

CENTRE FRANCO-ÉGYPTIEN
D'ÉTUDE DES TEMPLES DE
KARNAK
LOUQSOR (ÉGYPTE)
USR 3172 du Cnrs



المركز المصري الفرنسي
لدراسة معابد الكرنك
الاقصر (مصر)

Extrait des *Cahiers de Karnak* 5, 1975.

*Avec l'aimable autorisation de l'Institut Français d'Archéologie Orientale (Ifao).
Courtesy of Institut Français d'Archéologie Orientale (Ifao).*



APERÇU SUR LES DÉGRADATIONS DES GRÈS DANS LES TEMPLES DE KARNAK

Claude TRAUNECKER

En septembre 1972 s'est tenu à La Rochelle le « 1^{er} Colloque International sur la détérioration des pierres en œuvre » organisé par le Centre de Recherches et d'Etudes Océanographiques avec la collaboration du Conseil International des Monuments et des Sites (ICOMOS).

Au cours de cette rencontre scientifique, nous avons présenté une communication intitulée « Les dégradations des grès des Temples de Karnak »⁽¹⁾. C'est un premier essai de synthèse sur nos connaissances des problèmes de Karnak, signalant un certain nombre de phénomènes actuellement en cours d'étude.

Cette communication sera publiée dans les Actes du Colloque, mais ces derniers étant relativement peu accessibles, nous nous proposons donc, malgré d'inévitables redites que le lecteur de nos publications précédentes voudra bien nous pardonner, de publier ici un résumé de cette communication.

Nous avons essayé de rédiger un texte aussi peu technique que possible. Ainsi, le lecteur non averti ou l'égyptologue curieux de ces problèmes pourra se faire une idée sommaire mais exacte sur la nature des phénomènes de dégradations observés dans les temples de Karnak, et sur les solutions possibles.

Le visiteur parcourant Karnak est souvent frappé par le mauvais état de la base des parois ainsi que celui de certains reliefs⁽²⁾. S'il est un tant soit peu initié aux problèmes de ce qu'on appelle les « maladies de la pierre », il sera en mesure de formuler un diagnostic général. Le Lac Sacré confirme l'existence d'une nappe phréatique proche de la surface, les dégradations sont donc probablement dues à des remontées capillaires de ces eaux au cœur des murs : leur évaporation, à la surface des pierres, provoque un épais

(1) Ce colloque s'est tenu à La Rochelle du 11 au 16 Septembre 1972. Cent deux participants représentaient 24 pays; 35 communications ont été présentées.

(2) *Kémi* 20, 1970, p. 198.

dépôt de sel, qui fait éclater les pores du grès et provoque l'effritement des reliefs.

En formulant cette hypothèse, il aura parfaitement raison, mais il comprendra aussi qu'avant d'envisager une forme quelconque de traitement, il faut d'abord étudier avec soin le contexte hydrogéologique et climatique du temple.

Contrairement à la majorité des autres édifices égyptiens actuellement conservés, les temples de Karnak sont bâtis au milieu des cultures, dans la partie fertile de la vallée soumise à l'irrigation; le site se présente comme une grande zone non cultivée, en partie habitée, d'une longueur de 1,7 km, sur une largeur moyenne de 700 à 800 m. Vers l'Ouest la distance au fleuve est de 300 m environ et vers l'Est, sur environ 5 km, des terres irriguées s'étendent jusqu'au désert. Le niveau moyen de la zone archéologique est à peu près semblable à celui des terres environnantes. Cependant le niveau des sols antiques est environ à trois mètres au-dessous de celui des cultures. Les parties du temple dégagées, de ce fait, sont au fond d'une sorte de cuvette.

C'est cette situation qui est en grande partie responsable des malheurs de cet ensemble de constructions ⁽¹⁾.

En raison du climat subtropical qui règne en Haute Egypte, la culture nécessite une irrigation intense. Actuellement, l'eau irriguant les terres situées à l'Est du temple est prélevée dans le Nil par un canal se détachant du fleuve à la hauteur du barrage d'Esna, situé à une soixantaine de kilomètres en amont.

Grâce au « Haut Barrage », le Nil ne joue plus actuellement, à la hauteur de Louqsor, qu'un rôle de drain, et l'irrigation, grâce aux réservoirs d'Esna, et à l'énergie électrique fournie par le Haut Barrage, est devenue pérenne depuis 1967.

L'eau est distribuée dans les cultures au moyen de canaux d'irrigation, puis élevée au niveau des champs à l'aide d'appareils divers (pompes à essence, vis d'Archimède, chadoufs). L'évaporation étant très forte, on a tendance à irriguer de façon intensive, l'excédent d'eau venant alimenter la nappe phréatique.

Le niveau de cette nappe est considérablement plus élevé que celui du Nil. Ce dernier ne subit que des variations épisodiques, d'une amplitude maximum de deux mètres environ. Contrairement à ce qui se passait à l'époque des crues, le sens d'écoulement de la nappe au cours d'un cycle annuel est donc toujours, pour la rive droite, de l'Est à l'Ouest ⁽²⁾.

(1) Dès l'antiquité, les responsables des monuments de Karnak étaient confrontés avec ces problèmes. Pour l'historique des études des dégradations, cf. *Kémi* 20, 1970, p. 196 et suiv.

(2) *Kémi* 20, 1970, p. 201, n. 40.

Or, comme nous l'avons exposé plus haut, le temple se trouvant dans une espèce de cuvette, il est normal que la nappe affleure aux points les plus bas du site, c'est-à-dire dans les lacs sacrés.

Une série de trente-quatre points de mesures (piézomètres, puits antiques, lacs sacrés) nous ont permis de surveiller attentivement les mouvements de cette nappe ainsi que sa morphologie ⁽¹⁾.

Sur le diagramme des résultats de ces mesures, d'Août 1968 à Mai 1972 ⁽²⁾, on constate que :

- 1) l'amplitude des mouvements est faible : 1,25 m en moyenne;
- 2) les mouvements sont totalement indépendants de ceux du fleuve;
- 3) ces mouvements dépendent par contre du régime d'irrigation. En Janvier, on a l'habitude d'arrêter celle-ci pour procéder au nettoyage des canaux ⁽³⁾. Aussitôt, le niveau de la nappe baisse;
- 4) les mouvements du Lac Sacré, simple regard sur la nappe, suivent bien entendu ceux de cette dernière, mais avec une inertie considérable. On constate en effet que pendant certaines périodes de l'année, le niveau du lac est plus élevé que celui de la nappe ⁽⁴⁾.

A l'aide des indications fournies par les trente-quatre points de mesure évoqués plus haut, il nous a été possible de dresser des cartes d'isopièzes représentant le relief de la nappe ⁽⁵⁾. Cette carte est établie chaque mois à l'aide des moyennes mensuelles de chaque puits.

On voit nettement sur ces documents les conséquences de l'inertie du Lac Sacré : en janvier, lorsque le niveau général de la nappe est en baisse, le lac se trouve sur une élévation. Puis, lorsque les niveaux remontent, on trouve le lac au fond d'une cuvette ou au flanc d'une pente.

⁽¹⁾ Cf. *infra*, p. 135, n. 1. Le relief de la nappe dépend de la perméabilité des terrains traversés, des débits d'écoulement et du niveau de base. Castany, *Traité pratique des eaux souterraines*, p. 444 et suiv.

⁽²⁾ Cf. *infra*, p. 134, fig. 2. Le puits 19 est le point le plus élevé de la nappe dans la zone étudiée et le puits 2 représente le point le plus bas.

⁽³⁾ Cette opération s'appelle le « gaffaf ». Besançon, *L'Homme et le Nil*, p. 382.

⁽⁴⁾ Nos dernières mesures montrent qu'actuellement le puits 19, situé à l'Est du Lac, accuse toujours un niveau phréatique légèrement plus élevé.

⁽⁵⁾ *Kémi* 20, 1970, p. 203, fig. 1; *Kémi* 21, 1971, p. 180, fig. 2 et *infra*, fig. 3, 4.

Ce phénomène a retenu notre attention, car comme nous allons le voir plus loin, l'eau du Lac Sacré est particulièrement riche en sels. L'étude détaillée de ses niveaux a permis de reconnaître quatre types de régimes et leur fréquence, sur l'année 1969-1970 ⁽¹⁾ :

Régime 1 : concentration : 17,6 %;

Régime 2 : écoulement vers le Sud : 54,4 %;

Régime 3 : écoulement vers le Sud et l'Ouest : 20 %;

Régime 4 : écoulement dans toutes les directions : 8 % ⁽²⁾.

Il était donc intéressant de constater, en première analyse, que les monuments les plus importants de Karnak au Nord et à l'Ouest du Lac Sacré, étaient peu menacés.

Mais les monuments élevés au Sud du Lac sont-ils vraiment en danger? En d'autres termes, la pente de la nappe permet-elle une diffusion de l'eau salée du Lac Sacré dans les fondations des temples, compte tenu des coefficients de perméabilités du terrain?

Les teneurs en sels d'une série d'échantillons d'eau phréatique prélevée autour du Lac Sacré ne sont guère différentes de celles d'eaux prélevées en d'autres points du temple. Un essai de pompage effectué dans un puits antique, situé à 20 m au Nord du Lac Sacré, a permis d'estimer que l'influence de ce dernier ne devait se faire sentir que sur quelques mètres.

On peut donc dire que, malgré sa minéralisation élevée, ce réservoir d'eau ne constitue pas un danger direct pour les monuments de Karnak. Par contre, depuis la mise en place du système d'irrigation pérenne, le lac ne se vide plus naturellement; ses eaux croupissent et sont devenues nauséabondes. Aussi, a-t-il été décidé d'installer, sur sa rive Est, une station de pompage dont le rôle sera de maintenir constamment le Lac Sacré dans le régime 1. Ainsi, ses eaux se renouvelleront d'elles-mêmes, en eau phréatique propre. Ce procédé a également l'avantage de ne guère perturber le régime général des eaux phréatiques, une action brutale pouvant avoir des conséquences catastrophiques ⁽³⁾.

Parallèlement à cette étude des mouvements des eaux de Karnak, nous avons effectué une série d'analyses chimiques, qui ont confirmé les hypothèses avancées sur leur origine.

⁽¹⁾ *Kémi* 21, 1971, p. 183.

⁽²⁾ Cf. *infra*, p. 136, résultat des mesures de 1970, 1971 et 1972.

⁽³⁾ C'est très probablement une action trop brutale sur le régime des eaux qui a provoqué en 1899 l'écroulement d'une partie de la salle hypostyle. *Kémi* 20, 1970, p. 200 et n. 27.

Nous pouvons les classer en trois groupes :

- A. Les eaux du Nil et des canaux;
- B. L'eau phréatique;
- C. L'eau des lacs.

Au stade A, l'eau est peu minéralisée : 3 mé/lt de sels (env. 200 mg/lt). Elle est de caractère « hydrocarbonatée », et, cationiquement, se classe dans les eaux mixtes ⁽¹⁾.

Au stade B, la minéralisation atteint 15 à 20 mé/lt (1000 à 1300 mg/lt). Anioniquement, on peut dire qu'elle est mixte, avec une tendance vers les eaux chlorurées. Cationiquement, elle est essentiellement sodique.

Au stade C, la minéralisation s'est considérablement élevée, en raison de l'intense évaporation à laquelle elle est soumise. Elle accuse une concentration de 75 à 125 mé/lt (5000 mg à 8300 mg/lt). Ce processus ayant amené le dégagement du CO₂ d'équilibre, la concentration en carbonate et en calcium est très faible, l'essentiel des sels consistant en chlorures et en sulfates de sodium et de potassium ⁽²⁾.

Il était logique de compléter ces études hydrogéologiques par l'observation des différents facteurs climatiques.

Le climat de Karnak est caractérisé par une absence quasi totale de précipitations.

Tous les ans, nous notons une ou deux pluies, qui durent au maximum un quart d'heure, et dont l'apport d'eau est insignifiant : il ne suffit même pas à mouiller la surface du sol. Si ces pluies n'ont aucune influence sur le climat général de la région, ces quelques gouttes suffisent cependant pour maculer les monuments et provoquer parfois des traînées de boue sur les parois.

Les diagrammes des températures ⁽³⁾ montrent qu'en été la moyenne mensuelle des maximums se situe aux alentours de 40°C, alors qu'en hiver on descend à 22°C. Cependant, les écarts de température entre le jour et la nuit engendrent une variation importante d'humidité relative, qui peut atteindre 88 % en hiver au lever du jour. Malgré de nombreux

⁽¹⁾ Une eau cationiquement mixte contient du sodium-potassium, du calcium et du magnésium en quantités sensiblement égales.

⁽²⁾ *Kêmi* 20, 1970, p. 213 et suiv.

⁽³⁾ Cf. *infra*, p. 138 et *Kêmi* 21, 1971, p. 194, fig. 9.

essais, nous n'avons pas pu démontrer l'existence de rosée sur les pierres, bien qu'en novembre et décembre, le point de rosée soit bien près de la température minimum ⁽¹⁾.

En effet, l'importante inertie thermique du grès fait que la température de sa surface est toujours plus élevée que le point de rosée.

Nous avons effectué une série de mesure de température au cœur d'un bloc de grès. En été, la face supérieure d'un bloc peut atteindre 54°C vers 14 h. et descendre jusqu'à 27°C au lever du soleil. L'onde de chaleur fait sentir son influence jusqu'à 40 cm de profondeur, où la température a tendance à se stabiliser entre 36 et 41°C. Des mesures de même ordre, effectuées en hiver, ont permis de douter de la possibilité d'apparition de rosée à la surface des pierres.

* * *

Le cadre hydrogéologique actuel étant ainsi fixé, il est intéressant de le comparer avec ce qu'il était avant la mise en service du Haut Barrage.

Parmi les anciennes archives conservées par le Centre Franco-Egyptien à Karnak, nous avons trouvé un dossier contenant des notes inédites de G. Legrain sur les mouvements de l'eau souterraine de 1899 à 1906. Le régime à cette époque était caractérisé par l'invasion du temple par les eaux d'infiltration, de la mi-octobre à la mi-novembre ⁽²⁾. Or G. Legrain avait utilisé, pour ces mesures, un puits antique que nous utilisons également aux mêmes fins.

L'étude comparative de ces données a permis de démontrer que la conséquence la plus immédiate du Haut Barrage est une stabilisation de la nappe phréatique, à un niveau moyen assez élevé (72 m) ⁽³⁾.

Les questions qui se posent à présent sont les suivantes :

- 1) Quel rôle réel a joué la résurgence des eaux souterraines dans les processus de dégradation ?
- 2) La stabilisation actuelle de la nappe est-elle bénéfique ou néfaste à la conservation des monuments ?

⁽¹⁾ Ceci ne sous-entend pas que le phénomène de rosée est inexistant en Egypte. Nous avons souvent constaté de la rosée en hiver sur l'herbe ou sur les objets métalliques.

⁽²⁾ Pendant la saison d'inondation, les terres arables étaient entièrement recouvertes d'eau. L'eau percolant à travers le sol venait alimenter la nappe et provoquait une hausse considérable du niveau phréatique. Ce niveau arrivait à dépasser celui des sols du temple.

⁽³⁾ *Kêmi* 21, 1971, p. 195, fig. 9.

Pour nous aider à répondre à ces questions, il faut examiner les dégradations en détail. Voyons d'abord la nature du grès de Karnak.

C'est ce qu'on appelle le « Grès Nubien », extrait des carrières de Gebel Silsilé, à une centaine de kilomètres au Sud de Louqsor. C'est un grès silicieux, dont le ciment est constitué par des oxydes de fer. Ces oxydes, bien que présents en faible proportion (1-2 %), donnent à la pierre une couleur jaune ou brune. Cette pierre est peu résistante, surtout en milieu humide. Il est facile d'écraser entre le pouce et l'index un petit cube de grès humide. Sa densité apparente est de 1,8 à 2,00, tandis que son coefficient de porosité varie entre 18 et 25 %⁽¹⁾.

C'est donc un matériau très sensible aux phénomènes de cristallisation.

L'observation des dégradations des parois que l'on peut rencontrer à Karnak mène à les classer en trois grands groupes⁽²⁾.

A. Dégradations en sous-sol (relativement rares).

B. Dégradations à la base des murs.

1. l'épiderme est entièrement détruit;
2. l'épiderme est conservé sous une croûte de sels.

C. Dégradations dans les parties hautes.

1. Zone brune. Nous savons que les bandes brunes, d'une largeur de 50 cm à 2 m, qui courent le long des murs à des hauteurs variables (de 3 à 5 m), marquent le niveau des décombres.
2. Dégradations sans croûte de sel apparente, suivant les strates de la pierre.
3. Salissures diverses.

Les dégradations du groupe B sont de loin les plus importantes et les plus graves. La comparaison avec des photographies anciennes a permis de constater que les dégradations se sont relativement stabilisées.

(1) Sur le grès nubien, cf. Lucas, *ASAE* 2, 1901, p. 178; Andrew, *BIE* 29, 1937, p. 93 et suiv.; Shukri-Saïd, *BIE* 27, 1946, p. 229 et suiv.; Shukri-Saïd, *Bul. Fac. Sci. Cairo* 25, 1947, p. 151 et suiv.; Shukri et F. Iskander, *Rapport Géologique* 3, 1912 (Extrait de l'avant-projet des ouvrages de protection des temples d'Abou Simbel, par le bureau d'étude A. Coyne et J. Bellier, Paris 1960).

(2) *Kêmi* 21, 1971, p. 197.

Elles se sont développées plus particulièrement autour d'anciennes restaurations au ciment.

Au cours des fouilles, nous avons pu nous livrer à des observations intéressantes concernant la vitesse de formation de ces croûtes ⁽¹⁾. Des pierres dégagées par les travaux, et en contact direct avec la frange capillaire, se sont couvertes de sel très rapidement (3 à 4 jours).

Divers essais ont permis de souligner le rôle important joué par les caractères physiques du grès (porosité, hétérogénéité, nodules d'oxydes, etc...). Dans un des cas, nous nous trouvions à une dizaine de centimètres de la nappe phréatique (dégradation de l'épiderme en 15 jours); au cours d'un autre essai, la nappe se trouvait trois mètres et demi plus bas (formation d'une croûte sur une hauteur de 20 cm en deux ans et quatre mois). On voit donc que la hauteur de la frange capillaire intervient dans le processus.

L'analyse des sels de ces croûtes a montré qu'il s'agit essentiellement de chlorure de sodium, avec des quantités parfois non négligeables de sulfate de sodium. Cette présence de sulfate est parfois due à des restes de plâtre antique subsistant sur les parois ⁽²⁾.

On voit donc que c'est surtout la frange capillaire qu'il faut rendre responsable des dégradations. Or, s'il était à la rigueur concevable de contrôler le niveau phréatique par la mise en place d'un système de drainage (qui entraînerait d'ailleurs des travaux colossaux, incompatibles avec les ressources limitées de l'archéologie), le problème ne serait pas pour autant résolu. En effet, l'observation du terrain et des différentes coupes montre que la hauteur de la frange capillaire est extrêmement variable, et dépend des caractères physiques des différents sols et couches antiques.

* * *

Il était également important d'estimer la part de responsabilité des facteurs climatiques dans le processus des dégradations (en dehors de leur interférence sur les facteurs hydrogéologiques). D'où la recherche que nous avons menée sur le point de rosée.

Une série d'observations faites de façon continue pendant 36 heures (températures du sol et des pierres à différentes profondeurs, humidité, etc...) a permis de constater un phénomène curieux. En mesurant l'humidité de poussières prélevée toutes les deux

(1) *Kêmi* 21, 1971, p. 205.

(2) *Kêmi* 21, 1971, p. 212, fig. 13.

heures, dans les zones brunes (C1), nous avons constaté que son taux suivait assez fidèlement la variation de l'humidité relative atmosphérique. Par contre, des poussières de grès n'absorbaient pratiquement pas l'eau atmosphérique (fig. 1).

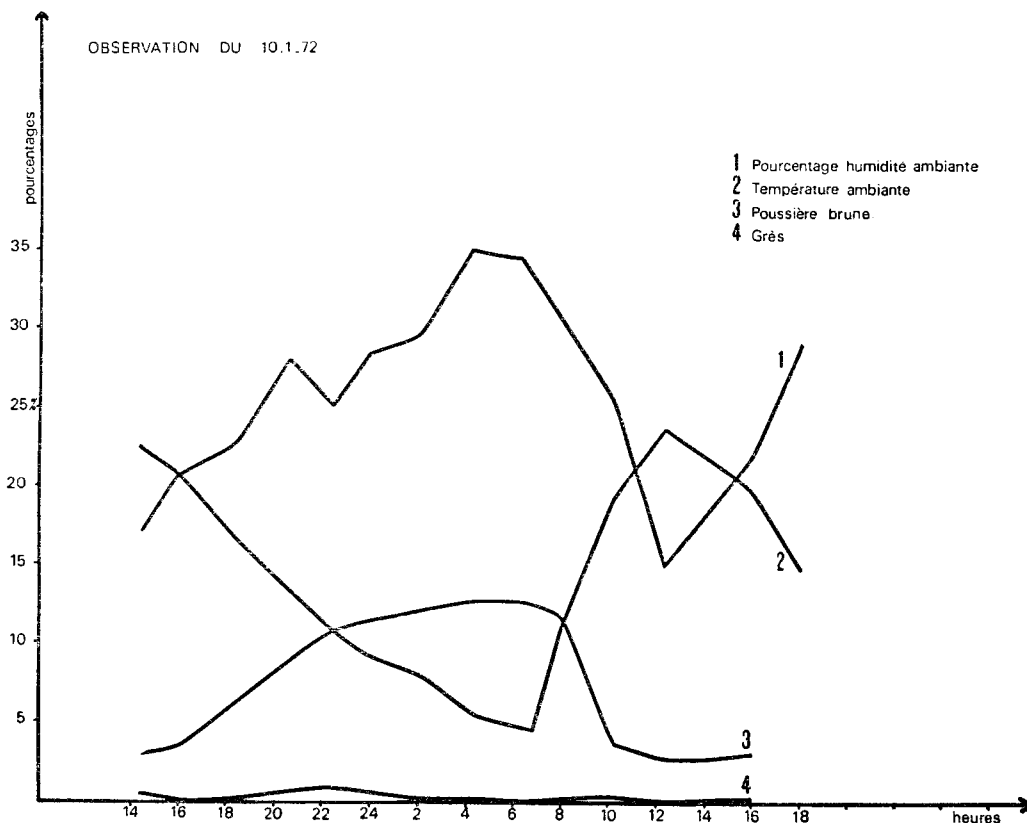


Fig. 1. — Observation du 10.1.1972 (26 h.). Diagramme des variations d'humidité de l'air ambiant, de la poussière et de la pierre.

Un test de laboratoire consistant à exposer des échantillons provenant du sous-sol, et des poussières prélevées sur les parois, à une atmosphère chargée de 90 à 100 % d'humidité relative, a donné des résultats intéressants (fig. 2).

On constate que les échantillons provenant du sous-sol (frange capillaire : SS1) d'un point d'affleurement de la frange capillaire (cour du temple de Ramsès III : S2), ou de parties sèches du sol de la grande cour (S1), n'absorbent que faiblement l'humidité ambiante (stabilisation entre 6 et 8 %).

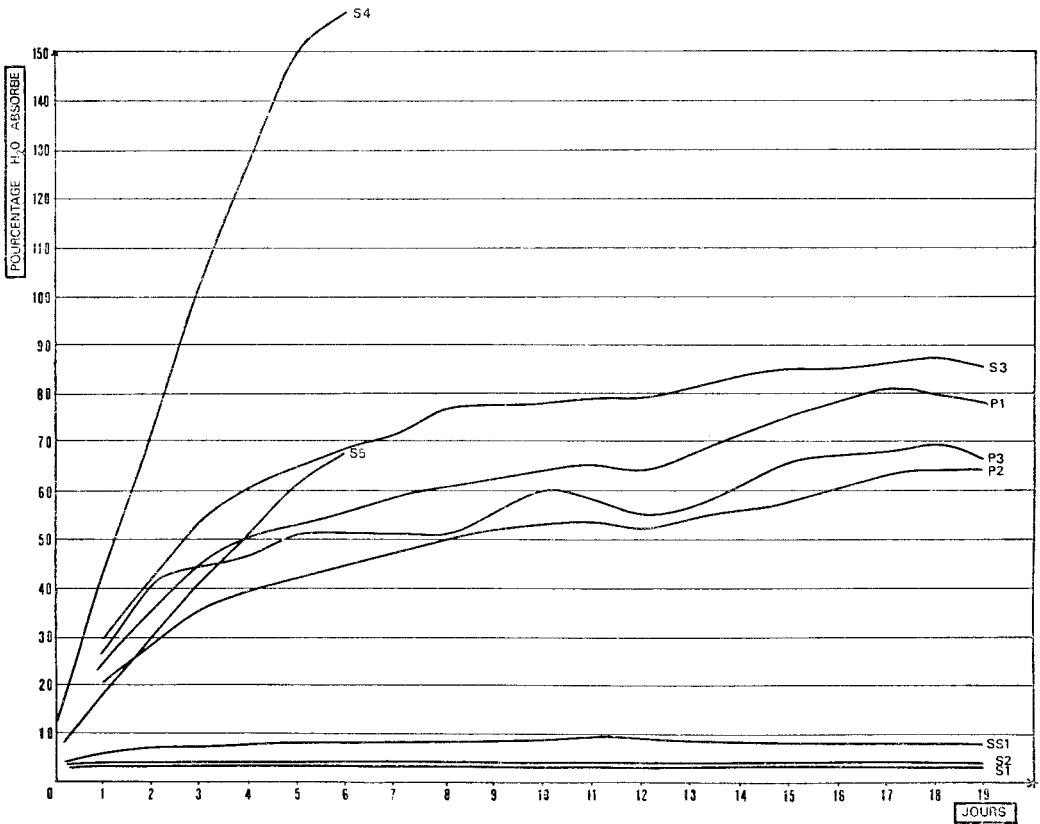


Fig. 2. — Résultats des essais d'absorption d'eau atmosphérique en laboratoire :

- SSI : Sous-sol.
- S1 et S2 : Sols.
- P1 à P3 : Poussières brunes collées à la pierre.
- S3 : Sol hygroscopique.
- S4 : Tache noire (passage du 1^{er} Pylône).
- S5 : Tache noire couche inférieure.

Par contre, les échantillons provenant de poussières collées aux parois (zone brune) P1 et P2, ou même des parois de calcaire (P3), absorbent l'eau d'une façon continue allant jusqu'à 80 % d'humidité après 19 jours d'expérience. L'échantillon S3 provient du sol de l'angle SE de la grande enceinte d'Amon; ce sol a absorbé 85 % d'humidité en 19 jours. Il présente une teinte brune rougeâtre. Nous avons constaté que des pierres posées sur des sols de ce type prenaient au bout de quelques mois une teinte brune sem-

blable à celle des bandes marquant le niveau des déblais. Pendant l'hiver, nous avons vu se développer dans la grande cour une grande tache noire. Un échantillon de la couche de surface de cette tache, soumis au même test, a absorbé 158 % de son poids d'eau en six jours (S4). Un échantillon prélevé trois centimètres sous la surface a accusé une absorption de 67 % pour la même durée d'expérience (S5).

Il faut donc conclure à la présence de sels hygroscopiques⁽¹⁾. Les analyses préliminaires que nous avons effectuées ont permis d'incriminer des sels de Ca et de Mg (peut-être chlorures et nitrates).

* * *

Les facteurs déterminants des dégradations des grès de Karnak ont été reconnus : proximité de la nappe phréatique, contact avec la frange capillaire et présence d'une surface d'évaporation. Le cadre hydrogéologique et climatique où se placent les phénomènes est relativement connu.

Essayons à présent de répondre aux questions posées plus haut.

On peut dire que la stabilisation de la nappe phréatique est un élément favorable à la conservation du monument⁽²⁾. La suppression de la remontée des eaux d'infiltration a été d'une importance capitale. Ayant observé la vitesse à laquelle se forment les croûtes de sel, lorsque le niveau phréatique est très proche, nous pensons que la plupart des dégâts constatés à la base des murs ont été causés par cette inondation annuelle. Les cristallisations ont dû se former pendant les mois de septembre à octobre.

Il découle de cette hypothèse que les phénomènes de cristallisation se forment actuellement très lentement. Nous avons dégagé une paroi d'épaisses croûtes de sels, il y a trois ans, et depuis nous n'avons constaté aucune nouvelle apparition de sels.

Les conditions sont donc favorables à une intervention : nettoyage des parois, restauration et mise en place d'un système d'étanchéité.

⁽¹⁾ On pouvait également penser à une possibilité de fixation d'eau atmosphérique due aux propriétés de surface de la poussière. On constate cependant qu'après un lavage intensif des échantillons à réaction positive à l'eau distillée, ceux-ci perdent leurs propriétés hygroscopiques. Les sels obtenus par évaporation de l'eau de lavage sont hygroscopiques. L'étude de ce phénomène (son ampleur, son rôle dans les dégradations et son origine) est actuellement en cours.

⁽²⁾ Sous réserve, bien sûr, que le régime de la nappe ne se modifie plus. Les dernières mesures et calculs ont montré une légère tendance de la nappe à s'élever. Ce phénomène n'est pas alarmant mais il convient de le surveiller étroitement (cf. *infra*, p. 133).

Dès à présent les recherches du laboratoire du Centre Franco-Egyptien s'orientent dans deux directions :

1) Etude du détail des processus de dégradation :

- influence de l'humidité atmosphérique;
- influence des différences de porosités;
- estimations quantitatives.

2) Choix d'une méthode de traitement ⁽¹⁾.

Toutes les méthodes se fondant sur une action directe sur la nappe phréatique ayant été écartées, pour les raisons évoquées plus haut, il faut donc sélectionner un procédé assurant l'étanchéité de la base des parois. Actuellement, deux essais sont en cours sur des murs expérimentaux, construits sur un dispositif permettant de faire entrer en jeu une nappe phréatique artificielle. Il s'agit d'un bac en béton rempli de sable et de terre, sur lesquels sont posés trois blocs d'un mètre cube. Un canal entourant tout le dispositif permet l'alimentation en eau phréatique. Dans chaque bloc, deux sondes électriques permettent de repérer le niveau des remontées au cœur des blocs. L'extrême sécheresse qui règne en Egypte permet l'utilisation de cette technique de mesure.

Nous testons actuellement le procédé d'électro-osmose ⁽²⁾ et un procédé d'injection anglais. Nous n'avons jusqu'à présent que des résultats partiels à présenter. L'électro-osmose passive à anode au Mg semble inefficace pour stopper une remontée capillaire. En revanche, les procédés d'injection semblent plus intéressants ⁽³⁾.

Voilà, sommairement résumé, l'état des travaux concernant la dégradation des grès des temples de Karnak. Nous espérons que la poursuite des recherches, tant au laboratoire que sur le terrain, aboutira rapidement à la mise au point d'une méthode de restauration permettant de conserver ce prestigieux ensemble de temples.

⁽¹⁾ Pour avoir un aperçu général sur les procédés existants, cf. *L'assèchement des murs*, Chronique du Centre d'Assistance Technique et de Documentation, 1965, avec une liste des fabricants; Duval, *Etanchéité de surface et remontées capillaires*, communication n° 1 de la section scientifique et technique de la compagnie des architectes en chef des monuments historiques, Juin 1970, mise à jour en Février 1972, avec une bibliographie.

⁽²⁾ Gratwick, *L'humidité dans le bâtiment*, p. 136; Massari, *Bâtiments humides et insalubres*, p. 359.

⁽³⁾ Gratwick, *op. cit.*, p. 108; Duval, *op. cit.*, p. 11, produit à base de silicone.