

# Kandadji, un barrage marabouté

■ Bernard FLACELIÈRE – Jean-Pierre GRENIER

*Les anciens géomètres-topographes, plus adeptes de la rubrique Topo vécue de votre revue XYZ que de celle du prix de l'AFT destinée aux jeunes diplômés, se demandent bien comment ceux-ci ont réussi à vivre cette année particulière impactée par le mode distanciel, autrement dit rester chez soi.*

*Les projets de fin d'études (PFE) ont dû sentir le renfermé et les étudiants ont alors eu du mérite de surmonter avec succès cette période confinée avec télétravail de plusieurs mois. À l'époque, dans les années 1970, à l'ENSAIS<sup>1</sup> devenue l'INSA Strasbourg, le PFE (on disait le stage) durait jusqu'à trois ans et Bernard en a passé deux au Service topographique et du cadastre de Niamey au Niger. Il y travaillait en 1974-75 avec Jean-Pierre, diplômé de l'IT<sup>2</sup>, qui réglait là ses comptes avec les obligations de service national.*

## MOTS-CLÉS

Niger, barrage, profil, nivellement, hydroélectricité, environnement, géopolitique



Figure 1. Troupeau de girafes, entre Niamey et Birni-Ngaouré, 1975.

Quand on a vécu dans ces pays du Sahel, à une époque où terrorisme et insécurité étaient inconnus, on reste attentif à l'actualité venant de ces contrées. Malheureusement, cette actualité n'est actuellement guère souriante. Dans la région d'Ayorou sévissent les djihadistes traversant la frontière malienne. L'attaque du camp militaire d'Inates des Forces armées nigériennes, le 10 décembre 2019, occasionne plus de 70 victimes. Plus récemment, le 12 mars 2020, les djihadistes attaquent une position de la garde nationale nigérienne à Ayorou même. L'été dernier, le dimanche 9 août 2020, l'excursion touristique de six Français de l'ONG Acted et de leurs deux accompagnateurs nigériens a viré à l'exécution. Des hommes armés étaient embusqués dans la réserve de Kouré, dans le sud-est de Niamey. La réserve naturelle de Kouré abrite les derniers troupeaux de girafes d'Afrique de l'Ouest (figure 1). Fort heureusement, le suivi de l'actualité n'est pas toujours aussi déprimant, nous allons le montrer maintenant, il nous remémore nos souvenirs de jeunesse et les aléas de la géopolitique.

<sup>1</sup> École nationale supérieure des arts et industries de Strasbourg

<sup>2</sup> Institut de topométrie du Conservatoire national des arts et métiers

<sup>3</sup> Maraboutier : jeter un sort à quelqu'un, en recourant à un marabout, une personne connue pour ses pouvoirs

## Le barrage de Kandadji, parfum de scandale ?

La navigation sur Internet occasionne des surprises. Au détour d'un surf, nous tombons sur un titre racoleur et mystérieux "Kandadji : un barrage marabouté<sup>3</sup> au parfum de scandale" [Africa Intelligence, 2016]. Kandadji, mais n'est-ce pas le site au sud d'Ayorou, sur le fleuve Niger, où nous avons travaillé en août 1975 ? Nous nous souvenons que ce travail topographique était destiné à dimensionner l'emprise d'un barrage, les souvenirs s'éclaircissent, mais pourquoi en reparler près de 45 ans après ? N'ayant plus jamais entendu parler de ce projet, nous le pensions mort et enterré.

Parfum de scandale, senteurs d'Afrique, odeurs de détournements, tous les ingrédients sont là pour le plaisir de l'enquêteur. Les investigations nous apprennent qu'en 2016, l'actuel président du Niger Mahamadou Issoufou s'est retiré unilatéralement du contrat qu'avait attribué en 2010 son prédécesseur Salou Djibo à l'entreprise russe Zarubezhvostroy (ZVS) pour non-respect du cahier des charges. Très conciliante envers l'ex-chef de la junte, au pouvoir de 2010 à 2011, l'administration Issoufou n'a pas poussé le zèle jusqu'à éclaircir les zones d'ombre de cet accord. Elle a même préféré enterrer l'enquête censée faire la lumière

sur les conditions de son attribution. Le 26 mars 2019, le président Issoufou relance les travaux, cette fois-ci avec l'entreprise chinoise China Gezhouba Group Company (CGGC) avec un délai de 58 mois et un coût estimé de 1,2 milliard d'euros.

## Un projet important pour le Niger

La presse nigérienne nous renseigne sur le projet [Takouleu, J.M., 2019]. "Il s'agit non seulement de produire de l'énergie électrique, mais aussi de régénérer l'écosystème du fleuve, tout en créant les conditions d'un développement local. Les travaux concernent aussi la sauvegarde environnementale avec le déplacement et la réinstallation des populations. Ce qui est important ici, c'est l'aspect pôle de croissance et de développement dans la réalisation du programme Kandadji", a affirmé Mahamadou Issoufou. Notons que ce projet déplacera 50 000 personnes issues de 24 villages.

L'écosystème d'une importante population d'hippopotames et de lamantins sera également chamboulé puisque ces mammifères seront déplacés. À travers ce projet, le Niger compte renforcer son offre en électricité de 130 MW supplémentaires. Le barrage hydroélectrique de Kandadji est construit sur le fleuve

Niger, à 150 km de Niamey, la capitale du pays. Le projet est piloté par le Haut-commissariat à l'aménagement de la vallée du Niger, dans le cadre du Programme Kandadji, de régénération des écosystèmes et de mise en valeur du fleuve Niger qui traverse plusieurs localités de ce pays d'Afrique de l'Ouest. La hauteur de ce barrage s'élèvera à 280 m, pour une longueur de 8 780 m. Son réservoir couvrira une surface de 282 hectares. Une bonne partie des eaux du barrage servira à faire tourner les quatre turbines de la centrale électrique installée en contrebas. Le barrage servira aussi à irriguer les champs et à renforcer l'alimentation en eau potable de Niamey.

La presse locale insiste sur l'aspect environnemental [Ici Niger, 2016]. Le Chef de l'État a par ailleurs indiqué que "[...] *le barrage de Kandadji nous donnera [...] de l'énergie à faible coût, [...] ce qui permettra de faire de l'irrigation compétitive et permettra donc de promouvoir l'Initiative 3N (les Nigériens Nourrissent les Nigériens) avec un accroissement de la production du riz, du maïs, des produits maraîchers, un accroissement également du cheptel autour des localités qui entourent le barrage de Kandadji. Qui dit accroissement du cheptel, dit aussi accroissement de la production de viande, accroissement de la production de lait, tandis qu'un accroissement important de la production halieutique est prévu*".

La coordination nationale des usagers des ressources naturelles du bassin du Niger (CNU) nous explique la problématique de la compensation des terres et de la perte de production des populations de Kandadji et d'éventuels enjeux nationaux soulevés par le processus de déplacement des populations (figure 2).

Enfin, la Réserve naturelle nationale de Kandadji (RNNK), créée le 20 juillet 2017, englobe l'aire du barrage et s'étend même sur 1 207 km<sup>2</sup> [Issaka, S. 2019]. La dégradation continue des écosystèmes de la vallée du fleuve et des débits d'étiage, particulièrement au cours des dernières décennies, a amené les autorités nigériennes à revoir les options antérieures envisagées pour le site de Kandadji. De 1998 à 2017, les études ont été menées sur la réserve fluviale,



Figure 2. Nomades au marché d'Ayorou, 1975.

oiseaux aquatiques, hippopotames, crocodiles, lamantins, poissons, sur les reptiles et amphibiens, les insectes, les végétaux.

Au fait, les travaux relancés en 2019 avancent-ils ? Disons qu'ils ne sont pas arrêtés. Au 17 juillet 2020, la presse de Niamey titre : "*Le taux de réalisation du barrage de Kandadji évalué à 17 %, le coronavirus pointé du doigt*", d'après un constat fait par les parlementaires membres de la Commission des affaires économiques et du plan de l'Assemblée nationale qui ont visité le chantier. D'autres obstacles majeurs qui freinent l'avancée des travaux, notamment la question de la sécurité du site, ont été portés à l'attention des députés.

## La genèse du barrage

Comment en est-on arrivés là ? Le barrage de Kandadji a été proposé en 1975 pour la production électrique et l'aménagement du fleuve pour la navigation fluviale. Parmi les études entreprises, citons celle des géomètres-topographes du Service topographique et du cadastre en 1975 – que nous allons vous raconter – et l'étude hydrologique de l'ORSTOM [Hoepffner, M. 1978]. Le bassin versant du Niger, les réalisations et les nombreux projets sont montrés en figure 3.

Devant le courant d'opposition qui prenait son essor à l'époque face aux grands barrages, constatant que celui de Kainji au Nigeria produisait large-

ment de quoi alimenter Niamey en électricité et que la production locale ne justifiait pas la construction d'une voie navigable, le gouvernement nigérien a abandonné le projet. Il l'a remis à l'ordre du jour une vingtaine d'années après, avec cette fois-ci comme objectif l'alimentation en eau de Niamey, dont la fragilité a déjà été soulignée à plusieurs reprises, et le développement du secteur agricole irrigué [Audrey, A. and Lasserre, F. (2013)].

Un premier projet a ensuite été conçu en 2002, avec comme constructeur envisagé l'entreprise russe *Zarubezhvodstroy* (ZVS) déjà citée. Nous connaissons la suite.

## La mission topographique de 1975

Dès octobre 1973, Bernard est en stage au service topographique et du cadastre de Niamey pour une durée de deux ans. Triangulations, polygonations, nivellements, points de calage photogrammétriques, lotissements, implantations de routes, levés au 1/500 de nombreux collèges d'enseignement général et même l'intérim du directeur du cadastre pour lequel il a fallu prêter serment ont été les principaux faits et gestes de ce stage.

Jean-Pierre, diplômé de l'Institut de topométrie, arrive à l'automne 1974 en tant que Volontaire du service national actif sur un poste de coopérant technique qui sera supprimé à son départ,



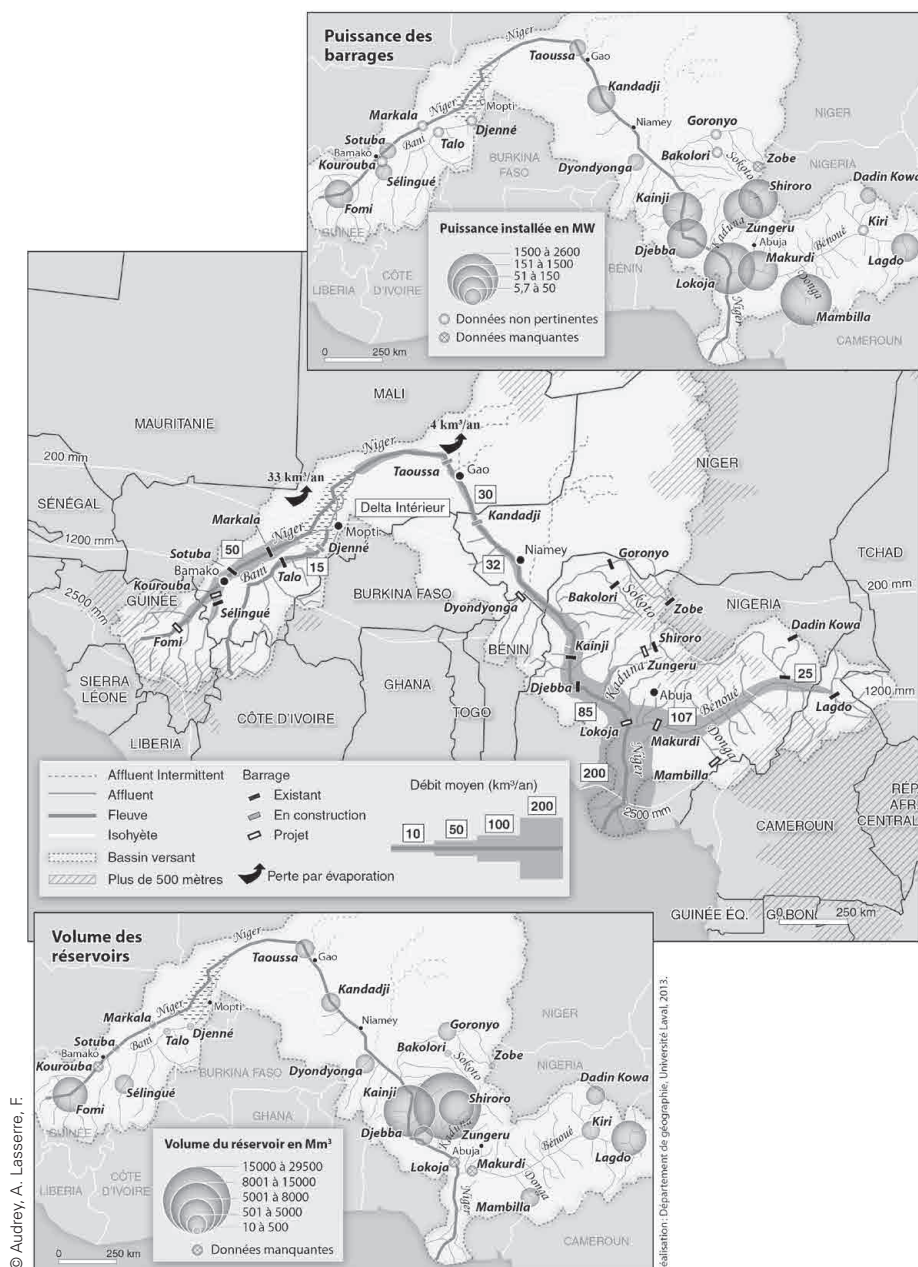


Figure 3. Barrages en service et planifiés dans le bassin du Niger, 2012.

ainsi que plusieurs autres dans le service, montrant bien que la "nigérianisation" de l'administration avançait à grands pas en ce milieu des années 70.

Début août, la mission est déclenchée, vers Ayorou, sur le fleuve Niger, en direction du Mali. Il s'agit de dimensionner, en première approximation, l'emprise sur la rive gauche du fleuve Niger du projet du barrage de Kandadji. En effet, tandis que sur la rive droite le projet s'appuie sur une colline rocheuse, le Tondé Karia (figure 4), le versant de la rive gauche est désespérément plat ou plutôt possède une pente très faible. Jusqu'où irait la rete-



Figure 4. Borne K en face du Tondé Karia, année 2010.

nue suivant la hauteur du barrage ? Nous allons aider à répondre à cette question.

Deux équipes prennent place à bord de la Land Rover Série III 109 et de la Toyota Land Cruiser FJ45 pickup. La route est asphaltée jusqu'à Tillabéri, puis elle est remplacée par une piste sableuse agrémentée de trous d'eau. Nous sommes en pleine saison des pluies.

L'équipe se compose de Seini Ali, aide-géomètre et de Zibo Boubacar, chef d'équipe. Ils sont accompagnés chacun de leur équipe Lahama Daouda, Dillé Abdou, Boubacar N'Gornio et Idé Hanafi. Dodo Adamou, le chauffeur, complète l'équipe du Service topo. Ajoutons notre cuisinier Ibrahim Ag Al Khamis, jeune Targui de 18 ans environ, originaire de Ménaka au Mali. Il est arrivé au Niger à cause de la grande sécheresse de 1973.

Nous sommes hébergés au campement administratif d'Ayorou et les lits munis de moustiquaire trônent en plein air. Le représentant de l'autorité, prévenu par télégramme, vient nous rendre visite. Il nous annonce calmement que, pendant notre trajet, une tentative de coup d'État a été perpétrée à Niamey. "Un tel pouvoir bicéphale ne pouvait durer", nous explique-t-il doctement. Bernard et Jean-Pierre auront chacun été témoins de deux coups ou tentatives, le lecteur intéressé pourra se reporter à l'encadré décrivant cette actualité nigérienne. Mais suivez maintenant les opérations topographiques et repérez-vous sur la carte de la région (figure 5).

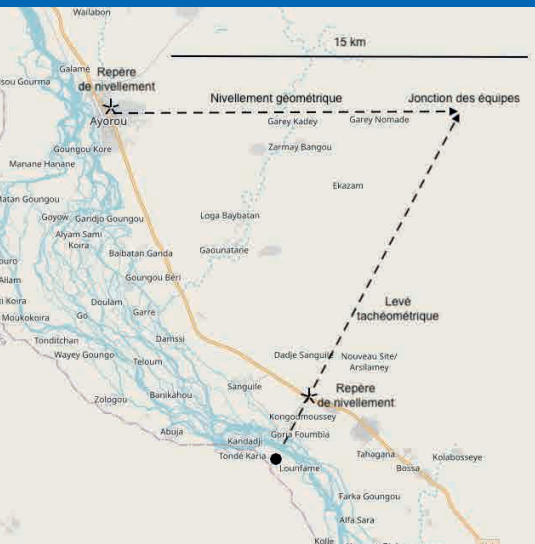


Figure 5. Carte de situation Ayorou - Kandadji.

## Relevé du profil en long

Bernard se charge du profil en long. Au droit du Tondé Karia et sur la RN1 (route nationale 1), il avait localisé un repère de nivellement rattaché au nivellement général de l'Afrique de l'Ouest (NGAO). De ce repère, le profil se dirige vers le fleuve Niger puis dans la direction opposée vers le NE sur une quinzaine de kilomètres, l'orientation étant obtenue à vue, les aides topographes alignant le profil. À l'époque, nous ne disposons pas encore d'EDM (*Electronic Distance Measurement*) ni de station totale combinant théodolite et distancemètre. Il serait possible de faire mesurer les distances au ruban de 50 m par les aides-topographes rompus à ce genre d'opérations, mais un nivellement aurait



Figure 6. Tachéomètre autoréducteur RDS Wild Heerbrugg.

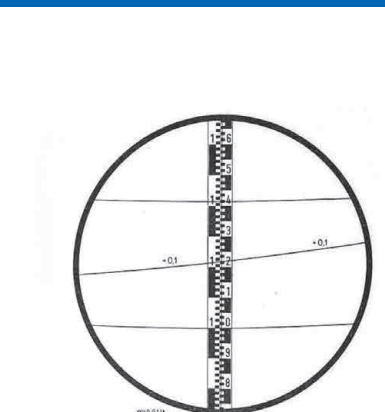


Figure 7. Principe de lecture au RDS Wild Heerbrugg.

néanmoins été nécessaire. La solution est le tachéomètre auto réducteur RDS de Wild Heerbrugg (figure 6) utilisé pour les levés à grande échelle. L'abréviation RDS signifie *Reduktions Distanzmesser für Senkrechte Latte* ou distancemètre réducteur pour mire verticale [De Hilster, N. 2014]. Wild Heerbrugg a créé avec succès un tachéomètre auto réducteur qui ne donne pas seulement la distance suivant la pente vers la mire verticale, mais aussi la distance réduite à l'horizontale et la différence de hauteur.

La figure 7 montre une lecture avec le fil inférieur à 1,000 m. Le fil supérieur nous donne une distance de  $(1,413 - 1,000) \times 100 = 41,3$  m. La dénivelée est  $(1,217 - 1,000) \times 100 \times +0,1 = +2,17$  m entre l'axe optique du RDS et le niveau 1 m de la mire. Cependant, la mire spéciale RDS comporte une tige ou pied extensible qu'il suffit de régler pour éviter le calcul de réduction  $h_i - h_s$ . Si la hauteur d'appareil est de 1,60 m, sortons la tige extensible de 0,60 m et visons toujours la graduation 1,000 m. De cette façon  $h_i - h_s$  est nul et la dénivelée notée sur le

carnet est bien celle entre les 2 piquets stationnés.

Les aides topographes implantent des piquets, la distance étant inférieure à la centaine de mètres et le contrôle à l'avancement est immédiat : les visées avant et arrière sont observées, les distances horizontales et les dénivelées comparées dès la deuxième mesure effectuée (figure 8).

La quinzaine de kilomètres est avalée dans la semaine, une fois le rythme pris. Seuls les véhicules embourbés dans les terrains rendus meubles par la saison des pluies, indécélables à la conduite, nous ralentissent (figures 9 et 10).

## Nivellement géométrique de fermeture

Jean-Pierre se charge lui du nivellement géométrique de fermeture du chantier. À Ayorou, il avait trouvé un repère de nivellement également rattaché NGAO. D'Ayorou une piste sableuse se dirige vers l'est et va intersecter, à une quinzaine de kilomètres, le profil en long.

Pas question de procéder à un aller-retour qui rallongerait la durée du travail et compliquerait la logistique. Jean-Pierre ayant fait ses armes sur un nivellement à Bayonne suggère le cheminement double de nivellement direct aussi appelé la méthode Cholesky. À l'époque, le lexique de l'AFT n'existait pas, mais on avait les neurones frais et de la mémoire disponible. Pour les curieux, voici ce qu'enseigne le lexique [AFT. 2010].



Figure 8. En station sur le profil en long.





Figure 9. Land Rover embourbée, Dodo Adamou en action.



Figure 10. Toyota embourbée, toute l'équipe pousse.

**CHEMINEMENT DOUBLE DE NIVELLEMENT DIRECT (I.m.)**  
CHEMINEMENT DE NIVELLEMENT DIRECT consistant à mener simultanément deux cheminements distincts en plaçant la MIRE DE NIVELLEMENT successivement en deux points situés à l'arrière, mais distincts, puis en deux points situés à l'avant et ainsi de suite permettant un CONTRÔLE DE MARCHE lors de chaque station. On calcule séparément les deux cheminements et on compare les résultats obtenus. La méthode en question est souvent appelée : "Méthode CHOLESKY" (figure 11).

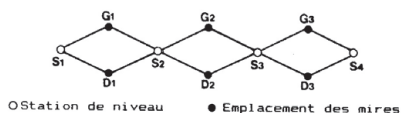


Figure 11. Schéma de la méthode de Cholesky.

Jean-Pierre et Bernard ne se souviennent guère des fermetures altimétriques, qui devaient être correctes au demeurant, sinon on en parlerait encore. Un épisode marquant fut un exploit cynégétique de notre vaillante équipe : la chasse au lapin dans son terrier par enfumage. Il est amusant de faire le rapprochement avec le cinéaste Jean Rouch qui a tourné "La chasse au lion à l'arc" dans la région de Yatakala à 50 km d'Ayorou 10 ans auparavant, en 1965. Sur ce coup, on n'a pas à faire les fiers !

## Et actuellement, comment auriez-vous fait ?

Nos jeunes lectrices et lecteurs doivent sûrement être fatigués de RDS et de

méthode Cholesky, eux qui ne les pratiqueraient plus jamais. Pour les réveiller nous lançons un concours destiné à nos lecteurs, dont les plus jeunes. La question est :

- vous avez à résoudre le même problème que celui de vos anciens, établir un profil en long de reconnaissance pour évaluer l'emprise du futur barrage ;
- vous êtes au Niger avec un minimum d'équipement, voire derrière votre bureau et dans votre pays d'origine ;
- quelle méthode mettez-vous en œuvre ?



**AFT XYZ** Rendez-vous au numéro XYZ  
CONCOURS NIGER 166 de mars, écrivez à  
mailto:info@aftopo.org?subject=Concours%20XYZ166%20  
Niger avant le 31 janvier 2021.

À titre d'exemple, voici notre solution, une description rapide sans entrer dans les détails des paramètres et des calculs.

Nous disposons à Niamey d'un véhicule tout-terrain, d'un récepteur GNSS bifrquence, d'un trépied et d'une antenne labélisée IGS<sup>4</sup>. Comme le Niger ne dispose pas de station RGP (réseau GNSS permanent), nous travaillons en point isolé et en système de référence ITRF20xx, époque des observations. Nous stationnons les repères de nivellement de Kandadji et d'Ayorou, ce sont des bornes, c'est facile, pendant deux heures au minimum avec un échantillonnage de 30 s. Nous calculons par post-traitement en mode statique sur Internet<sup>5</sup>, les positions et surtout les hauteurs ellipsoïdales des repères. Nous calculons ensuite sur chaque

## Des séjours ponctués de coups d'État

Notre stagiaire Bernard (1974-75) ou notre VSNA Jean-Pierre (1975-1976) ont connu coups d'État et tentatives de putsch lors de leur séjour. Rappelons cet historique [Larousse 1976] et pour être exhaustif, aussi la suite jusqu'à nos jours. Un coup d'État militaire, dirigé par le lieutenant-colonel Seyni Kountché, évince le président Diori Hamani, le 15 avril 1974, qui devient chef de l'État avec le titre de président du Conseil militaire suprême. Le 2 août 1975, le chef de l'État annonce la découverte d'un complot dont l'instigateur serait le commandant Sano Souma Sido, vice-président du Conseil militaire suprême, le numéro deux du régime. C'est le fameux "pouvoir bicéphale" évoqué par l'autorité d'Ayorou qui nous recevait.

Pour la troisième fois en vingt-trois mois, le 15 mars 1976, les dirigeants de Niamey affirment avoir déjoué une tentative de coup d'État organisée par l'ancien commandant Bayère Moussa, écarté du gouvernement après le remaniement de février qui a permis l'entrée de plusieurs civils dans le cabinet et par plusieurs éléments des forces armées. Le 27 janvier 1996, un nouveau putsch renverse le premier président élu démocratiquement, Mahamane Ousmane, resté trois années au pouvoir et installe le général Ibrahim Baré Maïnassara à la tête de l'État.

Le 9 avril 1999, le commandant Daouda Malam Wanké renverse Ibrahim Baré Maïnassara assassiné sur le tarmac de l'aéroport militaire de Niamey.

Le 18 février 2010, un "dernier" coup d'État est perpétré contre Mamadou Tandja, par Salou Djibo, celui qui a attribué le contrat du barrage de Kandadji à l'entreprise russe ZVS, le lecteur le connaît bien.

<sup>4</sup> International GNSS Service

<sup>5</sup> <https://webapp.geod.nrcan.gc.ca/geod/tools-outils/ppp.php> ou [http://rgp.ign.fr/SERVICES/ppp\\_online.php](http://rgp.ign.fr/SERVICES/ppp_online.php)

