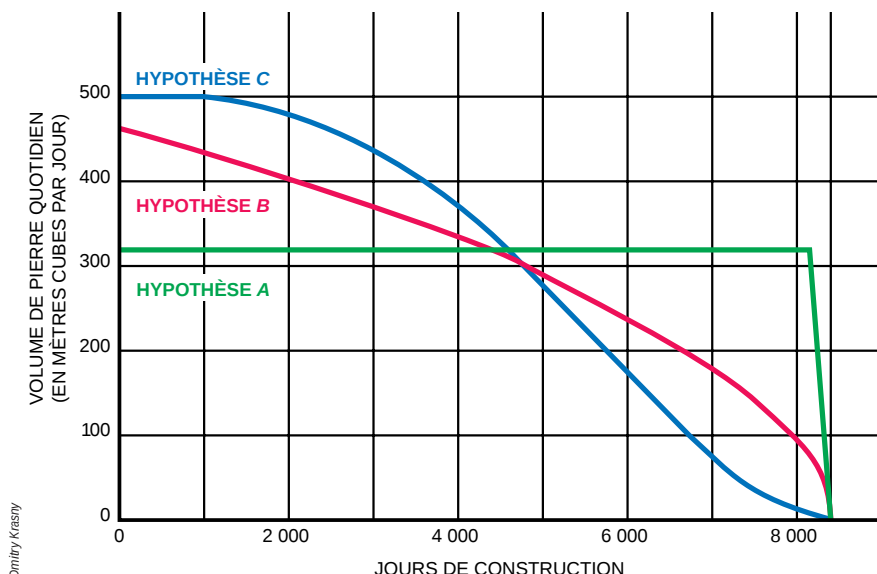




3. Trois façons de répartir la main-d'œuvre pour achever la Grande Pyramide en 8 400 jours.

S. Wier tient compte (par un facteur 1,5) de la relative inefficacité du travail musculaire. Il n'oublie pas non plus la main-d'œuvre requise pour le transport des pierres, de la carrière jusqu'au site de construction, éloigné de quelques centaines de mètres et plus élevé de 19 mètres.

Les pyramides contiennent des passages et des chambres, quelquefois remarquables, mais l'essentiel de la construction reste un empilage de blocs. Certains archéologues pensent que les blocs étaient hissés sur de longues rampes de sable ; d'autres supposent l'utilisation d'un système de leviers.

Des gravures égyptiennes montrent que les blocs de pierre étaient halés, à leur sortie de la carrière, sur des rondins de bois. Pour calculer le nombre d'hommes requis pour le halage, S. Wier a tenu compte de l'énergie perdue par les frottements contre le sol des rondins de bois chargés d'un bloc de pierre. Il a également considéré l'énergie nécessaire à l'extraction des pierres, à leur taille ou à leur installation sur la pyramide. Il propose, pour l'ensemble de ces travaux parallèles, un maximum de 14 hommes par mètre cube de pierre et par jour.

Ces calculs supposent un travail constant par un nombre d'ouvriers invariable, mais l'hypothèse est-elle juste ? Aucune information ne le précise, et plusieurs cas sont possibles.

Le quotient du volume V par le temps de travail (8 400 jours) indique une moyenne de 310 mètres cubes de pierre mis en place chaque jour. Cependant, quand la construction progresse, les ouvriers doivent porter les blocs de plus en plus haut, tandis que l'espace de travail (la surface au niveau atteint) diminue.

La construction devait ralentir lorsque la pyramide s'élevait.

S. Wier a considéré trois cas (voir la figure 3). Dans l'hypothèse A, pendant 8 110 jours, 315 mètres cubes sont posés chaque jour, puis le volume diminue rapidement avec la surface de travail disponible au sommet de la pyramide. Dans l'hypothèse B, de 462 mètres cubes le premier jour, le volume de pierre décroît lentement pendant 8 000 jours, et plus rapidement ensuite. L'hypothèse C, enfin, suppose la mise en place d'un volume de 500 mètres cubes pendant 1 000 jours, puis une diminution brusque jusqu'à presque atteindre zéro au bout de 7 000 jours. Dans les trois cas, la pyramide est achevée au bout de 8 400 jours.

La figure 2 montre la quantité de main-d'œuvre nécessaire à chaque étape de la construction réalisée suivant l'hypothèse B. Au début, la moitié des travailleurs déplacent les blocs, l'autre moitié les extraient ou les installent. À la fin, seulement un quart des ouvriers déplacent les blocs. Beaucoup d'ouvriers travaillent au début, mais leur nombre n'excède pas 12 800, soit environ un pour cent de la population égyptienne estimée de cette époque. Les hypothèses A et B conduisent à des résultats similaires.

Le cas le plus simple est sans doute l'emploi d'une main-d'œuvre constante, sauf vers la fin de la construction, lorsque l'espace de travail est réduit. Dans un tel cas, 10 600 hommes auraient pu construire la Grande Pyramide de Gizeh. Une main-d'œuvre encore inférieure aurait assuré la construction des autres pyramides de Gizeh ou celles de Dashour. En dépit de l'énormité des pyramides, l'Égypte ancienne disposait d'une main-d'œuvre bien suffisante.

DES CAILLOUX DANS LES CHOSES SÛRES

DIDIER NORDON

Des cailloux dans les choses sûres



Didier Nordon épingle les scientifiques et les politiques qui extraient de la science plus qu'elle ne dit. Nul doute que chacun reconnaîtra dans ces piques... le défaut de son condisciple.

144 pages - 65 F

Code 1897

**POUR LA
SCIENCE**
DIFFUSION BELIN

Bon de commande en p. 98

Histoire des sciences

Michel-Eugène Chevreul, Un savant des couleurs

Sous la direction de Georges Roque, Bernard Bodo et Françoise Viénot. Éditions du Muséum national d'histoire naturelle/EREC, 1997.

Art et science de la couleur. Chevreul et les peintres, de Delacroix à l'abstraction

Georges Roque. Éditions Jacqueline Chambon, 1997.

Le nom de Michel-Eugène Chevreul est plus connu pour des raisons postales et toponymiques que scientifiques : armé de patience et d'un *Minitel*, le chimiste Jean Jacques, un des auteurs du premier volume considéré ici, a montré en 1988 que Chevreul est, après Marcelin Berthelot, le chimiste français du XIX^e siècle qui a donné son nom au plus grand nombre de voies publiques. Quel était ce personnage auquel viennent d'être consacrés deux ouvrages ? Il est né à Angers en 1786, et mort à l'âge de 103 ans, à Paris. Son activité scientifique fut considérable : il fut l'auteur d'environ 800 notes, mémoires ou livres, et, en 1885, âgé de 99 ans, il publiait encore une note dans les Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris ! Son activité protéiforme a concerné non seulement la chimie, la science des couleurs, mais aussi l'agriculture, l'alimentation, la teinture, l'histoire de la chimie, la théorie de la connaissance, la baguette divinatoire et les tables tournantes (il était très critique)...

Son centenaire, en 1886, est un événement national : 52 discours sont prononcés, une statue est inaugurée, une médaille est frappée, une réception à l'Hôtel de ville de Paris est suivie d'un banquet de 1 000 couverts et d'une retraite aux flambeaux sur les grands boulevards, un entretien que Chevreul accorde à Nadar, illustré de photographies expressives, est le premier reportage photographique paru dans la presse française (il est

publié par le *Journal Illustré*). Tous les journaux relatent les manifestations du centenaire.

Avant tout, Chevreul a été l'un des grands chimistes de son temps. C'est l'incontesté créateur de la chimie des corps gras, qu'il a commencé à étudier dès 1812 et à laquelle il consacra en 1823 ses *Recherches sur les corps gras d'origine animale*. Ce traité, avec les *Considérations générale sur l'analyse organique* (1824), fait de Chevreul un des pionniers de la chimie organique, discipline alors naissante. Ainsi, en 1825, Chevreul dépose avec Louis-Joseph Gay-Lussac un brevet sur la préparation des bougies stéariques, qui allaient remplacer avantageusement les chandelles fuligineuses ; ce travail aura une importance pratique considérable quand l'industriel Adolphe de Milly aura l'idée de perfectionner les mèches de coton en les imprégnant d'acide borique.

C'est aussi le début de sa grande carrière : en 1824, il est nommé directeur des Ateliers de teinture de la Manufacture des Gobelins, poste qu'il occupera jusque en 1883. Élu à l'Académie des sciences en 1826, il est nommé professeur de chimie appliquée aux corps organiques au Muséum national d'histoire naturelle en 1829 ; il y enseignera durant 60 ans.

La nomination aux Gobelins marquera profondément l'activité de Chevreul. À ses débuts, il s'était initié, auprès de son maître Nicolas Vauquelin, à la chi-

mie des colorants végétaux alors utilisés en teinture, tels l'indigo, la gaude et la garance ; dès sa prise de fonctions aux Gobelins, il est intéressé par les phénomènes de perception des couleurs et par les effets produits en nous par leur juxtaposition. Il comprend ainsi que les plaintes concernant la stabilité de certaines couleurs, notamment les bleus, les violets clairs et les gris, sont justifiées : elles correspondent à une instabilité des pigments colorés ; en revanche, pour d'autres couleurs, tels les noirs utilisés pour les ombres des draperies bleues ou violettes, la stabilité des couleurs utilisées n'est pas en cause. En 1828, il présente ces résultats à l'Académie des sciences dans un mémoire intitulé *Sur l'influence que deux couleurs peuvent avoir l'une sur l'autre quand on les voit simultanément* ; puis, en 1839, il publie un livre au titre interminable – un procédé dont il usera largement – et qui reste connu par son début : *De la loi du contraste simultané des couleurs*... Il y étudie systématiquement des phénomènes voisins du suivant : quand on juxtapose deux objets colorés, chacun d'eux paraît, non pas de la couleur qui lui est propre, celle qu'il aurait si on le regardait isolément, mais d'une autre couleur. Cette couleur nouvelle résulte d'une modification de la couleur propre de l'objet par la couleur complémentaire de celle qui lui est contiguë.

Chevreul est revenu souvent sur la définition et les propriétés des couleurs complémentaires ; en 1868, il écrivait : « Définissons maintenant la couleur complémentaire d'une autre couleur, celle qui neutralise en même temps qu'elle est neutralisée, soit que, les couleurs étant des rayons solaires, elles reforment de la lumière blanche, c'est-à-dire incolore, soit que les couleurs étant matérielles, elles produisent du gris ». C'est en pensant aux couleurs matérielles (les couleurs des peintres) que Chevreul indique que sont respectivement complémentaires le rouge et le vert, l'orangé et le bleu, le jaune tirant sur le vert et le violet, l'indigo et le jaune orangé.

Sic transit gloria mundi : le bicentenaire de la naissance de Chevreul est passé aussi inaperçu, en 1986, que le centenaire avait été fastueux. Puis seulement deux colloques ont marqué le centenaire de sa mort, en 1989 : celui qui s'est tenu à Angers a concerné la chimie des corps gras ; le second, à Paris, a été une rencontre interdisciplinaire autour de son



Michel-Eugène Chevreul, photographié par Nadar en 1883.