lors de cette enquête, l'usage de l'eau n'a pas pu être enregistré systématiquement en raison d'un rythme soutenu au niveau du pointage de prélèvement et de la méconnaissance de l'usage lors de certains prélèvements, effectués notamment par des enfants et des revendeurs. En outre, la consommation en eau pour le cheptel ne pouvait être prise en compte.

Considérant qu'un ménage est l'ensemble des individus vivant dans la même parcelle et partageant le même repas. Une enquête complémentaire a été réalisée au cours d'une semaine et auprès de quatre ménages dont on connaît la composition (MOHA, 1993). Ces ménages sont constitués en général d'un chef de famille, d'une ou plusieurs épouses, des enfants et de leurs éventuels conjoints, des petits enfants, des grands parents et éventuellement des collatéraux. Dans l'enquête, chaque ménage est répertorié sur une fiche où a été enregistrée pour chaque jour la quantité d'eau destinée aux différentes tâches ménagères.

2.2.4. Enquête sur le cheptel

A Foulan Koira, la proximité des pâturages et des mares explique la facilité de l'abreuvement et donc le développement du cheptel, dont une partie reste dans le quartier et consomme l'eau des forages tandis que des bergers emmènent le reste du bétail et le gardent dans les pâturages au cours de la journée.

Cependant, une enquête a été réalisée pour recenser la totalité du cheptel et pour estimer le nombre d'animaux consommant l'eau des forages. Un enquêteur s'est rendu dans chaque concession pour compter le bétail lorsqu'il était présent ou pour interroger les propriétaires lorsque le bétail se trouvait au pâturage. Cette enquête a été facilitée par l'existence d'un plan détaillé où figure chaque concession (MOHA, 1993) et par le fait que les enquêteurs sont des gens du quartier bénéficiant de la confiance des habitants.

2.3. Résultats

2.3.1. Consommation auprès des forages

La consommation en eau évaluée auprès des 6 forages fonctionnels est indiquée sur le tableau 4.2.1.

L'enquête, réalisée au cours de 7 jours consécutifs, a montré que la moyenne du prélèvement total sur les 6 forages est de 283 871 l/jour avec un écart type de 16 100 litres. La population étant de 12 675 habitants, la consommation moyenne est de 22,4 l/j/hab. La quantité prélevée varie suivant les différents forages en fonction, comme nous le verrons, de leur emplacement. Les forages 24491 et 24492 sont ainsi beaucoup moins fréquentés que les autres et la quantité d'eau prélevée est d'environ 27% inférieure aux autres. Les plus fréquentés sont situés au centre du quartier, auprès de l'école. Enfin, la différence enregistrée est indépendante des enquêteurs ; ceux-ci étant postés à des forages différents d'un jour à l'autre pour éviter tout biais d'enregistrement.

Tableau 4.2.1 : Consommation en eau (en l) à partir des forages de Foulan Koira enregistrée au cours de la semaine du 21 au 27 mars 1995

n° de forage	24 490	24 491	24 492	24 493	26 256	26 260	Total/jour
Consommation							
Mardi	52 730	38 620	31 960	55 280	54 380	54 380	281 430
Mercredi	50 060	38 740	38 060	47 440	53 240	53 240	281 860
Jeudi	52 570	37 640	39 040	58 089	54 980	54 098	303 369
Vendredi	44 460	35 480	37 940	49 620	57 280	57 280	277 880
Samedi	56 880	34 080	32 720	40 100	52 920	52 920	258 080
Dimanche	45 720	42 840	42 840	53 355	65 400	65 400	304 975
Lundi	48 760	42 440	42 440	48 040	56 640	56 640	279 500
Total/forage	351 180	263 340	265 000	351 924	351 924	394 840	1 987 094
Moyenne/jour	50 169	37 620	37 857	50 275	50 275	56 406	283 871
Ecart type/forage	4 316	2 730	4 251	5 952	5 952	4 282	16 102

La quantité d'eau prélevée varie aussi dans le temps, quotidiennement. Une variation de la consommation d'eau de 32% est mesurée pour le forage 26260 entre le jeudi et le samedi. En comparant les différents forages, la variation de la quantité d'eau prélevée n'est pas associée à un jour précis, même si 3 forages voient leur fréquentation plus importante le dimanche (Tableau 4.2-1).

Les personnes allant chercher l'eau sont en grande majorité des femmes. Cependant, les enfants viennent aussi régulièrement en dehors des heures d'école. Pour les quantités importantes (200 l), des hommes utilisent un âne et une charrette sur laquelle se trouve un tonneau.

Si les femmes semblent avoir la charge principale du prélèvement pour la famille, tous les revendeurs sont des hommes. Ces revendeurs puisent soit deux seaux, l'équivalent de 40 litres, soit 6, 10 ou 12 seaux.

2.3.2. Consommation à partir des puits

Cette enquête a pour but de compléter celle réalisée auprès des forages.

Tableau 4.2.2 : Consommation en eau à partir des trois puits proches de Foulan Koira enregistrée au cours d'une journée (21 mars 1995)

	Quantité (en l)	Nombre de personnes
Puits Onersol	60	3
Puits n°29	160	8
Puits jardin	100	4

Si les personnes n'ont pas les moyens d'acheter leur eau à Foulan Koira, elles doivent parcourir une distance de 2 km environ pour s'approvisionner. L'enquête sur les différents puits proches de Foulan Koira a montré une faible fréquentation. Quinze femmes seulement de Foulan Koira se sont déplacées pour aller y chercher de l'eau. Sur les trois puits, 320 litres ont été puisés, ce qui représente 0,1% de la quantité totale d'eau consommée à Foulan Koira.

Cette quantité d'eau est négligeable. Cependant, l'existence des puits est indispensable pour les personnes sans ressources ou bien encore en cas de panne d'électricité.

2.3.3. Utilisation domestique de l'eau

L'eau consommée pour chacun des cinq usages principaux (cuisine, boisson, toilette, lessive, cheptel) a été enregistrée auprès de quatre familles.

Tableau 4.2.3 : Enquête sur l'utilisation de l'eau à Foulan Koira du 27 mars au 2 avril

		Idrissa	Mamadou	Hassane	Larba
Mardi	Cuisine	80	20	40	120
	Boisson	120	60	80	120
	Toilette	60	40	60	140
	Lessive	200	60	40	0
	Animaux	80	0	40	20
Total		540	180	260	400
Mercredi	Cuisine	80	20	40	120
	Boisson	120	60	80	120
	Toilette	60	40	60	140
	Lessive	0	0	0	0
	Animaux	80	0	40	20
Total		340	120	220	400
Jeudi	Cuisine	80	20	40	120
	Boisson	120	60	80	120
	Toilette	60	40	60	140
	Lessive	0	0	0	0
	Animaux	80	0	40	20
Total		340	120	220	400
Vendredi	Cuisine	80	20	40	120
	Boisson	120	60	80	120
	Toilette	60	40	60	140
	Lessive	0	0	0	0
	Animaux	80	0	40	20
Total		340	120	220	400
Samedi	Cuisine	80	20	40	120
	Boisson	120	60	80	120
	Toilette	60	40	60	140
	Lessive	140	80	80	180
	Animaux	80	0	40	20
Total		480	200	300	580
Dimanche	Cuisine	80	20	40	120
	Boisson	120	60	80	120
	Toilette	60	40	60	140
	Lessive	0	0	0	0
	Animaux	80	0	40	20
Total		340	120	220	400
Lundi	Cuisine	80	20	40	120
	Boisson	120	60	80	120
	Toilette	60	40	60	140
	Lessive	0	0	0	0
	Animaux	80	0	40	20
Total		340	120	220	400
Total hebdomadaire		2 720	980	1 660	2 980
Moyenne/jour/habitant		20,5	8,8	10,8	28,4

Idrissa : 19 personnes
Mamadou : 16 personnes
Hassane : 22 personnes
Larba : 15 personnes

4 vaches, 7 moutons, 1 chèvre
4 moutons, 1 chèvre
2 chèvres

L'enquête a montré que la consommation en eau est surtout importante pour l'alimentation humaine (tableau 4.2.3). Pour la plupart des familles, les pourcentages les plus élevés se rapportent à la cuisine (27% en moyenne) et à la boisson (27% en moyenne).

En moyenne 25% de la quantité totale d'eau consommée est utilisée pour la toilette. Cependant, de grandes variations sont présentes suivant les familles.

Selon les résultats de cette enquête, la consommation d'eau quotidienne rapportée à chaque personne est de 17,1 l.

Pour la boisson, les résultats montrent qu'une personne consomme en moyenne 4,4 litres d'eau par jour.

Le pourcentage de la consommation en eau pour les animaux est également très variable. La consommation d'eau du cheptel serait de 140 l/jour pour un total de 19 animaux (chèvres, moutons, vaches).

Cette enquête sur l'utilisation de l'eau est insuffisante en raison de la taille de l'échantillon. Cependant, elle a montré qu'un pourcentage non négligeable (12%) de l'eau consommée sert à l'abreuvement du bétail.

2.3.4. Consommation du cheptel

Un recensement de toutes les espèces animales a été réalisé sur l'ensemble du quartier.

Tableau 4.2.4 : Nombre d'animaux par espèce à Foulan Koira

	Au village	Au pâturage	Total
Chèvres	585	1 002	1 587
Moutons	1 216	834	2 050
Vaches	159	542	701
Chameaux	53		53
Anes	209		209
Chevaux	31		31
Chiens	74		74
Chats	18		18
Porcs	3		3

Tableau 4.2.5 : Consommation (en l/j) en eau du cheptel s'abreuvant à Foulan Koira

	Consommation
Chèvres	2 925
Moutons	6 080
Vaches	7 950
Chameaux	5 300
Anes	4 1800
Chevaux	1 860
Chiens	74
Chats	9
Porcs	15
Total	28 393

Lors de cette enquête, 772 familles ont été interrogées et toutes possèdent au moins un animal. La population de Foulan Koira détient 4 726 animaux au total, ce qui représente en moyenne 6 animaux par famille.

L'enquête montre que 45% des animaux s'abreuvent à Foulan Koira. L'essentiel du bétail est composé de chèvres et de moutons. Le nombre de moutons, considérable dans le quartier, est alors certainement dû à l'approche de la fête du mouton, qui voit le sacrifice d'un animal par famille. Une personne sur trois possède soit une chèvre, soit un mouton.

Si l'on soustrait la quantité d'eau consommée par les animaux à la consommation totale, **la moyenne de la consommation est alors de 20,2 litres par jour et par personne**. La consommation animale représente 10% (28 393 l/j) de la consommation totale.

2.3.5. Répartition spatiale de la consommation selon la localisation des forages et la densité du bâti

En considérant l'ensemble des résultats obtenus à partir des enquêtes, il semble intéressant de mettre en relation la répartition de la consommation en fonction de la localisation des forages et la densité de construction.

Généralement, la densité du bâti est proportionnelle à la densité de la population. Il est alors possible de voir s'il existe un rapport entre les différences de fréquentation des forages et leur emplacement.

Aux forages 24491 et 24492 les prélèvements d'eau sont moins importants que ceux des autres sites, de l'ordre de 38 m³ par jour contre 52 m³. Les forages sont situés dans une zone où la densité du bâti est élevée. Ils se concurrencent relativement, étant proches l'un de l'autre.

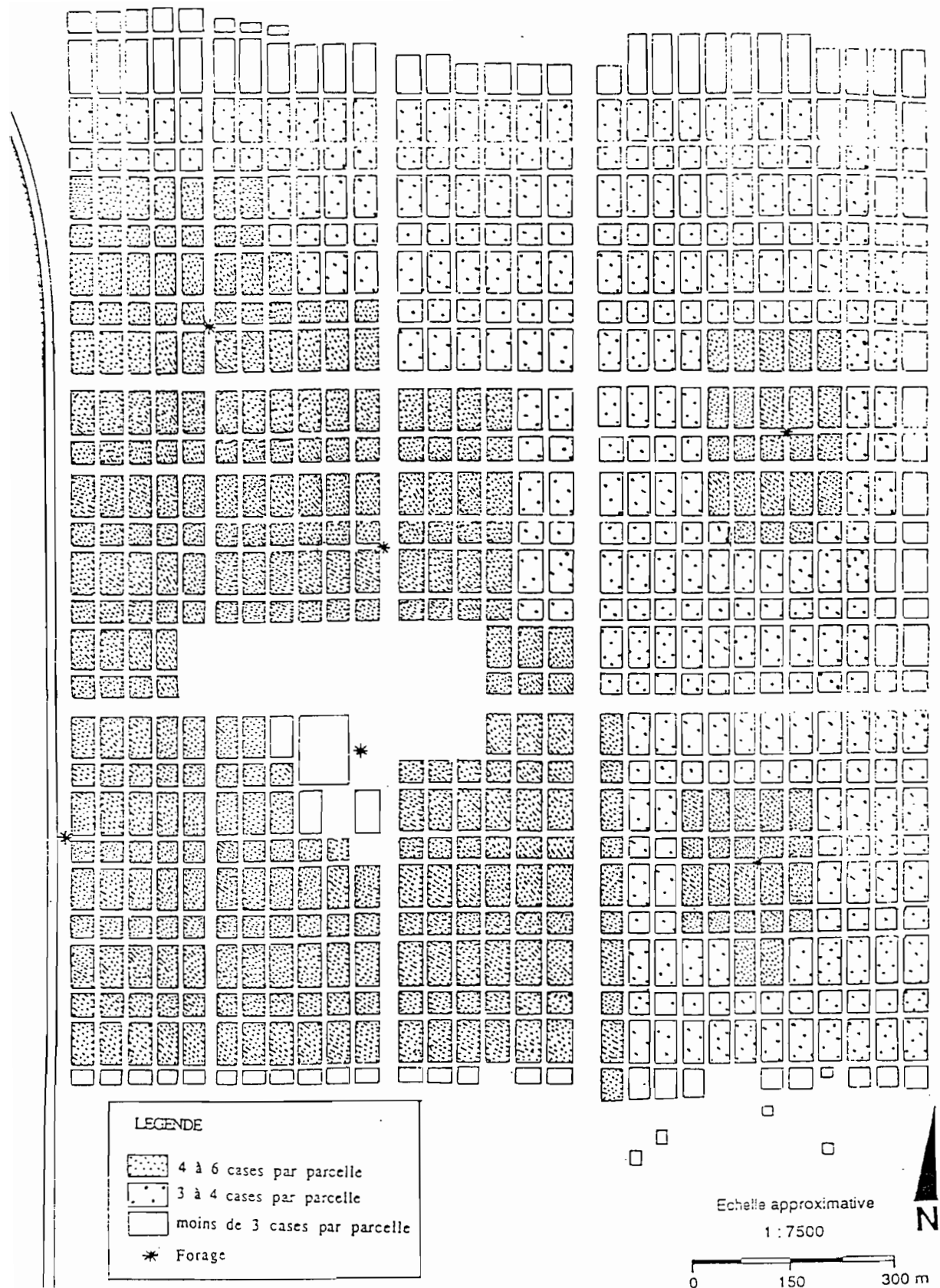


Fig. 4.2.1 : Localisation des forages et de la densité du bâti dans le quartier de Foulan Koira (d'après MOHA, 1993)

3. Les besoins en eau du quartier de Boukoki III

3.1 Introduction

Boukoki III est un quartier d'habitat traditionnel situé au coeur de la ville de Niamey. Ce quartier est en apparence plus riche que Foulan Koirra. L'essentiel des constructions est constitué de maisons en ciment, organisées autour d'une cour. La population est moins importante qu'à Foulan Koirra, avec actuellement 11 000 habitants, suivant le recensement de 1988 corrigé d'une croissance de 5,3% par an (MOTCHO, 1991). L'alimentation en eau est assurée par le réseau d'adduction et par des puits. Il n'y a pas de forage dans ce quartier.

Comme la possession d'un compteur d'eau revient cher, des bornes fontaines sont installées en différents endroits du quartier. D'autre part, des particuliers peuvent être amenés à louer un compteur d'eau, y installent un robinet et vendent l'eau à la population (20 FCFA/20 l). L'objectif de l'étude est d'estimer la consommation en eau à Boukoki III connaissant à la fois la population totale et les équipements fournissant de l'eau.

3.2 Approche méthodologique

Sur une carte sont répertoriés et localisés tous les robinets, bornes fontaines et puits avec leurs caractéristiques. Les enquêtes sur la consommation en eau sont réalisées sur l'ensemble des points d'eau à l'aide d'enquêteurs et grâce à la bonne volonté de la population. L'estimation concerne l'eau prélevée à partir du réseau d'adduction et à partir des puits.

3.2.1 Enquête sur la consommation à partir des robinets

La consommation en eau est déterminée pour les 102 robinets et les 11 bornes fontaines localisés sur la carte. Un enquêteur a relevé tous les numéros de compteur d'eau. Il s'est rendu à la société responsable de la distribution de l'eau (SNE) qui a bien voulu lui fournir la consommation en eau pour chaque robinet et borne fontaine, mois par mois pour l'année 1994.

3.2.2 Enquête sur la consommation à partir des puits

Après une tournée dans le quartier pour vérifier la liste des puits utilisés (annexe IV), nous avons demandé aux propriétaires des puits de compter chaque seau puisé pendant sept jours consécutifs, du 27 mars au 3 avril. Chaque propriétaire disposait d'une fiche d'enregistrement (annexe IV). Deux puits (puits 43 et 44) ont dû être suivis par un enquêteur car la fréquentation était trop élevée.

Certains puits du quartier n'ont pas été pris en compte parce qu'ils sont utilisés uniquement pour l'arrosage des jardins.

3.2.3 Enquête sur la consommation du cheptel

Le cheptel présent dans le quartier consomme l'eau des puits mais aussi des robinets. Une enquête recensant le cheptel a été réalisée pour pouvoir estimer sa consommation en eau.

Boukoki se situe au coeur de la ville. Le cheptel y est nettement moins important qu'à Foulan Koira. Cependant, comme l'enquête est réalisée peu de temps avant la fête du mouton, le nombre est plus important dans les concessions que d'ordinaire. L'enquête sur le recensement du cheptel doit donc déterminer si les moutons présents doivent être sacrifiés au cours de la prochaine fête.

A Boukoki III, toutes les concessions sont recensées, numérotées et cartographiées préalablement (annexe IV). Un échantillonnage est réalisé à partir d'un tirage aléatoire. L'enquête réalisée concerne 60 concessions ce qui représente 18% de la totalité. Le recensement du cheptel est réalisé en visitant chaque concession sélectionnée. Deux catégories sont distinguées : le cheptel restant dans les concessions et s'y abreuvant et le cheptel allant dans les pâturages et s'abreuvant dans les mares.

3.3 Résultats et interprétations

La consommation en eau dans le quartier de Boukoki III a été évaluée à partir des informations fournies par la Société de distribution de l'eau et des résultats de nos enquêtes.

3.3.1 Consommation à partir du réseau d'adduction

La principale source d'alimentation en eau est le réseau d'adduction de la SNE, qui alimente 113 robinets dont 11 bornes fontaines.

Tableau 4.3.1 : Consommation (en milliers de l) d'eau dans le quartier de Boukoki III à partir des robinets au cours de l'année 1994

	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juill	aout	sept	oct	nov	dec	total
Bornes fontaines	314	319	514	355	261	201	292	286	385	254	468	185	3834
Robinetts	2886	4905	7840	5541	4749	4294	4205	3564	5277	2883	6037	3700	55881
Total	3200	5224	8354	5896	5010	4495	4497	3850	5662	3137	6505	3885	59715

La consommation annuelle de Boukoki III est de 59 715 m³ à partir de robinets ou de bornes fontaines. La population étant actuellement de 11 000 habitants, la moyenne de la consommation est de 14,9 l/j/hab. (tableau 4.3.1).

La consommation en eau varie suivant les mois. Deux maximums sont enregistrés en mars et en novembre (mois les plus chauds) et deux minimums au mois de janvier (mois le plus frais) et au mois d'août (mois le plus pluvieux). Au mois de mars, au moment où le prélèvement d'eau est au maximum, la consommation moyenne est de 24,5 l/j/hab. En janvier (prélèvement minimal), la moyenne de la consommation est de 9,4 l/j/hab.

La consommation à partir d'une borne fontaine est en moyenne de 955 l par jour alors que la consommation à partir d'un robinet privé est en moyenne de 1 355 l par jour. Ceci est apparemment contradictoire puisque les bornes fontaines sont utilisées par un groupe de personnes alors que les robinets doivent fournir l'eau auprès d'une seule famille. Cependant, des particuliers vendent l'eau comme les bornes fontaines. En outre, la solidarité entre les personnes est importante lorsqu'il s'agit de l'approvisionnement en eau.

3.3.2 Consommation à partir des puits

Pour un total de 329 concessions, seules 13 possèdent un puits fonctionnel, soit 4% des concessions. La densité des puits à Boukoki III est donc faible. L'enquête a été réalisée au cours de sept jours consécutifs. Elle a concerné les 13 puits utilisés (annexe XX).

Tableau 4.3.2 : Consommation (l) d'eau à partir des puits dans le quartier de Boukoki III au cours de la semaine du 11 au 18 mars 1995

n° de puits	A1	A2	1	2	3	4	6	7	13	15	37	43	44	Total	Moy./ puits
Samedi	340	920	200	1 000	1 000	740	800	5 360	500	1 020	200	6 700	1 460	20 240	1 557
Dimanche	280	520	140	1 180	1 520	1 040	1 080	3 620	360	1 060	160	7 300	2 280	20 540	1 580
Lundi	280	700	520	760	2 440	880	800	5 620	420	1 540	260	4 700	3 400	22 320	1 717
Mardi	280	640	380	1 100	2 720	820	760	4 000	640	1 260	340	5 300	3 920	22 160	1 705
Mercredi	180	620	480	780	3 420	960	900	1 700	780	1 180	200	4 800	13 600	29 600	2 277
Jeudi	200	600	340	1 020	3 040	920	580	3 500	840	940	140	7 300	8 100	27 520	2 117
Vendredi	140	960	380	780	2 940	840	600	3 800	120	880	60	6 500	6 000	24 000	1 846
Total	1 700	4 960	2 441	6 620	17 083	6 200	5 526	27 600	3 673	7 880	1 397	42 600	38 804	166 484	
Moyenne/j	243	709	349	946	2 440	886	789	3 943	525	1 126	200	6 086	5 543	23 783	

A l'origine, le quartier de Boukoki possédait 47 puits, mais 34 ont été bouchés, condamnés, ou utilisés comme fosse septique. L'abandon des puits est en relation avec l'extension du réseau d'adduction. Cependant, les résultats montrent une utilisation importante des puits existants alors que leur densité est faible. Ils fournissent en effet 12,7% de l'eau utilisée dans le quartier et représentent 10% des points d'eau. Rapportée à l'ensemble de la population du quartier, la moyenne de la consommation d'eau de puits est de 2,2 l/j/hab.

Les résultats de l'enquête montrent une variation, du moins pour certains puits, au cours de la semaine. En effet, les résultats de la consommation en eau à Boukoki III montrent que les puits fournissent 13% de la consommation totale en eau, soit environ 1828 l par jour sur chaque puits alors que chaque robinet ne débite en moyenne que 1445 l d'eau. Lorsqu'une coupure se produit sur le réseau, la consommation d'eau prélevée dans les puits augmente, ce qui explique certaines valeurs comme celles du mercredi et du jeudi pour le puits 44 (tableau 4.3.2).

Les résultats de la consommation à partir des puits montrent que certains d'entre eux sont très fréquentés. Même s'ils sont la propriété d'une personne et se trouvent à l'intérieur d'une concession, les puits sont utilisés par la population du quartier et leur accès en est souvent libre et gratuit. L'eau est aussi bien utilisée pour l'alimentation que pour les tâches ménagères. Les puits situés à proximité des écoles sont très sollicités puisqu'ils assurent la consommation des enfants lorsqu'ils sont en classe.

L'abandon des puits par la population de Boukoki pour l'usage des robinets et bornes fontaines est difficile à apprécier. L'eau puisée est gratuite alors que celle du robinet est chère. Le seul avantage à consommer l'eau du robinet est, bien sûr, sa qualité.

La moyenne de la consommation totale du quartier est de 269.5 m³/j (en mars) à partir du réseau d'adduction et de 23.8 m³/j à partir des puits. Rapportée à la population du quartier, la moyenne de la consommation, au maximum de prélèvement saisonnier (mois de mars), est par conséquent de 26.7 l/j/hab.

3.3.3 Consommation du Cheptel

Comme à Foulan Koira, des animaux domestiques s'abreuvent dans le quartier de Boukoki III. Une enquête a été réalisée pour recenser le nombre d'animaux afin d'estimer leur consommation par rapport à celle évaluée globalement.

Tableau 4.3.3 : Recensement du cheptel à Boukoki III

	Au village	Au pâturage	Total
Caprins	21	68	89
Ovins	90	79	169
Bovins	8	20	28

Cette enquête réalisée sur 60 concessions montre que les habitants de Boukoki possèdent peu d'animaux, en moyenne 4 par concession. Ce chiffre est surestimé puisque 44 ovins seront sacrifiés lors de la fête du mouton (qui a lieu peu de temps après l'enquête). A Boukoki, seul 50% des concessions possèdent un ou plusieurs animaux.

Si l'on considère l'ensemble du quartier, les habitants posséderaient 1 588 animaux au total dont 1 433 chèvres et moutons et 155 bovins. Seuls 117 chèvres, 500 moutons et 44 bovins consomment de l'eau à Boukoki, le reste des animaux étant au pâturage (tableau 4.3.3).

Tableau 4.3.4 : Consommation du cheptel de Boukoki

	Consommation (1)
Caprins	585
Ovins	2500
Bovins	2200
Total	5285

(1) : en litre par jour

La consommation en eau du quartier de Boukoki III est en moyenne de 17 litres par jour et par personne à partir du réseau d'adduction et des puits. Si l'on retire la consommation du cheptel, la moyenne varie peu, elle atteint 16.5 litres par jour et par personne. La consommation du cheptel représente 2.8% de la consommation globale.

4. Conclusion

La consommation journalière moyenne varie de 16,5 à 20,2 l/j/hab. entre les quartiers de Boukoki et Foulan Koira.

Cependant, ils sont évidemment beaucoup plus élevés dans d'autres quartiers. Ainsi, selon Motcho (1991), la consommation moyenne dans les quartiers résidentiels serait de 500l/j/hab.

Si l'on considère que 90% de la population habitent dans un quartier traditionnel comme Boukoki III, la consommation correspondante serait de 10 800 m³/j pour 20l/j/hab. Avec une population dans les quartiers résidentiels évaluée en conséquence à 10% de la population totale, sa consommation serait de 30 000 m³/j. La consommation de l'ensemble de la population de Niamey serait donc de 40800 m³/j.

De plus, la consommation des aménagements hydro-agricoles est d'environ 360 690 m³/j (d'après les données de l'ONAHA), sans comptabiliser la consommation du maraîchage. Si l'on considère que la consommation du cheptel est d'environ 7% de la consommation humaine (4 animaux par concessions), elle est alors d'environ 750 m³/j.

La consommation totale pour la ville de Niamey serait alors de 402 240 m³/j ou de l'ordre de 400 000 m³/j.

Conclusion générale

Pour évaluer un risque lié à la consommation d'eau en milieu urbain, en particulier sahélien, à fortes contraintes climatiques, il importe de mettre en rapport de façon étroite les termes de demande d'une part et d'offre ou disponibilité d'autre part. Ce sont ces rapports entre besoins et disponibilités en eau qui déterminent le bien être de la population et bien des possibilités de développement de l'agglomération

Concernant les besoins, la demande actuelle a été estimée mais, d'ici dix ans, la population de Niamey pourrait atteindre un million d'habitants et sa surface urbanisée aura doublé.

L'approvisionnement en eau de surface est contrarié par un climat semi-aride, caractérisé par un ensoleillement élevé, de fortes températures et une demande évaporatoire de l'atmosphère particulièrement importante durant 8 mois secs.

Niamey, capitale politique, administrative et économique doit assurer la distribution en eau pour sa population mais aussi pour son secteur primaire et dans une moindre mesure pour les activités secondaire et tertiaire. L'approvisionnement en eau de la population peut se faire aisément à partir du fleuve. Les besoins en eau des industries, du commerce, de l'artisanat et de l'administration augmentent peu par rapport aux besoins domestiques ou agricoles.

Actuellement, la consommation en eau dans les quartiers traditionnels, représentant environ 90% de la population, est de 20 l/jour/hab. Si l'on considère que les quartiers résidentiels représentent 10% de la population avec une consommation journalière de 500 l/j/hab., la consommation domestique total représente 40 800 m³/j. Cette estimation rejoint celle faite par MOTCHO (1991) qui a évalué la consommation moyenne de 50 l/j/hab. correspondant à des besoins totaux de 30 000 m³/j.

Pour augmenter la qualité de vie, la consommation moyenne de 50 l/j/hab. peut être doublée et évaluée, pour les années futures, à 100 l/j/hab. Dans dix ans, lorsque la population de Niamey atteindra 1 000 000 habitants, les besoins domestiques seraient alors de 100 000 m³/j ou de 50 000 m³/j si les conditions de vie n'évoluent pas.

Ces estimations ne prennent pas en compte les besoins agricoles qui sont estimés à environ 360 000 m³/j. La consommation agricole est environ 9 fois supérieures aux besoins domestiques.

Les besoins en eau sont au total de l'ordre de 400 000 m³/j actuellement à Niamey et ils vont certainement augmenter dans les années futures. La capacité de production et de retenue d'eau (barrages) pourraient être augmentées mais les risques de pénuries engendrées par la sécheresse ou la pollution obligent à diversifier les sources d'apport.

Pour cela, il convient d'améliorer les prélèvements sur les eaux souterraines et ce d'autant plus que la périphérie sera toujours en retard pour l'adduction d'eau. L'exploitation de la nappe peut être encouragée puisque les réserves (et leurs renouvellements) sont importantes. Cependant, la nappe est polluée en rive droite et en rive gauche dans le centre de la ville et donc non consommable. Il faudrait étudier la dynamique de pollution pour diminuer les causes polluantes qui sont vraisemblablement : l'absence de dispositifs d'assainissement des eaux usées, le stockage des ordures ménagères sans gestion, l'utilisation anarchique des engrais et des pesticides.

Cependant, en périphérie de Niamey, l'eau souterraine peut être exploitée. Pour cela, l'usage des forages et des puits doit être développé, mieux gérer, les forages existants, réparés et surtout y empêcher le développement de la pollution.

Bibliographie

- ABDOULKARIMOU T., Détermination géologique des réservoirs du continental terminal à l'ouest du dallol Bosso (Niger), 1988, Mémoire de DEA, Université de Bordeaux III, 1-53
- ARCHAMBAULT R., Réflexion sur l'alimentation et l'évaporation des nappes phréatiques en Afrique subsaharienne, 1986, Colloque international sur la révision des normes hydrologiques suite aux incidences de la sécheresse, 1-17, Communication n°23, CIEH, Ouagadougou
- BERNERT G., DEHAYS H., GARIN H., ZUNINO C., Programme d'urgence pour le renforcement de l'alimentation en eau potable des quartiers de la périphérie de Niamey (Niger). Exécution de 50 forages productifs, 1985, Rapport d'étude, BRGM, Niamey, 1-54
- BAYARD I., Etude socio-économique de la ceinture verte à Niamey, 1988, Rapport d'étude, Niamey, 1-26
- BECHLER N., Les déchets urbains à Niamey, 1995, Multigraphié, 12
- BILLON B., Le Niger à Niamey. Décrue et étiage 1985, Cah. ORSTOM, sér. Hydrol. (1985) 21, 3-22
- BOUDOURESQUE L., DUBOIS D., LANG J., TRICHET J., Contribution à la stratigraphie et à la paléogéographie de la bordure occidentale du bassin des Iullemeden au Crétacé supérieur et au Cénozoïque (Niger et Mali, Afrique de l'ouest), Bull. Soc. géol. France (1982) 4, 685-695
- BUREAU CENTRAL DE RECENSEMENT, Recensement général de la population 1988. Répertoire national des villages du Niger, 1991, 1, ministère du plan (Niger), Niamey
- CHENE J., Ville de Niamey : rapport d'évaluation des besoins en eau potable et des ressources disponibles, 1984, Rapport d'étude, BRGM, Niamey, 1-18
- DEHAYS H., GARIN H., ZUNINO C., Programme d'urgence pour le renforcement de l'alimentation en eau potable des quartiers de la périphérie de Niamey (Niger). Deuxième phase : exécution de 68 forages, 1986, Rapport d'étude, BRGM, Niamey, 1-30
- DIDIER SAINT- ARMAND R., Le continental terminal et son influence sur la formation des sols au Niger, Cah. ORSTOM, série pédol. (1969) 7, 561-584
- DILUCA, La sécheresse et les eaux souterraines en Afrique de l'ouest, 1986, Colloque international sur la révision des normes hydrologiques suite aux incidences à la sécheresse, Communication n°25, CIEH, Ouagadougou, 1-10
- DOORENBOS J., Les besoins en eau des cultures, 1975, Bull. d'irrigation et de drainage, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, 1-198
- DSD, Annuaire statistique « séries longues », 1991, Ministère du plan, Niamey, 1-243
- DUBOIS D., ICOLE M., TRICHET J., Evolution géomorphologique de la vallée du Niger aux abords de Niamey (République du Niger), Bull. Soc. géol. France (1984) 6, 1305-1318
- ELHADJI M.M., Etude sur l'agriculture maraîchère intra et péri-urbaine à Niamey, 1993, Rapport d'étude, PAGT, Niamey, 1-76
- ESTIENNE P., GODARD A., Climatologie, 1970, A. Colin, Paris, 1-367

GIRARD P., Techniques isotopiques appliquées à l'étude des nappes des altérites et du socle fracturé de l'ouest africain. Etude de cas : l'ouest du Niger, 1993, Mémoire de D.E.A, Montréal, 1-141

GOLDEN SOFTWARE, Inc., Surfer for windows, contouring and 3D surface mapping, 1994, USA, 1-410

GREIGERT J., Atlas des eaux souterraines du Niger. Les nappes du continental terminal du synclinal de Dogondoutchi, 1979, 1, 5, 1, BRGM, Orléans

GREIGERTJ., PUGNET R., Notice explicative sur la carte géologique de la République du Niger, 1967, BRGM, Paris, 1-62

GWK-INGENIEUR-CONSEIL, Assainissement de la ville de Niamey. Schéma directeur, 1990, Rapport d'étude, Niamey

JOSEPH A., BOUREIMA O., Pollution nitrée de la nappe alluviale du fleuve Niger, 1988, Rapport d'étude, Niamey, 1-14

JOSEPH A., BOUREIMA O., Pollution nitrée de la nappe alluviale du fleuve Niger, Ann. Univ. de Niamey 3 (1986) 1, 129-154

JOSEPH A., GIRARD P., Etude de la pollution en nitrates des aquifères de socle : exemple de la nappe de Niamey, 1990, Rapport, Niamey, 1-32

JOSEPH A., BOUREIMA O., Pollution nitrée de la nappe alluviale du fleuve Niger à Niamey, 1988, Rapport d'étude, Niamey, 1-14

KAKA G., BAKO Y., ABDOU A., RIVIECCIO J.P., Protection des bassins versants du fleuve Niger, 1987, Rapport d'étude, Ministère du Plan, Niamey, 1-90

KARBO A., Contribution à l'étude de la caractérisation de l'eau de pluie à Niamey, Mémoire de DESS, Uni. Orléans, France, 1-81

KARBO A., VAN LOON J., Etat des connaissances sur les grands systèmes aquifères du Niger, Contribution du projet PNUD/DDES, CIEH, Maradi, 1992, 1-16

LANG J., KOGBE C., ALIDOU S., ALZOUMA K., DUBOIS D., HOUSSOU A., TRICHET J., Le Sidérolithique du tertiaire ouest africain et le concept du continental terminal, Bull. Soc. géol. France (1986) 8, 2, 605-622

LEFEVRE, Rapport de stage, 1994, Multigraphié, 1-12

LES ATLAS JEUNE AFRIQUE, Atlas du Niger, 1980, Jeune Afrique, Tours, 1-64

MACHENS E., Contribution à l'étude des formations du socle cristallin et de la couverture sédimentaire de l'ouest de la République du Niger, 1973, Mémoires du BRGM, 1-141

MAGELLAN SYSTEMS CORPORATION, Magellan GPS NAV. 5000, Notice d'utilisation, Ed; Magellan Systems Corp., San Dimas, Californie, 1-125

MINISTERE DE L'HYDRAULIQUE, Le régime hydrologique du fleuve Niger et l'alimentation en eau de la ville de Niamey, 1985, Rapport, Niamey, 1-20

- MOHA H., Etude socio-économique d'un nouveau faubourg de Niamey : Foulan Koira-Koira Tégui, 1993, Mémoire de maîtrise de géographie, Université de Niamey, 1-140
- MOTCHO K.H., Cadre de vie et système de santé à Niamey (Niger), 1991, Thèse de Docteur d'Université, Université de Bordeaux III, 1-309
- ONAHA, Evaluation du coût des volumes d'eau pompés. Périmètre de la région de Niamey, 1992, Rapport, Niamey, 1-17
- OUSSEINI I., Répartition spatiale de l'occupation humaine et des ressources naturelles dans la région du fleuve Niger, 1994, Rev. de Géog. Alp. 2, 159-170
- OUSSENI I., MOREL A., Utilisations des formations alluviales azoïques pour l'étude des paléoenvironnements du pléistocène supérieur et de l'holocène au Sud du Sahara : l'exemple de la vallée du Niger dans le liptako nigérien, 1989, Bull. Soc. Géol. 1, France, 85 - 90
- PAILLET A., Suivi piézométrique et chimico-bactériologique des forages d'eau de Niamey-Niger, 1986, Rapport de stage, BRGM, Niamey, 1-18
- PNUD, Synthèse des ressources en eaux souterraines du continental terminal, 1990, Rapport d'étude, Ministère de l'hydraulique, Niamey, 1-42
- ROGNON P., Un projet japonais de lutte contre la sécheresse au Sahel, Séch. (1991) 2, 135-138
- S.A. GENIA, Etude de factibilité. Projet de traitement et de valorisation de déchets urbains, 1989, Rapport d'étude, Ministère du plan, Niamey, 1-128
- SIDIKOU A. H., Etude de géographie socio-urbaine, 1980, Thèse d'état en géographie, 1 et 2, Université de Haute Normandie, Rouen, 1-448
- SIVAKUMAR M. V. K., Climate of Niamey, 1988, Multigraphié, Note ICRISAT, Niamey, 1-36
- SIVAKUMAR M.V.K, Le climat de Niamey, 1988, Rapport, Niamey, 1-36
- SOUMANA I., Le régime hydrologique du fleuve Niger et l'alimentation en eau de la ville de Niamey, 1986, Colloque international sur la révision des normes hydrologiques suite aux incidences de la sécheresse, Communication n°19, CIEH, Ouagadougou, 1-20
- STOUDMANN A., Les disparités de la desserte en eau à Niamey (Niger), 1990, Mémoire de fin d'étude, Lausanne, 1-102
- VENNETIER P., Cadre de vie urbain et problèmes de l'eau en Afrique Noire, Annales de Géographie, n°540, 1988, 171-194
- WILLENS L., BERGOIENG J.P., Observations de coupes dans la terrasse T3 dans la vallée du Niger en aval de Niamey, Rev. de géogr. alpine (1994) 1, 47-63
- WILLENS L., LENOIR F., LEVECQ J.M., VICAT J.P., Evolution du relief au Niger occidental : rôle de la fracturation du socle précambrien et de la formation de pseudo-karsts au sein de la lithomarge et de la couverture sédimentaire, C. R. Acad. Sci. Paris (1993) 2, 97-102

ZINZINDOHOUE, La situation hydrologique dans le bassin du fleuve Niger en 1985-1986, 1986, Colloque international sur la révision des normes hydrologiques suite aux incidences de la sécheresse, Communication n°11, CIEH, Ouagadougou, 1-13

ZINZINDOHOUE, Rapport sur la situation hydrologique du fleuve Niger due à la sécheresse et à la désertification, 1986, Colloque international sur les révisions des normes hydrologiques suite aux incidences de la sécheresse, Communication n°10, CIEH, Ouagadougou, 1-11

ZOURKALEINI D., Projet d'implantation d'une unité de collecte, de traitement et de valorisation des ordures, 1993, Rapport d'étude, Niamey, 1-49

Annexes

Précipitations annuelles

Station : Niamey ville

Année	P	N	Année	P	N
1905	482	40	1951	566	45
1906	600	62	1952	901	54
1907	530	48	1953	689	59
1908	521	44	1954	466	52
1909	939	54	1955	560	47
1910	433	36	1956	414	50
1911	82	10	1957	608	58
1912	449	42	1958	622	55
1913	337	37	1959	653	66
1914	356	33	1960	629	55
1915	281	33	1961	695	53
1916	494	33	1962	663	48
1917	375	36	1963	558	51
1918	605	36	1964	705	56
1919	695	38	1965	662	54
1921	606	30	1966	565	51
1922	633	33	1967	813	55
1923	575	34	1968	447	56
1924	684	42	1969	646	53
1925	683	38	1970	541	45
1926	447	28	1971	570	45
1927	904	56	1972	412	46
1928	567	46	1973	371	37
1929	817	51	1974	476	44
1930	788	50	1975	668	65
1931	524	47	1976	657	62
1932	525	32	1977	543	50
1933	451	66	1978	685	52
1934	455	47	1979	506	52
1935	541	52	1980	458	46
1936	752	70	1981	376	48
1937	551	54	1982	366	48
1938	553	58	1983	518	41
1939	605	43	1984	319	37
1940	570	43	1985	486	49
1941	466	45	1986	474	53
1942	577	45	1987	433	46
1943	663	56	1988	556	49
1944	313	37	1989	655	38
1945	587	57	1990	474	42
1946	646	53	1991	591	50
1947	500	42	1992	670	52
1948	658	51	1993	508	37
1949	358	44	1994	668	60
1950	597	59	Moyenne	564	48

P : précipitations annuelles en mm

N : nombre de jours de pluie

Source : DGMN, 1995

Répartition journalière des précipitations mensuelles

Station : Niamey aéroport

Année	Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Aout			Septembre			Octobre			Novembre			Total			
	N	P	Pm	N	P	Pm	N	P	Pm	N	P	Pm	N	P	Pm	N	P	Pm	N	P	Pm	N	P	Pm	N	P	Pm	N	P		
1975				3	4	2	9	67	22	6	83	39	18	194	63	18	262	47	7	79	25									60	689
1976							7	77	54	9	71	26	10	115	23	15	215	45	12	82	26	8	29	16					61	589	
1977	2	1	1				6	42	26	7	52	25	14	222	47	13	212	69	6	29	14								48	556	
1978	2	30	25	4	54	41	8	65	47	7	99	68	8	97	36	12	195	43	10	102	35	4	24	19					55	666	
1979	2	2	1	1	1	1	5	65	36	15	59	21	9	209	71	14	128	50	7	70	35	3	4	2	1	6	6		57	543	
1980							2	29	28	8	84	23	15	106	19	15	121	19	8	84	23	1	5	5					49	428	
1981				2	6	6	5	62	58	5	72	43	16	277	51	8	48	13	9	54	14								45	518	
1982	1	0	0	1	16	16	4	33	12	8	35	15	15	74	21	13	135	32	7	43	32	2	5	4					51	341	
1983							5	109	48	7	145	68	10	160	34	9	93	32	9	97	21	1	1	1					41	606	
1984							8	69	33	4	42	14	9	63	16	9	57	18	8	43	13	3	19	14					41	294	
1985	1	0	0				2	1	0	8	68	18	13	109	41	14	115	30	13	103	26								51	396	
1986	1	7	1				4	66	53	7	37	12	12	83	34	16	118	22	12	87	22	3	19	9					55	412	
1987	3	43	32				2	22	20	2	4	4	13	120	27	13	124	25	9	59	28	3	10	4					45	382	
1988				3	5	3	1	0	0	8	73	27	14	154	58	18	167	29	12	98	44	1	3	3					57	499	
1989				1	1	1	2	6	6	2	25	20	6	125	40	11	303	105	10	148	56	1	8	8					33	616	
1990							3	67	50	9	92	48	12	142	61	7	75	24	6	130	46								37	507	
1991	1	0	0	2	10	7	9	72	35	11	70	19	9	49	16	13	188	61	2	24	16	4	24	14					51	437	
1992				3	16	16	6	41	19	10	147	45	12	198	50	14	202	38	4	66	32	1	1	1					50	672	
1993				1	2	2	3	9	8	7	90	26	12	141	27	12	127	32	9	55	19	2	3	2					46	427	
1994				2	30	25	3	6	2	8	54	18	11	223	129	21	296	84	8	71	24	8	28	10					61	707	
Moyenne	1	4	3	1	7	6	5	45	28	7	70	29	12	143	43	13	159	41	8	76	27	2	9	6	0	0	0	50	514		

N : nombre de jours de pluie
 P : précipitations mensuelles en mm
 Pm : précipitations maximales mensuelles en mm

Source : DGMN, 1995

Les températures à Niamey

Station : Niamey aéroport (1951-1985)

Mois	Tx	Tma	Tn	Ta	T. moy.
Janvier	32.9	40.2	15.9	9.0	24.3
Février	35.9	41.6	18.7	10.5	27.5
Mars	39.0	44.4	22.8	13.6	31.2
Avril	40.9	45.8	26.3	17.5	33.7
Mai	39.9	45.5	27.4	20.0	33.7
Juin	36.9	43.5	25.4	18.5	31.0
Juillet	33.7	40.8	23.6	15.0	28.3
Août	32.1	37.8	22.9	17.0	27.1
Septembre	33.9	40.3	23.3	18.6	28.2
Octobre	37.3	40.7	23.8	16.9	30.4
Novembre	36.4	40.5	19.3	13.2	28.1
Décembre	33.4	39.8	16.4	8.7	25.3

Tx : Température maximum moyenne (en °C)

Tma : Température maximum absolue (en °C)

Tn : Température minimale moyenne (en °C)

Ta : Température minimale absolue (en °C)

Source : Sivakumar, 1988

Les vents à Niamey

Station : Niamey aéroport

Mois	V	D
Janvier	3	NE
Février	3	NE
Mars	3	NNE
Avril	3	NE
Mai	3	SW
Juin	3	SW
Juillet	3	SW
Août	3	SW
Septembre	2	SSW
Octobre	2	E
Novembre	3	E
Décembre	3	E
Annuelle	3	

V : vitesse des vents en m/s

D : direction des vents

Source : Motcho, 1991

Taux de croissance à Niamey

Année	P	T.c
1905	1800	
1908	2887	37.7
1911	3064	5.8
1912	1939	-58.0
1913	2013	3.7
1921	1886	-6.7
1926	3142	40.0
1927	1787	-75.8
1930	1642	-8.8
1931	2183	24.8
1932	2455	11.1
1935	4976	50.7
1936	5125	2.9
1937	6271	18.3
1938	6651	5.7
1940	8152	18.4
1941	7255	-12.4
1942	7282	0.4
1943	6923	-5.2
1944	7255	4.6
1945	8078	10.2
1946	6362	-27.0
1951	11790	46.0
1953	18129	35.0
1959	29950	39.5
1960	33816	11.4
1965	59950	43.6
1968	72204	17.0
1972	108000	33.1
1975	135388	20.2
1977	242973	44.3
1988	398265	39.0

P : nombre d'habitant

Tc : taux de croissance (en %)

Source : Motcho, 1991

Fiche d'enregistrement

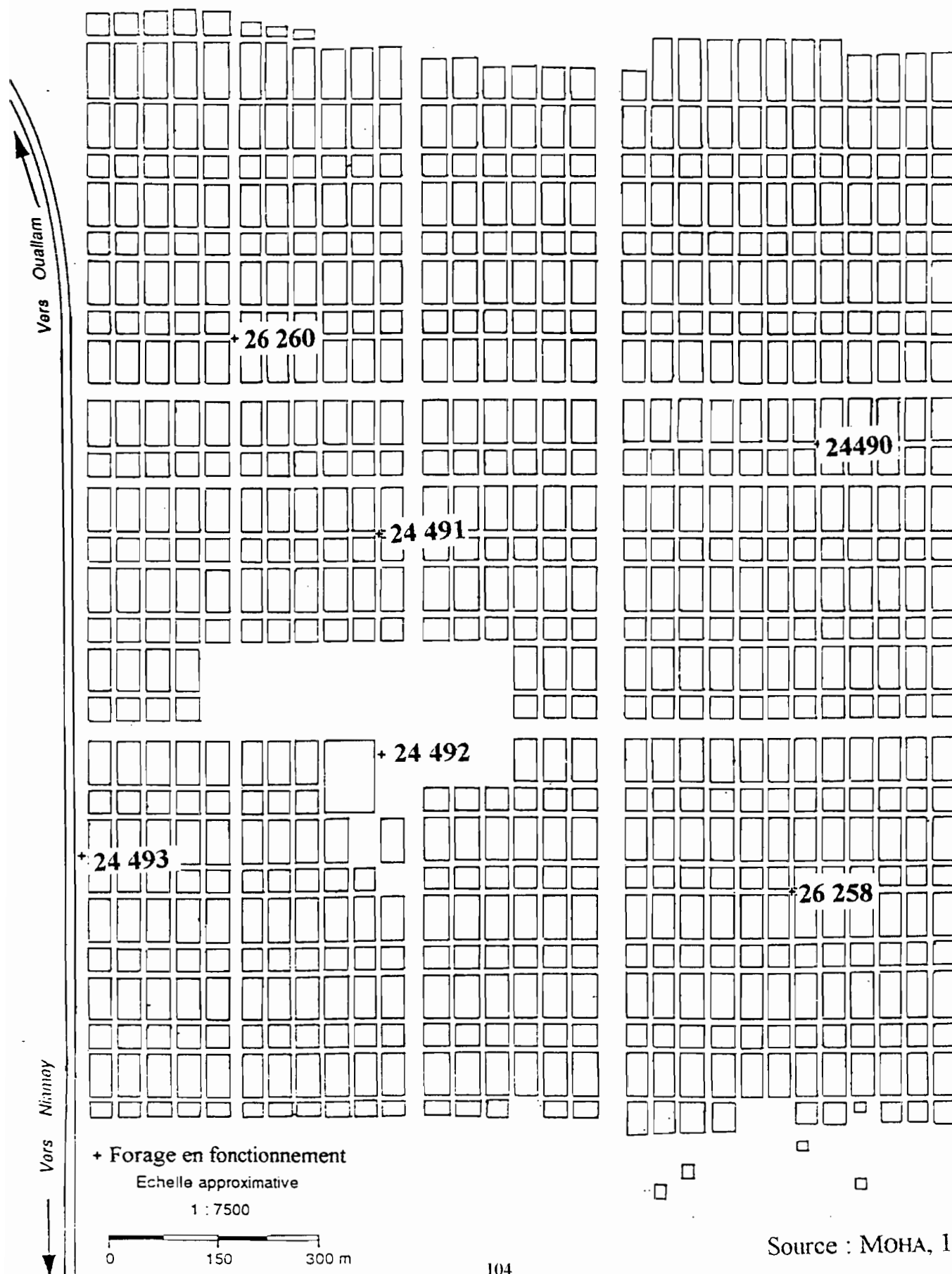
Date :
n° de forage :
n° de puits :

Observateur :
Prix du seau :

Heure	Qui				Pour qui			Quantité	Pourquoi			
	F	H	E	R	F. K	NY	Autres		les.	toil.	bois.	cuis.

F : femme ; H : homme ; E : enfant ; R : revendeur
F. K : Foulan Koira ; NY : Niamey
les. : lessive ; toil. : toilette ; bois. : boisson ; cuis. : cuisine

Localisation des forages en fonctionnement à Foulan Koira



Consommation en eau à partir des robinets à Boukoki en 1994

	n° robinet	n° compteur	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juill	aout	sept	oct	nov	dec	total	
Borne	2	5313601	15	7	41	52	20	31	34	35	63	24	0	52	374	
	15	5320401	16	31	21	17	10	12	15	15	17	9	56	0	219	
	24	53238010	36	39	50	30	22	0	47	50	0	7	31	9	203	
	40	5335601	33	45	64	39	25	35	24	39	33	31	46	17	431	
	26	5324401	36	38	55	30	20	0	45	0	80	22	61	28	415	
	Fontaine	51	5342003	27	0	90	33	21	26	24	28	31	27	42	15	364
		83	5363202	0	0	0	0	13	5	5	5	6	6	8	3	51
		90	5370201	52	58	53	55	77	34	32	38	59	35	97	22	612
		93	5371801	28	25	40	25	15	16	13	16	23	13	36	13	263
		58	5344801	39	48	67	36	27	33	42	48	55	61	55	0	511
95		5374601	32	28	33	38	11	9	11	12	18	19	36	26	273	
100		5381002	21	29	40	31	16	21	16	18	25	11	31	4	263	
R O B I N E T P R I V E		74	5353201	26	24	24	43	18	19	24	23	26	15	30	12	284
		66	5352201	30	85	73	65	44	54	53	47	61	28	81	34	655
		99	5380602	7	20	27	18	12	14	11	13	16	11	18	8	175
	107	5385601	45	43	70	47	33	37	40	35	64	21	52	45	532	
	117	5358001	33	71	139	52	29	31	31	30	34	31	33	33	547	
	109	5316301	17	30	51	28	16	20	17	29	15	15	12	17	267	
	76	5356001	0	25	700	597	1080	667	581	0	0	0	0	682	4332	
	78	5358401	0	164	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125	289	
	103	5383601	13	16	44	37	19	34	15	24	28	20	33	14	297	
	104	5383401	0	0	11	117	77	112	111	43	24	17	44	0	556	
102	5383801	9	21	33	23	14	20	19	21	29	12	25	10	236		
98	5380401	14	36	52	30	20	27	18	18	25	4	40	14	298		
97	5380201	14	34	56	36	21	28	19	24	50	19	39	15	355		
77	5351402	295	299	376	122	133	184	110	175	392	92	232	170	2580		

	n° robinet	n° compteur	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juill	aout	sept	oct	nov	dec	total	
R O B I N E T P R I V E	68	5352801	0	0	53	34	24	38	38	34	44	19	46	0	330	
	65	5351601	15	32	50	30	18	22	22	20	45	17	42	15	328	
	70	5354001	5	16	30	25	16	19	16	19	21	7	16	6	196	
	71	5353802	12	24	33	22	15	15	21	23	25	13	29	13	245	
	72	5353801	22	41	255	171	20	18	17	20	23	14	45	22	668	
	73	5336001	0	26	39	23	15	20	18	25	13	22	20	0	221	
	96	5394001	5	32	55	18	18	18	18	18	18	18	18	18	24	260
	66	5364601	17	0	64	39	28	34	33	38	48	18	52	17	388	
	33	5327801	11	22	38	20	11	14	16	16	36	14	31	12	241	
	108	5328001	20	20	0	0	24	0	16	16	0	22	20	20	158	
	32	5328201	5	18	32	20	12	14	25	22	12	10	23	5	198	
	80	5326301	0	29	49	74	22	28	24	24	27	9	19	19	324	
	12	5316401	0	67	108	68	27	42	33	30	146	47	66	68	702	
	11	5316801	0	57	83	55	35	42	41	42	76	25	44	44	544	
	5	5311601	13	30	44	29	22	29	31	31	50	15	35	13	342	
	6	5311602	6	10	16	7	9	9	2	2	6	6	19	5	97	
	8	5311603	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
	7	5311605	3	9	18	13	8	10	11	10	17	8	13	2	122	
	9	5311604	5	10	16	13	8	10	11	10	13	5	12	4	117	
	10	5311606	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	11	
	119	5311001	23	48	85	56	38	38	33	30	94	26	63	22	556	
	1	5310601	9	8	12	9	5	6	4	6	11	3	5	4	82	
120	5312001	13	14	63	35	28	36	39	40	32	13	38	13	364		
121	5310801	13	0	16	119	98	75	60	3	0	11	31	12	438		
3	5314601	0	44	87	59	36	68	0	65	68	26	42	48	543		
4	5311401	15	36	54	204	18	20	16	15	44	6	50	15	493		
122	5315001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96	96	192		
123	5321801	6	13	22	18	12	15	14	15	24	9	16	5	169		
13	5315601	8	9	18	10	12	4	5	10	14	6	8	8	112		
22	5323401	1	9	12	8	4	4	1	2	1	3	5	2	52		

	n° robinet	n° compteur	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juill	aout	sept	oct	nov	dec	total
	20	5322801	20	51	87	46	26	38	41	40	50	20	50	21	490
	21	5322601	34	62	99	49	31	38	41	40	64	29	69	34	590
	28	5325601	32	68	109	70	44	47	49	45	61	30	73	32	660
	25	5324601	0	34	18	25	24	18	16	16	0	22	20	20	213
	27	5325201	9	6	31	25	13	14	13	10	25	10	21	9	186
	29	5328201	17	37	65	39	20	36	39	40	55	20	47	18	433
	124	5325801	34	0	0	0	0	0	0	0	0	53	35	34	156
	31	5327401	1	8	10	8	1	2	4	5	1	4	5	2	51
	125	5327601	5	55	89	49	28	25	24	25	39	18	43	15	415
R	127	5373601	9	13	36	17	12	14	14	7	21	8	20	9	180
O	6362	5345401	36	65	105	88	56	76	67	80	118	48	121	36	896
B	61	5345801	31	89	133	84	49	53	54	74	86	30	90	32	805
I	60	5346001	10	31	51	30	18	25	23	20	26	10	28	10	282
N	56	5344001	19	43	41	38	62	31	32	40	39	17	49	20	431
E	47	5340201	14	56	41	13	7	10	11	12	11	12	67	14	268
T	43	5336201	6	15	27	15	9	0	29	13	18	17	25	7	181
	18	5322401	23	23	0	27	27	20	18	18	20	25	23	23	247
P	17	5322201	15	52	71	40	19	13	27	15	53	20	40	15	380
R	38	5334201	6	18	28	17	9	14	14	17	23	8	16	6	176
I	39	5334401	0	33	60	25	17	20	16	17	33	16	44	17	298
V	24	5330201	31	33	33	68	176	200	51	100	19	12	61	31	815
E	36	5332801	13	0	0	160	19	24	29	19	27	15	39	14	359
	39	5334602	0	48	52	0	0	0	0	0	42	27	71	38	278
	41	5335001	10	30	35	23	12	17	16	19	17	14	15	19	227
	42	5335201	18	36	46	24	21	27	29	30	31	26	48	18	354
	45	5336901	17	39	66	41	26	33	31	34	32	32	47	18	416
	88	5368001	14	0	0	0	50	0	7	33	34	27	37	14	216
	50	5340801	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	128	5341801	21	60	24	40	88	45	40	40	52	47	89	22	568
	49	5340601	8	41	86	41	17	24	24	21	18	19	24	9	332

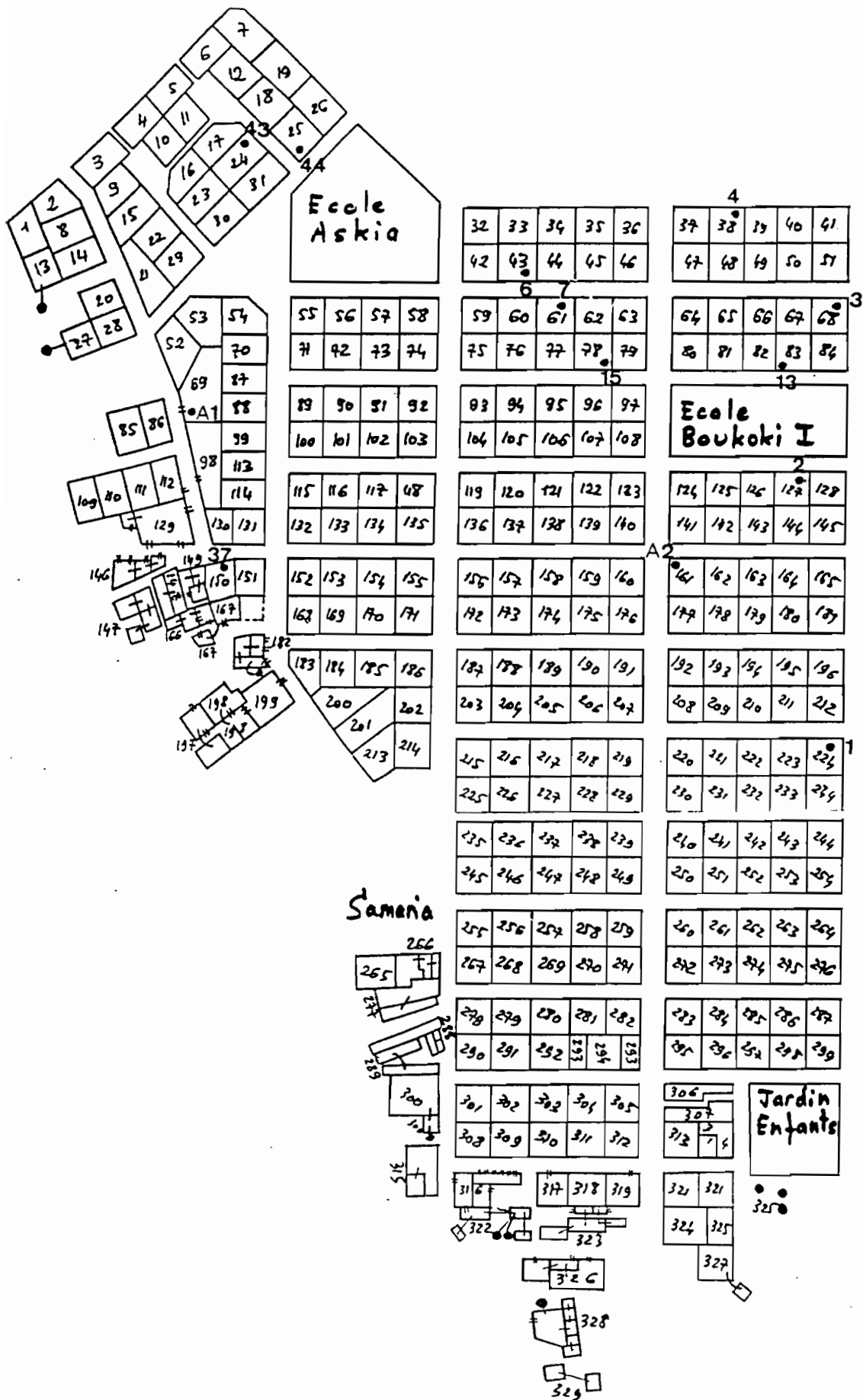
	n° robinet	n° compteur	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juill	aout	sept	oct	nov	dec	total	
R O B I N E T P R I V E	52	5341804	21	39	66	36	26	0	67	35	20	44	45	18	417	
	48	5340401	15	43	67	41	30	36	34	37	37	32	48	16	436	
	53	5342601	0	25	45	16	15	17	19	0	49	10	29	12	237	
	129	5343401	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	6	18	
	54	5342801	19	66	89	57	25	29	36	35	29	41	44	19	489	
	55	5343001	87	145	177	132	124	173	132	139	76	64	104	88	1441	
	59	5343201	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	152	152
	130	5350801	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	21	20	46
	86	5366601	11	35	53	41	15	17	19	20	18	21	33	12	295	
	85	5366401	14	27	45	25	31	0	4	14	22	29	40	15	266	
	87	5366801	0	0	0	0	21	23	20	24	33	34	45	18	218	
	89	5367402	8	22	24	14	7	8	8	7	6	9	19	9	141	
	92	5370801	11	16	41	23	15	17	24	35	0	0	14	11	207	
	91	5370601	10	56	77	55	38	47	38	40	54	19	41	14	489	
	94	5371201	23	18	26	28	22	14	22	26	24	9	17	6	235	
	101	5382901	19	17	30	29	16	17	13	15	16	10	26	19	227	
	82	5361001	0	11	12	11	7	9	9	9	9	9	12	4	102	
	80	5360601	28	64	50	84	34	43	46	52	12	43	50	3	509	
	110	5331001	0	454	264	0	51	129	146	125	149	134	367	192	2011	
	111	5345202	455	515	687	363	243	326	319	312	417	62	207	305	4211	
112	5392201	331	396	655	420	487	151	325	276	661	232	296	185	4415		
113	5385201	298	108	392	393	393	291	249	200	511	146	632	0	3613		
114	5328801	260	198	324	162	116	132	110	131	227	184	351	128	2323		
115	5371001	0	23	152	0	0	0	0	0	0	0	16	63	254		
116	5357201	0	0	0	0	0	0	0	128	74	113	391	630	1431		
Somme par mois			3137	5164	8281	5814	4973	4460	4449	3808	5580	3106	6454	3856		

Fiche d'enregistrement pour les puits de Boukoki III

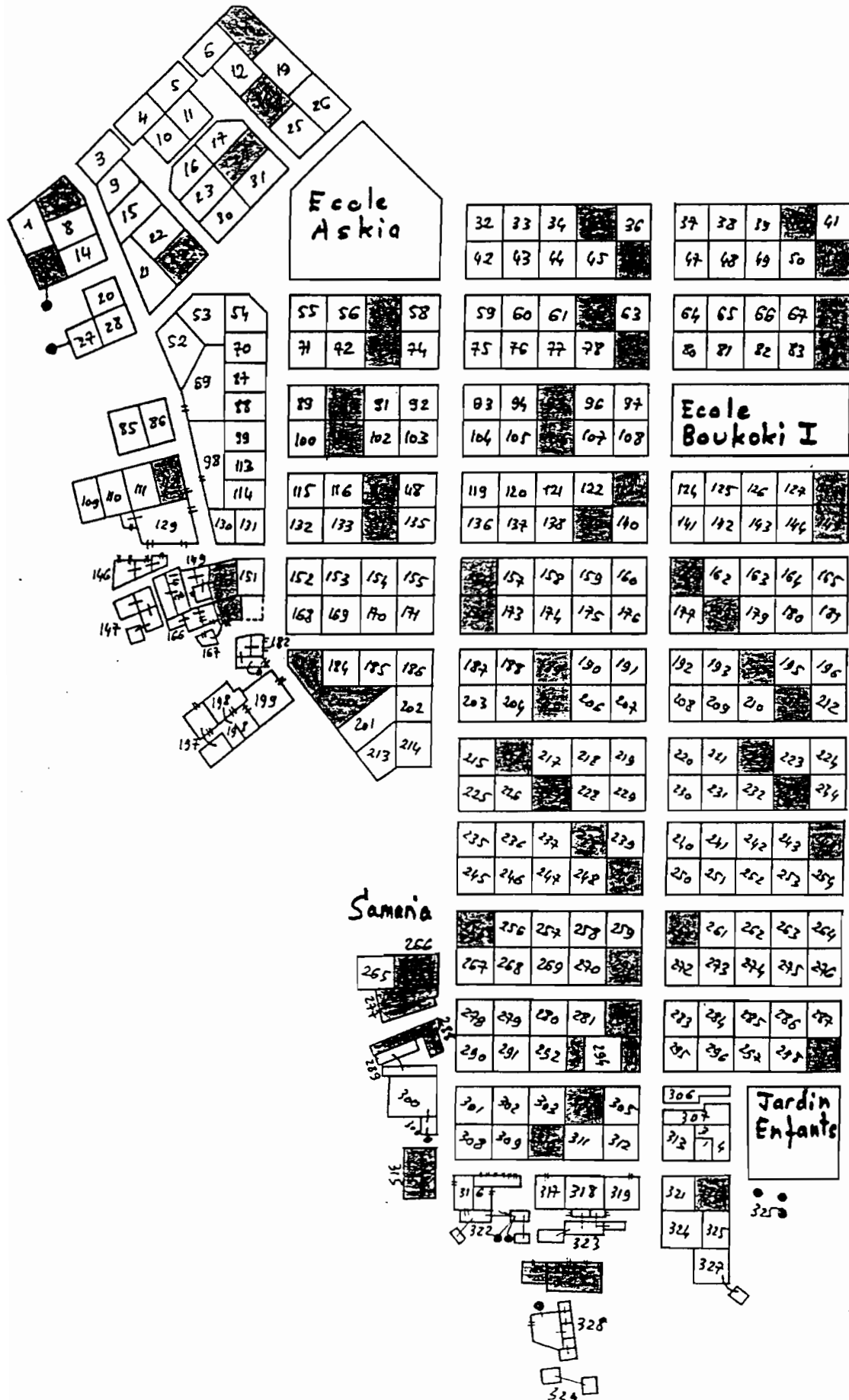
n° de puits :

Samedi	
Dimanche	
Lundi	
Mardi	
Mercredi	
Jeudi	
Vendredi	

Localisation des puits fonctionnels à Boukoki III



Localisation des concessions sélectionnées pour la réalisation de l'enquête sur le cheptel



n° forage	Nom	longitude	latitude	cote	piezo	T°C	pH	cond.	NH3	nitrates	nitrites	Fonct.	Regard	Remarques
21623	Niamey Goudel	02° 03' 12"	13° 33' 07"	213		31.2	7.7	584	0	10	0	O	N	
21624	Niamey Goudel	02° 03' 40"	13° 31' 42"	214								N	N	
21625	Goudel ecole	02° 03' 23"	13° 31' 26"	185		33.9	6.8	975	0	25	0	O	N	
21626	Lazaret	02° 07' 28"	13° 33' 18"	230								N	N	
21627	Lazaret	02° 07' 08"	13° 33' 20"	228								N	N	
21628	Marché bêtes	02° 06' 52"	13° 32' 43"	214								N	N	
21629	Foulan Koira	02° 06' 31"	13° 32' 38"	213								N	N	
21630	Foulan Koira	02° 06' 27"	13° 32' 58"	216								N	N	Détruit
21631	Yantala Haut	02° 05' 23"	13° 32' 26"	223	15.9							N	N	Pompe électrique et réservoir ne fonctionnant plus
21632	Yantala Haut	02° 05' 16"	13° 32' 14"	221	18.6							N	N	
21633	Yantala Haut	02° 04' 53"	13° 32' 33"	224								N	N	Détruit
21634	Boukoki IV	02° 07' 26"	13° 31' 31"	218								N	N	
21635	Boukoki IV	02° 07' 26"	13° 31' 31"	218								N	N	
21637	Couronne Nord	02° 08' 07"	13° 31' 58"	222	13.6							N	N	Pompe cassée
21638	Talladje	02° 09' 07"	13° 30' 07"	222	22.0	32.8	7.1	361	0	0	0	O	N	
21639	Talladje	02° 09' 13"	13° 30' 13"	222								N	N	
21640	Talladje	02° 09' 47"	13° 29' 23"	223								N	N	
21641	Talladje	02° 08' 57"	13° 29' 52"	224								N	N	
21642	Autogare	02° 08' 49"	13° 30' 22"	221		33.1	6.9	257	0	0	0	O	N	
21643	R. de Filingue	02° 09' 03"	13° 31' 09"	219								N	N	tuy. bouché
21644	R. de Filingue	02° 08' 19"	13° 31' 11"	219								N	N	
21645	Saga Gourou	02° 13' 07"	13° 32' 16"	200		32.8	8.0	164	0	10	0	O	N	bras cassé
21646	Saga Gourou	02° 13' 02"	13° 32' 21"	200	23.7							N	N	Plaque non fixée
21647	Parking Mairie	02° 12' 06"	13° 27' 15"	210								N	N	
21648	Madina	02° 08' 20"	13° 31' 31"	220								N	N	
21649	Madina	02° 09' 09"	13° 32' 22"	227		33.4	6.8	340	0	0	0	O	N	
21650	Madina	02° 08' 17"	13° 31' 34"	225								N	N	
21651	Madina	02° 08' 09"	13° 31' 30"	221								N	N	
21652	Route de Filingué	02° 08' 40"	13° 31' 35"	220								N	N	
21653	Diamyowe	02° 03' 37"	13° 30' 05"	183								N	N	Détruit
21654	Sagua	02° 06' 39"	13° 27' 59"	188		34.6	7.8	242	0	100	0	O	N	Pompe, 6 robinets et réservoir
21655	Gaweye école	02° 06' 21"	13° 29' 09"	187								N	N	
21657	Aviation	02° 10' 39"	13° 28' 20"	222								N	N	
21658	Aviation	02° 11' 20"	13° 28' 01"	221	25.3							N	O	

(1): n° de référence (2): nom de référence (3): latitude et longitude (4): côte (5): profondeur de la nappe (m) (6): température de l'eau (°C) (7): pH (8): Conductivité (uS/cm)

(9): taux d'ammoniac (mg/l) (10): taux de nitrate (mg/l) (11): taux de nitrite (mg/l) (12): état de fonctionnement (13): présence d'un regard (14): observations

n° forage	Nom	longitude	latitude	cote	piezo	T°C	pH	cond.	Amm.	nitrate	nitrite	Fonct.	Regard	Remarques
21659	Aviation	02° 12' 00"	13° 27' 28"	220	26.4							N	N	
21660	Aviation	02° 11' 06"	13° 27' 43"	220								N	N	
21661	Aviation	02° 10' 18"	13° 28' 23"	182		35.6	7.9	337	0	0	0	O	N	
21662	Saga école	02° 08' 15"	13° 28' 02"	181								O	N	Eau salée
21663	Saga NE	02° 08' 46"	13° 27' 34"	182	7.6							N	N	Plaque non fixée
21664	Boukoki II	02° 07' 15"	13° 32' 12"	218								N	N	Détruit
21668	Kirkissoye	02° 06' 11"	13° 28' 11"	181								N	N	Bouché
21669	Lamordé	02° 04' 35"	13° 30' 23"	182								N	N	
21670	Lamorde	02° 04' 43"	13° 30' 18"	181								N	N	
21671	Nogare	02° 05' 13"	13° 30' 25"	185		32.6	7.7	582	0	25	0	O	N	
24082	Foulan Koira I	02° 06' 25"	13° 32' 43"	211	5.3							N	O	Plus de pompe
24083	Boukoki I	02° 07' 19"	13° 32' 17"	220	14.0	34.5	6.4	365	3	0	0	O	N	
24084	Boukoki II	02° 06' 57"	13° 32' 20"	198	11.4							O	O	Dans concession
24088	Foulan Koira 2	02° 06' 15"	13° 35' 32"	229								N		Détruit
24089	Foulan Koira 3	02° 06' 09"	13° 35' 48"	228								N		Détruit
24090	Foulan Koira 2	02° 06' 06"	13° 36' 05"	216	14.6							N	O	Boulon cassé
24091	Foulan Koira 5	02° 06' 05"	13° 36' 15"	219								N	O	Partiellement détruit
24092	Lazaret 1	02° 06' 47"	13° 33' 42"	229								N	O	Bouché
24093	Lazaret 2	02° 07' 25"	13° 33' 02"	226	20.0							N	O	
24094	Lazaret 3	02° 07' 10"	13° 33' 00"	226								N	O	Bouché
24094	Lazaret 3	02° 07' 19"	13° 33' 02"	213								N	O	Bouché
24096	Boukoki IV	02° 07' 17"	13° 31' 14"	215	13.4							N	O	
24097	Yantala Haut ec.	02° 05' 16"	13° 32' 17"	221	18.0							O	N	
24098	Nogare 1	02° 05' 01"	13° 30' 24"	182								N	O	Bouché
24099	Norage 2	02° 05' 26"	13° 30' 26"	184	9.5							N	O	
24100	Banga Bana 1	02° 05' 530"	13° 29' 11"	184	3.8	32.5	7.3	1133	0	250	5	O	O	boulon cassé
24101	Gaweye 1	02° 06' 08"	13° 29' 23"	184	6.7							N	O	boulon cassé
24103	Lamordé	02° 05' 02"	13° 30' 22"	164	10.7							N	O	boulon cassé
24105	Kirkissoye 1	02° 06' 23"	13° 29' 08"	182	5.2							N	O	
24106	Kirkissoye 2	02° 06' 11"	13° 28' 28"	182								O	N	
24107	Karradjé	02° 05' 32"	13° 29' 34"	185								N		Détruit
24108	Gaweye 3	02° 06' 03"	13° 29' 15"	187	8.0	32.5	7.1	1713	0	500	0	N	O	
24109	R. de Filingue 2	02° 08' 27"	13° 30' 30"	217	10.4							N	O	
24111	Gabo Goura	02° 01' 28"	13° 33' 09"	192								O	O	En périphérie de Niamey
24112	Kossey	02° 01' 31"	13° 32' 22"	163								O	O	En périphérie de Niamey
24113	Yantala bas	02° 05' 03"	13° 31' 10"	184	4.1	33.3	7.1	367	0	100	0	O	O	
24114	Goudel Gang.	02° 03' 12"	13° 32' 17"	196		33.1	7.8	641	0	50	0	O	O	
24116	Goudel 1	02° 04' 10"	13° 31' 28"	187	7.0	31.9	8.0	668	0	50	0	O	O	boulon cassé

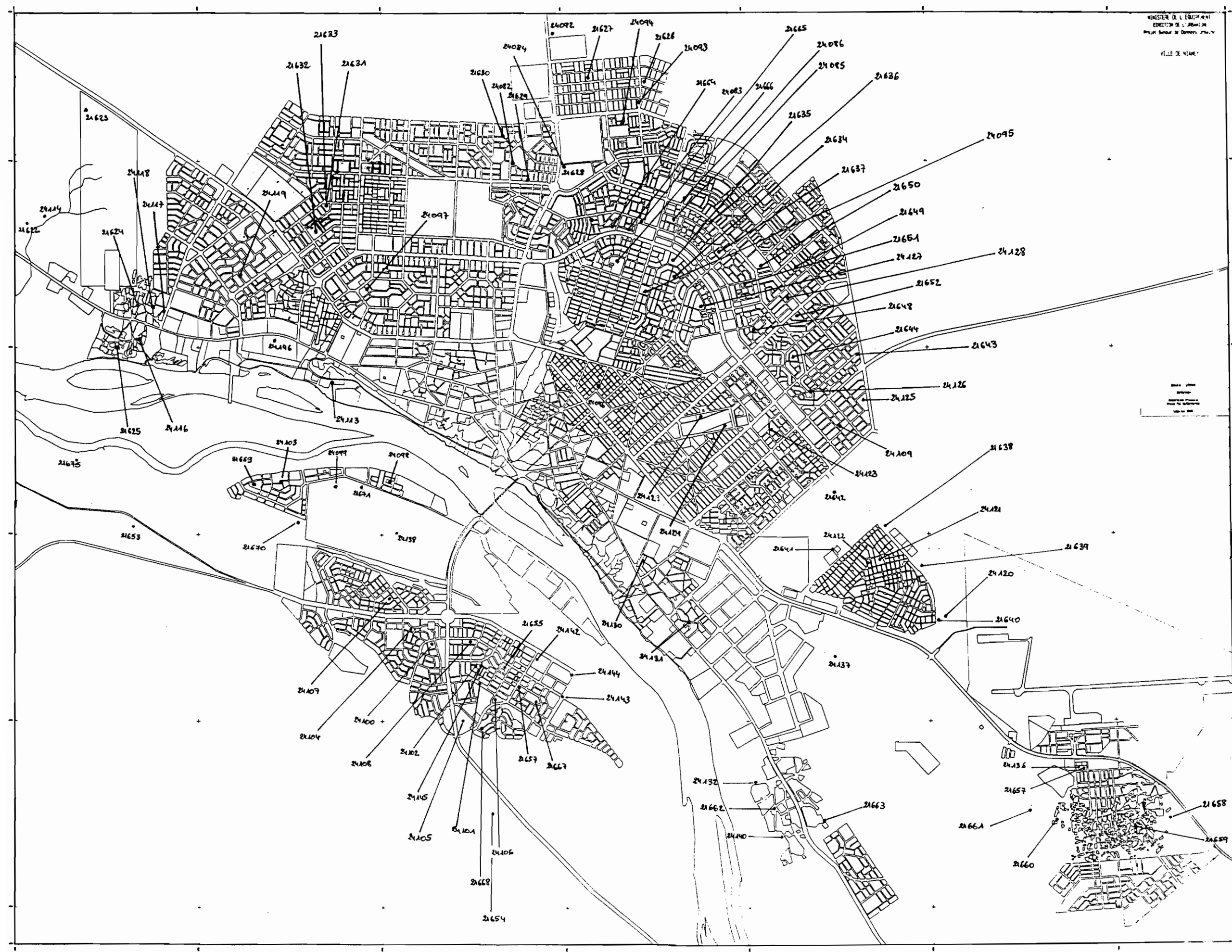
(1): n° de référence (2): nom de référence (3): latitude et longitude (4): côte (5): profondeur de la nappe (m) (6): température de l'eau (°C) (7): pH (8): Conductivité (uS/cm)

(9): taux d'ammoniac (mg/l) (10): taux de nitrate (mg/l) (11): taux de nitrite (mg/l) (12): état de fonctionnement (13): présence d'un regard (14): observations

n° forage	Nom	longitude	latitude	cote	piezo	T°C	pH	cond.	Amm.	nitrites	nitrites	Fonct.	Regard	Remarques
24117	Goudel 2	02° 04' 11"	13° 32' 16"	209	21.8	32.3	7.0	231	0			O	O	
24118	Goudel 3	02° 04' 11"	13° 32' 13"	209	24.7							N	O	
24119	Kouara Kano	02° 04' 25"	13° 32' 17"	215								N	O	Plus de pompe
24120	Tal. Kaodo	02° 09' 35"	13° 29' 26"	224	25.7							N	O	
24121	Tal. dispensaire	02° 09' 15"	13° 29' 48"	223								N	O	Détruit
24122	Tal. Est Mabassa	02° 09' 02"	13° 30' 18"	224	25.1	34.2	7.1	391	0	0	0	O	O	
24123	Sabon Gari ec.	02° 08' 22"	13° 31' 12"	219	10.7	32.9	7.1	297	0	0	0	O	O	
24124	Sabon Gari	02° 08' 02"	13° 30' 30"	220	13.7							N	O	
24125	CEG 10	02° 09' 03"	13° 31' 00"	217								N	N	
24126	R. de Fillingue	02° 09' 11"	13° 31' 06"	219								N	N	
24127	Medina	02° 07' 33"	13° 31' 26"	214	6.2							N	O	
24128	Medina Est	02° 08' 28"	13° 31' 48"	224	16.4	33.6	6.9	237	0	0	0	O	O	
24129	Kalley Est	02° 07' 32"	13° 30' 32"	219	13.2							N	O	
24130	Gamgalle	02° 07' 25"	13° 30' 13"	207	17.1	32.7	7.5	457	0	50	0	O	O	
24131	Gamk. Golle	02° 07' 28"	13° 29' 12"	199								N	O	tuyau bouché
24133	Saga coop.	02° 09' 14"	13° 27' 07"	182	2.0							O	O	Boulon cassé
24135	Sorey	02° 14' 19"	13° 26' 29"	188		31.7	6.9	791	0	50	0	O	N	pompe solaire
24136	Parking aviat.	02° 10' 35"	13° 28' 21"	223								N	O	bouché
24137	Lessi	02° 09' 20"	13° 29' 05"	207	13.1							O	O	
24138	Ecole d'agro.	02° 05' 27"	13° 30' 21"	182								N	O	bouché
24140	Saga 2	02° 08' 29"	13° 27' 45"	181								N	O	bouché
24141	Talladjé	02° 12' 28"	13° 31' 34"	192	3.55							N	O	
24142	Gaweye 4	02° 06' 36"	13° 29' 04"	186	8.44							N	O	
24143	Gaweye 5	02° 06' 53"	13° 28' 56"	183								N	O	
24144	Gaweye 6	02° 06' 50"	13° 28' 47"	187								N	O	
24490	Foulan Koira 6	02° 07' 08"	13° 35' 21"	219		34.6	7.4	435	0	25	0	O	N	Pompe, réservoir et 10 robinets
24491	Foulan Koira 7	02° 06' 51"	13° 35' 20"	222		36.2	7.3	430	0	10	0	O	N	Pompe, réservoir et 10 robinets
24492	Foulan Koira 8	02° 06' 51"	13° 35' 18"	227		34.5	7.4	381	0	0	0	O	N	Pompe, réservoir et 10 robinets
24493	Foulan Koira 9	02° 06' 39"	13° 35' 21"	230		35.4	7.5	460	0	0	0	O	N	Pompe, réservoir et 10 robinets
24494	Foulan Koira 10	02° 06' 36"	13° 35' 21"	226								N	O	Bouché
24642	Autogare	02° 08' 34"	13° 30' 11"	221								O	N	
26258	Foulan Koira	02° 07' 08"	13° 35' 10"	227		33.8	7.4	394	0	0	0	O	N	Pompe, réservoir et 10 robinets
26260	Foulan Koira	02° 06' 62"	13° 35' 37"	226		35.7	7.5	439	0	0	0	O	N	Pompe, réservoir et 10 robinets

(1): n° de référence (2): nom de référence (3): latitude et longitude (4): côte (5): profondeur de la nappe (m) (6): température de l'eau (°C) (7): pH (8): Conductivité (uS/cm)

(9): taux d'ammoniac (mg/l) (10): taux de nitrate (mg/l) (11): taux de nitrite (mg/l) (12): état de fonctionnement (13): présence d'un regard (14): observations



n°	Puits	longitude	latitude	Côte	Prof	Cote nappe	T°C	pH	conduct.	NH3	nitrites	nitrites	Remarques
1	Saga Gourou	02° 12' 37"	13° 32' 23"	222	24.5	198	32	6.5	1027	0	0	0	Non privé
2	Saga Gourou	02° 12' 41"	13° 32' 00"	210	20.9	189	31	7.7	529	0	50	0	Dans jardin
3	R. Filingue	02° 10' 39"	13° 31' 06"	224	32.1	192	32	7.8	39	0	0	0	
4	Goudel	02° 02' 44"	13° 32' 02"	189	13.2	176	30	7.9	459	0	50	0	Dans jardin
5	Goudel	02° 02' 29"	13° 31' 54"	198	12.4	186	30	7.8	610	0	25	0	Non privé
6	R. de Tillabery	02° 03' 47"	13° 32' 37"	210	24.8	185	32	7.5	535	0	10	2	Non privé - abandon
7	Aviation	02° 12' 11"	13° 27' 27"	219	19.9	199	32	6.4	88	0	0	0	Non privé
8	Aviation	02° 11' 27"	13° 27' 56"	220	23.6	196	33	7.4	49	0	0	0	
9	Aviation	02° 11' 14"	13° 27' 57"	221	25.6	195	33	6.8	47	0	0	0	
10	Aviation	02° 11' 15"	13° 27' 56"	220	19.2	201	35	7.1	38	0	0	0	
11	Aviation	02° 10' 34"	13° 27' 53"	212	16.8	195	33	7.2	60	0	0	0	
12	Talladje	02° 09' 32"	13° 29' 27"	223	26.3	197	35	6.1	39	0	0	0	Non privé - abandon
13	Talladje	02° 09' 21"	13° 30' 11"	223	24.1	199	34	6.7	193	5	10	0	
14	Talladje	02° 08' 44"	13° 29' 37"	223	27.6	195	32	7.1	61	0	0	0	
15	Talladje	02° 09' 17"	13° 29' 34"	223	26.7	196	32	6.6	80	0	10	0	
16	R. de Filingue	02° 09' 01"	13° 30' 29"	218	11.1	207	32	6.3	260	0	50	0	
17	R. de Filingue	02° 08' 49"	13° 30' 42"	222	11.2	211	31	6.7	102	0	25	5	
18	R. de Filingue	02° 08' 43"	13° 30' 37"	219	11.9	207	32	4.4	495	1	100	0	
19	Poudrière	02° 08' 06"	13° 30' 32"	220	13.1	207	31	5.7	241	0	50	0	
20	La Licorne	02° 03' 01"	13° 32' 20"	190	10.8	179	41	7.2	412	0	50	0	Pompe, citerne
21	Kalley-Est	02° 08' 01"	13° 30' 58"	218	13.3	205	33	5.2	437	0	100	0	
22	R. de Filingue	02° 08' 33"	13° 31' 05"	220	11.0	209	30	6.1	403	0	250	0	
23	R. de Filingue	02° 08' 56"	13° 31' 19"	219	11.5	208	31	6.1	196	0	100	0	
24	R. de Filingue	02° 08' 38"	13° 31' 34"	220	12.7	207	31	5.7	444	0	250	0	
25	R. de Filingue	02° 08' 21"	13° 31' 24"	220	10.4	210	33	6.1	712	0	500	2	
26	Bandabari	02° 08' 05"	13° 32' 05"	226	14.8	211	33	5.9	97	0	25	0	
27	Madina	02° 07' 41"	13° 31' 35"	214	5.7	208	31	6.2	313	0	25	2	
28	Bani Fandou	02° 07' 52"	13° 32' 40"	227	17.0	210	33	6.6	126	0	0	0	
29	Foulan Koira	02° 07' 32"	13° 35' 07"	218	42.0	176	32	6.8	249	0	0	0	Non privé
30	Foulan Koira	02° 07' 32"	13° 36' 02"	200	8.3	192	29	6.5	210	0	50	0	Non privé
31	Foulan Koira	02° 06' 08"	13° 36' 20"	217	39.7	177	31	6.4	183	0	100	0	Non privé
32	Lazaret	02° 06' 52"	13° 33' 06"	230	22.4	208	32	6.5	65	0	0	0	
33	Lazaret	02° 07' 28"	13° 33' 20"	230	22.2	208	32	6.2	62	0	0	0	
34	Lazaret	02° 07' 08"	13° 33' 11"	226	19.1	207	32	6.1	186	0	10	0	

(1): n° de référence (2): nom de quartier (3): latitude et longitude (4): côte (5): profondeur (m) (6): température de l'eau (°C) (7): pH
(8): conductivité (µS/cm) (9): taux d'ammoniac (mg/l) (10): taux de nitrate (mg/l) (11): taux de nitrite (mg/l) (12): observations

n°	Puits	longitude	latitude	Côte	Prof	Cote nappe	T°C	pH	conduct.	NH3	nitrates	nitrites	Remarques
35	Banin Fandou	02° 07' 34"	13° 32' 44"	219	14.8	204	31	6.1	164	0	50	40	
36	Banin Fandou	02° 07' 08"	13° 32' 43"	216	11.9	204	33	6.0	85	0	10	0	
37	Tourakou	02° 07' 00"	13° 32' 36"	215	10.0	205	33	6.6	183	0	25	0	
38	Djeeda	02° 07' 23"	13° 32' 32"	218	14.9	203	34	6.4	57	0	0	0	
39	Boukoki	02° 07' 14"	13° 31' 55"	213	13.4	200	33	6.5	543	0	250	0	
40	Boukoki	02° 07' 03"	13° 31' 34"	208	5.2	203	30	6.5	691	10	10	2	Non privé - abandon
41	Boukoki	02° 06' 52"	13° 31' 58"	210	12.2	198	33	6.5	1639	0	500	2	
42	Yantala	02° 04' 57"	13° 32' 05"	221	16.2	205	30	6.9	1592	0	1000	0	
43	Yantala	02° 05' 01"	13° 32' 44"	222	21.6	200	30	7.4	204	0	10	0	
44	Yantala	02° 04' 38"	13° 33' 01"	216	18.6	197	30	7.3	615	0	25	0	
45	Yantala	02° 04' 49"	13° 32' 45"	227	22.5	205	31	7.3	115	0	0	0	
46	Yantala	02° 05' 30"	13° 32' 54"	215	8.4	207	31	7.5	147	0	50	0	
47	Yantala Haut	02° 04' 40"	13° 32' 37"	218	17.3	201	34	7.4	128	0	50	0	
48	Yantala Haut	02° 04' 38"	13° 31' 44"	215	19.5	196	34	7.3	499	0	50	0	
49	Yantala Haut	02° 04' 10"	13° 32' 18"	214	17.4	197	34	7.7	617	0	10	0	
50	Yantala Haut	02° 04' 33"	13° 31' 44"	218	18.5	199	33	6.9	99	0	25	0	
51	Gamkalle	02° 07' 41"	13° 29' 28"	204	18.7	185	33	7.2	162	0	50	0	
52	Gamkalle	02° 07' 41"	13° 29' 10"	185	9.1	176	33	7.0	2320	1	100	2	Dans jardin
53	Saga	02° 08' 26"	13° 28' 26"	181	10.6	170	33	7.7	572	0	25	0	
54	Saga	02° 08' 28"	13° 28' 28"	184	8.2	176	32	7.7	772	0	50	0	Non privé
55	Saga	02° 08' 34"	13° 27' 47"	180	5.5	174	30	6.9	507	0	0	0	Pratiquement à sec
56	Saga	02° 08' 41"	13° 27' 19"	182	5.1	177	33	7.6	857	0	0	0	
57	Saga	02° 08' 57"	13° 27' 09"	182	7.1	175	32	7.5	1097	0	10	0	
58	Foulan Koira	02° 06' 18"	13° 34' 30"	230	25.6	204	35	7.4	249	5	0	0	Non privé - abandon
59	Banga Bana	02° 05' 49"	13° 28' 44"	182	7.4	175	31	7.9	1126	0	250	2	Non privé - abandon
60	Kirkissoye	02° 05' 53"	13° 28' 40"	182	6.7	175	32	7.8	505	0	50	0	
61	Gaweye	02° 06' 04"	13° 28' 54"	186	10.4	176	31	7.9	1184	0	100	5	
62	Gaweye	02° 06' 32"	13° 29' 03"	183	10.2	173	32	7.7	686	0	100	2	Non privé - abandon
63	Gaweye	02° 06' 37"	13° 28' 55"	186	9.1	177	32	7.4	1003	0	100	0	
64	Banga Bana	02° 05' 27"	13° 29' 10"	181	2.2	179	32	7.4	2050	0	500	0	
65	Banga Bana	02° 05' 17"	13° 29' 19"	182	15.1	167	32	7.7	493	0	50	2	Non privé - abandon
66	Banga Bana	02° 04' 45"	13° 29' 27"	180	4.1	176	32	7.5	908	0	25	0	
67	Diamwoye	02° 03' 30"	13° 30' 07"	185	11.8	173	33	7.7	1182	0	10	0	
68	Sagua	02° 06' 20"	13° 27' 52"	188	3.9	184	31	7.7	237	0	50	0	Non privé
69	Nogaré	02° 05' 44"	13° 30' 22"	180	3.2	177	29	7.6	381	0	10	0	Dans jardin
70	Nogaré	02° 05' 22"	13° 30' 29"	182	9.0	173	30	7.2	1729	0	500	0	

(1): n° de référence (2): nom de quartier (3): latitude et longitude (4): côte (5): profondeur (m) (6): température de l'eau (°C) (7): pH
(8): conductivité (µS/cm) (9): taux d'ammoniac (mg/l) (10): taux de nitrate (mg/l) (11): taux de nitrite (mg/l) (12): observations

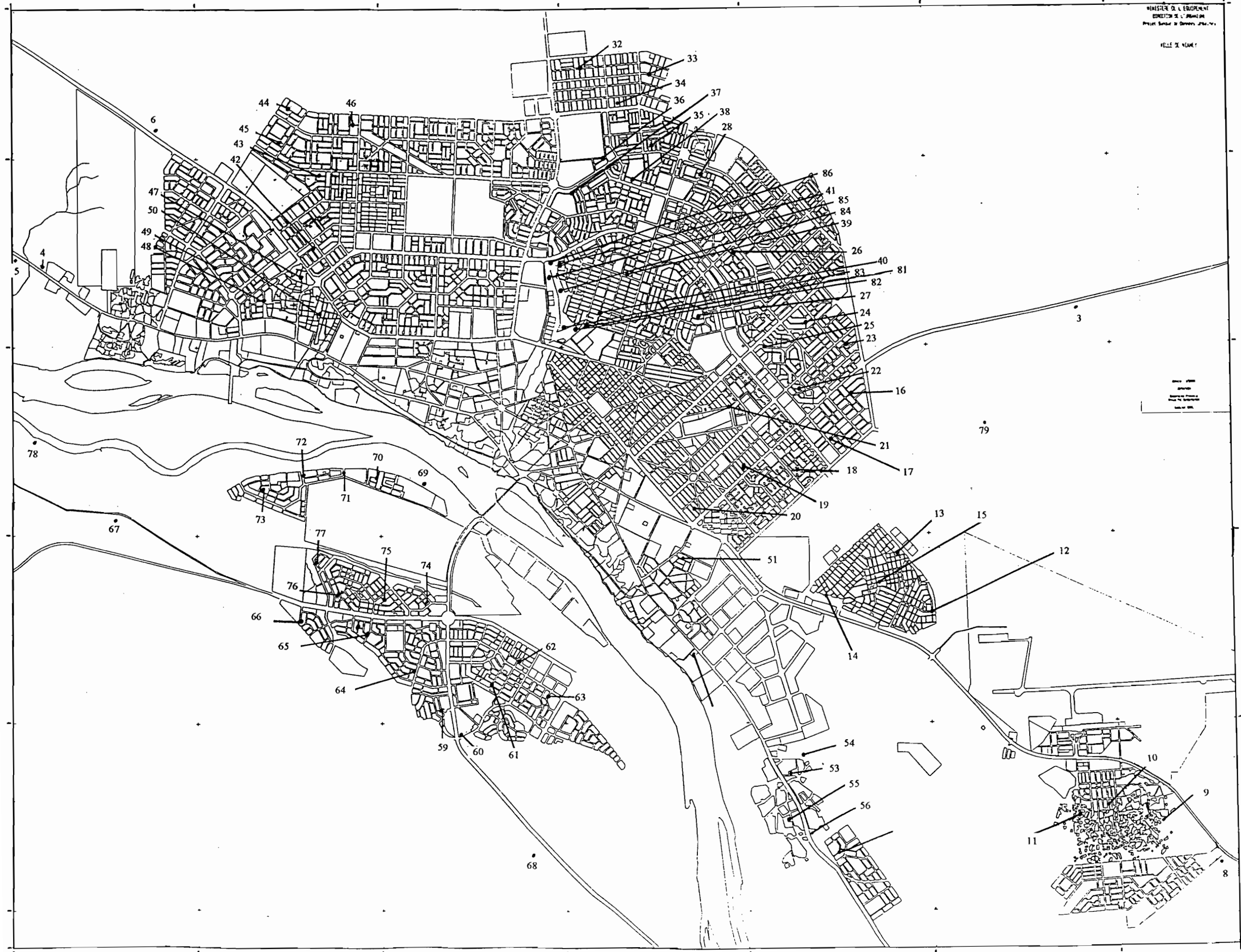
n°	Puits	longitude	latitude	Côte	Prof	Cote nappe	T°C	pH	conduct.	NH3	nitrates	nitrites	Remarques
71	Lamordé	02° 05' 15"	13° 30' 32"	182	9.7	172	30	7.4	773	0	25	2	
72	Lamordé	02° 04' 47"	13° 30' 30"	180	9.9	170	31	7.7	518	0	0	0	
73	Lamordé	02° 04' 27"	13° 30' 20"	182	10.1	172	31	7.7	659	3	0	2	
74	Karradjé	02° 05' 42"	13° 29' 33"	186	8.3	178	32	7.9	1691	0	0	0	
75	Karradjé	02° 05' 16"	13° 29' 35"	186	10.7	175	31	7.5	1797	0	500	10	Dans jardin
76	Diamwoye	02° 05' 01"	13° 29' 38"	184	7.6	176	33	7.6	3180	0	0	0	
77	Saguia	02° 04' 53"	13° 29' 56"	180	10.2	170	33	7.9	508	0	0	0	Dans jardin
78	Gosseve	02° 02' 40"	13° 30' 44"	180	2.5	178	30	7.8	823	0	0	0	
79	Ceinture verte	02° 10' 07"	13° 30' 44"	215	15.5	199	31	7.5	354	0	25	2	
80	NNO de Niamey	02° 05' 16"	13° 34' 04"	225	14.8	210	32	7.7	178	0	0	0	
81	Gounti Yena	02° 06' 59"	13° 31' 33"	206	5.8	200	28	6.7	996	10	0	0	Dans jardin
82	Gounti Yena	02° 06' 56"	13° 31' 35"	204	2.7	201	27	7.1	616	10	0	2	Dans jardin
83	Gounti Yena	02° 06' 52"	13° 31' 23"	202	4.4	198	29	6.3	1283	10	1750	0	Dans jardin
84	Gounti Yena	02° 06' 39"	13° 31' 50"	208	8.8	199	31	6.8	797	0	300	2	Dans jardin
85	Gounti Yena	02° 06' 38"	13° 31' 59"	204	2.8	201	29	6.8	1151	0	300	0	Dans jardin
86	Gounti Yena	02° 06' 44"	13° 32' 02"	205	5.1	200	29	6.8	1368	0	400	0	Dans jardin

(1): n° de référence (2): nom de quartier (3): latitude et longitude (4): côte (5): profondeur (m) (6): température de l'eau (°C) (7): pH

(8): conductivité (uS/cm) (9): taux d'ammoniac (mg/l) (10): taux de nitrate (mg/l) (11): taux de nitrite (mg/l) (12): observations

Localisation des puits à Niamey

MINISTRE DE L'ÉQUIPEMENT
DIRECTION DE L'ÉQUIPEMENT
Projet Souterrain de Niamey, 1964-65
VILLE DE NIAMEY



Mesures piézométriques après rabattement de la nappe (1995)

	n° (1)	P (2)
F O R A G E	21632	18.31
	21638	22.11
	24082	5.43
	24083	13.59
	24084	10.64
	24093	20.04
	24096	13.45
	24097	18.12
	24099	8.26
	24100	4.43
	24101	7.09
	24103	11.05
	24109	10.67
	24113	4.14
	24116	6.83
	24117	21.74
	24120	25.73
	24123	10.99
	24127	6.3
	24128	20.02
24129	13.59	
24130	16.94	
24137	13.76	
24142	8.64	
P U I T S	3	32.05
	6	23.2
	31	34.44
	52	8.43
	54	7.71
	55	4.55
	66	4.75
	67	12.68
	69	3.38
	78	2.54
79	15.44	
80	14.82	

(1) : n° de référence (n°IRH)

(2) : Profondeur de la nappe en mètre

n° (1)	Côte (2)	Profondeur (3)								Côte de la nappe (4)							
		Mai-juill-84	Mai-juill-85	Avr-86	jun-86	oct-87	fev-88	sep-88	mar-95	Mai-juill-84	Mai-juill-85	Avr-86	jun-86	oct-87	fev-88	sep-88	mar-95
21631	223	21.8							15.9	201							207
21632	221	18.9							18.3	202							203
21638	222	22.6							22.0	199							200
21646	200	26.3							23.7	174							176
21657	222	26.7							25.9	195							196
21658	221	26.6							25.3	194							196
21659	220	17.2							26.4	203							194
24082	211		7.7	8.9	9.1		9.2	8.4	5.3		203	202	202		202	203	206
24083	220		16.0	17.1					14.0		204	203					206
24084	210		10.5	13.0	11.9	11.5	12.5		11.4		200	197	198	198	198		199
24085	224		10.5	13.0	11.9	24.5	17.6		11.4		214	211	212	200	206		213
24086	226		16.2	17.6	17.5						210	208	208	226	226		226
24088	229		35.8	36.1	36.2						193	193	193	229	229		229
24089	228		33.9	34.0	34.1		34.0	31.4			194	194	194	228	194	197	228
24090	216		14.8	15.8	17.2		16.5		14.6		201	200	199	216	200	216	201
24091	219		18.4	18.5	19.7		20.1				201	200	199	219	199	219	219
24093	226		26.0	16.9	26.0	25.1	25.8		20.0		200	209	200	201	200	226	206
24094	213		22.0	23.0	23.2	22.5	23.2	22.2			191	190	190	191	190	191	213
24095	213		10.7								202						213
24096	215		14.5	15.3	15.6	15.5		19.5	13.4		201	200	199	200		195	202
24097	221		17.9						18.0		203						203
24098	182		13.1	14.4	14.4	12.8					169	168	168	169			182
24099	184						13.9		9.5						170		175
24100	184		8.7	10.4	10.3	8.9	11.0		3.8		175	174	174	175	173		180
24101	184		12.0	13.3	13.8	11.6	13.6		6.7		172	171	170	172	170		177
24103	164		14.5	15.2	15.1	11.4	12.5	10.8	10.7		149	149	149	153	151	153	153
24105	182		9.8	10.9	12.1	9.8	11.8				172	171	170	172	170		
24106	182		10.6								171						
24108	187		12.1	12.7	13.4	12.2	13.7	10.4	8.0		175	174	174	175	173	177	179
24109	217		11.9	12.8	13.1	12.2	13.2	11.4	10.4		205	204	204	205	204	206	207
24110	189		16.6	18.4	18.2	17.5	19.2	19.2			172	171	171	172	170	170	
24111	192		16.8	18.7	18.9	17.9	19.6				175	173	173	174	172		
24112	163		7.1		7.0	7.0	7.6				156	163	156	156	155		
24113	184		4.7	5.6	6.0		6.1		4.1		179	178	178	184	178		180

n° (1)	Côte (2)	Mai-juill-84	Mai-juill-85	avr-86	jun-86	oct-87	fev-88	sep-88	mar-95	Mai-juill-84	Mai-juill-85	Avr-86	jun-86	oct-87	fev-88	sep-88	mar-95
24114	196		18.4	20.5	20.6	19.9	21.4	22.6			178	176	175	176	175	173	
24115	189								5.2								184
24116	187		9.1	10.4	10.7	9.4	10.9		7.0		178	177	176	178	176		
24117	209		25.6	10.4	10.7	26.7	27.4		21.8		183	199	198	182	182		187
24118	209		28.5	29.9	30.1	28.4	29.8	32.6	24.7		181	179	179	181	179	176	184
24119	215		19.6					9.0			195	215	215	215	215	206	215
24120	224		26.8	27.8	27.6	28.0	28.2	53.7	25.7		197	196	196	196	196	170	198
24122	224		26.5	27.9		27.9	27.8		25.1		197	196		196	196		199
24123	219		11.3	12.1	12.2	11.5	12.6	41.1	10.7		208	207	207	208	206	178	208
24124	220		13.9	15.5	15.5				13.7		206	205	205				206
24125	217		13.8								203						
24126	219		12.3								207						
24127	214		8.9	10.0	10.4	11.6	11.1		6.2		205	204	204	202	203		208
24128	224		17.0	17.9	18.1		18.8		16.4		207	206	206		205		208
24129	219		13.5	15.1	15.2	14.7	15.6		13.2		206	204	204	204	203		206
24130	207			19.7	20.1	18.2	19.9		17.1			187	187	189	187		190
24131	199			16.9	17.1	0.1	18.9	5.7				182	182	199	180	193	
24133	182		2.9	3.3	3.6	5.0	5.0	7.4	2.0		179	179	178	177	177	175	180
24134	205		27.9	29.2	28.8	27.9	28.3				177	176	176	177	177		
24135	188		5.7	5.7	5.6	3.8					182	182	182	184			
24136	223		26.6	27.5	27.5	29.0	27.6				196	195	196		195		
24137	207		12.8	13.5	13.6	13.7	13.6	13.5	13.1		194	194	193	193	193	193	194
24140	181		6.5	8.1	8.2	7.5	9.0	6.4			175	173	173	174		175	181
24141	192		3.7						3.5		188						188
24142	186		13.6	15.1	15.0	14.2	15.6		8.4		172	171	171	172	170		178
24145	188		14.1	16.2	16.3	14.9	16.9				174	172	172	173	171		
24490	219		32.8								186						
24491	222		36.7	36.9							185	185					
24492	227		40.6								186						
24493	230		37.6	39.2	38.6		38.2				192	191	191		192		
24494	226		38.3	38.9	31.5	32.2	38.7				188	187	194		187		

(1): n° de référence (IRH) (2): côte altitudinale (m) (3): profondeur de la nappe (m) (4): côte de la nappe (m)

Avril-mai 1986

n°IRH	NO ₃ ⁻ (2)	NO ₂ ⁻ (3)	T (4)	pH (5)	γ (6)
21620	7	0	31	7	650
21621	19	0	33	7	694
21623	14	0	33	7	551
21624	16	0	32	6	189
21625	34	1	31	7	413
21629	14	0	33	7	571
21630	5	0	32	7	506
21631	5	0	32	8	327
21632	8	0	32	7	191
21634	3	0	32	7	269
21635	5	0	32	7	195
21636	3	0	33	8	344
21637	3	0	34	8	226
21638	3	0	32	7	305
21639	3	0	32	7	301
21641	3	0	32	7	292
21642	3	0	32	7	221
21643	3	0	32	7	269
21644	3	0	34	7	369
21645	0	0	32	7	144
21646	2	0	32	8	341
21648	3	0	33	7	283
21649	3	0	33	8	291
21650	5	0	33	7	225
21651	5	0	33	7	178
21652	4	0	32	8	188
21653	3	0	33	7	739
21654	50	0	32	8	341
21655	114	0	33	7	887
21656	75	1	33	7	680
21657	3	0	33	7	161
21659	3	0	34	7	267
21660	3	0	33	8	348
21661	3	0	33	7	451
21662	169	0	31	7	1213
21663	5	1	32	7	1921
21668	2	0	33	7	447
21669	1	0	32	7	728
21670	0	11	32	7	292
21671	0	0	33	7	392
24082	1	1	32	7	593
24083	0	0	32	7	341
24084	1	0	32	7	384
24085	0	0	33	7	245
24086	0	0	32	7	217
24090	1	0	32	8	335
24092	0	1	33	7	2970
24093	0	0	33	7	608

n°IRH	NO ₃ ⁻ (2)	NO ₂ ⁻ (3)	T (4)	pH (5)	γ (6)
24094	0	0	33	7	514
24096	0	0	33	8	341
24097	0	0	32	7	99
24098	0	0	32	8	306
24099	1	0	31	7	1600
24100	0	0	33	7	851
24101	1	0	33	7	723
24103	1	0	32	7	1129
24105	1	0	33	8	386
24106	1	1	33	7	638
24108	2	0	32	7	1327
24109	0	0	34	7	336
24110	1	5	33	7	822
24111	0	0	32	7	561
24112	0	1	31	7	625
24113	1	0	32	6	288
24114	1	2	32	7	571
24116	0	0	31	8	386
24117	1	0	32	7	211
24118	0	1	32	6	195
24119	0	0	32	8	181
24120	0	0	33	7	1058
24122	0	0	32	7	313
24123	0	0	34	7	317
24124	0	0	33	6	91
24125	0	0	33	7	346
24126	0	0	32	8	416
24127	0	0	32	7	278
24128	0	0	32	7	198
24129	0	0	33	7	207
24130	1	0	32	8	308
24131	1	0	33	8	202
24133	0	0	33	7	765
24134	0	0	34	7	239
24135	1	0	32	7	744
24136	0	0	34	7	203
24137	0	0	33	7	175
24138	0	4	33	7	662
24140	14	0	32	9	2150
24141	0	0	32	8	231
24142	0	0	32	7	505
24145	1	0	33	7	881
24490	0	0	32	8	370
24491	0	0	33	7	360
24492	0	0	33	8	316
24493	0	0	32	7	378
24494	0	0	32	7	401

- (1) : n° de référence dans l'inventaire national (4) : Température de l'eau en °C
(2) : Taux de nitrate en mg/l (5) : pH en unité pH
(3) : Taux de nitrite en mg/l (6) : conductivité en uS/cm

Normes de l'OMS de potabilité des eaux

PARAMETRES	UNITES	VALEUR GUIDE	VALEUR IMPERATIVE
Température	°C	12	25
pH	unité pH	6.5 à 9.5	
Conductivité	S/cm à 20°C	400	
Chlorures	mg/l	25	
Sulfates	mg/l	25	250
Calcium	mg/l	100	
Magnesium	mg/l	30	50
Potassium	mg/l	10	12
Sodium	mg/l	20	175
Nitrates	mg/l	25	50
Nitrites	mg/l		0.1
Germes totaux	nb de colonies par ml	10	
Escherichia coli	nb de colonies par 100 ml	0	

Liste des figures

1.1.1 : Moyenne mobile (9 ans)/Ecart type à Niamey-ville	10
1.1.2 : Moyenne mobile/Ecart type à Niamey-aéroport	10
1.1.3 : Moyenne mensuelle des précipitations de la station Niamey-aéroport de 1975 à 1994 (DGMN, 1995)	11
1.1.4 : Répartition des moyennes mensuelles (SIVAKUMAR, 1988)	12
1.1.5 : Vitesse moyenne et direction des vents (MOTCHO, 1991)	14
1.2.1 : Carte géologique d'après Willens et al. (1993)	16
1.2.2 : Esquisse géomorphologique (DUBOIS et al., 1984)	17
1.2.3 : Coupe géologique (DUBOIS et al., 1984)	17
1.4.1 : Coupe schématique de la région de Niamey (JOSEPH et BOUREIMA, 1986)	22
2.1.1 : Evolution de la population de la ville de Niamey de 1905 à 1988 (MOTCHO, 1991)	27
2.2.2 : Croissance démographique de Niamey de 1908 à 1988 (MOTCHO, 1991)	28
2.4.1 : Carte de la communauté urbaine de Niamey (Ministère de l'équipement, 1994)	31
2.6.1 : Répartition des différents types de culture (carte modifiée de BECHLER, 1995)	36
3.1.1 : Traitement de l'eau d'après STOUDEMANN (1990)	42
3.1.2 : Evolution de la distribution de l'eau à Niamey	43
3.2.1 : Schéma d'un forage	45
3.2.1 : Forages fonctionnels ou non et des puits étudiés à Niamey	48
3.2.2 : Niveau altimétrique de la nappe phréatique à Niamey (relevé entre le 15 mars et le 24 avril 1995)	49

3.2.3 : Niveau altimétrique de la nappe phréatique à Niamey après rabattement de la nappe (relevé entre le 24 et le 27 avril 1995)	50
3.2.4 : Niveau altimétrique de la nappe phréatique à Niamey (données relevées en avril-mai 1988)	52
3.2.5 : Comparaison de la topographie et du niveau statique de la nappe phréatique de Niamey (données recueillies du 15 mars au 24 avril 1995)	53
3.2.6 : Températures de la nappe phréatique à Niamey (relevées entre le 15 mars et le 24 avril 1995)	54
3.2.7 : pH de la nappe phréatique à Niamey (relevé entre le 15 mars et le 24 avril 1995)	55
3.2.8 : pH de la nappe phréatique à Niamey (données recueillies en avril-mai 1986)	57
3.2.9 : Conductivité de la nappe phréatique à Niamey (relevées entre le 15 mars et le 24 avril 1995)	58
3.2.10 : Conductivité de la nappe phréatique à Niamey (données relevées en avril-mai 1986)	59
3.2.11 : Taux de nitrate de la nappe phréatique à Niamey (relevés entre le 15 mars et le 24 avril 1995)	60
3.2.12 : Taux de nitrate de la nappe phréatique à Niamey (relevés entre le 15 mars et le 24 avril 1995)	61
3.2.13 : Taux de nitrate de la nappe phréatique à Niamey (données relevées entre mai et juin 1986)	62
3.2.14 : Taux de nitrite de la nappe phréatique à Niamey (relevés entre le 15 mars et le 24 avril 1995)	63
3.2.15 : Taux de nitrite de la nappe phréatique de Niamey (relevés en 1986)	64
3.2.16 : Taux d'ammoniaque de la nappe phréatique à Niamey (relevés entre le 15 mars et le 24 avril 1995)	65
4.2.1 : Localisation des forages et de la densité du bâti (MOHA, 1993)	80

Liste des tableaux

1.1.1 : Périodes de déficit et d'excès pluviométrique	11
2.5.1 : Nombre d'abonnés d'après MAHAMADOU (1995)	32
3.1.1 : Distribution et vente d'eau entre 1969 et 1994 d'après MAHAMADOU (1995)	42
4.1.1 : Eau consommée pour l'irrigation (ANSSOUMANA et AFAGNIBO, 1992)	71
4.2.1 : Consommation d'eau à partir des forages de Foulan Koira enregistrée au cours d'une semaine	76
4.2.2 : Consommation d'eau à partir des trois puits proches de Foulan Koira enregistrée au cours d'une journée	76
4.2.3 : Enquête sur l'utilisation de l'eau à Foulan Koira du 27 mars au 2 avril	77
4.2.4 : Nombre d'animaux par espèce à Foulan Koira	78
4.2.5 : Consommation d'eau du cheptel s'abreuvant à Foulan Koira	79
4.3.1 : Consommation d'eau dans le quartier de Boukoki III à partir des robinets au cours de l'année 1994	82
4.3.2 : Consommation d'eau à partir des puits dans le quartier de Boukoki III au cours de la semaine du 11 au 18 mars 1995	83
4.3.3 : Recensement du cheptel à Boukoki III	84
4.3.4 : Consommation d'eau du cheptel de Boukoki III	84

Table des matières

Introduction générale	3
Chapitre I : Le milieu physique	
1. Le climat	9
1.1. Précipitations	10
<i>1.1.1. Variabilité interannuelle</i>	10
<i>1.1.2. Variabilité mensuelle et journalière</i>	11
1.2. Températures	12
1.3. Nébulosité, ensoleillement et rayonnement solaire	13
1.4. Humidité relative	13
1.5. Evaporation	13
1.6. Vitesse et direction des vents	13
2. Le cadre morphologique et géologie	14
2.1. Description du paysage : la dissymétrie rive gauche-rive droite	15
2.2. Explication du paysage : les formations géologique	15
<i>2.2.1. Le socle</i>	15
<i>2.2.2. Le Continental Terminal</i>	16
<i>2.2.3. Les formations quaternaires</i>	17
3. L'hydrologie	18
3.1. Caractéristiques générales du fleuve Niger et de ses affluents	18
<i>3.1.1. Le tracé</i>	18
<i>3.1.2. Le régime hydrologique</i>	18
<i>3.1.3. Les affluents du Niger</i>	19
3.2. Le fleuve à Niamey	19
<i>3.2.1. Le tracé</i>	19
<i>3.2.2. Le débit</i>	19
3.3. Les kori à Niamey	19
<i>3.3.1. Les kori de la rive gauche</i>	19
<i>3.3.2. Les kori de la rive droite</i>	20

4. L'hydrogéologie	20
4.1 Présentation régionale	20
4.1.1 <i>Les aquifères liés au socle</i>	20
4.1.2. <i>Les aquifères liés au Continental Terminal</i>	21
4.1.3. <i>Les aquifères liés aux alluvions du fleuve et de ses affluents</i>	21
4.2. Les nappes à Niamey	22

Chapitre II Le milieu urbain

1. Historique de la ville	25
2. Croissance démographique	26
3. Expansion spatiale	28
4. Les types de quartiers et leurs caractéristiques	28
4.1. Quartiers traditionnels	29
4.2. Quartiers résidentiels	29
4.3. Zones commerciales, artisanales et industrielles	30
5. Dispositifs d'assainissement	32
5.1. Distribution de l'eau potable	32
5.2. Evacuation des eaux pluviales	33
5.3. Evacuation des eaux usées	33
5.4. Evacuation des ordures	34
6. Les espaces cultivés et les espaces verts	34
6.1. Les espaces cultivés	34
6.2. Les espaces verts	35
7. Conclusion	37

Chapitre III : Disponibilités en eau

1. Disponibilité en eau de surface	41
1.1. Capacité maximale de distribution et de traitement de l'eau	41
1.2. Production effective de la SNE	41
2. Disponibilité en eau souterraine	43
2.1. Approche méthodologique	44
2.1.1. <i>Inventaire, repérage et localisation des forages et des puits</i>	44
2.1.2. <i>Mesure piézométrique</i>	44
2.1.3. <i>Caractérisation chimique élémentaire</i>	46
2.1.4. <i>Réalisation de cartes en isovaleurs</i>	46

2.2. Résultats	47
2.2.1. <i>Les forages</i>	47
2.2.2. <i>Les puits</i>	47
2.2.3. <i>Niveau de la nappe</i>	48
<i>Mesures de jour obtenues en 1995</i>	48
<i>Mesures nocturnes obtenues en 1995</i>	50
<i>Comparaison avec des mesures obtenues en 1988</i>	51
<i>Analyse piézométriques de 1995 en rapport avec la topographie</i>	52
2.2.4. <i>Caractérisation physico-chimique élémentaire de l'eau</i>	54
<i>Température</i>	54
<i>pH</i>	55
<i>Conductivité</i>	57
<i>Nitrate</i>	60
<i>Nitrite</i>	63
<i>Ammoniaque</i>	65
2.2.5. <i>Discussion sur les caractéristiques des nappes</i>	66
3. Conclusion	66

Chapitre IV : Les besoins en eau

1 Etat des connaissances	70
1.1 Consommation en eau domestique	70
1.2 Consommation en eau pour la riziculture (grands périmètres irrigués)	71
1.3 Consommation en eau pour le maraîchage	73
1.4 Consommation en eau du cheptel	73
2. Consommation en eau dans le quartier de Foulan Koira	73
2.1 Introduction	73
2.2 Approche méthodologique	74
2.2.1 <i>Consommation en eau à partir des forages</i>	74
2.2.2 <i>Consommation en eau à partir des puits</i>	74
2.2.3 <i>Enquête sur l'utilisation de l'eau</i>	75
2.2.4 <i>Enquête sur le cheptel</i>	75
2.3 Résultats	75
2.3.1 <i>Consommation à partir des forages</i>	75
2.3.2 <i>Consommation à partir des puits</i>	76
2.3.3 <i>Utilisation domestique de l'eau</i>	77
2.3.4 <i>Consommation du cheptel</i>	78
2.3.5 <i>Répartition spatiale de la consommation selon la localisation des forages et la densité du bâti</i>	79

3. Les besoins en eau du quartier de Boukoki III	81
3.1 Introduction	81
3.2 Approche méthodologique	81
3.2.1 <i>Enquête sur la consommation à partir des robinets</i>	81
3.2.2 <i>Enquête sur la consommation à partir des puits</i>	81
3.2.3 <i>Enquête sur le cheptel</i>	81
3.3 Résultats - interprétations	82
3.3.1 <i>Consommation à partir du réseau d'adduction</i>	82
3.3.2 <i>Consommation à partir des puits</i>	83
3.3.3 <i>Consommation du cheptel</i>	83
4. Conclusion	84
Conclusion générale	85
Bibliographie	89
Annexes	95
Annexe I : Le milieu physique	97
Annexe II : Le milieu urbain	101
Annexe III : Enquêtes menées à Foulan Koirra	103
Annexe IV : Enquêtes menées à Boukoki III	105
Annexe V : Les forages	113
Annexe VI : Les puits	119
Annexe VII : La piézométrie	125
Annexe VIII : La caractérisation chimique	129
Liste des figures	131
Liste des tableaux	133