

Le risque de pénurie en eau potable dans la ville de Niamey (Niger)

Le fleuve Niger à 88 % et la nappe phréatique à 12 % sont les deux sources d'alimentation en eau de la ville de Niamey. Or, la capacité de ces sources à satisfaire les besoins (domestiques, agricoles, industriels) est remise en cause du fait de la sécheresse pour le fleuve et de la pollution pour les nappes. Ces perturbations ne risquent-elles pas de voir leurs effets s'amplifier pour les prochaines décennies alors que les besoins vont aller en croissant sous l'influence de la pression démographique et de l'extension du réseau? Problème crucial : compte tenu de l'apport prépondérant du fleuve, comment améliorer l'autonomie de la ville et en particulier l'alimentation en eau des populations en cas d'étiage du fleuve qui se prolonge ?

Nadia BECHLER-CARMAUX
Michel MIETTON

Université Louis-Pasteur,
Centre d'études et de recherches
éco-géographiques,
3, rue de l'Argonne,
67083 Strasbourg, France.

Mathieu/LAMOTTE

Institut de recherche
pour le développement,
Universidade de São Paulo,
Instituto de Geociências/DGG,
CP 11348, 05422-970 São Paulo,
Brésil.

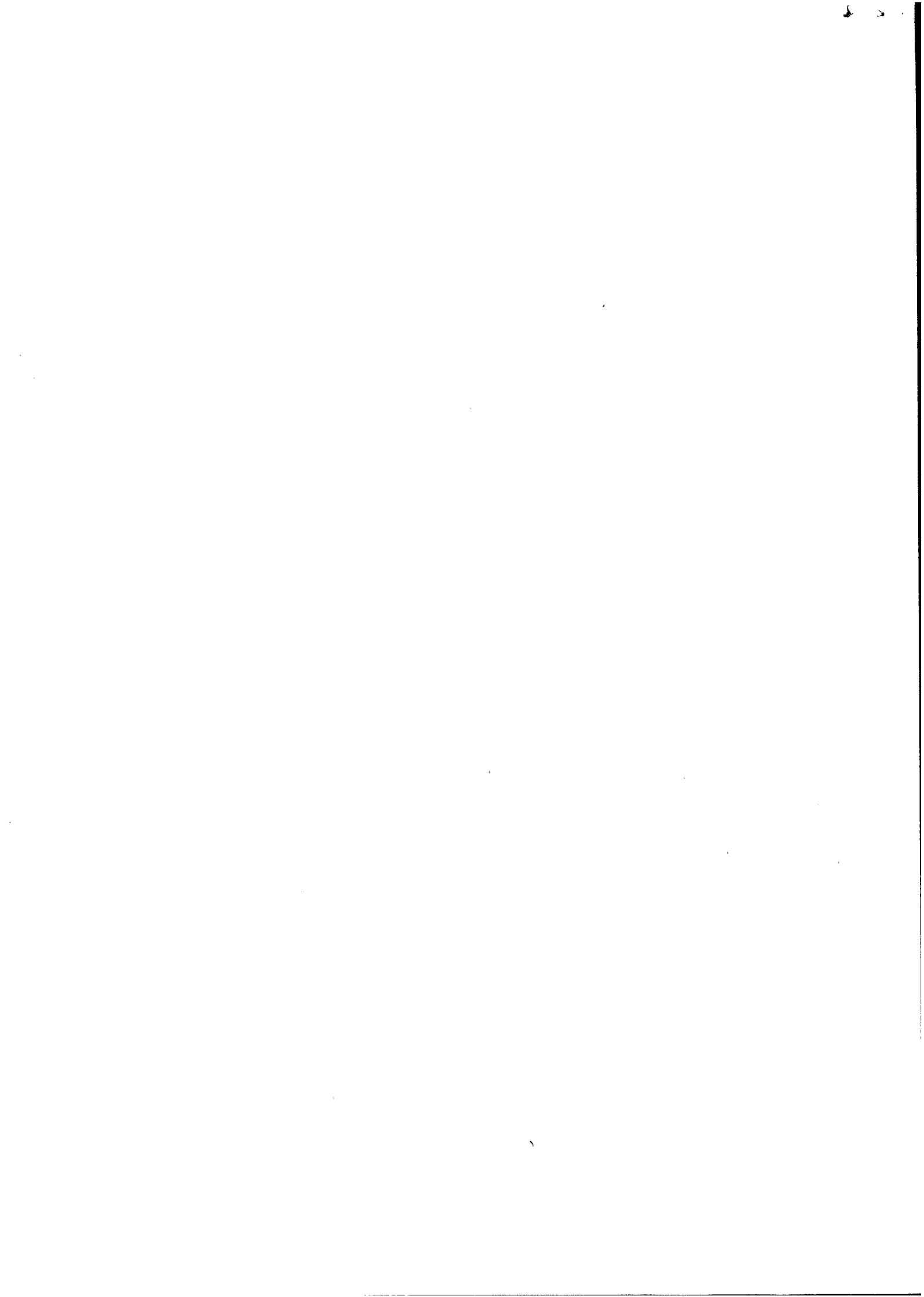
Pour les villes d'Afrique tropicale, la maîtrise de l'eau représente un enjeu capital en termes de développement durable. En zone sahélienne, où le climat se caractérise par une importante variabilité des précipitations, la possibilité de résoudre ce problème est essentiellement liée à la disponibilité en eau [1]. La situation à Niamey, capitale du Niger, en est un bon exemple. L'alimentation en eau de la ville est principalement assurée par des prélèvements dans le fleuve Niger. Or, la détérioration climatique enregistrée depuis la fin des années 60 dans l'ensemble du bassin du fleuve a pour conséquence une diminution significative des quantités d'eau disponibles, surtout en période d'étiage [2]. Cette modification du contexte hydrologique et donc de la ressource en eau, associée à une forte croissance démographique responsable d'une augmentation des besoins, se traduit régulièrement par des problèmes d'alimentation en fin de saison sèche.

Pour caractériser ce risque de pénurie en eau potable, la démarche retenue repose sur l'établissement d'un bilan entre les disponibilités et les besoins, bilan qui s'appuie sur une étude diagnostique, destinée à évaluer la situation actuelle, et sur une étude prédictive pour appréhender l'évolution de la situation à court et moyen termes (10 et 20 ans).

Disponibilités en eau potable : l'offre

Actuellement, l'alimentation en eau de Niamey est assurée à 88 % par le fleuve Niger et à 12 % par les nappes phréatiques [3]. Dans le premier cas, la distribution de l'eau est assurée par le réseau d'adduction et, dans le second cas, par des puits et des forages. Ces derniers sont particulièrement nombreux dans les quartiers périphériques de la ville où le réseau d'adduction est inexistant.





ainsi par une diminution importante de la principale ressource en eau de Niamey, avec des répercussions possibles sur l'alimentation en eau potable au moment de l'étiage.

• Retenue d'eau de Goudel

La persistance de la sécheresse depuis la fin des années 60 et l'observation d'un étiage nul en juin 1985 ont amené les pouvoirs publics à proposer des solutions pour assurer les besoins en eau de la population [6]. De 1985 à 1987, des ouvrages provisoires de retenue des eaux ont été mis en place dans le lit du fleuve, détruits chaque année par l'arrivée des crues. En 1988, la décision a été prise de construire un ouvrage durable en amont de la ville, entre les stations de pompage de Goudel et de Yantala. Achevée en 1989, la retenue d'eau de Goudel est un barrage déversoir à deux seuils qui permet de concentrer les eaux durant les étiages. Sa capacité maximale est estimée à 4,36 millions de mètres cubes pour une capacité utile de 3 millions de mètres cubes [7]. La ville de Niamey dispose donc d'une réserve en eau de 3 millions de mètres cubes pour assurer l'alimentation des habitants en cas d'étiages très faibles du fleuve.

• Contraintes techniques

Les disponibilités en eau ne s'identifient pas aux seules ressources brutes. Les dispositifs de captage et de distribution de l'eau du fleuve au consommateur influencent négativement les volumes d'eau disponibles pour l'alimentation. Les pertes liées au pompage et au traite-

• Fleuve Niger

L'importance du fleuve Niger dans l'alimentation en eau de Niamey justifie que l'on s'intéresse à la sécheresse observée depuis 1969. En effet, elle a entraîné des modifications sensibles du régime hydrologique du fleuve. Une comparaison entre les périodes 1929-1968 et 1969-1994 montre une diminution de 34 % pour le module annuel et de plus de 70 % pour les débits journaliers moyens minimums [4]. La période des basses eaux (débits inférieurs à 200 m³/s) s'allonge de façon significative en passant d'une cinquantaine de jours avant 1969 à plus de 100 jours après cette date (figure 1). Les impacts de la sécheresse sont également visibles sur le tarissement et, plus particulièrement, sur les volumes dynamiques dont la moyenne varie du simple au double (figure 2). L'analyse fréquentielle des débits minimums journaliers (tableau 1) montre que le temps de retour des débits inférieurs à 10 m³/s, considérés comme critiques en termes d'alimentation en eau pour la ville [5], passe de 5 ans (1929-1968) à 2 ans (1969-1994). Pour la période 1969-1994, 16 années présentent des débits journaliers inférieurs à 10 m³/s, dont 13 avec des débits inférieurs à 5 m³/s. Une interruption historique de l'écoulement est également observée en juin 1985. Par ailleurs, l'étude des fréquences d'apparition de certains seuils de basses eaux a permis d'individualiser 4 décades, du 20 mai au 30 juin, qui concentrent 81 % de l'événement Q < 10 m³/s et 91 % de l'événement Q < 5 m³/s. La sécheresse de ces dernières décennies se traduit

Références

1. Neuvy G. *L'homme et l'eau dans le domaine tropical*. Paris : Masson, 1991 ; 227 p.
2. Sircoulon J. Évolution des climats et des ressources en eau. *Afr Contemp* 1992 ; 161 : 57-76.
3. Collignon B. Impact des activités humaines sur les ressources en eau souterraine en Afrique sahélienne et soudanienne. *Espaces tropicaux* 1994 ; 13 : 235-49.
4. Bechler N, Lamotte M, Mielton M. Les étiages du fleuve Niger : risque de pénurie en eau pour l'agglomération de Niamey. Sustainability of water resources under increasing uncertainty, proceedings of Rabat symposium S1, april 1997. *IAHS* 1997 ; 240 : 67-74.
5. Zinzindohoue M. *Colloque sur la révision des normes hydrologiques suite aux incidences de la sécheresse, communication 11*. Ouagadougou : CIEH, 1986 : 1-8.
6. Billon B. Le Niger à Niamey. Décrue et étiage 1985. *Cah ORSTOM, Hydrologie* 1985 ; 21 : 3-22.
7. Anonyme. *Étude de factibilité du seuil de Goudel sur le Niger à Niamey*. Niamey : ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement, 1989 ; 39 p.
8. Valiron F. *Mémento de l'exploitant de l'eau et de l'assainissement*. Paris : Lyonnaise des eaux/Technique et Document Lavoisier, 1986 ; 1 008 p.
9. Girard P. *Techniques isotopiques (¹⁵N, ¹⁸O) appliquées à l'étude des nappes des altérites et du socle fracturé de l'Ouest africain. Étude de cas : l'Ouest du Niger*. Mémoire de DEA. Montréal : Université Québec, 1993 ; 141 p.
10. Kehren S. *L'agglomération de Niamey (Niger). Contribution à une meilleure connaissance des disponibilités et des besoins en eau*. Mémoire de maîtrise. Strasbourg : Université de Strasbourg-I, 1995 ; 138 p.
11. 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. Rapport d'étude*. Niamey : BRGM/ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement, 1986 ; 30 p.

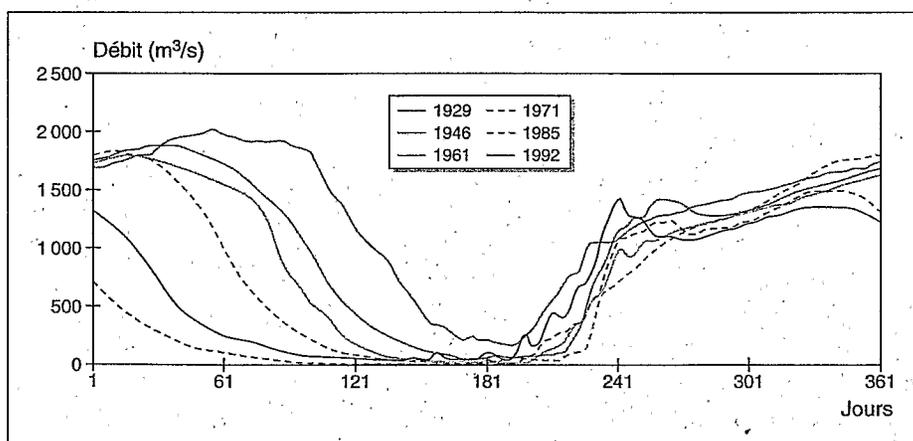


Figure 1. Débits journaliers du Niger à Niamey. Années types : 1929, 1946, 1961, 1971, 1985 et 1992.

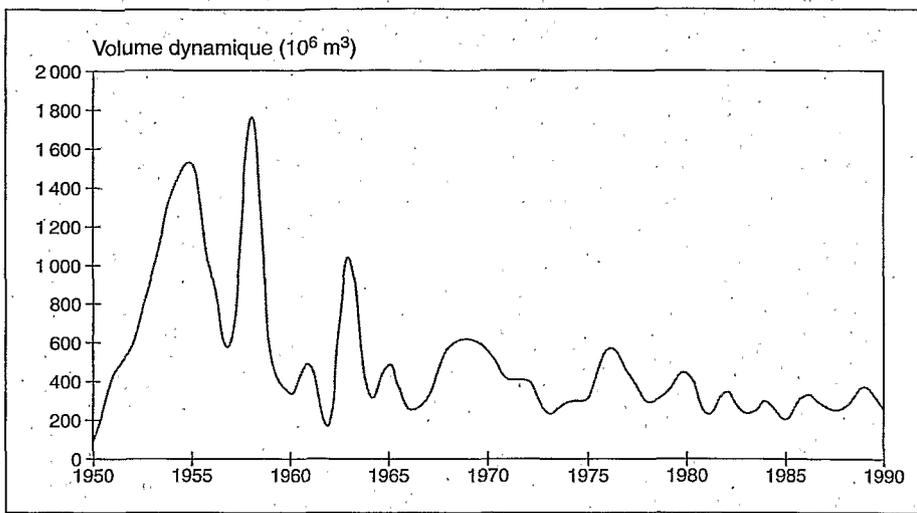


Figure 2. Volumes dynamiques du Niger à Niamey (1950-1990).

ment sont estimées à 20 % et celles liées au réseau de distribution à 15 % [8]. Ainsi, pour satisfaire une demande journalière de 50 000 m³, par exemple, il faudra disposer d'un volume d'environ 75 000 m³, supérieur de 30 % au besoin théorique (figure 3). La majeure partie de cette eau « perdue » retourne toutefois vers les nappes phréatiques.

Disponibilités en eau souterraine

• Ressources en eau souterraine

Deux nappes sont observées en fonction de la topographie (figure 4). La nappe du plateau est située sur la rive gauche du Niger, à une vingtaine de mètres au-dessus du niveau du fleuve. Son toit présente une altitude moyenne de 210 m qui diminue rapidement à l'approche du fleuve. La nappe de la plaine est située essentiellement sur la rive droite. Les niveaux statiques sont réguliers, à une altitude de 180 m environ. L'aquifère principal des deux nappes est constitué par les fractures du socle et ses altérites,

complété par les formations supérieures (CT3) du continental terminal pour la nappe du plateau et par les alluvions pour la nappe de la plaine. Dans ces deux derniers cas, l'épaisseur métrique des nappes commande une exploitation réduite, limitée au ravitaillement des villages alentours. Ces nappes présentent un faciès chimique similaire, à mettre en relation avec les processus d'altération du socle. Leurs modes de recharge sont en revanche différents [9]. La nappe du plateau est alimentée principalement par l'infiltration directe des eaux de pluie et celle de la plaine par les eaux issues du fleuve et des bas-fonds.

• Qualité de l'eau souterraine

Les mesures récentes de la qualité de l'eau sont plutôt alarmantes. En effet, les nappes présentent une pollution par les nitrates généralisée. Sur 112 points de prélèvement retenus dans le cadre d'une campagne de mesures réalisée en 1995 [10], 64 % ont un taux de nitrates supérieur à 50 mg/l, seuil de potabilité fixé par l'Organisation mondiale de la

santé (OMS) (figure 5). La situation actuelle s'est réellement détériorée par rapport à ce qui a été observé en 1985 et 1986 [11, 12]. L'origine de cette pollution est multiple, réseau d'égout embryonnaire, azote du sol et fertilisants se combinant pour expliquer les fort taux de nitrates mesurés [9]. À cette pollution chimique se surimpose une pollution microbiologique résultant d'une contamination fécale directe. Une étude réalisée en 1996 [13] montre que les deux tiers des 55 sites testés présentent une eau non potable selon les normes AFNOR et que l'eau de 9 % d'entre eux est impropre à la consommation même après traitement. Ce bilan très préoccupant montre le caractère irréaliste d'une exploitation immédiate des ressources souterraines locales.

• Dispositifs de captage et de distribution

L'alimentation en eau souterraine est assurée par des puits et des forages. La faible profondeur de la nappe alluviale et de celle du continental terminal a toutefois généralisé l'usage des puits, présents dans la plupart des quartiers traditionnels. L'eau est essentiellement réservée à des usages domestiques hors alimentation : toilette, vaisselle, lessive... Les forages ont été mis en place dans le cadre d'un programme d'urgence pour l'alimentation en eau potable des quartiers périphériques, à la suite de la prévision de l'arrêt de l'écoulement du Niger en juin 1985 [14]. D'une profondeur moyenne de 65 m, ils s'alimentent tous dans la nappe du socle. Actuellement, sur les 110 ouvrages construits, seule une trentaine fonctionne encore, principalement en raison d'un mode de gestion inapproprié de ce type d'infrastructure.

Besoins en eau : la demande

On distingue trois secteurs d'utilisation : domestique, agricole et industriel. Les besoins domestiques sont estimés à partir des consommations spécifiques déterminées en fonction des types d'habitat et d'alimentation [15]. Ces deux indicateurs s'avèrent en effet très pertinents. L'habitat renseigne indirectement sur le revenu et la taille du ménage et le type d'alimentation sur la facilité

Tableau 1. Temps de retour des débits minimums journaliers en m³/sec. pour les périodes 1929-1968 et 1969-1994

	1929-1968						1969-1994					
	2	5	10	20	50	100	2	5	10	20	50	100
Loi gamma incomplète												
- méthode des moments	39,4	10,1	4	1,6	0,5	0,2	7,4	2,5	1,2	0,6	0,2	0,1
- méthode du maximum de vraisemblance	40,2	10,7	4,4	1,8	0,6	0,3	6,2	1,4	0,5	0,2	0,1	0
Loi de Weibull												
- méthode des moments	39,6	11	4,7	2,1	0,7	0,3	7,4	2,4	1,2	0,6	0,2	0,1
- méthode du maximum de vraisemblance	38,4	10,3	4,3	1,7	0,6	0,3	6,3	1,6	0,6	0,3	0,1	0

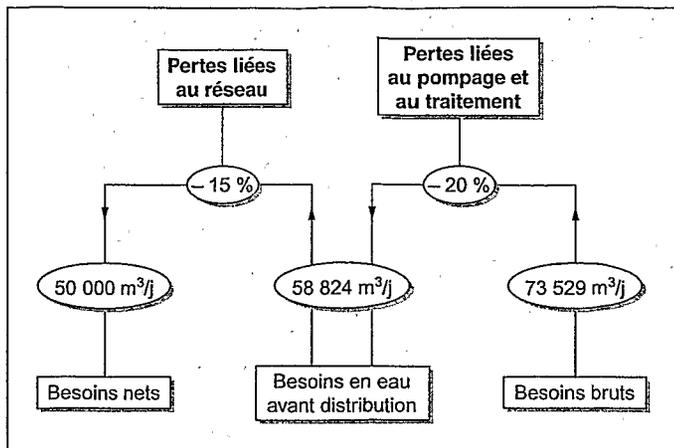


Figure 3. Impact des contraintes techniques sur les besoins en eau.

sèche. On estime généralement qu'au moins 20 % de l'eau d'irrigation des rizières retourne au fleuve ou à la nappe sous-fluviale. Le maraîchage occupe 300 ha au sein de la communauté urbaine. L'eau d'arrosage provient principalement du fleuve mais également de puits traditionnels. Les besoins en eau sont estimés globalement, sur la base d'indices culturaux, à 60 m³ par jour et par hectare [17], soit un total de 18 000 m³/j. Les besoins quotidiens pour l'agriculture sont donc très importants, avec un maximum de 520 000 m³/j en saison sèche. Les besoins industriels sont peu élevés, en relation avec le faible développement de ce secteur d'activités dans la ville. Pour l'année 1995, sa consommation effective a été de 10 000 m³/j, d'après les relevés de compteurs d'eau de la Société nationale des eaux. À défaut d'autre relevé, cette valeur a été retenue dans nos calculs de bilans. Une partie importante de cette consommation retourne par rejet au fleuve et probablement à la nappe, et constitue ainsi une source supplémentaire de pollution. Les besoins en eau de Niamey, toutes activités confondues, s'élèvent ainsi à 570 000 m³/j. Cette valeur correspond à la demande journalière en saison sèche, période où les ressources en eau se raréfient alors que les besoins de la population sont le plus élevés.

d'accès à l'eau. Or, la consommation en eau augmente avec le revenu et tend à diminuer avec l'augmentation de la taille du ménage et l'éloignement du point d'eau. Ainsi, en considérant que 3, 27 et 70 % de la population (627 000 habitants) consomment respectivement 500, 80 et 20 litres d'eau par jour, les besoins domestiques actuels de la population sont estimés en moyenne à 30 000 m³/j (tableau II). En fin de saison sèche (d'avril à juin), ce chiffre augmente de 30 % avec des besoins domestiques maximaux évalués à environ 40 000 m³/j. Il est important de souligner que la période d'étiage du

fleuve coïncide avec celle où les besoins en eau sont les plus importants. Les besoins agricoles se répartissent pour l'essentiel entre la riziculture et le maraîchage. La ville de Niamey est responsable de la gestion de 12 secteurs rizières, dont la superficie totale atteint 2 900 ha. Ces secteurs sont alimentés par des prélèvements directs dans le fleuve. Deux campagnes de culture sont effectuées durant l'année, avec des consommations en eau très variables selon la saison considérée [16]. En moyenne, la consommation journalière pour l'année s'élève à 400 000 m³, avec un maximum de 500 000 m³/j en saison

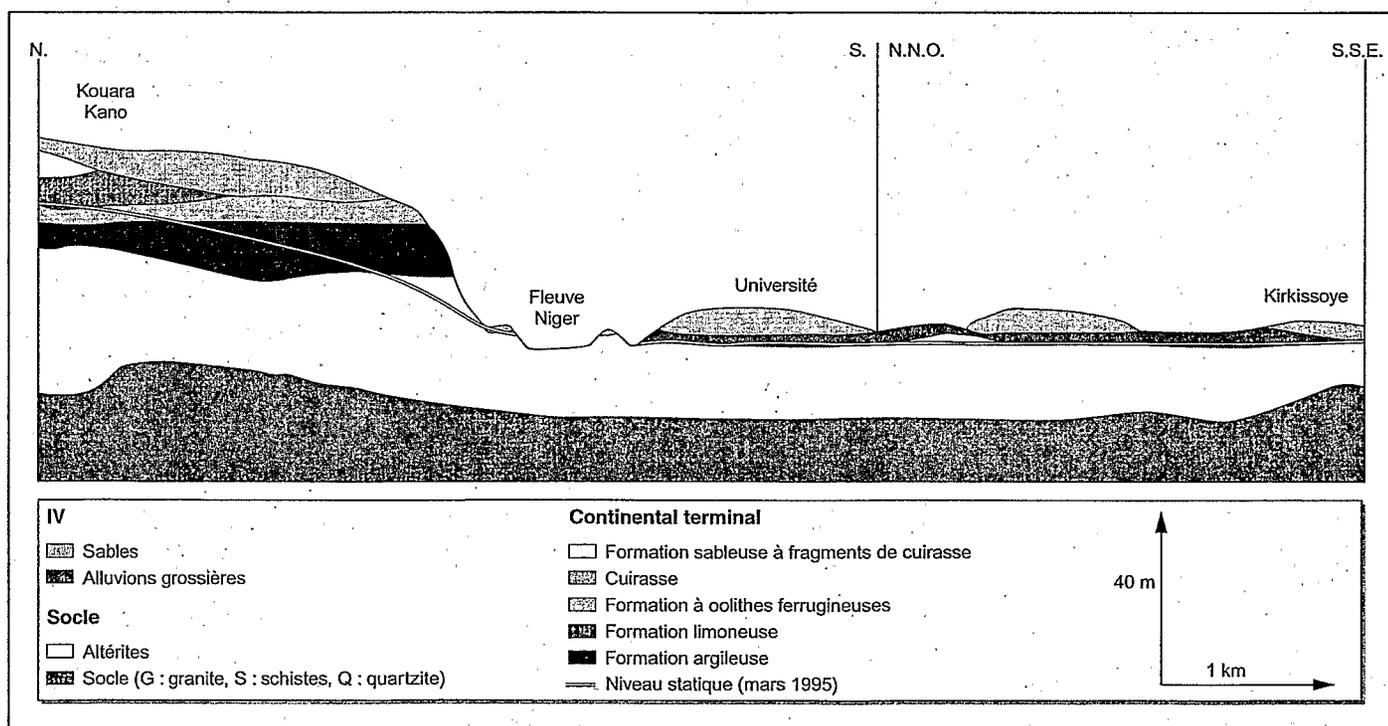


Figure 4. Les types de nappes à Niamey. Contexte géologique et niveaux statiques.

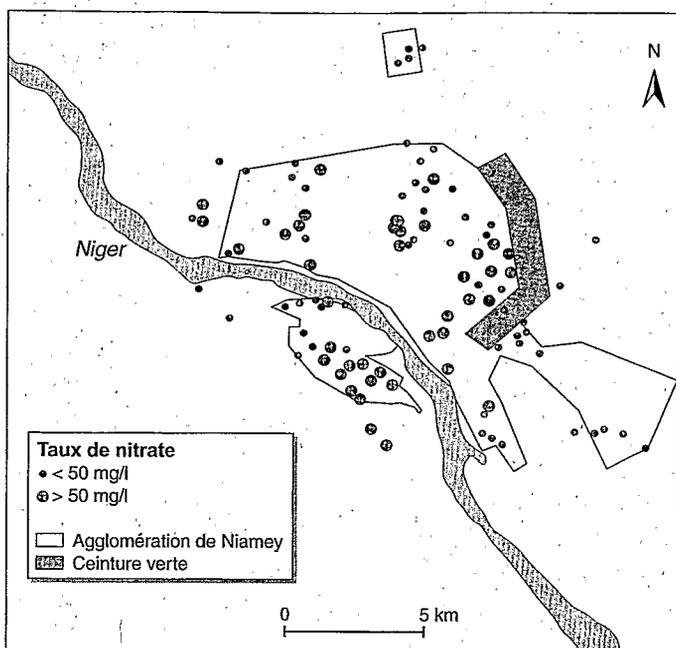


Figure 5. La pollution par les nitrates à Niamey.

sont satisfaits par des apports fluviaux journaliers supérieurs à $0,6 \text{ m}^3/\text{s}$ (figure 6). On estime que la période de retour des débits inférieurs à ce seuil varie entre 10 et 20 ans selon les lois considérées. Depuis 1969, cet événement a été constaté en 1974 et en 1985. La comparaison entre les volumes bruts mis à disposition par le fleuve et les besoins de Niamey témoigne ainsi de la gravité des problèmes d'alimentation en eau de la ville en fin de saison sèche, avec notamment des répercussions régulières sur l'agriculture intra-urbaine et péri-urbaine [18]. Cette analyse suppose également que la ville de Niamey puisse disposer de la totalité de l'eau du fleuve. En réalité, les acteurs municipaux doivent tenir compte des besoins de la population nigérienne et nigériane située en aval. Ce devoir de partage de l'eau entre les différents utilisateurs ne fait que renforcer l'acuité du problème.

En ce qui concerne les besoins domestiques et industriels, une réserve d'eau de 3 millions de mètres cubes a été construite en 1988-1989 pour garantir leur satisfaction en cas d'arrêt de l'écoulement du fleuve. Théoriquement, en comptant une consommation journalière de $50\,000 \text{ m}^3$, la retenue de Goudel permet d'assurer l'alimentation de la ville durant 60 jours en cas d'étiage nul (figure 7). Ce schéma proposé par les pouvoirs publics repose sur un rapport entre le volume stocké et les besoins hors agriculture. Or, il ne prend pas en compte deux autres facteurs de prélèvements significatifs qui sont la demande évaporatoire et les contraintes techniques.

Tableau II. Estimation des besoins domestiques journaliers en eau de Niamey (1996)

Type de quartier et d'alimentation	Efficacité (%)	Consommation spécifique (l/hab)	Nombre d'habitants	Consommation moyenne (l/s)	Consommation maximale (l/s)
Quartiers résidentiels, alimentation directe	3	500	18 795	9 398	12 217
Quartiers traditionnels, alimentation directe	27	80	169 155	13 532	17 592
Quartiers traditionnels, alimentation indirecte	70	20	438 550	8 771	11 402
Total			626 500	31 701	41 211

* Population de 1996, estimée sur la base d'une croissance de 6 % depuis le recensement de 1988.

Confrontation entre les ressources et les besoins : le bilan

Situation actuelle

Le bilan de l'alimentation en eau potable de Niamey montre que l'ensemble des besoins peut être satisfait par les eaux du fleuve si le débit journalier est supérieur à $6,6 \text{ m}^3/\text{s}$ (figure 6). Or, l'analyse fréquentielle des débits minimums journaliers fait apparaître que l'événement $Q = 6,6 \text{ m}^3/\text{s}$ n'est pas réalisé une année sur deux pour la période 1969-1994 (tableau I). La chronique des débits moyens journaliers montre que, sur ces 26 années d'observation, 15 présentent des valeurs inférieures à $7 \text{ m}^3/\text{s}$. Le nombre de jours consécutifs sur lequel se produit l'événement peut être long : 50 jours en 1981 et 39 jours en 1985, par exemple. La non-satisfaction de l'ensemble des besoins en eau de Niamey correspond donc à un risque réel. Lorsque les débits journaliers

deviennent inférieurs à $7 \text{ m}^3/\text{s}$, des choix dans l'utilisation de l'eau s'imposent. Les efforts d'économie se portent naturellement sur le secteur agricole, qui totalise à lui seul 88 % des besoins. Exception faite des besoins agricoles, les besoins domestiques et industriels

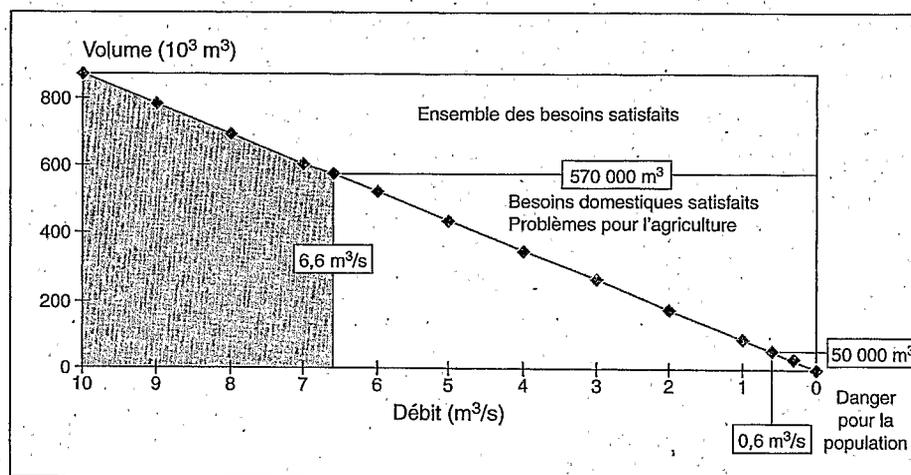


Figure 6. Satisfaction des besoins et débits du fleuve Niger.

Références

12. Paillet A. *Suivi piézométrique et chimico-bactériologique des forages d'eau de Niamey (Niger). Rapport de stage.* Niamey : BRGM, 1986 ; 18 p.
13. Bui A. *Qualité bactériologique et physico-chimique d'eaux de puits et de forages de Niamey (Niger).* Mémoire de licence professionnelle. Paris : université Claude-Bernard, 1996 ; 50 p.
14. 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, Rapport d'étude.* Niamey : BRGM/ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement, 1985 ; 54 p.
15. Barrère B, Garba B, Kourgueni I. *Enquête démographique et de santé. Niger 1992.* Niamey : ministère des Finances et du Plan, 1993 ; 199 p.
16. Ansoumana T, Afagnibo M. *Évaluation du coût des volumes d'eau pompés. Rapport d'étude.* Niamey : ONAHA, 1992 ; 16 p.
17. Doorenbos J. Les besoins en eau des cultures. *Bull Irr Drainage* 1975 ; 13 : 1-198.
18. Bechler-Carmaux N. *Les risques liés à l'eau dans une capitale sahélienne. Pénurie et excès d'eau à Niamey (Niger).* Thèse. Strasbourg : université de Strasbourg-I, 1998 ; 288 p.
19. Pouyaud B. *Contribution à l'évaluation de l'évaporation de nappes d'eau libre en climat tropical sec.* Paris : ORSTOM, 1986 ; 254 p.
20. Claude J, Chevallier P. *Le cadre géographique, un espace sahélien : la mare d'Oursi.* Paris : ORSTOM, 1991 : 23-42.
21. Motcho HK. *Cadres de vie et systèmes de santé à Niamey.* Thèse. Bordeaux : université de Bordeaux-III, 1991 ; 309 p.
22. Seybou MK. *La politique de planification urbaine au Niger. Le cas de Niamey.* *Cah Cidep* 1995 ; 22 : 1-91.
23. GKW-Ingénieur conseil. *Amélioration et extension des installations de traitement et de distribution d'eau à Niamey, Rapport final.* Niamey : ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement, 1998.

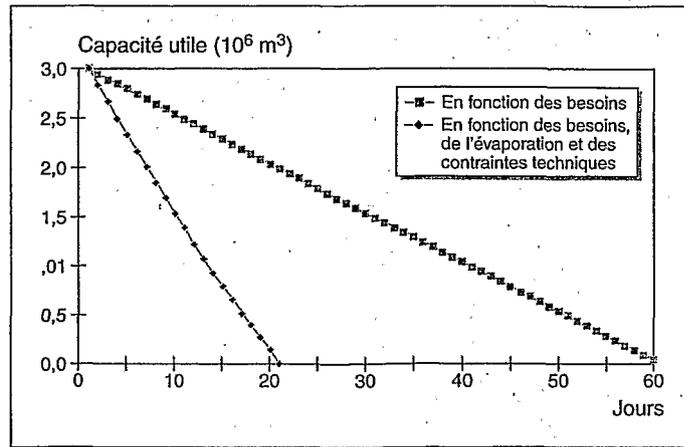


Figure 7. Simulation de vidange de la retenue de Goudel en cas d'étiage nul du fleuve Niger (1996).

Les évaporations mesurées sur des nappes d'eau en climat tropical sec, et plus particulièrement sur le lac de Bam et la mare d'Oursi, varient de 2 500 à 3 000 mm/an [19, 20]. Durant les mois de mai et juin, cette évaporation est maximale, avec une moyenne mensuelle d'environ 300 mm. Les pertes par évaporation s'élèvent, par exemple, à 90 000 m³/j lorsque la retenue est à son niveau maximum (surface de 9 km²) et sont donc largement supérieures aux prélèvements effectués pour alimenter en eau les habitants.

Les contraintes techniques sont représentées par les dispositifs de captage, de traitement et de distribution de l'eau. Elles tendent également à diminuer le volume d'eau disponible pour l'alimentation (voir plus haut).

En prenant en compte les besoins journaliers de Niamey, la demande évaporatoire et les contraintes techniques, l'autonomie de la ville ne serait plus que de 21 jours en cas d'étiage nul du fleuve (figure 7). Cette durée est de deux tiers inférieure à celle avancée par les autorités et montre la nécessité de prendre en compte l'ensemble des facteurs de prélèvements significatifs.

Évolution de la situation à court et moyen termes

Les besoins en eau ne sont pas constants dans le temps. À Niamey, ils sont étroitement liés à la croissance démographique et à l'extension du réseau d'adduction. Selon les sources considérées, le taux de croissance pour les 20 prochaines années varierait entre 5 et 7 % [21, 22]. En se fondant sur un taux moyen de 6 %, la population de

Niamey serait multipliée par 2 d'ici à 10 ans (1,2 million d'habitants) et compterait 2,2 millions d'habitants en 2016. L'impact de la croissance démographique sur les besoins est donc évident. En parallèle, une augmentation du taux de raccordement est prévue pour le début de l'an 2000. Or, le raccordement au réseau conduit à une augmentation de la consommation d'eau en raison de son tarif avantageux, en moyenne cinq fois moins élevé que celui pratiqué aux bornes-fontaines et par les marchands ambulants [18]. C'est là une autre source de gaspillage, doublée d'une inégalité sociale. Le taux des personnes desservies directement par le réseau passerait de 30 à 40 % [23]. Cette extension devrait concerner essentiellement la population des quartiers traditionnels. Dès lors, ce sont 3, 37 et 60 % de la population qui consommeraient respectivement 500, 80 et 20 litres par jour et par habitant au lieu de 3, 27 et 70 %. Dans ce contexte, les besoins domestiques en eau s'élèveraient à 177 000 m³/j dans 10 ans et à 348 000 m³/j dans 20 ans et seraient satisfaits par des apports fluviaux supérieurs à 2 m³/s pour l'année 2006 et à 4 m³/s pour l'année 2016. Les temps de retour associés à ces débits sont respectivement de 5 à 10 ans et de 5 ans. Dans ces conditions et dans l'hypothèse d'un étiage nul du fleuve Niger, la retenue de Goudel pourrait assurer l'alimentation de la ville durant 13 jours en 2006 et durant seulement 8 jours en 2016 (figure 8). Dans les deux cas de figure, la marge d'autonomie de Niamey est très faible. La situation est d'autant plus critique que la vidange de la retenue commence en

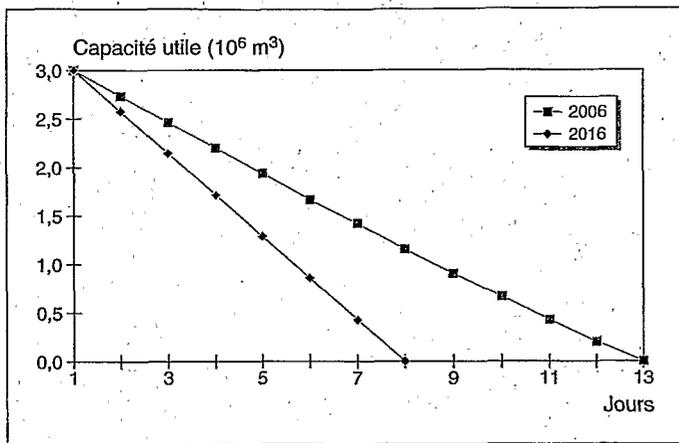


Figure 8. Simulation de vidange de la retenue de Goudel en cas d'étiage nul du fleuve Niger (2006 et 2016).

réalité dès que le volume prélevé est supérieur à l'apport fluvial. En se fondant, par exemple, sur l'occurrence d'un étiage similaire à celui observé en juin 1985, caractérisé par des débits inférieurs à 3,4 m³/s durant 26 jours dont 8 avec un débit nul, la retenue de Goudel ne serait pas suffisante pour assurer les besoins en eau de la ville [18] : en 2006, la vidange de la retenue, amorcée le 6 juin (Q = 1,9 m³/s), serait entièrement réalisée le 22 juin alors que le débit du fleuve serait encore nul et la pénurie en eau serait totale durant 5 jours ; en 2016, la vidange, commen-

cée le 27 mai (Q = 4,7 m³/s), serait achevée dès le 11 juin alors que le débit du fleuve ne serait pas encore nul (figure 9). Une pénurie totale de 16 jours s'ensuivrait, avant que les apports fluviaux ne redeviennent suffisants pour répondre à la demande.

Conclusion

Le risque de pénurie constitue une réalité déjà bien connue des habitants de Niamey. L'ensemble des besoins journa-

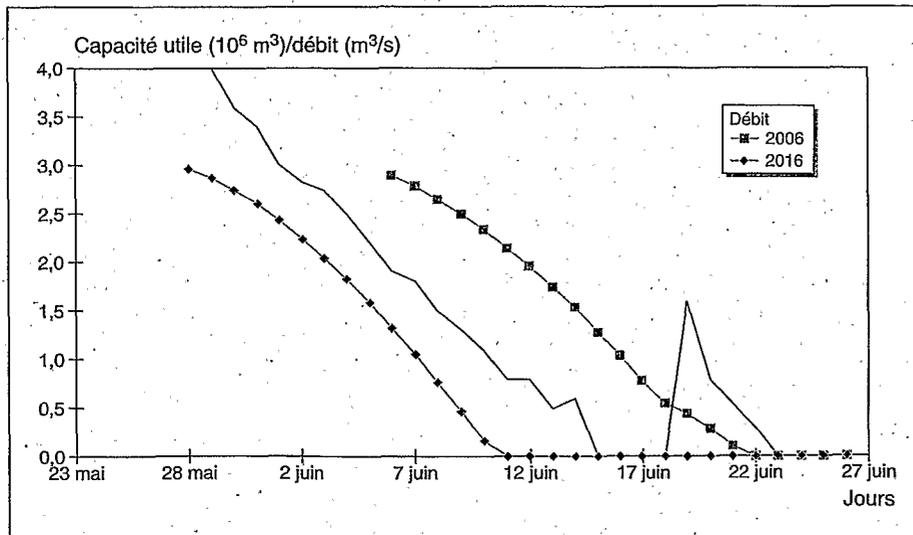


Figure 9. Simulation de vidange de la retenue de Goudel par rapport à la situation hydrologique du Niger en mai et juin 1985.

liers de la ville n'est pleinement satisfait qu'une année sur deux depuis 1969. Actuellement, les besoins domestiques sont assurés durant environ 3 semaines en cas d'étiage nul du fleuve Niger. Cette situation se dégradera rapidement avec la croissance démographique et les projets d'extension du réseau d'adduction d'eau. Il semble donc impératif de mettre en place une politique de gestion réaliste de l'eau, fondée en particulier sur une diversification des ressources.

Cette diversification pourrait *a priori* reposer sur une meilleure exploitation des ressources en eau souterraine, qui ne représentent actuellement que 12 % de l'alimentation de Niamey. Toutefois, cette possibilité paraît peu réaliste, d'une part, en raison des différents types de pollution qui affectent les nappes sur les deux rives et, d'autre part, parce qu'une recharge artificielle, à partir des hautes eaux du fleuve, dans la nappe alluviale entraînerait son exhaussement alors qu'elle est déjà en position subaffleurante.

La pollution, qui s'est fortement accrue depuis 10 ans, nécessiterait la mise en œuvre d'une politique efficace de protection pour espérer exploiter les ressources locales. Mais il semble que l'on ne puisse pas échapper, pour des raisons sanitaires et aussi de productivité des nappes, à une exploitation phréatique plus lointaine. Cette solution entraînera un surcoût lié au financement du réseau d'adduction.

Un autre point à souligner concerne la gestion et l'entretien des forages. Ces fonctions doivent être personnalisées (chef de quartier, association de femmes...) pour assurer la pérennité des infrastructures de pompage.

Une autre possibilité d'alimentation, en fait assez aléatoire, réside dans l'aménagement de petites retenues d'eau sur les affluents burkinabés situés en amont de Niamey, en particulier le Gorouol, la Sirba et le Dargol. Ces retenues permettraient de soutenir les étiages du fleuve et de développer l'agriculture. Il faudrait toutefois vérifier l'impact réel d'une telle solution, en sachant que le remplissage de ces retenues est tardif. Il est en effet lié aux précipitations locales qui débutent en juin, c'est-à-dire lors de l'étiage du fleuve. Cette solution pourrait ainsi soulever des problèmes de calendrier. De plus, les impacts sanitaires corrélatifs à ce type d'aménagement ne sont pas à négliger.

Une troisième possibilité, qui réglerait définitivement les problèmes d'alimentation en eau de Niamey, serait la construction d'un grand barrage à Kandadji, petite ville située à 180 km en amont de la capitale. Cette solution a toutefois un poids financier qui obligerait les autorités publiques à faire appel, au moins partiellement, à l'aide internationale. Sur cet argument budgétaire se greffent naturellement tous les inconvénients majeurs en amont et en aval de ce type d'infrastructure, comme le déplacement de la population, la modification des écosystèmes et la diminution des ressources en eau pour les populations situées en aval.

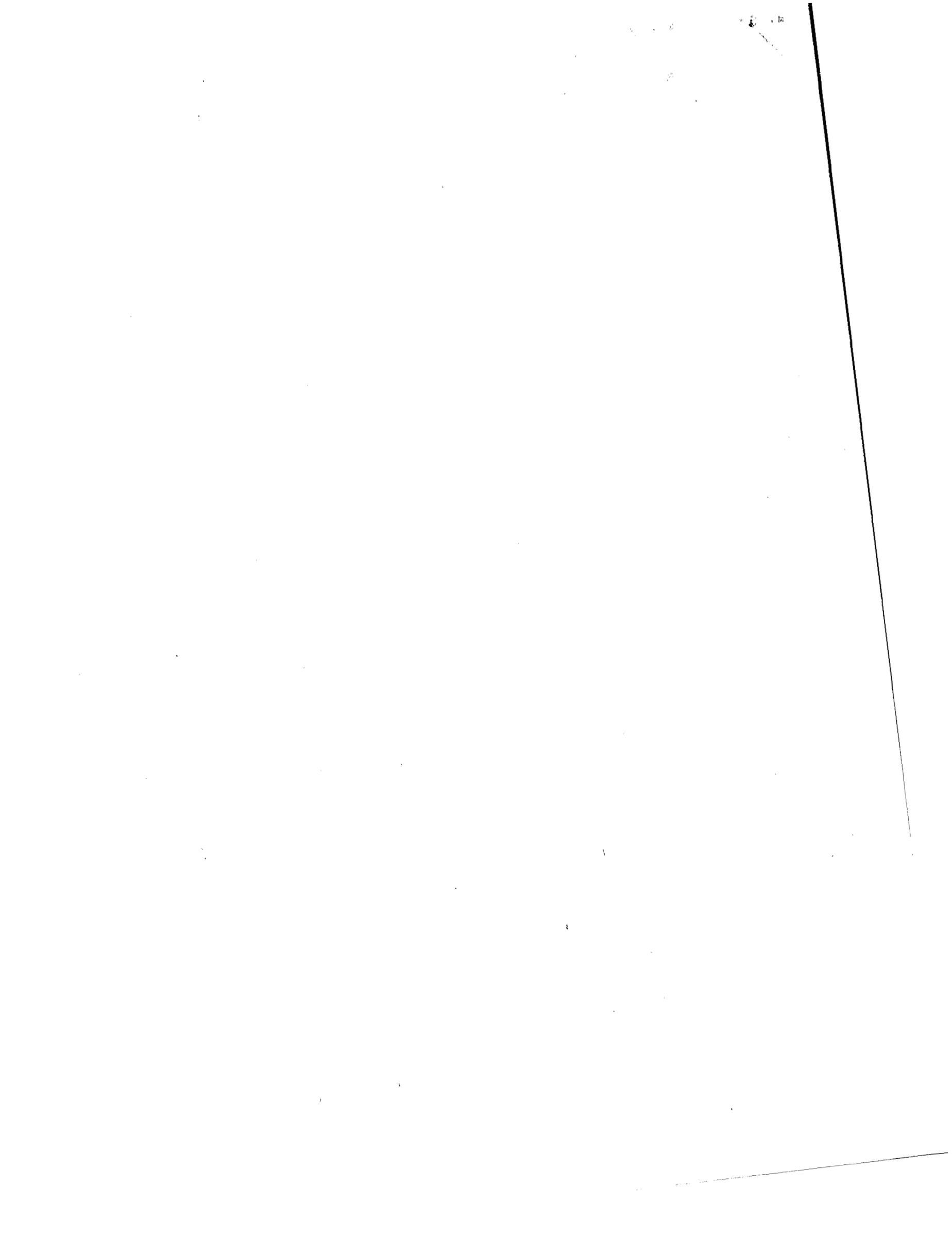
Des solutions sont donc envisageables pour lutter contre le risque de pénurie en eau potable à Niamey. Il faut toutefois rappeler que ce risque est directement lié à la sécheresse observée au cours des dernières décennies et qu'un retour à la normale des normes hydrologiques et, donc, climatiques le limiterait considérablement.

Résumé

Niamey, capitale du Niger, est approvisionnée en eau potable par des prélèvements directs dans le fleuve Niger. Or, la sécheresse sahélienne de ces dernières décennies se traduit par une modification du régime hydrologique du fleuve. On observe notamment un allongement de la période d'étiage et l'apparition de valeurs extrêmement basses durant les mois de juin et de juillet. Cette rareté saisonnière de la ressource en eau entraîne des problèmes récurrents d'alimentation. L'exploitation des eaux souterraines se limite au ravitaillement des quartiers périphériques du fait de l'épaisseur métrique des nappes locales et de leur forte pollution. Un bilan entre les disponibilités et les besoins en eau de Niamey est établi afin d'évaluer la situation actuelle. Des bilans prédictifs à court et moyen termes sont proposés, fondés sur une évolution des besoins en fonction de la croissance démographique et de l'extension du réseau d'adduction.

Summary

Niamey, the capital of Niger, obtains its drinking water supplies directly from the Niger River. However, the Sahelian drought that has been under way in recent decades has modified the hydrological regime of this river. The low water flow period is longer and there are extremely low water levels in June and July. This seasonal decrease in water resources prompts recurrent supply problems. Underground water resources can only be tapped to supply peripheral districts due to the problem of pollution and the low groundwater table replenishment rate. Water budget was drawn up for available water supplies versus quantities required to fulfil Niamey's water needs in order to assess the current situation. Estimated water balances are proposed for the short and medium term based on the development of water needs according to population increase rates and extension of the water supply network.



SCIENCE ET CHANGEMENTS PLANÉTAIRES

SECHERESSE

VOLUME 10
NUMÉRO
DÉCEMBRE 1999

Synthèse

Analyse de la variabilité temporelle des précipitations (1916-1996)
à Lubumbashi (Congo-Kinshasa) en relation avec certains indicateurs de la circulation atmosphérique
(oscillation australe) et océanique (El Niño/La Niña)

Ali Arkamose Assani

Notes originales

Effet du couvert ligneux sur la structure de la végétation herbacée de jachères soudanaises

Léonard-Elie Akpo, Michel Grouzis, Fidèle Bada, Roger Pontanier, Christian Floret

Recherche de stratégies de conduite du tournesol dans les conditions pluviales
de la région de Meknès (Maroc)

I. Calage et test du modèle Epic-Phase

Abdellah Aboudrare, Ahmed Bouazis, Philippe Debaeke

Adaptation et stabilité du rendement de trois espèces céréalières dans les régions
semi-arides et sub-humides de la Tunisie

Mohsen Boubaker, Moncef Ben-Hammouda, Lazhar Sakouhi

Le risque de pénurie en eau potable dans la ville de Niamey (Niger)

Nadia Bechler-Carmaux, Mathieu Lamotte, Michel Mietton

Note méthodologique

SIG et cartographie de l'occupation du sol : l'exemple
de Saint-Georges de l'Oyapock en Guyane française

Moïse Tsayem

P M 200

14 FFV. 2000

Se. Envie!



Prix au numéro :
140 FF pays du Nord
70 FF pays du Sud

