



L'approvisionnement en eau dans les forts du Deccan en Inde : le cas de Naldurg (xiv^e - xvii^e siècle)

Nicolas Morelle

► To cite this version:

Nicolas Morelle. L'approvisionnement en eau dans les forts du Deccan en Inde : le cas de Naldurg (xiv^e - xvii^e siècle). L'eau autour du château : Actes du quatrième colloque international au château de Bellecroix - 17-19 octobre 2014, Oct 2014, Bellecroix, France. pp.272-287. halshs-01249792

HAL Id: halshs-01249792

<https://shs.hal.science/halshs-01249792>

Submitted on 3 Jan 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



L'approvisionnement en eau dans les forts du Deccan en Inde : le cas de Naldurg (xiv^e-xvii^e siècle)

NICOLAS MORELLE

Doctorant, université d'Aix-Marseille, UMR 7 298 LA3M

Résumé

L'introduction des techniques d'adduction d'eau dans les forts du Deccan suite aux conquêtes des dynasties turques du Nord de l'Inde et avec l'influence iranienne ont permis de faire de l'eau un atout primordial dans la guerre. Avec l'évolution des techniques d'adduction et de conservation sous plusieurs formes (d'abord par la création de lacs et de bassins, mais aussi par des puits, qanats, barrages, tours d'eau, baolis, tuyaux...) les élites peuvent développer des réseaux fortifiés plus denses et y apporter des jardins d'agrément et des palais d'eau. Ces techniques serviront par la suite le domaine de l'agriculture en nourrissant les terres fertiles du Deccan.

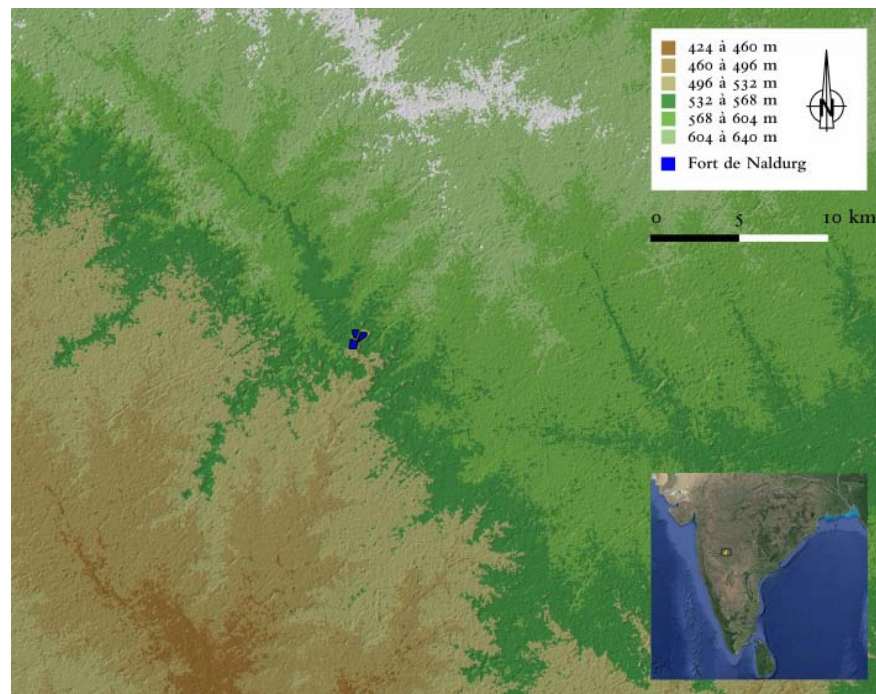
À travers l'exemple du fort de frontière de Naldurg au Maharashtra, nous verrons quelles ont été les réponses données par l'aménageur pour répondre aux besoins importants en eau de ce fort de garnison situé sur les bords de la rivière Bhima, barrée à l'occasion par un barrage unique en Inde.

Le fort de Naldurg se situe au sud du Maharashtra, dans la région basaltique du Deccan trap, le grand plateau longeant la chaîne montagneuse des ghâts occidentaux. Il se trouve à l'extrémité du plateau du Balaghat, qui se situe à 600 m d'altitude, délimité par la vallée de la Godavari et par celle de la Bhima. L'escarpement du plateau au sud suit la direction sud-est en passant par Yermala, Osmanabad, Tuljapur, en créant une ouverture sur Naldurg et se poursuivant au-delà vers l'est. À l'est du site, nous quittons le plateau pour arriver sur la zone du bassin de Harni jusqu'à Gulbarga. On comprend alors la position géostratégique du site comme une frontière naturelle, et dont les routes commerciales ont naturellement suivi le tracé (fig. 2 et 3).

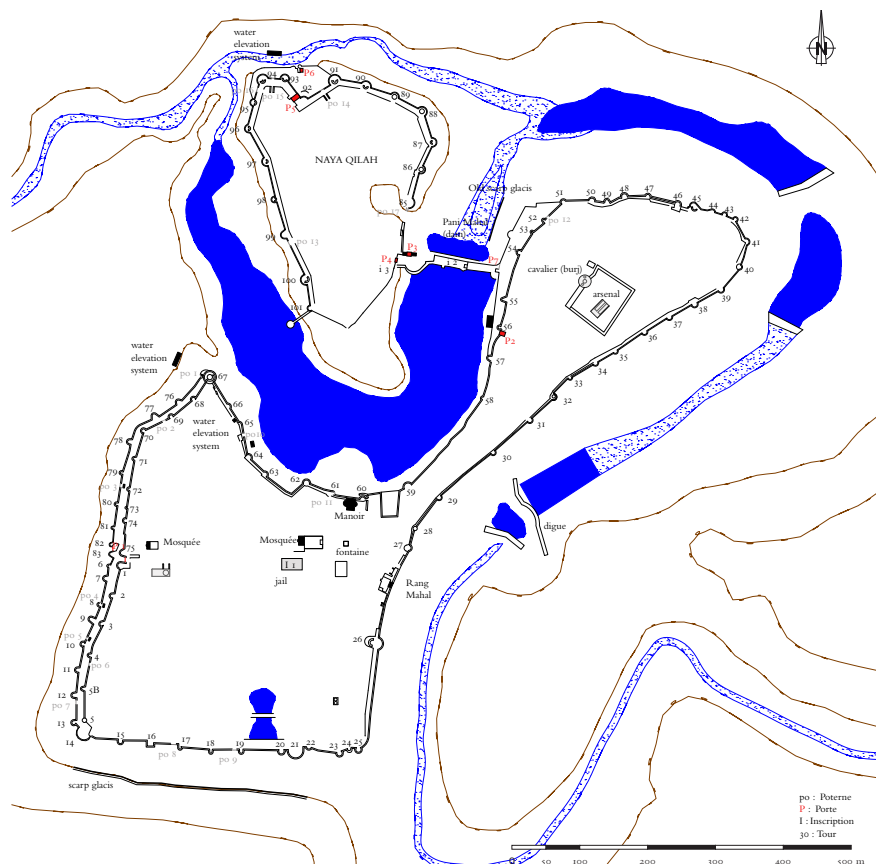
La rivière Bori trouve sa source un peu au-dessus de Dharur, passe à Naldurg pour rejoindre la rivière Bhima en aval. Les hommes ont donc choisi de s'installer dans ce méandre pour répondre à un besoin vital et primordial dans le Deccan : l'accès à l'eau. Ils ont ainsi pu garder l'eau en construisant des barrages.

La décomposition de certaines roches basaltiques donne des terres noires fertiles, le *black cotton soil*¹. Ces terres ont une capacité d'absorption et de rétention d'eau importante, notamment grâce aux pluies de mousson. Lorsque l'hydrographie de la région a pu être maîtrisée et adaptée aux

1. *Gazetteer of India, Osmanabad district* p. 201. Terre argileuse noire et friable avec des particules de calcaire et de sable, ainsi que des matières organiques (de type racinaire).



► Fig. 2 : carte topographique de Naldurg réalisée avec l'aide du MNT ASTER GDEM (METI et NASA).



► Fig. 3 : plan de Naldurg (DAO N. M. 2013 sur fond K. Rötzer).

L'approvisionnement en eau dans les forts du Deccan

contraintes géologiques, elle a permis une irrigation suffisante pour favoriser plusieurs types d'agriculture : *kharif* (à partir de juin) et *rabi* (de novembre à mars). La richesse de la région vient de ce type de sol qui ne nécessite pas de labours profonds pour être fertile, notamment pour la production de coton et de canne à sucre.

Suite aux résultats de la mission archéologique franco-indienne des forts du Deccan² sur l'importance des postes de frontière des sultanats comme Naldurg (avec un panel de la fortification du xv^e au xviii^e siècle, des Bahmanis aux Moghols), nous allons nous pencher sur la révolution technologique de cette région au xvi^e siècle, grâce à l'arrivée des techniques hydrauliques iraniennes qui se sont développées en Asie centrale et au Proche-Orient depuis l'Antiquité. La cohabitation avec les systèmes traditionnels de type réservoirs, canaux et *bavlis*³ (dont certains réseaux remontant à la période Calukya du xi^e siècle sont encore conservés⁴) exprime une continuité et une association avec la religion⁵. L'eau est sacrée et conservée dans des espaces religieux ou associés. Les indo-musulmans vont construire des grands bassins ou créer des lacs artificiels dans les espaces urbains publics pour l'accès à l'eau de toute la population, mais aussi dans les forts comme à Naldurg, Dharur... La technologie leur permet maintenant de stocker des masses d'eau importantes directement dans les forts, qui peuvent accueillir une garnison plus nombreuse après la seconde partie du xvi^e siècle. L'eau et ses aménagements sont les éléments essentiels de la politique d'investissement dans l'agriculture des sultanats et du royaume de Vijayanagar. L'eau est ainsi associée directement au pouvoir des sultans pour l'affirmer et le maintenir.

La rivière Bori et son territoire

Le fort s'est développé sur les rives de la rivière Bori. La muraille ferme un éperon barré basaltique enserré par le méandre de la rivière. Une île basaltique escarpée constitue la seconde partie du fort sur l'autre rive reliée par un barrage traversant la Bori. Le front oriental du fort est construit sur un profond précipice (de 20 à 50 m) qui surplombe la rivière Bori et marque bien la fin du plateau basaltique. Pour finir d'isoler le fort, les hommes ont creusé un large fossé sec afin d'isoler la dernière partie de l'éperon encore en connexion naturelle avec le plateau au sud-ouest. L'accès à la porte du site se fait par un pont au-dessus du fossé sec, l'aménageur n'ayant pas jugé utile d'y amener une eau qui est trop précieuse pour rester dans un fossé à stagner. Ce fossé, comme le fossé naturel au nord du *naya qilah*, se situe au même niveau que le haut du barrage et nous pensons qu'il a pu servir de dérivation ou de déversoir au lac de retenue pour évacuer le surplus en cas d'inondation et de forte arrivée d'eau et pour éviter une pression trop forte sur la paroi du barrage.

À Naldurg, le relief de la terrasse rocheuse est essentiellement contrôlé par un relief primitif (plateau basaltique) malgré la zone d'érosion due à l'écoulement de la rivière (apport des eaux drainées par le plateau). Il forme

2. Mission franco-indienne de recherche archéologique en coopération entre le LA3M (MMSH) et l'institut d'architecture Malik Sandal de Bijapur (mars 2013) sous la direction de Nicolas Morelle, avec Muhammad Yasir et Shahnawaz Haidar, sur les conseils de Klaus Rotzer et avec l'aimable autorisation du Dr. Patil, directeur de l'Archeology and Museums, St-Georges fort, Mumbai.

3. *Bavli* : large puits ou réservoir entouré d'une plate-forme et de marches pour y accéder. Creusé dans le sol basaltique du Deccan sur des failles pour atteindre les nappes phréatiques et recueillir un maximum d'eau, il est également associé au religieux où l'eau y est considérée comme sacrée. Le réservoir peut être d'usage privé ou public, à Bijapur, l'aspect sacré du monument sera renforcé par la construction d'une arche imposante le reliant à la route et à l'espace urbain (Dargah de Gezu Daraz (Gulbarga) et le Taj, Chand, et Masa Bavlis (Bijapur).

4. DAVISON, *Irrigation and water supply systems of Vijayanagara*... p. 103.

5. MORRISON, « Dharmic projects... » p. 182-195.
« In fact, in the Vijayanagara period, reservoirs were most commonly endowed by nayakas, elite leaders with a primarily local power base. To be patron of a reservoir, then, was a potentially realisable goal for local elites, one that was accompanied by special religious merit as well as political prestige. »

► Fig. 4 : carte des principaux forts et capitales du Deccan au XVI^e siècle (DAO N. M. 2013).



un relief tabulaire ou acinal, édifié sur des couches horizontales et montrant des plateaux étagés et limités par des escarpements. La rupture de pente correspond à la fin du plateau et vient créer un amphithéâtre rocheux sur le cours de la rivière (qui a été choisi pour asseoir le barrage).

L'érosion principale à Naldurg vient de la rivière Bori, de type linéaire. Le plateau présente aussi des rigoles ou *rills* qui ont permis l'aménagement de réserves d'eau (réservoirs) à l'intérieur du fort. L'apport de sédimentation est faible, mis à part la formation de vase dans le méandre, au sud du *naya qilah*, puis sur les rives de la rivière. La dureté et la solidité du sol rocheux du lit de la rivière ont été des éléments essentiels pour le choix de la construction du barrage permanent, afin d'éviter que l'eau ne s'infiltre dans le sol sous le barrage⁶.

Le fort de frontière des sultans Adil Shahi

L'origine du fort remonte à la période bahmanide, le premier sultanat musulman du Deccan. Il initie une première campagne de fortifications et de protection de ses frontières de 1351 à 1480 (fig. 4).

Le gouverneur de Bijapur, Yusuf Adil Shah, se déclare indépendant en 1490 et saisit tous les territoires au sud de la rivière Bhima, dont le fort de Naldurg. Suite aux tensions et à la défaite des Adil Shahi face à la puissante armée de Vijayanagar à Raichur Doab en 1520, une remise en question de la fortification et de l'utilisation de l'artillerie permet une véritable révolution militaire et technologique dans le sultanat Adil Shahi.

L'approvisionnement en eau dans les forts du Deccan

Vers 1550, Ali Adil Shah prend conscience de la faiblesse du système défensif du sultanat⁷. Il entame une série de modifications et d'adaptations de ses forts de frontières et en 1558, à Naldurg, il décide d'ajouter une seconde ligne de défense à l'ouest et un grand cavalier au nord-est comme point d'observation. De larges bastions sont construits sur les falaises.

Le fort est assiégé par Sayyad Murtaza d'Ahmednagar une première fois en 1580, mais sans résultat. Il est alors jugé imprenable. Naldurg est devenu un verrou défensif de la frontière nord du sultanat.

La construction de la nouvelle défense du sultanat est liée à l'évolution de l'artillerie et réalisée grâce à l'apport financier des conquêtes des anciens territoires de Vijayanagar au sud, suite à la bataille de Talikota. Les campagnes de fortifications s'étalent de 1560 à 1580. Dans cette nouvelle forme de défense, l'eau et ses aménagements deviennent une composante essentielle. L'eau est envisagée comme une ressource pour la garnison, mais aussi comme un élément de la défense. Un immense chantier de construction du barrage débute sous le règne de 'Ali 'Adil Shah I, attesté par l'inscription dans le palais d'eau ou *pani mahal* de 1613 (date de fin de construction, c'est-à-dire 40 ans plus tard, sous le règne d'Ibrahim 'Adil Shah II⁸). Il permet alors de répondre aux problématiques de défense, mais aussi à une utilisation de loisir, d'agrément réservé à l'élite et au sultan. Le palais de l'eau, construit à l'intérieur du barrage, dans l'épaisseur de sa maçonnerie, permettait un accès à l'eau continu et sous pression. Les inscriptions présentes sur le site attestent que la construction du barrage a duré longtemps, mais qu'il a été conçu en même temps que la fortification de 1558. Le barrage permet de relier les deux parties du château (la partie nord est d'ailleurs appelée *naya qilah* ou nouveau fort). Le barrage est donc le fruit d'une réflexion issue d'une remise à plat du concept défensif de Naldurg.

Tout d'abord, en dehors du climat aride, la mousson (juin à septembre avec 132 mm à 188 mm en moyenne) gonfle la rivière Bori et le barrage du fort de Naldurg prouve son efficacité en régulant l'étiage. En août, le lâcher d'eau depuis le haut du barrage fait l'admiration des centaines de touristes venus pour l'occasion (fig. 5 et 6).

Le barrage permet donc d'éviter le tarissement de la principale source d'approvisionnement en eau et donc d'empêcher la vulnérabilité du site à la saison sèche. La position du barrage *intra muros* permet de sécuriser la ressource hydraulique. Le lac artificiel ainsi créé assure également la qualité de l'eau (aucun égout ne se jette dedans), et grâce au système de tour à eau, il permet au fort d'accueillir une armée énorme de 15 000 hommes, sans compter les chevaux et éléphants, lors des raids de 1580⁹.

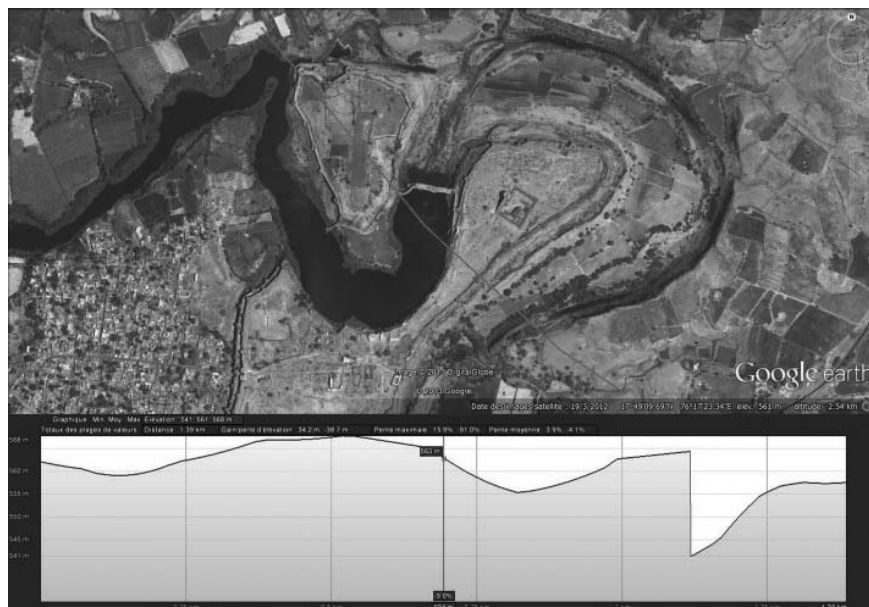
Hypothétiquement, si nous considérons qu'un homme vivant dans le climat aride du Deccan du XVI^e siècle consomme 10 litres d'eau (boisson, hygiène et cuisine), un éléphant 110 litres et un cheval 40 litres d'eau par jour en moyenne, donc une armée de 15 000 hommes (même si cet effectif a probablement été grossi par les chroniqueurs de l'époque) avec 100 éléphants et 2000 chevaux, consomment environ 241 m³ par jour. En considérant que

7. EATON, *Contested Sites on India's Deccan Plateau...* p. 324.

8. YAZDANI, *Epigraphia Indo-Moslemica...* p. 3.

9. SHERWANI, *History of Medieval Deccan...* p. 252. *Gazetteer of India, Osmanabad district...* p. 62.

► Fig. 5 : coupe générale du site et du méandre de la rivière coupant le plateau.



► Fig. 6 : lâcher d'eau du barrage (cl. N. M.)



le lac de retenue englobe le méandre de la rivière jusqu'à la partie ouest du *naya qilah*, (c'est-à-dire une aire de 82 569 m² en moyenne de l'étiage annuel), alors le lac fournit un total de 859 m³ d'eau (sans compter l'apport journalier de la rivière d'un côté et l'évaporation de l'autre).

La position du lac de retenue n'est pas anodine, puisqu'il se situe au même niveau que les zones agricoles sur le plateau et que l'eau est distribuée sur ces espaces et non en contrebas dans les zones arides à la topographie difficile.

D'autre part, le barrage symbolise la maîtrise de l'eau et donc du territoire économique, puisqu'il s'agit d'un investissement de la part de l'élite. Associé au fort, il devient un symbole politique d'une des dynasties les plus puis-

L'approvisionnement en eau dans les forts du Deccan

santes de l'Inde du XVI^e siècle. L'inscription se situant dans le palais de l'eau est donc destinée au souverain, à sa cour et surtout à ses invités, émerveillés de voir la maîtrise d'une eau sous pression en flux continu avec un balcon donnant vraisemblablement sur de grands jardins d'agrément en contrebas. L'inscription taillée dans le marbre en caractère *Naskh* rapporte :

« De la cour du roi, refuge de la foi, le victorieux, Mir Muhammad Imadin a été nommé. (2) pour construire ce *bund* (barrage en sanskrit) qui, par la grâce de Dieu, a atteint la gloire comme les remparts d'Alexandre. (3) en le regardant (le barrage) les yeux de nos amis s'illuminent et les yeux des ennemis sont aveuglés. (4) J'ai demandé à mon esprit de dater la construction. L'esprit a dit : « Que ce barrage reste intact par la grâce du roi » 1022 A.H. (1613)¹⁰ ».

10. YAZDANI, *Epigraphia Indo-Moslemica...* p. 3.

Sous le patronage d'Ibrahim Adil Shahi II, Mir Muhammad 'Imadin ('Imad-i-din), ingénieur en charge de la construction, démontre donc sa supériorité technique en comparant son ouvrage à ceux d'Alexandre le Grand, faisant ainsi référence au monde perse et à l'ancienne Bactriane (fig. 1, 7 et 8).



◀ Fig. 7 : inscription perse située dans le pani mahal (cl. N. M.)

► Fig. 8 : lac de retenue et barrage en arrière plan.



Le barrage

11. GOBLOT, « des hydrauliciens méconnus... » p. 32. Le *sarij*, mortier imperméable utilisé pour les ouvrages hydrauliques, était un mélange de chaux, de cendres et d'épineux du désert qui a pu être utilisé dans le Deccan par les maîtres d'œuvres perses.

12. DAVISON, *Irrigation and water...* p. 94. À Vijayanagar, un brahman spécialiste de l'hydrologie (*pathashastra*) décide de la position d'un barrage. Il choisit une rivière avec plusieurs sources et une argile capable de soutenir le barrage construit entre deux extrémités d'une colline avec des grosses pierres pour former un large barrage avec un fruit accentué.

13. PHILON, *Silent Splendour: Palaces of the Deccan...* p. 75.

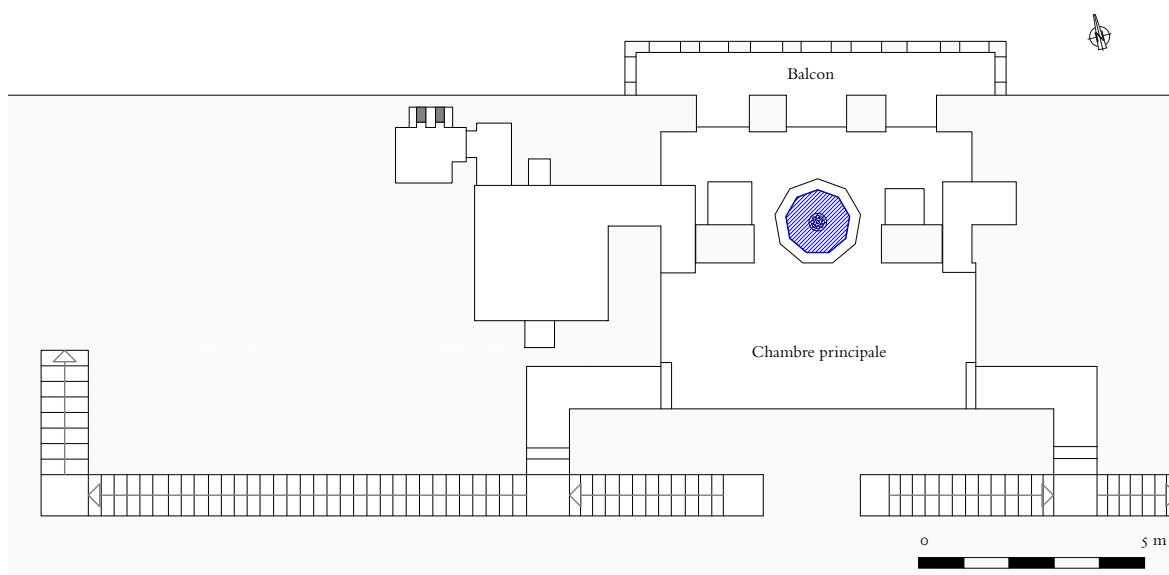
14. SALVADORI (Mario Gorge), *Comment ça tient ?* Marseille : Parenthèses, 2005, p. 17. On peut réaliser la finesse d'un barrage épais de 3 m en le comparant à un œuf dont le rapport entre l'épaisseur de la coquille et le rayon est de 1/50.

Le barrage réservoir de Naldurg, monté en pierre et mortier hydraulique résistant à l'eau, est encore en très bon état¹¹. Il mesure 144 m de long pour 19 m de haut et 15 m de large seulement, alors que les barrages Yadavas ou Vijayanagar¹² hindous sont généralement très épais (jusqu'à 60 m), ce qui nécessite des travaux de terrassement énormes. Dans le reste du sud de l'Inde (Andhra Pradesh ou les Kakatiyas), on a construit de nombreux barrages de terre en entassant les granites ou les gneiss du sol¹³. La forte largeur des anciens barrages du Deccan permet de compenser la faible imperméabilité de la terre utilisée, d'origine basaltique. À Bidar, région de latérite riche en argile, les barrages des sultans Bahmanis ont pu facilement être construits en utilisant ce matériau imperméable.

Inspiré du modèle du barrage-poids typique du XVI^e siècle Deccani, le barrage de Naldurg résiste à la poussée de l'eau horizontale selon une épaisseur et une pente adaptée pour la pression. Néanmoins, le terrassement pour adapter le barrage sur des appuis des versants encaissés de la vallée rocheuse reste important. La qualité de l'enrochement et la légère courbure permettent au barrage de transmettre des milliers de tonnes de pression d'eau aux flancs de la vallée encaissée. Il s'agit donc d'un des premiers exemples de barrage-voûte construit en Inde (selon le rapport de structure existant entre l'épaisseur et le rayon de la surface courbe, qui dans un barrage ne peut pas dépasser 1/500¹⁴).

Trois espaces sont clairement définis. En partie supérieure, une route relie les deux parties du fort fermées par deux portes. À mi-hauteur, le *pani mahal* ou palais de l'eau, lieu de vie et de loisir, était réservé à l'élite et au sultan ; c'est un lieu frais, agréable pendant les heures chaudes de la journée (fig. 9). Le niveau bas, aujourd'hui réservé aux chauves-souris, était l'espace de service où se superposent plusieurs systèmes de vannes et de tuyauteries afin de contrôler le débit d'eau à écouler vers l'aval.

L'approvisionnement en eau dans les forts du Deccan



▲ Fig. 9 : plan du Pani Mahal (DAO, Kamble 2009).

L'écluse et ses vannes permettaient de contrôler le débit de l'eau afin de régulariser le niveau du lac de retenue. Les trois vannes sont situées à des niveaux différents pour réguler la pression. Une vanne principale se situe au sommet du barrage pour évacuer l'eau rapidement en cas d'inondation (fig. 10).



◀ Fig. 10 : écluse située sur la partie sommitale du barrage (cl. N. M.)



▲ Fig. 11 : arrivée d'eau à l'intérieur du barrage (cl. N. M.)

15. YAZDANI, *Epigraphia Indo-Moslemica...* p. 3.

16. GOBLOT, « Kobar en Iran, sans doute le plus ancien des barrages-voûtes, en l'an 1300 environ », *Arts et Manufactures*, t. 154, 1965, p. 15-20. MORRISON, « Dharmic projects... » p. 182-195.

17. ROTZER, « Bijapur : alimentation en eau... » p. 170.

18. *Ibid.*, p. 153-155. Ferishta rapporte que le sultan 'Alī 'Adil Shāh fonde la ville de Shahpur pour commémorer sa prise de pouvoir. Il fonde également le Haud-i-Shahpur.

L'accès à chaque pièce renfermant une vanne se fait par un escalier depuis la plate-forme sommitale. Chaque vanne est formée de gradins avec pertuis donnant sur une canalisation qui traverse le barrage d'amont en aval (fig. 11). Un moulin était installé à l'intérieur du barrage afin d'utiliser la puissance hydraulique¹⁵. L'eau du lac de retenue pouvait ainsi être employée d'une façon rationnelle pour être stockée à longueur d'année et irriguer des terres agricoles autour du fort. Pour éviter une perte du débit, les curages et nettoyages des réseaux devaient être fréquemment effectués tout comme la surveillance et les réparations, pour s'assurer de la solidité de l'ouvrage général. Bien qu'un barrage moderne soit installé en amont du site, le barrage de Naldurg est toujours en activité.

Le style du barrage est clairement un emprunt iranien. C'est d'ailleurs à eux que nous devons les premiers barrages-voûtes, avec le barrage de Kobar dans le nord de l'Iran, qui date du début du XIV^e siècle¹⁶. Sur le plan technique, le barrage-voûte est un ouvrage bien plus élaboré que le barrage-poids. Il exige de solides connaissances

techniques, de l'implantation topographique à la gestion de la pression hydraulique, et notamment de certains types de voûte alors parfaitement maîtrisés dans le monde perse. La solidité du barrage est alors déterminante, avec l'utilisation nécessaire de certains matériaux comme le mortier de chaux. L'introduction par les ingénieurs musulmans dans le sud de l'Inde du mortier de chaux hydraulique a clairement révolutionné la maîtrise de l'eau en terrain basaltique, et la construction de tels ouvrages d'art a finalement modifié le paysage et le développement humain. La qualité du revêtement en mortier de chaux est particulièrement importante, avec souvent plusieurs centimètres d'épaisseur afin d'éviter la détérioration et les fuites. En effet, si l'eau pénètre dans les parois et les fondations du mur, il menace l'intégrité du monument.

Les barrages de Bijapur nous indiquent que les ingénieurs, en plus d'adapter ces ouvrages à la topographie du lieu (barrage-poids), calculaient les forces en présence (poids du barrage et pression de l'eau) pour évaluer l'épaisseur et l'utilisation du mortier de chaux dans l'ouvrage, afin de créer des parements obliques peu marqués¹⁷. Le barrage de Shahpur, construit sous le règne de 'Alī Adil Shāh I (1557-1580), ressemble à celui de Naldurg, avec une épaisseur de 20 m au sommet¹⁸. L'eau du barrage est contrôlée au niveau des écluses puis conduite par des canalisations vers la ville. C'est également un lieu de loisir avec trois niveaux d'arrivée d'eau pour le bain et

L'approvisionnement en eau dans les forts du Deccan

la fraîcheur. Au contraire de Naldurg, le barrage de Thatte Nahar, retrouvé récemment lors de la construction d'un nouveau barrage, est un ouvrage de dérivation sur la rivière pour conduire l'eau par un niveau élevé vers une autre destination. Malik Ambar (1549-1626), ancien esclave devenu premier ministre du Nizam Shah, considéré comme un ingénieur novateur de l'administration, a ordonné la construction du système d'approvisionnement en eau de Daulatabad. Le *Khareji* ou *Nahar-i-Ambari* est associé à plusieurs systèmes de contrôle et d'approvisionnement de l'eau¹⁹.

19. GARGE, « Thatte Nahar... » p. 93-175.

Les aménagements liés à l'eau

Les anciens systèmes d'irrigation encore visibles à Naldurg nous renseignent sur l'origine de ses constructeurs. La *bavli* est creusée dans la roche fissurée à cet endroit, sur le bas de la pente, la zone la plus basse de la surface interne du fort. Elle est maçonnée d'un côté afin de former une clôture. Un corbeau sur la partie supérieure atteste d'un système de puisage (fig. 12 et 13).



◀ Fig. 12 : réservoir, vue depuis la muraille sud (cl. N. M.)



▼ Fig. 13 : coupe de la bavli modifiée par l'ajout d'une tour à eau, Torgal (Karnataka).

20. HILL, « Physics and Mechanics civil... » p. 266.

21. DAVISON, *Irrigation and water...* p. 97. Le canal est construit sur une pente calculée pour atteindre un équilibre dans la vitesse de l'eau écoulée, car si le débit est trop rapide, l'érosion des berges est trop importante pour la pérennité du canal (d'où la stabilisation des berges avec des empierrements). Si c'est trop lent, le dépôt des alluvions dans le canal bouche rapidement les passages difficiles et finalement le cours du canal. FARRINGTON (1985, p. 291-293) évoque la formule de Manning pour calculer la force d'un canal pour un débit continu.

Quatre tours à eau sont encore présentes sur le site, à l'intérieur et à l'extérieur de l'enceinte. La tour à eau principale *intra muros* est construite directement en relation avec le barrage. La nouvelle configuration du site était liée au lac de retenue, puisque le niveau d'eau arrivait au pied de cette tour qui permettait de la hisser à un niveau supérieur, pour qu'elle soit distribuée sur le plateau au sud (et peut-être aussi pour alimenter le *bavli* lors des périodes sèches, par l'intermédiaire d'un canal). Un appareil de puisage de type *irattinam*, inspiré du *shaduf* antique²⁰, avec deux seaux attachés aux deux extrémités d'une corde passant sur une poulie, était installé en partie supérieure de la tour, au-dessus du puits. Une levée de terre à l'arrière de la tour permettait la traction animale sur un chemin en pente descendante pour tirer l'eau. Il y a alors des ouvertures placées dans le réservoir à intervalles réguliers, qui permettent une distribution rigoureuse de l'eau pour l'usage du fort, mais aussi pour l'agriculture. En effet, l'eau pouvait ainsi être amenée loin dans les terres en dehors du fort (fig. 14 et 15).

Les tours servent également de décanteur et, placées entre les systèmes d'adduction, elles permettent de réduire la pression exercée par l'eau à l'intérieur des conduites et elles régulent la vitesse de l'eau sur les canaux ouverts. Les réservoirs de ces tours sont enduits de mortier de chaux et de tuileau.

Ce type de tour à eau est courant à Bijapur, la capitale Adil shahi, et dans le sultanat. Les pompes mécaniques remplacent aujourd'hui ces tours à eaux. Nous notons qu'elles sont installées dans ces tours ou à côté, pour fonctionner efficacement.

Un canal est visible sur quelques dizaines de mètres à l'intérieur de l'enceinte fortifiée. Il est maçonné et recouvert d'un enduit avec un bourrelet en quart de rond pour assurer l'étanchéité. Il forme un aqueduc dans la partie basse du site, pour permettre à l'eau d'arriver par une faible pente sur la partie la plus haute, au sud. Il reliait le système d'élévation d'eau du lac vers d'autres parties du site dont un ensemble de petits bassins de répartition, d'usage inconnu, mais probablement liés à l'activité artisanale. En effet, les larges canaux, autrefois régulés par un système de vanne, permettaient de contrôler un fort débit d'eau²¹. Il n'est pas du tout certain que ces canaux aient été construits en même temps que le système d'élévation d'eau du lac (fig. 16).

Conclusion

La maîtrise de l'eau a été un outil politique et religieux, lié au sacré, essentiel pour les souverains du Deccan depuis l'Antiquité. Le rapport à l'eau va changer au cours du xv^e siècle avec l'arrivée des Iraniens et des techniques venues du Nord liées à la géologie et à la physique. Au départ plutôt religieux, l'usage de l'eau va devenir de plus en plus fonctionnel. Des systèmes de canaux et de réservoirs vont se multiplier dans le Deccan du xvi^e siècle, en raison d'une population plus nombreuse et de l'intensification et l'expansion des zones agricoles. Lié au loisir, l'usage important de l'eau dans les

L'approvisionnement en eau dans les forts du Deccan



◀ Fig. 14 : tour à eau principale (cl. N. M.)



◀ Fig. 15 : Tour à eau de Bidar (Kanataka ; cl. N. M.)



◀ Fig. 16 : canal (cl. N. M.)

22. *Ibid.*, *Irrigation and water supply systems of Vijayanagara* p. 36-104. Rama Raja employait alors de nombreux musulmans/iraniens (ceux licenciés par les Adil Shahis notamment). Le Queen Bath est un bassin entouré d'une galerie. L'eau passe dans le bassin au niveau du sol par un conduit monolithe à l'Est. Le bassin est pourvu d'une sortie sur le sol au centre et d'une seconde sortie sur une marche à 83 cm plus haut par rapport au fond du bassin. Les trous sont cerclés de fer pour les rendre hermétiques avec des bouchons afin de réguler le niveau de l'eau dans le bassin.

23. *Qanat* : tunnel destiné à capter une nappe d'eau souterraine et à l'adduction d'eau vers l'extérieur. Un *qanat* est constitué d'un ensemble de puits verticaux (accès, aération) reliés à une galerie de drainage légèrement en pente qui achemine l'eau vers des citernes. La manière de construire les *qanats* diffère beaucoup de la méthode de construction des barrages et demande une organisation politique et une planification beaucoup moins grande et un nombre d'ouvriers réduit. Le type d'investissement demandé par la construction et la maintenance d'un *qanat* est plus adapté à l'environnement des hauts plateaux.

24. RÖTZER, « Bijapur... » p. 125-196.

25. MORRISON, « Dharmic projects... » p. 182-195. Les britanniques ont imposé la taxe *ryotwari* pour les agriculteurs sur les moyens d'irrigation qu'ils devaient entretenir.

jardins paraît extravagant dans le climat semi-aride du Deccan (Kumatgi à côté de Bijapur²²). La maîtrise de l'ingénierie de l'hydraulique devient un outil politique pour les sultans du Deccan et aura une répercussion dans toute l'Inde, comme à la cour de Vijayanagar (les bains de la reine avec son architecture d'inspiration Deccani et le recours aux enduits sur les maçonneries (xvi^e siècle)²³.

Les Musulmans, dont les Pardesis shi'ites, apportèrent des améliorations notables dans les techniques de construction des barrages et des puits, mais aussi l'importation du *qanat*²³ et des tours à eau²⁴. Les maîtres d'œuvres étaient capables de mesurer les niveaux sur d'assez grandes distances.

Le barrage symbolise la maîtrise de l'eau et donc du territoire ; associé au fort, il devient un puissant message politique (d'où l'inscription permettant de lier l'ouvrage technique et le palais d'eau au pouvoir du sultan), encore aujourd'hui il évoque la puissance des dynasties passées de la culture du Deccan.

Le barrage est directement protégé par la fortification pour contrôler le lac de retenue et la ressource hydraulique. C'est donc la nouvelle forme de la guerre moderne qui a modifié les quantités d'eau à stocker pour les sièges et les garnisons. Contrôler Naldurg, ce n'est pas seulement mettre la main sur un fort frontalier, mais c'est aussi contrôler l'eau et l'agriculture du territoire d'Osmanabad. Les Moghols, le Nizam puis les britanniques l'ont bien compris en s'implantant dans le fort afin de pourvoir agir sur le développement politico-économique de la région au xix^e siècle.

Ce patrimoine architectural et technique n'est pas ou peu reconnu, surtout lorsqu'il se trouve isolé dans un espace rural ou grignoté par un tissu urbain dense avec une pollution élevée. Il risque d'être détruit par les grands projets de barrages ou dans les villes qui utilisent ces canaux et réservoirs comme dépotoirs ou égouts. Et pourtant les problèmes liés à l'eau pourraient être en partie réglés par la réutilisation des nombreux *qanat* et réservoirs toujours en état de marche dans le Deccan. En effet, nous observons une continuité dans l'utilisation fonctionnelle de ces monuments, ce qui a permis leur préservation comme le barrage de Naldurg. Il fut repris par les Moghols puis par les Britanniques ; ces derniers en ont fait des biens communs à entretenir pour le développement de l'agriculture²⁵.

L'approvisionnement en eau dans les forts du Deccan

Bibliographie

- ABADIE-REYNAL (Catherine), PROVOST (Samuel), VIPARD (Pascal) (dir.), *Les réseaux d'eau courante dans l'Antiquité*, Rennes : PUR, 2011.
- DAVISON-JENKINS (Dominic J.), *Irrigation and water supply systems of Vijayanagara*, New-Delhi : Manohar, American Institute of Indian studies, 1997.
- DELOCHE (Jean), *Studies on Fortification in India*, Pondichéry : Institut Français de Pondichéry, 2007.
- EATON (Richard), WAGONER (Phillip), *Contested Sites on India's Deccan Plateau, 1300-1600*, New-Delhi : OUP India, 2014.
- GARGE (Tejas), « Thatte Nahar : Unique Hydraulic Engineering System of Medieval Era » *History Today*, t. 14, 2013, p. 93-175.
- GOBLOT (Henri), « des hydrauliciens méconnus, les Iraniens de l'Antiquité jusqu'à la Renaissance », *Sciences et Techniques*, 31 avril 1976, p. 32.
- HILL (Donald R.), « Physics and Mechanics civil and hydraulic engineering industrial processes and manufacturing, and craft activities », in : coll., *History of civilizations of central Asia*, 4 (2), Paris : UNESCO, 2000, p. 249-273.
- KOTRAIAH (C. T. M.), *Irrigation system under Vijayanagara Empire*, Mysore : direction of archeology & museums of Mysore, 1995.
- MATE (Madhukar Shripad), *A History of Water Management and Hydraulic Technology in India*, Delhi : B. R. Publishing Corporation, 1998.
- MORELLE (Nicolas) (dir.), *Archaeological report of Naldurg survey (India)*, inédit, 2013.
- MORRISON (Kathleen), « Dharmic projects, Imperial Reservoirs, and new temples of India: an Historical Perspective on Dams in India », *Conservation and Society*, 8 (3), 2010, p. 182-195.
- PHILON (Helen), *Silent Splendour: Palaces of the Deccan*, New-Delhi: Marg, 2010.
- RÖTZER (Klaus), « Bijapur : alimentation en eau d'une ville musulmane du Dekkan aux XVI^e-XVII^e siècles », *Bulletin de l'école française d'Extrême-Orient*, t. 73, Pondichéry : EFEO, 1984, p. 125-196.
- SHERWANI (Haroon Khan), JOSHI (P. M.), *History of Medieval Deccan (1295-1724)*, 2 vol., Hyderabad : Government of Andhra Pradesh, 1973.
- YAZDANI (Ghulam), *Epigraphia Indo-Moslemica 1917-1918*, Calcutta : superintendent government printing, 1921, p. 1-4.

Sources

- AURANGABADI (Munim Khan), *Savaneh Dakkan*, Aurangabad (Persian).
- BHIMSEN (Saxena), *Sir Jadunath Sarkar Birth Centenary Commemoration Volume : English Translation of Tarikh-I Dilkasha (Memoirs of Bhimsen relating to Aurangzib's Deccan Campaigns)*, tr. Jadunath Sarkar and others, Bombay : V.G. Khobrekar, 1972.
- Gazetteer of India, Osmanabad district*, 1977, Bombay : government Press.