



**HAL**  
open science

# L'eau perdue d'une micro-oasis. Premiers résultats d'une prospection archéologique et géoarchéologique du système d'irrigation d'El-Deir, oasis de Kharga (Égypte)

Gaëlle Tallet, Romain J. Garcier, Jean-Paul Bravard

## ► To cite this version:

Gaëlle Tallet, Romain J. Garcier, Jean-Paul Bravard. L'eau perdue d'une micro-oasis. Premiers résultats d'une prospection archéologique et géoarchéologique du système d'irrigation d'El-Deir, oasis de Kharga (Égypte). Histoire des réseaux d'eau courante dans l'Antiquité - réparations, modifications, réutilisations, abandon, récupération, Abadie-Reynal Catherine; Provost Samuel; Vipard Pascal, Nov 2009, Rennes, France. pp.173-188. hal-01369026

**HAL Id: hal-01369026**

**<https://hal.science/hal-01369026>**

Submitted on 17 Nov 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.

ARCHÉOLOGIE & CULTURE

LES RÉSEAUX D'EAU  
COURANTE  
DANS L'ANTIQUITÉ



RÉPARATIONS, MODIFICATIONS,  
RÉUTILISATIONS, ABANDON, RÉCUPÉRATION

SOUS LA DIRECTION DE CATHERINE ABADIE-REYNAL,  
SAMUEL PROVOST ET PASCAL VIPARD

P R E S S E S   U N I V E R S I T A I R E S   D E   R E N N E S

# L'EAU DISPARUE D'UNE MICRO-OASIS

## PREMIERS RÉSULTATS DE LA PROSPECTION ARCHÉOLOGIQUE ET GÉO-ARCHÉOLOGIQUE DU SYSTÈME D'IRRIGATION D'EL-DEIR, OASIS DE KHARGA (ÉGYPTE)



GAËLLE TALLET, ROMAIN J. GARCIER, JEAN-PAUL BRAVARD

« Une superficie irriguée est un réseau, et un réseau est une forme, une organisation par laquelle s'échangent énergie, matières premières et information. [...] Ce que le géographe doit chercher dans cette nébuleuse en constante recombinaison, c'est le processus fondamental, la "régulation", le moteur ou la boîte noire qui permet le réajustement des déséquilibres. Jusqu'à ce qu'un jour le réseau se retrouve en état de "dysfonctionnement" sans que l'on sache toujours pourquoi. »

P. GENTELLE, *Traces d'eau. Un géographe chez les archéologues*, Paris, 2003, p. 12.

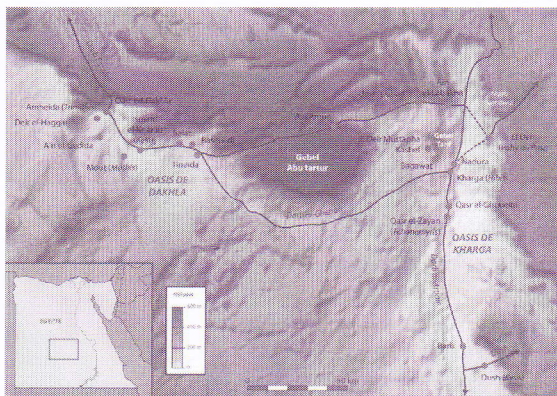
Le site d'El-Deir<sup>1</sup>, situé au nord-est de l'oasis de Kharga, dans le désert libyque, est aujourd'hui complètement désertique. Les vestiges qui s'y trouvent – une forteresse romaine, un temple, des nécropoles, un parcellaire agricole étendu – témoignent pourtant de l'importance que l'eau y a eue pour soutenir deux usages de l'espace, parallèles et potentiellement concurrents. En effet, la pratique pastorale, liée à une circulation semi-nomade, y était encore développée au milieu du XX<sup>e</sup> s., aux côtés d'une pratique agricole et sédentaire. Situé au carrefour des pistes caravanières en provenance du Darfour par la piste des Quarante Jours et en provenance de l'Afrique du Nord et de la Libye, le site contrôlait une des passes qu'empruntait cet intense

trafic caravanier pour rejoindre la vallée du Nil : il était le dernier point d'eau pour les voyageurs qui s'engageaient alors sur un plateau calcaire hyperaride sur environ 200 km<sup>2</sup>. L'étude archéologique et géo-archéologique du périmètre cultivé dans l'Antiquité présage par ailleurs d'une communauté rurale importante et d'une économie agricole développée, dépassant les seuls besoins d'approvisionnement d'une économie caravanière ou pastorale.

Si l'ensemble des grandes oasis du désert libyque reflète cette double vocation, le cas du Deir est original, car les modalités d'approvisionnement en eau (origine, techniques d'adduction) restent mal connues et surtout, elles ne semblent pas présenter de similarités avec les autres sites fouillés à Kharga



Fig. 1 (voir 1 pl. XIV):  
La Grande Oasis  
(carte R. Crouzevialle).



ou dans les oasis voisines. De fait, le cas d'El-Deir pose un certain nombre de questions géographiques intéressantes : comment la disponibilité hydrique a-t-elle évolué face aux changements climatiques dans le désert libyque, bien documentés depuis une vingtaine d'années ? Quels systèmes techniques ont été développés pour permettre l'irrigation ? La combinaison de ces deux axes d'analyse est essentielle pour faire la part des facteurs régionaux modifiant l'environnement et de l'adoption de techniques d'extraction et de distribution de l'eau. Dans l'oasis de Kharga, les travaux menés à Douch ont montré l'extrême ingéniosité des réponses techniques aux ressources variables offertes par l'environnement au cours du temps et la flexibilité, pour ne pas dire le polymorphisme, de ces systèmes de capture ou de prédation de l'eau dans une zone caractérisée à l'époque historique par une forte aridité, où l'eau est un facteur limitant aux activités humaines.

En conséquence, l'un des objectifs de notre recherche consiste à préciser les modalités concrètes d'approvisionnement en eau du site. Pour ce faire, comme nous souhaitons le montrer dans cet article, nous avons pris le parti de suivre une démarche *déductive* : en l'absence de vestiges de réseaux techniques apparents, dont l'étude fine eut permis de retracer par induction la création, les reprises, les reconstructions et la variété des usages (voir les contributions de ce volume), il nous faut adopter une approche inverse et tenter de comprendre, à partir d'une analyse des paramètres géographiques mais aussi des évocations textuelles de la vie dans les oasis, comment l'eau est susceptible d'avoir été exploitée et mise en valeur, pour orienter dans un deuxième temps notre travail d'exploration et de fouille. Il ne s'agit donc pas de comprendre la topologie et le fonctionnement d'un réseau apparent quoiqu'abandonné, mais bien d'analyser les conditions de possibilité

géographiques de l'irrigation dans la zone. De ce fait, nous sommes conduits à prendre le problème de l'eau d'irrigation « à rebours », en partant non pas de vestiges archéologiques qui semblent largement absents en première analyse, mais de l'analyse géographique pour déterminer l'origine de l'eau et formuler des hypothèses sur les systèmes techniques qui ont rendu possible son exploitation aux différentes époques et, ultérieurement, en retrouver les traces. Les méthodes utilisées pour ce faire combinent l'analyse d'images satellitales à haute résolution (50 cm au sol) et la reconnaissance géomorphologique fine du site pour comprendre son évolution au cours du temps sous le contrôle des facteurs physiques (présence d'eau, rôle du vent) et biologiques (influence éventuelle de la végétation)<sup>3</sup>.

La présente contribution vise à faire part, au-delà des premiers résultats de cette recherche, de l'argumentaire méthodologique et des pratiques de recherches que nous mettons en œuvre pour établir les conditions de possibilité d'une alimentation en eau disparue et retrouver les artefacts techniques qui l'ont actualisée.

Après une présentation et une analyse des sources textuelles qui permettent de formuler des hypothèses sur les modalités de l'usage de l'eau à El Deir par comparaison avec d'autres sites oasiens, nous présentons le site et les résultats des premières investigations géo-archéologiques. Nous formulerons enfin des hypothèses sur la résilience du système d'irrigation du Deir au cours du temps.

## LES OASIS DU DÉSERT : DES ÎLES CONTINENTALES

Comparées souvent dans les sources antiques à des îles perdues au milieu d'une mer de sable, les oasis constituent dans les récits de voyageurs le but, le point d'eau et d'ombrage vers lequel tendent tous les regards<sup>4</sup>. Les pistes menant à Kharga sont présentées comme rudes, montagneuses, ne laissant guère espérer ces plaines fertiles, exploitées grâce à un important système d'irrigation et à des réseaux d'eau courante<sup>5</sup>. C'est le cas chez Hérodote<sup>6</sup> comme chez Strabon, qui décrit la Grande Oasis, l'entité formée par Kharga et Dakhlah, comme « riche en eau<sup>7</sup> ». Olympiodore évoque les puits artésiens très profonds de l'oasis et le système d'irrigation qui leur est associé<sup>8</sup> (fig. 1).

Tous vantent la prospérité de l'agriculture oasienne et ses produits<sup>9</sup> : son vin<sup>10</sup>, ses arbres fruitiers

tiers, ses champs fertiles, son blé, ses deux récoltes d'orge par an, ses trois récoltes de millet<sup>11</sup>. Olympiodore souligne également le caractère industriel de la population de la Grande Oasis : les paysans forent collectivement des puits, irriguent les champs, sèment et moissonnent<sup>12</sup>. Chez les auteurs chrétiens, l'environnement hostile du désert déteint sur les oasis, présentées également comme des milieux malsains et mortifères. Toutefois, comme le souligne G. Wagner, l'eau ne laisse pas de jouer également un rôle important dans leur vision du milieu oasien. Ainsi chez Syméon Métaphraste, l'exil des prêtres Eugène et Macaire par l'empereur Julien en 362 apr. J.-C. et leur décapitation sont-ils l'occasion de décrire le jaillissement d'une eau miraculeuse et guérisseuse au milieu d'un environnement insalubre, où personne ne peut survivre un an<sup>13</sup>. Quant aux sources arabes, elles soulignent également l'importance de l'agriculture, permise par un système associant des sources et des réseaux d'eau courante. Le géographe arabe al-Ya'qûbi, au IX<sup>e</sup> s., insiste sur l'abondance de l'eau à Kharga, sur le travail agricole et les diverses plantations, dont le riz : « D'Abshâya (Abydos) on atteint al-Wâhât (la région de la Grande Oasis) en six étapes, par le désert et les montagnes rudes. Puis on chemine vers al-Wâh al-Khâridja (Kharga), contrée où l'on trouve des fortifications, des champs cultivés, des sources pérennes, des eaux courantes, des palmiers, toutes sortes d'arbres, des vignes, des rizières<sup>14</sup>. » Comme l'a démontré Chr. Décobert, le toponyme Abshâya désigne un lieu situé sur la rive gauche du Nil, à proximité des ruines d'Abydos, tandis qu'al-Wâhât semble être une entité à la fois géographique et administrative, composée de deux parties, l'oasis intérieure et l'oasis extérieure, à savoir Kharga et Dakhla : il s'agit de la « Grande Oasis » mentionnée dans les sources antiques. De manière significative, la mention du système d'irrigation est ici associée étroitement à celle de fortifications. Il est vrai que plusieurs forteresses imposantes dominent les sites d'Aïn Oumm Dabadib, d'Aïn el-Labakha et d'El-Deir ; des fortins sont repérables à Aïn Amour, El-Gib, Qasr el-Sumeira, Muhammed Tulib et peut-être à Aïn Dabasheyia ; enfin, la tour de Taounet el-Hawa a pu s'intégrer dans un dispositif militaire et la question du rôle des sanctuaires dans la protection de l'oasis a été posée à Nadura, Qasr el-Ghoueita et Douch, où les enceintes des temples ont pu héberger des garnisons.

Cette concomitance à Kharga (fig. 2) de deux types d'ouvrages, militaires et hydrauliques, est relativement tardive, les édifices datés remontant à la fin du III<sup>e</sup> s. apr. J.-C. ; notre postulat est qu'elle

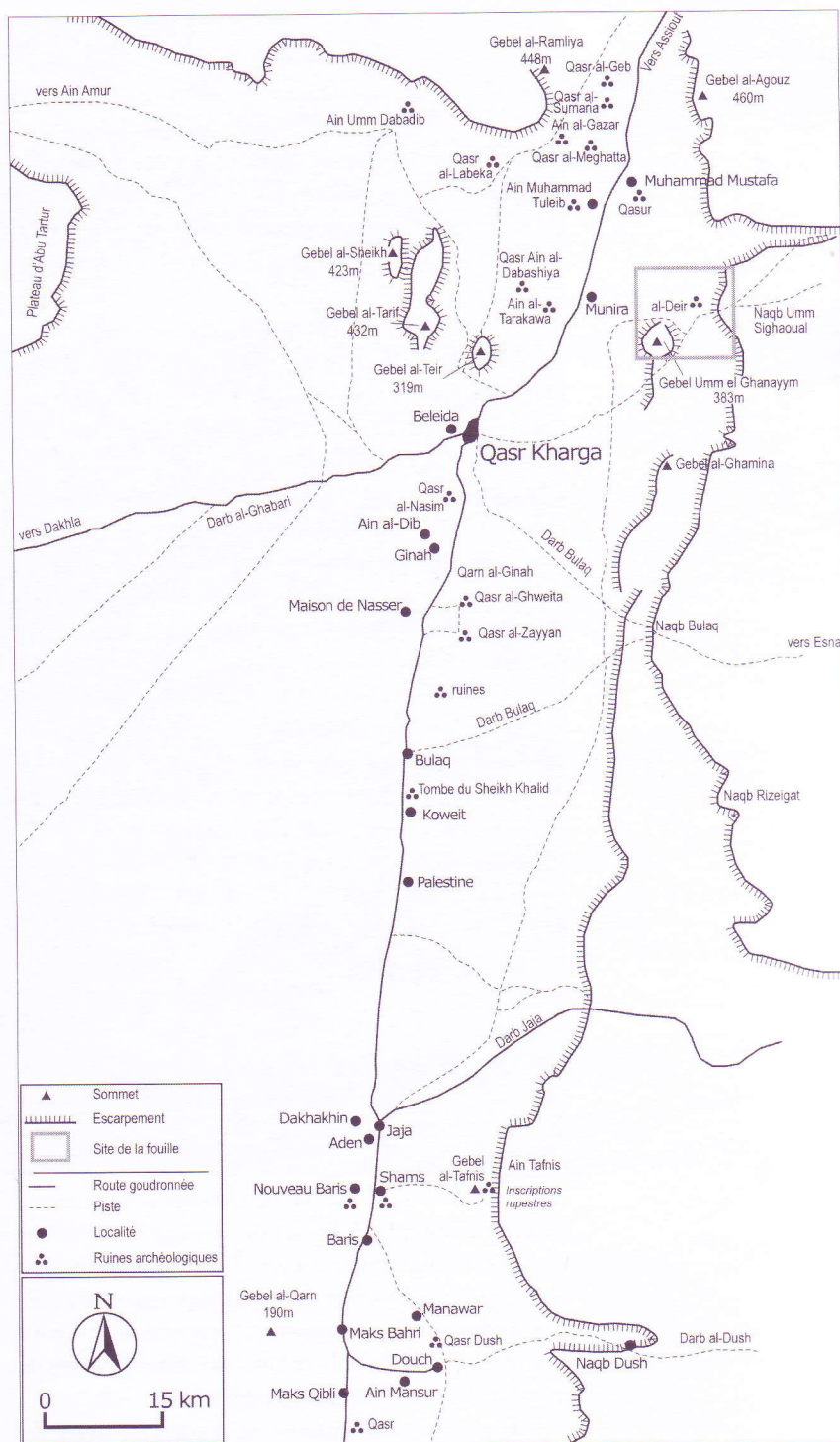


Fig. 2 : L'oasis de Kharga (carte R. Garcier, d'après Vivian 2009).

pose de manière très claire la question du contrôle de l'eau et de ses enjeux. En effet, l'histoire de la colonisation des espaces oasiens fut étroitement liée, dès ses débuts, à l'accès aux ressources en eau, et la question de leur maîtrise se pose de manière remarquable pour l'époque perse, avec le développement d'un système

de galeries drainantes (*qanâts*) dans le secteur de Douch<sup>15</sup>, au sud, mais aussi à Aïn el-Labakha et Aïn Oumm Dabadib, au nord. Selon une hypothèse ancienne mais renouvelée lors de colloques récents organisés par P. Briant au Collège de France, la technique d'acquisition de l'eau par *qanâts* serait d'origine iranienne et se serait répandue dans le bassin méditerranéen à la faveur de la formation de l'empire perse achéménide, vers la fin du VI<sup>e</sup> s. av. J.-C.<sup>16</sup>. La décoration du temple d'Hibis qui, fait exceptionnel en Égypte, est datée pour l'essentiel du règne du roi perse Darius I<sup>er</sup>, et la construction à cette époque du cœur du temple de Qasr el-Ghoueita, pourraient être un indice d'un développement soudain de l'oasis de Kharga. La mise en évidence d'un système complexe d'irrigation associé à un temple et une agglomération d'époque perse sur le tell d'Aïn Manâwir, a été accompagnée de la mise au jour d'une abondante documentation écrite en démotique, qui confirme cette hypothèse<sup>17</sup>.

Or, il apparaît que le site d'El-Deir a été exploité à une époque contemporaine<sup>18</sup>, ce qui devrait permettre d'établir un parallèle avec Manâwir et de créer une dynamique de compréhension globale de l'un des phénomènes les plus intéressants de l'histoire de l'Égypte du premier millénaire avant notre ère, auquel on ne peut guère comparer que la mise en valeur de la région du Fayoum sous les premiers Ptolémées. L'Égypte a pu apparaître comme un grenier de l'Empire achéménide, un réservoir de ressources agricoles à exploiter et dont la productivité était dès lors au cœur des préoccupations des Grands Rois. La politique économique perse, telle qu'elle transparait à travers le *Décret de Cambyse* (P. BN 215, III<sup>e</sup> s. av. J.-C.) ou la réouverture du canal de Nechao II vers la Mer Rouge sous le règne de Darius, permit à l'oasis de Kharga de recevoir un important peuplement égyptien<sup>19</sup>. Ces éléments montrent la cohérence de la politique économique de Cambyse et ses successeurs, la prospérité de leurs provinces garantissant le volume du tribut qui entrait tous les ans dans les caisses royales<sup>20</sup>.

On ne peut malheureusement attendre guère de résultats d'une exploration archéologique de la capitale même de l'oasis, l'ancienne Hibis et actuelle ville de Kharga, car la continuité de l'occupation humaine, l'urbanisation récente et l'exploitation agricole intensive ont probablement détruit ou effacé tout reste de l'agglomération antique et de son terroir. L'intérêt du site d'El-Deir est donc de premier ordre, dans la perspective d'une meilleure compréhension de l'économie oasienne, à l'échelle de l'oasis de Kharga, d'autant plus qu'elle se divise géomorphologique-

ment en deux bassins : un au nord, centré autour de la ville moderne de Kharga, l'autre au sud, autour de Baris<sup>21</sup>. La mise en parallèle des deux sites de Douch/Manâwir et d'El-Deir est donc au cœur de notre démarche archéologique.

Nous sommes partis en quête de *qanâts* à El-Deir, confortés par l'expérience relatée par B. Bousquet à propos de Manâwir. Là, les *qanâts* étaient assez facilement repérables grâce au système de regards destinés au curage, formant des alignements de petits cônes surmontés d'une sorte de cratère. La présence de ce type de système le long de l'escarpement nord de l'oasis, à Aïn el-Labakha et à Aïn Oumm Dabadib, rendait vraisemblable leur existence au Deir.

## LE SITE D'EL-DEIR



L'établissement antique d'El-Deir (fig. 3) se trouve dans une vaste plaine, au pied de l'escarpement haut de 300 m environ qui forme la limite nord-est de l'oasis, et, nous le disions, au débouché d'une des passes qui permettent de quitter l'oasis pour rejoindre la vallée du Nil, en direction de Girga et d'Abydos, le Naqb Abou Sighawal. Le site a récemment livré son nom dans un *ostrakon* démotique d'époque ptolémaïque mis au jour en 2006 dans le temple présent sur le site. M. Chauveau hésite pour l'heure entre deux lectures : Pa-sy ou Pa-khi, toponyme qui désignerait soit « le bosquet, le petit-bois », soit « la montagne »<sup>22</sup>.

Le site est dominé par une imposante forteresse romaine en brique crue, dont les murs et les douze tours rondes sont conservés jusqu'à une hauteur de 15 m. Elle date de la fin du III<sup>e</sup> s. apr. J.-C. et est comparable en tout point à la forteresse de Qaret El-Toub dans l'oasis de Bahareya, datée avec précision de 288 apr. J.-C., sous les règnes de Dioclétien et Maximien, grâce à sa dédicace de fondation retrouvée *in situ*<sup>23</sup>. Les dimensions de cette forteresse (59 m sur 58 à l'intérieur, 74 m sur 75 à l'extérieur) suggèrent qu'une importante garnison a pu y être cantonnée<sup>24</sup>.

Au nord de la forteresse, sur un *kom*, le temple de brique crue est un témoin sûr de l'ancienneté de l'occupation du site : comparable aux nombreux temples de brique crue de l'oasis (Douch, Aïn el-Labakha, Dabasheiya, Aïn Oumm Dabadib), le bâtiment actuel, dont la datation ne peut être encore précisée, a été précédé par au moins un édifice d'époque ptolémaïque dont on a trouvé les fondations. Des fragments de stuc peint avec traces d'ins-



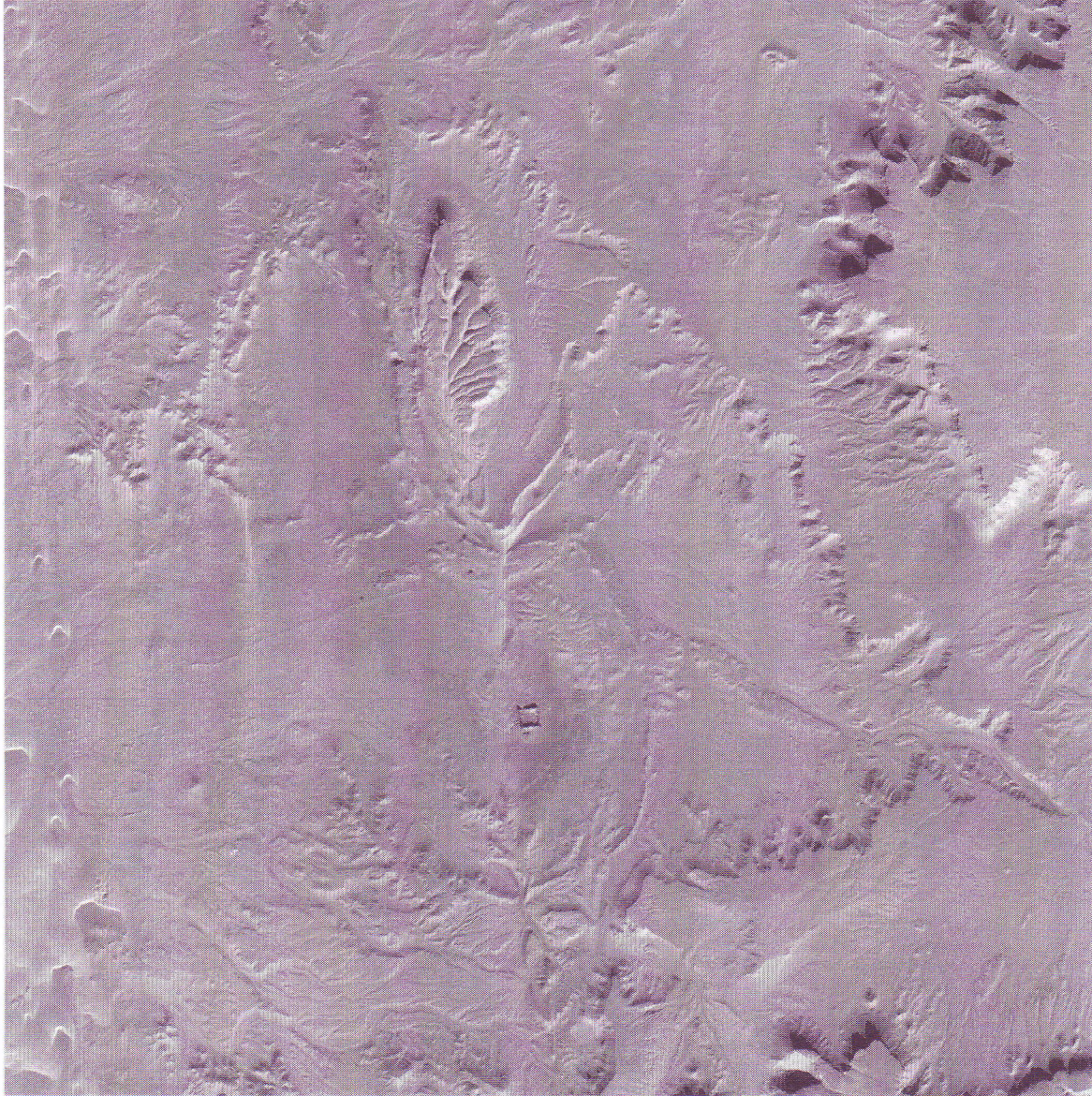


Fig. 3: Vue satellitale du site d'El-Deir (imagerie satellitale Worldview, acquise dans le cadre du programme ISIS/CNES).

criptions hiéroglyphiques doivent appartenir à une de ces constructions antérieures. Des *ostraca* démotiques apparemment datés du II<sup>e</sup> s. av. J.-C. retrouvés dans le vestibule et dans une pièce annexe, indiquent le nom du dieu du temple : il s'agit de reçus d'impôts en nature payés par les paysans « en présence d'Amon d'Hibis ». Par ailleurs, dans le même contexte, on a trouvé d'assez nombreuses monnaies dont plusieurs datent du règne de Ptolémée VI (vers 176-170 av. J.-C.). Outre cette collection intéressante, deux *ostraca* trouvés dans un édifice fouillé entre le temple et la forteresse appartiennent à la phase du démotique ancien (VI<sup>e</sup>-IV<sup>e</sup> s. av. J.-C.), celle qui a justement fourni l'apport documentaire le plus important de la région de Douch, au sud.

Elle indiquerait une occupation du site à l'époque perse, confirmée par le matériel mis au jour dans les nécropoles.

En effet, les fouilles des cinq secteurs de nécropoles, disposés en arc de cercle autour de la forteresse, ont permis d'établir une chronologie de l'occupation du site, de la période perse (VI<sup>e</sup>-IV<sup>e</sup> s. av. J.-C.) à l'époque chrétienne (IV<sup>e</sup>-V<sup>e</sup> s. apr. J.-C.)<sup>25</sup>, sur au moins dix siècles. Il est clair que la plupart des tombes des nécropoles sont antérieures à l'édification de la forteresse et qu'elles étaient en relation avec un village qui reste à localiser et à fouiller. Ce village était inséré dans un paysage irrigué et de champs organisés en vastes parcelles qu'il s'agit désormais de cartographier, d'analyser et de dater.

Les champs se déploient sur une vaste zone à l'est et surtout au nord et à l'ouest de la forteresse romaine. D'un point de vue pédologique, les limons éoliens hérités du Pléistocène et de l'Holocène et des sédiments vraisemblablement fluvio-lacustres ont formé les couches de terres arables nécessaires à l'implantation du parcellaire agricole. Ce vaste parcellaire, très visible sur l'imagerie satellitale à haute résolution, malgré sa fossilisation partielle sous des nappes sableuses, marque l'étendue du terroir agricole du site et est facilement identifié par la présence des levées de terre dessinant des parcelles toujours de petites dimensions (environ 10 m sur 5). Les parcellaires sont en outre structurés par les canaux d'irrigation provenant de puits comme celui qui se trouve à proximité du temple, ou de sources comme celle qui se trouve à l'extérieur de la forteresse.

Il est bien certain que l'étendue des zones cultivées d'El-Deir pourrait refléter la présence d'une population importante. Il est impossible d'évaluer, sur la base du nombre d'individus étudiés dans les nécropoles, le chiffre de la population du site aux époques perse, ptolémaïque et romaine. Plus de 700 momies et squelettes ont été dénombrés dans les nécropoles traditionnelles, auxquelles s'ajoutent les 112 individus retrouvés dans la nécropole chrétienne. Ces chiffres peuvent sembler faibles, pour un site doté de cinq nécropoles. Mais, à titre de comparaison, sur le site de Douch, au sud de l'oasis, on a inventorié, dans les 92 tombes explorées, datées du I<sup>er</sup> s. av. J.-C. au IV<sup>e</sup> s. apr. J.-C., 763 individus. Or, à cette époque, Douch était le chef-lieu d'un territoire assez étendu, comportant plusieurs villages et il devait avoir une population nombreuse<sup>26</sup>. On peut rappeler que le niveau de rendement des cultures à cette époque a été évalué pour la vallée à environ 10 artabes (environ 400 kg) de blé par aroure (0,275 ha), soit environ une quinzaine de quintaux à l'hectare. Au II<sup>e</sup> s. av. J.-C., une parcelle de 5 aroures était considérée comme suffisante pour assurer la subsistance d'une famille<sup>27</sup>. La confrontation entre les traces du périmètre irrigué encore visibles et la population des nécropoles s'est imposée à nous, ce qui suppose une démarche de cartographie, d'analyse et de datation de ces périmètres, en tenant compte de la réoccupation tardive du site par des paysans de Mounira, le village voisin, dans la première partie du XX<sup>e</sup> s. Un point important réside également dans la structure particulière de la propriété foncière oasisienne : comme le révèlent les *ostraca* d'Aïn Manâwir ou les tablettes dites des « Wells of Hibis », éclairés par les informations données par Beadnell, il semble que la propriété des puits ou *hydreumata* ait été collective

et que leur exploitation ait donné lieu à des contrats de vente de jours d'eau ; la propriété de la terre elle-même apparaît comme secondaire et on en revient donc toujours à la question de la structure et du fonctionnement du système d'irrigation<sup>28</sup>.

## LA CAPTURE DE L'EAU DANS L'OASIS DE KHARGA

L'ampleur des aménagements du site laisse penser que le système d'irrigation à El Deir a permis de subvenir aux besoins d'une économie agricole et caravanière alors même que le climat de l'oasis avait évolué vers l'hyperaridité que nous connaissons actuellement. Il est maintenant bien établi que l'évolution des conditions climatiques qui ont prévalu dans le Sahara oriental au cours de l'Holocène a fortement déterminé les paysages de l'eau à Kharga. Un certain nombre d'études ont porté sur les relations entre les modifications climatiques et les changements dans l'occupation humaine du désert libyque et de la haute Égypte, sur une période relativement courte, à la fin de la phase pluviale de la première moitié de l'Holocène (4400-3300 av. J.-C.)<sup>29</sup> (fig. 4) : les conditions climatiques ont graduellement évolué vers l'hyperaridité. L'aridification n'a pas été spatialement homogène, puisque les recherches allemandes ont montré qu'un front d'aridification s'était constitué, qui a progressé du nord vers le sud<sup>30</sup>. La raréfaction des précipitations (passant en dessous de 100 mm/an) et le changement de leur temporalité saisonnière (des pluies d'hiver succédant à la mousson d'été) ont forcé les populations du plateau à émigrer vers la vallée du Nil et les oasis du désert libyque. La mise en place de ces nouvelles conditions climatiques a durablement modifié les paysages de l'eau dans l'oasis, puisque les *wadis* et les lacs actifs pendant le Pluvial holocène se sont progressivement asséchés.

De ce fait, les nappes qui avaient été rechargées abondamment pendant les périodes humides antérieures constituaient la seule source d'eau pérenne : on peut dire qu'à partir de 3300 av. J.-C., l'eau présente à Kharga est essentiellement une eau « fossile ». À l'échelle du désert libyque, elle forme un gigantesque réservoir circonscrit en profondeur aux couches de grès nubien sur un territoire d'environ 2 millions de km<sup>2</sup>, du bassin de Dongola au sud à la dépression de Qattara au nord, de l'oasis de Koufra à l'ouest à la vallée du Nil à l'est. Grâce à l'existence de résurgences artésiennes, des populations qui, de chasseurs-cueilleurs, sont progressive-



ment devenues pastorales, ont trouvé refuge dans les oasis (Kharga, Dakhla, Farafra, Bahariya) alors que les autres environnements sahariens (zone des playas ou des plateaux) étaient devenus totalement inhospitaliers; ce sont ces points d'eau et ceux du sud (Bir Tarfawi, Bir Sahara, Bir Hussein, Dunqul...) qu'utilisent les pistes caravanières reliant les oasis au Soudan actuel<sup>31</sup>.

Cette eau fossile se trouvait dans deux types de systèmes aquifères radicalement différents dans leur nature et leur puissance:

- d'une part, des nappes superficielles piégées dans les larges glacis développés sur le piémont des plateaux pouvaient donner localement naissance à des sources; il s'agit de nappes souvent perchées par rapport au fond de la dépression;
- d'autre part, la colossale nappe des grès nubiens, vaste et complexe système régional, se trouvait à l'affleurement dans le centre de l'oasis de Kharga. Elle a fait l'objet d'études récentes et détaillées<sup>32</sup>.

Le système des grès nubiens a été mis en charge au Quaternaire successivement par deux mécanismes: dans un premier temps, par la confluence au sein de la cuvette endoréique de Kharga de vastes fleuves, saturant la nappe et créant localement des conditions marécageuses<sup>33</sup>; plus tardivement, ces fleuves disparus, par les circulations hydriques au sein même de la nappe, qui possède un pendage sud-nord (fig. 5). Il faut cependant noter que la complexité de la géologie de détail à Kharga (et notamment la présence de failles actives) ne rend pas ces deux systèmes de nappes complètement étanches l'un à l'autre. En particulier dans les zones faillées du sud de l'oasis, il a été démontré que des venues d'eau en provenance des grès nubiens ont pu réalimenter localement les nappes superficielles<sup>34</sup>.

À ces deux origines de l'eau correspondent deux systèmes techniques différents: le *qanât* et les puits. Chronologiquement, ce sont les puits qui sont documentés à la date la plus ancienne. Ils ont été utilisés pour capter l'eau de la nappe des grès nubiens. On peut postuler que l'émergence locale de la nappe a créé des conditions azonales complexes qui ont permis de retarder l'impact de l'aridification lors de la phase de « marginalisation » identifiée par R. Kuper<sup>35</sup> et ont donc permis le maintien d'établissements humains après 3300 av. J.-C., en particulier dans les oasis. Il y a certes eu un enfoncement de cette nappe entre 4500 av. J.-C. et la période actuelle, mais les modélisations effectuées par la *Food and Agricultural Organization* ont permis de montrer que dans la zone de Kharga, cet enfoncement « naturel » était réduit, de l'ordre de 25 m. En d'autres termes,

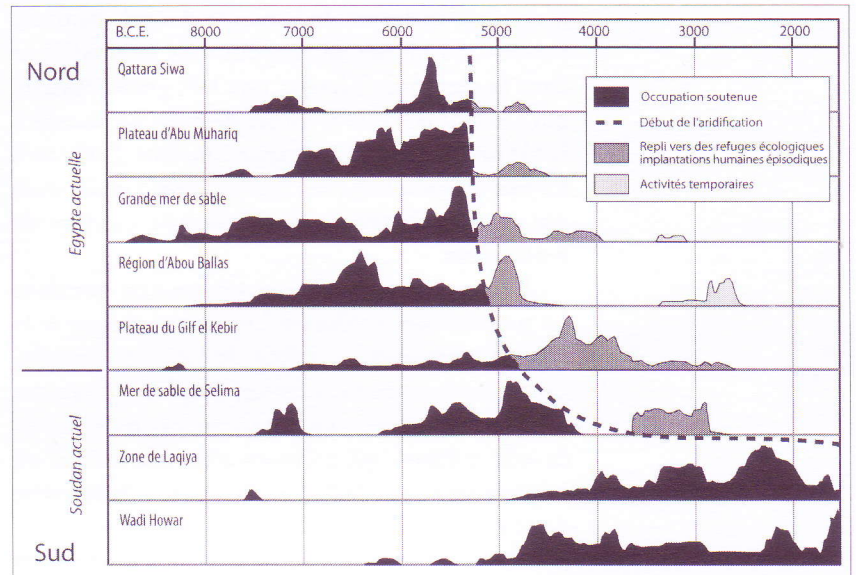


Fig. 4: Grandes étapes de l'occupation du Sahara oriental entre le haut et le moyen Holocène, à partir des fréquences cumulées de datations radiocarbone de 150 sites archéologiques. Les régions sont classées du nord au sud (d'après Kuper, Kröpelin 2006, 806).

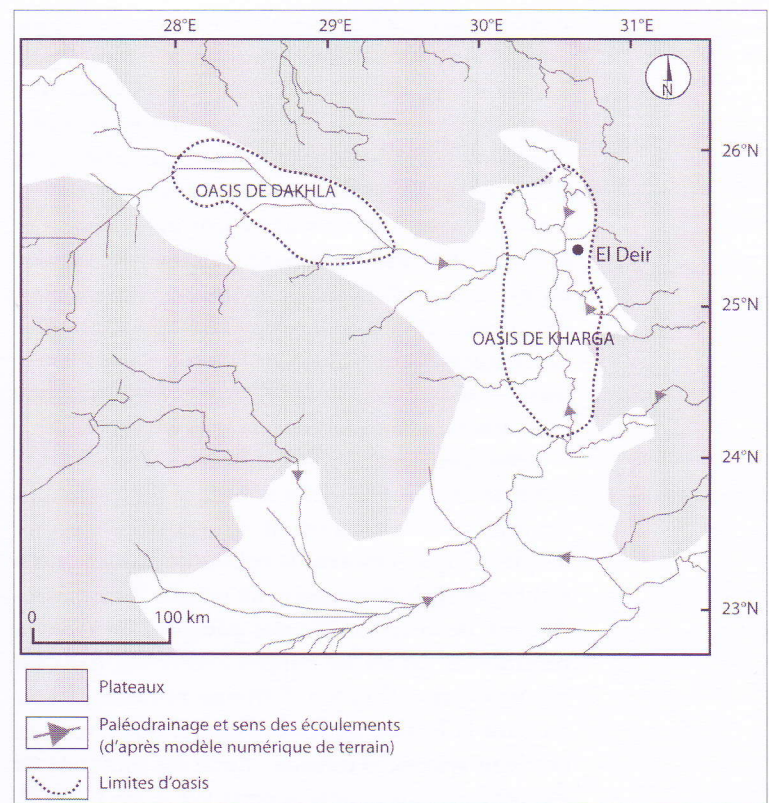


Fig. 5: Structure et direction du paléodrainage de l'oasis de Kharga (d'après Robinson 2002, 4111).

le système hydrique de la nappe des grès nubiens possède, au niveau de résolution de ce modèle et dans la région de Kharga, une très grande inertie qui a rendu possible le forage de puits productifs à faible profondeur. Cette nappe continue d'ailleurs à fournir aujourd'hui l'eau utilisée dans l'oasis, mais qui est maintenant pompée à plus de 1 200 m de profondeur.

L'exemple de Douch, au sud, montre que dans un premier temps, durant l'Épipaléolithique et le Néolithique, jusqu'au début de l'Ancien Empire, les hommes se sont contentés d'exploiter l'eau des sources artésiennes, une eau provenant de la nappe de grès nubiens, qui jaillissait naturellement là où se présentent des failles<sup>36</sup>. L'eau est piégée entre deux couches imperméables, ce qui la met sous pression, et elle ressort là où une faille lui ménage un passage. C'est là un type « indigène », égyptien, d'aménagement et de gestion de l'eau, selon B. Bousquet, dans la mesure où l'écoulement de l'eau est assuré par la dynamique de la crue artésienne et qui exploite une situation analogue à celle des crues du Nil : une eau sous pression jaillit par des failles et est susceptible d'un régime hétérogène ; toutefois, la crue du Nil est saisonnière, tandis que la montée d'eau artésienne est permanente. À l'époque préhistorique, les établissements humains sont donc extrêmement limités dans leur superficie et organisés autour d'une source artésienne. On constate une première phase d'abandon de ces sites vraisemblablement à la fin de l'Ancien Empire, probablement dû à un épuisement des sources artésiennes jaillissant naturellement, sans aménagement particulier. Les pluies d'hiver ayant cessé de recharger les nappes phréatiques et d'alimenter les *wadis*, l'exploitation de l'artésianisme aurait nécessité le creusement et l'aménagement de puits. Confrontées à cet abaissement – modéré – de la nappe, les populations se sont alors semble-t-il déplacées vers la vallée du Nil<sup>37</sup>.

Plus tardivement, vers le milieu du <sup>v</sup>e s. av. J.-C., l'utilisation d'une nouvelle technique d'exploitation des ressources en eau a permis de remettre en culture les plaines qui entourent la colline de Douch et d'y établir des agglomérations et un temple. Avec l'introduction de la technique des *qanâts*, il est devenu possible de capter les nappes contenues dans les glacis. Cette technique d'origine minière, si l'on en croit la lecture de X. de Planhol qui y voit un excellent système d'exhaure, aurait été importée en Égypte lors de la conquête perse (<sup>vi</sup>e s. av. J.-C.)<sup>38</sup>. Ses vicissitudes dans l'oasis sont mal connues mais son rôle est évidemment essentiel dans le maintien ou la réimplantation d'une présence humaine au sud

de l'oasis, puisque cette technique permet de s'affranchir de l'aridité et d'irriguer selon des rythmes relativement réguliers. Le fonctionnement de ce système, qui faisait l'objet de droits d'eau très précis, nous est connu par les *ostraca* déchiffrés actuellement par M. Chauveau. On trouve des *qanâts* dans d'autres secteurs de l'oasis, notamment à Aïn el-Labakha et Aïn Oumm Dabadib<sup>39</sup>. À Aïn Manâwir, ils structurent l'habitat, fractionné en petites agglomérations et établi entre les branches des parties aériennes des aqueducs, en amont des champs.

Une question toujours pendante est de savoir si une présence humaine a été maintenue dans l'oasis entre la fin de la transition vers l'hyperaridité (3300 av. J.-C.) et l'introduction de la technique des *qanâts*, puisqu'il n'existe aucune trace de peuplement permanent entre ces dates. Et c'est précisément ce qui pose question à El-Deir, puisque les conditions d'émergence et d'exploitation de l'eau y sont profondément originales.

## EAU ET SYSTÈMES TECHNIQUES À EL-DEIR

Le site d'El-Deir se caractérise par la présence d'un parcellaire étendu, bien marqué dans les paysages par les murets de terre qui délimitent les anciens casiers d'irrigation. Initialement, notre objectif était de déterminer la présence ou l'absence d'un système de *qanâts* sur le modèle de Douch, la position périphérique du site dans l'oasis et sa proximité des plateaux semblant en faire un site prometteur. Or, les premiers résultats des prospections que nous avons menées en 2008 et 2010 semblent indiquer que le mode d'approvisionnement en eau était bien différent.

Sur le plan géomorphologique, le site est caractérisé par un contact anormal entre deux unités (fig. 6). La première est le plateau qui frange la dépression de Kharga et possède un double escarpement. L'escarpement supérieur (à 360 m d'altitude environ) est développé dans les calcaires de la formation Al-Rufuf (Éocène), très karstifiés, qui reposent sur une épaisse couche schisteuse de la formation d'Esna (Paléocène). L'escarpement inférieur est constitué par des calcaires blancs de Tarawan (fini-paléocènes). La seconde unité, à l'ouest, est une dépression taillée dans la formation de Dakhla et composée d'alternances de schistes et de lits calcaire, localement armés par des dépôts coquillers. Au fond de la dépression affleurent les schistes de la formation Quseir, datés



du Crétacé supérieur. Entre ces deux unités se trouve une vaste faille nord-sud, dont la période d'activité principale est fini-crétacée. Une faille secondaire, est-ouest, a plissé ces formations anciennes. Cette activité tectonique est bien marquée dans le détail par un certain nombre d'indices géomorphologiques (lignes de faille, brèches de broyage) (fig. 7).

Ce cadre géomorphologique a délimité trois grands secteurs de mise en culture, qui s'appuient sur des techniques d'adduction d'eau différentes.

#### ‡ L'ARTÉSIANISME ET SES CONSÉQUENCES ‡

L'activité tectonique a eu pour conséquence de créer des conditions locales artésiennes pour la nappe de grès nubiens. Dans une zone très délimitée, aujourd'hui recouverte de dunes, au nord-est de la forteresse, de la végétation vivante à enracinement profond (tamarix) signale la présence de montées artésiennes tandis que des vestiges de palmeraie à proximité indiquent l'abondance hydrique qui a dû être celle, à l'époque moderne encore, de cette source d'eau (fig. 8). Les dunes qui masquent aujourd'hui la configuration de détail de la zone constituent un autre témoignage de la permanence de l'activité artésienne – la végétation et l'humidité ayant contribué à retenir le sable apporté par le vent. Cette zone se trouve légèrement en surplomb par rapport au parcellaire subsistant<sup>40</sup>.

L'exploitation des puits artésiens est bien documentée à Douch, ainsi qu'à Dakhla, dans la région de Mout, à date ancienne. En effet, une stèle en hiératique, datée de la XXII<sup>e</sup> dynastie, relate le verdict d'un jugement oraculaire rendu par le dieu Seth devant le Comte de la Grande Oasis, Ouahyhaser, au profit d'un dénommé Nesoubastet fils de Patê, lors de son inspection des puits artésiens (*hetemou*) dans le voisinage de Mout<sup>41</sup>.

De ce fait, à El-Deir, l'eau tirée des puits artésiens a permis d'irriguer le parcellaire proche mais également une zone relativement étendue. De l'époque perse à l'époque chrétienne, cette eau a pu être exploitée sans besoin de recourir à la technique des *qanâts*. Les sources ont dû se tarir vers le V<sup>e</sup> s. apr. J.-C., entraînant l'abandon du site, ce qui n'exclut pas d'autres facteurs. Dans la continuité de la zone aujourd'hui ensablée se trouvent plusieurs forages qui présentent tous la singularité d'être sur l'alignement d'un filon gréseux dur. Dans son témoignage, le géologue anglais H. J. L. Beadnell, passé par le site à la fin du XIX<sup>e</sup> s. indique l'artésianisme des puits forés à El-Deir, à des profondeurs bien supérieures à celles de l'Antiquité : deux forages menés

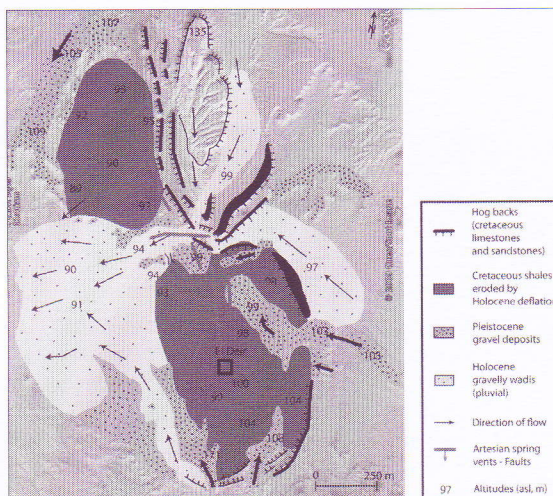


Fig. 6 (voir 2 pl. XIV):  
Croquis géomorphologique  
du site d'El-Deir  
(R. Crouzevialle).



Fig. 7: Brèche de broyage  
(cliché R. Garcier).

jusqu'à 41 m de profondeur auraient livré de l'eau en abondance<sup>42</sup> (fig. 9).

De la même manière, un témoignage oral que nous avons recueilli du dernier agriculteur du site, le Sheikh Salman Hamid Salman, nous apprend qu'une compagnie italienne avait foré un nouveau puits, également artésien, dans les années 1910, ce qui a permis de remettre en eau le site et de l'exploiter de nouveau, jusqu'à ce que le projet nassérien de développement de l'oasis, avec tout le cortège de forages au centre de l'oasis, ne vide complètement les nappes en périphérie de la dépression et ne contraigne notre

Fig. 8: Zone d'artésianisme  
(cliché B.-N. Chagny).



Fig. 9: Puits artésien subactuel  
(début XX<sup>e</sup> s.), foré  
par H. J. L. Beadnell  
(cliché R. Garcier).

eaux artésiennes pour irriguer également une zone relativement étendue, située plus au nord et reliée à la précédente par un système de canaux d'époque moderne, bien visibles aujourd'hui (canaux-digues et canaux topographiques). L'hypothèse que nous formulons est que ce système artésien a fonctionné de manière continue au cours des temps historiques et constituait donc une première source d'eau d'irrigation sur le site. En revanche, l'étendue réelle du fonctionnement artésien « direct » fait question. Il n'est pas invraisemblable de postuler une recharge, par l'artésianisme, des nappes superficielles, elles-mêmes exploitées par des puits non directement artésiens (en particulier le puits historiquement documenté au sein même de la forteresse et localisé par prospection géophysique<sup>43</sup>).

#### ‡ LES PUITTS ‡

informateur à quitter, dans les années 1950, le site d'El-Deir. Selon ce même témoignage, le débit des puits ne permettait pas un arrosage direct et un bassin de concentration des eaux avait été créé en surplomb du parcellaire. Il y avait beaucoup d'eau avant cet assèchement : le père de notre informateur a même pu construire un canal de dérivation de ces

La zone nord irriguée par le canal de dérivation du père de notre informateur a fonctionné bien plus anciennement, et selon des modalités différentes. Si le père de Salman a dû construire ce canal, c'est que le système antérieur ne fonctionnait plus à l'époque où il a voulu mettre en culture cette zone. Seul l'artésianisme approvisionnait, en ce début du XX<sup>e</sup> s., le site en eau. Mais dans la partie la plus au nord

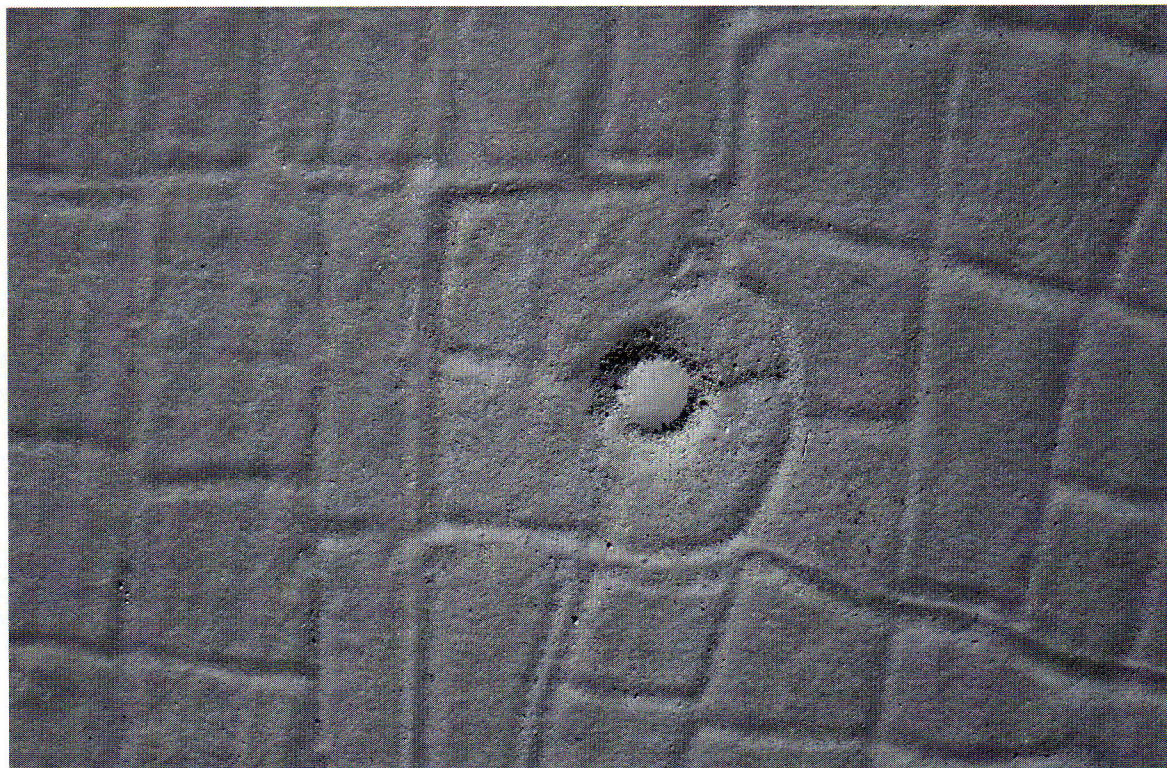


Fig. 10: Puits du parcellaire nord (cliché B.-N. Chagny).

de ce parcellaire a été repérée une série de puits, situés dans les zones périphériques du parcellaire (fig. 10). Chacun de ces puits est situé légèrement en surplomb au centre d'un ensemble de parcelles organisées de façon aréolaire. L'ensemble donne à penser que chaque puits servait à alimenter en eau par gravité la zone de parcelles qui lui était immédiatement adjacente et à laquelle il est relié par un réseau de petits canaux rayonnants. En effet, en numérisant les casiers du parcellaire à partir de l'image satellitale, nous nous sommes aperçus que ces canaux n'étaient pas tous interconnectés : il s'agit d'une série de binômes puits-parcellaire juxtaposés.

Cette alimentation de différentes parcelles par un même puits fournit la matière du différend mentionné dans la stèle de Dakhla : il s'agit là d'un débat sur la propriété du puits, liée étroitement à celle de la terre. Il apparaît dans le texte qu'à cette époque le propriétaire du puits avait une légitimité à revendiquer la terre qu'il permettait d'inonder<sup>44</sup>.

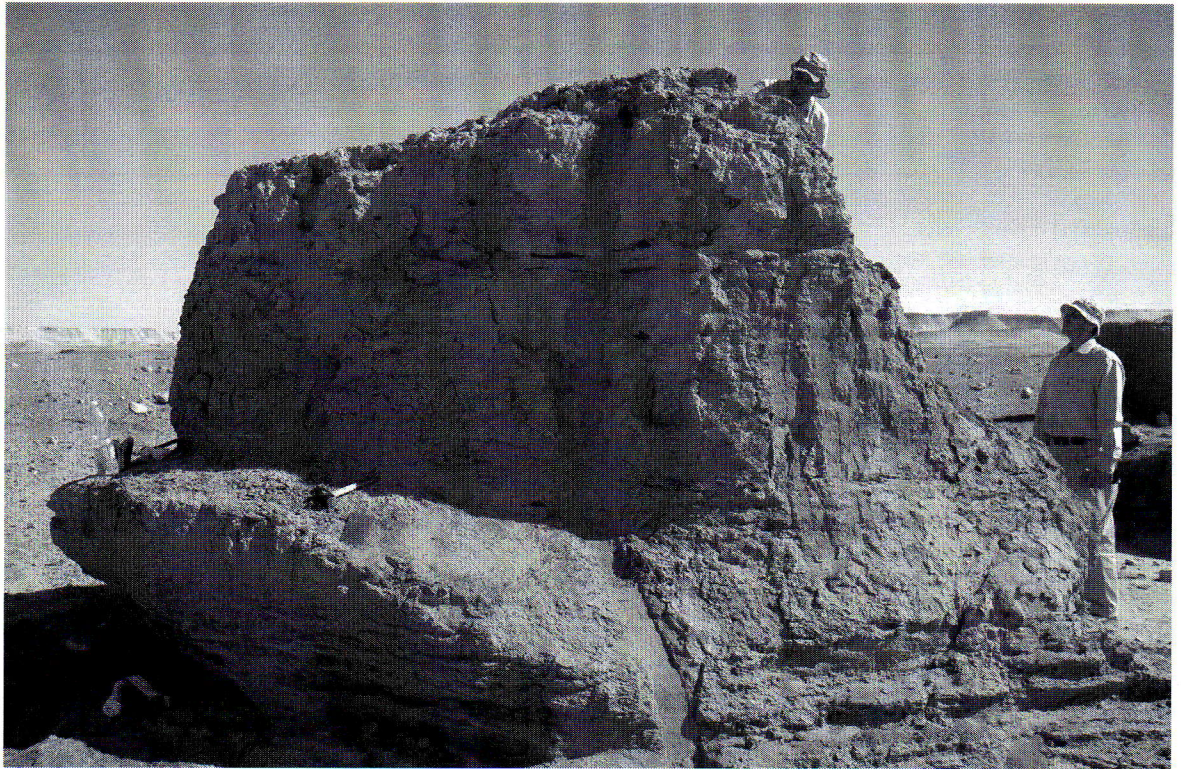
L'éloignement des puits de la zone des montées artésiennes fait postuler une origine de l'eau radicalement différente. Dans sa publication des tablettes des « Wells of Hibis », contenant une liste de réservoirs d'eau (*hydreumata*) situés dans la région d'Hibis (l'actuelle ville de Kharga) à l'époque impériale, P. Parsons remarque également qu'à côté d'une

liste d'*hydreumata* identifiés comme des sources artésiennes associées à un bassin de collecte, le terme de *phréar* doit désigner un autre type de puits. La distinction apparaît aussi dans les notes de Beadnell au sujet des exploitations du début du XX<sup>e</sup> s.<sup>45</sup>. En l'absence (pour le moment) de datation des puits d'El-Deir, notre hypothèse est que ces puits auraient capté les inféroflux<sup>46</sup> circulant dans le substrat de schistes fissurés et eux-mêmes alimentés par des abats d'eau météoriques (réduits) ou par de l'eau d'infiltration en provenance de la nappe des grès nubiens.

#### ‡ LA PLAYA ‡

Les investigations géographiques menées sur le site ont, par ailleurs, permis d'identifier, à l'ouest de la forteresse, une zone anciennement recouverte par une « playa ». Une playa est définie dans la littérature géomorphologique comme un épandage sédimentaire au sein d'une dépression fermée. La playa est construite par les sédiments fins apportés par les eaux de ruissellement qu'elle contribue à concentrer et par les sédiments éoliens. Des conditions marécageuses s'y développent souvent : la faible profondeur de l'eau accumulée rend la playa sensible aux dynamiques d'évaporation, qui peuvent précipiter les sels dissous

Fig. 11 : Jean-Paul Bravard  
et Ashraf Mostapha  
effectuant des prélèvements  
sur un yardang  
(cliché R. Garcier).



et donner ainsi naissance à des objets géomorphologiques de type « chott » ou « sebkha »<sup>47</sup>.

L'extension et la présence de la playa sont attestées par l'existence de *yardangs* sur le site (fig. 11), c'est-à-dire de dépôts fluvio-lacustres sculptés par le vent en buttes allongées, au nombre d'une dizaine. On retrouve ces yardangs ailleurs dans l'oasis. Sur le site, ces yardangs, dont les plus hauts ont une hauteur de près de trois mètres, sont constitués de matériel limono-sableux, sans structure sédimentaire nette. Ils contiennent des éléments lithiques en provenance du substratum schisteux et des tessons de céramique ont été retrouvés insérés dans la matrice. Ce dernier élément est une preuve que la playa a fonctionné à l'époque historique – vraisemblablement perse et ptolémaïque –, les yardangs constituant des reliques d'un niveau antérieur de la playa, beaucoup plus étendu et plus haut que le niveau actuel.

Il faut donc postuler l'existence à El-Deir d'une vaste étendue hydromorphe, marécageuse, à l'ouest de la forteresse, vraisemblablement alimentée en eau par deux origines : les eaux artésiennes et de l'eau de ruissellement en provenance des bassins-versants alentours (attestée par l'insertion dans la matrice sableuse de fragments schisteux centimétriques). Cela expliquerait un certain nombre de points étonnants soulevés lors de la fouille des nécropoles. En

effet, le matériel archéologique livré par la fouille comprend d'importants échantillons végétaux, dont des nattes en roseau, trouvées en assez grande quantité dans les tombes (fig. 12) ; on peut se demander, à leur propos, si elles ont été fabriquées avec des joncs présents sur le site, ce qui impliquerait la présence de marécages. Au contraire, les nattes mises au jour à Aïn el-Labakha ou à Douch sont systématiquement élaborées avec des feuilles de palmier.

En outre, les analyses menées par les radiologues sur le matériel humain ont révélé des pathologies qui pouvaient être associées à un environnement marécageux, comme la bilharziose, maladie parasitaire véhiculée par un ver présent dans les eaux stagnantes, le schistosome, qui s'installe dans la peau. Plusieurs cas sont avérés parmi les individus des nécropoles. La présence d'une playa à El-Deir est un élément fondamental de la compréhension du site, car cet espace vraisemblablement hydromorphe à l'Holocène a pu être une zone privilégiée du développement agricole et de pêche (un filet et des pointes de harpons ont été mis au jour dans le temple). En périphérie de la playa, dont nous avons pu identifier les rives, nous avons découvert un très vaste parcellaire agricole, qui n'était pas visible depuis le sol, mais que la photographie aérienne par cerf-volant a fait apparaître.

## CONCLUSION

Interprétés à la lumière des textes qui décrivent les usages de l'eau développés aux époques historiques dans l'oasis de Kharga et par comparaison avec d'autres sites de l'oasis, les indices géo-archéologiques trouvés sur le site d'El Deir prennent une tonalité particulière, car ils témoignent d'un environnement mobile au cours de temps historiques, répondant aux variations de l'abondance hydrique naturelle et de l'efficacité des systèmes techniques mis en place. Si l'on prend au sérieux l'hypothèse que, dans ce milieu aride, l'eau était un facteur limitant, les variations de sa disponibilité ont dû constituer un facteur déterminant dans l'évolution des usages du site dont la chronologie précise reste encore à établir. La vocation du site a-t-elle changé au cours des époques ultérieures et en particulier à l'époque romaine tardive, et si oui pour quelle raison ? Le signe de cette mutation serait l'édification d'une forteresse à l'époque de Dioclétien, qui ferait dès lors d'El-Deir un site au moins en partie militaire, impliqué dans le contrôle de la frontière méridionale de l'Empire.

Le postulat de S. Guédon est toutefois que la forteresse d'El-Deir pouvait s'intégrer dans un système de contrôle de la circulation et des échanges sur les routes caravanières du désert libyque<sup>48</sup>. De ce fait, la construction de la forteresse signalerait l'importance relative prise par l'économie de circulation à l'époque romaine. Les prospections menées par S. Guédon lors de la mission de janvier 2010 sur la route du Naqb Abu Sighawal ont mis au jour un matériel céramique datable, selon P. Ballet, de l'Antiquité tardive, attestant d'une fréquentation des pistes d'El-Deir bien au-delà de l'abandon du site comme établissement permanent, à l'époque chrétienne.

Le christianisme est attesté fort tôt à Kharga, dès la seconde moitié du III<sup>e</sup> s., et la nouvelle religion répandue partout au IV<sup>e</sup> s. fait de Kharga une oasis éminemment chrétienne dans l'Antiquité tardive. Cette idée est confirmée par les vestiges présents à Kharga. Le site de Douch/Kysis et de ses alentours a d'ores et déjà permis d'inventorier plusieurs édifices chrétiens attestant de la présence précoce d'une véritable communauté organisée dans l'oasis (la petite église de Chams Ed-Din, située à l'extrême sud de l'oasis, datée de la première moitié du IV<sup>e</sup> s., est sans doute l'édifice chrétien le plus ancien d'Égypte). On peut donc supposer que s'il y avait une communauté chrétienne à Kysis, il y en avait une autre importante à Hibis, métropole du nome au III<sup>e</sup> s., et la nécropole chrétienne mise au jour à El-Deir conforte ce

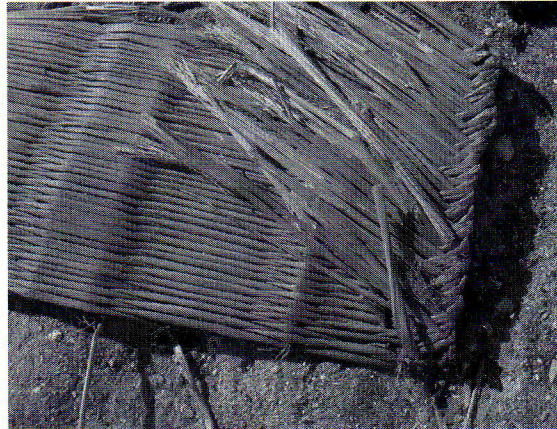


Fig. 12: *Natte de jonc mise au jour dans la nécropole nord-est.*

tableau. Toutefois, le site, si l'on se fie aux nécropoles, ne semble pas avoir été occupé au-delà du V<sup>e</sup>-VI<sup>e</sup> s. apr. J.-C. En revanche, les graffiti coptes visibles dans le temple sont, semble-t-il, des proscynèmes de voyageurs empruntant les routes caravanières et transitant par le site à des époques relativement avancées, selon V. Ghica (IX<sup>e</sup> s.). Il est probable qu'à cette époque le périmètre cultivé était en très grande partie abandonné, mais que le site demeurait une étape pour les voyageurs.

Il est donc vraisemblable que le site a conservé quelques points d'eau actifs, suffisants pour approvisionner ponctuellement les caravanes de passage durant l'époque byzantine et mamelouke. Un usage nomade ou semi-nomade de l'eau semble avoir prédominé à partir du VI<sup>e</sup> s., délaissant largement le vaste périmètre irrigué qui fonctionnait jusqu'alors. C'est encore dans cette tradition que se situent le père du Sheikh Salman et les siens au début du XX<sup>e</sup> s. Ce bédouin originaire d'Arabie saoudite a exploité le site dans une perspective caravanière, fournissant eau et fourrage aux voyageurs de passage, et il s'est impliqué lui-même dans le commerce de petit bétail entre Dakhla et la Vallée du Nil. Ce sont donc des semi-nomades, installés à El-Deir de manière saisonnière, qui ont remis en valeur et entretenu le système d'irrigation à l'époque contemporaine. De quoi nourrir, à l'avenir, une réflexion sur la vision réductrice trop souvent portée sur l'économie de l'eau chez les nomades, opposant à une gestion pacifique, structurée, agricole de l'eau par les populations sédentaires, une gestion prédatrice, destructrice, qui serait celle des nomades<sup>49</sup> – vision déjà largement remise en cause par P. Gentelle et P. Briant<sup>50</sup>. À El-Deir, les deux usages de l'eau semblent avoir cohabité, peut-être concurrentiellement, pendant des siècles, du VI<sup>e</sup> s. av. J.-C. au VI<sup>e</sup> s. apr. J.-C. avant que l'usage

caravanier s'impose. L'usage du site comme point d'eau sur les routes caravanières semble avoir perduré au moins jusqu'au IX<sup>e</sup> s. (graffiti coptes), alors que le périmètre irrigué était probablement très restreint,

voire nul : F. Caillaud, lors de son passage sur le site, signale un point d'eau auquel s'abreuvent les caravanes, à proximité de la forteresse<sup>51</sup>.

## NOTES

1. Ce projet est réalisé grâce au soutien de l'Agence Nationale pour la Recherche (ANR JC09-435461 « OASIS ») et a bénéficié du programme d'acquisition d'imagerie satellitale ISIS/CNES (SPOT et Worldview). Nous tenons à remercier ici chaleureusement le Dr Ashraf Mostapha (université d'Assiout) pour sa collaboration précieuse lors de la campagne de prospection géomorphologique de janvier 2010.
2. Voir GRADEL, GUÉDON, TALLET 2010; BRAVARD, GUÉDON, TALLET 2010.
3. Les premières études géologiques du site datent du début du XIX<sup>e</sup> s. : BALL 1900, p. 74-75; BEADNELL 1909, 100. H. J. L. Beadnell s'est tout particulièrement intéressé à l'hydrologie locale.
4. HÉRODOTE, *Histoires* IV, 181; DIODORE, *Bibliothèque historique* XVII, 50, 1; ARRIEN, *Anabase* III, 4; STRABON, *Géographie* XVII, 1, 42; PLINE, *Histoire Naturelle* XIII, 111. Olympiodore prête à la Grande Oasis un « bon air », tempéré, salubre après le désert brûlant. Voir une présentation des sources dans WAGNER 1987, p. 113-120.
5. Ce sont là des éléments géographiques structurant du système antonymique entre nomades et sédentaires : voir BRIANT 1982, p. 12-34.
6. HÉRODOTE, *Histoires* IV, 181-184; III, 26.
7. STRABON, *Géographie* XVII, 1, 42.
8. *FHG* (= *Fragmenta Historicorum Graecorum*) 4, 64, 33.
9. HÉRODOTE, *Histoires* IV, 181.
10. STRABON, *Géographie* XVII, 1, 42.
11. OLYMPIODORE, *FHG* 4, 64, 33.
12. OLYMPIODORE, *loc. cit.*
13. *PG* (*Patrologia graeca*) 115, p. 1187; WAGNER 1987, p. 117-118.
14. AL-YA'QŪBI, *Livre des Pays*, vers 890 apr. J.-C. Le texte arabe a été édité par DE GOEJE 1892, p. 332. Nous reprenons ici la traduction de Chr. Décobert : DÉCOBERT 1982, p. 98.
15. À Tell Douch même, à Aïn Manāwīr, Aïn Ziyada et Aïn Boreq. Voir BOUSQUET 1996.
16. BRIANT 2001.
17. CHAUVEAU 2001; DEVAUCHELLE 1994.
18. DUNAND *et al.* 2010, p. 46-48.
19. AGUT-LABORDERE 2005a, p. 9-15; AGUT-LABORDERE 2005b, p. 45-53.
20. Cette hypothèse trouve des échos dans un texte fameux de Polybe (*Histoires* X, 28), qui semble faire référence à une politique de colonisation agraire des Perses sur le plateau iranien, en Parthyène, entre les Portes Caspiennes et Hekatompylos, sur la route prise par le roi séleucide Antiochos III dans son offensive contre le roi Parthe Arsakès II. Cette route, rythmée par une chaîne d'oasis, suit le piémont de l'Elbourz jusqu'à Hékatompylos, au carrefour des routes qui desservent toutes les régions voisines. Selon P. Briant, Polybe décrit indiscutablement des *qanāts*, même s'il n'en comprend pas bien le fonctionnement. Sur l'importance de l'entretien des ouvrages qui favorise aussi les déplacements de l'armée : BRIANT 2001, p. 15-40.
21. WUTTMANN 2001, p. 109.
22. Contribution aux journées d'études de l'université de Limoges, 19-20 janvier 2008.
23. COLIN *et al.* 2006; COLIN, LAISNEY, MARCHAND 2000, p. 151. La datation a été confirmée par des sondages effectués en 2003 dans la forteresse : BRONES-DUVETTE 2007; voir également KUCERA 2005.
24. REDDÉ 1999, p. 383; WAGNER 1987, p. 387; GOLVIN, REDDÉ 1986, p. 195. La comparaison avec Qaret El-Toub et les deux dédicaces de Deir al-Gabrawi et Tell Abou Seifi renforcent l'hypothèse de M. Reddé de l'installation d'une unité auxiliaire dans la forteresse, peut-être l'*Ala I Abasgorum*, unique corps de troupes mentionné par la *Notitia Dignitatum*, Or. XXXI, 55 dans la Grande Oasis.
25. DUNAND *et al.* 2010, p. 46-48.
26. DUNAND *et al.* 2005, p. 148.
27. Cf. BOWMAN 1986, 238; DUNAND *et al.* 2010, p. 45.
28. CHAUVEAU 2001; PARSONS 1971; BEADNELL 1909, p. 10-11 : « *As a general rule the wells are owned collectively, the different proprietors having the right to utilize the flow for periods corresponding to the extent of their holdings in the well. Individual shares may amount as one third or one half of the well, or be only the merest fraction; in the latter case the small holders combine so as to obtain control of the flow for an appreciable period. Frequently the whole of the land irrigated by a well is cultivated collectively, the crop on reaping being divided among the owners in portions corresponding to their shares of the water.* »
29. HAYNES 2001; HOELZMANN, KEDING *et al.* 2001; KINDERMANN, BUBENZER *et al.* 2006; BUBENZER, BESLER *et al.* 2007.
30. KUPER, KROPELIN 2006.
31. Voir HEINL, THORWEIHE 1993, p. 100.
32. ROBINSON, WERWER *et al.* 2007.
33. ROBINSON 2002.
34. BOUSQUET 1996.
35. KUPER, KROPELIN 2006.
36. BRIOIS, MIDANT-REYNES, WUTTMANN 2008.
37. BOUSQUET 1996, p. 19-45.
38. PLANHOL 1992.
39. ROSSI 2000.
40. BEADNELL 1909, p. 11.
41. GARDINER 1933.
42. BEADNELL 1909.
43. T. Herbich et D. Schwieh ont effectué en janvier 2010 une prospection géophysique dans la forteresse.
44. GARDINER 1933.
45. BEADNELL 1909, p. 7-8 distingue lui aussi des puits de différentes profondeurs, dont le mode de fonctionnement pourrait être différent : « *It is interesting to speculate on the conditions which obtained in Kharga before the first borings were made, as to the present day we cannot point, so far as I am aware, to a single natural efflux of water on the floor of the depression. Surface-water, of quite a different character from the deep-seated water, is met with a comparatively shallow depth in various localities, and may either represent drainage from the flowing wells and cultivated tracts, or be water which has escaped from the underground sandstones and found its way to the surface through fissures.* »
46. On appelle « inféroflux » un écoulement, souvent invisible en surface, dans l'épaisseur des alluvions d'un cours d'eau ou d'un épandage sédimentaire.
47. DERRUAU 1994, p. 94, définit une *sebkha* comme une lagune temporaire se trouvant sur une *playa* et souvent réduite en saison sèche à une croûte de sel. Le terme de « *chott* » est préféré quand la lagune est permanente.
48. L'égyptologue J. G. Wilkinson, lors de son passage à El-Deir en 1825, établit déjà un rapport entre la source qui se trouve à une centaine de mètres au nord de la forteresse et cette dernière; il émet l'hypothèse qu'elle était destinée à protéger le point d'eau sur la piste entre Kharga et la Vallée. Voir WILKINSON 1835, p. 371. C'est également la lecture que propose J. Ball : BALL 1900, p. 74-75.
49. C'est la vision que développe le passage de Polybe cité plus haut sur les *qanāts* de Parthyène.
50. BRIANT 1982, p. 9-56; GENTELLE 2003, p. 54-85; *ID.* 2009; AL-DBIYAT 2009.
51. CAILLAUD 1821, p. 96.





## BIBLIOGRAPHIE

- AGUT-LABORDÈRE D., « Le sens du Décret de Cambyse », *Transeuphratène*, 29, 2005a, p. 9-15.
- AGUT-LABORDÈRE D., « Le titre du Décret de Cambyse », *Revue d'Égyptologie*, 56, 2005b, p. 45-53.
- AHMED IBRAHIM B., DUNAND F., HEIM J.-L., LICHTENBERG R., HUSSEIN M., *Le Matériel archéologique et les restes humains de la nécropole d'Ain El-Labakha (Oasis de Kharga)*, Paris, 2008.
- AL-DBIYAT M., « Eau et peuplement dans les marges arides: le cas de la région de Salamyia en Syrie centrale », MOUTON, AL-DBIYAT, 2009, p. 179-187.
- BALL J., *Kharga Oasis: its Topography and Geology*, Le Caire, 1900.
- BEADNELL H. J. L., *An Egyptian Oasis. An account of the oasis of Kharga in the Libyan desert*, Londres, 1909.
- BOUSQUET B., « Évolution de milieux holocènes: les exemples de Tell Douch, désert libyque, Égypte, et d'Alésia, France », *Physio-Géo*, 22/23, 1991, p. 179-193.
- BOUSQUET B., « Les techniques de l'irrigation dans les oasis d'Égypte pendant l'Antiquité romaine », *Sciences et techniques en perspective*, 1995, p. 31, 1-7.
- BOUSQUET B., « Permanence et précarité: espace du danger et contraintes éco-géographiques d'ordre technique. Exemple de Tell Douch (Égypte) », *Cahiers nantais*, 1995-1996, p. 44-45, 215-248.
- BOUSQUET B., *Tell-Douch et sa région: géographie d'une limite de milieu à une frontière d'Empire*, Le Caire, 1996.
- BOUSQUET B., « Les paysages d'irrigation dans les oasis du désert libyque (Égypte) pendant l'Antiquité », PEYRAS J. et TIROLOGOS G. (éd.), *L'Afrique du nord antique. Cultures et paysages. Colloque de Nantes, mai 1996*, 1999, p. 47-66.
- BOUSQUET B., « Qanâts et géohistoire », BRIANT P. (éd.), *Irrigation et drainage dans l'Antiquité, qanâts et canalisations souterraines en Iran, en Égypte et en Grèce, séminaire tenu au Collège de France, Persika 2*, 2001, p. 185-190.
- BOUSQUET B., REDDÉ M., « Les installations hydrauliques et les parcellaires dans la région de Tell Douch (Égypte) à l'époque romaine », MENU B. (éd.), *Les Problèmes institutionnels de l'eau en Égypte ancienne et dans l'Antiquité méditerranéenne, AIDEA, 25-28 juin 1992, Bibliothèque d'études 110*, Le Caire, 1995, p. 73-90.
- BOUSQUET B., ROBIN M., « Les oasis de Kysis. Essai de définition géo-archéologique », *BIFAO*, 99, 1999, p. 21-40.
- BOWMAN A.K., *Egypt after the Pharaohs*, Londres, 1986.
- BRAVARD J.-P., GUÉDON S., TALLET G., « The Survey Project at El-Deir, Kharga Oasis: First Results, New Hypotheses », DAVOLI P. (éd.), *Sixth Dakhleh Oasis Project International Conference. New Perspectives on the Western Desert of Egypt, Lecce 20-24 September 2009*, à paraître en 2010.
- BRIANT P., *État et pasteurs au Moyen-Orient ancien*, Cambridge/Paris, 1982.
- BRIANT P. (éd.), *Irrigation et drainage dans l'Antiquité, qanâts et canalisations souterraines en Iran, en Égypte et en Grèce, séminaire tenu au Collège de France, Persika 2*, Paris, 2001.
- BRIOIS F., MIDANT-REYNES B., WUTTMANN M., *Le Gisement épipaléolithique de MLI à 'Ayn-Manâwir, Oasis de Kharga*, Le Caire, 2008.
- BRONES S., DUVETTE C., « Le fort d'El-Deir, oasis de Kharga. "État des lieux" architectural et archéologique », *BIFAO*, 107, 2007, p. 5-41.
- BUBENZER O., BESLER H. et al., « Filling the gap: OSL data expanding C-14 chronologies of Late Quaternary environmental change in the Libyan Desert », *Quaternary International*, 175, 2007, p. 41-52.
- CAILLAUD F., *Voyage à Thèbes et dans les Déserts situés à l'Orient et à l'Occident de la Thébàide fait pendant les années 1815, 1816, 1817 et 1818*, Paris, 1821.
- CHAUVEAU M., « Les qanâts dans les ostraca de Manâwir », BRIANT, 2001, p. 137-142.
- COLIN F. et al., *Premier Rapport sur les sondages de Qaret el-Toub. Recherches dans l'oasis de Bahariya I*, Le Caire, 2006.
- COLIN F., LAISNEY D., MARCHAND S., « Qaret el-Toub: un fort romain et une nécropole pharaonique », *BIFAO* 100, 2000, p. 145-192.
- CRUBÉZY É., « L'étude des sépultures, ou du monde des morts au monde des vivants », CRUBÉZY E., LORANS E., MASSET C., PERRIN F. et TRANOY L. (éd.), *L'Archéologie funéraire*, Paris, 2000, p. 8-54.
- DÉCOBERT Ch., « Un espace-prétexte: les oasis d'Égypte vues par les géographes arabes », *Studia Islamica*, 55, 1982, p. 95-114.
- DE GOEJE M. J., *Al-Ya'qûbi, Bibliotheca Geographorum Arabicorum*, VII, Leyde, 1892.
- DERRUAU M., *Les Formes du relief terrestre*, Paris, 1994.
- DEVAUCHELLE D., « Un contrat de vente de journées d'exploitation de l'eau d'un *hydreuma* », MENU B., 1994, p. 153-156.
- DUNAND et al., *Douch V. La nécropole de Douch. Exploration archéologique. Monographie des tombes 73 à 92. Structures sociales, économiques, religieuses de l'Égypte romaine*, DFIFAO, 45, Le Caire, 2005.
- DUNAND F., HEIM J.-L., HENEIN N., LICHTENBERG R., *La Nécropole de Douch (oasis de Kharga) I*, DFIFAO, 26, Le Caire, 1992.
- DUNAND F., BRONES S., HEIM J.-L., LETELLIER-WILLEMEN F., LICHTENBERG R. et al., *El-Deir. Nécropoles I, La Nécropole sud*, Paris, 2010.
- DUNAND F., LICHTENBERG R., « Dix ans d'exploration des nécropoles d'El-Deir (oasis de Kharga). Un premier bilan », *Chronique d'Égypte*, 83, 2008, p. 258-288.
- GARDINER A. H., « The Dakhleh Stela », *Journal of Egyptian Archaeology*, 1933, p. 19-30.
- GENTELLE P., *Traces d'eau. Un géographe chez les archéologues*, Paris, 2003.
- GENTELLE P., « Aménagement du territoire agricole de la ville de Pétra: la terre et l'eau », MOUTON M., AL-DBIYAT M., 2009, p. 133-148.
- GOLVIN J.-Cl., REDDÉ M., « Quelques recherches récentes sur l'archéologie militaire en Égypte », *CRAI*, 1986, 172-196.
- GRADEL C., GUÉDON S., TALLET G., « Le site d'El-Deir, à la croisée des routes du désert occidental: nouvelles perspectives sur l'implantation de l'armée romaine dans le désert égyptien », BALLET P. (éd.), *Grecs et Romains en Égypte. Territoires, espaces de la vie et de la mort, objets de prestige et du quoti-*



- dien. *Actes du colloque international de la SFAC, Paris, 15 novembre 2007*, Le Caire, à paraître en 2010.
- HAWKINS A. L., SMITH J. R., GIEGENGACK R., MCDONALD M. M. A., KLEINDIENST M. R., SCHWARCZ H. P., CHURCHER C. S., WEISMAN M. E., NICOLL K., « New research on the Prehistory of the escarpment in Kharga Oasis, Egypt », *Nyame Akuma*, 55, 2001 [2005], p. 8-14.
- HAYNES C. V., « Geochronology and climate change of the Pleistocene-Holocene transition in the Darb el Arba'in Desert, Eastern Sahara », *Geoarchaeology – an International Journal*, 16/1, 2001, p. 119-141.
- HEINL M., THORWEIHE U., « Groundwater Resources and Management in SW Egypt », *CATENA* suppl. 26, 1993, p. 99-121.
- HOELZMANN P., KEDING B. *et al.*, « Environmental Change and Archaeology: Lake Evolution and Human Occupation in the Eastern Sahara during the Holocene », *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 169, 3-4, 2001, p. 193-217.
- KINDERMANN K., BUBENZER O. *et al.*, « Palaeoenvironment and Holocene Land Use of Djara, Western Desert of Egypt », *Quaternary Science Reviews*, 25, 13-14, 2006, p. 1619-1637.
- KUCERA P., « The Late Roman Fort at Qaret el-Toub in Bahariya Oasis: Towards a contextual Understanding », *Artefact-Melbourne*, 28, 2005, p. 23-34.
- KUPER R., KROPELIN S., « Climate-controlled Holocene Occupation in the Sahara: Motor of Africa's Evolution », *Science*, 313 (5788), 2006, p. 803-807.
- MENU B., *Les Problèmes institutionnels de l'eau en Égypte ancienne et dans l'Antiquité méditerranéenne, Colloque AIDEA VOGÜE 1992*, Le Caire, 1994.
- MOUTON M., AL-DBIYAT M., *Stratégies d'acquisition de l'eau et société au Moyen-Orient depuis l'Antiquité, Bibliothèque archéologique et historique*, 186, Beyrouth, 2009.
- PARSONS P. J., « The Wells of Hibis », *Journal of Egyptian Archaeology*, 57, 1971, p. 165-180.
- PLANHOL X. DE, « Les galeries drainantes souterraines: quelques problèmes généraux », BALLAND D. (éd.), *Les eaux cachées. Études géographiques sur les galeries drainantes souterraines*, Paris, 1992, p. 129-142.
- REDDÉ M., « Sites militaires et romains de l'oasis de Kharga », *BIFAO*, 99, 1999, p. 379-380, fig. 11-15.
- ROBINSON C. A., « Application of satellite radar data suggest that the Kharga Depression in South-western Egypt is a fracture rock aquifer », *International Journal of Remote Sensing*, 23 (19), 2002, p. 4101-4113.
- ROBINSON C., WERWER A. *et al.*, « The Nubian Aquifer in Southwest Egypt », *Hydrogeology Journal*, 15, 2007, p. 33-45.
- ROSSI C., « Umm el-Dabadib, Roman Settlement in the Kharga Oasis: description of the visible remains, with a note on Ayn Amur », *MDAIK*, 56, 2000, p. 335-352, pl. 35-39.
- SMITH J. R., GIEGENGACK R., SCHWARCZ H. P., MCDONALD M. M. A., KLEINDIENST M. R., HAWKINS A. L., CHURCHER C. S., « A reconstruction of Quaternary pluvial environments and human occupations using stratigraphy and geochronology of fossil-spring tufas, Kharga Oasis, Egypt », *Geoarchaeology*, 19, 2004, p. 1-34.
- VIVIAN C., *The Western Desert of Egypt: An Explorer's Handbook*, Le Caire, 2009.
- WAGNER G., *Les Oasis d'Égypte à l'époque grecque, romaine et byzantine d'après les documents grecs (recherches de papyrologie et d'épigraphie grecques)*, Le Caire, 1987.
- WILKINSON J. G., *Topography of Thebes and General View of Egypt*, Londres, 1835.
- WUTTMANN M., « Les qanâts de 'Ayn-Manâwir (oasis de Kharga, Égypte) », BRIANT P., 2001, p. 109-135.



# LES RÉSEAUX D'EAU COURANTE DANS L'ANTIQUITÉ

REPARATIONS, MODIFICATIONS, RÉUTILISATIONS, ABANDON, RÉCUPÉRATION

Les recherches concernant l'hydraulique antique se sont multipliées ces dernières années. Cependant, on ne s'est pas encore beaucoup attaché à tirer pleinement parti de l'observation des cas complexes de structures qui portent traces de réparations ou de modifications.

On a donc choisi de placer les structures hydrauliques dans une perspective historique en mettant l'accent sur leur évolution et leurs altérations ou dégradations, causées par des facteurs divers, anthropiques (nouvelles utilisations, erreurs de construction, malversations, détournements de fonction) ou naturels (épisode sismique, nature de l'eau, érosion). Le processus d'abandon est également étudié, en conjonction avec les structures avoisinantes. Les réseaux d'eau ainsi envisagés dans la longue durée permettent de comprendre la stratégie des villes en matière d'eau et deviennent un élément-clé d'interprétation de l'histoire de structures archéologiques, et plus largement d'un site.



Le cadre géographique choisi s'est voulu très large puisqu'il englobe aussi bien des sites français que l'Orient méditerranéen. De même, l'accent est mis sur l'époque romaine, mais cela n'exclut pas un cadre chronologique plus vaste allant jusqu'à l'Antiquité tardive : des convergences inattendues apparaissent ainsi, qui fournissent les prolégomènes d'une analyse systématique de ces réseaux.

Le livre s'organise en deux parties : dans un premier chapitre, les aqueducs, souvent étudiés dans leur aspect monumental, font l'objet de nouvelles recherches qui mettent l'accent sur les péripéties et les complications de leur construction et de leur fonctionnement. Dans une seconde partie, l'analyse s'attache à des structures plus modestes (canalisations, citernes...), souvent négligées, dont on a essayé de montrer qu'elles pouvaient également fournir des informations uniques sur l'évolution d'un paysage, l'histoire d'une structure ou l'organisation de la politique hydraulique d'une cité.

Catherine ABADIE-REYNAL est professeur d'Archéologie grecque et orientale à l'université de Nancy 2.

Samuel PROVOST est maître de conférences en Archéologie de l'Antiquité tardive à l'université de Nancy 2.

Pascal VIPARD est maître de conférences en Archéologie romaine à l'université de Nancy 2.

En couverture :  
Canalisation et vase de retenue sur l'agora romaine de Thessalonique (cliché S. Provost).  
En 4<sup>e</sup> de couverture :  
Conduites d'adduction d'eau près des thermes du nord-est à Apamée (cliché S. Provost).  
Rechapage du specus de l'aqueduc de Cahors (cliché D. Rigal).  
Temple transformé en citerne, terrasse haute du forum de Philippos (cliché S. Provost).