

le début des années 2000, la Mission franco-saoudienne de Madâin Sâlih, dirigée par l'un de nous (Laila Nehmé), Daifallah Al Talhi et François Villeneuve, poursuit de nombreuses études sur le terrain.

Très vaste (plus de 1000 hectares), le site comprend une oasis antique riche de 130 puits creusés dans le sol à intervalles plus ou moins réguliers (voir la figure page 51). D'un diamètre compris entre 4 et 7 mètres, ces puits permettaient d'irriguer de larges surfaces agricoles. L'étude des restes végétaux présents dans les sédiments, entreprise par Charlène Bouchaud au sein de l'équipe, a d'ailleurs mis en évidence l'existence, dans l'ancienne Hégra, d'un agrosystème fondé sur la culture du palmier-dattier, mais aussi de céréales (orge, blé nu et vêtu, c'est-à-dire blé amidonnier), d'arbres fruitiers (olivier, grenadier, figuier, vigne) et, à un moindre degré, de légumineuses.

Surtout, nous avons découvert pour la première fois des graines de coton dans cette partie du Proche-Orient. Ce coton était très probablement cultivé sur place. Les tombeaux recelaient d'ailleurs des fragments de textile en coton. Le coton est une plante qui nécessite beaucoup d'eau. Sa culture à Hégra, où il tombe en moyenne 50 millimètres de pluie par an, témoigne de l'efficacité des moyens mis

**Coton,
fruits,
légumineuses,
céréales, palmier-dattier...**
les Nabatéens cultivaient
à Hégra une grande
variété de plantes.

en œuvre pour pomper l'eau de la nappe phréatique, qui était à quelques mètres sous la surface dans l'Antiquité.

Outre l'oasis, le site comprend les éléments suivants : une centaine de tombeaux taillés dans le rocher, comparables à ceux de Pétra ; un secteur principalement consacré aux réunions des confréries religieuses, bien caché dans une montagne accessible par un seul défilé, comme le Siq, l'étroit passage qui constituait l'entrée sud-est de Pétra, mais beaucoup plus court ; enfin et surtout, au centre, une agglomération de 52 hectares entourée d'un rempart en brique crue dont François Villeneuve a pour la première fois, très récemment, reconnu l'ensemble du tracé sur le terrain. Ce rempart présentait plusieurs portes dont une, dite porte sud-est, monumentale et flanquée de tours, a été fouillée (voir la figure ci-dessous).

Probablement construite au I^{er} siècle de notre ère, cette porte a continué d'être utilisée à l'époque romaine. Plusieurs inscriptions en grec ou en latin en témoignent. Gravées sur des blocs utilisés en remploi dans les murs en pierre qui flanquent le passage, elles mentionnent notamment des soldats d'une légion romaine, la III^e Légion cyrénaique, stationnés là. Ainsi, à l'aube du II^e siècle, l'Empire romain s'est étendu

UN REMPART EN BRIQUE CRUE, au centre de Hégra, entourait une agglomération de 52 hectares.

Dans un mur de la porte sud-est du rempart (b), une inscription latine montre que des soldats romains se sont postés à cet endroit (a). À l'arrière-plan, la ville antique est encore très peu fouillée.



© François Villeneuve
© François Villeneuve





© Lala Nehmé
© Eric Laffont pour Arabica et Corbis



jusqu'à cette région du Hijâz, bien plus au sud que ne le laissent croire nombre de cartes de livres scolaires ou de musées.

Une légion romaine aux portes de la cité

L'une de ces inscriptions est, comme souvent en latin, une sorte de rébus, où des lettres parfois imbriquées abrègent chacune un mot. Écrite sur deux lignes, elle commence par les lettres I.O.M., soit *I(ovi) O(ptimo) M(aximo)*, « Jupiter très bon, très grand ». La deuxième ligne contient l'appartenance de son ou ses auteurs – la III^e Légion cyrénéenne – et montre donc la dévotion militaire à ce dieu. Elle indique aussi que des soldats romains étaient stationnés à la porte du rempart de Hégira.

Les fouilles ont également porté sur les autres secteurs du site : l'agglomération, avec ses quartiers habités et ses sanctuaires, les nécropoles monumentales et le secteur des confréries religieuses. Elles ont notamment permis de préciser la durée de l'occupation du site. On pensait qu'il avait été habité entre le I^{er} siècle avant notre ère et le II^e siècle de notre ère seulement. En réalité, la période d'occupation du site couvre un intervalle beaucoup plus large – un petit millénaire entre le V^e siècle avant notre ère et le IV^e ou V^e siècle de notre ère.

L'occupation à Hégira est donc au moins partiellement contemporaine du grand royaume arabe voisin, celui de Lihyân

(aux alentours du milieu du I^{er} millénaire avant notre ère), dont la capitale se trouvait à al-'Ulâ, à une vingtaine de kilomètres plus au sud. Cela montre que lorsque les Nabatéens se sont installés à Hégira, ils ont probablement eu affaire à un pouvoir politique assez fort pour leur résister, ce qui explique peut-être la présence d'une frontière, qui allait devenir celle de l'empire romain, à quelques kilomètres au sud de la ville.

Le nouveau programme de fouilles de la mission franco-saoudienne à Hégira a débuté en 2014 et s'achèvera en 2017. Son objectif rejoint celui des fouilles de Pétra : mettre en évidence, sur le long terme, les phases de développement, de stagnation, de repli et d'abandon de la ville, tout en cherchant à définir, pour chaque période, les caractéristiques principales de l'occupation. Resté indépendant jusqu'en 106, le peuple nabatéen a été annexé à l'Empire romain sous le règne de Trajan pour former une nouvelle province romaine, celle d'Arabie, dont la capitale était Bosra, au sud de la Syrie. Hégira, nous l'avons vu, n'a pas échappé à l'annexion. Mais il est probable qu'au IV^e ou V^e siècle, Rome s'est retirée de ces terres reculées de l'Empire, entourées de déserts et difficiles à contrôler. Le contrôle de la région serait passé aux mains de principautés arabes dont les chefs se qualifient eux-mêmes de rois, et Hégira aurait été peu à peu délaissée... Les pierres confirmeront-elles ce scénario ? ■

LES NABATÉENS ont creusé à Hégira de nombreux puits à l'image de celui-ci (à gauche), remis en service dans les années 1970. Le paysage du site (à droite) reste néanmoins aride. Des chicots gréseux dominent la plaine, dans lesquels les tombeaux paraissent tout petits. Au fond domine un massif couvert de basalte résultant de coulées de lave. Les arbres sont principalement des tamaris et des acacias.

■ BIBLIOGRAPHIE

L. Nehmé (dir.), *Les tombeaux nabatéens de Hégira*, Ac. des Inscriptions & Belles-Lettres, à paraître.

M. Mouton et S. G. Schmid (éd.), *Men on the Rocks. The Formation of Nabataean Petra*, Logos, 2013.

R. Wenning, *Pétra, une capitale aux confins du désert*, *Pour la Science*, août 2001.

Les fouilles à Pétra et à Hégira sont menées sous l'égide du ministère français des Affaires étrangères et des départements des Antiquités des pays hôtes.

Le casse-tête mathématique de



Il paraît qu'en ville, on n'est jamais à plus de quelques mètres d'un rat. Mais de nos jours, il est encore plus probable que l'on ne soit jamais à plus de quelques mètres de quelqu'un qui joue à Candy Crush Saga. C'est actuellement le jeu le plus populaire sur Facebook. Il a été téléchargé et installé sur des téléphones, des tablettes et des ordinateurs plus d'un demi-milliard de fois. Essentiellement sur la base de ce succès, son développeur Global King a récemment été introduit à la Bourse de New York avec une valorisation initiale de plusieurs milliards de dollars. Pas mal pour un petit jeu consistant simplement à échanger des bonbons virtuels pour former des chaînes d'au moins trois pièces identiques!

Une grande partie de l'attrait de Candy Crush pour les joueurs est liée à la complexité qui sous-tend ce passe-temps apparemment si simple. De façon surprenante,

le jeu est aussi intéressant pour les chercheurs : il apporte un éclairage original sur l'un des problèmes ouverts les plus importants des mathématiques, ainsi que sur la sécurité des systèmes informatiques.

J'ai récemment démontré que Candy Crush est, sur le plan calculatoire, un casse-tête difficile à résoudre (*voir la bibliographie*). Pour ce faire, j'ai dû recourir à l'un des concepts les plus beaux et les plus importants de l'informatique : l'idée de réduction de problème. Il s'agit de transformer un problème en un autre, ou, comme les informaticiens aiment à dire, réduire un problème à un autre. Essentiellement, ce concept découle de la polyvalence du code informatique : on peut utiliser le même type de code pour résoudre plus d'un problème, même si les variables diffèrent. Si le problème initial est difficile, alors le problème auquel on

le réduit est au moins aussi difficile. Le second problème ne peut pas être plus facile, parce que tout programme informatique qui le résout résout aussi le premier. Et si l'on peut prouver l'inverse, c'est-à-dire que le second problème peut également être réduit au premier, alors les deux problèmes sont d'une certaine manière aussi difficiles l'un que l'autre, et prennent autant de temps à résoudre.

Déterminer la difficulté d'un problème est fondamental. Si l'on peut classer un problème en fonction de la difficulté à le résoudre, on sait avec quelle puissance de calcul l'attaquer, et on peut éventuellement déterminer que ce n'est même pas la peine d'essayer de le résoudre. À certains égards, au moins pour les mathématiciens, se pencher sur Candy Crush en tant que problème mathématique peut être aussi addictif que d'y jouer.