

> des anciens ne sont aujourd'hui que très partiellement conservés. Les techniques qui permettent de les faire fonctionner représentent un patrimoine culturel important et font partie de l'identité des populations locales. Et elles peuvent nous montrer comment utiliser de façon durable une ressource. Pour toutes ces raisons, il importe de les documenter et de préserver leur utilisation.

QUAND LA PLUIE NE TOMBE QUE QUELQUES JOURS PAR AN

Plusieurs exemples à travers le monde illustrent cela. Commençons notre voyage avec la ville nabatéenne de Pétra, en Jordanie. Les raisons pour lesquelles cette ville a été fondée dans la vallée chaude et aride de l'oued Moussa sont débattues depuis longtemps. Cet oued n'étant en eau que quelques jours par an, les avantages stratégiques ou économiques du site étaient-ils si grands qu'ils compensaient le manque d'eau? En réalité, le site de Pétra recèle de l'eau, mais encore fallait-il savoir comment se la procurer.

Cette ville à l'impressionnante architecture troglodyte a été construite dans une étroite bande montagneuse située entre la vallée chaude et très sèche de l'Arabah, à l'ouest, et les vastes déserts du plateau jordanien, à l'est. Ce paysage de pentes rocheuses et de vallées étroites, donc faciles à défendre, fournit aussi assez d'espace pour y aménager de grandes rues et des places. Outre sa remarquable architecture, la splendeur passée de Pétra était peut-être aussi liée à sa richesse en eau. Il y a deux mille ans, en effet, alors que la ville était au faite de sa prospérité, des fontaines et des jeux d'eau bordaient sa rue principale. Cette ville du désert où clapotis et autres bruits d'eau résonnaient dans les jardins et les bassins de stockage a dû offrir un spectacle magnifique. Les visiteurs de l'Antiquité qui, comme le décrit le géographe Strabon au

tournant de notre ère, y parvenaient après des semaines de voyage à travers des paysages arides et secs, devaient en être profondément impressionnés.

Mais d'où provenait cette eau? Les études paléoclimatiques indiquent qu'il y a deux mille ans, le climat de Pétra était le même que celui d'aujourd'hui: sec presque toute l'année. De fait, pas plus de 100 à 200 millimètres de pluie tombent annuellement. Au contraire de ce qui est le cas ailleurs, cette eau ne ruisselle pas sur un sol sec et desséché, mais surtout sur des roches nues. Ne pouvant s'infiltrer, la partie qui ne s'évapore pas s'écoule sous la forme de torrents qui peuvent être dévastateurs. Une partie de ces pluies peut cependant s'infiltrer et remplir des réservoirs souterrains, qui sont à l'origine de plusieurs dizaines de sources permanentes en amont de Pétra.

Les Nabatéens profitaient à la fois du ruissellement et des infiltrations des eaux. Grâce à un ingénieux système de plus de 20 kilomètres de canalisations, ils captaient toutes les sources souterraines se trouvant dans un rayon de dix kilomètres. Ce système comportait probablement cinq aqueducs principaux, dont certains prenaient la forme de conduites en terre cuite sous pression. Par ailleurs, l'eau ruisselant à la surface de la roche était recueillie à l'aide de canaux creusés dans la pierre en de nombreux endroits. Grâce à ces techniques, les Nabatéens ont réussi à rendre Pétra prospère, puis à la faire vivre durant plusieurs siècles. Sans elles, les pluies torrentielles de printemps sur le grès nu de la région auraient régulièrement dévasté la ville.

Il y avait cependant un problème: au cours de son long chemin vers les canaux, l'eau recueillie se pollue et devenait impropre à la consommation. Les hydrauliciens nabatéens ont donc développé une solution ingénieuse: un complexe de bassins de sédimentation et de



Vue sur le bassin de la vallée de Pétra. La ligne en arrière-plan signale l'aquifère qui s'est formé dans les monts Sharâ. Les Nabatéens y avaient capté les eaux d'une demi-douzaine de sources et construit des aqueducs pour les acheminer jusqu'à Pétra, où elles alimentaient de spectaculaires plans d'eau. Le X marque l'emplacement d'un ancien jardin comportant piscine et île artificielle. Les flèches indiquent le cheminement des oueds par lesquels les eaux de pluies tombées sur les montagnes traversent la vallée de Pétra. Les Nabatéens les collectaient puis les acheminaient vers la ville de façon organisée.

citernes successives, sorte de station d'épuration où les particules solides sédimentaient dans les bassins, tandis que les bactéries mouraient dans l'obscurité des citernes.

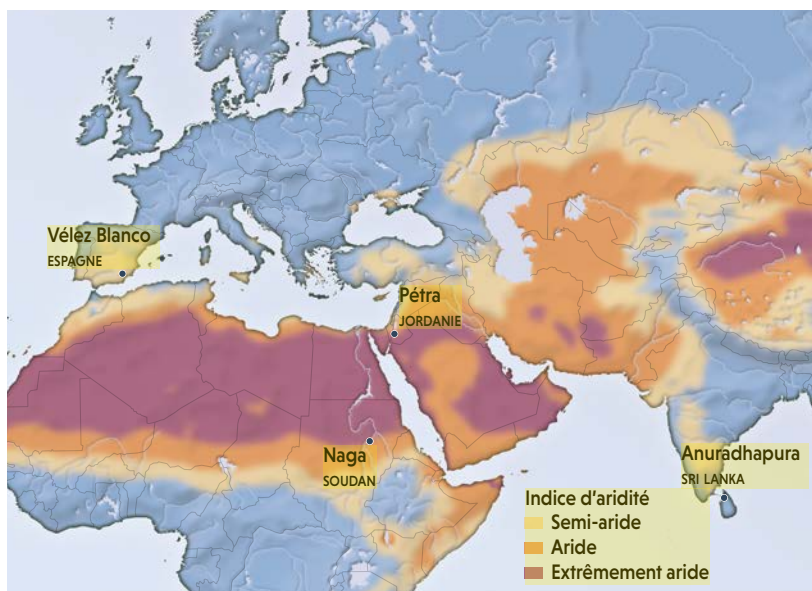
Vers le milieu du I^{er} millénaire avant notre ère, pendant que les Nabatéens s'installaient à Pétra, le royaume de Méroé s'épanouissait sur le cours moyen du Nil (dans le Soudan actuel). Des millénaires durant, le Nil et ses crues fertilisantes annuelles avaient fourni un refuge aux populations du désert. Mais, contrairement aux Égyptiens, les Méroïtes ont choisi de construire aussi des villes à distance du Nil. Ils devaient donc les approvisionner en eau sans pouvoir puiser dans le fleuve.

MÉROÉ, ROYAUME DU DÉSERT

L'une de ces villes, Naga, est aujourd'hui une ruine couverte de sable. La fouille de ses structures architecturales nous a principalement renseignés sur ses sanctuaires et ses palais. Pour autant, comment s'y approvisionnait-on en eau ? Le site de Naga se trouve aujourd'hui dans une savane aride et sèche où, comme à Pétra, la pluviométrie annuelle n'est que d'environ 100 millimètres. L'eau de pluie n'y coule que quelques jours par an dans les oueds ou se stocke au sein de réservoirs souterrains profonds, entre 70 et 90 mètres sous la surface, tandis que le Nil est à plus de 40 kilomètres...

Lors de la fondation de la ville, les conditions régnant dans la région étaient plus humides qu'aujourd'hui : grâce aux pluies, l'eau était probablement disponible pendant plusieurs mois par an. Puis le climat s'est lentement asséché jusqu'à l'installation des conditions actuelles au début de notre ère. Les habitants de Naga ont donc dû trouver une solution.

Deux circonstances ont joué en leur faveur : d'une part, la pluie tombe dans la région de Naga presque toujours entre juin et août ; d'autre part, la dépression équatoriale qui est chaque année à l'origine de la saison des pluies



Cette carte de l'indice d'aridité (on calcule cet indice caractéristique d'une zone en fonction de ses niveaux de précipitation et d'évaporation) révèle que de vastes régions de l'Afrique et de l'Eurasie sont arides, voire ultra-arides – comme, du reste, un tiers des terres émergées.

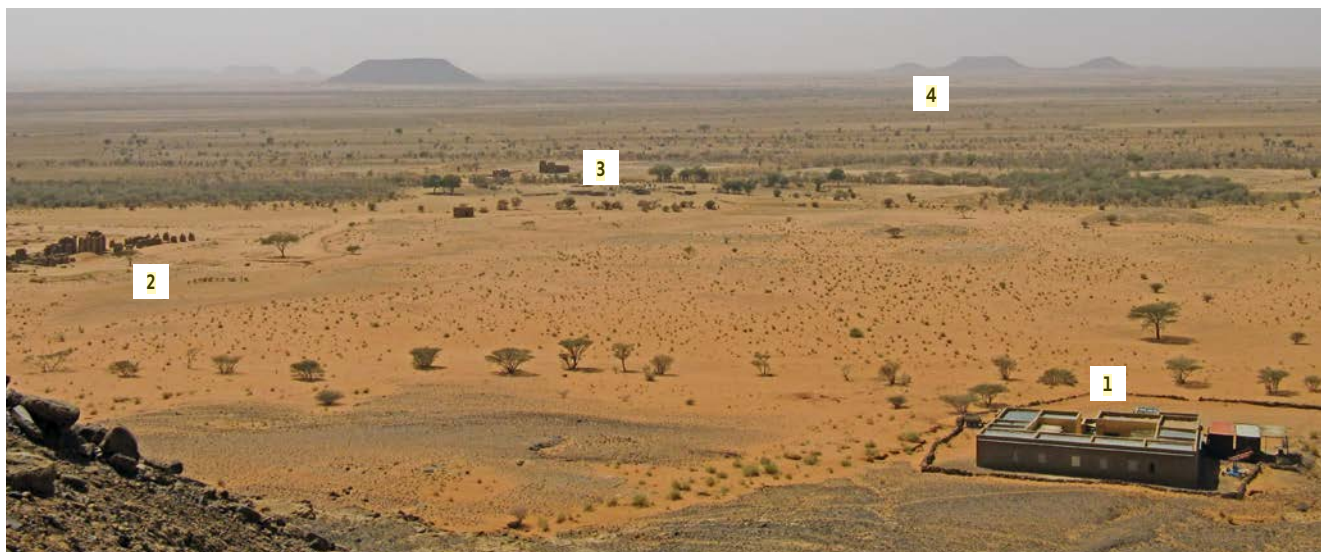
sous les tropiques atteint à Naga sa latitude la plus septentrionale. Les pluies tropicales qui en résultent sont intenses. Un bref ruissellement de surface se forme, puis s'écoule en torrents à travers les oueds.

Pour exploiter cette eau, les habitants de Naga ont construit, partout sur le cheminement de l'eau, des bassins de captage : les *hafirs*. Ces petits bassins creusés à la main au fond des vallées sédimentaires descendent souvent jusqu'au substrat rocheux. Leurs bords sont constitués des matériaux qui en ont été excavés. D'un diamètre de 170 mètres, le grand *hafir* de Naga est bordé par un mur de 4,5 mètres de haut et d'une profondeur atteignant 10 mètres à certains endroits. Il fut probablement construit à proximité immédiate de Naga, à l'apogée de la cité. Sa capacité d'environ 37 000 mètres cubes correspond au volume d'une bonne quinzaine de piscines olympiques. On connaît des installations méroïtiques similaires, par exemple dans les villes de Basa et de Musawwarat es-Sufra.

Les *hafirs* ont la particularité d'être toujours utilisés aujourd'hui, voire parfois créés par les habitants actuels des environs des anciennes villes méroïtiques. Ainsi, le savoir-faire correspondant est toujours présent. Afin de faire face à la rareté croissante de l'eau, l'État soudanais encourage depuis les années 1980 la construction de *hafirs*. Au Soudan, la réactivation de techniques millénaires offre ainsi une possibilité d'exploitation plus durable des ressources en eau.

Les systèmes de collecte d'eau des Nabatéens et des Méroïtes témoignent d'un savoir-faire technique très développé, mais ils

La capacité du grand hafir de Naga (un bassin de captage) est d'environ 15 piscines olympiques



Au tournant de notre ère, la ville de Naga, dans le royaume de Méroé (dans l'actuel Soudan), s'est épanouie dans une vallée tributaire du Nil. La base des archéologues est située au pied d'un plateau de pierre (1). À gauche

de l'image, on voit les restes du temple d'Amon (2) et au milieu, les ruines du temple du Lion (3). L'oued Awatib mesure jusqu'à 3 kilomètres de large et contient d'innombrables petites rigoles bordées d'acacias (4).

> impliquent certainement beaucoup d'entretien et de maintenance. Naga et Pétra ont toutes les deux été abandonnées vers le milieu du I^{er} millénaire de notre ère. L'empire romain, sans doute la culture que la conscience collective associe le plus à l'idée de gestion de l'eau, disparaît aussi à cette époque. À son apogée, il jouxtait les royaumes nabatéens et méroïtiques; la question de l'influence du savoir-faire hydraulique des Romains sur ceux des Nabatéens et des Méroïtes s'est donc posée, sans qu'une réponse faisant l'unanimité se dégage.

LES « WEWAS » DU SRI LANKA

En revanche, les Romains n'ont sûrement pas eu d'influence sur les systèmes d'irrigation complexes qui ont été mis au point loin en Asie. Quelque trois cents ans avant Pétra et Méroé, le Sri Lanka a ainsi commencé à développer une gestion élaborée de l'eau qui joue toujours un rôle important aujourd'hui, notamment en agriculture. Son principe était de stocker dans des réservoirs les pluies et les eaux de ruissellement qu'elles produisaient. En fonction des besoins des champs, de l'eau était tirée pendant les mois secs de l'été de ces réservoirs, qui avaient aussi l'intérêt de servir de bassins de rétention lors des inondations de la mousson.

Appelés *wewas*, les innombrables bassins qui constituaient ce système de captation ont été construits le long de la plus grande pente des vallées plates et reliés par un système de canaux et d'écluses. Vers l'aval, la taille des réservoirs augmentait. D'une superficie de quelques hectares dans la partie supérieure du système, les petits bassins servaient souvent de bassins de sédimentation et d'abreuvoirs pour les animaux sauvages qu'ils maintenaient

ainsi loin des villages. Plus bas dans le réseau, les bassins avaient des superficies qui atteignaient parfois 200 hectares.

C'est grâce à ces réservoirs en cascade que la ville d'Anuradhapura a pu devenir la capitale d'un royaume portant son nom (de 377 avant notre ère à 1017). Seule la maîtrise d'une bonne technique d'irrigation a permis de cultiver du riz aquatique (le « riz irrigué ») dans les conditions climatiques du Sri Lanka, où sévissait notamment une sécheresse saisonnière prononcée. Or cette culture a joué un rôle essentiel dans l'approvisionnement des populations croissantes des villes du royaume.

Lors de la fondation de la capitale royale Anuradhapura, de grands bassins de stockage ont été construits à sa proximité immédiate. Des inscriptions et les premières chroniques

Il y a plus de deux mille ans, les habitants du Sri Lanka ont développé un système de captage et de régulation de l'eau à base de bassins reliés par des canaux. Les tailles des bassins augmentent depuis l'amont vers l'aval. Chaque village installait sa rizière directement sous un réservoir. Le nombre de bassins varie de 3 à 30 au sein d'un même réseau.

