

PIRAMIDELE:

SECRETUL LUI IMHOTEP



CAIRO

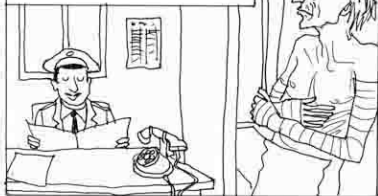


Mormintele faraonilor care fuseseră îngropați în Valea Regilor au fost repede profanate și jefuite. Într-o noapte, preoții care aveau grijă de ele au decis să ia toate mumiile și să le adăpostească într-o groată, situată deasupra sitului.



Astfel a fost salvată mumiile lui Ramses al II-lea.

La inaugurarea muzeului, mumiile lui Ramses al II-lea a fost amplasată la intrare, pentru a atrage vizitatorii. Așa cum era obiceiul, Ramses avea brațele încrucișate pe piept.



Într-o zi, brațul stâng al lui Ramses al II-lea și-a schimbat poziția cu zece centimetri, cu un zgomot sinistru. Îngrozit, paznicul a fugit și nu a mai vrut să se întoarcă vreodată în muzeu, considerându-l bântuit.





Aici se află statuile vechi de 4500 de ani a lui Rahotep, fratele vitreg al lui Kheops, și a soției lui, Nofret, care aveau ochi de cristal ce păreau atât de reali încât, în 1871, muncitorii care au descoperit statuile în necropola de la Meidum au fugit, convingi că erau ființe vii.

Este surprinzătoare această statuie a prințului cu mustața lui. Seamănă cu un dandy parizian care ar fi fost teleportat în Vechiul Imperiu egiptean.





Anselme, ce crezi despre statuile zeiței Bastet?



Ai găsit ceva?

Tipul de acolo mi-a dat asta.



Este un scarabeu.
Dar, care tip?

Ei bine,
vânzătorul.



Eu nu am vânzător. Lucrez
singură în magazinul meu.

Totuși, cred că se află încă
în această sală, în capăt.



Nu e nimeni!



Nu e nimeni,
iar această sală nu are nicio
altă ieșire în capăt.

Nu, acest scarabeu nu
provine din magazinul meu.



Dar e o piesă
foarte frumoasă,
înr-adevăr.

M-am întâlnit
cu un ins cu barbă
lungă, care mi-a
dat acest scarabeu.



Totuși, acest om
nu putea să intre
prin pereții!

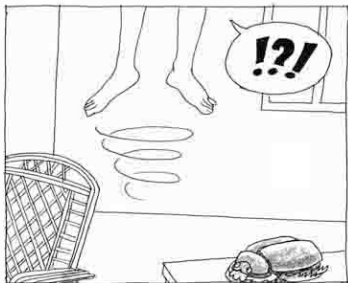


Anselme, vino la culcare,
este deja târziu.



Orele trec în camera de hotel.

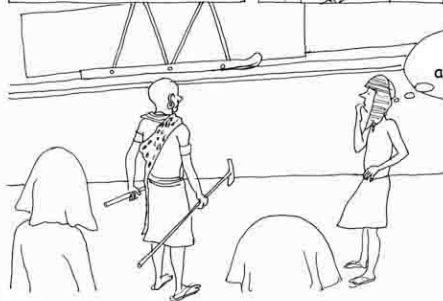




Zbor deasupra platoului Gizeh,
iar piramida lui Kheops pare intactă,
cu învelișul ei din calcar care
strălucește în lumina lunii.



Cea a lui Kefren nu este terminată,
iar cea a lui Mykerinos lipsește.





Ce caută băiatul
ăsta pe blocul ală
din piatră?



Chiar dacă este un vis,
trebuie să înțeleg
asta.



Trebuie să văd asta mai de aproape.

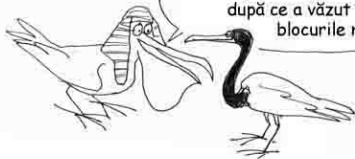


Ooo!





Și, iată-l pe Anselme Lanturlu începând o nouă aventură fantastică, după ce a văzut în vis mașina folosită de vechii egipteni pentru a ridica blocurile masive din piatră pentru construcția piramidelor.

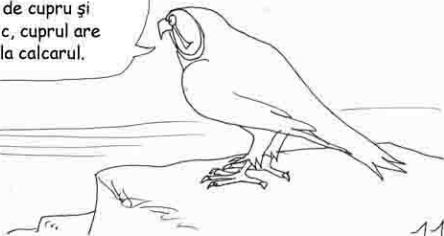


Fascinant!




Înainte de a descrie această mașină, vom trece în revistă câteva principii ale arhitecturii Egiptului Antic.

În fostul Imperiu Egiptean (2700-220 î.e.n.), fierul nu fusese descoperit. Țara dispunea de cupru și importa staniu și bronz. Îmbogățit cu arsenic, cuprul are o duritate suficientă pentru a putea modela calcarul.



SEISMICITATEA



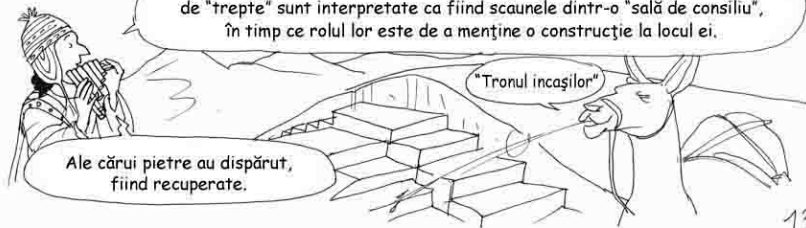
Puțini egiptologi sunt conștienți de faptul că intensa activitate seismologică este cheia care permite înțelegerea principalelor caracteristici ale arhitecturii egiptene antice. Să ne amintim că templul lui Abu Simbel, construit de Ramses al II-lea, prin sculptarea unui munte de gresie, a fost devastat de un seism în anul 1245 î.Hr.

Hei, Ramses!
Revin asupra celor spuse.
Să sculptezi într-un munte
nu mi se pare o soluție
bună. Tocmai a avut loc
un cutremur și îmi pare
rău să te anunț că unul
dintre coloși este
complet distrus.

Un subsol format din straturi diferite din punct de vedere mecanic, cum este cazul la Gizeh, reprezintă o fundație optimă pentru atenuarea cutremurelor. Acest lucru juca un rol major în alegerea sitului. Când în ... î.Hr., orașul Cairo a fost devastat de un seism, piramidele au rămas intacte.



Regăsim acest lucru în diferite regiuni ale lumii, unde un fel de "trepte" sunt interpretate ca fiind scaunele dintr-o "sală de consiliu", în timp ce rolul lor este de a menține o construcție la locul ei.

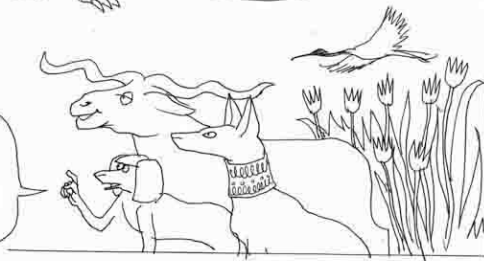
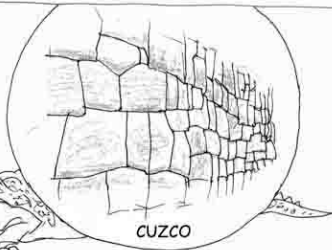


Rezistența la cutremure necesită evitarea oricărei regularități.
Exemple: templul situat la picioarele Sfinxului sau celebrul perete incaș din Cuzco.

Din acest motiv
piramidele sunt încă
în picioare?

Parțial. Când oamenii din Cairo
au terminat de ridicat învelișul
de calcar fin de la Turah, au lăsat
în urmă materialul care era dedesubt,
de o calitate mult mai slabă.

Ideea generală este că ceea ce este
deja fisurat nu se va mai putea fisura.
Structura „multi-fisurată” a piramidelor
le permite să absoarbă energia celor
mai puternice cutremure.



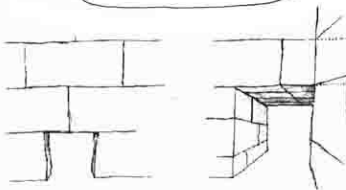
Totuși, arhitecții-preoți trebuie să-și facă treaba corect,
structurând blocurile.



Nu trebuie
să aplice tehnica
"buiandrugului despicat"



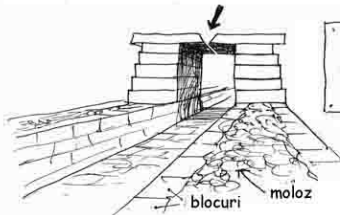
Înainte → de reparație



Arhitectul faraonului Unas
(2350 î.Hr.) credea că masivitatea
era soluția. Dar buiandrugul enorm,
supus forfecării, s-a fisurat.
Și după ce a fost reparat (în dreapta),
s-a fisurat la următorul cutremur.



Tăietură înclinată, pentru a permite pătrunderea luminii.



Dar, puțin mai departe, colegul lui nu a făcut aceeași greșeală.

Pentru cine este puțin atent, toată arhitectura egipteană se bazează

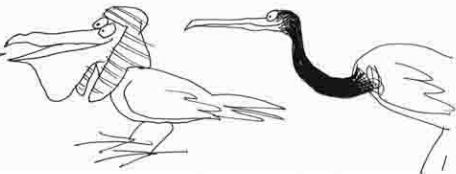
Rest din pavajul acoperit al piramidei lui Unas (Sakkara)



Piramidion, Sakkara, 1230 e.n.




Chiar și piramidionul, partea din vârful piramidei, a fost proiectat să rămână la locul lui în cazul unui cutremur puternic.



(*) În prim-plan, blocurile piramidei romboidale, indicând înclinarea pietrei, iar în plan secund, Piramida Roșie de la Dashur.

Dar, există un lucru pe care egiptologii nu l-au înțeles: potrivirea suprafețelor de contact dintre blocuri, nu plane, ci curbe, nu era impusă, dimpotrivă, era o formulă stabilită de către arhitecții din Antichitate cu scopul de a asigura stabilitatea clădirilor în caz de cutremur. Punctele de contact cimentate s-ar fi fisurat, iar cele plane ar fi permis alunecarea. Doar punctele de contact construite pe suprafețe curbe permiteau o ajustare automată în cazul cutremurelor mici.



Vom vedea mai departe cum puteau fi realizate cele mai mici puncte de contact.

O tehnică imposibil de pus în aplicare în cazul statuiilor mari, de tip monobloc, ale căror reliefuri reprezentau tot atâtea puncte sensibile în raport cu undele seismice și care au fost, se pare, modelate de-a lungul mileniilor.

MATERIALE DISPONIBILE



Egiptenii au fost maștri în utilizarea celor mai diverse tipuri de pietre posibile și imaginabile, de la roci sedimentare precum calcarul, roci "detritice", precum gresia, și roci mai primitive, precum granitul, bazaltul, folosind de asemenea roci abrazive, precum cuarțul, sau lovirea cu ajutorul doleritului.



Calcarul, "piatra moale", se putea modela cu ușurință cu ajutorul unei pietre extrem de dure: doleritul, care furniza astfel unelte.



Platoul de la Gizeh era un fel de carieră vastă, care furniza un calcar destul de grosier, sub forma unor straturi separate de argilă.



Blocurile erau extrase prin umflarea penelor din lemn (Georges Goyon).

Întrucât nu dispuneau de oțel, fier și întâmpinau greutăți în procurarea bronzului prin import, egiptenii Vechiului Imperiu (*) practicau în mod eficient o **PRELUCRARE PRIN LOVIRE (**)**.

Granitul conținea incluziuni sub formă de **BULGĂRI DE DOLERIT**, a căror mărime putea fi cât un cap de om.



În apropiere de obeliscul de la Aswan, se găsesc urme ale acestei tehnici, cu o formă asemănătoare cofrajelor pentru ouă. Punctele de lovitură se schimbau atunci când curbarea scobiturii astfel formată devenea comparabilă cu cea a percutorului folosit, ceea ce reducea eficiența loviturii.

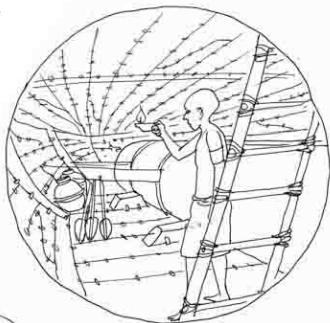


Ruptura acestui obelisc cu o lungime de 41 de metri, lățime la bază de 4 metri și greutate de 1200 de tone, în urma unui seism, a întrerupt lucrările. Vom vedea mai departe cum era finalizată construcția unor astfel de monștri.

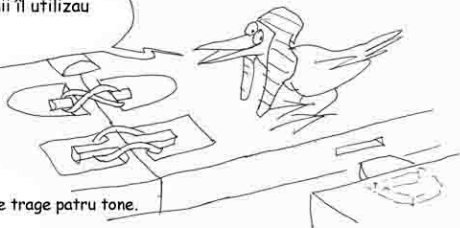
(*) Între anii 2700 - 2200 î.Hr.

(**) Eficiente asupra calcarului, unelte din bronz nu atacau "pietrele dure", precum granitul.

Lemnul de salcâm era de producție locală. Părțile mari trebuiau să fie tăiate din trunchiuri de cedru, importate din Liban. Rășinile furnizau cleiurile și lacurile. Egiptenii din Vechiul Imperiu știau foarte bine să confecționeze funii din cânepă, la fel de rezistente precum corzile moderne (*).

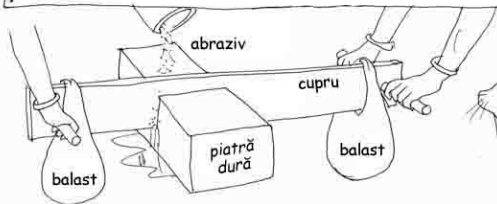


Dar, cum lemnul era ceva rar și prețios, egiptenii îl utilizau în construcții complexe, făcând "cusături" cu ajutorul funiei, pentru a nu pierde nici cel mai mic fragment.



UNELTELE

În Vechiul Imperiu, cum singurul metal disponibil era cuprul, când prelucrarea directă a materialelor era imposibilă (de exemplu, cu ajutorul unui fierăstrău cu dinți), se folosea **ABRAZIUNEA**.



Perforarea unei balamale

Atunci, este folosită pudra de cuarț pentru tot felul de operațiuni: tăieri, găuriri, foraje.

Gresia, în calitate de compozit, conține propriul abraziv. Prin urmare, se folosesc polizoare din gresie.



În piatră, ca în lemn

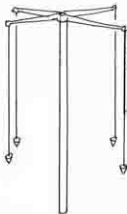
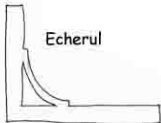


INSTRUMENTE DE MĂSURARE

Firul cu plumb



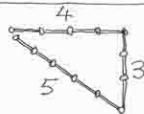
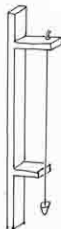
Echerul



Instrument pentru măsurarea



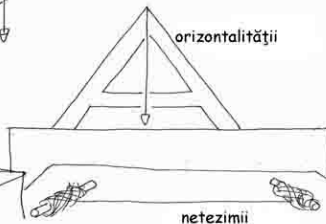
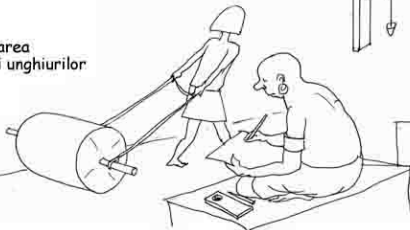
Și pentru
verificarea:
verticalității



Coardă cu 13 noduri
pentru unghiurile
drepte

$$3^2 + 4^2 = 5^2$$

Compas,
pentru măsurarea
proporțiilor și unghiurilor



orizontalității

netezimii

Rola, pentru distanțe, potrivită pentru descoperirea numărului π oriunde se vor evalua raporturile de lungime.

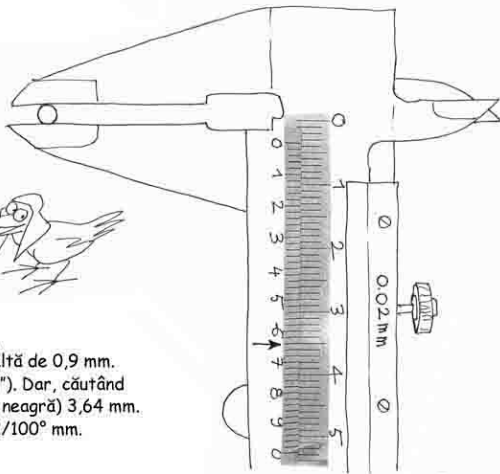
3000 DE ANI ÎNAINTE DE VERNIER (*)

Acesta este un ȘUBLER,
instrumentul preferat al celor care,
nefiind egiptologi, se ocupă de INGINERIE.

Într-un cuvânt, INGINERII.



Acest instrument pune față în față două riglete,
una cu gradații la distanță de un milimetru, cealaltă de 0,9 mm.
Aici, rigleta arată o măsură de 3,6 mm ("din ochi"). Dar, căutând
o coincidență între două gradații, citim (săgeata neagră) 3,64 mm.
Datorită vernierului, șublerul are o precizie de $2/100^{\circ}$ mm.



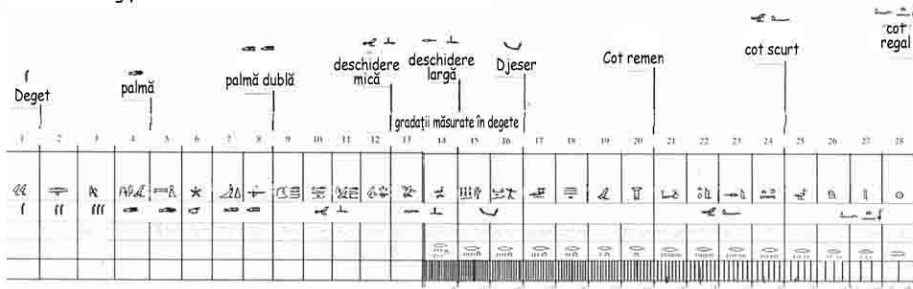
(*) Pierre Vernier, matematician francez, care a (re) inventat acest obiect în 1631.

COTUL EGIPTEAN



Cotul lui Amenhotep al II-lea, 1559-1539 (Muzeul Luvru)

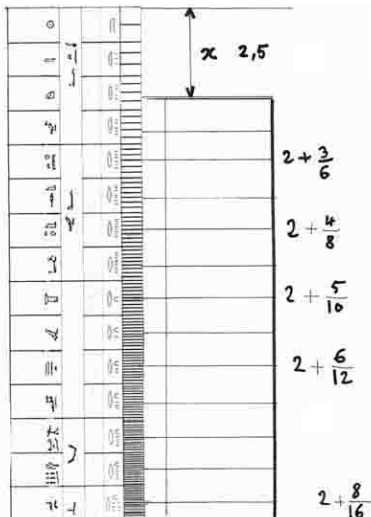
Coturile egiptene erau subdiviziuni din ce în ce mai strânse



De la dreapta, subdiviziunile "deget" fac și ele obiectul unor subdiviziuni progresive, cu 2 ⇒ , apoi cu 3 ⇐ , cu 4 ⇐ etc. Simbolul ○ , "Ochiul lui Horus", însemnând "împărțit la". Caracterul progresiv al acestor subdiviziuni, precum și faptul că acesta nu figurează decât pe jumătate de cot, nu au putut fi explicate nici până astăzi.

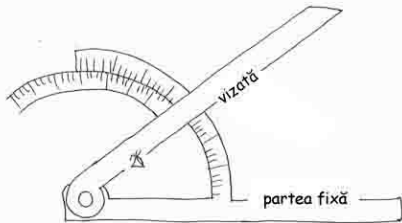
SĂ OFERIM CHEIA ACESTUI MISTER

În Egiptul faraonilor, o MĂSURĂ era exprimată de suma unui întreg și raportul dintre două numere întregi, fie că era vorba despre citirea unui plan sau înregistrarea unei date pe acesta din urma. Atunci, egiptenii nu utilizau UN cot, ci DOUA, rotindu-l pe cel de-al doilea la 180°.



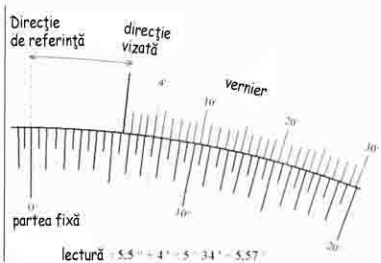
Prin deplasarea celui de-al doilea cot (aici, de 2,5 cm), în cazul în care căutăm coincidențe între două gradații, le vom găsi la $\frac{3}{6} = \frac{4}{8} = \frac{5}{10} = \frac{6}{12} = \frac{8}{16}$. Astfel, cotul regal egiptean are un sistem "MULTIVERNIER", care permite realizarea de măsurători precise de o șaisprezecime de deget, deci de aproape 0,116 degete.





Un **GONIOMETRU**, instrument de măsurare a unghiurilor, este un "șubler spiralat", dotat cu un vernier unghiular.

Și în acest caz, căutăm coincidența dintre gradatiile celor două riglețe, cu gradatiile de spațiere diferite. Goniometrul permite măsurători de până la câteva sutimi de grad.



Deși nu s-au descoperit goniometre egiptene, dată fiind precizia mare a construcțiilor, este foarte probabil ca egiptenii să le fi utilizat deja în anul 2600 î.e.n.



(*) Matematicianul Pedro Nunes (1502-1568) a dotat marina portugheză cu **ASTROLABI CU VERNIERE** (cu un secol înainte ca acesta să fi fost "inventat" ...).

Atunci când nu se dedică reconstrucției istoriei popoarelor antice, arheologia încearcă să facă lumină asupra științelor și tehnologiilor din trecut . Atunci, își concentrează atenția pe unelte, instrumentele și mașinile de toate mărimile și pentru toate utilizările, care au putut fi realizate cu aceste elemente de măsurare.


Uneori, dispune de descrierea unui anumit mod de operare sub formă de scheme, desene sau chiar texte scrise. Dar, descoperirea acestora reprezintă un eveniment de excepție. Atunci când oamenii nu știu să scrie, ele sunt pur și simplu absente. Așa că nimeni nu va ști vreodată rețetele acestor metalurgiști cu experiență, care au fost Galii. În ceea ce privește Egiptul, imensitatea timpului scurs nu ușurează lucrurile. Unde sunt sutele de milioane de instrumente folosite de constructorii piramidelor? Unde sunt schemele lor tehnice? Unde sunt calculele inginerilor?

Practic, totul s-a pierdut în cele patruzeci de secole, care ne separă de vremurile de demult. În lipsa unui fir care să-i conducă, specialiștii noștri, descumpăniți în fața enormității, monstruoșității a ceea ce istoria scoate la iveală, construiesc o paradigmă, bazată pe un consens, pe ideea pe care și-au format-o cu privire la cunoștințele pe care le putea avea un popor și, mai ales, la ceea ce nu cunoșteau la acea dată. Toate acestea, pe baza unei scheme de evoluție care exclude orice recesiune, un adevărat cult al progresului. Astfel, auzim fraze precum "egiptenii antici nu cunoșteau chimia, nici roata, nici scripetele. Nu practicau navigația pe ocean. Ei erau matematicieni și geometri săraci. Altfel, s-ar fi organizat pentru a ne lăsa toate aceste lucruri în scris".


Sigur ...




METODE DE TRANSPORT




ROATA? Dar cum rămâne
cu greutatea asupra solului?



Lejeritatea nu
e stilul vostru



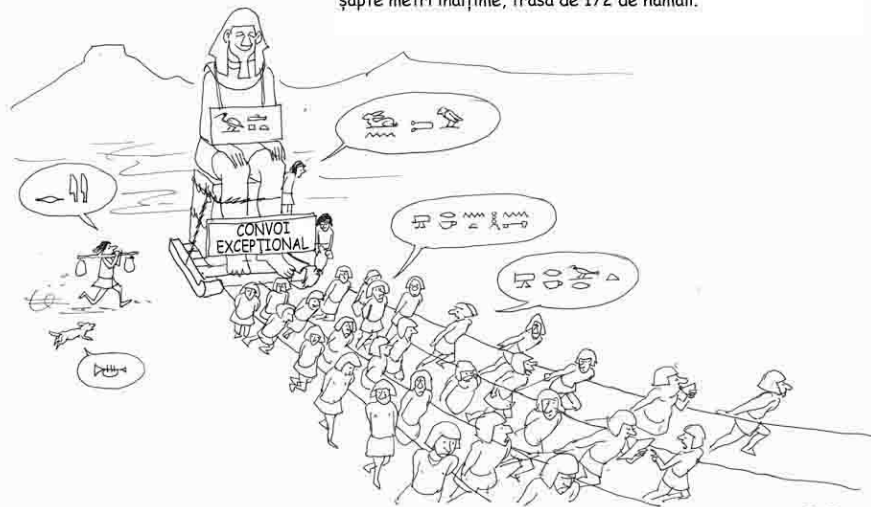
Soluția este alunecarea pe un pat bun de nămol umed



Aici, aveți standardul:
2,5 tone și opt oameni

Dar, în caz de nevoie,
avem și mai mult

Statuia lui Djehudihotep (numele lui este pe pancartă, simplu guvernator de provincie): șaiszeci de tone, șapte metri înălțime, trasă de 172 de hamali.



1200 de tone, 40 de metri lungime.
Va trebui să planificăm un transport fluvial.

Hai, poți elibera
obeliscul.


cep din piatră



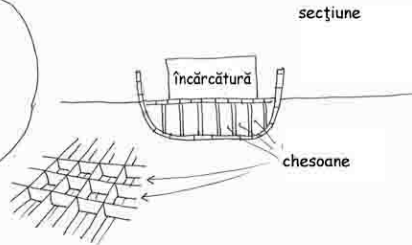
Pentru aceste transporturi extrem de grele, folosim șleperi special concepute pentru astfel de încărcături. Ele au un suport format din cutii, care ajută la o mai bună repartizare a încărcăturii. Forma exterioară nu are nevoie să fie hidrodinamică, barja urmând a fi tractată pe un canal de-a lungul Nilului.

încărcătură

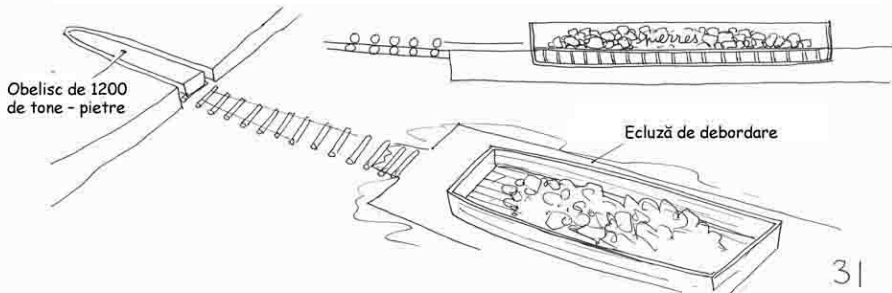
(mulțumiri lui Thiery Pierre
pentru observațiile sale).



Dimensionăm barja
în așa fel încât, atunci
când va suporta încărcătura,
nivelul podelei de încărcare să
corespundă liniei de plutire.

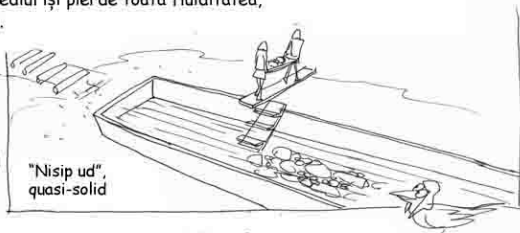


Apoi, aducem barja într-o **ECLUZĂ DE DEBORDARE**, după ce am încărcat-o cu o cantitate echivalentă de pietre.

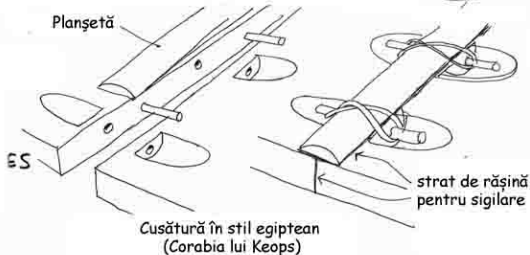


ECLUZĂ CU NISIP

Apa este saturată cu nisip, până când mediul își pierde toată fluiditatea, se comportă ca un solid (ca "nisipul ud").



Toate navele egiptene aveau corpuri de navă din scânduri, ale căror elemente erau legate cu frânghii, așa - numitele "SCOICI CUSUTE".



Ecluza din nisip permitea încărcarea obeliscului prin rulare sau alunecare pe un pat din argilă umedă, către podeaua barjei.



Trunchiuri de palmier

Nu mai rămânea decât să fie „recusută” partea din față a barjei, apoi înlocuit nisipul ud cu apă, pentru ca barja, recuperându-și flotabilitatea, să poată folosi canalul și să fie îndreptată către destinație.

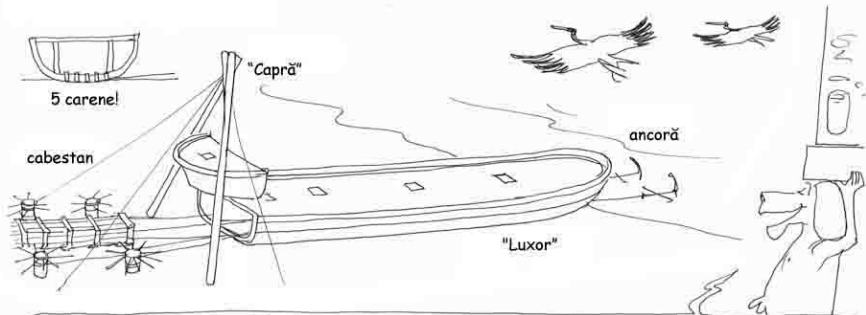


Acolo, descărcarea se realiza folosind o altă ecluză de nisip și efectuând operațiunile în ordine inversă.



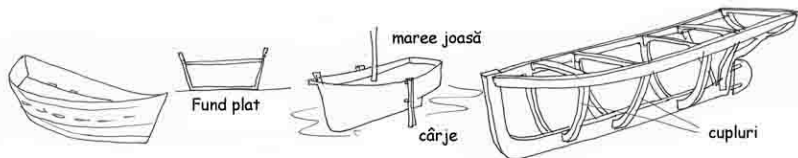
Toate acestea fiind un mare truc și o magie puternică

Două mii de ani mai târziu



Pentru transportul obeliscului de 23 de metri și 230 de tone care a fost instalat în Piața Concorde, francezii au utilizat un vapor cu fundul plat, conceput special în acest scop (5 carene), cu partea din față detașabilă. Inițial, obeliscul se sprijinea pe un soclu pătrat, decorat cu de patru ori patru babuini, așezați pe labele din spate. Întrucât organele lor sexuale erau vizibile, a fost sculptat un alt suport, în granit roz.

Istoricii au atestat faptul că acest mod de încărcare-descărcare era utilizat în Egiptul Antic. De altfel, această tehnică a scoicilor cusute permitea transportul unităților, complet descusute, pe Nil către Marea Roșie, unde se regăseau cu... mai multe unități astfel stocate în grote (*). O navă de 43 de metri lungime a fost descoperită în 1954, sub formă de piese detașate, numerotate, într-o fosă situată foarte aproape de piramida lui Kheops. Această posibilitate de demontare rapidă excludea asamblarea de dibluri. Deși însemna o economie de lemn, ușurință și rezistență, această tehnică a trebuit abandonată, când navele s-au confruntat cu fenomenul mareelor, tipic mărilor din nord.

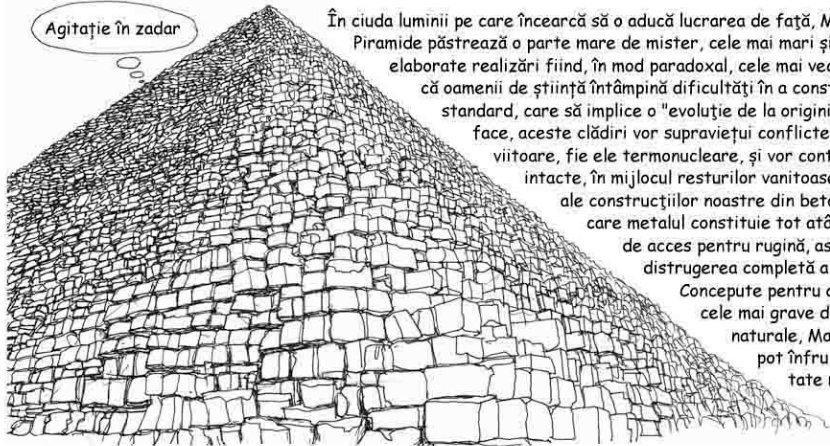


Ce implica fenomenul EȘUĂRII. De asemenea, accesul la importante resurse de lemn, de forme variate, a permis abandonarea SCOICII CU ACOPERIȘ DETAȘABIL în favoarea unui ansamblu de carene mai unite, care permiteau menajarea TRAPELOR pentru încărcare-descărcare.



RAMPE ȘI MAȘINI DE TOATE TIPURILE

Agitație în zadar

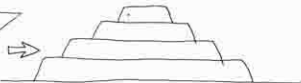


În ciuda luminii pe care încearcă să o aducă lucrarea de față, Marile Piramide păstrează o parte mare de mister, cele mai mari și cele mai elaborate realizări fiind, în mod paradoxal, cele mai vechi. Astfel că oamenii de știință întâmpină dificultăți în a construi o schemă standard, care să implice o "evoluție de la origini". Orice am face, aceste clădiri vor supraviețui conflictelor noastre viitoare, fie ele termonucleare, și vor continua să stea, intacte, în mijlocul resturilor vanitose și derizorii ale construcțiilor noastre din beton armat, în care metalul constituie tot atâtea puncte de acces pentru rugină, asigurând distrugerea completă a betonului. Concepute pentru a rezista la cele mai grave dezastre naturale, Marile Piramide pot înfrunta cu seninătate milenii care vor urma.

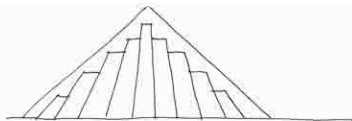
În ceea ce privește structura internă, ne aflăm în fața a două curente de idei. Dacă piramidele reprezintă extensia mormintelor de tip **MASTABA**, atunci unii le consideră ca niște stive succesive ale acestora. La polul opus, în 1930, egiptologul german Borchardt a luat în calcul o juxtapunere a straturilor de pietre, în pante, sprijinite unele sub altele. Dar, în cazul piramidei lui Kheops, asta ar fi reprezentat 2,5 milioane de blocuri.



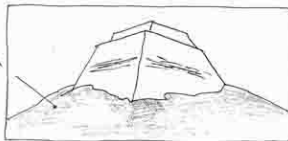
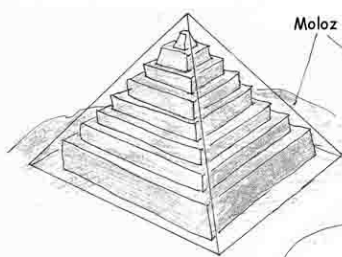
Mormânt subteran
cu mastaba



Piramida lui Djozer, la Sakkara:
interpretare clasică



Model cu "acreție" al lui Borchardt



Model confirmat
de resturile piramidei
lui Meidum



În fața dificultății de a reconstitui tehnicile care au permis construcția piramidelor, observăm cum se vehiculează teoria sentențioasă care implică ajutoare externe.

În Franța, începând din 1975, arhitectul **JEAN PIERRE ADAM**, omniprezent pe toate canalele mediatiche, combate cu vehemență orice teorie care nu provine din mediul comunității egiptologilor.

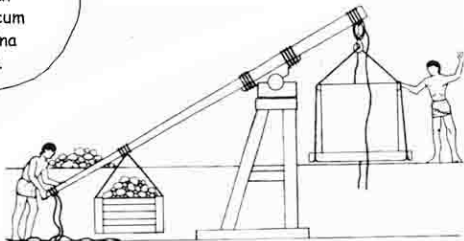
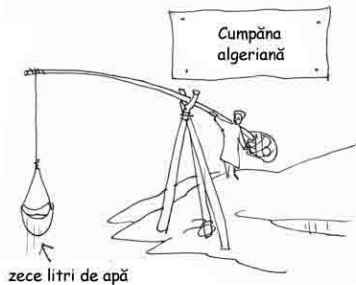


Trebuie să încetăm cu **ARHEOMANIA** (*)

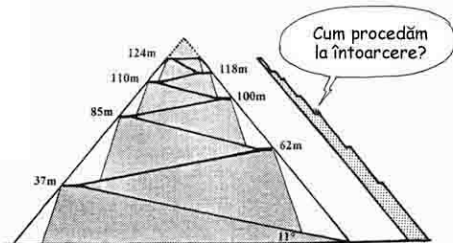


Pentru a ține un discurs atât de incisiv, trebuie să fii în măsură să prezinți un model credibil. Dar, evident, nu este cazul.

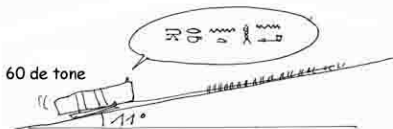
Adam începe prin a adera la **CLUBUL MAȘINIȘTILOR** propunând, pentru ridicarea pietrelor, un model derivat din **CUMPĂNA** orientală. Acest desen, extras din cartea sa, este absurd din punct de vedere fizic: întrucât raportul dintre **BRAȚELE LEVIERELOR** este de 1,6, pentru a ridica un bloc de 2,5 tone este nevoie de o încărcătură de piatră de $2.500/1,6 = 1562$ de kilograme, ceea ce nu este cazul aici, în mod evident.



Bazându-se întotdeauna pe imaginație și pe ceea ce el consideră BUN SIMȚ, Adam devine **SPECIALIST ÎN RAMPE**. Prin urmare, optează pentru o rampă adiacentă, doar pe una dintre fețe, cu o pantă de 11° .



Rampă adiacentă, susținută de JP Adam



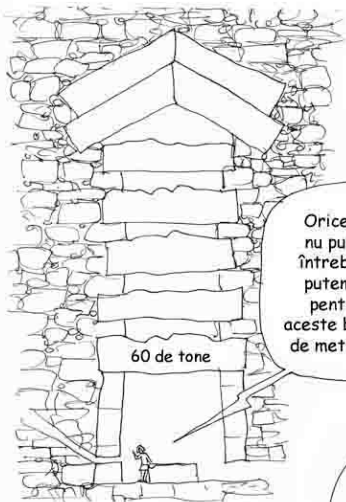
Pentru a trage 60 de tone pe o pantă de 11° este nevoie de o forță de trei tone, adică 150 de hamali. Pentru ca aceștia să se desfășoare, rampa trebuie să aibă o lățime de cel puțin 15 metri.

Și, cum procedăm la viraje?

Cum sprijinim rampa de peretele piramidei?

Ufi!

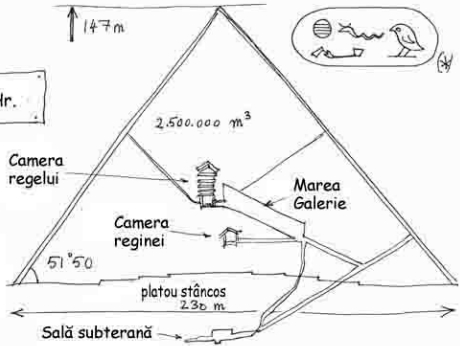




Camera regelui, piramida lui Kheops

2560 î. Hr.

Orice am face, nu putem evita întrebarea: cum putem proceda pentru a urca aceste blocuri la 70 de metri înălțime?

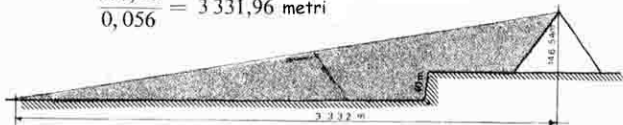


Prima idee fusese o rampă liniară din chirpici, susținută de grinzi din lemn

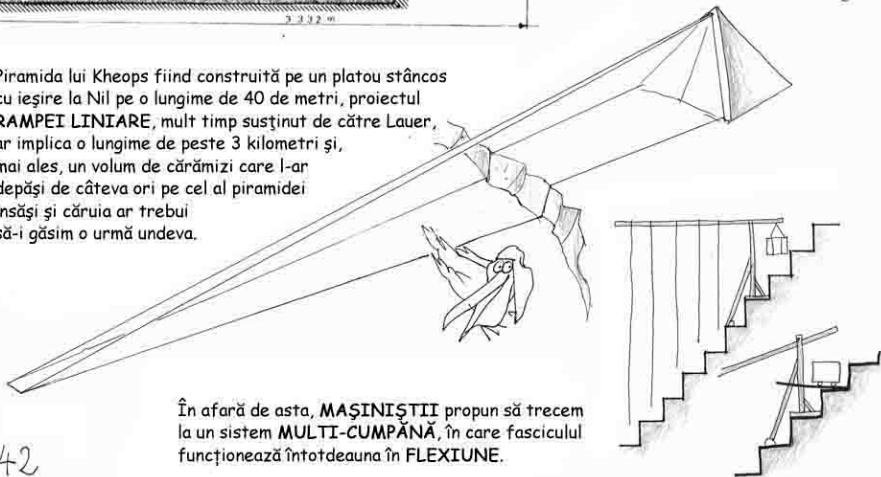


(*) Pronunțat "Koufou" (Keops).

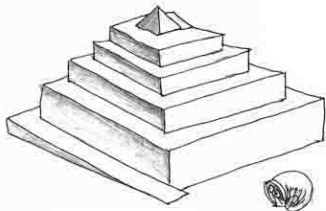
$$\frac{186,59}{0,056} = 3\,331,96 \text{ metri}$$



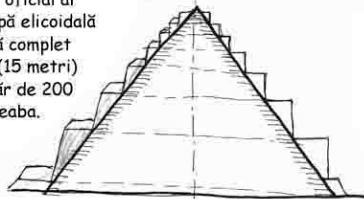
Piramida lui Kheops fiind construită pe un platou stâncos cu ieșire la Nil pe o lungime de 40 de metri, proiectul **RAMPEI LINIARE**, mult timp susținut de către Lauer, ar implica o lungime de peste 3 kilometri și, mai ales, un volum de cărămizi care l-ar depăși de câteva ori pe cel al piramidei însăși și căruia ar trebui să-i găsim o urmă undeva.



În afară de asta, **MAȘINIȘTII** propun să trecem la un sistem **MULTI-CUMPĂNĂ**, în care fasciculul funcționează întotdeauna în **FLEXIUNE**.

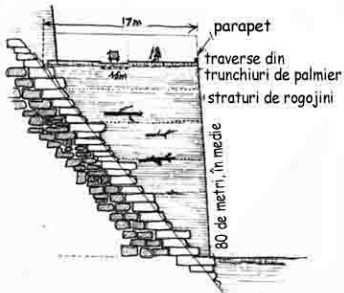


Georges Goyon, egiptologul oficial al regelui Faruk propune o rampă elicoidală
 ă din chirpici, care acoperă complet
 piramida, suficient de lată (15 metri)
 pentru a permite unui număr de 200
 de hamali să-și facă treaba.



Dar, rezistența mecanică a unei asemenea
 rampe, adăugată la reliefulurile pietrei de
 acoperire, este problematică.

Un alt dezavantaj: se pierde orice
 contact cu suprafața piramidei.



Georges Goyon, CNRS
 1905-1996

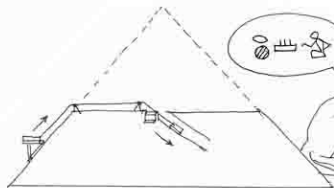
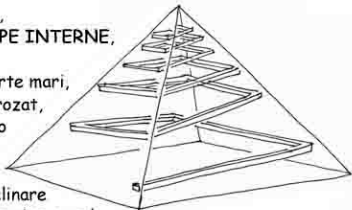
Ridicarea piramidei implică,
 în orice moment, o identificare
 milimetrică a tuturor componentelor
 sale, ceea ce presupune accesul
 la axa sa, cu ajutorul unui fir din
 plumb dispus într-un puț central.

(*) "Secretul Marilor Piramide",
 reeditat în 1997, Editura
 Pygmalion, Franța.

În 2006, arhitectul Jean-Pierre Houdin dezvoltă, cu ajutorul a numeroase grafice, ideea unei **RAMPE INTERNE**, propusă inițial de inginerul italian Elio Domedi.

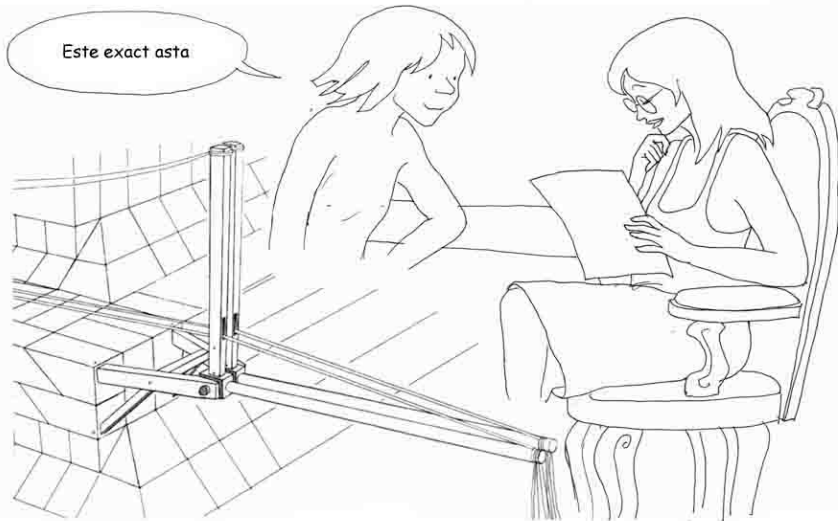
Pentru a asigura ascensiunea blocurilor foarte mari, preluând ideea lui Pierre Crozat,

Houdin folosește o contragreutate de alunecare de-a lungul Mării Galeriei. Cu o înclinare de 50° . Astfel, un cărucior cu rol de ascensor, ajutat de o contragreutate care acționează în Marea Galerie, ar fi permis acestui strămoș al funicularului să funcționeze.



Si non e vero,
esta bella

VIZIUNEA LUI ANSELME (*)

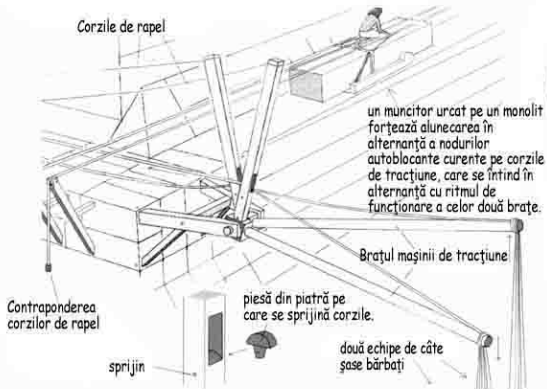


(*) Videoclip disponibil pe http://www.jp-petit.org/VIDEOS/pyramide_montage.mov

Am văzut două brațe urcând și coborând

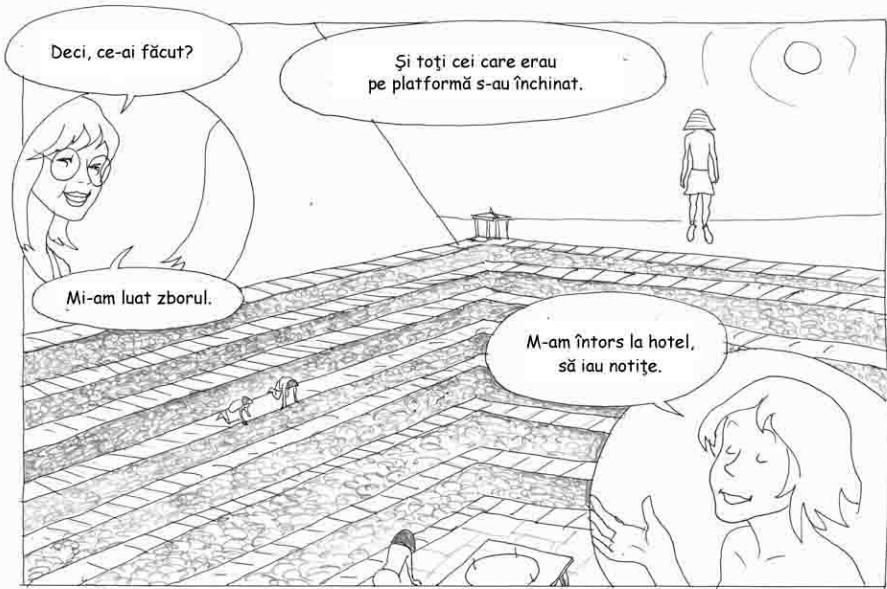
Ce le determină
să se miște?

Corzile de rapel



M-am urcat pe rampă
să văd și atunci am
avut probleme cu acest
tip ras pe cap, purtând
o piele de panteră.





Deci, ce-ai făcut?

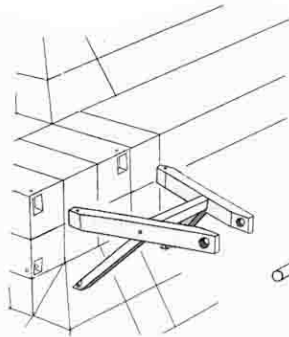
Și toți cei care erau pe platformă s-au închinat.

Mi-am luat zborul.

M-am întors la hotel, să iau notițe.

Ai putea să faci o descriere completă a acestei mașini?

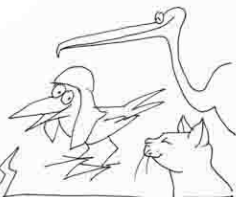
Aș putea chiar și să o construiesc din nou!



suport din funii,
în piatră



Acest lucru s-a realizat în 2006, la Palatul Descoperirilor din Paris, la scară de $\frac{1}{4}$. Datorită acestui lucru, copii de zece ani au reușit să împingă un bloc din piatră de 500 de kg pe un plan înclinat.



În mașinăria ta, acest montaj amplifică mult forța de tracțiune, dar pe cale de consecință, când barele sunt coborâte sarcina nu se mișcă mai mult de 20 de centimetri. De fiecare dată, trebuie să așezi totul la loc pentru a beneficia de o nouă tracțiune, nu?

Aceasta este o manieră modernă de funcționare a pârghiei (*)

Ca spărgătorul de nuci



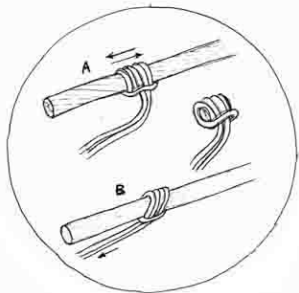
Uیți că sunt DOUĂ mașinării, care lucrează alternativ.

Un puști, cocoțat pe bloc, muta două noduri de interblocare



O aplicare modernă a nodurilor

Voi, din nou!



Puteți încerca folosind o
coadă de mătură și o sfoară,
funcționează foarte bine

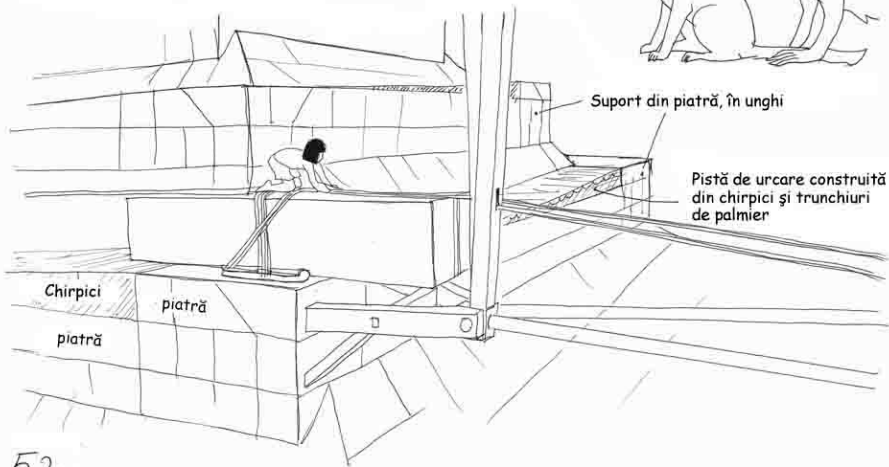
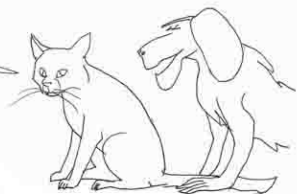
Blocul urcă
destul de repede,
fără pauză

Dar, dar ce se întâmplă
când ajungem în colț?

Nu este nicio problemă

Rampa Goyon era din chirpici.
Aceasta este din piatră

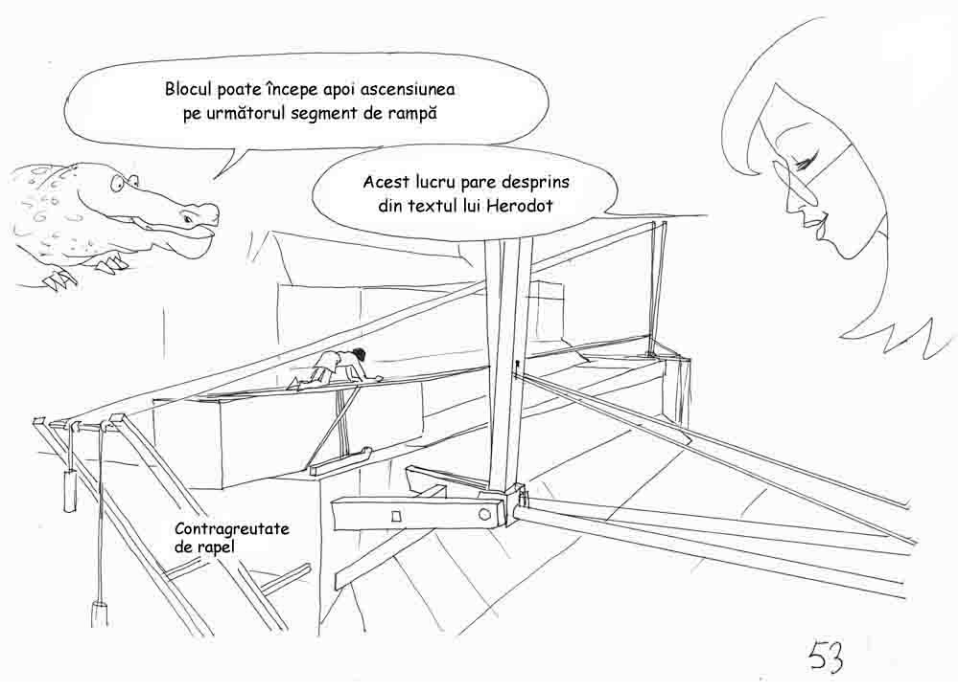
Când blocul ajunge în colț, este poziționat pe o platformă orizontală din piatră, care devine alunecoasă datorită nămolului umed. Atunci, putem să îl așezăm pe acest suport.

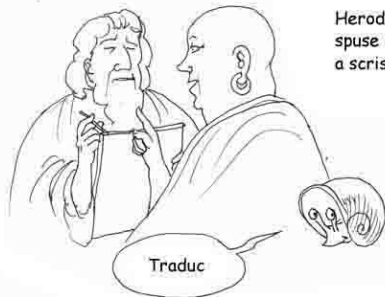


Blocul poate începe apoi ascensiunea
pe următorul segment de rampă

Acest lucru pare desprins
din textul lui Herodot

Contragreutate
de rapel





Herodot, istoric grec din secolul al V-lea î.Hr., a adunat cele spuse de preoți despre cum au fost construite piramidele și a scris această poveste:

Ἐποιήθη δὲ ὡδε αὕτη ἡ πυραμὶς ἀναβαθμῶν τρόπον, τὰς μετεξέτεροι κρῶσας, αἱ δὲ βωμιδαὶ ὀνομάζουσι τῆσιν τὸ πρῶτον ἐπεὶ ἐποίησαν αὐτήν, ἤμερον τοὺς ἐπιλοίτους λίθους μηχανῆσι ξύλων βραχέων πεπηγημένῃσι, χαμάθεν μὲν ἐπὶ τὸν πρῶτον στοῖχον τῶν ἀναβαθμῶν ἀείροντες ὅπως δὲ ἄνισι ὁ λίθος ἐπ' αὐτόν, ἐς ἑτέραν μηχανὴν ἐπιθετο ἐστεύωσαν ἐπὶ τοῦ πρώτου στοῖχου, ἀπὸ τούτου δὲ ἐπὶ τὸν δεύτερον εἴλκετο στοῖχον ἐπ' ἄλλης μηχανῆς. Ὅσοι γὰρ δὴ στοῖχοι ἦσαν τῶν ἀναβαθμῶν, τοσαῦται καὶ μηχαναὶ ἦσαν, εἴτε καὶ τὴν αὐτὴν μηχανὴν ἐούσαν μίαν τε καὶ εὐβάστακτον μετεφόρεον ἐπὶ στοῖχον ἕκαστον, ὅπως τὸν λίθον ἐξέλειεν· λελέχθω γὰρ ἡμῖν ἐπ' ἀμφότερα, κατὰ περ λέγεται· Ἐξεποιήθη δ' ὧν τὰ ἄνωτατα αὐτῆς πρῶτα, μετὰ δὲ τὰ ἑχόμενα ταύτων ἐξεποιεῖεν, τελευταία δὲ αὐτῆς τὰ ἐπιγῆσια καὶ τὰ κατωτάτω ἐξεποιήσαν.

Aceste piramide au fost construite cu ajutorul treptelor (ἀνάβαθμῶν), pe care unii le numesc cornișe (κρῶσας), iar alții platforme (βωμιδαί). Când au început să construiască în acest mod, se ridicau de pe pământ pietrele (λίθους) cu ajutorul unor mașinării (μηχανῆσι) formate din mici bucăți (βραχέων) de cherestea (ξύλων), ridicându-le mai întâi la primul nivel de trepte. Când o piatră ajungea la primul nivel, era așezată pe o altă mașinărie situată la acest nivel. De aici, era urcată cu ajutorul unei alte mașinării. Pentru că erau tot atâtea trepte câte mașinării. Sau poate că aveau o singură mașinărie, ușor de transportat de la o treaptă la alta.

Sistemul lui Anselme este o combinație mașină - rampă, cu diferența că rampa este din piatră. Krossai (κροσσαι) sunt pietre care depășesc suprafața piramidei, ceea ce arhitecții denumesc **CORNIȘE**. Astfel, orice sarcină se sprijină pe părțile orizontale.



Bomidele (βομίδες) sunt acele platforme de unghi pe care este posibil să întorci cele mai grele încărcături. Așa cum povestește Herodot, aceste pietre sunt preluate de mașină următoare și tot așa. Anselme și Sophie au lucrat mult cu carton și lipici, pentru a stabili coerența a ceea ce Anselme a văzut în vis. Veți regăsi toate aceste lucruri în Anexă, iar acestea vă vor permite, dacă vreți, să vă construiți propria machetă. Întrucât această rampă este din piatră, ea poate suporta încărcături de zeci de tone.

Rampa este destul de largă pentru ca echipele care coboară să-și poată intersecta cărucioarele care cară blocurile. Lucrările de finisare lasă în urmă foarte puține deșeuri nereciclabile (blocuri triunghiulare), restul putând fi refolosite pentru construcția altor piramide, ca elemente ale rampelor exterioare. În acest mod, Snefru, tatăl lui Kheops, a construit cele două piramide ale sale, la Dashur. Tot așa, fiul său, Kheops, nepotul său, Kefren, și strănepotul său, Mykerinos, le-au construit pe ale lor.

Această Mare Galerie
este extraordinară, cu toate
obstacolele ei.



Alte măsuri
antiseismice

Vechii egipteni erau perfect capabili să construiască bolți.
Au construit multe, în ansambluri care nu au fost menite
să dureze. Precum magazinele lui Ramasseum, în Theba.



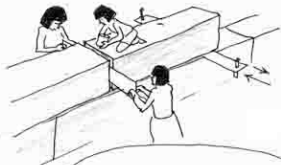
Se pare că acesta nu a
trecut prin cutremure. Altfel,
s-ar fi prăbușit imediat.

Mă gândesc din nou la pietrele
din Marea Galerie. Nu am putea
să introducem nici măcar o lamă
de ras printre punctele de
legătură dintre pietre.



Există o primă
modalitate de a elimina
asta (*)





În anul 2004, Jean-Pierre Petit sugera că muncitorii ar fi putut trata punctele de legătură in situ prin abraziunea fețelor opuse, cu o bandă de cupru, ceea ce producea praf de cuarț (*). Pentru punctele de legătură verticale această pastă abrazivă poate fi amestecată cu aluviuni, pentru a obține o pastă abrazivă.

La sfârșitul procesului, cele două blocuri sunt strâns unite, eventual pe o suprafață curbă, ceea ce le crește stabilitatea în caz de microseism.

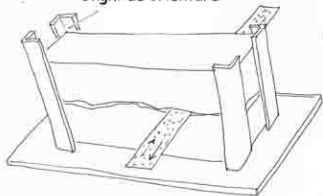
Genial!



Puteți ilustra acest concept cu două blocuri din lemn de balsam. Mai întâi, începeți prin a distruge netezimea celor două fețe opuse, folosind un instrument oarecare. Apoi răzuți cele două fețe opuse, folosind o bandă de "șmirghel cu două fețe", confecționată prin lipirea a două benzi.

(*) Corydon, din abundență în Aswan, în sudul Egiptului.

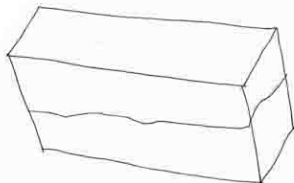
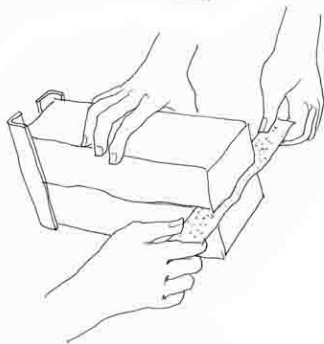
Unghi de orientare



partea abrazivă

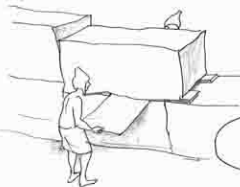


două benzi de hârtie abrazivă,
lipite una de alta



Rezultatul: cele două blocuri sunt dotate
cu două fețe stângi, paralele și foarte apropiate.

În ceea ce privește construcțiile din America de Sud, Jean-Pierre Petit a sugerat (2004) că abraziunea celor două părți opuse ar putea fi obținută cu ajutorul unei păături de lână umplută cu pudră abrazivă.

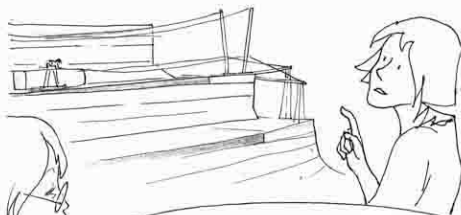


Merită încercat



Ce altceva îți mai amintești?

Am văzut...
multe
lucruri...



În timp ce aceste două mașini
lucrau alternativ și determinau urcarea
unui cărucior din lemn ale cărui schiuri
alunecau pe un pat de argilă umedă,
am remarcat că rampele erau
formate din straturi.

În aceste sisteme de rampe,
există întotdeauna aceeași problemă:
cum să le sprijini de suport, cu o pantă
generală care ajunge la 52°?

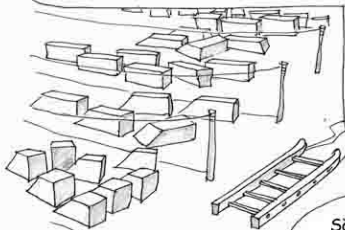
Această rampă
era din PIATRĂ

Foarte bine, dar unde sunt sutele de mii de metri cubi
care o formau și care continuau să existe după demontarea
acestui EȘAFODAJ DIN PIATRĂ?

Pe platou, am văzut o cantitate mare de blocuri, aranjate pe diferite tipuri.

Unele, tăiate cu grijă, erau din calcar fin. Altele, formate din calcar mai grosier, aveau doar două fețe orizontale paralele, perfect plane. De asemenea, mai exista o masă de moloz pe care muncitorii îl puneau în saci.

Să observăm latura arheologică. Găsim multe din aceste pietre în siturile egiptene. Ceea ce spui tu sugerează că pietrele folosite pentru acoperire erau aduse în sit **DEJA TĂIATE GROSIER.**



Stratul de la suprafața piramidei lui Unas, în Sakkara.




Piramida lui Kheops, baza




Stratul de la suprafața piramidei romboidale




În situl de la Gizeh,
regăsim din abundență
PIETRE TRIUNGHIULARE.



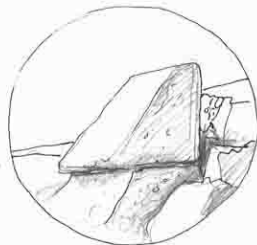
Întrucât situl a fost o carieră pentru orașul Cairo,
situat foarte aproape, ele au rămas la locul lor,
pentru că nu se putea face nimic cu ele.

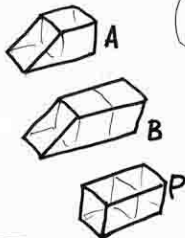
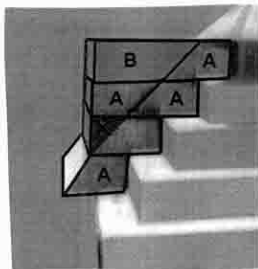


Era imposibil să fie folosite ca
elemente de acoperire a piramidelor.



Ele ar fi putut fi
folosite ca un reziduu de
tăiere a rampei de piatră



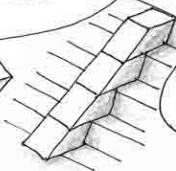



Ce spui despre
acest model de rampă,
format din trei elemente:
blocuri de tip A și B și un
paralelogram P. Cele pe
care le-am văzut
în vis.

Când piramida este terminată,
nu mai rămâne decât înlăturarea celor două
elemente A și B și decuparea zonei umbrite
pentru a obține fața piramidei.

Dar, ce facem cu
aceste blocuri A și B?

Asta ar
explica prezența
acestor blocuri
triunghiulare






Le păstrăm pentru următoarea piramidă!


Din ceea ce spui, Tiresias, piramidele au fost construite în kit!

Asta explică de ce Kheops ar fi construit-o pe a sa în doar 25 de ani.

Structura în piatră este suficient de puternică să susțină o încărcătură de zeci de tone.



Pătura din chirpici oferă o pantă foarte slabă. Datorită acestui sistem, în care piesele rampei sunt **PREȚĂIATE**, cantitatea de resturi este minimă.



57% din piatra care formează această rampă devine **ÎNVELIȘ**. Următoarele 34% vor fi folosite pentru următoarea piramidă. Doar 6% este deșeu.

Ne mai rămâne să înțelegem cum această rampă (Krossai) se sprijină în colțuri pe aceste platforme (bomide).



RAMPA DIN PIATRĂ A LUI JEAN-PIERRE PETIT

Sophie și Anselme au început să construiască machete, folosind hârtie Bristol cu o gradație de 5 mm / 5 mm. Și noi vom începe la fel.



ALGORITMUL

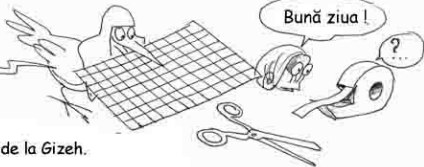
Este soluția următoarei probleme de geometrie :


Cum putem crea prin **RECURSIVITATE** un obiect cu o simetrie de ordinul 4 (o piramidă), cu ajutorul unui obiect care urmează o traiectorie în urcare și spiralată?



Apoi, vrem ca acest obiect, placat pe suporturile unei structuri piramidale subiacente, să constituie în același timp un **EȘAFODAJ DIN PIATRĂ**, care să permită deplasarea blocurilor pe o rampă de urcare și, odată lucrarea încheiată, acoperirea. Iar asta, cu un minimum de deșeuri nereciclabile (*).

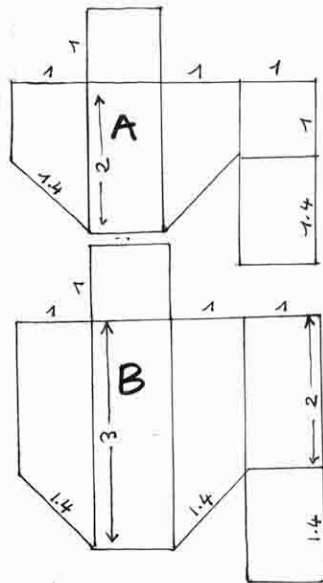
Vom începe prin a lucra cu hârtie Bristol gradată.



(*) Blocurile triunghiulare,  din abundență pe situl de la Gizeh.

Sunteți noul faraon Kheops. Tatăl vostru, Snefru, v-a lăsat un munte de pietre deja tăiate, pe care, la rândul lui, le-a folosit pentru construcția PIRAMIDEI ROȘII și a celei ROMBOIDALE, mai la sud, pe situl de la DASHUR. Un adevărat kit, care permite constituirea unui eșafodaj din piatră; aceste pietre vă permit construirea unei superpiramide în doar 20 de ani. Tot cu ajutorul pietrelor, extrase cu ușurință din cariera de la Gizeh, cu fețe orizontale plane, pentru că provin din pături sedimentare cu un calcar grosier, separate de straturi de argilă.

Prin urmare, veți construi blocuri de tip A și blocuri de tip B.

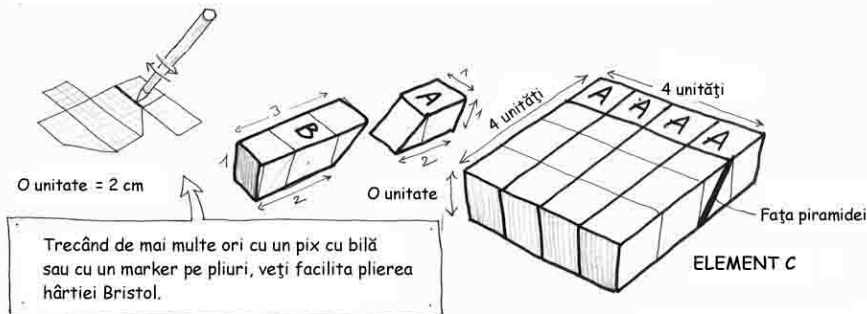


Este cam plictisitor,
într-adevăr. Dar acesta este prețul
unei bune înțelegeri.



(*) Dacă optați pentru tâmplărie, decupați aceste elemente în fâșii cu o secțiune de 2 cm / 2 cm.

Aceste lungimi sunt doar orientative. Aceasta este unitatea u.



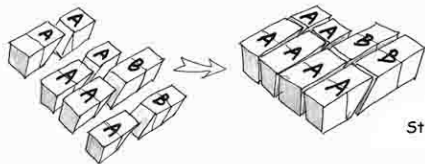
Prin plasarea a patru elemente de tip A și patru elemente de tip B, veți obține ansamblul C, care reprezintă platforma unghiului pe care monolite de la 20 la 60 de tone (52 în total, la piramida lui Kheops) vor putea efectua un viraj la 90° pe un pat de argilă umedă, o tehnică menționată într-un basoreliev care prezintă 172 de hamali care trag statuia lui Djehutihotep. A se vedea pagina 29.

Dacă vă îndoiiți de eficiența acestei tehnici, presărați detergent lichid pentru vase pe podeaua băii. Apoi, încercați să traversați baia fără să vă spargeți capul!

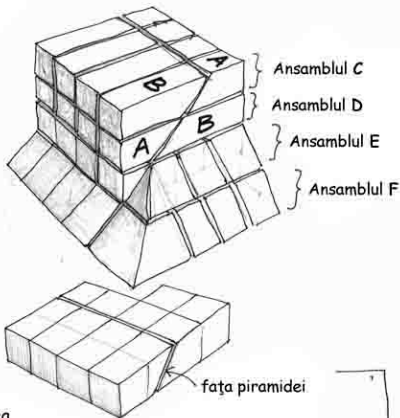


PIESA ÎN UNGHI este compusă din patru straturi de pietre predecupate.

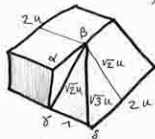
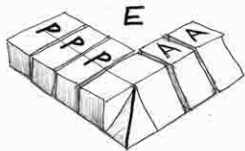
Mai jos, iată din ce este alcătuit stratul următor, stratul D, pornind tot de la blocurile standard A și B.



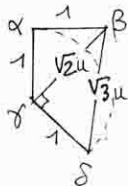
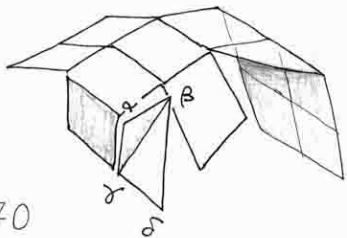
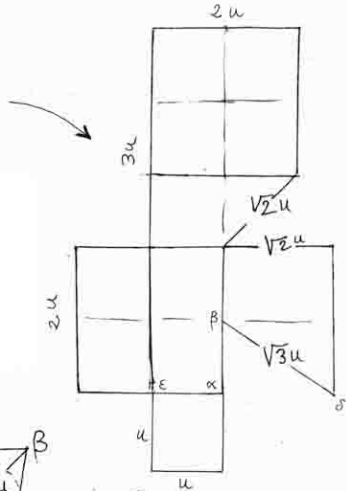
Stratul D



Mai departe, vom acționa ca și cum panta fețelor ar avea valoarea unității și ar forma un unghi de 45° cu planul orizontal. Dar, piramidele au fețele mai înclinate. Panta piramidei lui Kheops este de $14/11$, ceea ce corespunde unui unghi de 51 de grade 30 minute 34 secunde. Puriștii vor putea introduce această dată prin înlocuirea valorii unitare pentru rețelele orizontale cu $11/14$ u, adică 0.7857 u.



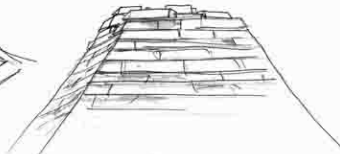
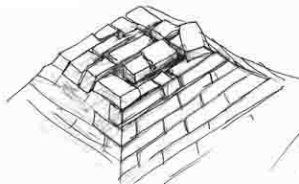
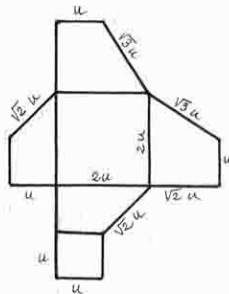
Ansamblul E este format
 din două blocuri de tip A,
 trei paralelipede P
 cu laturile $u \times u \times 2u$ și un
 bloc al cărei tăietură
 prezentată mai jos vă
 indică forma.

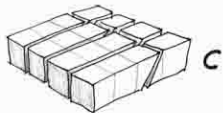


Decuparea acestei piese de tip E furnizează singurul deșeu identificabil, provenit din acest bloc: un BLOC TRIUNGHILAR, așa cum se găsește din abundență în situl de la Gizeh.

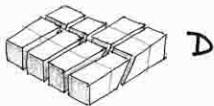


Ultimul strat F este format din 7 blocuri de tip A și un bloc ce corespunde decupajului de mai jos. Toate fac parte din înveliș. Regăsim combinații din anumite blocuri în resturile părții de sus a piramidei lui Kefren.





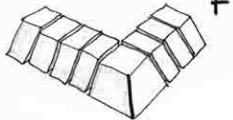
C



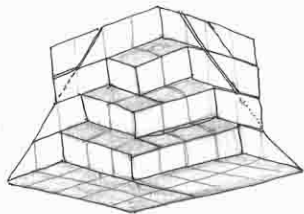
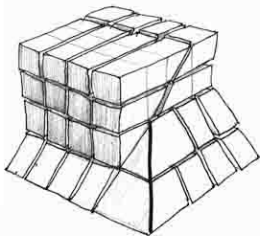
D



E

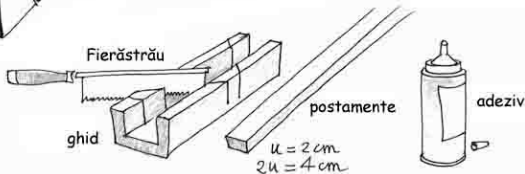


F



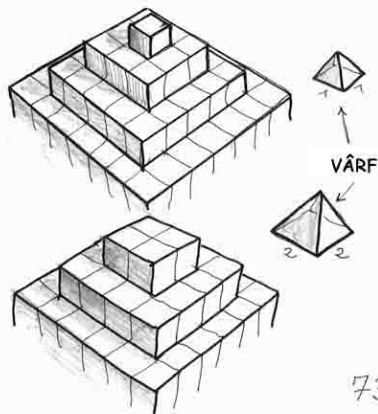
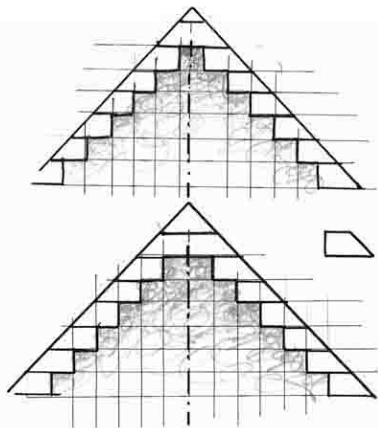
Ca să înțelegem cum se unesc aceste
blocuri în unghi, în raport cu suporturile,
este esențial să construim o machetă.
Pentru suporturi este mai ușor să le
construim pornind de la bețe din lemn.

Iar pentru asta,
iată materialul



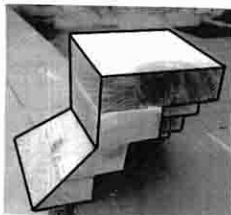
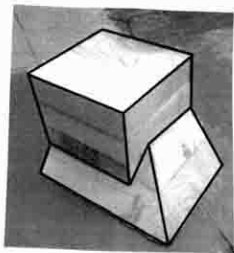
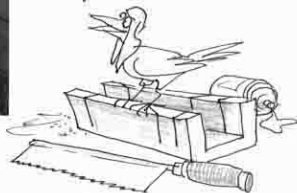
Să presupunem că dispuneți de mai multe **ANSAMBLURI UNGHIULARE** de acest tip. Acum, vom vedea cum se susțin de pe un postament pe altul formând suportul rezistent al unei căi de urcare, adică al unei **RAMPE ELICOIDALE DIN PIATRĂ**. Pentru aceasta, va trebui să construiți suporturile.

Există două feluri de geometrie a fundațiilor, ilustrate în desenele următoare. Laturile sunt identice. Piramidele diferă doar prin aranjamentele ultimelor elemente ale părților din vârf.



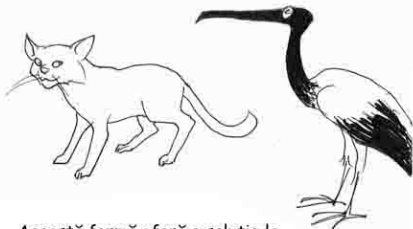
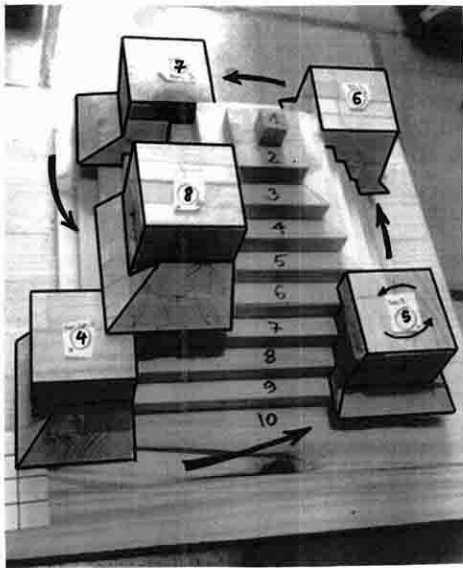


Iată o machetă cu
câteva fundații, realizate
pornind de la postamente
de 2 cm cu 4 cm, un
fierăstrău și lipici.



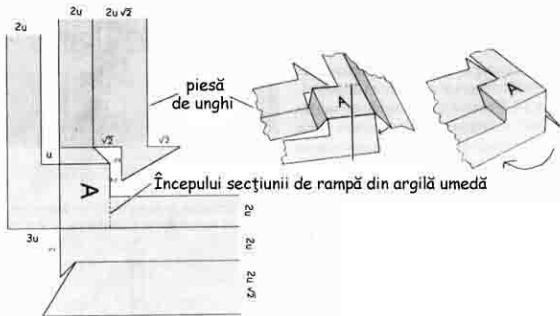
Și piese pentru unghi,
confectionate din lemn.



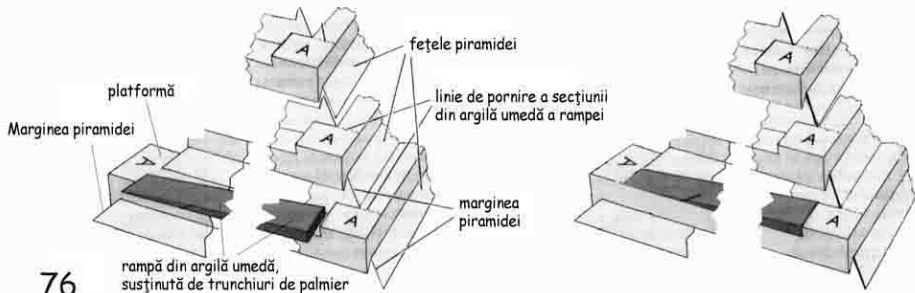


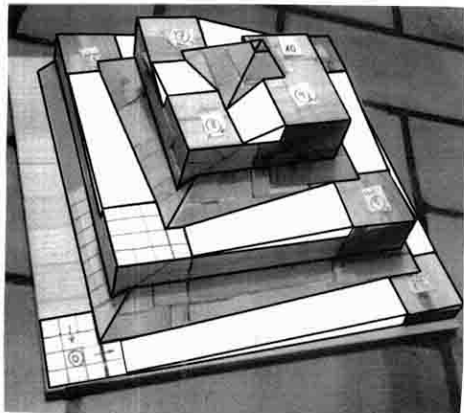
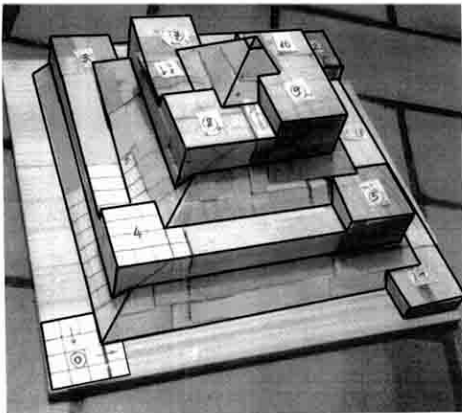
Această formă oferă o soluție la problema ridicată. Să pornim de la poziția 4, înfășurând scaunele. O facem să alunece de-a lungul scaunelor. La următorul unghi, îi imprimăm o rotație de $+90^\circ$ și o translație verticală echivalentă cu înălțimea unei fundații (poziția 5). Repetăm operațiunea la pozițiile 6, 7, 8. Atunci, piesa se poziționează contra poziției 4, conform indicației. Datorită acestei scheme RECURSIVE, obținem algoritmul care generează RAMPA DIN PIATRĂ (*).

(*) RECURSIVITATEA este un concept apărut în matematică abia în secolul al XIX-lea.



ACEST DECUPAJ NE PERMITE SĂ ÎNȚELEM CUM SE UNESC PIESELE ÎN UNGHI, MATERIALIZÂND MARGINEA PIRAMIDEI.





Este ușor de finalizat așezarea **BLOCURILOR ÎN UNGHI** de la 4 la 10, cu blocuri de tip **A** și **B** și paralelipiede pe laturi (u , u , $2u$). Acest lucru s-a realizat în machetele din fotografia din partea stângă. În dreapta, evidențiate în alb, am adăugat rampele înclinate din argilă umedă, consolidate cu trunchiuri de palmier. Pentru cei care vor să înțeleagă mai bine această geometrie sofisticată, am prevăzut **ANEXA A**, care descrie, prin fotografii, toate etapele procesului de montare a unei machete, precum și dezgolirea finală, pentru a degaja **ÎNVELIȘUL**.

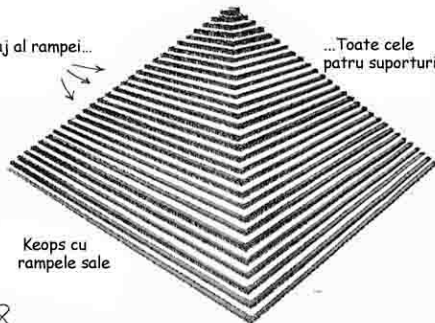


Bun, să rezumăm. Avem un sistem de construire a componentelor piramidei cu ajutorul unei rampe înguste din piatră, dar suficient de lată pentru a permite o dublă circulație a muncitorilor, unii urcând și trăgând după ei cărucioare cu blocuri de 2,5 tone, iar ceilalți coborând cu aceste cărucioare goale. La o rampă de $4/5^\circ$, panta este inferioară cu 1%, ceea ce determină ca forța de tracțiune să consistă, în esență, în înfrângerea frecării pe patul de argilă umedă. Atunci, ea poate fi creată doar de câțiva oameni. La colțuri, rotația poate fi asigurată prin deplasare. Această rampă de 30 de ture înregistrează o creștere a pantei la ultimele ture, către vârf. Parcursul complet, pe această rampă, pentru piramida lui Kheops, este de 13 kilometri.

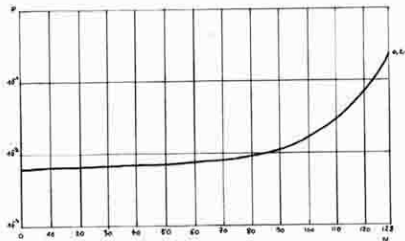
Un etaj al rampei...



...Toate cele patru suporturi.

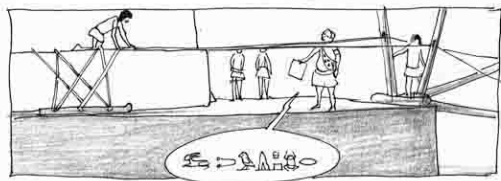
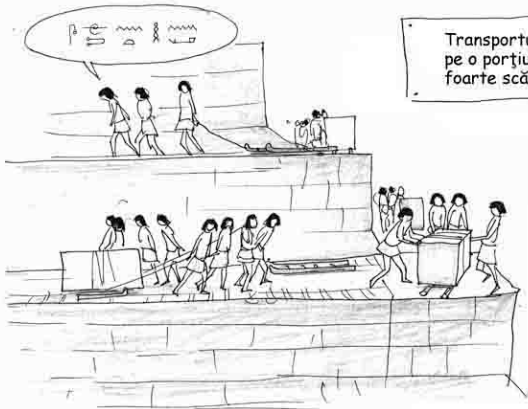


Keops cu
rampele sale



Evoluția pantei rampei

Transporturi de blocuri "standard",
pe o porțiune de rampă cu o pantă
foarte scăzută.



Când programul implică
instalarea a 52 de monoliți din
granit, schimbăm tehnica. Folosim
mașinile (a se vedea paginile
45-53). Datorită celor două, o
jumătate de duzină de bărbați
pot crea forțe de tracțiune
alternative, de la 400
la 1200 de kilograme.

FLUAJE ȘI SEISMICITATE

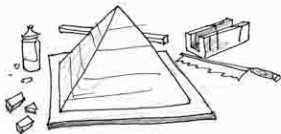


Constructorul unei piramide trebuie să depășească două probleme. Prima este cea a **MECANICII SOLURILOR** prin FLUAJ. A doua ține de **SEISMICITATE**.

Bine, problema crucială a ridicării încărcăturilor și ritmul de urcare a acestora pare să fi fost clarificată. Dar, cum și ce facem cu toate acestea?



Ai auzit deja vorbindu-se despre asta în loja ta?



Nu, și totuși, am fost inițiați la cel mai înalt nivel. Nu înțeleg.

Volumul piramidei lui Kheops este de 2,5 milioane de metri cubi. Cu un volum mediu de bloc de 1 metru cub, asta reprezintă 2,5 milioane de blocuri, nu?



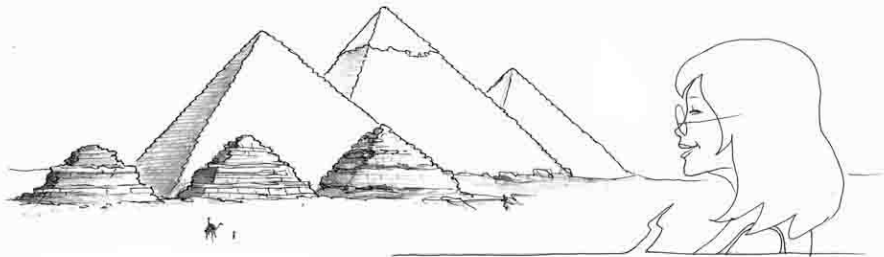
Descoperirea, în secolul al XIX-lea, a **TEXTULUI PIRAMIDELOR** le oferă acestora și **COMPLEXULUI LOR FUNERAR** aerul mașinărilor metafizice, asociate unei tematici complexe. Acest aspect al lucrurilor i-a provocat pe egiptologi să decifreze aceste structuri dintr-o perspectivă **SIMBOLICĂ**. Astfel, menționarea unei "scări care permitea faraonului să atingă cerul" i-a făcut să se gândească la faptul că această frază ar fi putut sta la originea **PIRAMIDELOR ÎN TREPTE**.

Oare arhitectura piramidelor reprezintă o traducere "dură" a unei tematici religioase?



Sau, dimpotrivă, oare textele religioase nu reprezintă o formă de criptare a soluțiilor impuse de necesități tehnice?



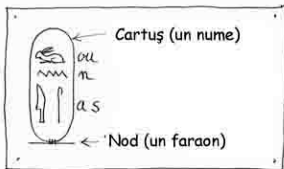


Structurile în trepte sunt omniprezente sub piramide, de exemplu, sub cele trei piramide alăturate piramidei lui Mykerinos (care este vizibilă în plan secund). Pare rezonabil să credem că asemenea trepte ar putea exista și sub părțile superficiale ale piramidelor de la Gizeh, mai puțin degradate decât altele, pe fondul jafului sistematic al hoților de pietre, practicat de-a lungul istoriei antice și moderne a Egiptului. Aproape că ne putem întreba dacă cea mai veche dintre piramide, cea a faraonului **DJOZER**, la Sakkara, construită de **IMHOTEP**, nu a fost la început o **PIRAMIDĂ NETEDĂ**, transformată în piramidă în trepte din cauza jocului de-a **FURTUL PIETRELOR**, care ar fi dus la apariția treptelor subiacente.



Piramida faraonului Djozer din Sakkara (2600 î.Hr)

Majoritatea celor 60 de piramide identificate în Egipt, deși structurile lor subterane pot fi foarte bogate, oferă un aspect exterior foarte degradat din cauza furtului de pietre, comis încă din era faraonilor. Alături, piramida faraonului Unas (2320 î.e.n.), al cărei interior (vezi pagina 15) conține **TEXTUL PIRAMIDELOR**.



Sakkara, rest din piramida lui Unas
Înălțimea la origine, 43 de metri. În prezent: 11 metri.

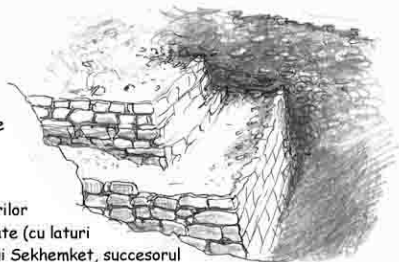
Cum au supraviețuit
piramidele de la Gizeh
unui asemenea jaf?



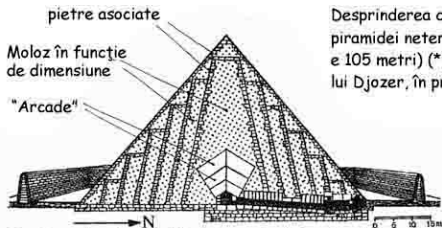
Învelișul lor din calcar fin a dispărut
aproape în totalitate, cu excepția
vârfului piramidei lui Kefren. Dar,
calcarul provenit din carierele de
pe platou, plin de coji, era de o
calitate foarte proastă (*).

(*) Calcarul este o rocă sedimentară.

Faptul că unele piramide dezvăluie structura lor internă ne arată că se contopeau "pereți înclinați", după modelul "păpușilor rusești", cu bucăți de moloz. Acest lucru i-a determinat, în 1900, pe unii egiptologi, precum germanul Ludwig Borchardt, să ia în considerare diagrama de mai jos.



Desprinderea colțurilor piramidei neterminată (cu laturi e 105 metri) (*) a lui Sekhemket, succesorul lui Djozer, în prezent, acoperită complet cu nisip.

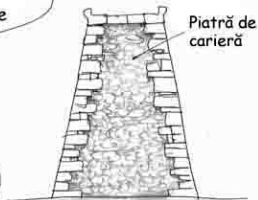


Secțiune din piramida lui Sahure, după Borchardt înainte de degradare, 47 de metri. În prezent, 36 de metri.

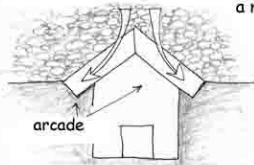
Cu **ÎNCLINARE** pentru stabilitate



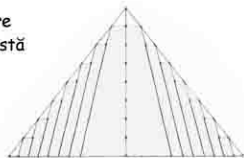
Aceeași reutilizare a acestui "prund" la pilonii templelor



Ca și în cazul piramidei lui Unas, dorința este de a instala camera mortuară cât mai sus posibil, deasupra nivelului solului. Acest lucru a determinat proiectanții să utilizeze "arcade" pentru a redistribui lateral forțele de compresie uriașe create de masa de pietre amplasate deasupra. Este un sistem foarte eficient în caz de cutremur și se adaptează bine la o distribuție "în vrac" a materialelor amplasate deasupra.



Dar, această dorință de poziționare cât mai la înălțime a făcut ca această cameră să se sprijine pe un stâlp format din pietre asociate, acest lucru conducând la:



Modelul treptelor susținute.

Mulți specialiști și experți încă mai cred că proiectanții piramidelor din Vechiul Imperiu al Egiptului (2700-2200 î.Hr.) acționau prin EMPIRISM. Hotărâți să creeze structuri durabile și conștienți de importanța majoră a **SEISMICITĂȚII**, ei știau totuși destul de bine încotro se îndreptau, punând în joc soluții pe cât de sofisticate, pe atât de originale, ingenioase sub toate planurile.

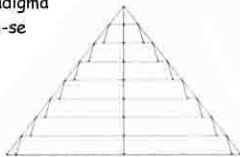
Dar, fără îndoială, nici unul nu a prevăzut că supraviețuirea unei piramide se baza, în principal, pe alegerea unei pietre de calitate foarte slabă.



Dar, ideea lui Borchardt nu a fost de durată și, cu timpul, fără nicio justificare și în contradicție cu observațiile făcute pe teren, s-a creat paradigma potrivit căreia piramidele în trepte, inspirându-se de la MASTABE, care existau dinaintea lor, trebuiau să fie STIVE DE MASTABE.



mastaba

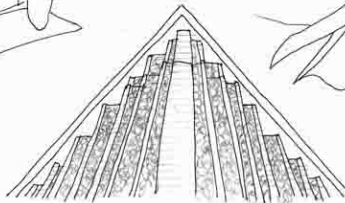


Trepte suprapuse



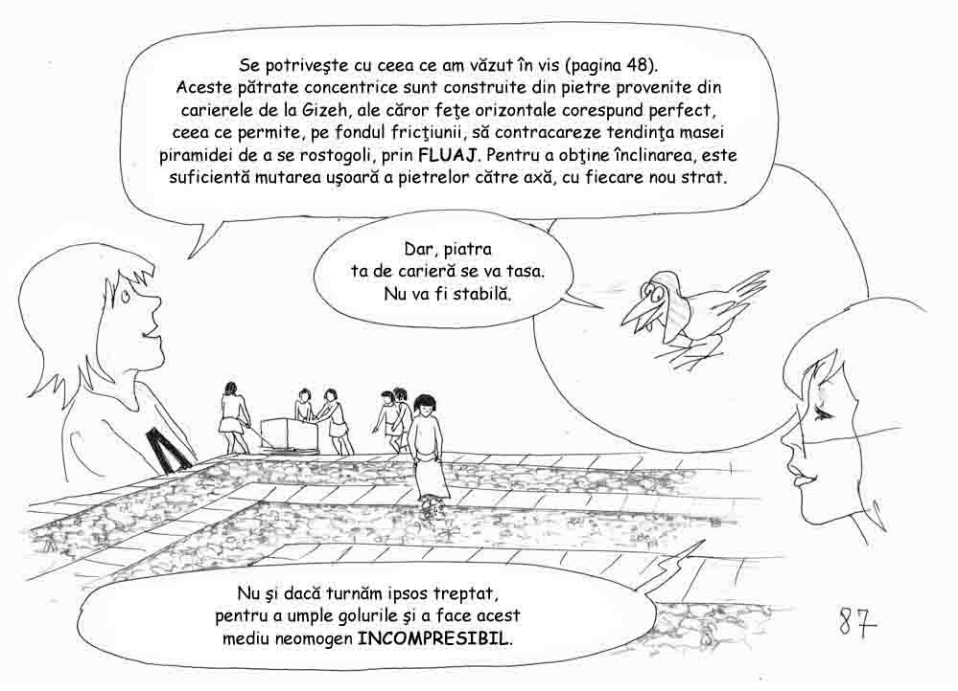
Strat în acreție, cu înclinare puternică. Piramida lui Djozer.

2,5 milioane de blocuri pentru Kheops? Eu pot să reduc acest lucru prin utilizarea resturilor de moloz (*)



Să reluăm ideea lui Borchardt, cu un CADRU DIN PIATRĂ, plus o umplutură cu piatră de carieră.





Se potrivește cu ceea ce am văzut în vis (pagina 48).
Aceste pătrate concentrice sunt construite din pietre provenite din
carierele de la Gizeh, ale căror fețe orizontale corespund perfect,
ceea ce permite, pe fondul fricțiunii, să contracareze tendința masei
piramidei de a se rostogoli, prin FLUAJ. Pentru a obține înclinarea, este
suficientă mutarea ușoară a pietrelor către axă, cu fiecare nou strat.

Dar, piatra
ta de carieră se va tasa.
Nu va fi stabilă.

Nu și dacă turnăm ipsos treptat,
pentru a umple golurile și a face acest
mediu neomogen **INCOMPRESIBIL**.

Asta mă face să mă gândesc la un lucru.
În general, considerăm că piramida romboidală
fusesse inițial prevăzută cu o pantă de peste
50 de grade. Dar, o astfel de structură
s-ar fi dovedit a fi instabilă.

Preoții arhitecți ar fi decis să reducă
această pantă la 43° , de aici această
formă geometrică deosebită.

SCĂÂÂRT



Dar, o altă idee constă în a ne imagina că această
piramidă, odată terminată, ar fi făcut
obiectul unui început de jaf
care i-ar fi afectat
primele trepte.

iar forma sa actuală ar rezulta în urma
unei reparații prin placarea pe postamentul aparent
oblic a unor pietre de susținere.



Din această dezgolire urmată de o reparație ar rezulta o copie a piramidei roșii (în plan secund).

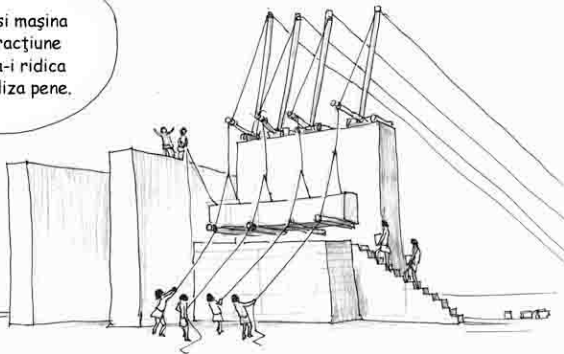
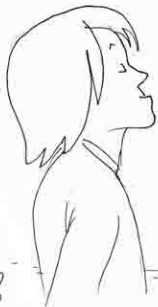
Ceea ce este posibil,
facem acum. Pentru
ceea ce nu este posibil,
cerem o amânare.



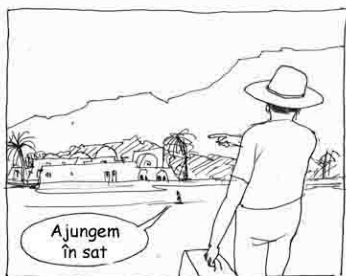
Să urci monoliți
nu este totul.
Cum îi vei manipula,
dragul meu om
de știință?



Voi folosi mașina
ta de tracțiune
pentru a-i ridica
și voi utiliza pene.









Obiectul descris de Anselme, în mașina sa, și care evită uzarea corzilor, există. Confectionat din bazalt, a fost descoperit în 1932 la Gizeh, de egiptologul Selim Hassan, în apropiere de ruinele piramidei reginei Khentkaues.



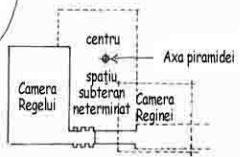
M-am uitat pe notițele pe care mi le-ai trimis.


Am verificat. Cu excepția situațiilor în care camerele sunt subterane, în toate piramidele acestea sunt întotdeauna în afara axei.

Rampa din piatră: nu e rea. Și voi reluați ideea pilonului central. Dar, cum faceți să plasați camerele în interiorul piramidei lui Kheops?




Kheops






Blocurile triunghiulare? Le văd mai degrabă ca reziduuri din lemn lăsate pe pământ de jefuitori. Dar, aceasta este doar o opinie. Ar fi mai simplu să se ia în considerare o remodelare prin pierdere, pe partea de sus. În ceea ce privește "blocurile în retragere", optez mai degrabă pentru o degradare a pietrei. Aceasta este departe de a fi la fel de stabilă și omogenă cum am putea crede. Blocuri deja tăiate, da, dar cu șefii, trebuie să le faci să dispară în timpul finisării.



Cât despre argumentele bazate pe absența argilei umede, trebuie să știm că, spre deosebire de deșeurile de talie, aceasta este un material reutilizabil. S-a făcut acest experiment la Karnak.



Pe legea mea, cel care știe totul despre piatră ești tu!
De asta am venit la tine.

Antoine ne duce mâine pe șantierul lui.
Spune că vrea să ne arate ceva drăguț.



Despre tăierea rosturilor (pagina 57),
ideea este veche, menționată de Choisy
și Petrie, în secolul al XIX-lea. Ca să aflu
mai multe despre asta, am vrut să
experimentez cu blocuri de gresie.



Gresia este o rocă ce
rezultă din aglomerarea
a 80% de boabe de silice
cu un ciment calcaros.
Prin urmare, ea conține
propriul său abraziv.



În toate epocile, inclusiv pe vremea Vechiului Imperiu, constatăm că pietrele de toate dimensiunile sunt îmbinate atât de strâns încât nu am putea introduce o lamă de ras printre articulații. Mai mult, aceste articulații sunt sinuoase. Începând din secolul al XIX-lea unii egiptologi au sugerat că aceste îmbinări ar fi fost "lucrate". Antoine și-a concentrat atenția pe clădiri relativ recente (perioada Ptolemaică (*)), construite în gresie. Analiza a scos în evidență urme de instrument (fierăstrău cu dinți). Pietrele examinate nu au fost lucrate pe întreaga lor suprafață de contact, ci numai pe margini, la 3 - 5 cm adâncime.

Restul feței a fost "șlefuit".

Se formează pe cele două fețe opuse concavități de 3 până la 4 mm. Apoi are loc tăierea punctului de unire.

În gresie, particulele de siliciu se detașează și produc abraziunea dorită. Instrumentul înaintază cu 4 cm pe minut.

Pe măsură ce înaintăm, avem la dispoziție pene de cupru.

Când turul este complet, îndepărtăm penele, iar sigiliul este atunci perfect.

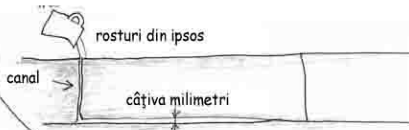
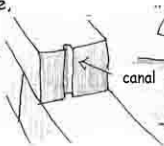
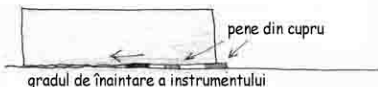
Printr-un canal creat în acest scop, turnăm ipsos în spațiul inter-sigiliu. Contactul dintre cele două blocuri este în același timp foarte apropiat și total, pe întreaga suprafață.

O sinuozitate finală de câțiva milimetri este suficientă pentru a garanta sincronizarea blocurilor.

(*) Din anul 300 î.Hr. până în anul 30 î.Hr.



instrument ca "un cuțit slab ascuțit"





Văd că ai folosit fier moale.

Idea era să reconstitui ceea ce se făcea în acea epocă.



Avem fierăstraie pentru lemn. Dar nu s-a găsit niciun fierăstrău pentru piatră.

Avem doar o jumătate de duzină de mostre de cupru moale, găsite în morminte.



Acest cupru este moale pentru că este pur. Metalele pure au întotdeauna calități mecanice mai slabe decât cele ale aliajelor lor. Egiptenii aveau cupru cu arsenic, ale cărui calități mecanice sunt apropiate de cele ale bronzului.

Fierăstraie dotate cu dinți făcuți din cupru pot fi utilizate pentru a tăia pietre considerate a fi moi, printre care calcarul.





Pentru pietrele dure,
precum granitul, avem fierăstraie
fără dinți, în cazul cărora cuprul
cauzează o pulbere abrazivă.



balast



Știm că egiptenii săpau
găuri pentru balamale cu
țevi de cupru și abraziv.

Acest tub este un
fierăstrău laminat.

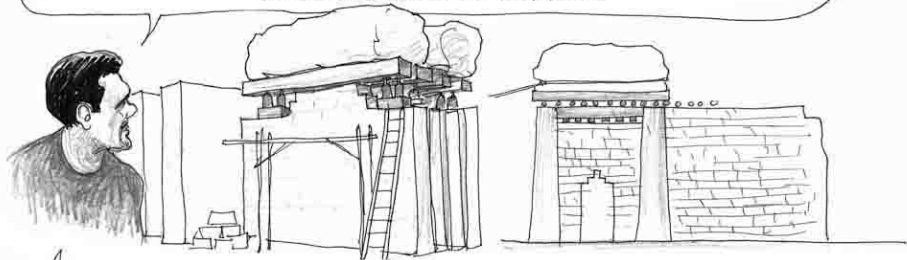


O să-ți arăt un truc drăguț. Știi că la Karnak
ne petrecem timpul încă de demult pentru a descoperi o
mulțime de lucruri. Vedeți aceste blocuri care formează
tavanul capelei lui Tutmosis III, faraon în jurul anului
1450 î.Hr. Fiecare cântărește 72 de tone.
Ei bine, le-am reasamblat.


Cu o macara?




Macaraua noastră de la Karnak are o capacitate maximă de ridicare de 23 de tone. Dar, mie îmi plac provocările. Am vrut să știu dacă aş putea rezolva asta cu simple cricuri hidraulice, grinzi din lemn și pietre.



Am mizat pe alternanța ridicărilor cu ajutorul cricurilor hidraulice, utilizarea blocurilor de lemn și acompaniamentul sprijinit pe un zid de piatră, montat progresiv. Când blocul a ajuns la 4,25 metri, l-am făcut să alunece și, în final, am demontat toată zidăria de sprijin.

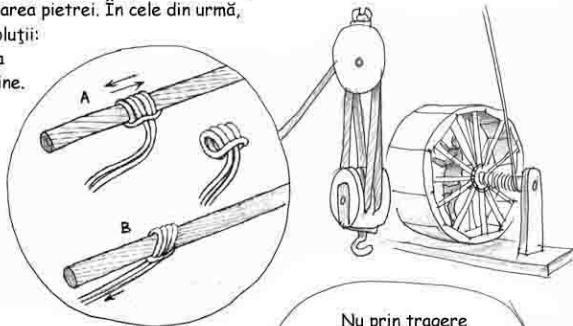


Excelent, dar Tutmosis al III-lea a procedat la fel fără cricuri hidraulice!



Hmm ... rampă din argilă umedă, frânghii și oameni!

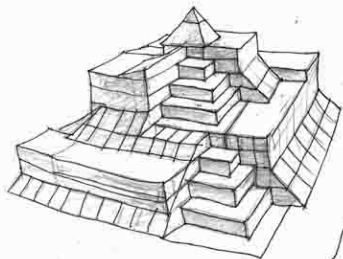
Grecii și romanii aveau tot felul de mașinării. Se atribuie inventarea muflei lui Arhimede. Ce se cunoaște despre mașinăriile vechilor egipteni? S-au păstrat doar specimene rare de unelte pe care aceștia le foloseau pentru modelarea pietrei. În cele din urmă, pentru încărcăturile grele există două soluții: să acționezi în mod continuu prin puterea pârghiei, sau punctual, cum a făcut Antoine. Fără un metal solid pentru construcția axelor, sistemul corzilor cu noduri autoblocante se impune în mod logic.



Este ceea ce folosesc alpinștii.

Nu prin tragere facem aceste noduri să alunece: coarda se rupe înainte.





Modelul tău este drăguț.
Este un puzzle foarte frumos.
Dar, lipsește ceva. Pietrele piramidelor sunt departe de a fi la fel de regulate. Fundațiile succesive au înălțimi care pot varia cu un factor de la unu la trei! Asta depinde de grosimea filonului din care sunt extrase. Vă trebuie un sistem precis de identificare a pozițiilor blocurilor.

Bine ați revenit!

Uite, mă gândeam la ceea ce
spunea Antoine referitor la problema
reperării blocurilor. Oare un mic tur
în această viață anterioară...?

Vrei să
încetezi cu
prostiile
astea?

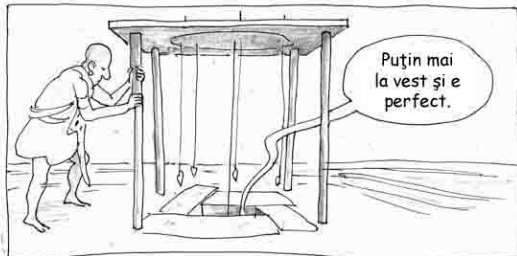
Ceea ce spuneam,
era pentru binele
egiptologiei...

Iată-vă, din nou, la Cairo.
Cu atât mai bine, pentru că, atunci când
ați plecat, ați uitat ceva.





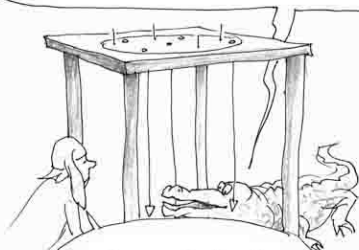
traducerea hieroglifelor: "orice om care a făcut acest lucru (mormântul) pentru mine nu va regreta: sculptor sau tăietor în piatră, îl voi răsplăti!"



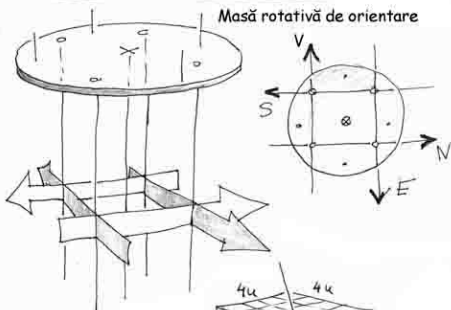
Cu asta, avem axa piramidei, datorită
unui marcaj dispus pe platoul stâncos.

(*) Folosirea unui asemenea sistem de identificare (fir de plumb +
tablă de orientare) a fost presupusă de egiptologul Georges Goyon.

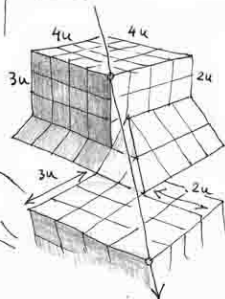
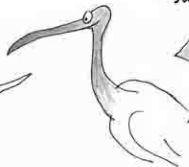
Apoi, folosim fire tari, potrivite cu masa rotativă, dispuse în așa fel încât, luate două câte două, arată cu o foarte mare precizie direcția celor patru puncte cardinale N-S-E-V.



Dar, aceste direcții de orientare nu trec prin axa piramidei !?



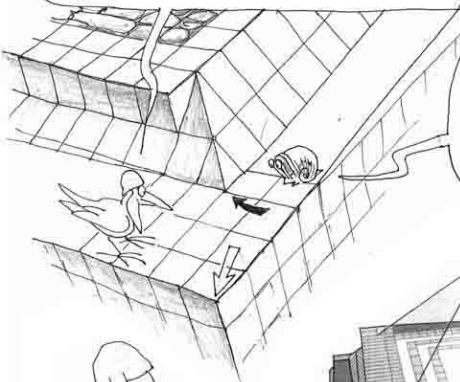
Chiar dacă scaunele prezintă o oarecare neregularitate, dacă blocurile din colțuri sunt poziționate în mod regulat, atunci devine posibilă o identificare și astfel putem determina cu precizie poziția colțurilor de bloc în spațiu.



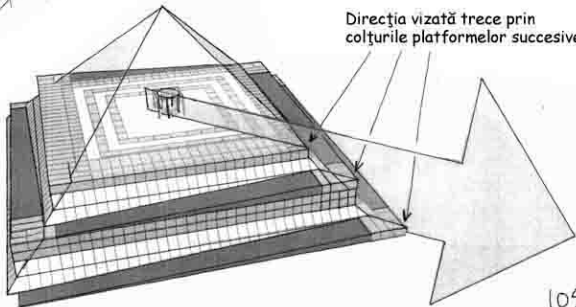
Piese de colț succesive

Într-adevăr, dacă știm cu precizie poziția colțului platformei, putem să ne folosim de ea pentru a poziționa marginea, din aproape în aproape.

Avantajul este că, pe măsură ce construim, putem determina colțurile cu o precizie centimetrică în raport cu solul și nu unele în raport cu altele, caz în care ar continua să se adune erori.

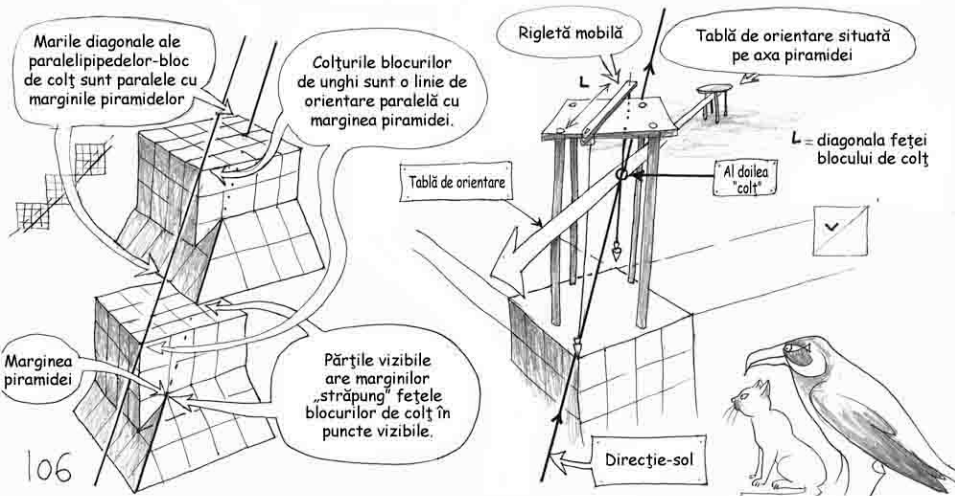


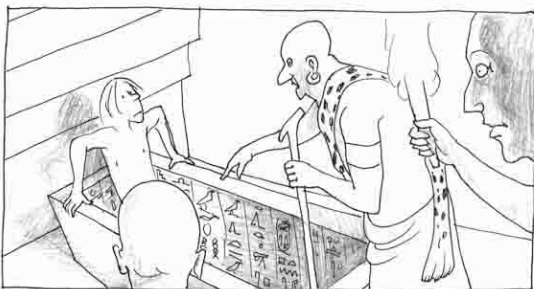
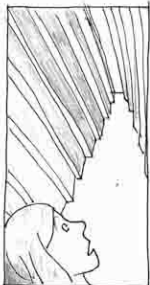
Direcția vizată trece prin colțurile platformelor succesive.



Acest lucru ne dă O direcție de orientare, dar ne trebuie și altele.

O astfel de masă de orientare permite determinarea cu o foarte bună precizie a oricăror puncte menite să aparțină planului ce conține colțurile blocurilor, dacă acestea sunt aliniate și echidistante. Diagonalele fețelor superioare ale blocurilor din colțuri sunt paralele cu proiecția marginilor pe aceste fețe, iar marile diagonale ale paralelipipedelor-bloc de colț sunt paralele cu marginile piramidelor.





Dacă vrei să trăiești,
trebuie să mori.

Vom reveni
în 24 de babuini.



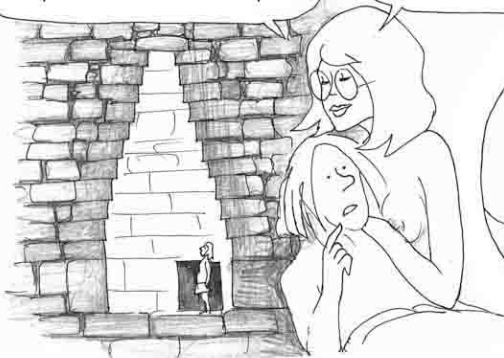
Anselme, ce se întâmplă?
Mai întâi, vorbești singur,
apoi tot strigi "cât înseamnă
24 de babuini"?

Păi...

Îți voi povesti totul.

Tu spui că plafonul era în formă de V inversat, cu spații libere. Astea se numesc **CORNIȘE** și permit susținerea unei mase puternice de piatră care s-ar afla deasupra.

Din ceea ce spui, asta s-ar putea afla la Dahshur, fie în piramida roșie fie în cea a lui Meidum.

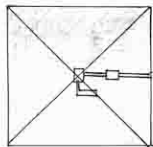


Spui că cineva te așeza într-un sarcofag din piatră și că urma să rămâi acolo ... douăzeci și patru de babuini.

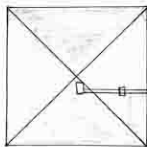


În ciuda prezenței sarcofagului în piramide, unii se îndoiesc că ele ar putea fi morminte, întrucât nu s-au găsit niciodată resturi care să dovedească acest lucru. Visul lui Anselme ar putea însemna că ar fi vorba despre **LOCURI DE ÎNȚIERE**.

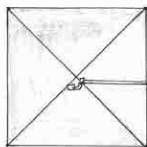
Știi, Sophie, mă tot gândesc la două lucruri: în primul rând, dacă există un puț central în piramide, asta ar putea explica de ce camerele, atunci când nu sunt subterane, sunt toate în afara axei.



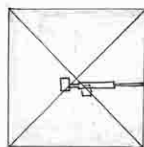
Mykerinos



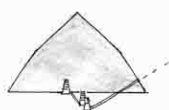
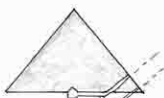
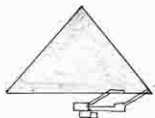
Kefren



Romboidal

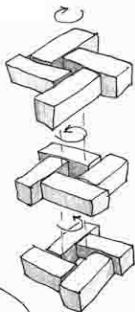
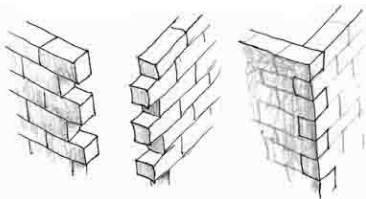


Kheops



În al doilea rând, toate "galeriile" și "canalele de aerisire" sunt orientate aproape pe aceeași direcție și în același unghi, ceea ce facilitează iluminatul cu ajutorul oglinzilor.

În colțul unui perete se intersectează pietrele pentru a spori soliditatea.



Pentru a garanta soliditatea puțurilor și a evita obturarea lor, devenind astfel inutilizabile în caz de cutremur, ceea ce ar fi catastrofal, pietrele ar trebui să fie dispuse astfel:



Prin urmare, ce înseamnă acest aranjament de pietre în vârful piramidei lui Kheops (*)?

(* Imagini realizate cu o dronă ar fi binevenite.

Toate acestea par să răspundă criticii lui Antoine, privind identificarea centimetrică a blocurilor. Asta implică un acces prin partea de jos, dacă nu, cel care asigură poziționarea firului din plumb ar fi privat repede de oxigen.



Ceea ce este ciudat este că piramidele lui Kheops și Kefren prezintă amândouă ceea ce seamănă cu un acces ... la înălțimea mamelonului din piatră, de câțiva metri, pe care acestea au fost construite.



SFÂRȘIT

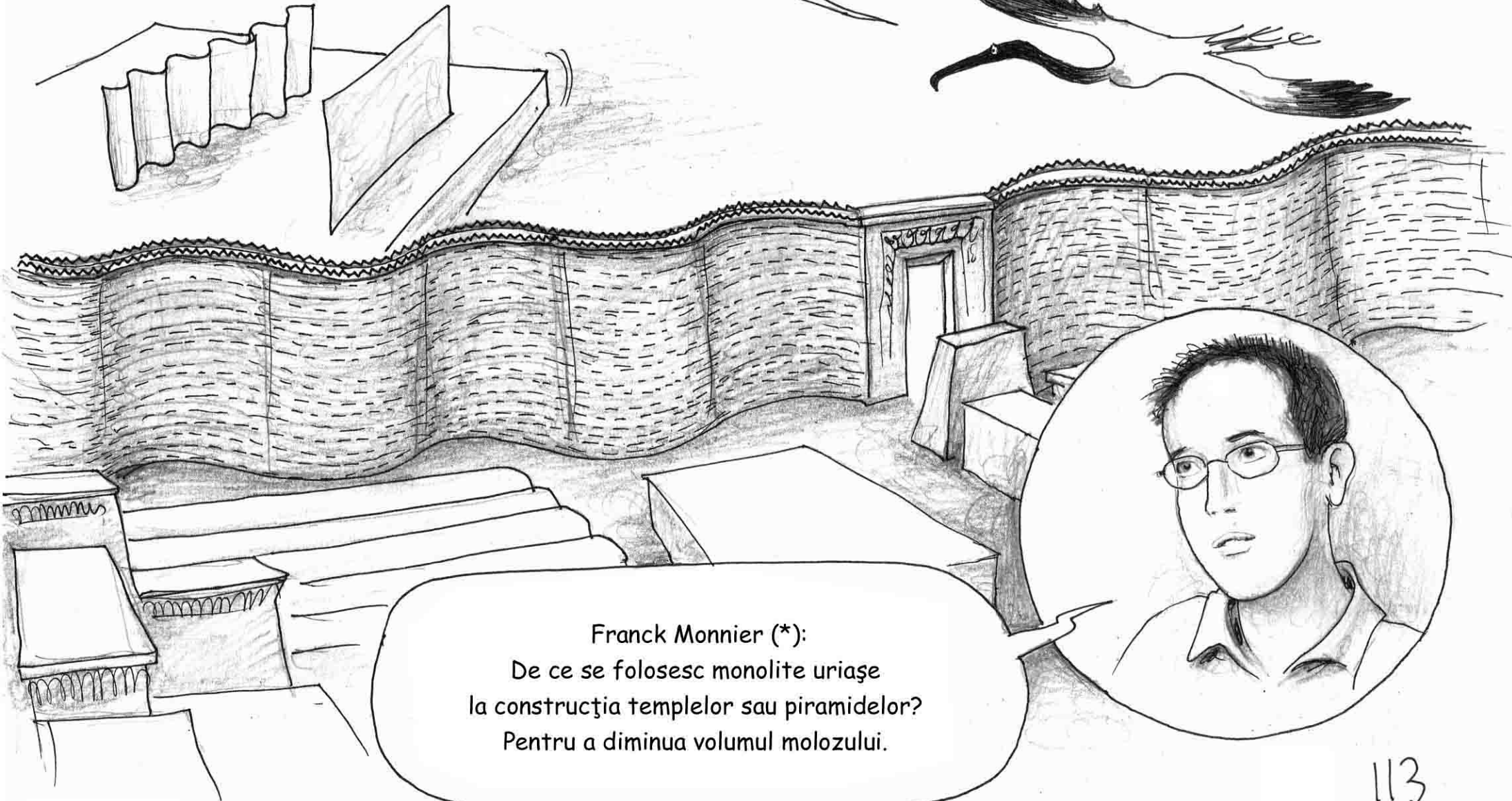




VA URMA...

POST SCRIPTUM

Templele erau înconjurate de un perete structurat ca o tablă ondulată, pentru a rezista mai bine la seisme.



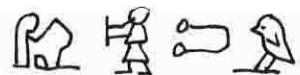
Franck Monnier (*):
De ce se folosesc monolite uriase
la construcția templelor sau piramidelor?
Pentru a diminua volumul molozului.

p. 9



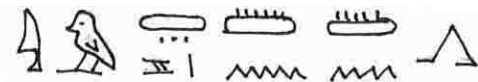
fugi, fugi!

p. 9



atenție!

p. 19



pământul s-a cutremurat

p. 25



un cot are șapte palme

p. 29



grăbește-te!

(și p. 112)

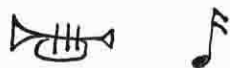
(și p. 40)



trage, prietene!



eu fac!



(și p. 40)



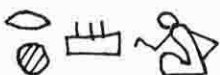
trage tare!

p. 30



fii atent!

p. 44



pot să înțeleg

p. 47



cum te-ai întors?



Obraznic!



Cu asta mă voi ocupa azi?

P. 79



trage, prietene!



grăbește-te, termină asta!

P. 87 bis (1)



nu e o minciună, este perfect

P. 87 bis (2)



privește acest șantier, nu e rău



pronume personal „eu”

negație

determinant de idei abstracte

nu am chef să număr



Mulțumiri lui Thierry Bergerot și fiicei sale, egiptologi.