

الأهرام



ألفه جون بيار بوتي
ونقلته الى العربية نسمة زوبيري

حدود بلا معرفة

فرنسيان عالمان ويديرها 2005 عام تأسست ربحية غير جمعية من رسمه تم الذي النطاق باستخدام العلمية المعرفة نشر: الهدف تم: 2020 عام في. مجانًا للتنزيل قابلة PDF ملفات خلال عملية 500000 من أكثر مع. لغة 40 في ترجمة 565 تحقيق تنزيل.

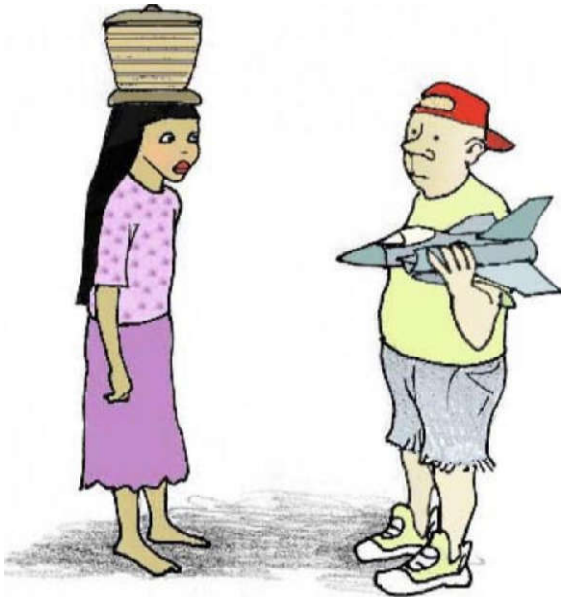


Jean-Pierre Petit

Gilles d'Agostini

بالمال التبرع تم. تماما تطوعية الجمعية للمتريجين بالكامل.

زر استخدم ، تبرع لتقديم:
الرئيسية الصفحة في PayPal



<http://www.savoir-sans-frontieres.com>



القاهرة



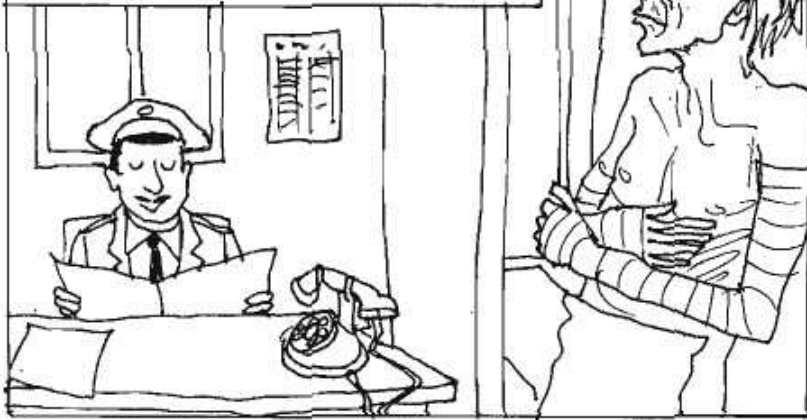
لقد انتهكت و نهبت قبور الفراعنة
المتواجدة في وادي الملوك بسرعة و
رجال الدين الذين وُكِّلوا بحراستها قد
جمعو في ليلة كل المومياوات و وضعوها
في كهف يُطلّ على وادي الملوك



وهكذا انقذوا مومياء رمسيس الثاني

عند فتح المتحف ستوضع مومياء
رمسيس الثاني عند المدخل
لجلب الزوّار و حسب التقاليد
فانّ يديه موضوعتين بتقاطع

في يوم ما حرّك رمسيس يده بعشرة سنتيمتر مفزعا
لالحارس الذي قرّر عدم العودة الى المتحف ظنًا منه أنّ
المومياء تسكنها الجنّ



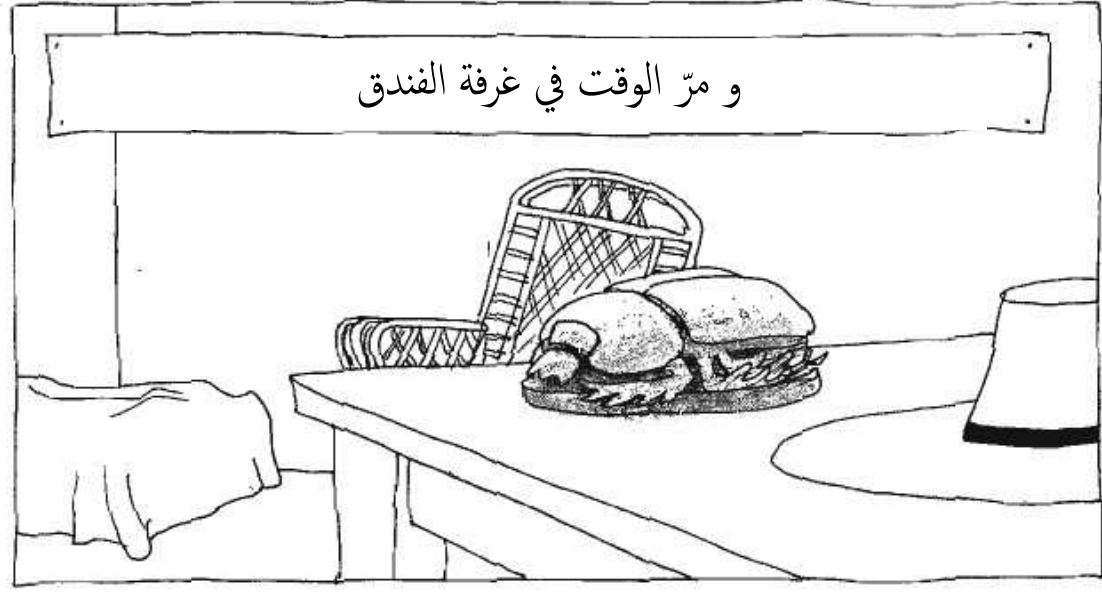


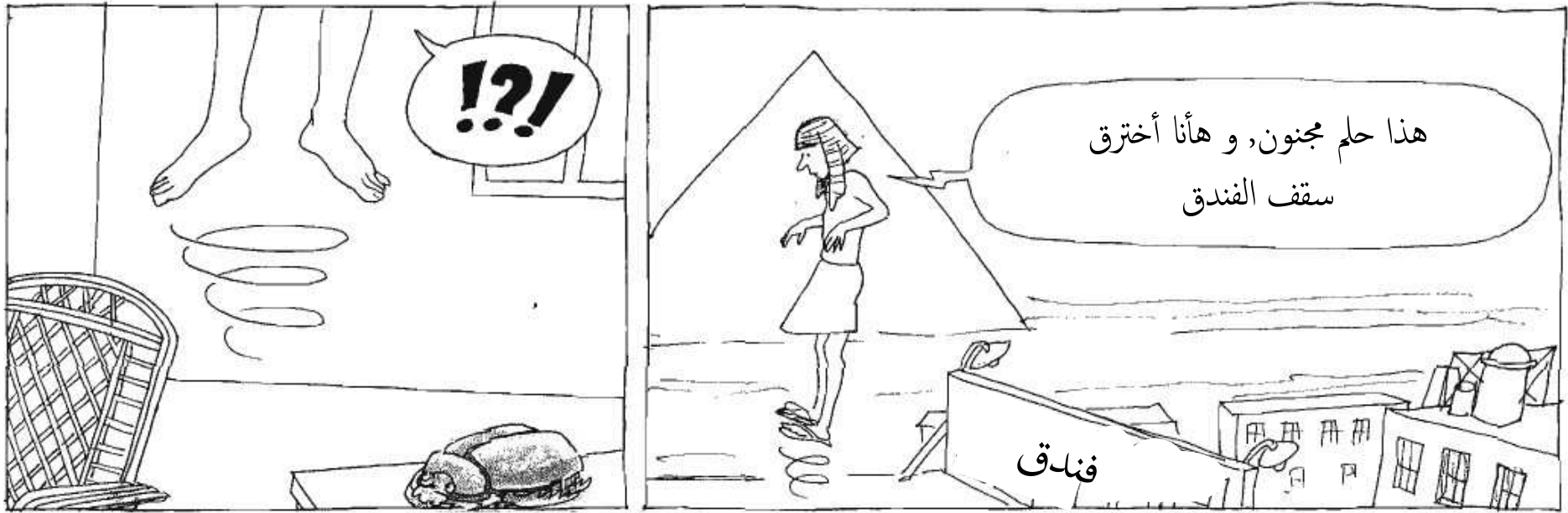
هذا تمثال عمره 4500 سنة لرعحوتب أخ خوفو و زوجته نيفرات بعينين
من عجينة الزجاج أشبه بالحقيقة لدرجة أنه في 1871 عندما
وجدها المنقبون هربوا ظنًا أنّ القبر به أحياء

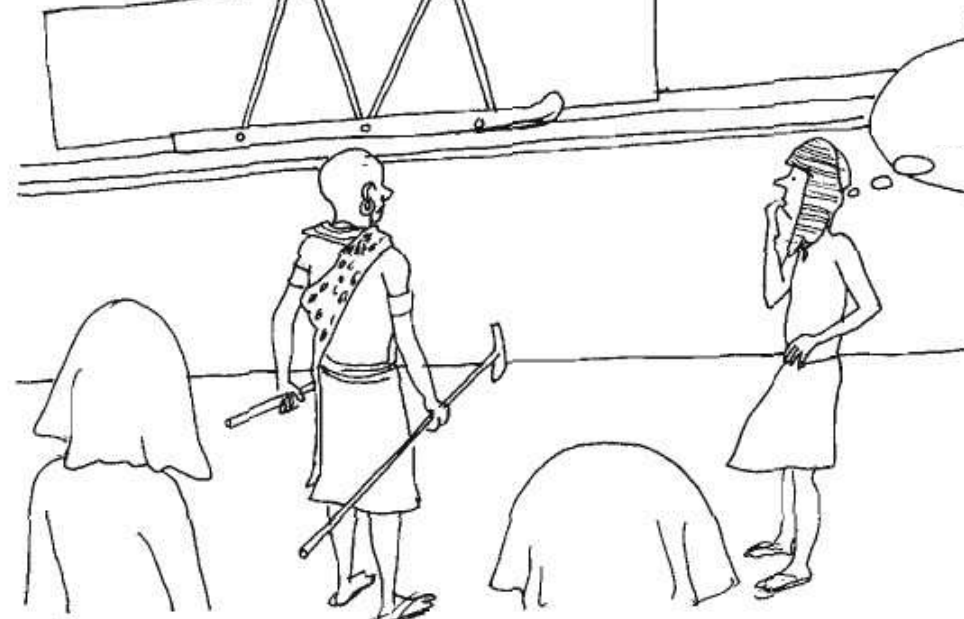


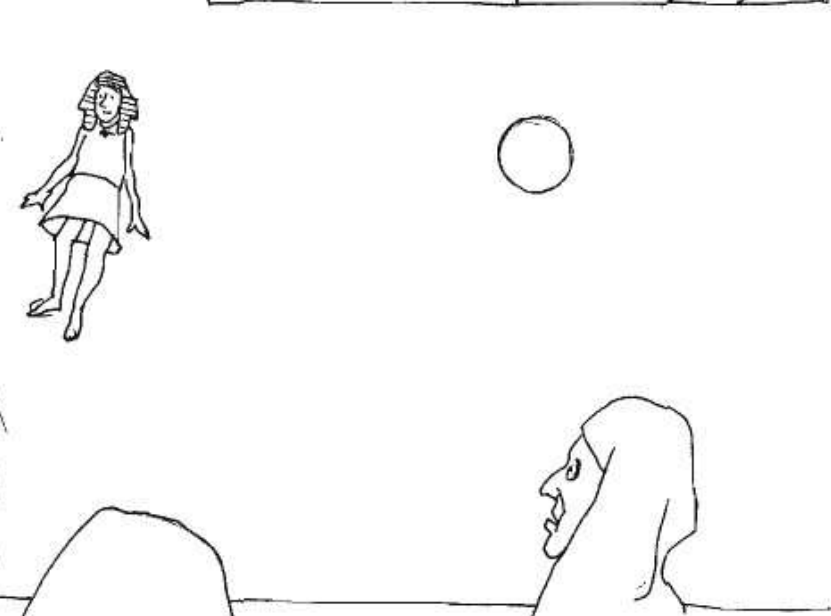
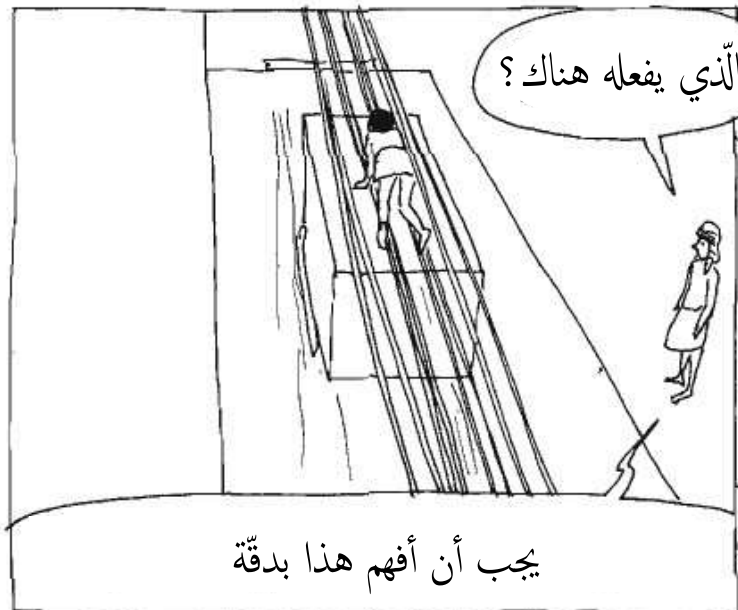






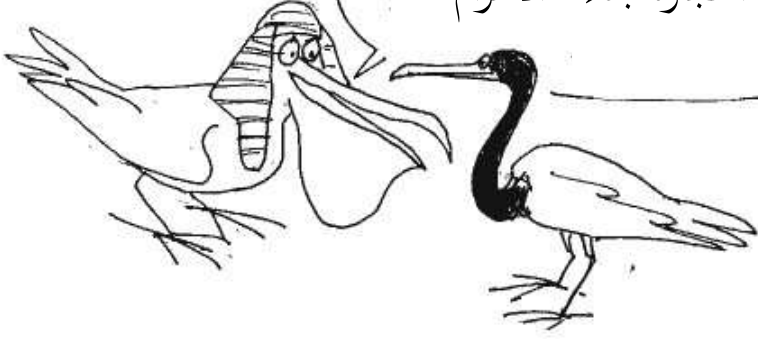








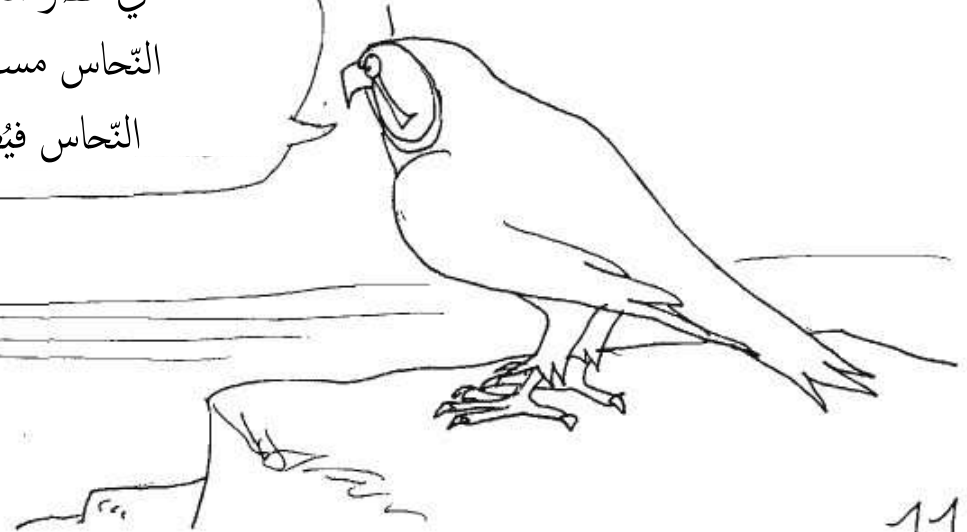
و هاهو أنسالم يمضي في مغامرة جديدة بعدما رأى في حلم الآلة التي تُنقل بها الحجارة لبناء الأهرام



مثير للفضول

قبل وصف هذه الآلة, لنراجع بعض مبادئ الهندسة المعمارية المصرية القديمة

في مصر القديمة (2700-2200 ق.م) لم يكن الحديد معروفاً, كان النحاس مستعملاً و كان قدماء المصريين يستوردون القصدير, أمّا النحاس فيطرق و يُعزّز بالزرنِيخ لدرجة يسمح فيها بعمل الكلس



الزَّلزاليَّة

قليل من علماء الآثار المختصين بمصر القديمة يعلمون بأنَّ الطَّبيعة الزَّلزالية لمصر هي مفتاح فهم الخطوط العريضة للهندسة المعماريَّة لها، لئذْكر أنَّ وقت أبو سمبل الذي بناه رمسيس الثاني بالتَّحت في جبل قد دُمِّر بسبب زلزال سنة 1245 ق.م.

أهلاً رمسيس، أُكِّد ما قلت سابقاً، التَّحت في الجبل ليس حلّاً جيِّداً، لقد حدث زلزال للتو و يؤسفني اخبارك أنَّ أحد التماثيل العملاقة قد دُمِّر

أرضية مكوّنة من تتابع لطبقات مختلفة ميكانيكياً مثل ما نجده في الجيزة من تتابع لطبقات الكلس و المرل هي الأرضية المثالية لتحمل الهزّات الأرضية و قد لعب هذا دورا كبيرا في الحفاظ على الأهرام عندما دُمّرت القاهرة بزلزال في الماضي



لقد تم بناؤهم على أساس منحوت و بفضل سلامه التي تلعب دور المركز يبقى كل شيء ثابت في مكانه رغم الزلازل

نجد هذه البنية في أماكن مختلفة من العالم, و رغم أن الاعتقاد الشائع يقول أنّ الغرض منها ديني إلا أنّها في الحقيقة تهدف الى تثبيت البناء



الذي استرجعت أحجاره رغم ضياعها سابقاً

عرش الانكا

المقاومة للهزّات تستبعد أيّ تناظم، مثلاً المعبد المتواجد أسفل أبا الهول أو الحائط المسمّى كوزكو لحضارة الانكا

لهذا بقيت الاهرامات لمُدّة
طويلة

الكوزكو

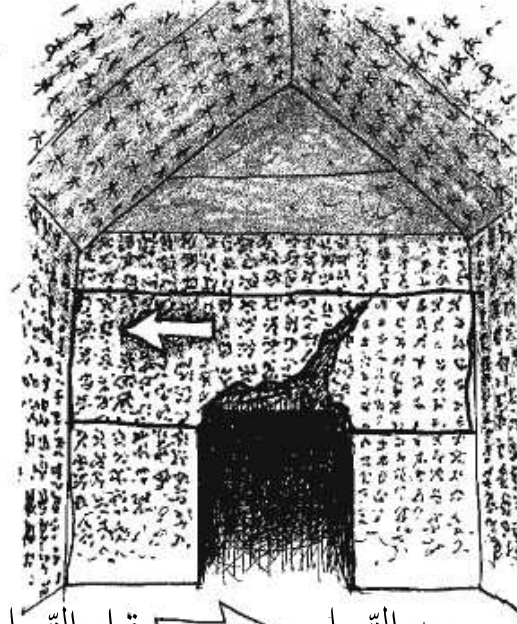
عندما انتهى سكّان القاهرة من نزع طبقة
الكلس الرقيقة في طره تركوا الطبقة
المتواجدة تحتها ذات الجودة الركيكة

الفكرة العامدة هي أنّ ما كان مُنشقاً لا يمكن ان ينشق
مجدّداً، و البنية المتعدّدة الشقوق للأهرامات تجعلها تقاوم
أقوى الزلازل

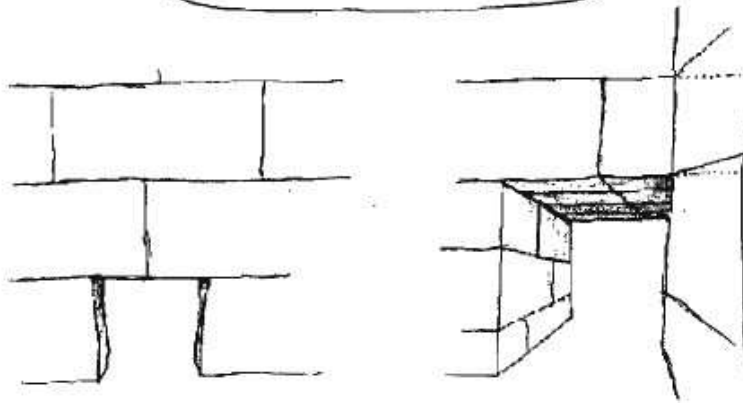
يجب على كهنتنا المهندسين أن يقوموا بعمل جيد عند تصميم الحجارة



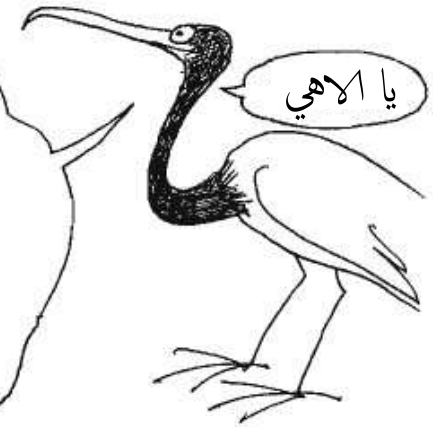
برفض التغطية بتقنية
الأسكفية المشققة



بعد التصليح → قبل التصليح

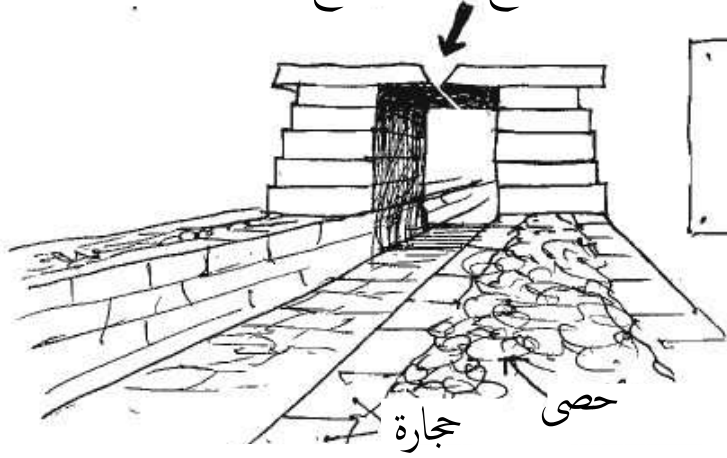


مهندس الفرعون أوناس (2350 ق.م) كان يعتقد أن الحل في الجزء الرئيسي من الجبل و لكن الأسكفية العملاقة تشققت بعدما تعرضت للجزر و رغم تصليحها إلا أنها انكسرت خلال الزلزال الموالي



يا الاهي

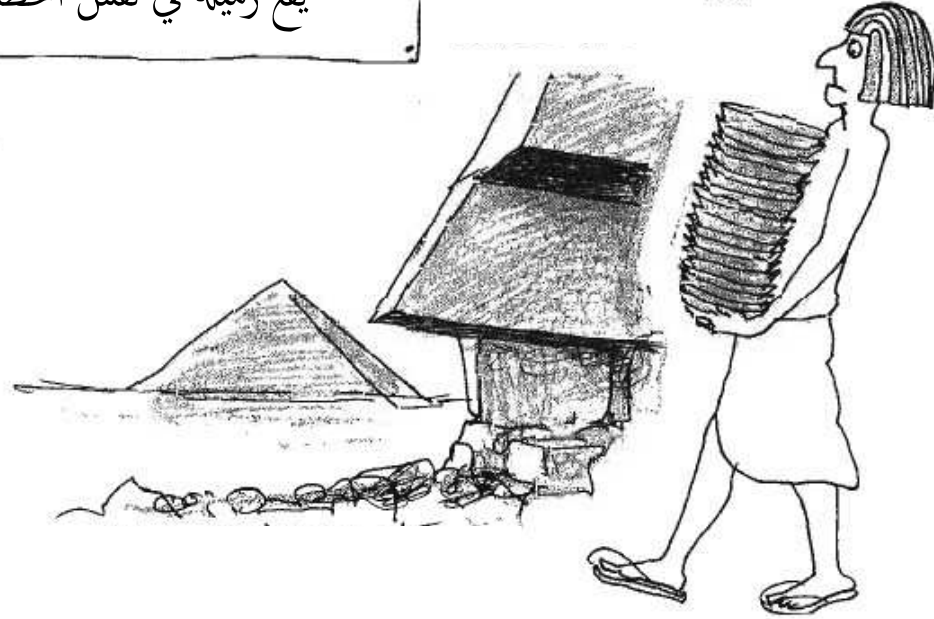
مقطع مائل للسماح للضوء بالمرور



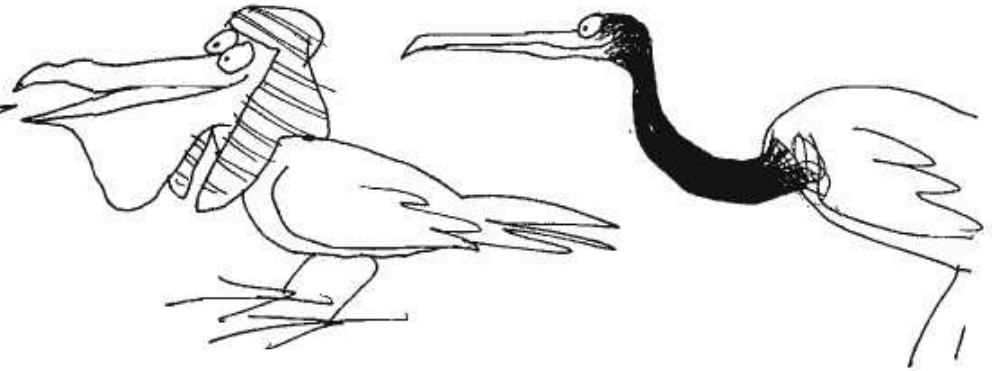
بعيدا من هنا بعض الشيء، لم
يقع زميله في نفس الخطأ

انّ الذي يلاحظ نوعا ما يدرك أنّ الهندسة
المصريّة محورها الاهتمام بالمقاومة للزلازل (*)

بقايا مدخل هرم أوناس المغطّي
(سقارة)



حتّى نماذج الأهرام الصّغيرة كعناصر توضع في قّمة الأهرام
قد صُمّمت لتحافظ على موضعها في حالة زلزال قوي

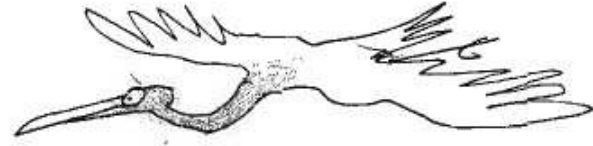


و لكن هناك شيء لم يفهمه علماء آثار مصر القديمة فالتركيز على سطح التلامس بين الحجاره, على عدم الاستواء و الميلان كان مقصوداً و ليس صدفةً لضمان استقرار البناء , فلو استعملو بناءً من اسمنت لكُسر بينما تسبب الأسس المستوية انزلاقات, فالبناء على سطح مائل و لو بجواف من بضع ميليمترات وحده يُنتج تناغماً أوتوماتيكياً خلال كل زلزال ضعيف القوّة

سوف نرى بدقّة كيف
تمّ تشييد أبنية أكثر تعقيداً

انّها تقنية لا يمكن أن تُطبّق على التماثيل المنحوتة من حجر واحد
و التي تمثّل حوافها نقاطاً حسّاسة في حالة الزلازل فهذه الأخيرة
يُغيّر شكلها مع مرور الألفيات

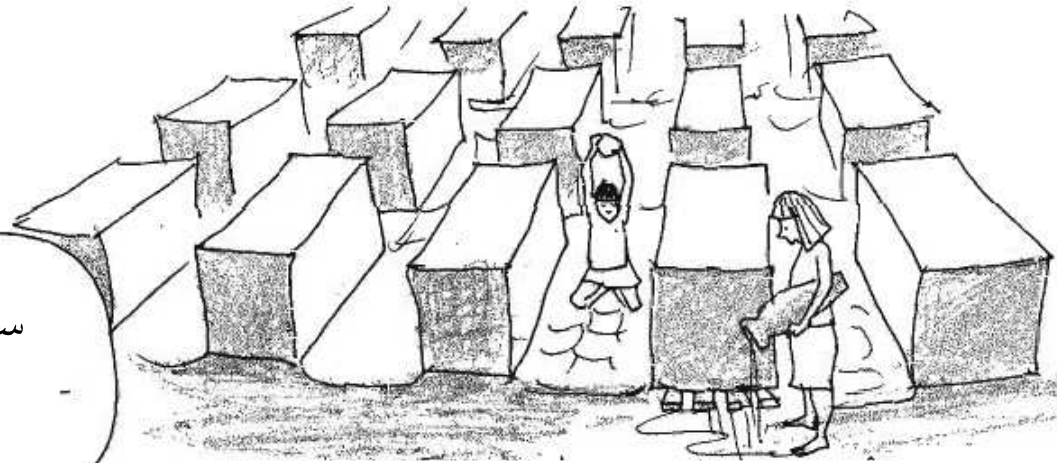
المواد المتوفرة



كان المصريون يتقنون استعمال الحجارة مهما كان نوعها انطلاقاً من الكلس و الحجارة الرملية الى تلك الأكثر بدائية كالغرانيت و البازلت مروراً بالحجارة التاحية كالكوارتز

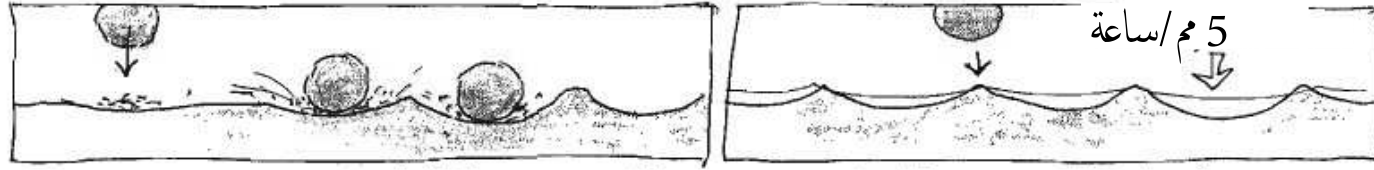
يمكن نحت صخور ذات الطبيعة الكلسية بطريقة سهلة نسبياً
بينما الصخور الأكثر قسوة كانت تستعمل كأدوات

سطح الجيزة في حد ذاته محجرة معتبرة للكلس في شكل طبقات يفرقها المرل

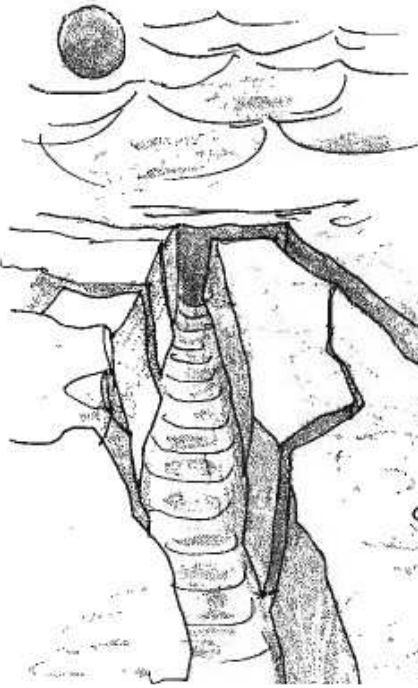


كانت حجارة الأهرام معزولة بواسطة الخشب

استعمل قدماء المصريين أدوات التّقر (*) لانعدام الحديد، الفولاذ و البرونز بينما كان الغرانيت مستخدماً في شكل كرات دوليريت تصل في حجمها الى حجم رأس انسان



نجد قرب مسلة قسوان هذه التّقنية التي تبين ثقباً خاصة بهذه الكرات. كانوا يغيّرون مكان التّقر عندما يساوي عمق الحفرة انحناء الكرة المستعملة مما ينقص فعالية التّقرة



يا الاهي

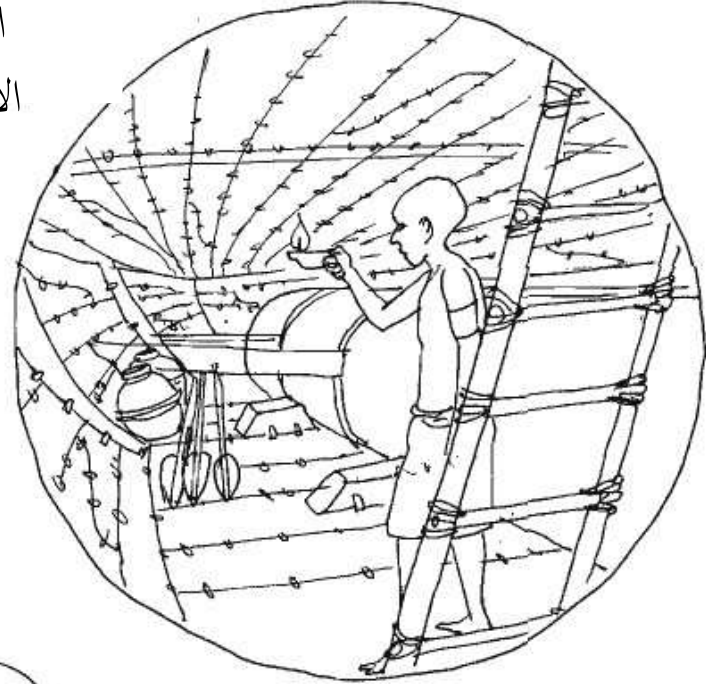
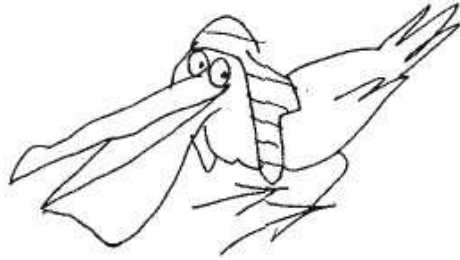
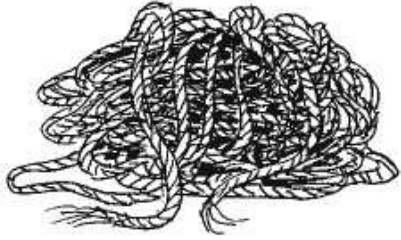
ان انشقاق المسلة ذات الواحد و الأربعين متراً من الطّول و الأربعة أمتار من العرض في القاعدة وذات 1200 طن بسبب زلزال أوقف الأشغال، سنرى فيما بعد كيف كان تشييد ما يماثلها من مباني عملاقة

(*) من 2700 الى 2200 قبل الميلاد

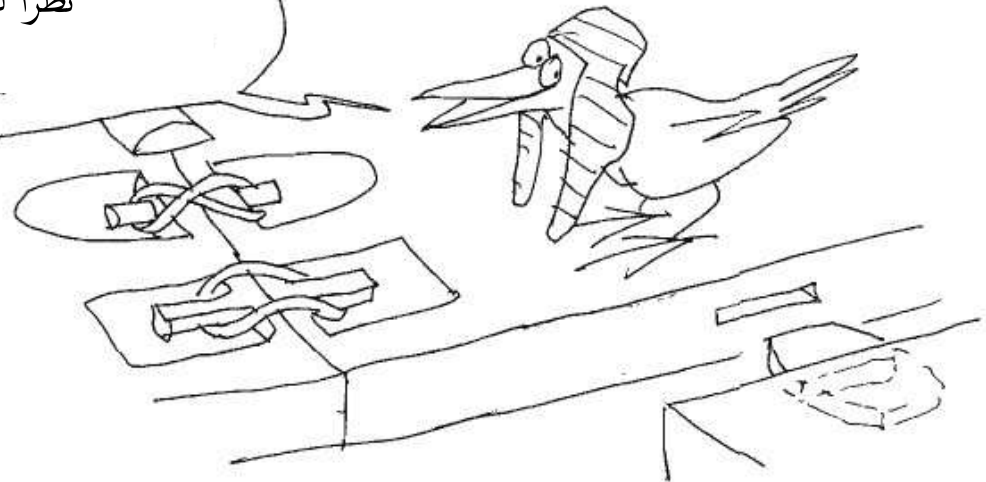
19

(*) أدوات النحاس و البرونز هي الأكثر فعالية على الكلس و لكن ليس على الغرانيت

ان كان خشب الأكاسيا انتاجاً محلياً فإنّ قطع الخشب الكبيرة كانت تنحت من شجر الأرز المستوردة من لبنان حيث يستعمل الرّاتنج كغراء و طلاء, كان قدماء المصريين يعرفون جيّداً حبك الحبال من القنب بمقاومة تعادل الحبال الحديثة (*)



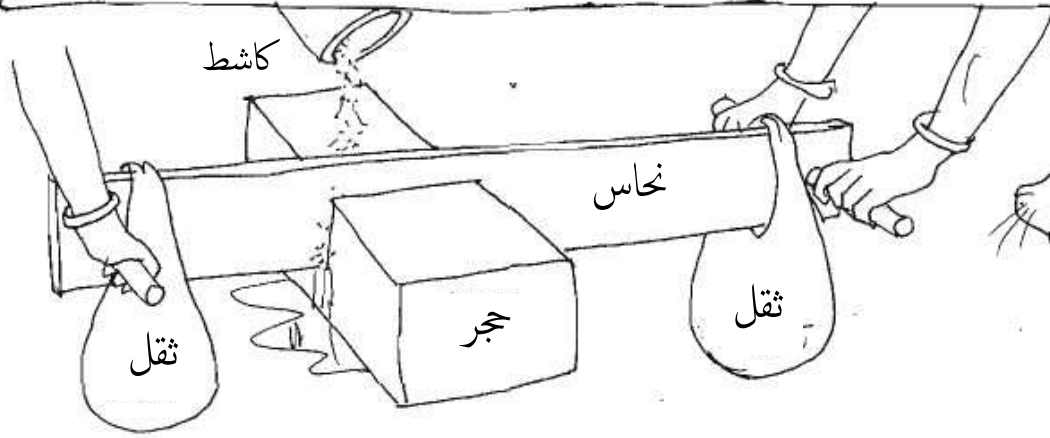
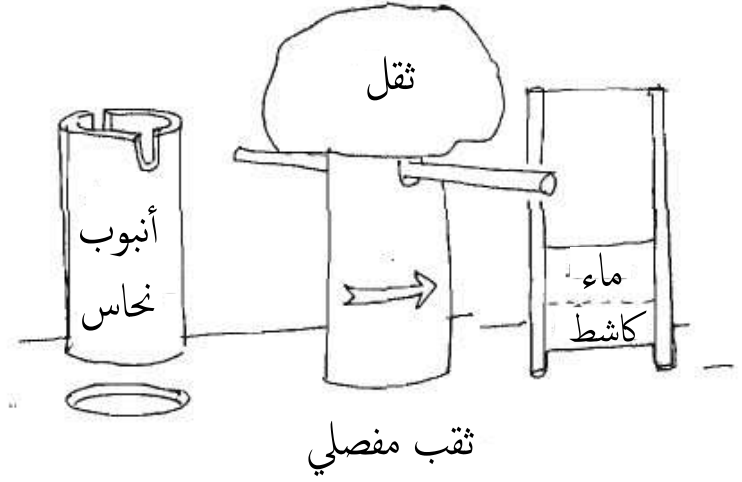
نظراً لندرة الخشب في مصر كان المصريون يبدعون في استرجاع أدنى القطع منه باستعمال الحبال في شكل خياطة



(*) حبل من القنب قطره 50م ← 4طن

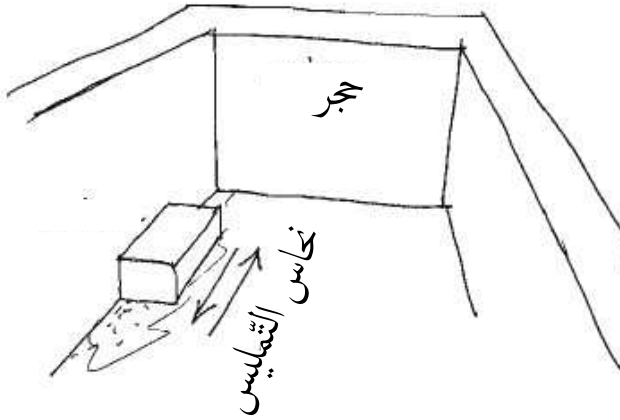
الأدوات

بمأن المعدن الوحيد المتوفر في مصر القديمة يتمثل في النحاس فإن استعماله في نحت الخشب أو الحجارة كان من المستحيل (مثلا في شكل منشار) فاعتمدوا في ذلك على الكشط



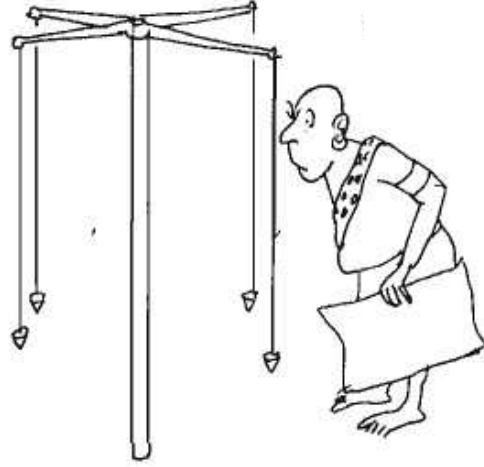
يوضع غبار الكوارتز لتحسين كل من عمليات التلميس، النشر و الحفر

في الحجر كما في الحطب

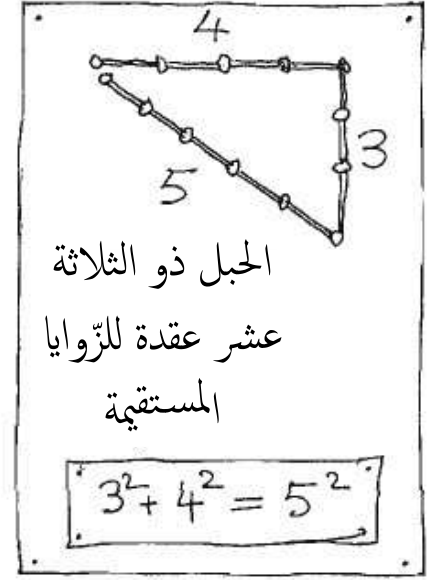


أجهزة القياس

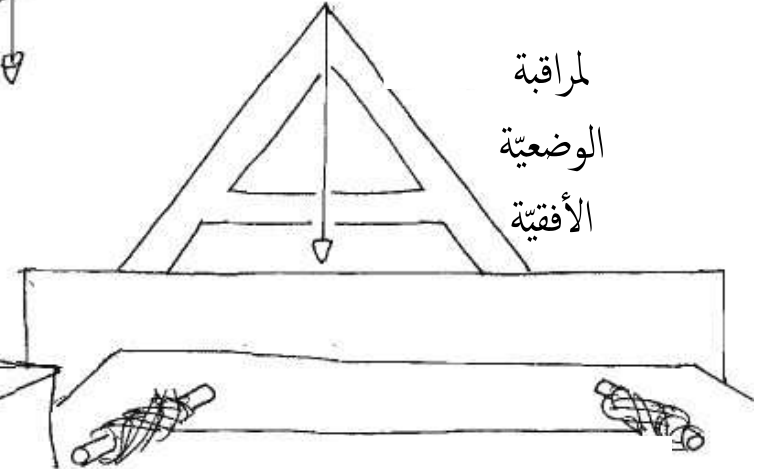
القروما
للقياس



لمراقبة الوضعية
العمودية

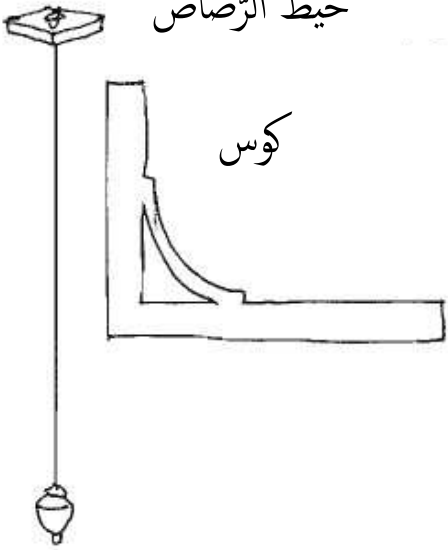


لمراقبة
الوضعية
الأفقية



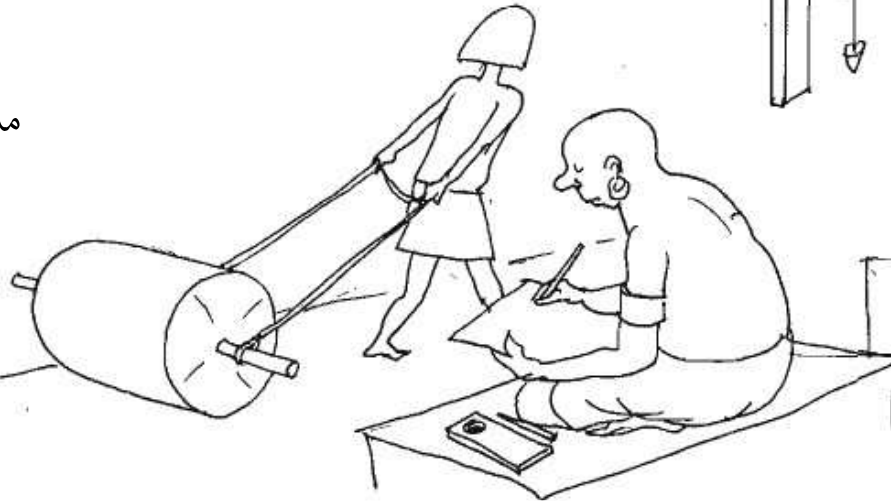
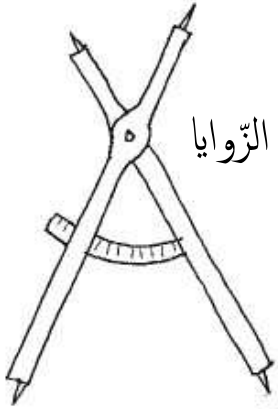
لمراقبة الوضعية السطحية

خيطة الرصاص



كوس

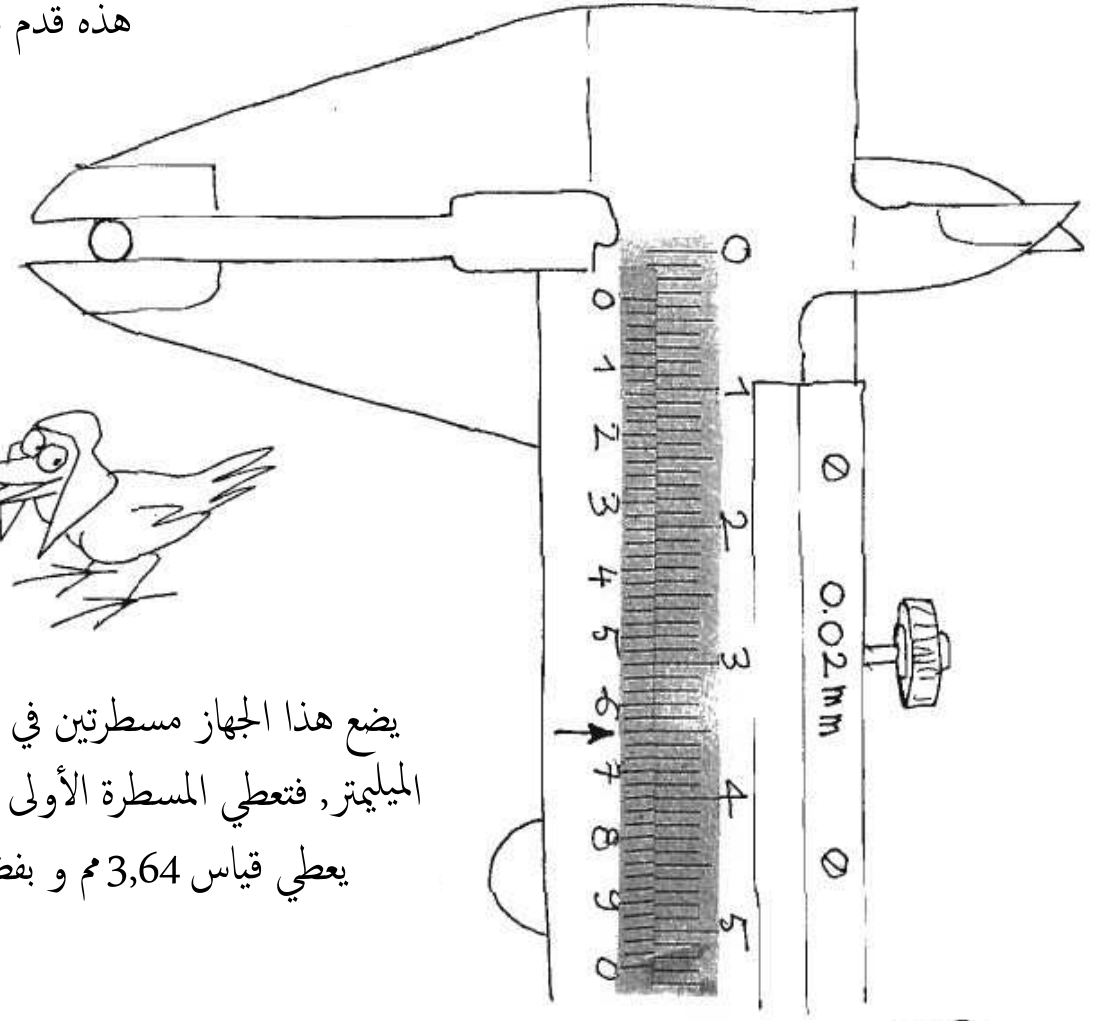
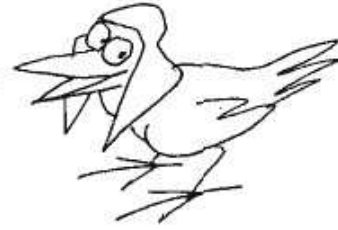
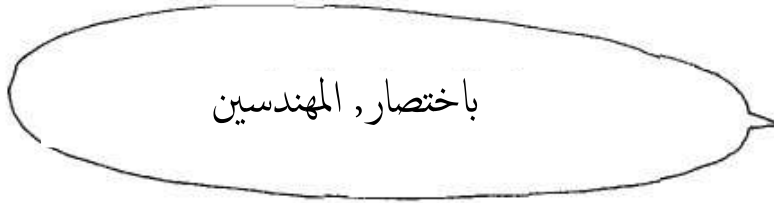
مدور لمقاييس الزوايا



اللقّة لقياس للمسافات مع امكانية اظهار العدد π في كل الأماكن التي تُقَدَّر فيها الأطوال

3000 سنة قبل فيرني (*)

هذه قدم منزقة و هي الأداة المفضلة لدى المهتمين بالهندسة



يضع هذا الجهاز مسطرتين في وضعيّة متقابلة احدهما مدرّجة بالميليمتر و الأخرى ب
الميليمتر, فتعطي المسطرة الأولى قياس 3,6 مم بالعين المجرّدة و لكن التّدخل بين الاثنتين
يعطي قياس 3,64 مم و بفضل فرني فانّ القدم المنزقة تعمل بدقّة $2/100e$ مم

23

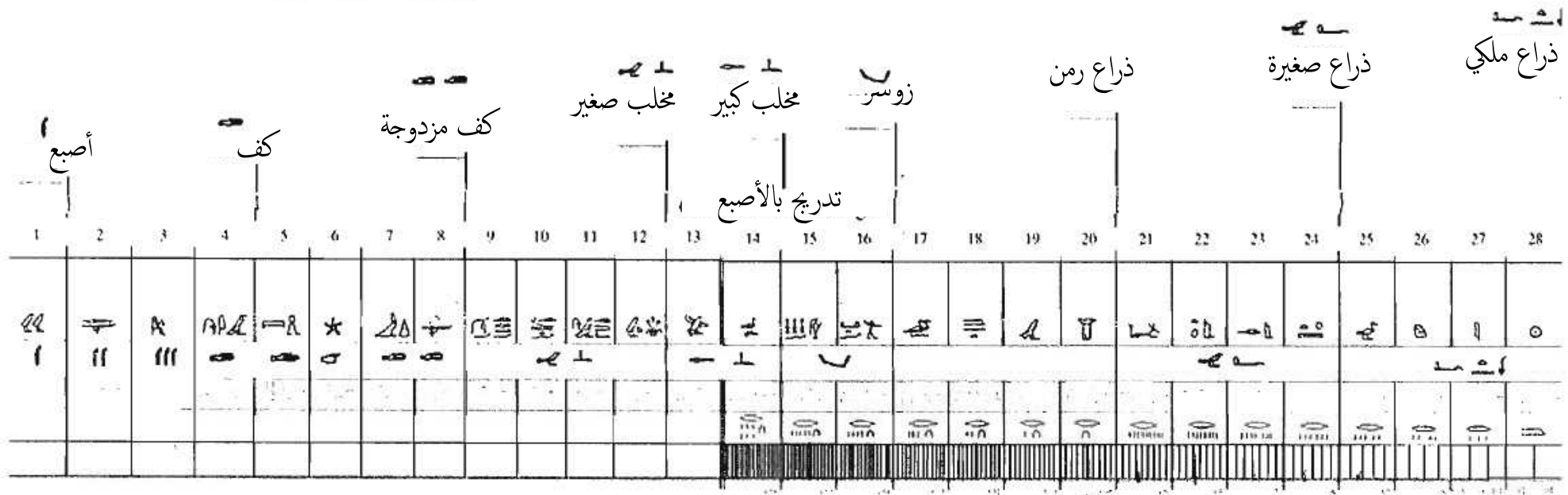
(*) بيار فرني, عالم رياضيات أعاد اختراع هذه الأداة في سنة 1631

الذراع المصري



ذراع أمنحوتب في متحف اللوفر 1539-1559

تحتوي التقسيمات التالية



في الجهة اليمنى تنقسم تدرجات الأصبع الى اثنين, ثم الى ثلاثة و أربعة و لم تحصل الرموز التدرجية الظاهرة فقط في الجزء السفلي من الجهة اليمنى للذراع على تفسير الى يومنا هذا مع اعتبار عين حورس رمزاً للقسم

لنعطي مفتاحاً للغز

كان القياس في مصر القديمة يتمثل في مجموع عدد كامل بالاضافة الى عددين آخرين كاملين سواءً كان ذلك لقراءة المخططات أو لتسجيل المعطيات عليها و لفعل ذلك كان يستخدم مهندسي مصر القديمة ذراعين اثنتين مثبتتين أحدهما في وضعية 180 درجة

بتغيير موضع الذراع الثانية بمقدار 2,5 سم نتحصّل على تداخلات بين

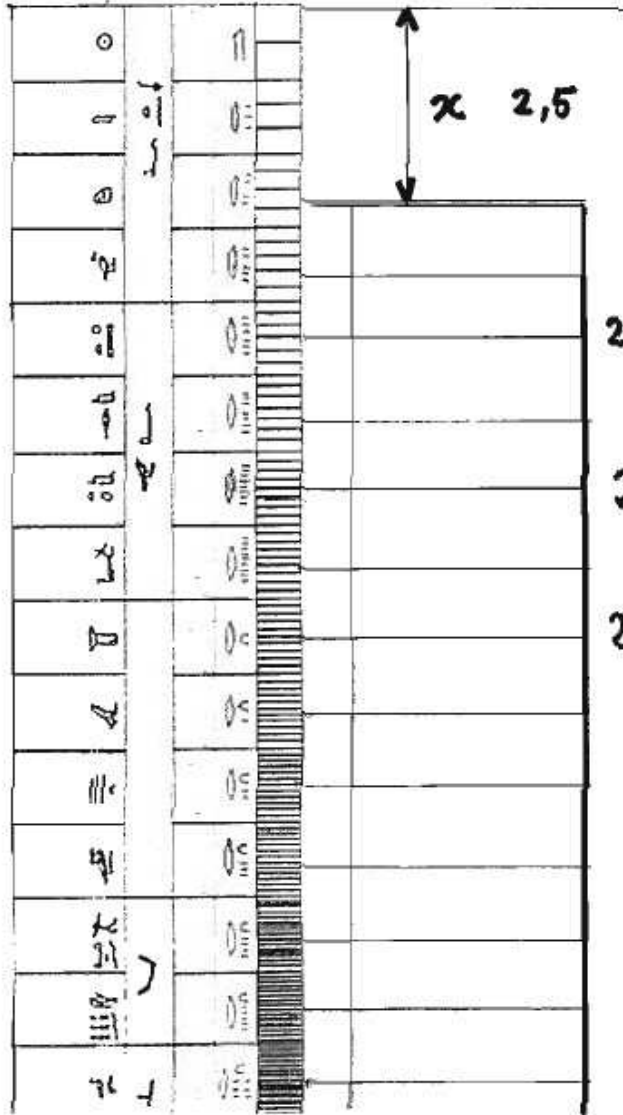
$$\frac{3}{6} = \frac{4}{8} = \frac{5}{10} = \frac{6}{12} = \frac{8}{16}$$

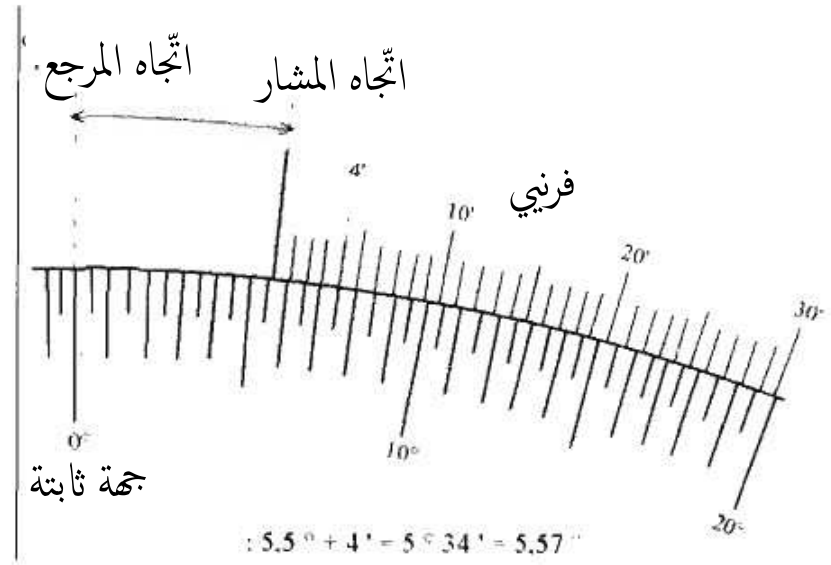
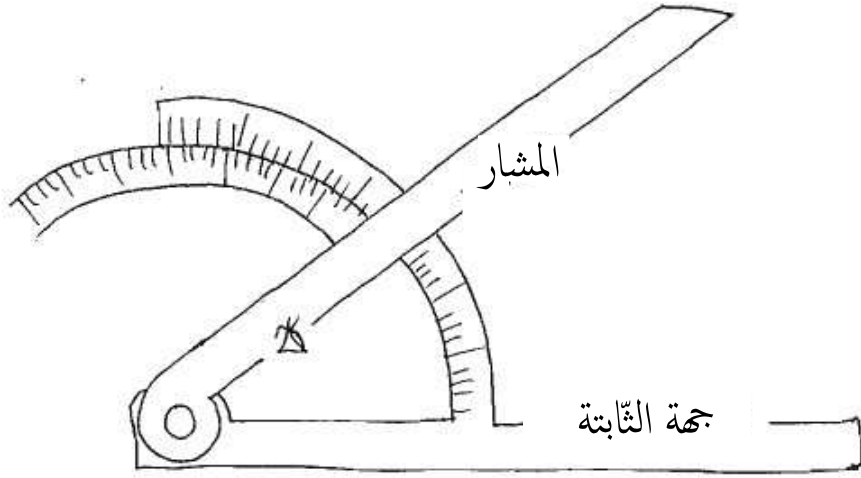
و هذا نتساءل اذا ما كانت الذراع الملكية تحتوي على نظام فيرني متعدد يسمح بتحقيق قياسات دقيقة بتقريب سدس الأصبع, أي 0,116 الأصبع

لا نعرف إلا أربعة من ورق البرديّ تُطلعنّا على الرياضيات المصريّة القديمة التي تمثّل في الأخير أوراقاً لدليل الأقسام الابتدائيّة

لمخزن القمح المقاييس التالية ...

يا ذكي, أهبنا





المنقل لمقياس الزوايا هو جهاز قدم منزلة ذو فرني بزاوية، و هنا أيضاً نستعمل التّطابق بين مسطرتين دائرتين تحملان تدريجات بفروق مختلفة و هذه الأداة تسمح بأخذ المقاييس بالسنتيمتر بطريقة دقيقة للغاية

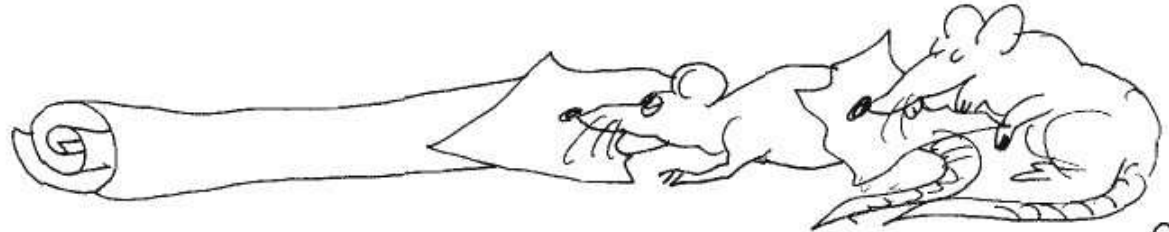
و لو أننا لم نجد منقلاً مصرياً قديماً على طريقة فرني فمن المحتمل جداً أنّهم استعملوه حوالي 2600 ق.م و ذلك نظراً لدقة البناء عندهم



عندما لا يرتبط باعادة تاريخ الشعوب القديمة ٤ يحاول علم الآثار تركيز الضوء على العلوم و التقنيات القديمة
فيتطرق الى الأدوات و آلات القياس و على الأشياء و المباني التي شيدها بكل القياسات
و أحيانا يوضح بالرسم و الأشكال و حتى الكتابات التي يصنع اكتشافها حدثاً خارقاً للعادة. عندما
تجهل الشعوب الكتابة فانها تُقصي كيانها فمثلاً لن يعرف أحد عن تراث بلاد الغال عندما يتعلق الأمر
بمصر القديمة, مرور الكثير من الزمن لا يسهل الأمر بتاتاً على علماء المصريات, فأين هي مئات آلاف أدوات بئائي الأهرام؟
أين هي تقنياتهم؟ و أين هي حسابات مهندسيهم و المخططين؟

ضاع كل شيء تقريباً في خضم الأربعين قرناً التي تفرقنا عن تلك الأزمنة القديمة و الخطأ يعود للمختصين الذين فقدوا تركيزهم
من عظمة ما يمدنا به هذا التاريخ من معلومات فشجعوا نموذجاً مبنياً على مبادئ الاجماع على أشياء لم تكن تدركها
تلك الشعوب و كل هذا على أساس مخطط تطوري يستثني كل رُكود -تعبُد حقيقي للنظرية التطورية- فلا نسمع
بالعجلة أو البكرة و لا حتى أنهم كانوا يجوبون البحار, لقد كانوا علماء رياضيات متواضعين, مهندسين متواضعين و لولا ذلك لوجدوا
طريقة لا يصل كل تلك المعلومات اليها عن طريق الكتابة

بالتأكيد...



وسائل التّقل

العجلة؟ و لكن مالذي تفعلونه بالأحمال على الأرض؟

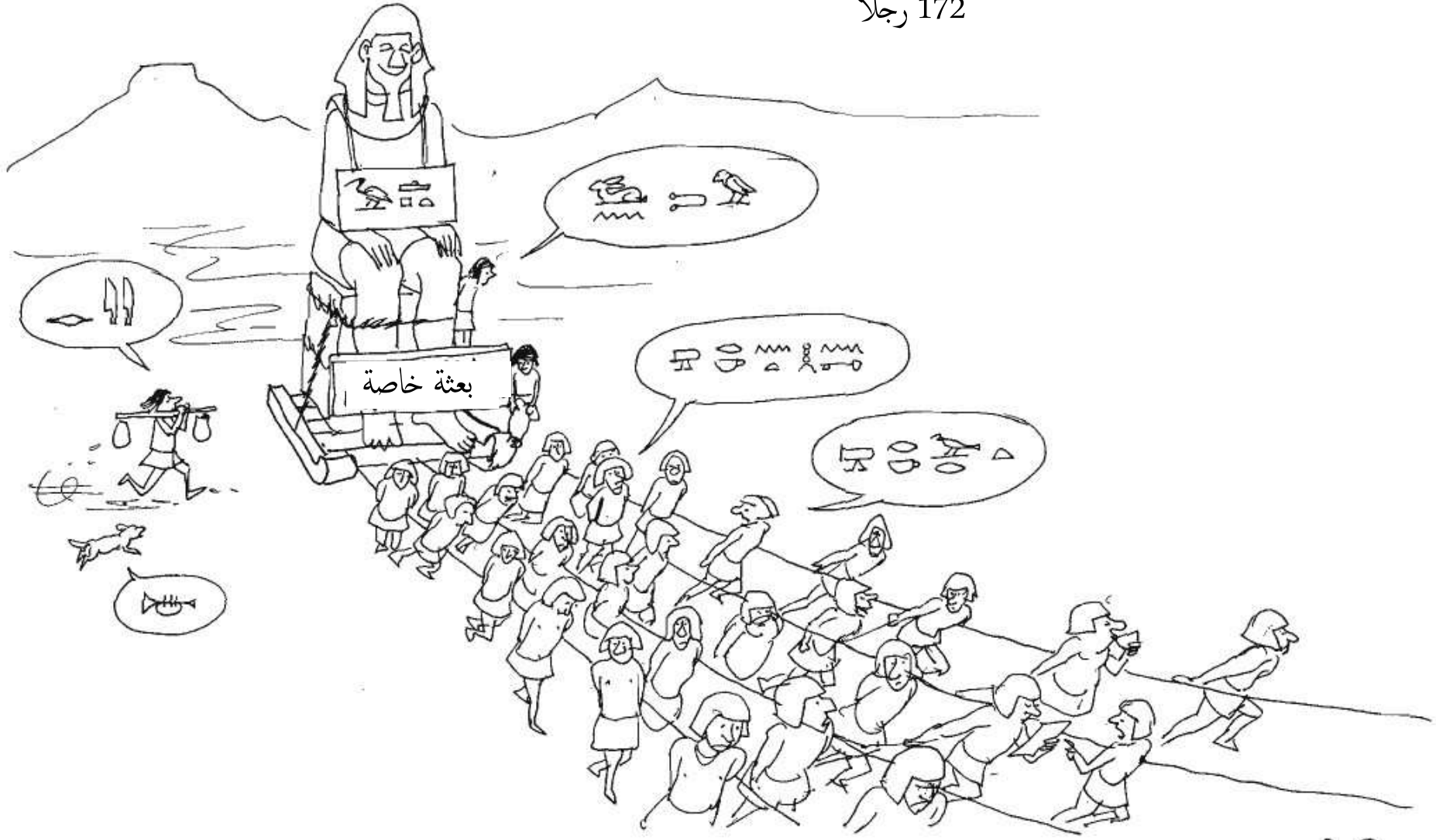
ليس الخفيف بأسلوبك

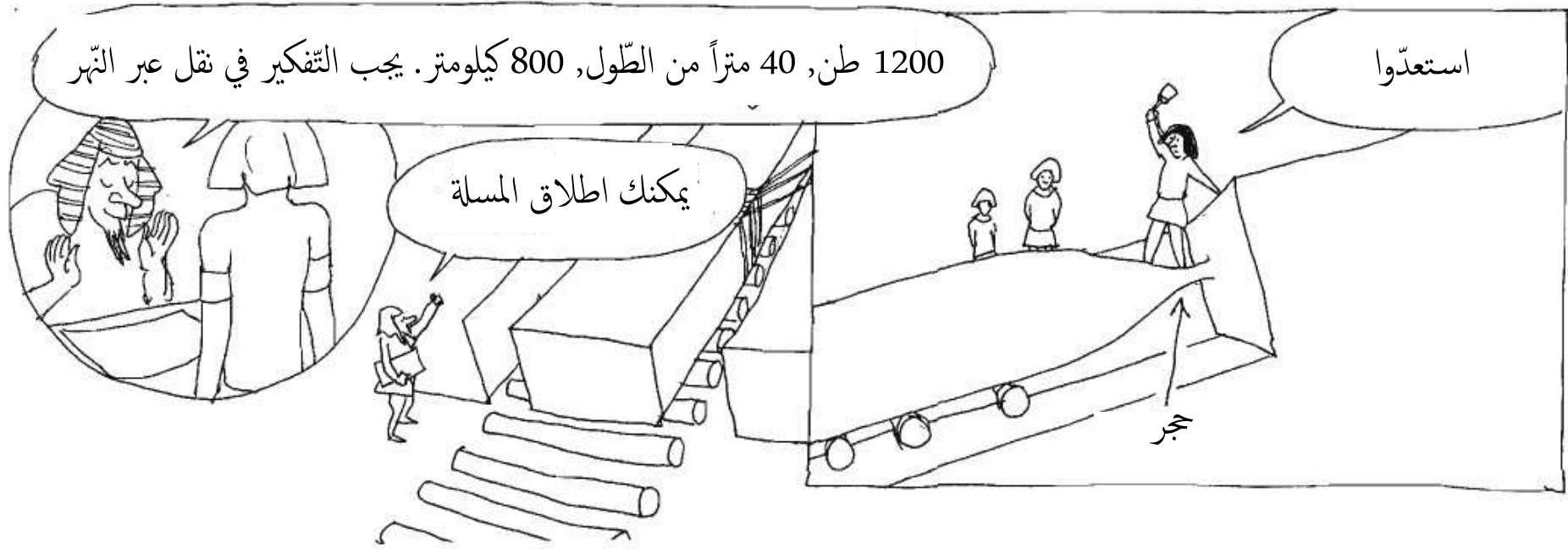
الحلّ هو السّحب على سطح جيّد من الطّمي

لدينا الطّريقة العاديّة هنا 2,5 طن و ثمانية رجال

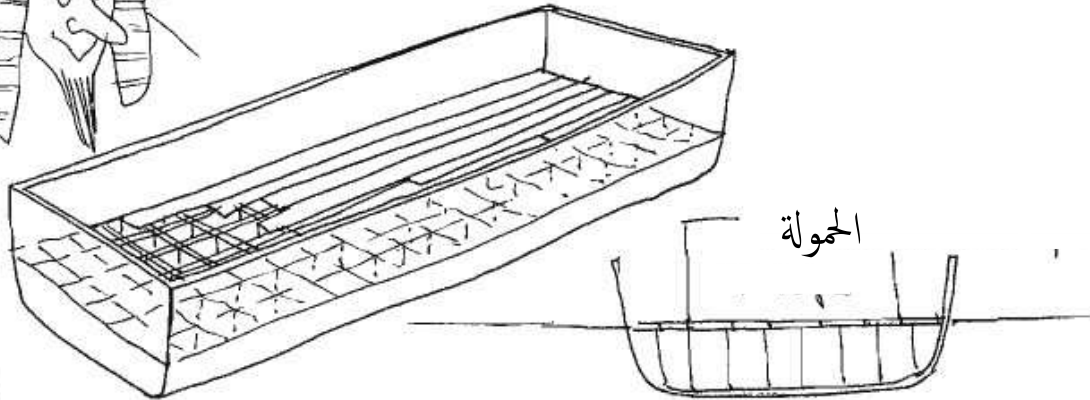
و ان اقتضت الحاجة يلزمنا
أكثر من ذلك

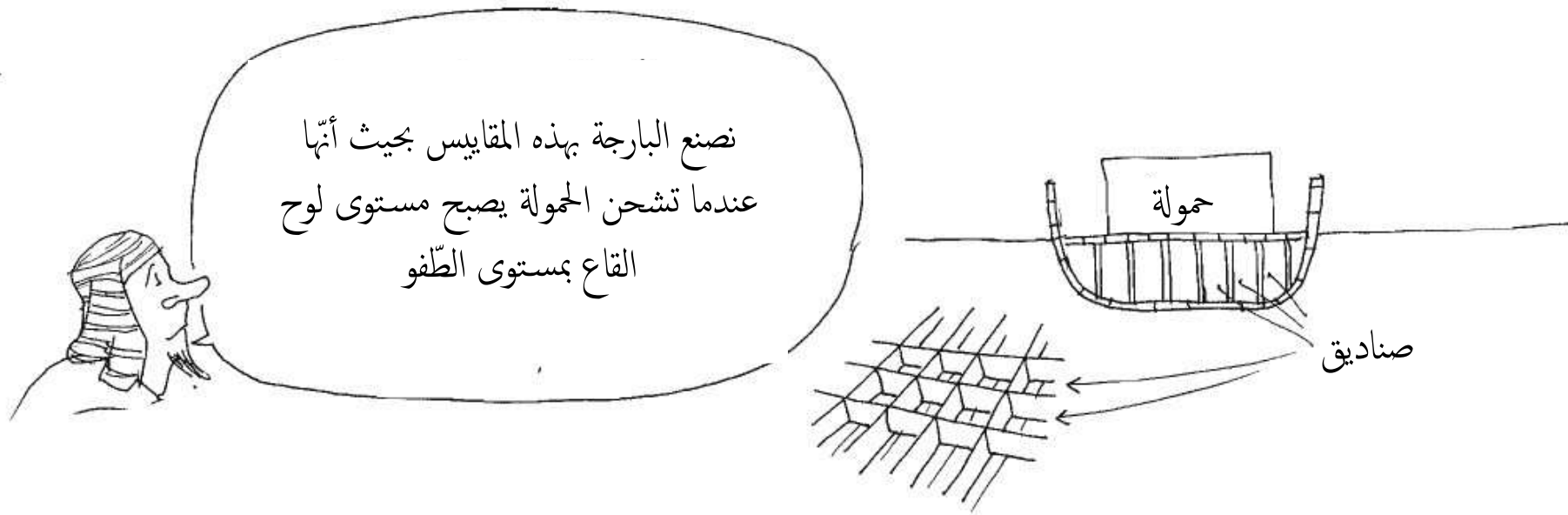
تمثال جيحوتيحوتب (اسمه على اللوحة)
والي احدى المقاطعات بوزن 60 طناً، ارتفاع سبعة أمتار مسحوباً بواسطة
172 رجلاً



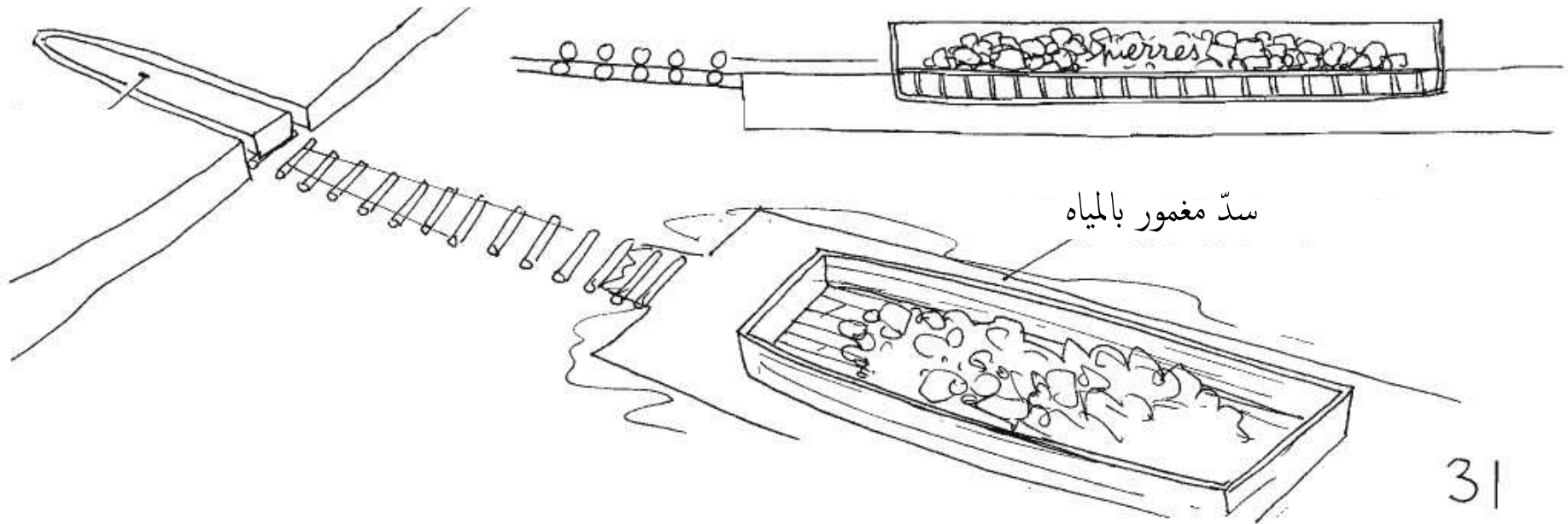


لنقل الأشياء الثّقيلة نستعمل بارجة خاصّة قاعها عبارة عن صناديق مغطّاة بلوح لتوزيع أفضل للثّقيل بينما شكلها الخارجي لا يستلزم أن يكون هيدرودينامي فهي يجب أن تُدفع في قناة موازية للثّل



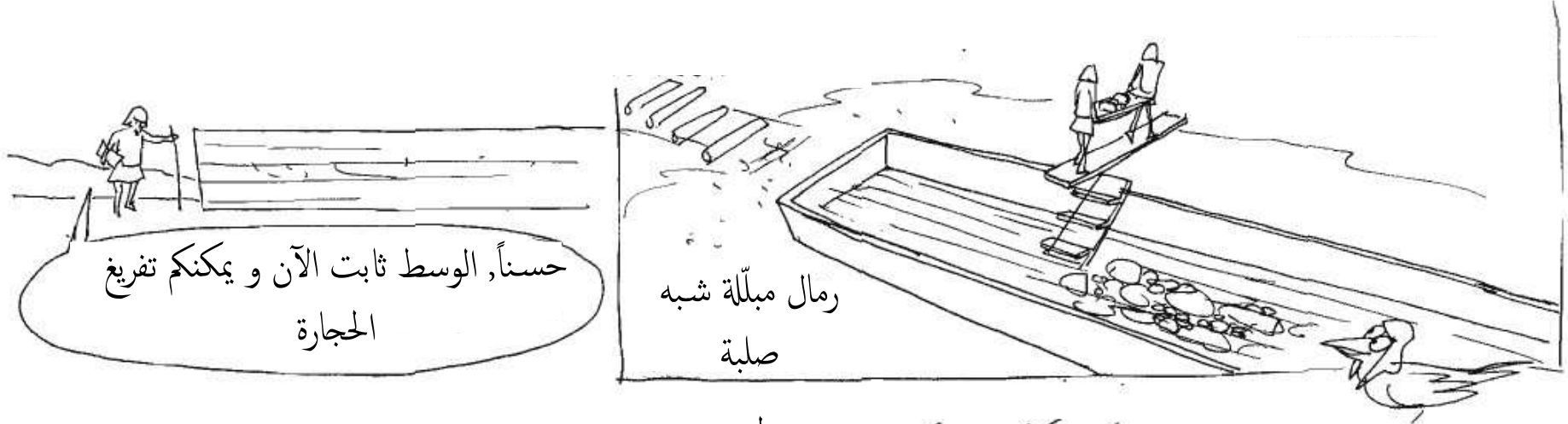


ثمّ نضع البارجة في سدّ مغمور بالمياه بعدما كُنّا قد حملناها من الحجارة ما يساوي ثقل الذي نريد نقله

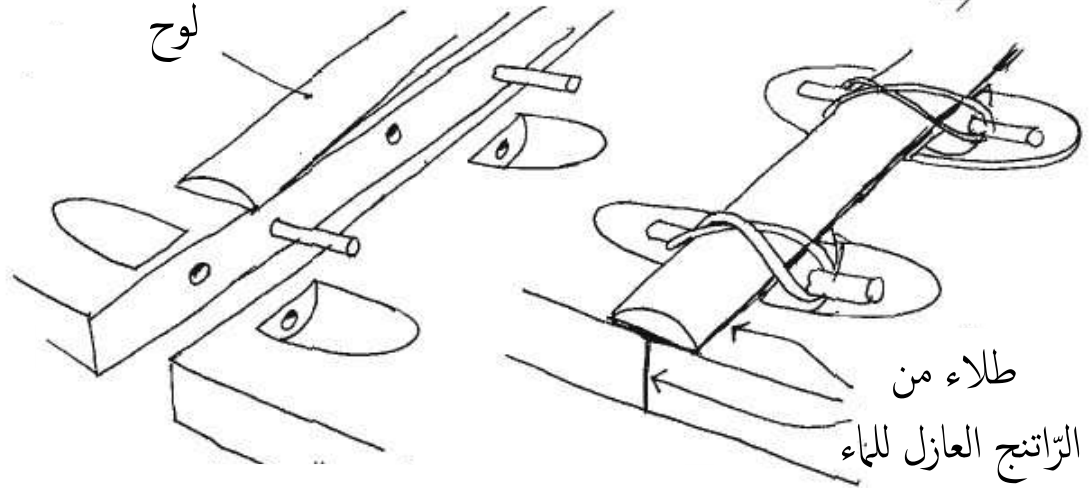


سدّ الرّمال

نحْمَل مياهُ السدِّ بالرّمال حتّى تفقد طبيعتها السائلة و تصير كالصلب

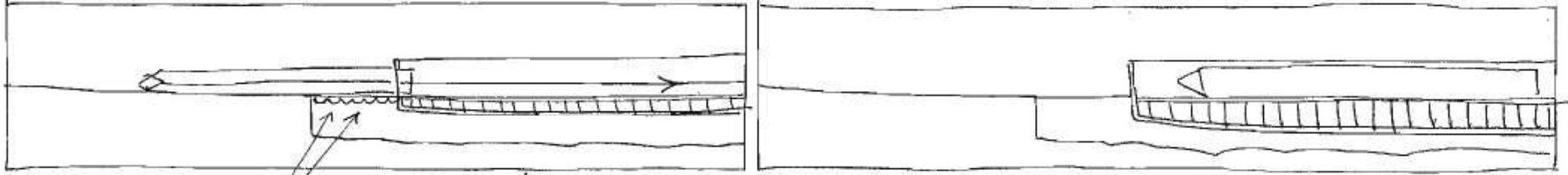


كلّ السّفن المصريّة كانت لها هيكل من اللوح عناصرها مربوطة بالحبال و هذا ما نسّميه بالهيكل المخاطة



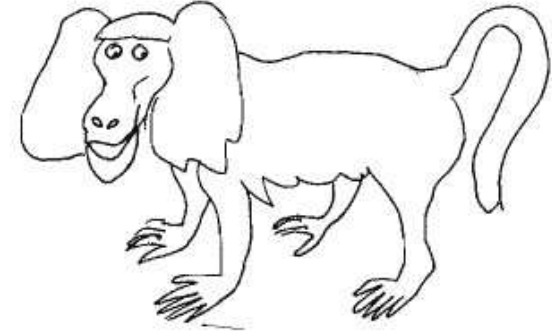
خياطة مصريّة ” محور خوفو ” ا

سمح سدّ الرمال بشحن المسلة بلفّه أو جرّه على سطح من الطّين نحو لوح قاع البارجة

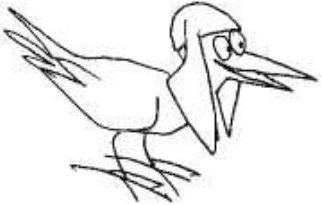


جذوع التّخيل

لم يتبقّى سوى خياطة مقدّمة البارجة و من ثمة تعويض الرمال
المبلّلة بالمياه لتستطيع البارجة بعد ذلك أن تطفو متّخذة القناة
كمر نحو وحمّتها



عند الوصول الى المكان المراد يتمّ افراغ الحمولة بالعملية العكسيّة
مستعملين سدّ رمل آخر

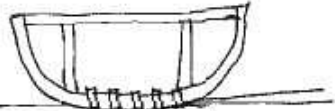




كلّ هذا دهاء و قوّة سحرية

1830

ألفي سنة فيما بعد

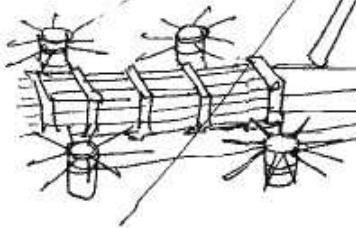


خمسة أرجل خشبية

أعمدة خشبية



ونش



الأقصر

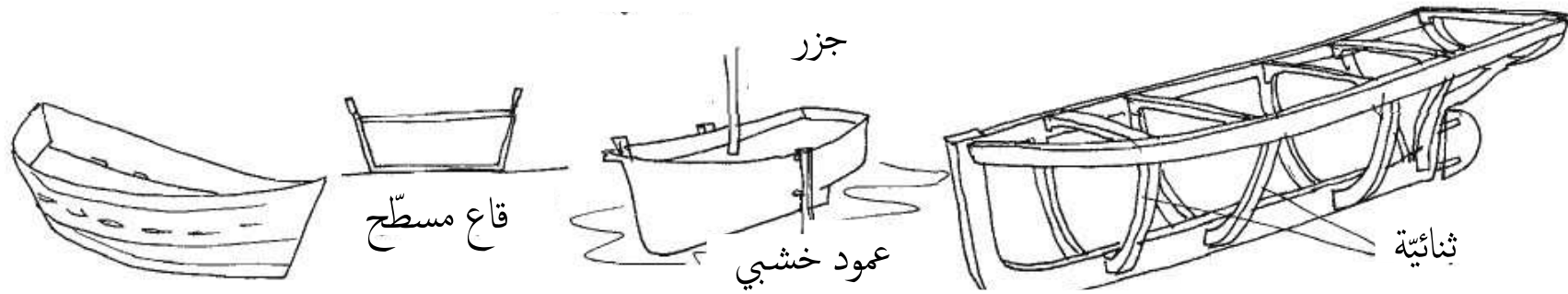


لنقل المسلة ذات 23 متراً و 230 طناً التي وضعها الفرنسيون في ساحة الكونكورد بفرنسا، استعملوا سفينة بقاع مسطح بُني خصيصاً لهذا الغرض مع مقدمة متحركة و قد كانت هذه المسلة في الأصل متوضّعة فوق قاعدة محاطة أربع مرّات بقردة الرّياح المرتكزين على قوائمهم الخلفية و بمأنّ أعضاءهم التكاثرية كانت ظاهرة فقد نُحت حامل آخر من نفس معدن المسلة و هة الغرانت

الوردي

علماء تاريخ العصور القديمة يشهدون على طريقة الشّحن و التّفريغ للسّفن المصريّة، و قد سمحت طريقة خياطة الخشب بالحبل بنقل وحدات مفكّكة كليّاً من النيل الى البحر الأحمر حيث نجد وحدات عديدة مخزّنة في كهوف

لقد وُجدت سفينة بطول 43 متراً سنة 1954 في شكل قطع مفكّكة في أخدود قرب هرم خوفو و هذا يستثني الجمع بالدّسار. هذه التّقنيّة التي تجمع بين اقتصاد الخشب والحفّة و المقاومة قد أهملت عندما أصبح على السّفن مواجهة ظاهرة المدّ و الجزر المميّزة خاصة للسواحل الشماليّة التي تُنتج ظاهرة التّشطيء



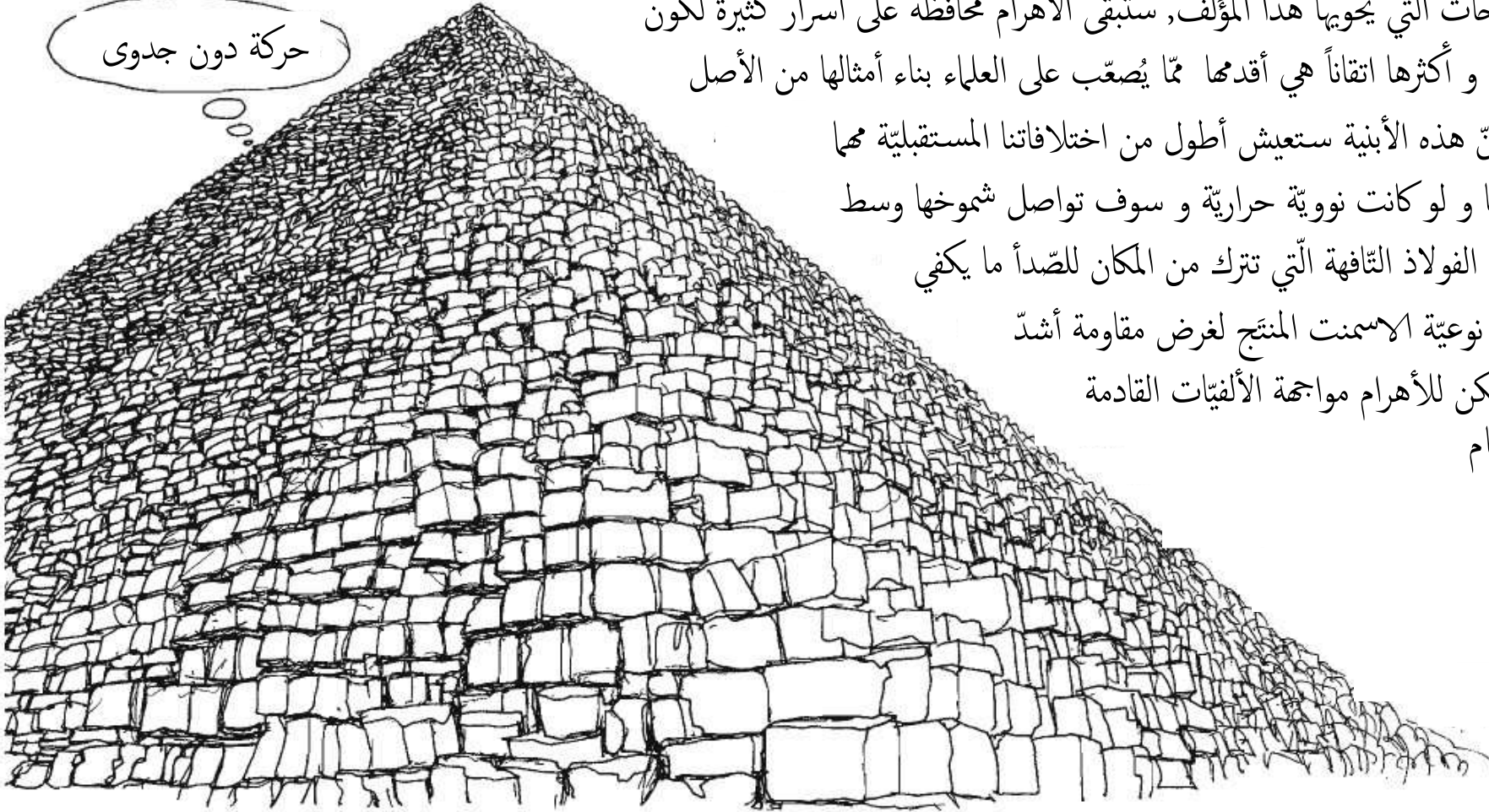
توفّر الخشب بسهولة سمح بالتّخلي عن الهياكل التي تحتاج الى تبطين و تعويضها بتلك ذات الأرجل الخشبيّة مع امكانيّة وضع بوابات كبيرة كنتيجة مباشرة لذلك تضمن شحناً و تفريراً أحسن للبضاعة



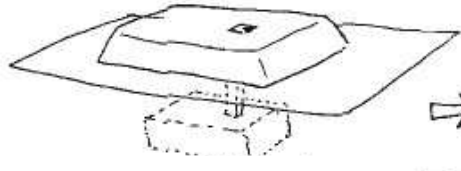
انحدار و آلات من كلّ النواع

رغم التوضيحات التي يجويها هذا المؤلف, ستبقى الأهرام محافظة على أسرار كثيرة لكون أكبر الأبنية و أكثرها اتقاناً هي أقدمها مما يصعب على العلماء بناء أمثالها من الأصل مما فعلنا فإن هذه الأبنية ستعيش أطول من اختلافاتنا المستقبلية مما كانت عالميتها و لو كانت نووية حرارية و سوف تواصل شموخها وسط حطام أبنية الفولاذ التافهة التي تترك من المكان للصدأ ما يكفي منمة تراجع نوعية الاسمنت المنتج لغرض مقاومة أشدّ الزلازل. يمكن للأهرام مواجهة الألفيات القادمة في هدوء تام

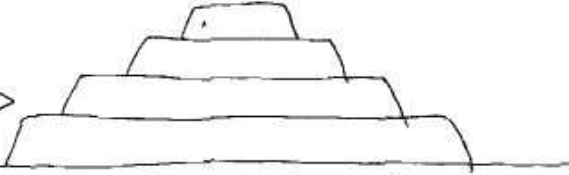
حركة دون جدوى



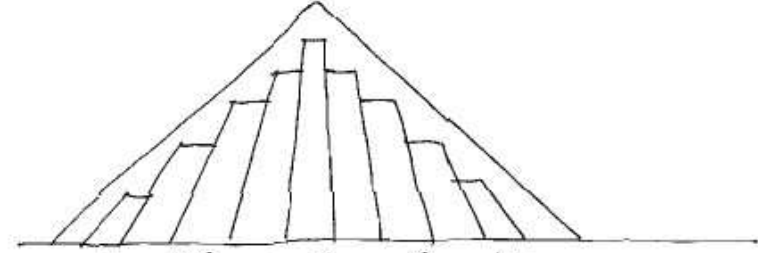
على مستوى مخطط البناء الداخلي, هناك فكرتين أساسيتين : اذا كانت الأهرام امتداداً للأضرحة المسماة بالمصطبات فيمكننا اعتبارهم تراكمًا لهاته الأخيرة, و لكن عكس ذلك, فان بورشاردت سنة 1930 قد تصوّر تجاوراً في وضعيّة طبقات الصخور المستندة بعضها على بعض. و لكن هذا يمثل في هرم خوفو جملة من مليونين و نصف المليون حجر



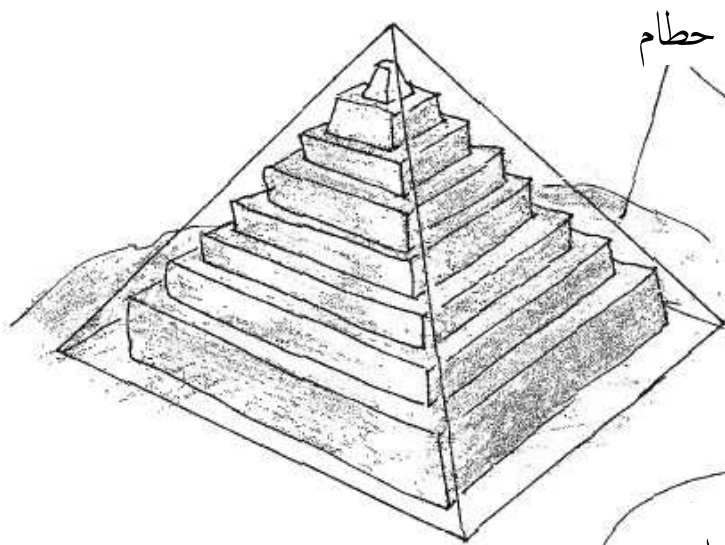
ضريح مصطبة تحت الأرض



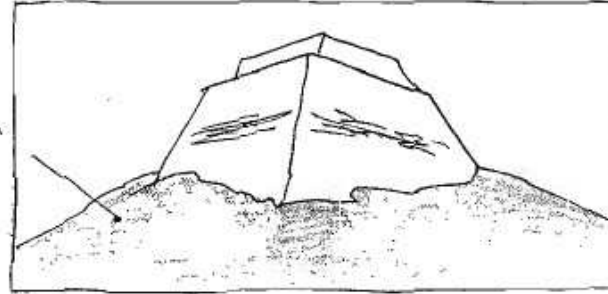
تأويل تقليدي لسقارة



نموذج بورشاردت



حطام



فكرة مستندة الى بقايا هرم ميدوم



نظراً لصعوبة إعادة تقنيات بناء الأهرام نجد أنفسنا
مغمورين بنظريات مبنية على المساعدة الخارجية

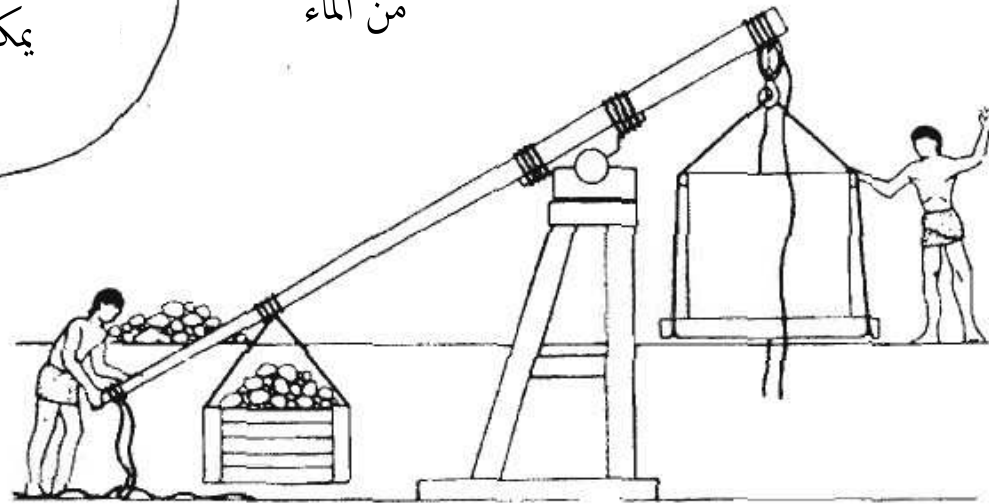
في فرنسا، منذ سنة 1975، يحضر المهندس المعماري جون بيار آدام في
كلّ المظاهرات الإعلامية لمحاربة كلّ نظرية ذات مصدر خارجي عن
وسط علماء المصريات



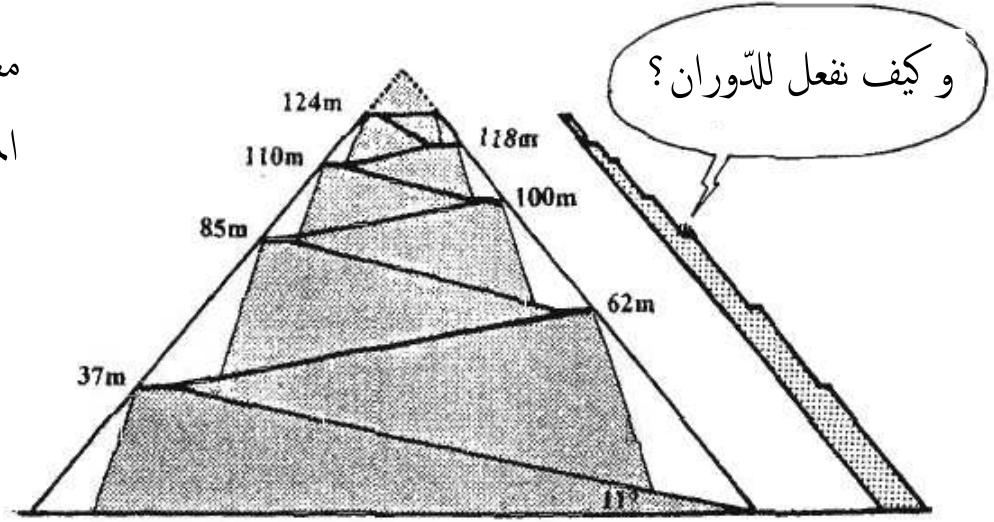
لقد بدأ بدعم في جماعة مسيرى الآلات عارضاً طريقة رفع الحجارة بالشادوف, هذا الرسم المأخوذ من كتابه تافه فيزيائياً : العلاقة بين ذراعي الحامل تمثل 2500 لحمل الحجر العادي ذو 2500 كيلوغرام, يجب على صندوقه احتواء $1562 = 1,6/2500$ كيلوغرام مما ينافي الواقع



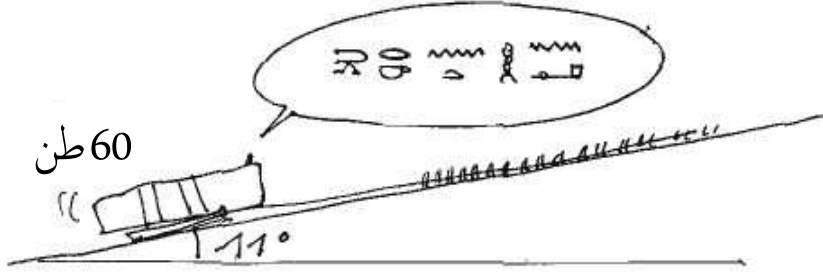
عشرة لتر من الماء



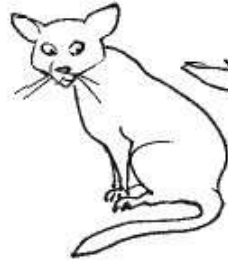
معمداً على مَحِيلته و على ما يعتبره تِيَّةً طَيِّبَةً, أصبح آدام انحداري الميول, فتكلم عن المنحدر الملتصق من جهة واحدة بميلان احدى عشرة درجة



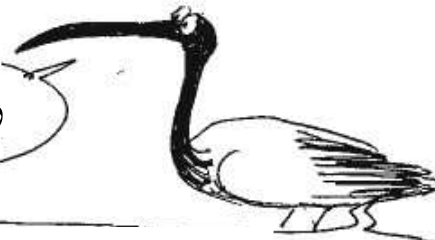
منحدر آدام الملتصق



لسحب 60 طناً على منحدر باحدى عشرة درجة تلزمنا قوّة ثلاثة أطنان أي ما يُعادل 150 رجلاً, ولاستعمالهم في السّحب يجب أن يصل عرض المنحدر الى 15 متر



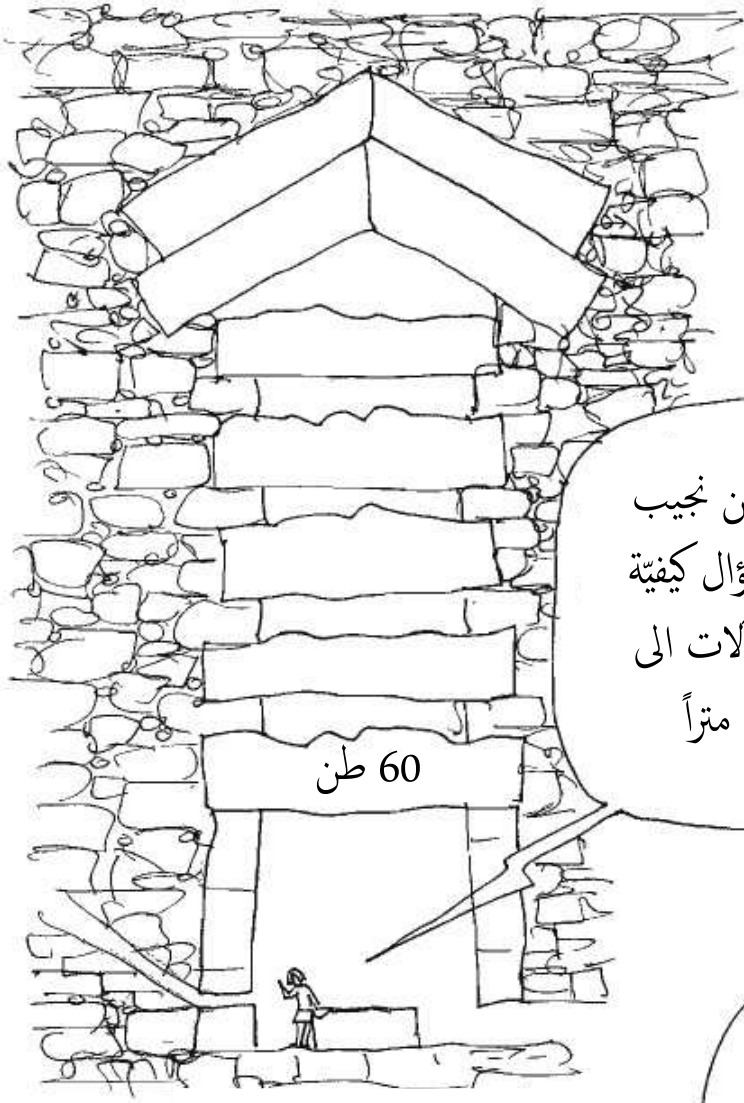
و كيف نفعل في المنعطفات؟



و كيف نعلّق هذا الشيء في الهرم؟



يا الالهي



60 طن

غرفة الملك - هرم خوفو

مهما فعلنا فلن نجيب
أبدأ على سؤال كيفية
رفع هذه الآلات الى
علو 70 متراً

2560 ق.م

غرفة الملك

غرفة الملكة

غرفة تحت الأرض

سطح صخري 230 متراً

47م ↑

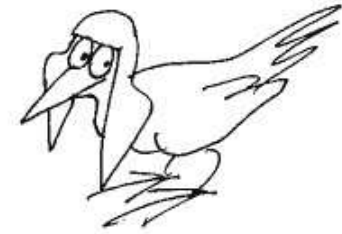
2500000 متر مكعب



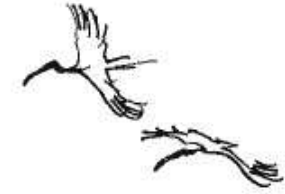
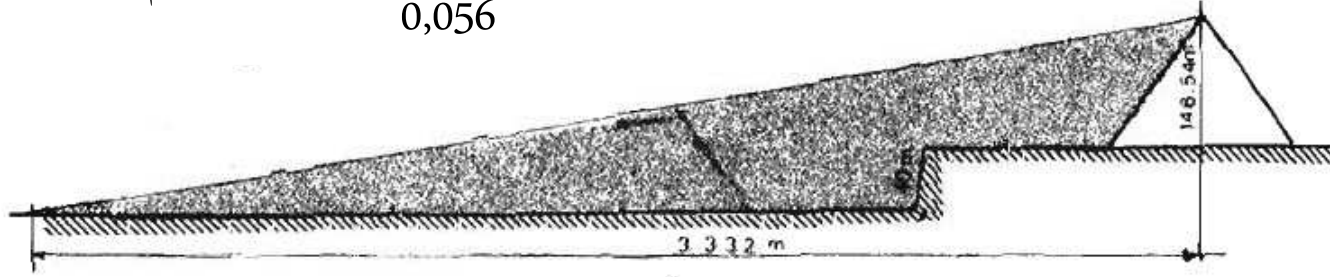
نفق كبير

51°50

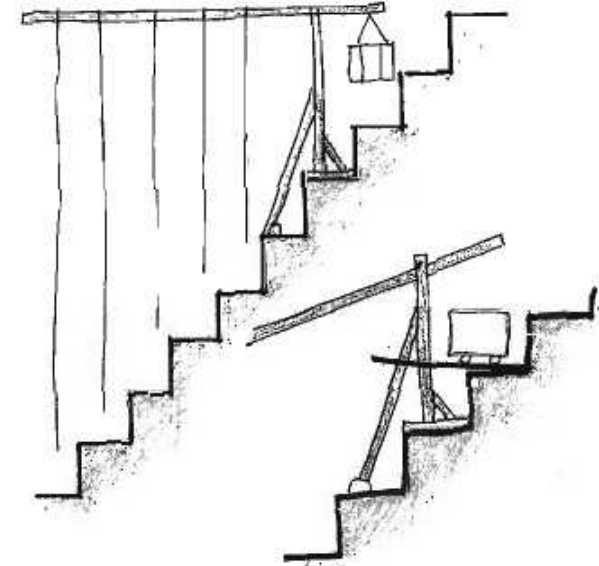
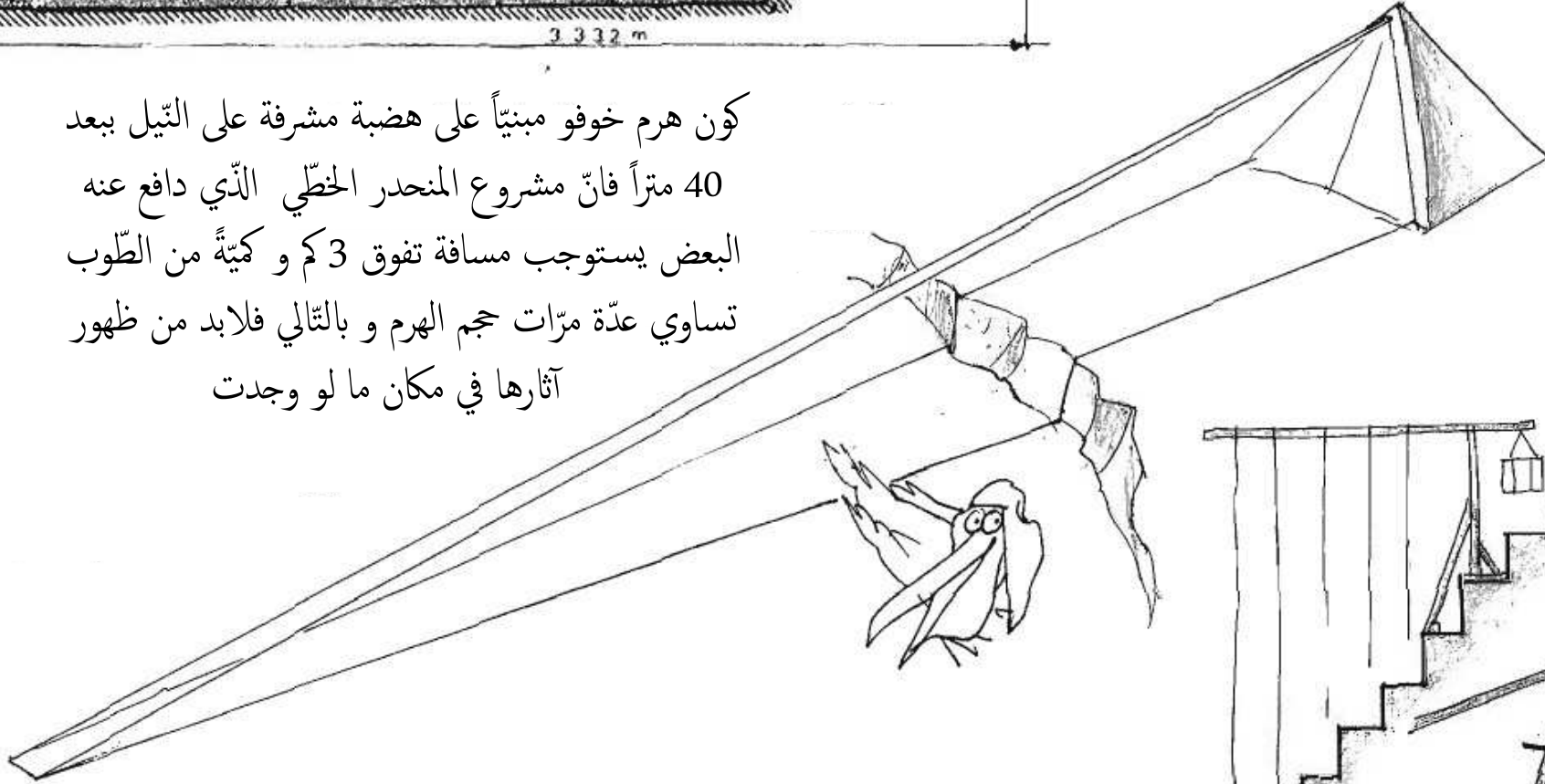
كانت الفكرة الأولى تتحدّث عن
منحدر خطّي من الآجر ،
مسلّح بعارضات من خشب



$$3331,96 \text{ م} = \frac{186,59}{0,056}$$

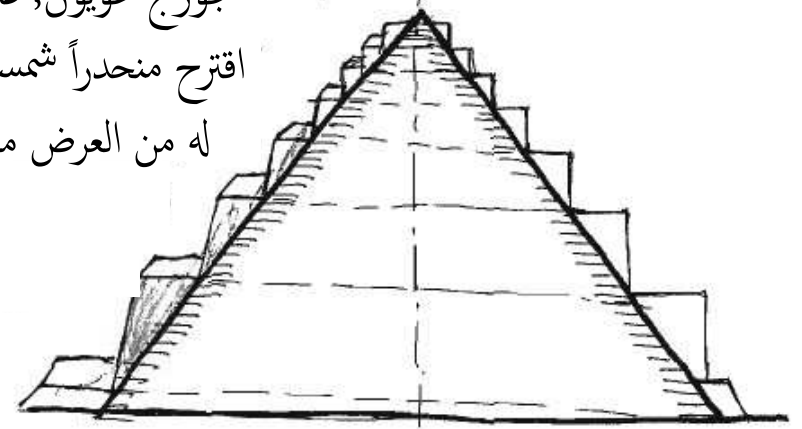
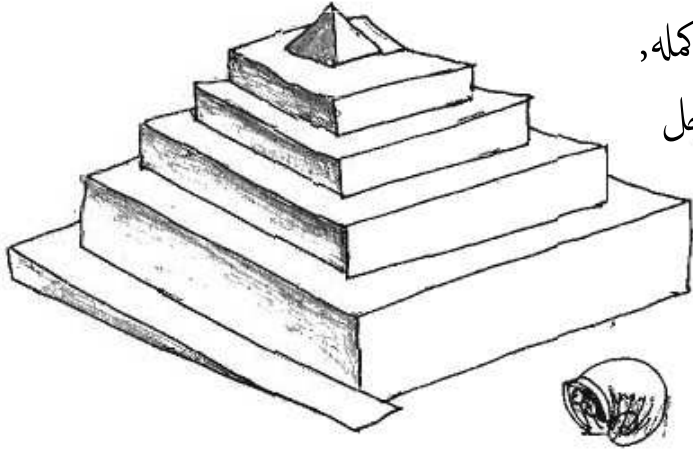


كون هرم خوفو مبنياً على هضبة مشرفة على النيل بعد
40 متراً فإنّ مشروع المنحدر الخطّي الذي دافع عنه
البعض يستوجب مسافة تفوق 3 كم و كميةً من الطّوب
تساوي عدّة مرّات حجم الهرم و بالتّالي فلا بد من ظهور
آثارها في مكان ما لو وجدت



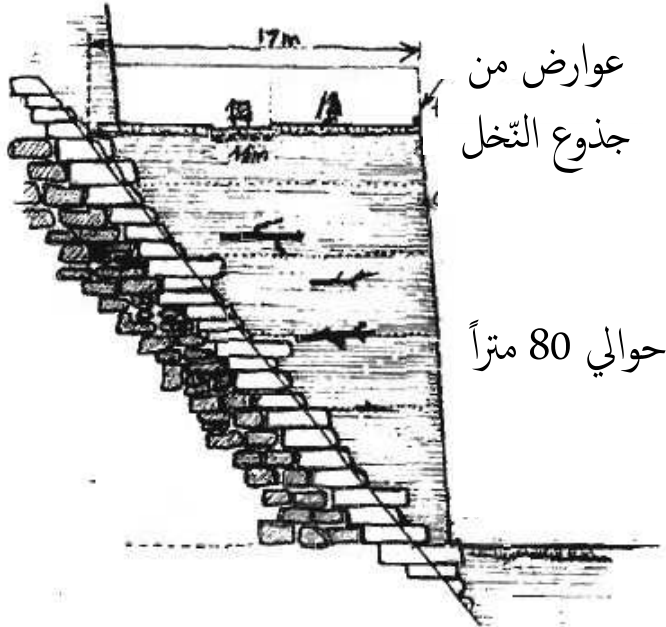
بينما يميل أصحاب النّظرية الآليّة الى تصوّر شادوف متعدّد يعمل باثناء

جورج غويون, عالم مصريّات رسمي للملك فاروق كان قد اقترح منحدرًا شمسيًا من الطوب الرطب يغلف الهرم بأكمله, له من العرض ما يكفي (15م) ليسمح بتنقل 200 رجل



و المشكل الآخر هو فقداننا لكلّ اتصال مع سطح الهرم

و لكنّ الثبات الميكانيكي لهذا المنحدر في حدّ ذاته يطرح اشكالا

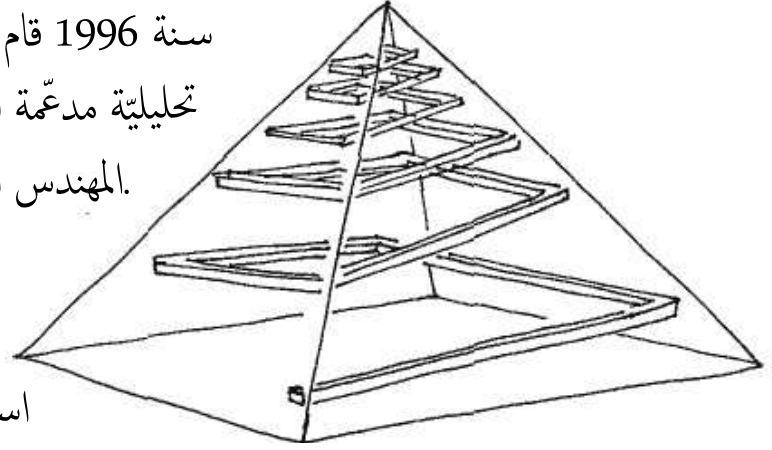


جورج غويون, م.و.أ.ع
1996-1905

بناء الهرم يتطلّب دقّة بالسنتيمتر لمكوّناته ممّا يستوجب فولاذاً في مركزه ممثلاً بخيط من الرصاص موضوعاً في بئر مركزيّ

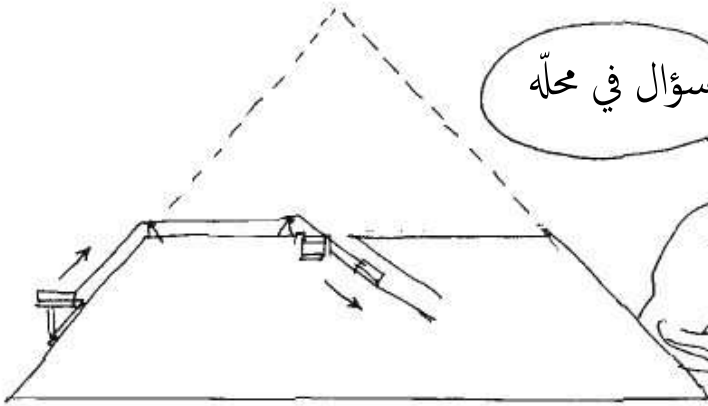
سرّ بناء الأهرام , معاد طبعه سنة
1997, منشورات بيغاليون

سنة 1996 قام المهندس المعماري جون بيار هودين بتطوير صورة
تحليلية مدعّمة لنظرية المنحدر الداخلي المقترحة مبدئياً من طرف
المهندس الايطالي ايليو دوميدي لضمان رفع الحجارة الكبيرة

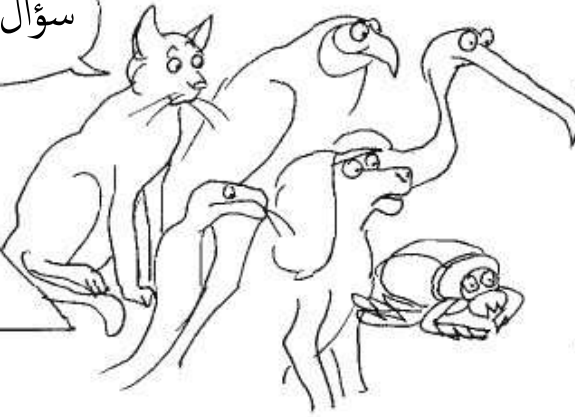


باعتاد فكرة بيار غروزا،
استعمل هودين وزناً معاكساً
منزلقاً على طول التثقب الكبير
بانحدار 50 درجة

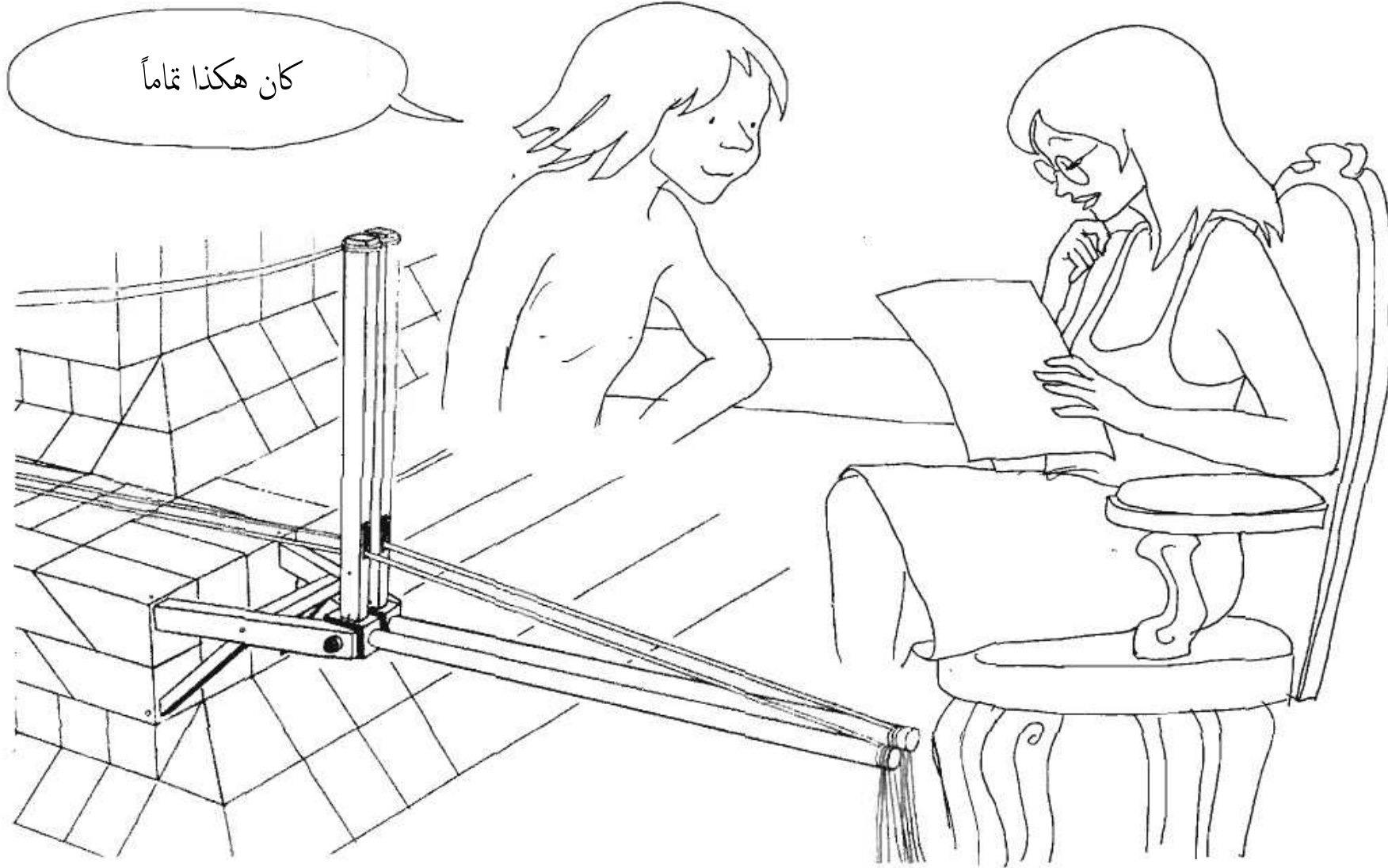
و بالتالي فغربة رافعة يساعدها وزن متنقل معاكس
كانت ستعمل جيّداً من هذا المنظور



سؤال في محله



ماذا لو كان هذا
غير صحيح؟



لقد رأيت الذراعين يصعدان و يهبطان

و مالذي كان يُجَرِّكُهما؟

حبال

عامل فوق الحجر يعمل على انزلاق
العُقد الحاجزة في حبال السحب
المتحركة حسب عمل ذراعي آلة
السحب

ذراع الآلة

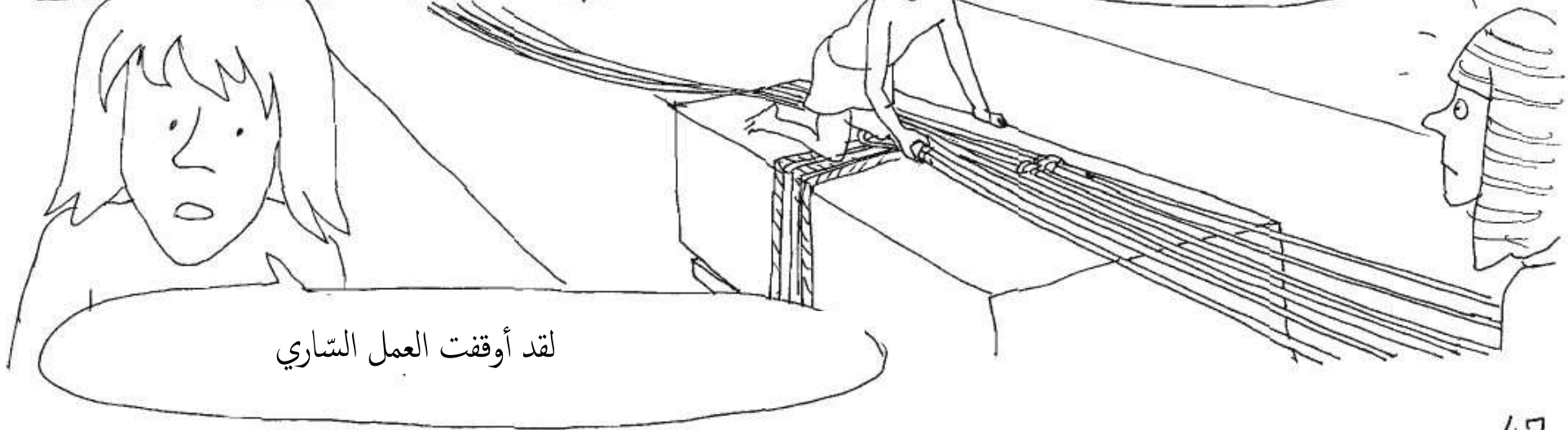
الوزن المعاكس للحبال

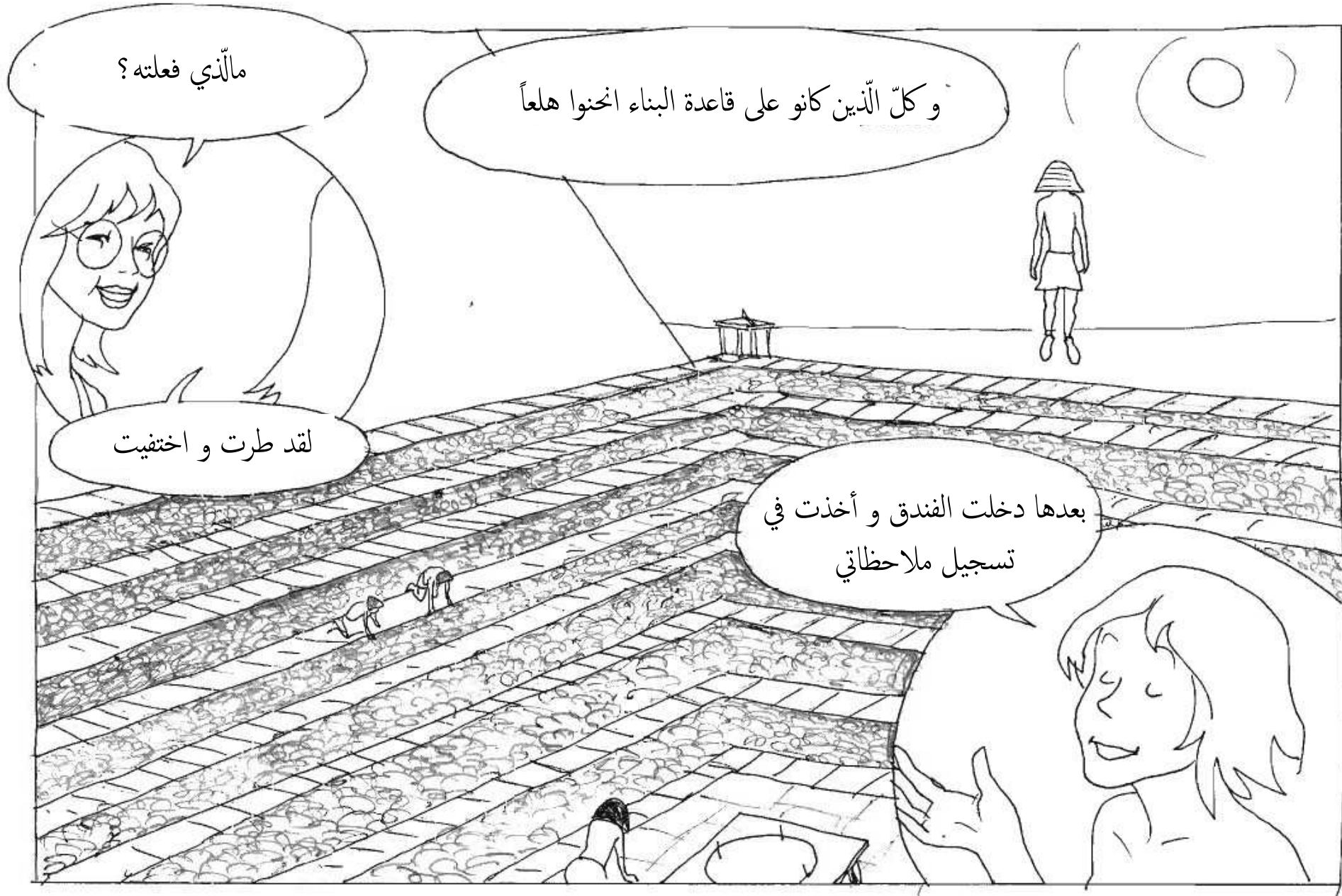
دسار

حجر تعتمد عليه الحبال

مجموعتين من ستة رجال

لقد صعدت على المنحدر لأرى و
هناك بدأت مشاكلي مع الرجل
الأصلع الذي يلبس جلد فهد





أيمكنك وصف هاذة الآلة بالكامل؟

يمكنني حتى بناؤها

هذا ما قاموا به في قصر الاكتشافات
بباريس على مستوى الربع و ذلك في
سنة 2006, و بفضل ذلك استطاع
أطفال ذوي عشرة سنوات سحب
حجر يزن 500 كغ على سطح مائل

مثبتات حبال
صخرية

في آلتك هاته يضحّم هذا التّركيب قوّة السّحب و كنتيجة لذلك عندما تنزل الأعمدة فإنّ حركة المحمّولة لا تتجاوز العشرين سنتمتر، يجب اعادة التّركيب في كلّ مرّة للاستفادة من سحب جديد، أليس كذلك؟

إنّها تطبيق حديث للمقبض

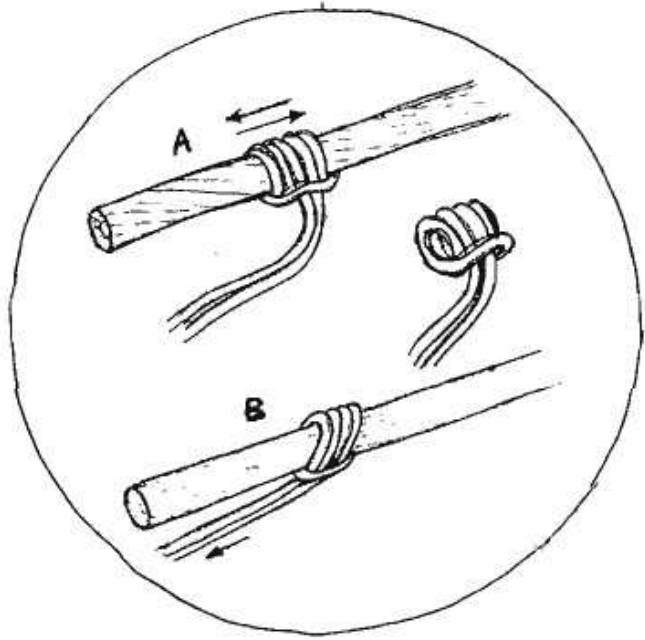
مثل كاسر الجوز

تنسين أنّهما آلتين تشتغلان بتناوب

فتي منتصب فوق الحجر يُحرّك عقداً حاجزة عن ارادة

تطبيق حديث للعقد

أنت مجدداً؟



يمكنكم المحاولة بخيط و مكنسة،
التجربة ناجحة للغاية

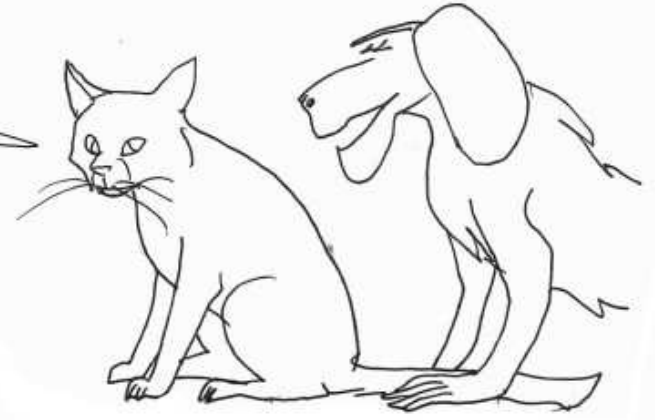
كان الحجر يصعد بسرعة دون
وقت للتوقف

مؤكّد، و لكن ماذا يحدث عندما
نصل الى الزاوية؟

لا مشكلة

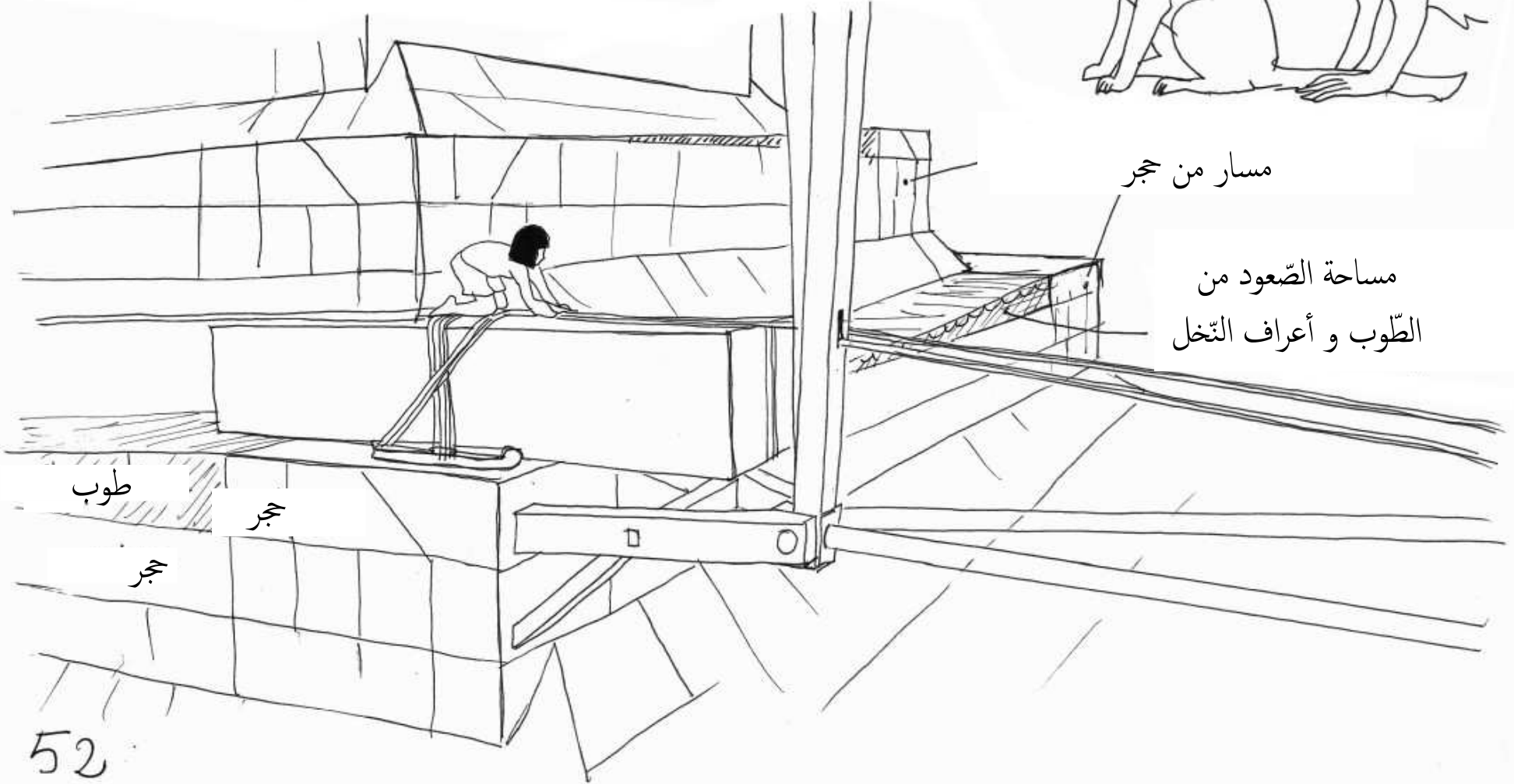
منحدر غويون كان من الطّوب و منحدرنا هذا من
الصّخر

وصفعدما يصل الحجر للزاوية يتوضع على قاعدة أفقيّة من صخر ملساء
بفضل الطمي الرطب فيمكننا اذن تركه على هذا الحامل



مسار من حجر

مساحة الصعود من
الطوب و أعراف التخل



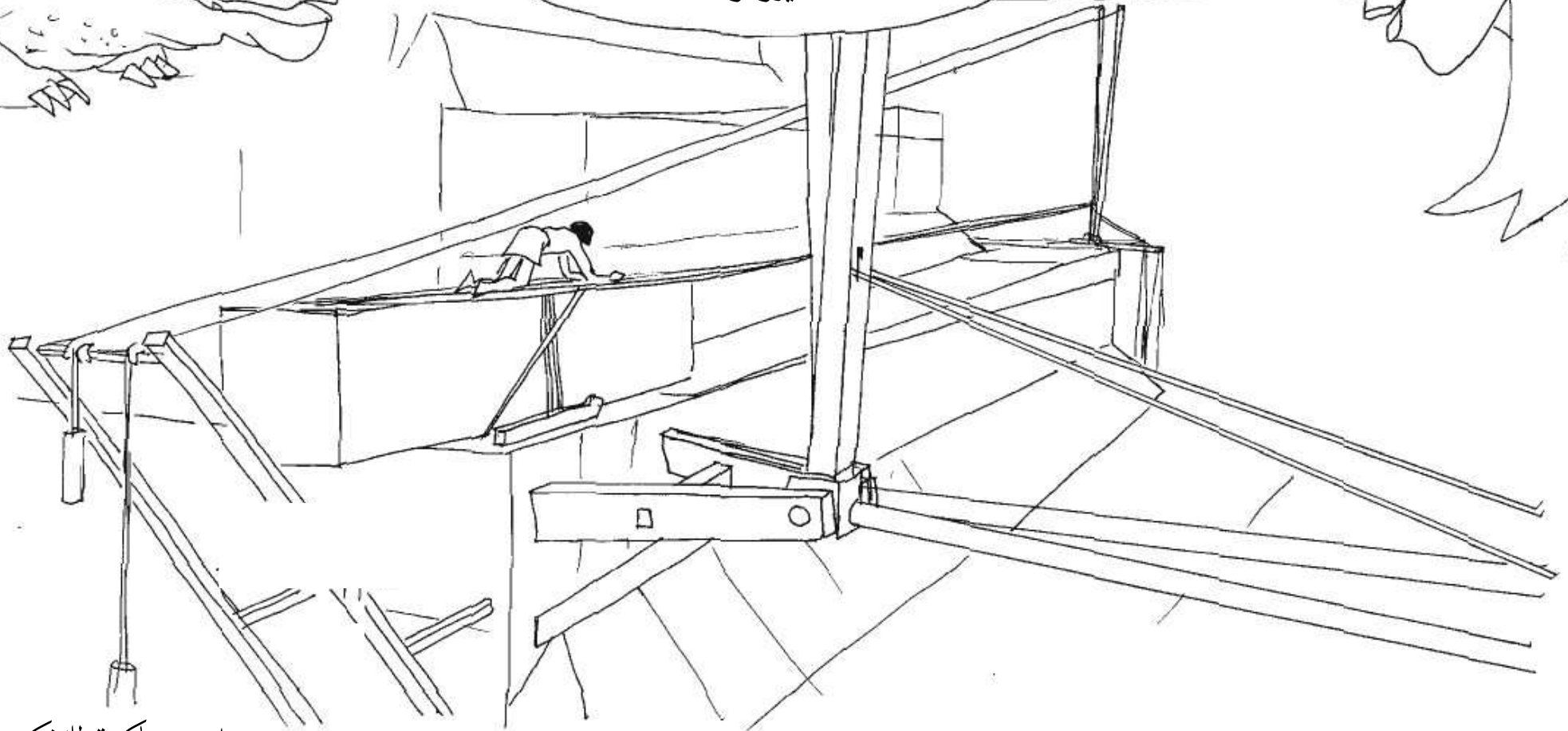
طوب

حجر

حجر

و بالتالي يمكن للحجر الأخذ في الصعود على قطعة المنحدر التالية

يظهر تشابه بين هذا و كتابات
هيرودوث





هيرودوث مؤرذخ يوناني عاش في القرن الخامس قبل الميلاد, يأخذ المعلومات من كهنة المصريين و يكتب ما يلي

'Εποικήθη δὲ ὧδε αὐτῇ ἡ πυραμὶς ἀναβαθμῶν τρόπον, τὰς μετεξέτεροι κρόσσας, οἱ δὲ βωμίδας ὀνομάζουσι· τοιαύτην τὸ πρῶτον ἐπέιπε ἐποίησαν αὐτήν, ἤειρον τοὺς ἐπιλοίπους λίθους μηχανῆσι ξύλων βραχέων πεποιημένῃσι, χαμάθεν μὲν ἐπὶ τὸν πρῶτον στοῖχον τῶν ἀναβαθμῶν ἀείροντες· ὅκως δὲ ἀνίοι ὁ λίθος ἐπ' αὐτόν, ἐς ἐτέρην μηχανὴν ἐτίθετο ἐστεῶσαν ἐπὶ τοῦ πρῶτου στοῖχου, ἀπὸ τούτου δὲ ἐπὶ τὸν δεῦτερον εἰλκετο στοῖχον ἐπὶ ἄλλῃ μηχανῆς. Ὅσοι γὰρ δὴ στοῖχοι ἦσαν τῶν ἀναβαθμῶν, τοσαῦται καὶ μηχαναὶ ἦσαν, εἶπε καὶ τὴν αὐτὴν μηχανὴν εὐοῦσαν μίαν τε καὶ εὐβάστακτον μετεφόρεον ἐπὶ στοῖχον ἕκαστον, ὅκως τὸν λίθον ἐξέλοιεν· λελέχθω γὰρ ἡμῖν ἐπὶ ἀμφοτέρα, κατὰ περ λέγεται.' Εξεποικήθη δ' ὧν τὰ ἀνώτατα αὐτῆς πρῶτα, μετὰ δὲ τὰ ἐχόμενα τούτων ἐξεποιεῖεν, τελευταία δὲ αὐτῆς τὰ ἐπίγαια καὶ τὰ κατωτάτω ἐξεποίησαν.

بنيت هذه الأهرام بمساعدة الدرجات التي بعضها غربان و البعض الآخر قواعد, عندما بدأ البناء بهذه الطريقة كنا نرفع الحجارة من الأرض بمساعدة آلات مصنوعة من خشب و نضعها على الصّفّ الأوّل من المسارات ثمّ نضعها على آلة أخرى متواجدة بدورها على المسار و من هناك نقلها بالآلة أخرى لأنّ عدد المسارات كان بعدد الآلات- لربّما كانت هناك آلة سهلة التّقل بين المسارات

يربط نظام أنسالم الآلة بالمنحدر و الفرق أنّ هذا الأخير من حجر. الحجارة ذات التتوءات هي حجارة تخرج عن سطح الهرم و هي ما يسمّيه المهندسون بالغبان و بالتالي فكلّ ثقل المنحدر يسقط على هذه الأجزاء الأفقيّة



البوميدات هي قواعد الزوايا التي تسمح بتدبير أكبر الأثقال مثلما يروي هيروودوث حينما يقول أنّ الحجارة تُنقل بعدها بواسطة آلات أخرى. لقد عمل أنسالم و صوفي كثيراً باستعمال الورق و الغراء لتحقيق الانسجام لما رآه أنسالم في حلمه, ستجدون كلّ هذا في الملحق أ، و ان أرتم فيمكنكم صنع النموذج بانفسكم باستعمال الورق أو الخشب. كون المنحدر (الضيق) من الحجر يجعله يتحمّل أثقالاً من عشرات الأطنان

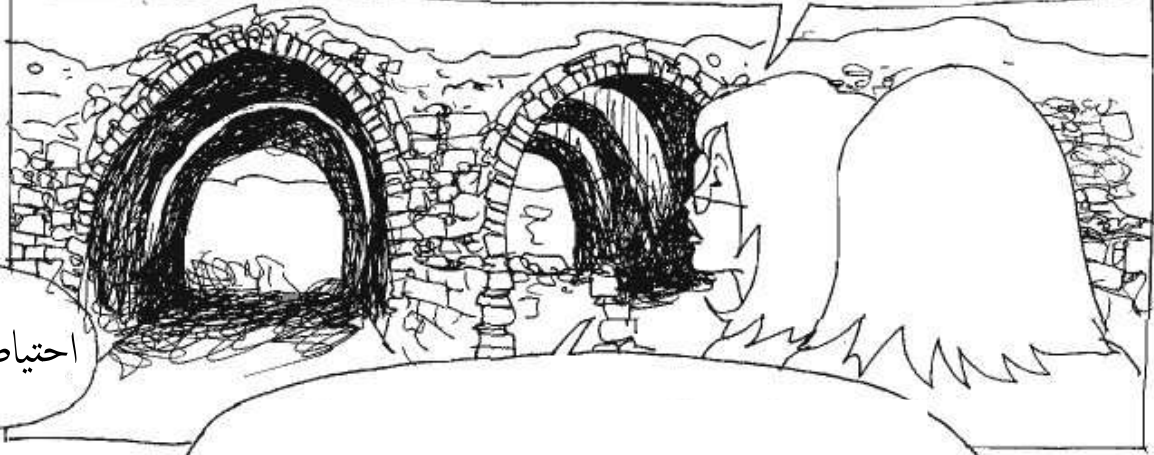
هذا المنحدر به من العرض ما يكفي للسّماح بمجموعات التنازلة و الصّاعدة بالتقاطع أمّا أشغال انهاء الأهرام فتترك القلّة القليلة من البقايا الغير مستعملة (الحجارة المثلثة) أمّا غير ذلك فيستعمل لبناء أهرامات أخرى في شكل منحدرات خارجيّة ولقد بنى سنفرو والد خوفو و بعده ابنه خوفو و حفيده خفره ثمّ ابن حفيده منقرع بهذه الطّريقة أهرامهم في موقع داشور

هذا الرّواق رائع, أ رأيت كلّ تلك التّجويّفات؟



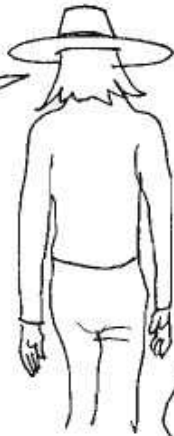
احتياط آخر ضدّ الزّلازل

كان قدماء المصريين متمكّنين جدّاً في ميدان بناء الأقبية و قد بنوا الكثير منها و لكن في بنايات أخرى لم تدم طويلاً مثل المخازن كذلك الخاص بالرامسيوم في طيبة



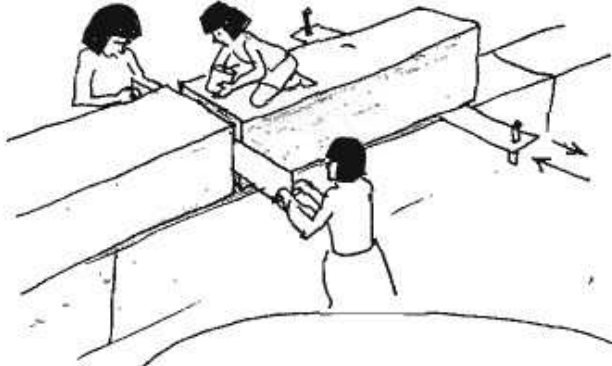
أظنّه سالم من الزّلازل و الآ لكان انهيار منذ مدّة

أعيد التّفكير في حجارة الرّواق الكبير, لا يمكن حتّى تمرير شفرة حلاقة بينها



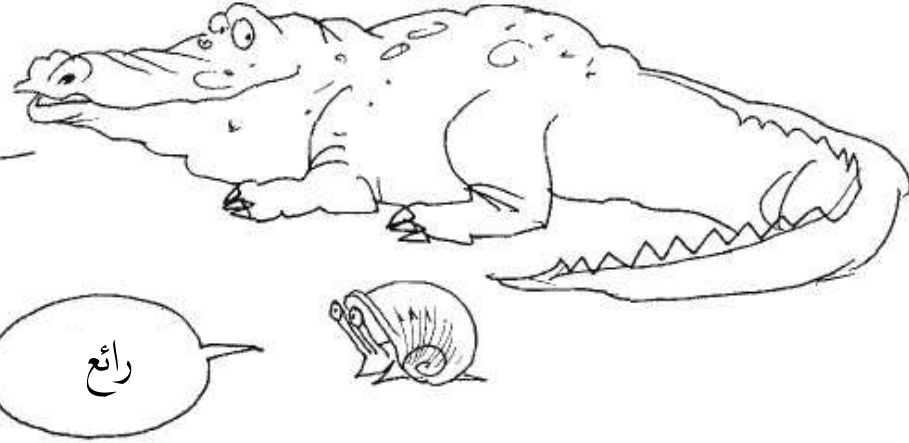
هناك طريقة أوّليّة لتفسير ذلك(*)





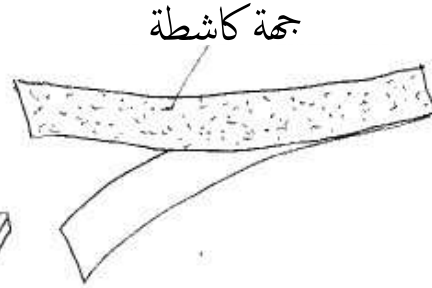
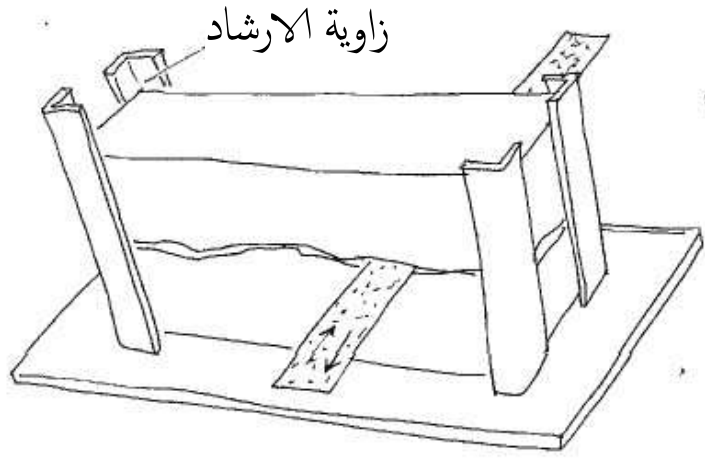
سنة 2004 اقترح جون بوتي أنّ العمّال قد اشتغلوا على الوصلات
بالنّحت بواسطة شفرة نحاس منتجين غبار الكوارتز (*) و قد أُخلط هذا
الغبار مع الطمي في الوصلات العموديّة للحصول على عجينة كاشطة

في نهاية العمليّة يوصل الحجرين
بتقارب عال على سطح الجهة
اليُسرى ممّا يُسبّب اعادة توضعها في
حالة زلزال خفيف

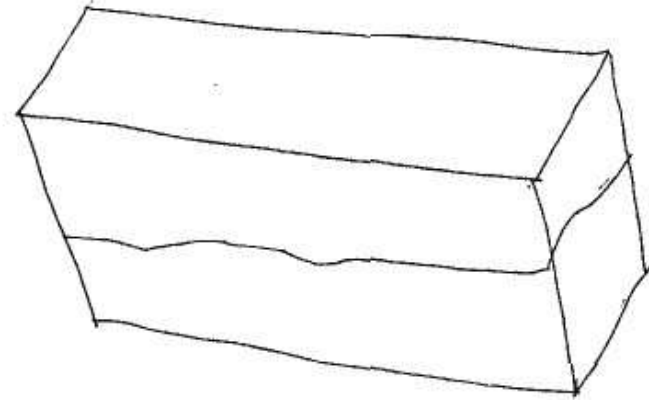
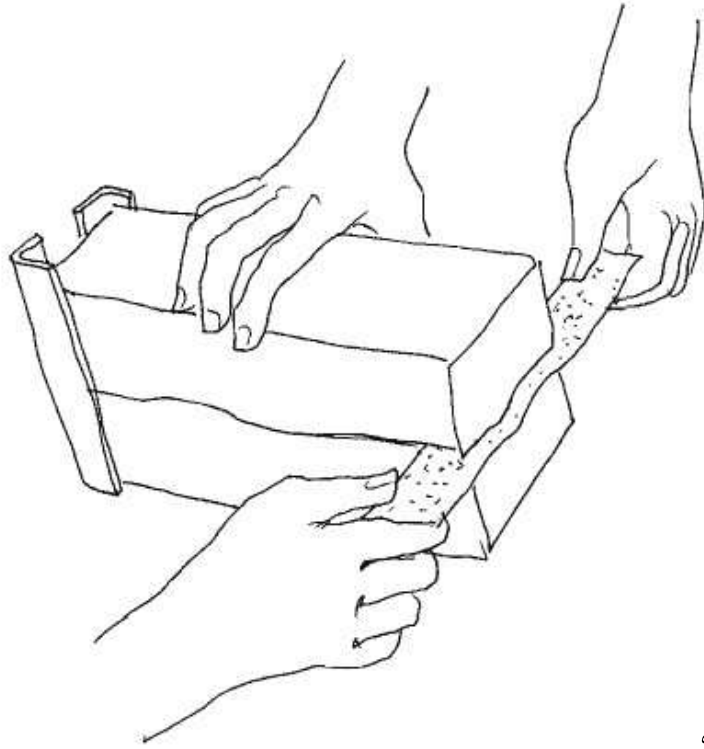
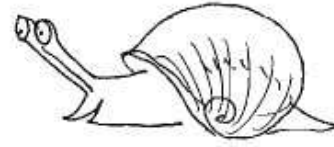


يمكنكم تقليد هذا المبدأ بأخذ قطعتين من البلاز ثمّ باشروا بتغيير وجهيهما بأيّ أداة ممكنة ثمّ اكشطوهما بورق
كاشط ذو وجهين ملصقين على بعضهما البعض

(*) من الكوريدون, متواجد بكثرة في أسوان

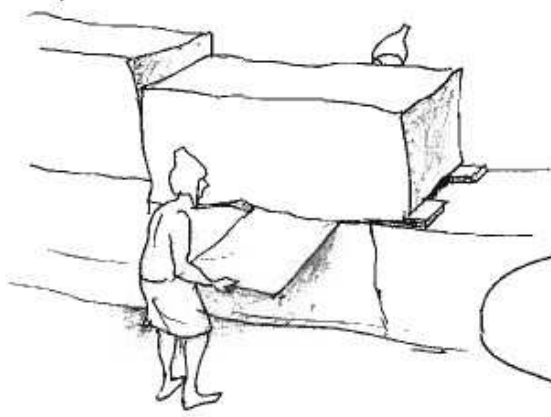


شريطين من الورق الكاشط ملصقين ببعضهما



النتيجة أنّ القطعتين لهما سطحين يساريين متوازيين

في أمريكا الجنوبية، يقترح جون بيار بوتي (2004) الكشط بوجهين باستعمال غطاء من الصوف مشبع بغبار كاشط. (أولئك الناس لم يكونوا يعرفوا المعادن و لكنهم بنوا أهراماً أيضاً)



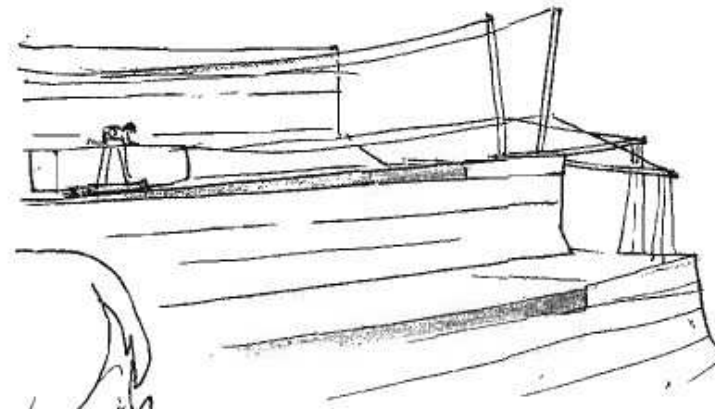
هذا يستحق المحاولة



و مالذي تذكره أيضاً

لقد رأيت الكثير
من الأشياء





بينما كانت الآلتين تعمل بتناوب لرفع الخشب منزلقة على
طين رطب, لاحظت أنّ المنحدرات كانت مبنية من
طبقات

و لكن في نظام المنحدرات هذا تواجهنا نفس المشكلة دائماً:
كيف يمكننا تثبيتهم على نظام مسار من الحجر الكامن في
الأسفل بميلان يصل الى 52 درجة؟



كان ذاك المنحدر من حجر

من المحتمل جداً, و لكن أين هي مئات آلاف الأمتار المكعبة من الحجارة تلك التي كانت
تشكل المنحدرات و ما تبقى منها بعد انتهاء دورها في السقالة؟

رأيت كمية هائلة من الحجارة على الأرض, منظمة حسب نوعها, بعضها مصقول بتأني من الكلس الرقيق, و بعضها من كلس خشن أو جها العمودية وحدها كانت مستوية, كما كانت هناك أكوام من قطع الحجارة الصغيرة يحملها العمال في أكياس

اذا نظرنا في الجانب الأثري فإنا نجد بعض هاته الحجارة في الأماكن ذاتها و الذي تقوله يجعلنا نتصور أنّ الحجارة المستعملة في اللّمسات الأخيرة كانت تُنقل الى أماكن العمل مصقولة مسبقاً

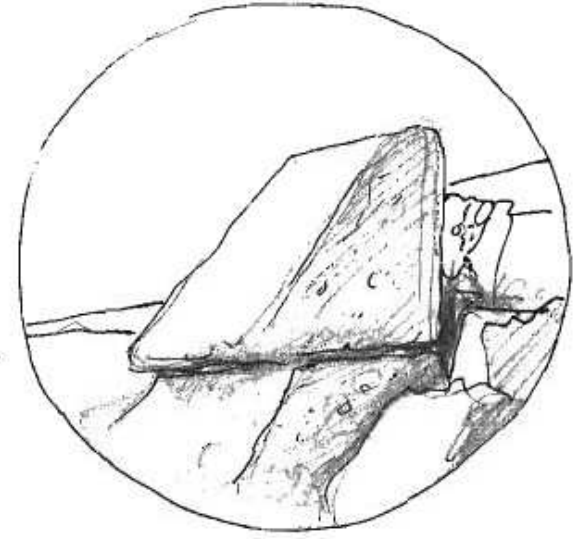
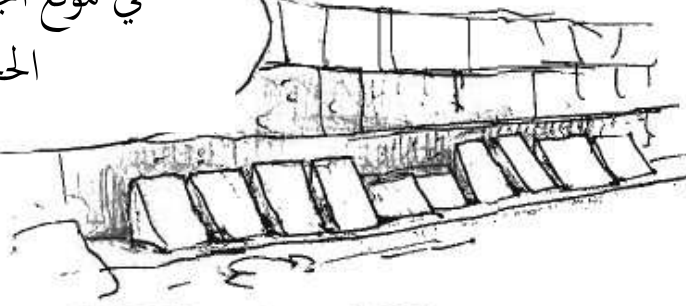
بناء هرم أوناس, سقارة

قاعدة خوفو

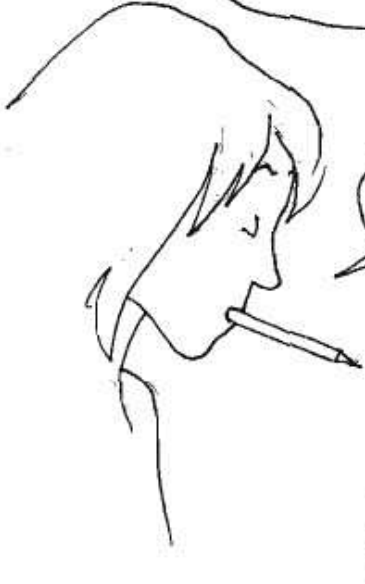
بناء هرم سنفرو المائل



في موقع الجيزة نجد الكثير من
الحجارة المثلثة



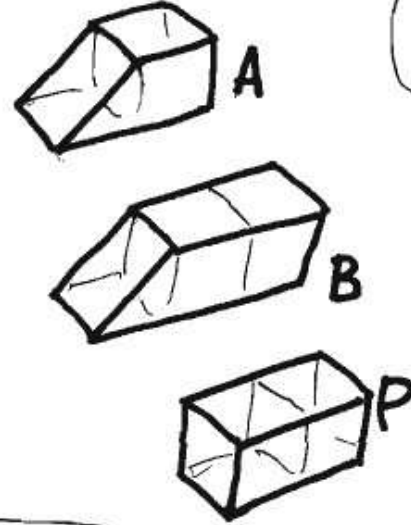
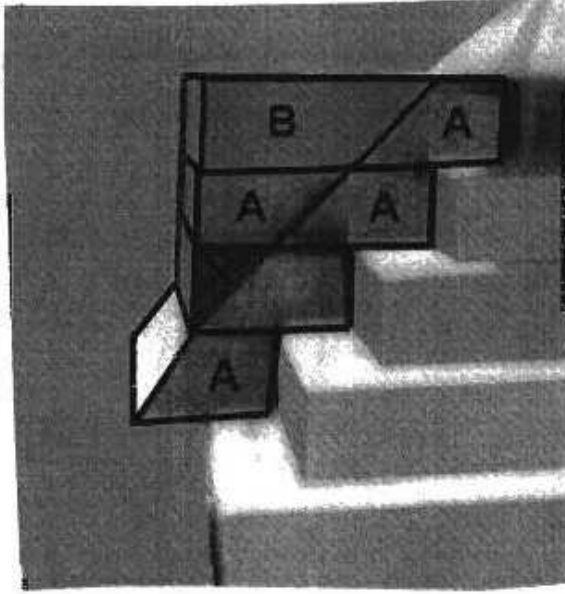
لأنّ الموقع كان يلعب دور محجرة لمدينة القاهرة و نظراً لقربه تُركت الحجارة
في مكانها



يستحيل استعمالها في أشغال اللّمسات الأخيرة

و قد تكون من بقايا تقطيع
المنحدر الحجري



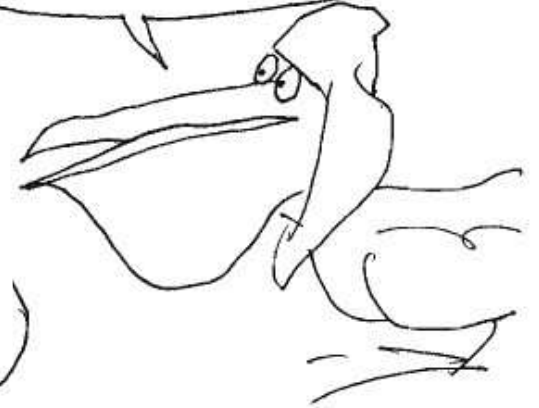
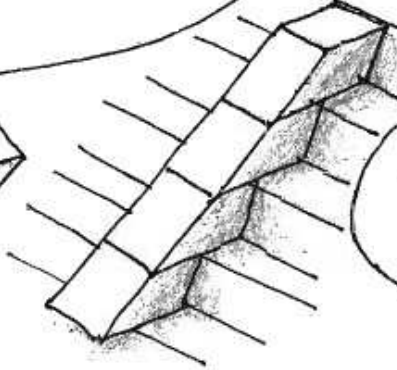
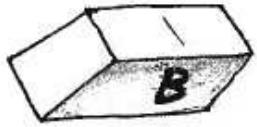


ما قولك في بيان المنحدر
هذا المعتمد على المسارات
من أربعة عناصر من نوع A
و من نوع B و
متوازي أضلاع كالتي في
حلبي

يظهر هذا متماسكاً، عند الانتهاء من بناء الهرم
يكفي نزع العنصرين A و B و القيام بقطع
في الجزء الرمادي للحصول على وجه الهرم

و ماذا تفعل بالقطعتين A و B ؟

هذا ما يفسر وجود القطع
المثلثة



نُبقِها للهرم القادم

ما تقوله يا تيريزياس يُومه بأنّ الأهرام بُنيت
بتسلسل

هذا يُوضِّح كيف استطاع خوفو بناء هرمه
في ظرف 25 سنة فقط

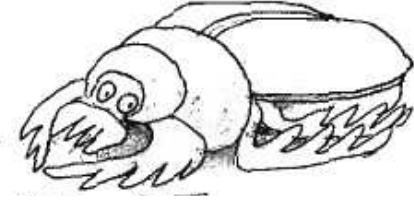
بنية الحجارة قويّة بما يكفي لتحمل وزن
عشرات الأطنان

غطاء الطوب المجوّف يمنح ميلاناً
ضعيفاً، و يجعل هذا التّظام ثلاثة
أرباع من سطح الهرم مقطّعة
لأجزاء صغيرة



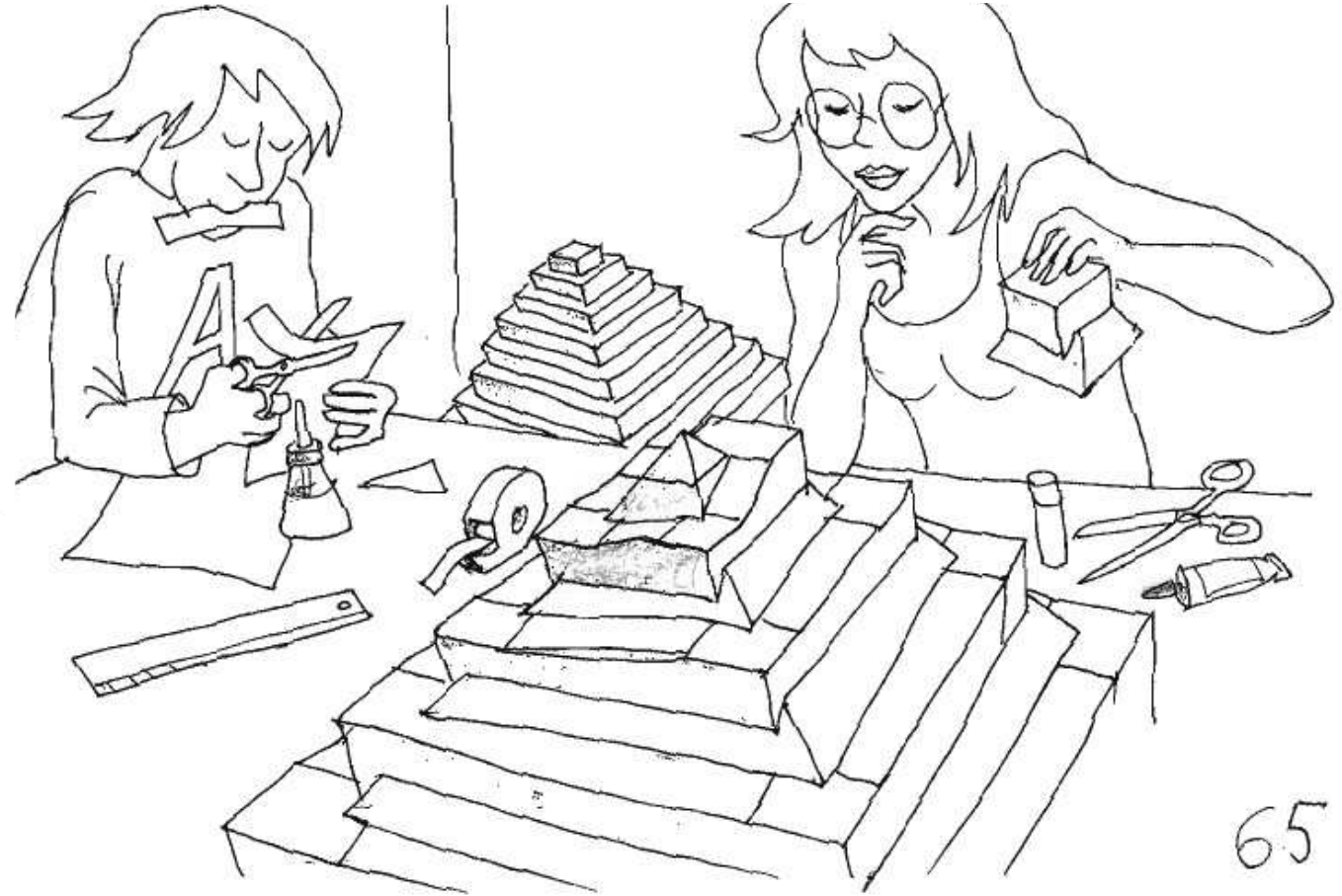
57 بالمئة من الحجارة المشكّلة للمنحدر تُصبح جزءاً من
اللّمسات الأخيرة لوجه الهرم و 38 منها تُستعمل في
بناء الهرم التّالي و لا تُمثّل البقايا الأخمسة بالمئة

بقي لنا أن نفهم كيف تقام هاته المنحدرات على قواعد مربعة في الزوايا



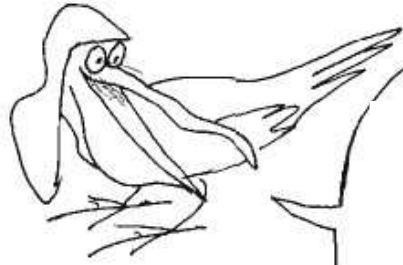
منحدر جون بيار بوتى الحجري

بدأت صوفي و أنسالم بصنع نموذج
من ورق الطباعة مُرَقَّق بشبكة
عُرْزُها تساوي 5 مم طولاً و عرضاً و
من هنا المنطلق



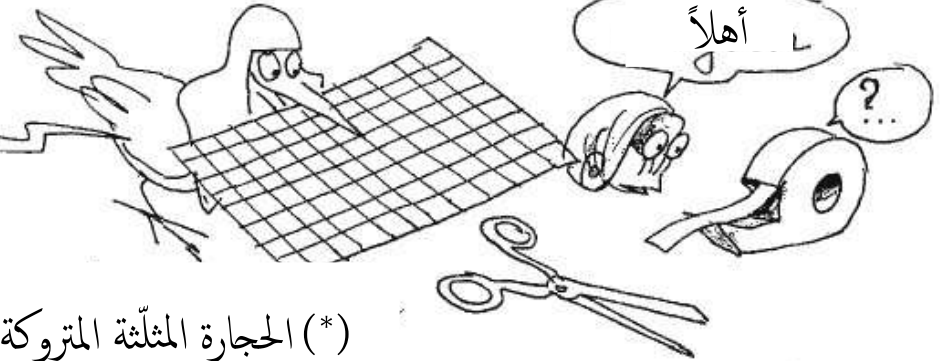
اللّوغاريتم

انه حلّ المشكل الهندسي التّالي : كيف يمكن الحصول على شيء ذو تناظر رباعي (هرم) بالاستعانة بأداة تتبع مساراً متصاعداً و حلزونيّاً وكل ذلك بالعوديّة



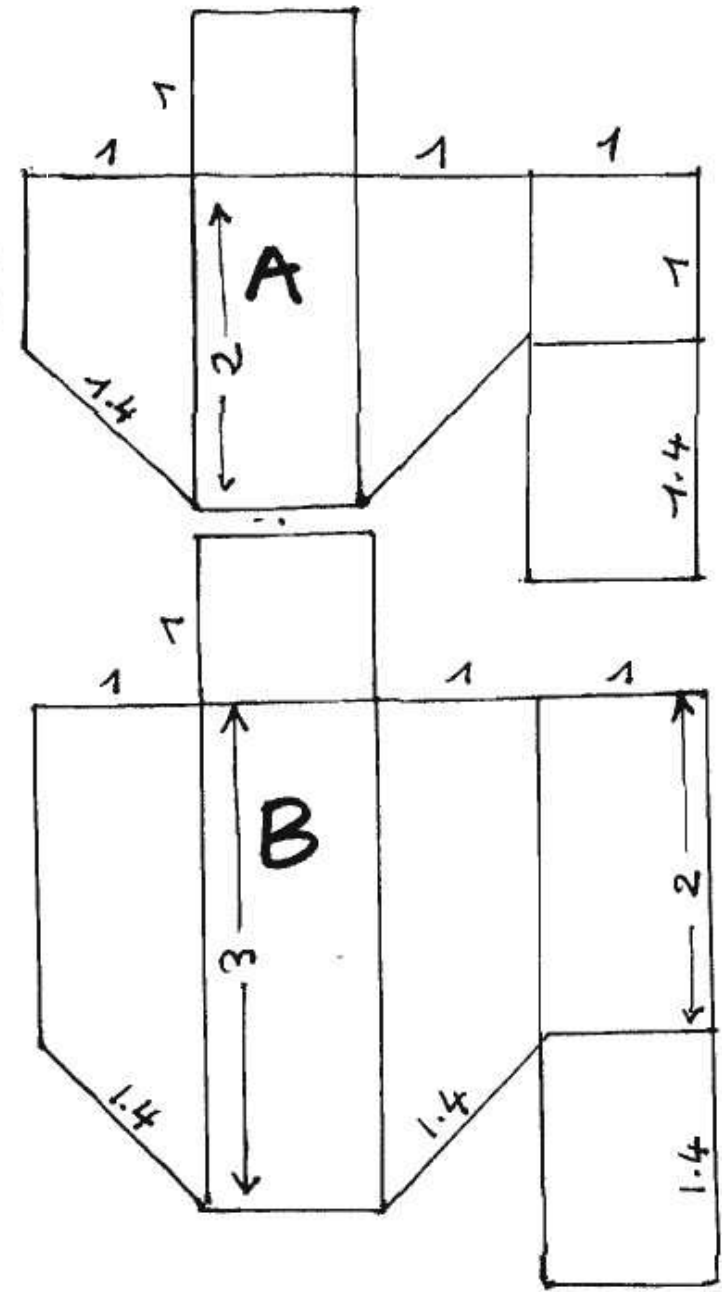
ثمّ نريد لهذا الشّيء المسند على مسارات ذات بنية هرميّة تحتيّة (*) أن يشكّل بدايةً وسيلة للسّقالة من حجر تسمح بنقل الحجارة صعوداً على المنحدر و يشكّل عناصر اللّمسات الأخيرة عند نهاية البناء وكلّ هذا مع أدنى كميّة بقايا ممكنة

لنبدأ العمل بورق طباعة مرفوق بشبكة



(*) الحجارة المثلثة المتروكة على موقع الجيزة

انك الفرعون الجديد خوفو، الفرعون سنفرو والدك قد ترك لك جبلاً من
الحجارة المصقولة التي استعمل جزءاً منها في بناء هرمه الأحمر و هرمه المائل.
نحو الجنوب، على موقع داشور يوجد ما يكفي منها لبناء وسيلة سقالة من
الحجارة ما يسمح لك ببناء هرمك اللزّاع في ظرف عشرين سنة. بفضل
الحجارة المستخرجة بسهولة من موقع الجيزة و التي تملك أوجهاً مسطحة و
أفقية كونها مأخوذة من طبقات رسوبية للكلس الحشن مفصولة بطبقات طين
رفيعة فانك ستستعمل القطع من نوع A و من نوع B فقط (*)



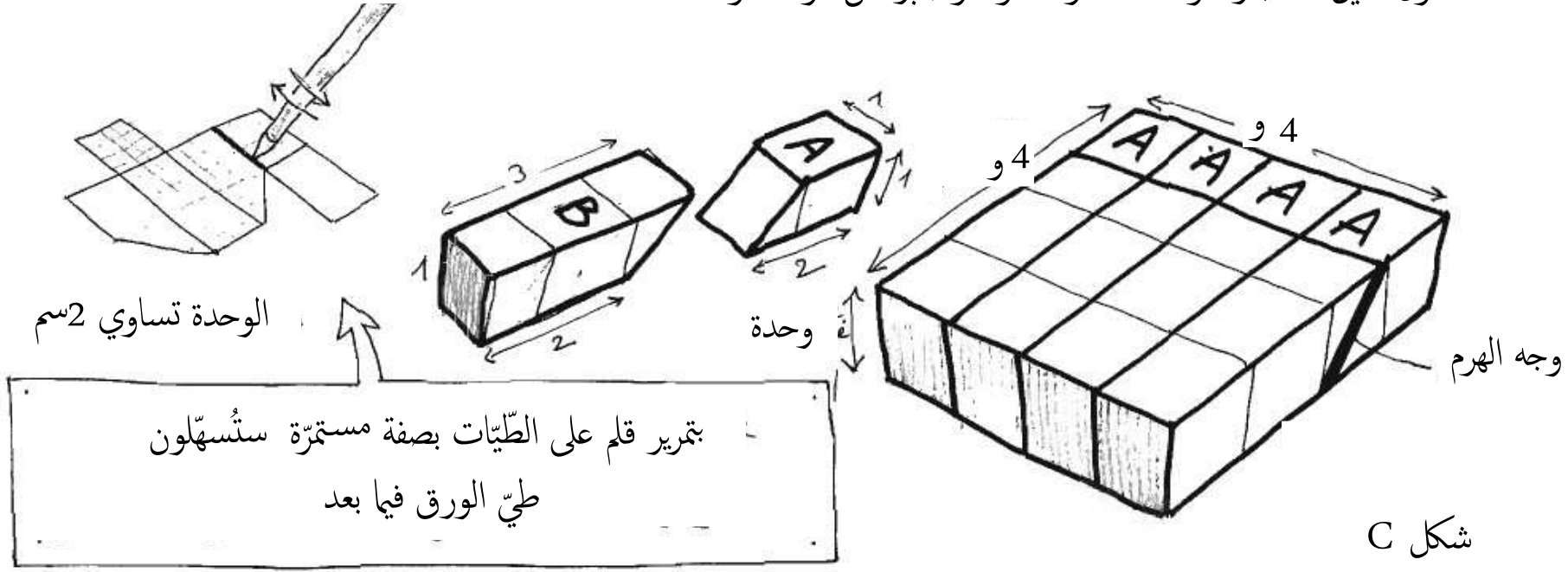
نعلم أنه مُملّ بعض الشيء
و لكن فهم القضية يستحقّ الجهد



67

(*) اذا كنتم تُفضّلون عمل هذا بالتجارة فاستعملوا قطعاً طولها و عرضها 2سم

"طول اثنين سنتيمتر هو فقط للارشاد و هو يُعَبَّر عن الوحدة و



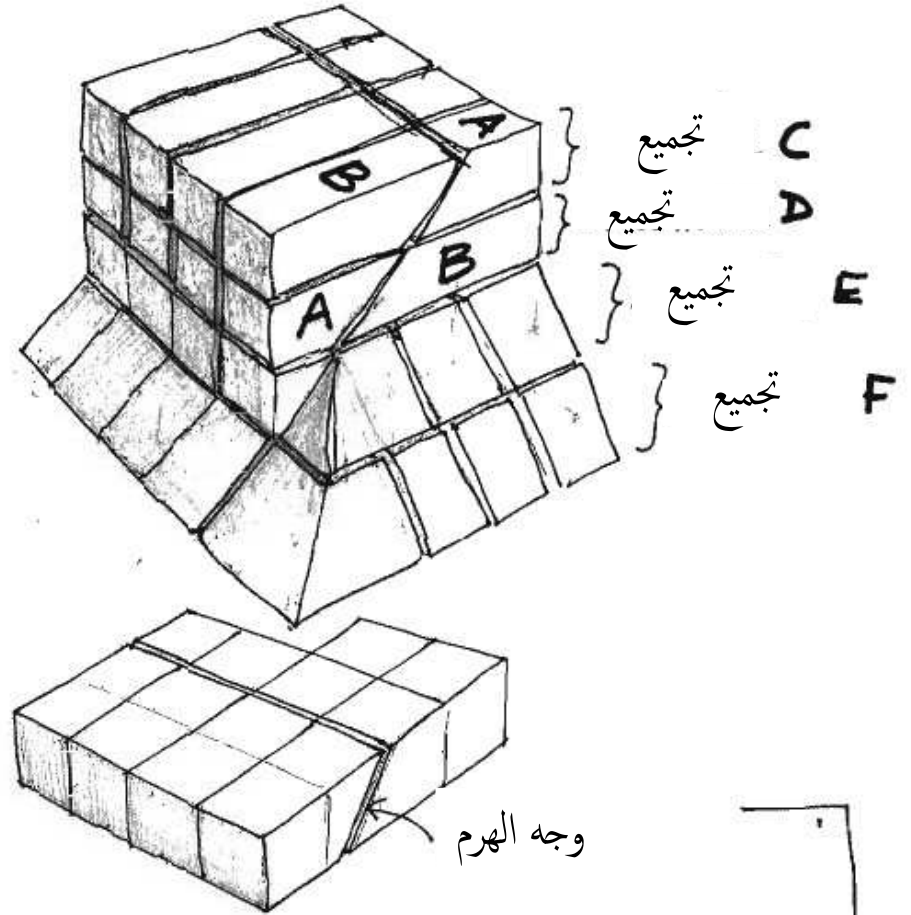
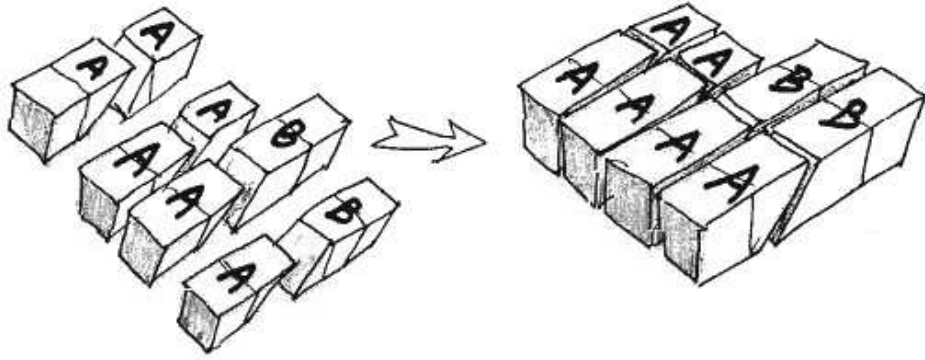
بالصاق أربعة عناصر من نوع A مع أربعة من نوع B تحصلون على الشكل C الذي يمثّل قاعدة الزاوية التي تُمرّ عبرها الحجارة التي تزن من 20 الى 60 طناً (مجموعها 52 في هرم خوفو) في شكل منحرج ذو 90 درجة على سرير من الطين الرطب و هي التّقنيّة الموضّحة في الصّفحة 29

ان كان لديكم أدنى شكّ في فعالية هاته التّقنيّة قوموا بوضع سائل غسيل الأواني على أرضيّة حمامكم ثمّ حاولوا عبور هذه الغرفة دون أن تُهشّموا وُجوهكم



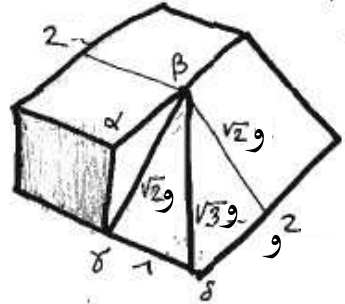
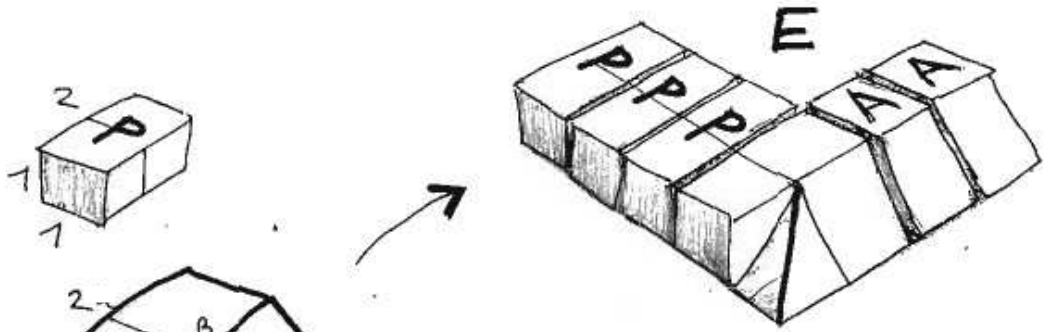
تتكوّن قطعة الزاوية من أربعة قطع مقطّعة مسبقاً

هاهي طريقة بناء الطبقة التّالية و هي D دائماً انطلاقاً من
مخزون الحجارة A و B

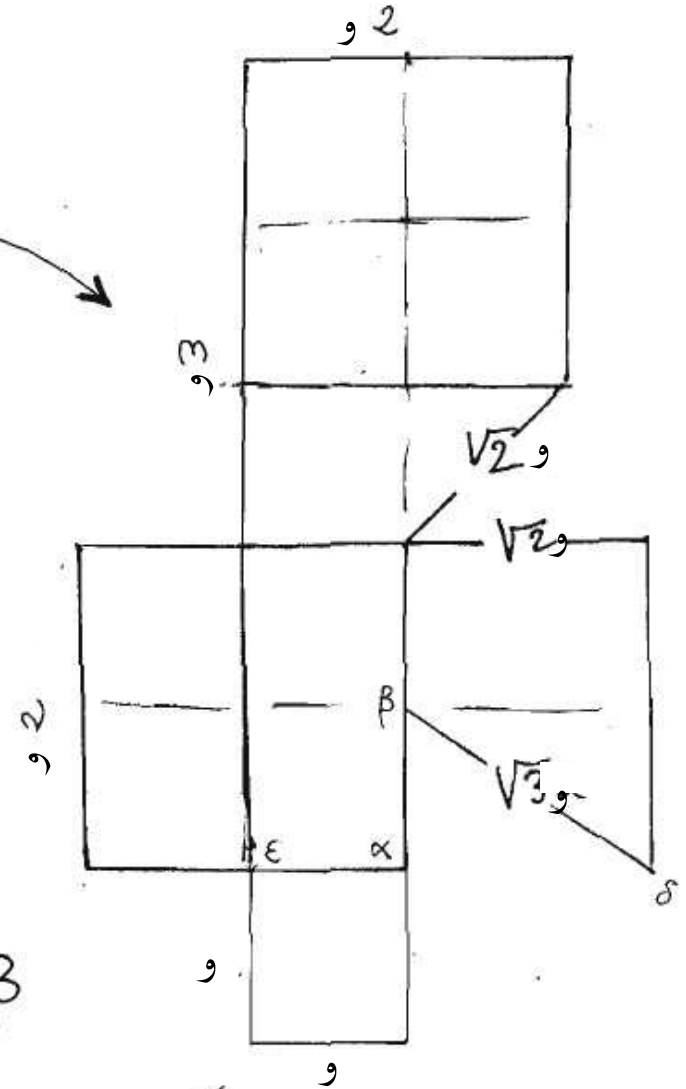
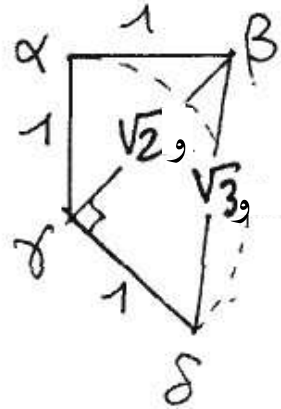
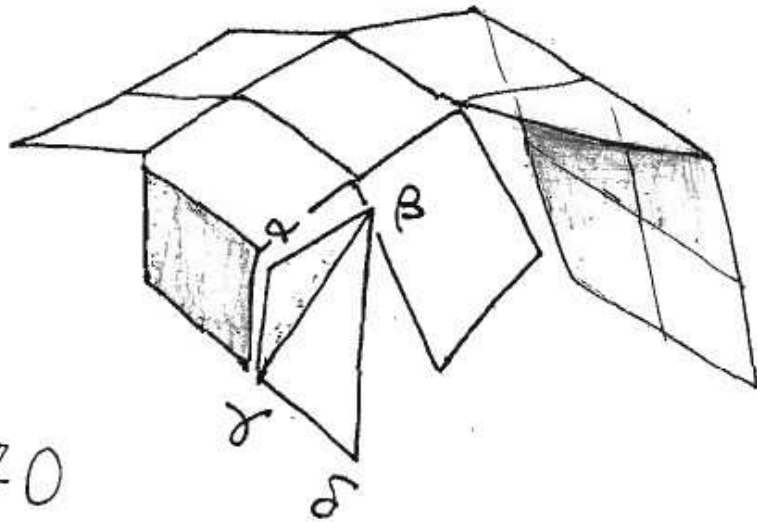


في كلّ الذي سيأتي سنعمل على أساس أنّ ميلان كلّ أوجه الهرم وحدات و أنّها أفقيّاً تشكّل زوايا ذات 45 درجة و إنّما الأهرام
لها أوجه أكثر انحداراً من ذلك فانحدار هرم خوفو يساوي 11\14 ممّا يعكس زاوية بها 51°30'34"

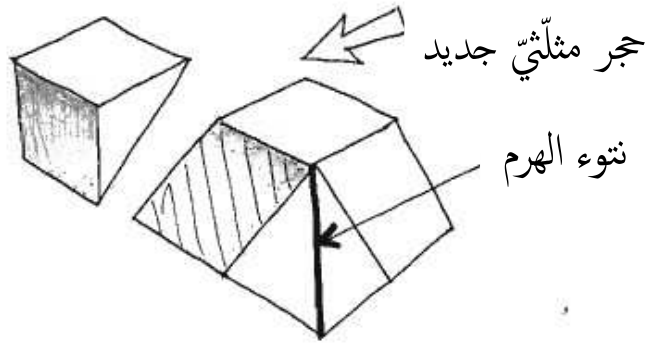
يمكن تعويض الوحدة للشبكات الأفقية كالآتي $0,7857 = \frac{11}{14}$ و



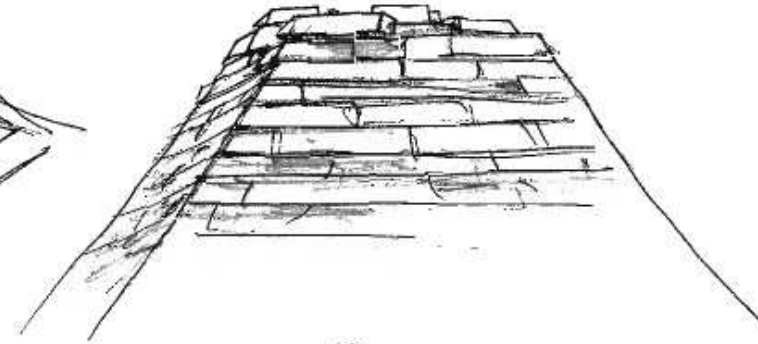
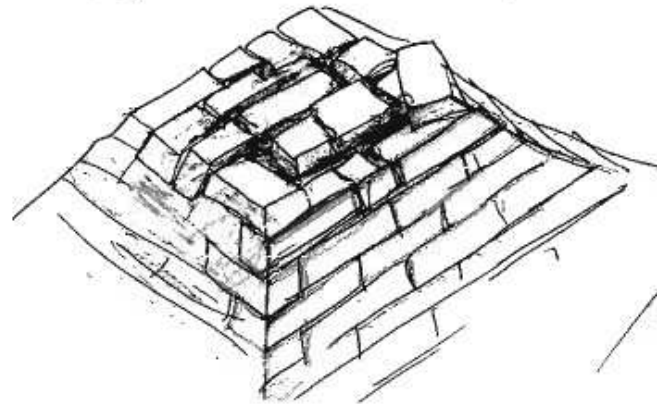
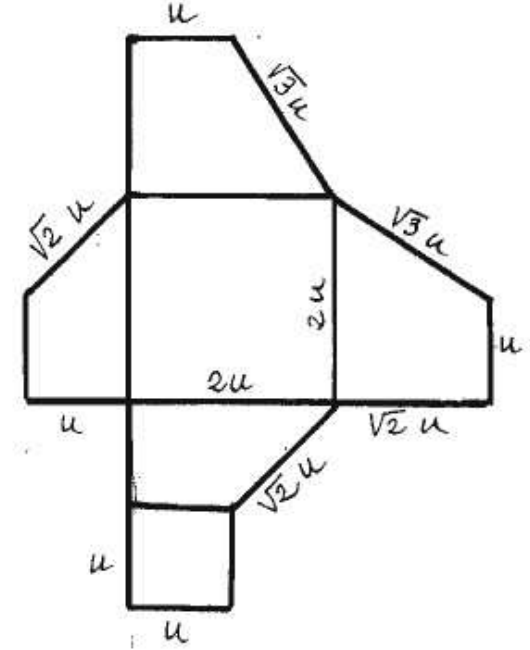
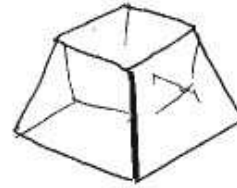
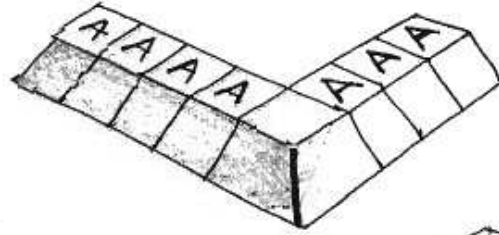
الشكل E مكون من نوعين من الحجارة A
 و من ثلاثة من متوازي السطوح P
 من الجهة x و x و 2 و $و$ و من مجموعة
 قطعها التالي يعطيكم الشكل

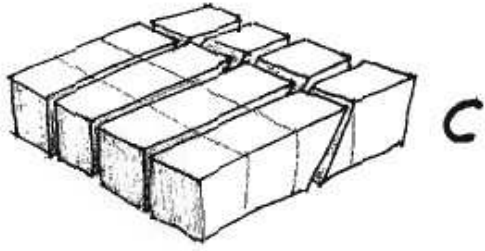


قطع القطعة E يعطي البقايا الوحيدة المعروفة في الموقع

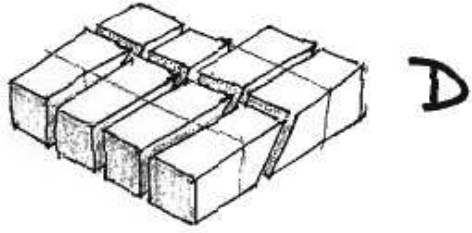


الطبقة الأخيرة F مكوّنة من سبع حجارة من نوع A و من حجر شكله يُشبه القطع الممثل هنا، و كلّهم يشكّلون معاً عناصر اللّمسات الأخيرة. نجد ما يشبه هاته الحجارة على بقايا قمة هرم خفرع

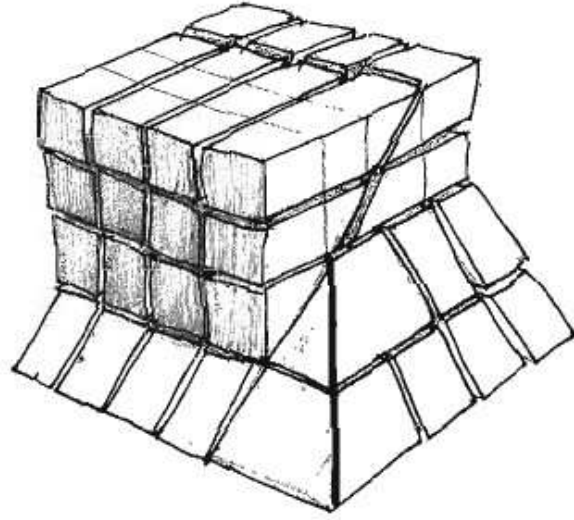




C

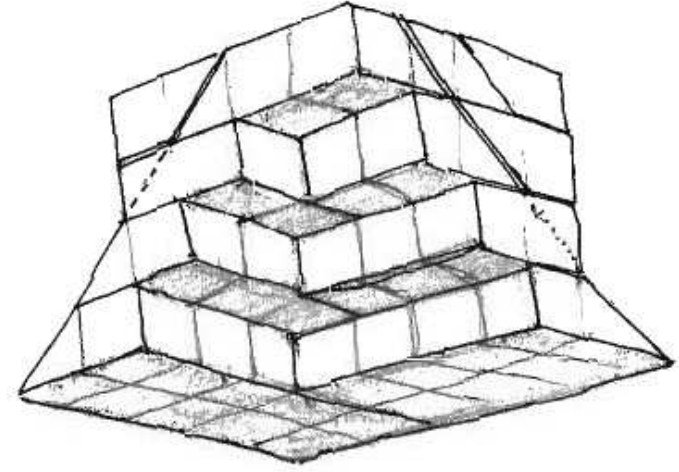
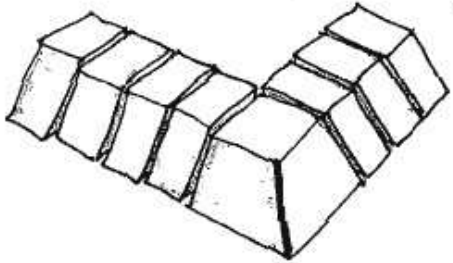
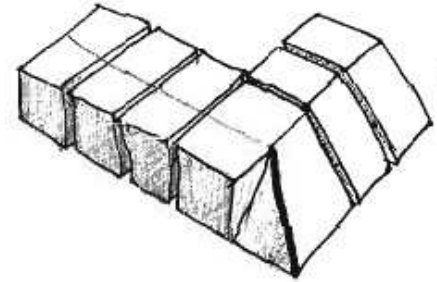


D



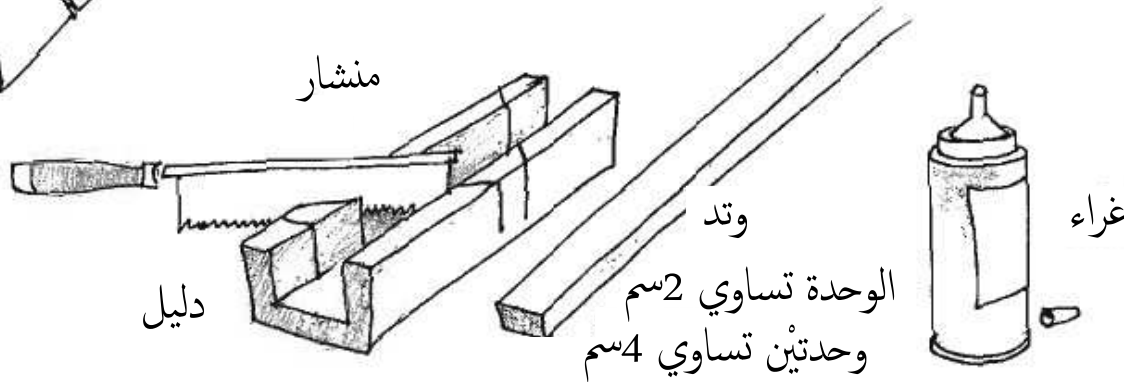
E

F



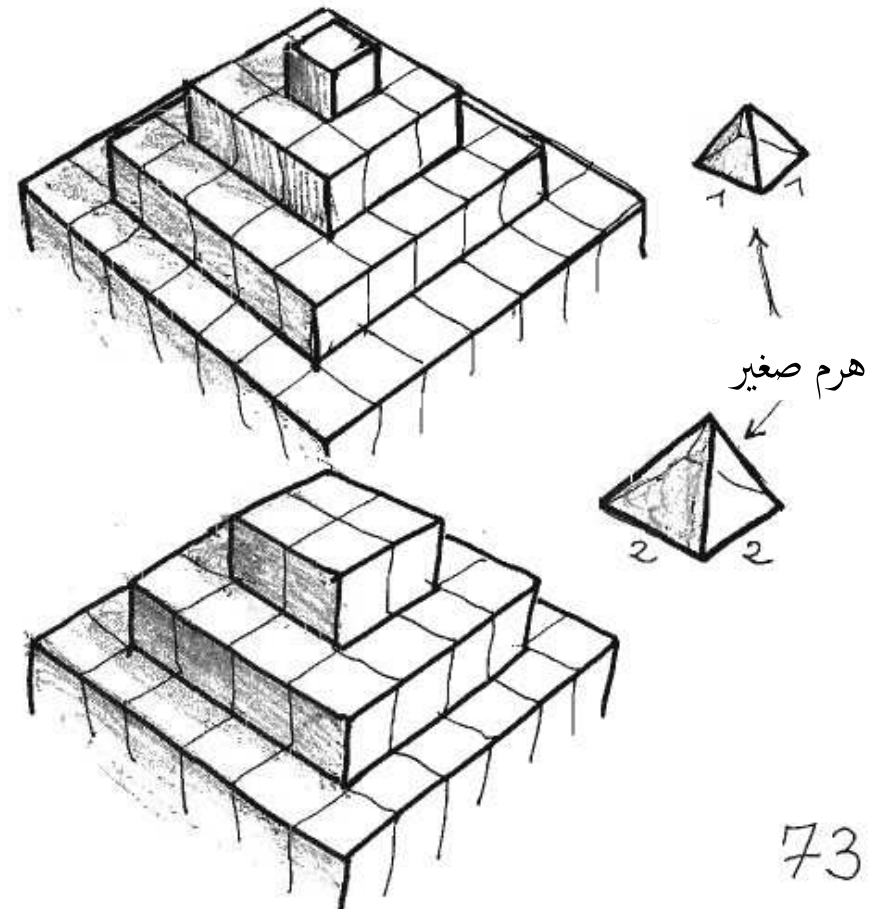
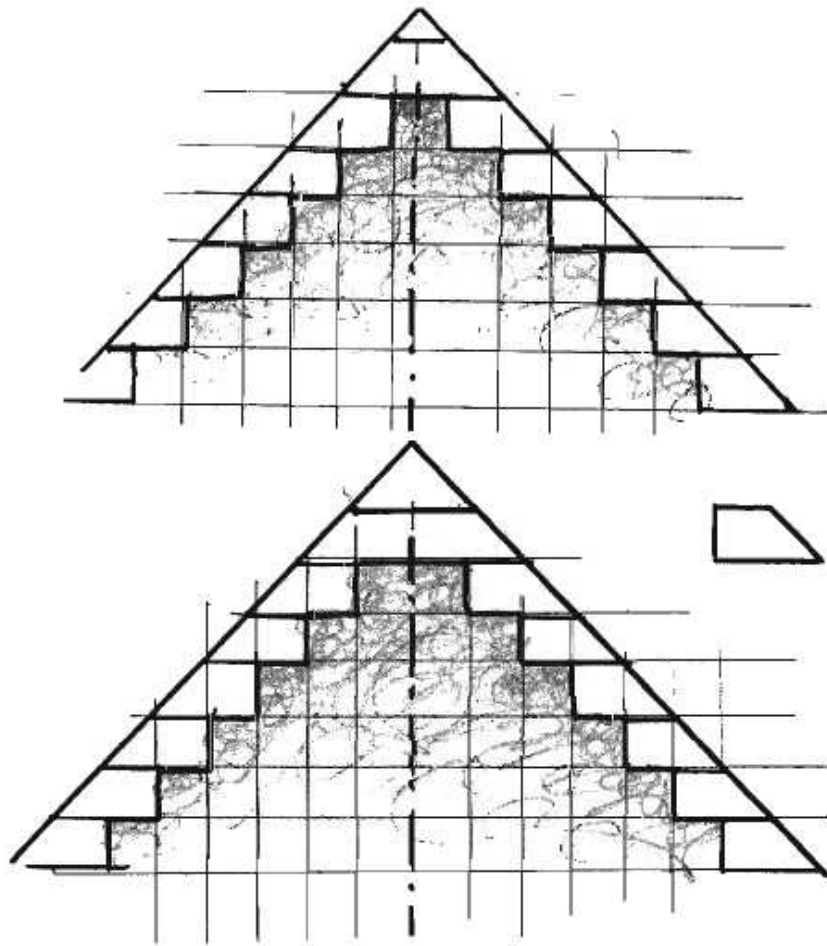
لفهم كَيْفِيَّة تَوْضُّع حِجَارَةِ الزَّوَايَا عَلَى الْمَسَارَاتِ لَا بُدَّ مِنْ
بِنَاءِ نَمُودِجٍ وَأَفْضَلُ مَادَّةٍ لِبِنَاءِ الْمَسَارَاتِ هِيَ الْخَشَبُ

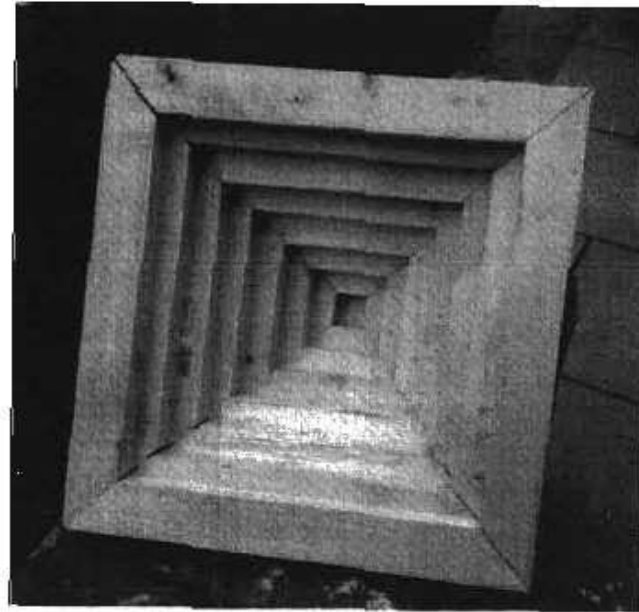
اليكم المواد و الأدوات .



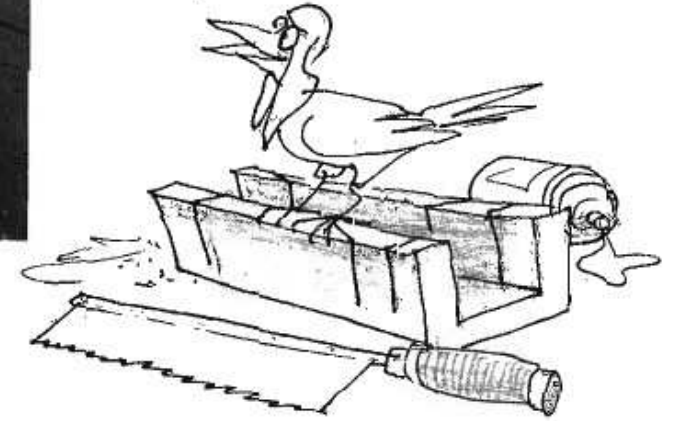
لنفرض توفر عدّة حجارة مثلثيّة من هذا النوع عندكم الآن، لنرى تناوبها من مسار الى آخر مُشكّلة قاعدةً حجريّة قويّة لطريق الصّعود و من أجل ذلك يجب بناء المسارات

هناك هندستين ممكنتين للمسارات كما هو موضّح في الرّسمين التّاليين. الجوانب تماثل و يمكن الاختلاف فقط في العناصر الموضوعة على القمّة الهرميّة



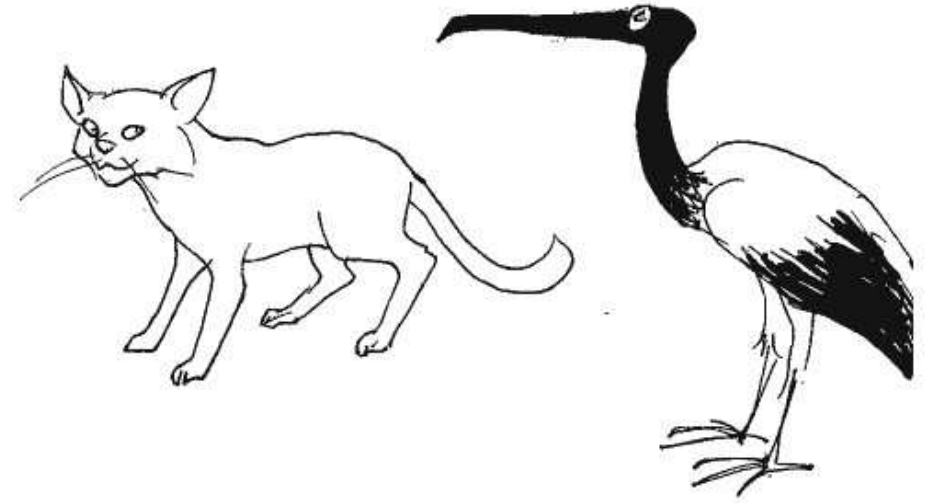
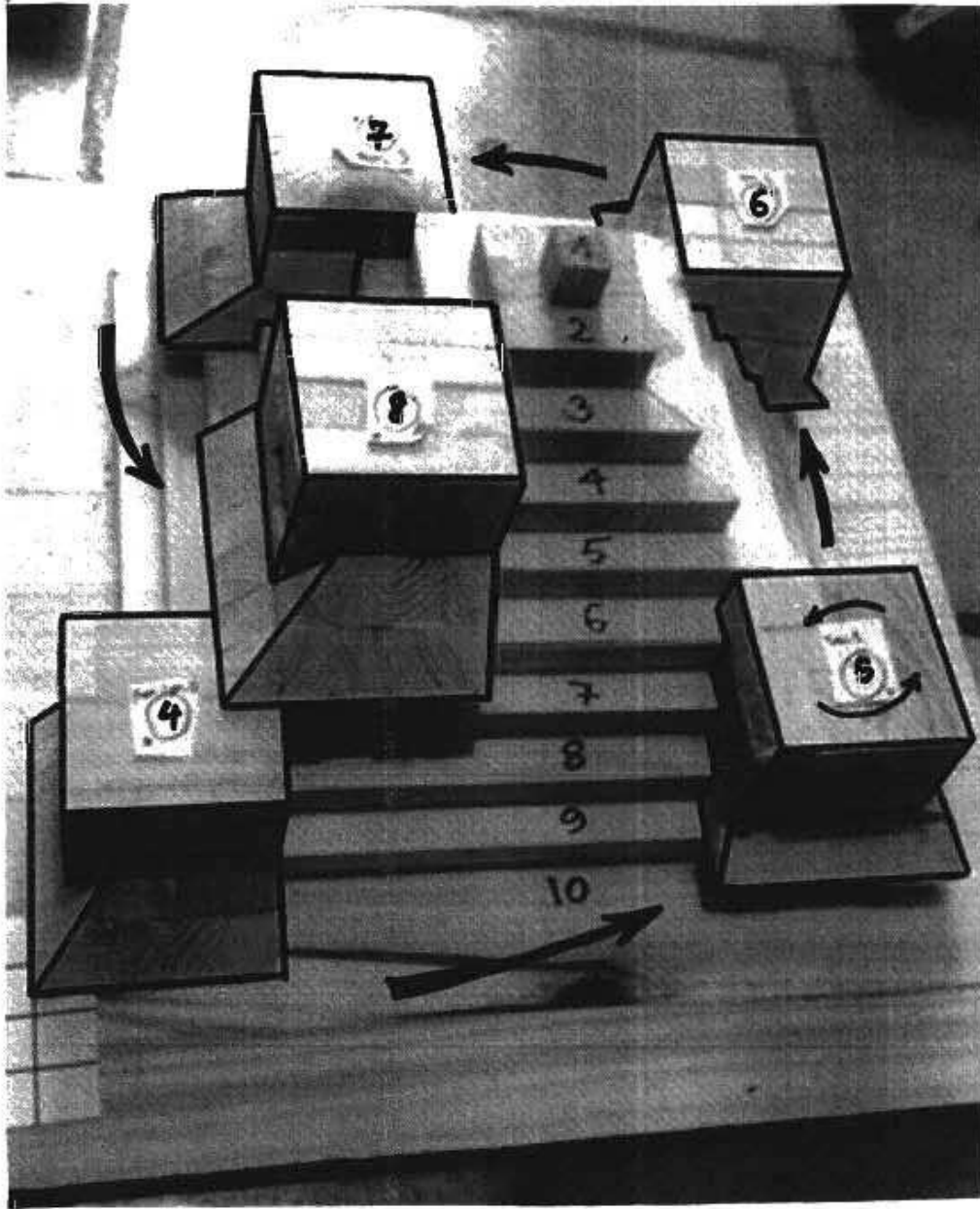


هذا نموذج لبعض المسارات مُرَكَّب
من أوتاد أبعادها 2 سم x 4 سم
باستعمال الغراء و المنشار



و قطع الزوايا صُنعت من خشب





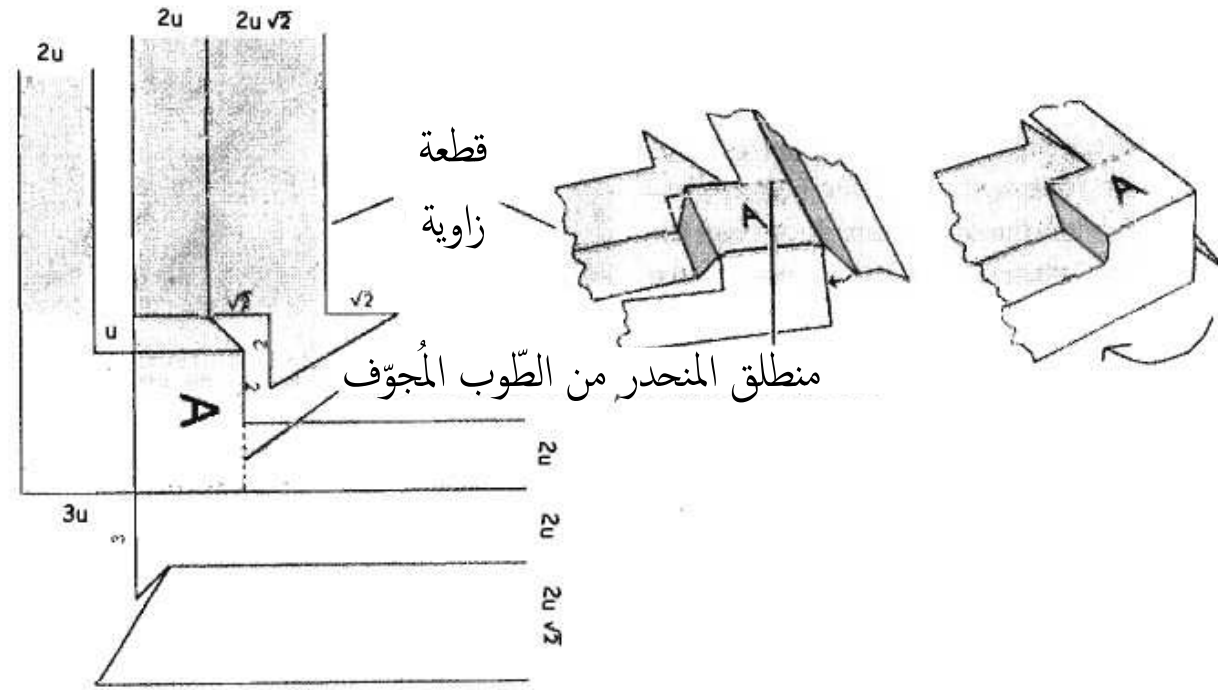
هذا الشّكل يعطي حلّاً للمشكل المطروح
 للنطلق من الوضعيّة 4 مُغطّين المسارات, سننقلها عبر
 المسارات و في الزّاوية التّالية نقوم بانحراف 90 درجة و
 انزلاق عموديّ بعلو المسار (الوضعيّة 5) و نقوم بنفس
 الشّيء في النقاط 6, 7 و 8

ستتوضّع القطعة في النّقطة 4 كما هو موضّح. بهذا الشّكل
 العودي نتحصّل على لوغاريتم المسبّب للمنحدر

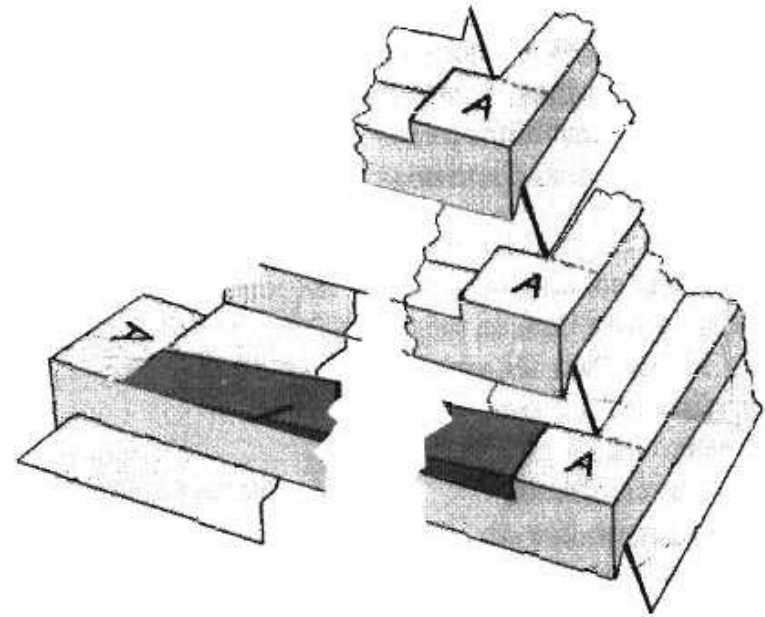
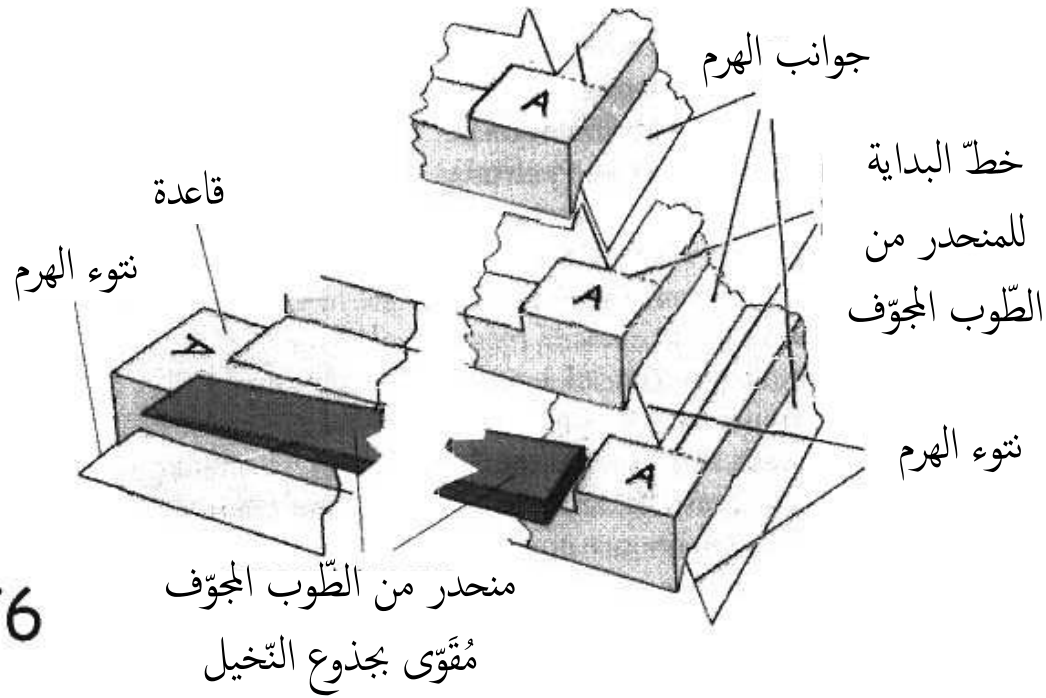
75

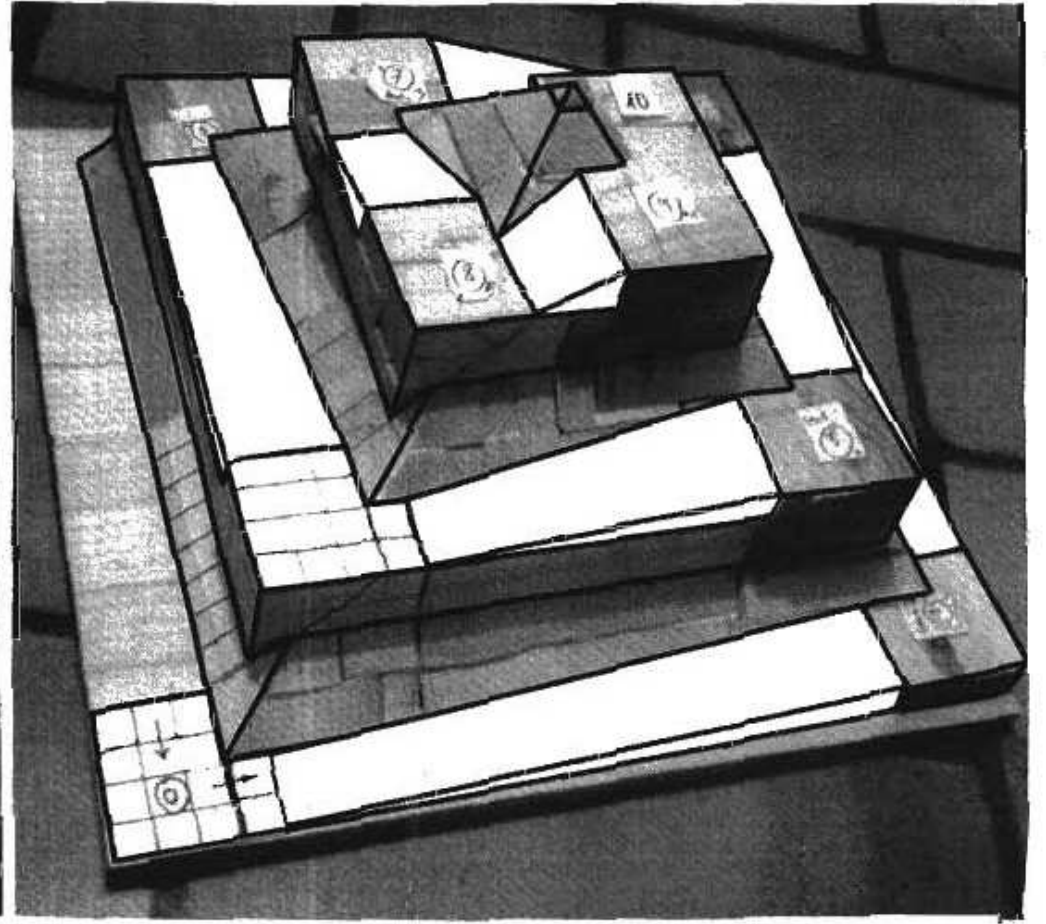
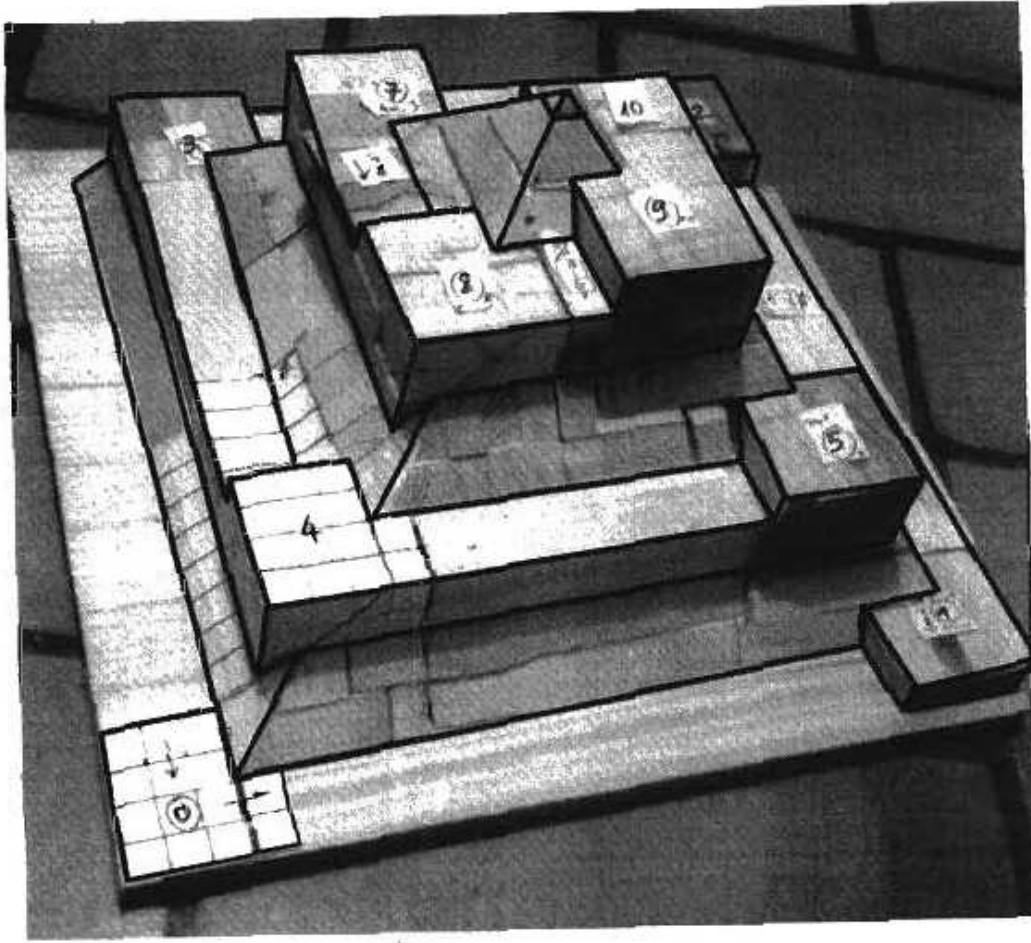
(*) العوديّة مفهوم رياضيّ ظهر في القرن التّاسع عشر

$$w = u$$



هذا التّقطيع يسمح بفهم كيفية توضع
قطع الزّوايا بنهايا أشغال الهرم

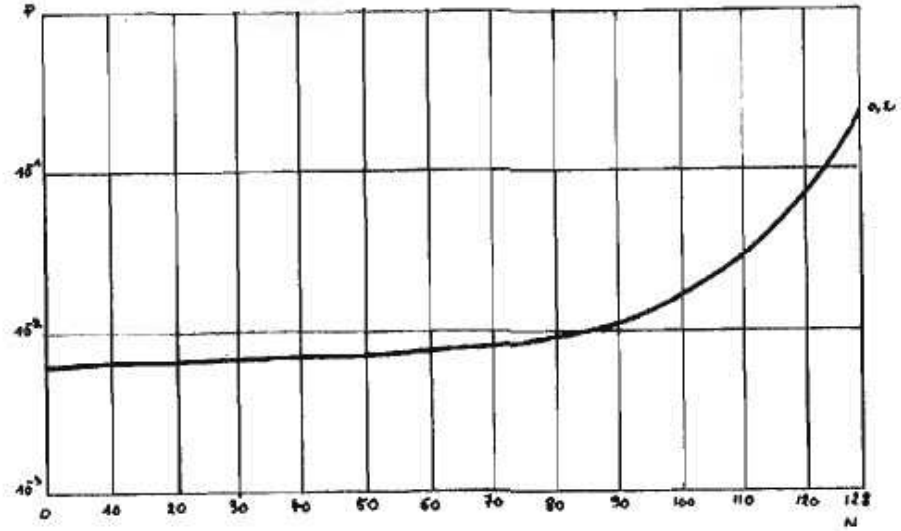
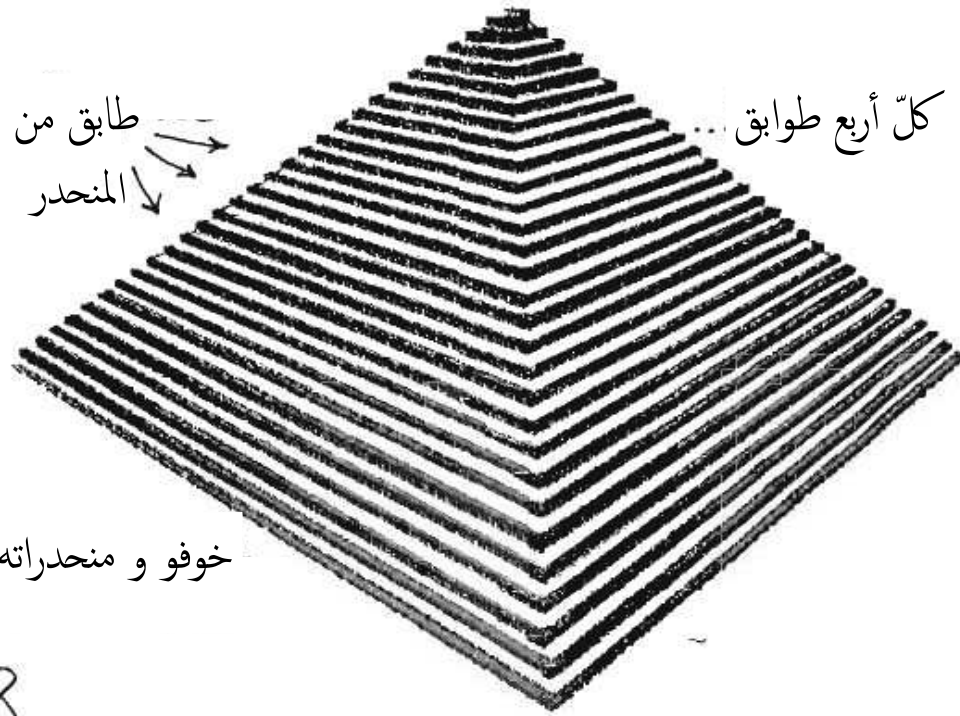




من السهل اتمام وضع قطع الزوايا من 4 الى 10 مع الحجارة من النوعين A و B و متوازيات السطوح على الجوانب (و، و2و) و هذا ما قمنا به في النموذج على اليسار. في الشكل على اليمين، كما هو موضح باللون الأبيض، أضفنا بعض المخططات المائلة من الطدوب المجوف المدعم بجذوع التخلّة، على الذين يريدون فهم هاته الهندسة المعقدة الرجوع الى الملحق A الذي يصف بدقة طريقة تركيب هذا النموذج و كذا تفكيكه لتوضيح صورة الهرم و بنائه



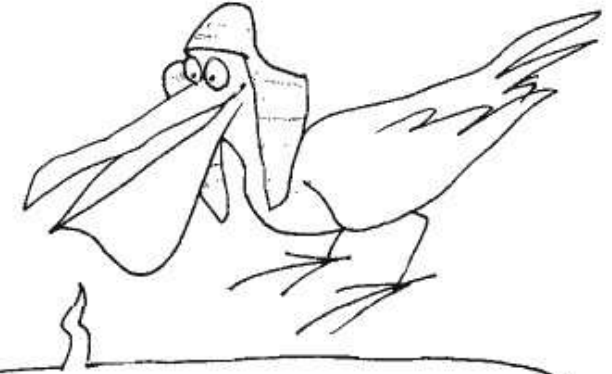
لنوضح الأمور, لدينا نظام تتابع لمكوّنات الأهرام بواسطة منحدر ضيق من الحجارة و لكنّه يسع لنقل جمعين من العمّال أحدهما يسحب حجارة وزنها بين الطنّ و الطنّين و نصف مثبتة على عربة تنزلق على طين رطب و الآخر يُنزل العربات الفارغة, عند أربع أخماس الارتفاع, ميلان المنحدر يصبح أقلّ من 1 بالمئة ممّا يجعل قوّة السحب مُركّزة في التغلّب على فعل الاحتكاك, الشّيء الذي يمكن فعله بالاستعانة ببعض الرجال تناوب الحجارة في الزوايا بانحراف 90 درجة ينجح بفعل السحب هذا المنحدر ذو الثلاثين دور يرى ميلانه يكبر فجأة في الأدوار الأخيرة نحو القمة و المسار كلّهُ في هرم خوفو يساوي الثلاثة عشر كيلومتر



تطور ميلان المنحدر

هيا يا رجال

سحب الحجارة ذات المعايير العادية على منحدر ذو ميلان ضعيف



عندما يحتوي البرنامج على وضع أحد الاثنين و خمسين حجراً من الغرانيت فأننا نغيّر التّقنيّة بحيث تساهم الآلات (انظر الصفحة 45 و الصفحة 53) في قوّة الجذب فتستطيع جماعتان مكوّنتان من ستة رجال خلق قوّة جذب متناوبة بين 400 كغ و 1200 كغ

هيا يا رجال

الزّحف و مقاومة الزّلازل

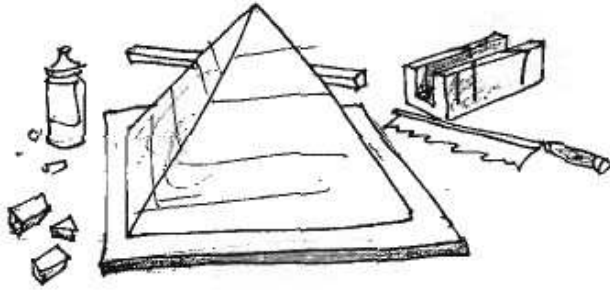


يواجه مصمّم الهرم مشكلتين, أولهما مرتبط بالتيّة
السّطح الأرضي من خلال الزّحف و الثاني مدى
مقاومة البناء للزّلازل

حسناً, الظّاهر أنّ مشكلة رفع الأثقال أثناء البناء
و تواترها عند الصّعود قد حلّت و لكن ماذا و
كيف نفعل بكلّ هذا؟

هل سمعت بهاته الأشياء
في حجرتك من قبل؟

لا... رغم أنّنا في أعلى
الدرجات. لا أفهم ذلك

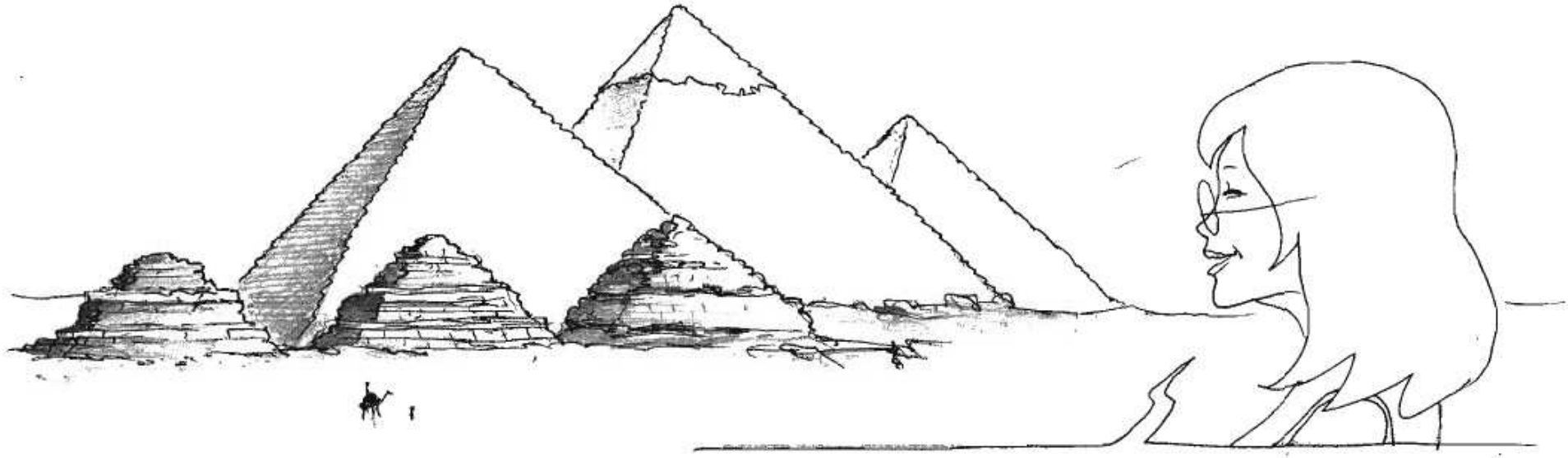


يُمثّل هرم خوفو مليونين و خمسمئة ألف متر مكعب مع متوسط حجم متر مكعب للحجر الواحد و هو مجموع 2500000 متر مكعب, أليس كذلك؟

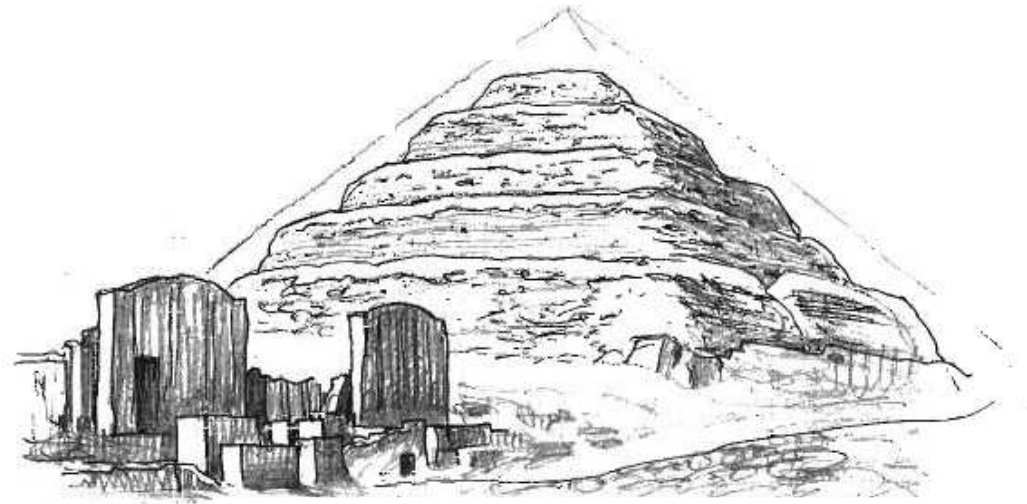
اكتشاف نصوص الأهرام في القرن التاسع عشر يعطي لهاته الأحجار و لتعقيدها الجنازيرة طبيعة أليّة ما وراء الطبيعة و هذا ما دفع علماء المصريات لاعطاء تفسيرات لهذه البنات من زاوية رمزية, و بالتالي ففكرة وجود درج يسمح للفراعنة بالصعود الى السماء يمكن أن تكون أصل الأهرام المدرجة

و هل تعكس هندسة الأهرام ترجمة حرفية لموضوع ديني؟

أو بالعكس, ألا تمثل هذه النصوص الدينية ترميزاً للحلول مفروضاً لضروريات تقنية

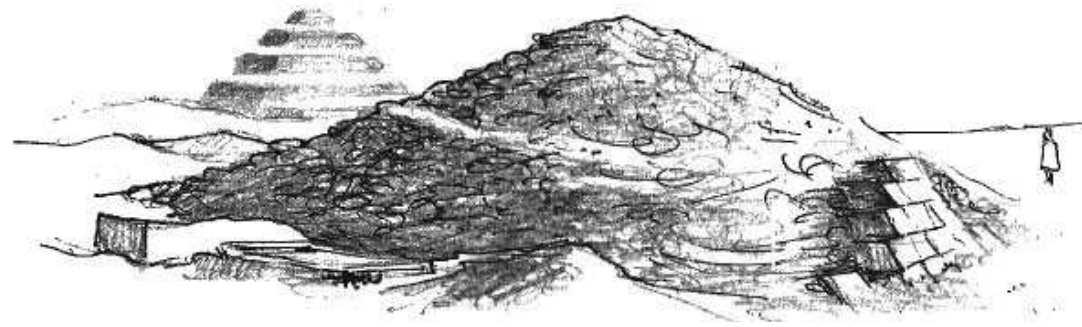
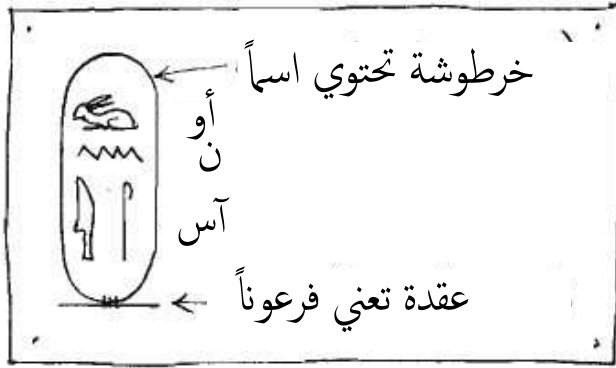


البناءات المدرجة حاضرة بقوة مثل أهرامات منقرع الظاهرة في الخلفية و من المعقول التفكير في وجود مثل تلك الأدرج على المساحات الحالية لأهرامات الجيزة إلا أنها الأقل تضرراً من فعل النهب الذي عان منه كل تاريخ مصر القديمة الى درجة الشك في كون الهرم الأقدم و هو هرم محوتب الذي أهدها الى الفرعون زوسر المتواجد بسقارة هرماص أملس السطح ذهب ضحية سرقة الأحجار ممذا أظهر ادراجه



سقارة حوالي 2600ق.م

ضمن معظم السّتين هرمًا المعدودة في مصر، و إذا كان باطنها غنيًا، تحتوي على مظهر خارجي متضرّر للغاية بسبب نهب الحجارة منذ زمن الفراعنة. الهرم التالي لأوناس -2320ق.م- التي تحوي بداخلها -أنظر صفحة 20- نصوص الأهرامات



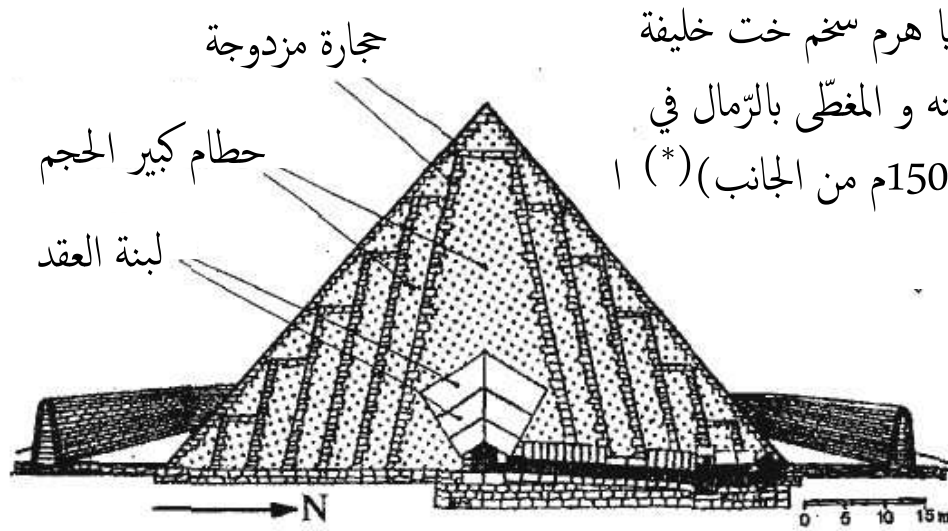
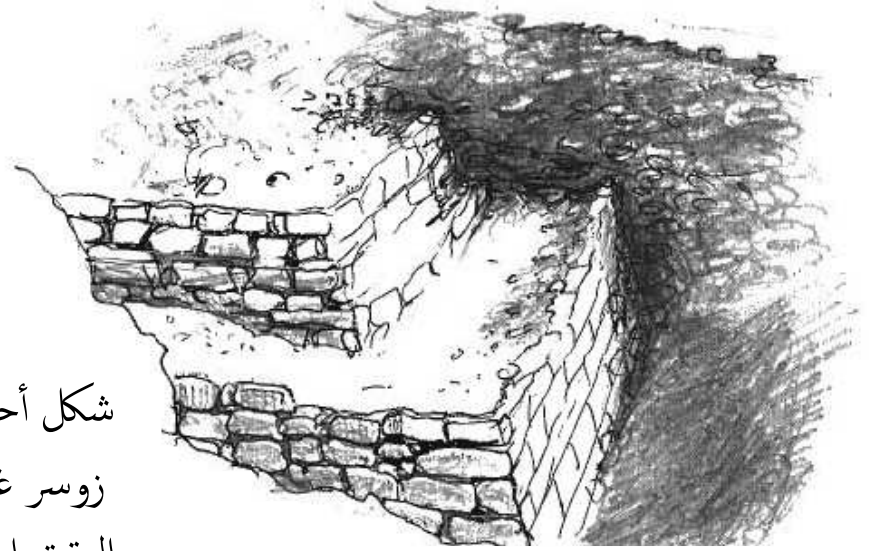
بقايا هرم أوناس في سقارة، و علوّ الهرم الأصلي 45 متراً بينما علوّه اليوم
احدى عشرة متراً فقط

كيف لأهرامات الجيزة أن
صمدت رغم النذهب



المساحة السّطحيّة من الكلس الرّقيق قد
اختفت تقريباً كليّةً ما عدا قمة هرم خفرع، أمّا
الباقي التّاج من المحاجر المحفورة في الهضبة
المملوء بالمحار فقد كان ذو نوعيّة رديئة للغاية

بمجرد وضوح البنية الداخليّة لبعض الأهرام فأتنا ندرك أنهم كانوا يضعون في
الجدران حطاماً كبير الحجم و هذا ما جعل بعض علماء المصريات حوالي
سنة 1900 مثل الألماني بورشاردت يتصوّر الشكل التالي



شكل أحد زوايا هرم سخم خت خليفة
زوسر غير المنته و المغطى بالرّمال في
الوقت الحالي (150م من الجانب) (*)

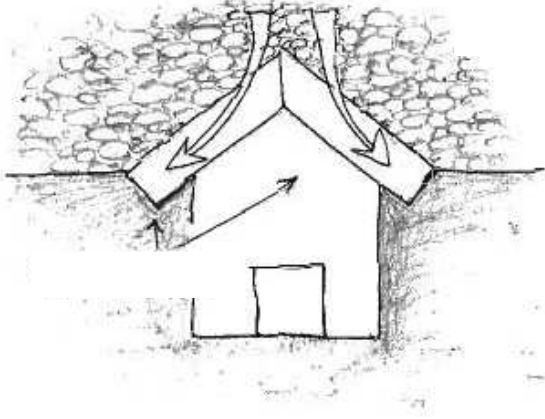
مقطع لهرم سخورع حسب بورشاردت

قبل التضرّر 4م و اليوم 36 م

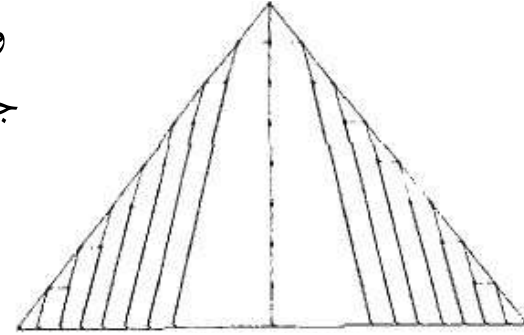


(*) نفس أبعاد حجر زوسر

مثلاً هو عليه الحال في هرم أوناس، الرّغبة في بناء غرفة الدفن أعلى من مستوى الأرضيّة و أقرب الى قلب الهرم دفع بالمخّططين الى اللّجوء الى استعمال الحطام من أجل اعادة توزيع أفقيّة لقوى الضّغط الكبيرة للكتلة الماكثة أعلاها و هذا نظام فعّال للغاية في حال الزّلازل

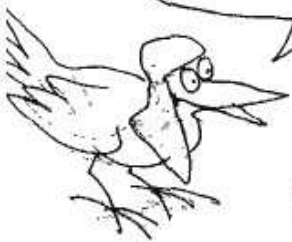


و لكن فكرة وضع الغرفة في مكان أعلى جعلهم يركّزونها على دعامة مركزيّة و هذا ما أنتج نموذج الدّرجات المدعومة

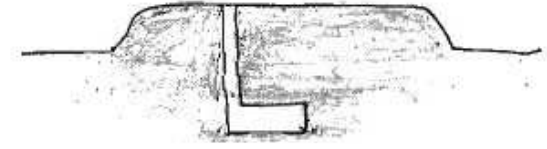


يعتقد الكثير من الخبراء و المختصين أنّ المخّططين القدامى (2200-2700 قبل الميلاد) كانوا يعملون اعتماداً على مبدأ التّجربة و وعيهم بأهميّة المقاومة للزّلازل مكّنهم من انشاء بناء دائم و كانوا على معرفة دقيقة بما كانوا يريدون بلوغه فوجدوا حلاً متطوّرة، أصيلة و مبتكرة على جميع المستويات

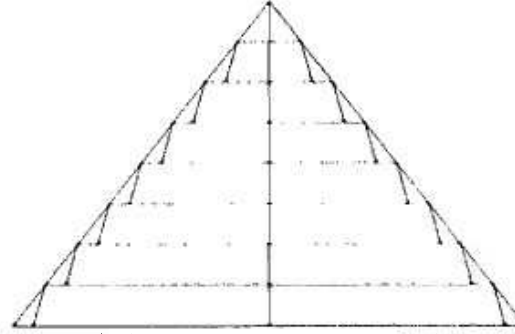
و لكن لا أحد كان يتوقّع أنّ دوام هرم قد يعتمد على اختيار حجر من نوع رديء في البناء



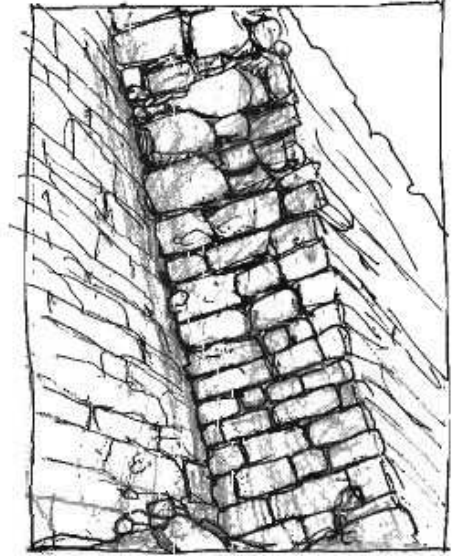
و لكن فكرة بورشاردت لم تتأصل, و مع الوقت بدون
تبريرات و بتناقض مع الملاحظات على الميدان تجذّر المبدأ
الذي على أساسه فان الأهرامات المستوحات من المصطبة
التي سبقتها الى الوجود لم تكن الا تراضاً للمصطبات



مصطبة



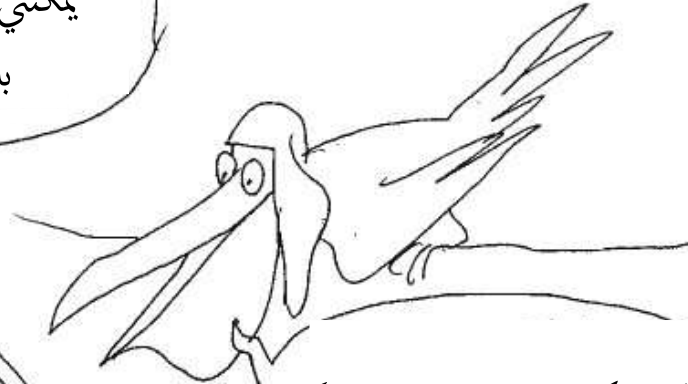
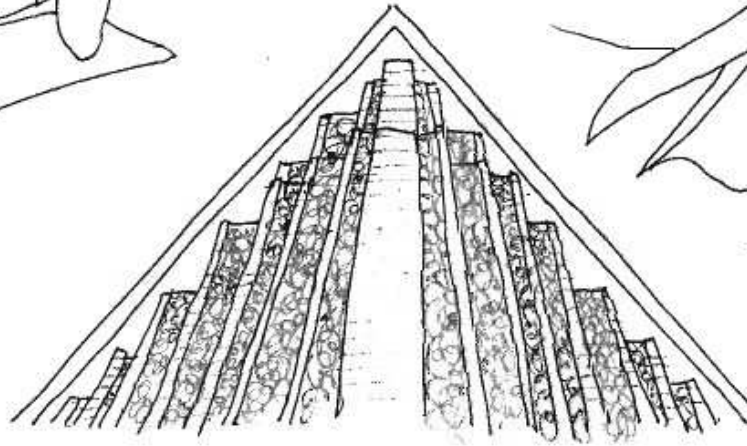
درجات متوضعة على بعضها البعض



طبقة تراكمية بنسبة ميلان
كبيرة في هرم زوسر



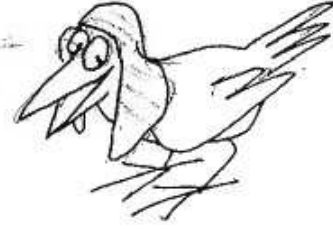
مليونين و خمسمئة ألف حجر لخوفو؟
يمكنني خفض العدد بشكل معتبر
باستعمال الحطام الكبير



لنأخذ فكرة بورشاردت مجدداً
مع هيكل من حجر و حشو
من حجر المحجر

هذا ينطبق مع ما رأيته في حلمي (ص 48) هذه المربعات المتراكزة مصنوعة من حجارة
محمرة الجيزة بحيث أنّ أوجهها الأفقية تتداخل تماماً مع بعضها و هذا ما يسمح بفضل
الاحتكاك الشديدي بمواجهة قابلية الكتلة للانتشار، بالتالي يكفي تحريك الحجارة نحو المركز
في كلّ سطح جديد

و لكن خشوك سيتكّوم و
لن يكون مستقرّاً



لن يحدث ذلك اذا وضعنا الجبس بالتدرّج لملء الفراغات و جعل هذا الوسط
الغير متجانس غير قابل للانضغاط

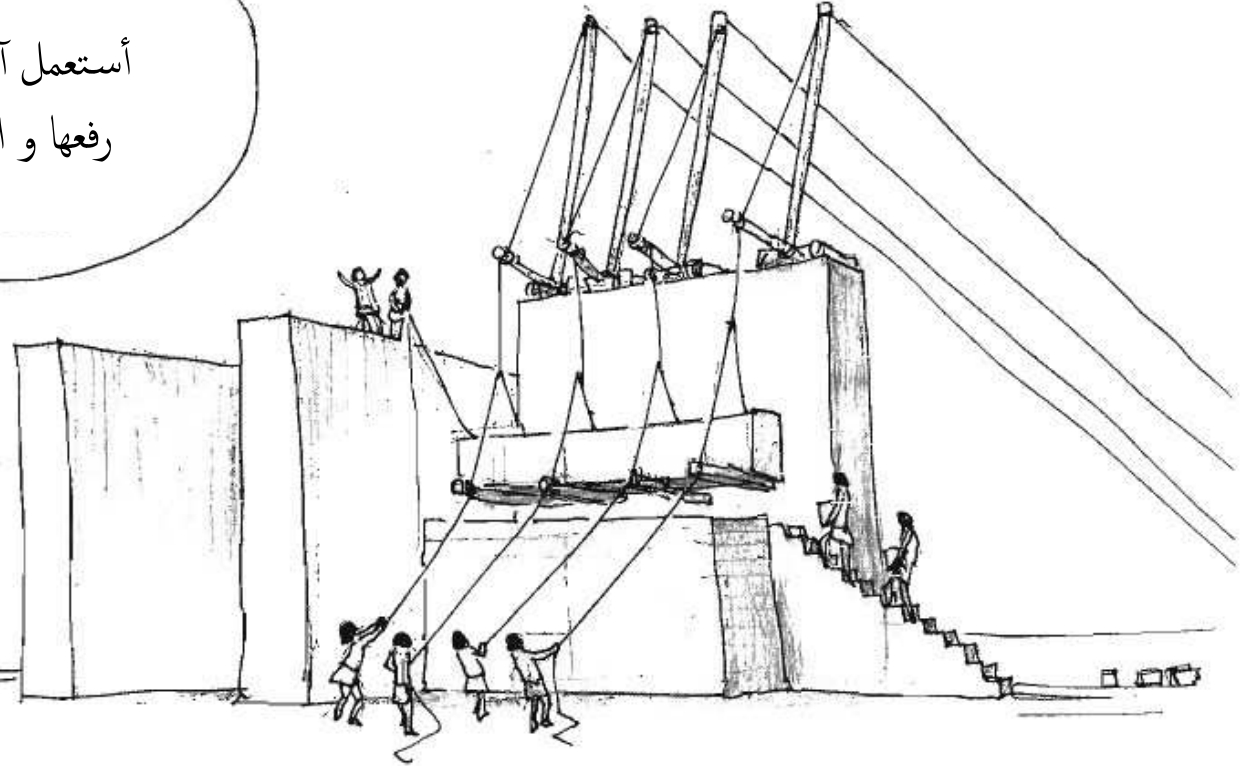
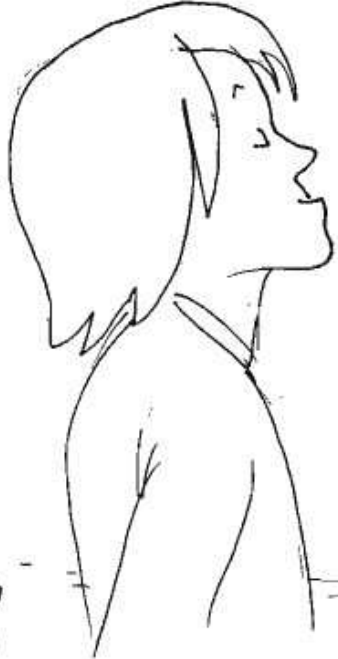
سنقوم بالشيء الممكن حالياً، أمّا
المستحيل فسنطلب له أجلاً



لا يكمن الأمر
في رفع الحجارة فقط، كيف
لك تحريكها أيها العالم؟



أستعمل آلة الجرّ في
رفعها و الدعامات

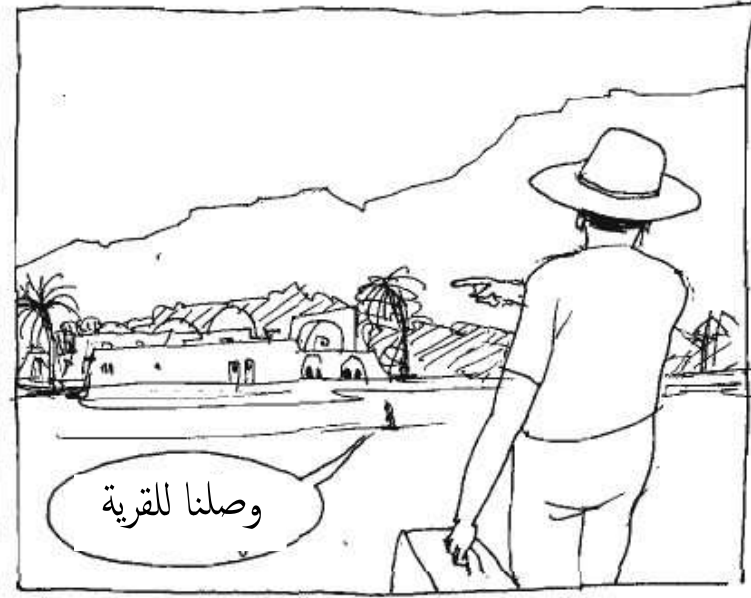
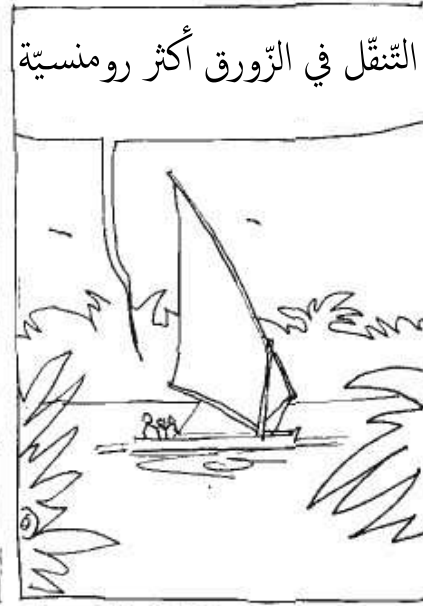
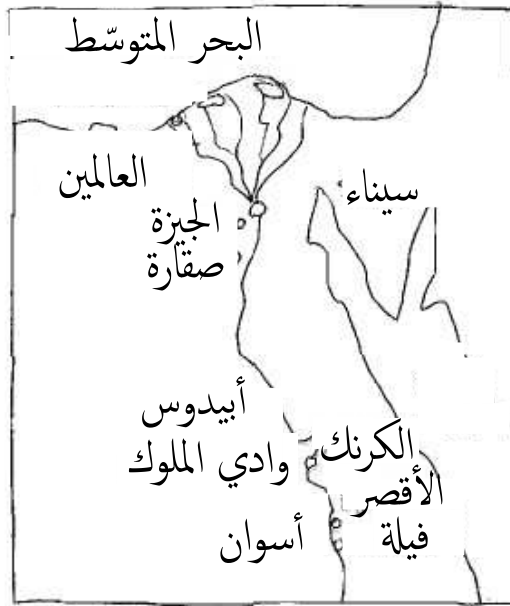




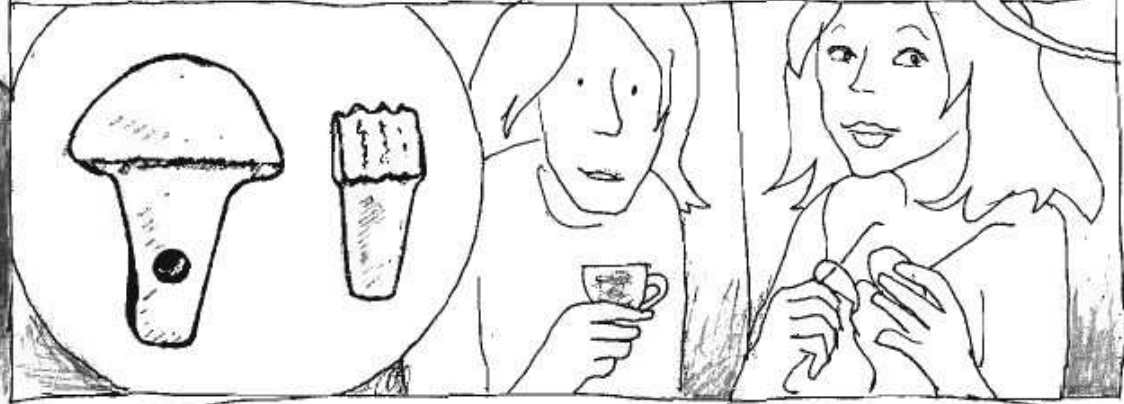
أظنّه علينا عرض هذا على أنطوان



لقد دعانا الى الأقصر منذ وقت طويل, لنحزم حقائبنا و نذهب اليه



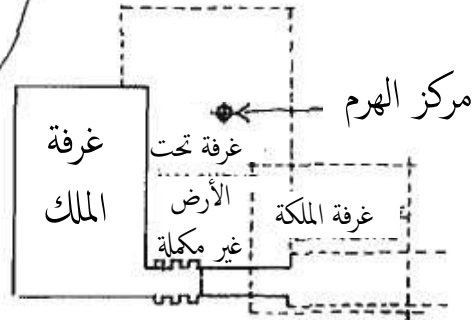
الآلة الموصوفة من طرف أنسلم موجودة حقيقة و هي من البازلت تستعمل للحفاظ على الجبال و قد اكتشفت سنة 1932 في الجزيرة من طرف سليم حسان بالقرب من هرم الملكة خنتكاوس




لقد نظرت في الملاحظات التي أرسلتها لي


لقد تفقدنا ذلك عدا عندما تكون الغرفة تحت الأرض فأنها خارج المركز في كل الأهرام

المنحدر الحجري فكرة ذكية، و قد رأيت أنك تبنيت فكرة الدعامه المركزيه و لكن كيف تفعل لوضع غرف هرم خوفو

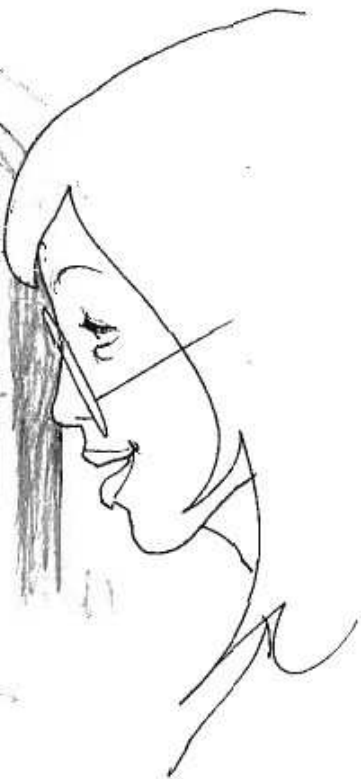




الأحجار المشثية الشكل؟ أنا أرى أنّها بالأحرى بقايا عمل تقطيع العمّال على الأرض، و لكنّ هذا يبقى رأياً أحترمه، و أجد أنّ الأسهل تصوّر عمليّة تنظيف من الأعلى أمّا بالنسبة الى الحجارة الجانبية فإظنها هنالك بفعل الزّمن، فالحجارة ليست مستقرّة و متجانسة كما تظنّ فهي مقطّعة مسبقاً و لكنّها ذات نتوءات يجب صقلها عند نهاية البناء



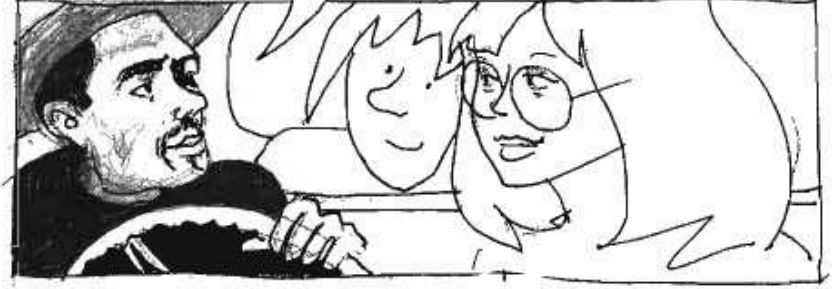
أمّا بالنسبة الى غياب الأجر المجوّف فيجب العلم أنّه بغضّ النظر عن اختلافه عن البقايا كبيرة الحجم فأنّه قابل لاعادة الاستعمال و هذا ما نُجربّه هنا في الكرنك



أصدّقك يا صديقي فلا أحد يعرف الحجارة أفضل منك و لهذا قصدناك

سيأخذنا أنطوان الى موقع العمل غداً، يقول أنّ هنالك شيئاً مهمّاً سيرينا اياه

فيما يتعلّق بقطع نقاط التلاقي فإنّ الفكرة قديمة و تعود الى القرن التاسع عشر مع بيتري و شوازي و لمعرفة أكثر دقة أردت التجربة بقطع من حجارة رملية



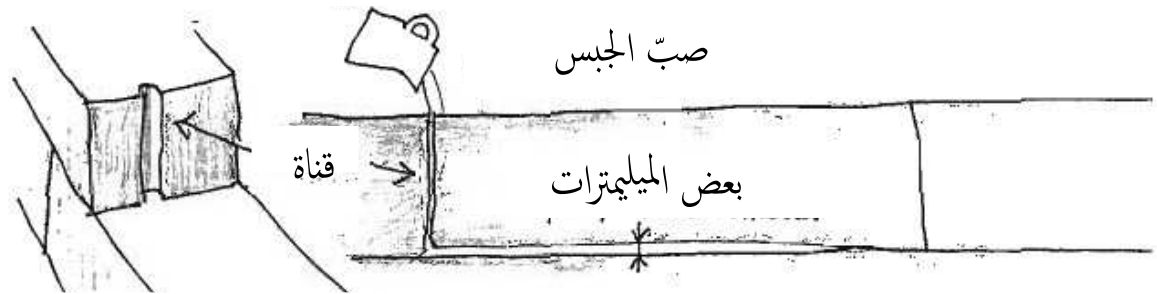
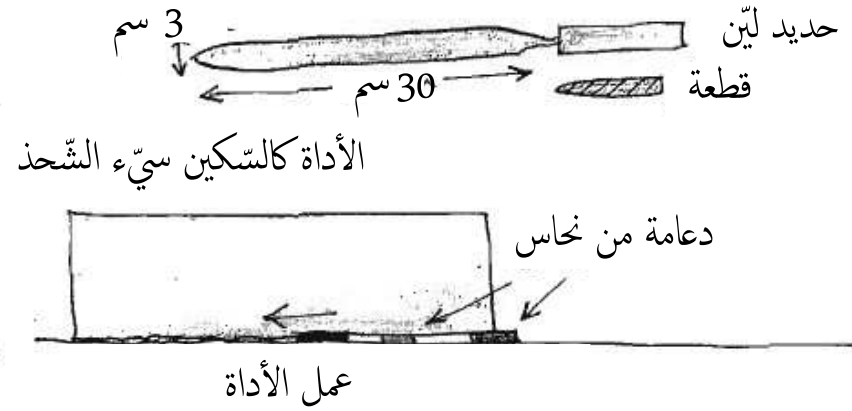
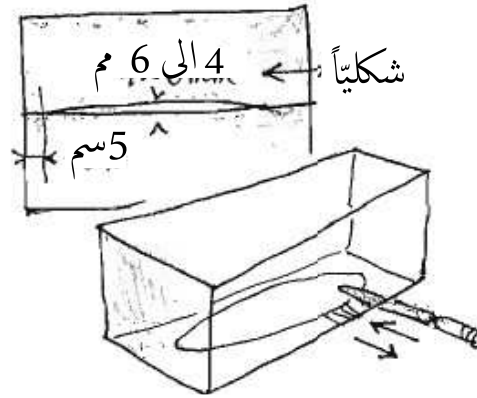
الحجر الرملي صخر ناتج عن تكثف
80 بالمئة من حبيبات السيليكيا و
الاسمنت الكلسي فهي بالتالي
تحوي كاشطها الخاص



على مرّ الزمن و حتى في مصر القديمة نلاحظ أنّ الحجارة ملصقة بشدّة الى درجة استحالة تمرير شفرة حلاقة بينها بالاضافة الى كون حوافها متموجة, في القرن التاسع عشر افترض علماء المصريات أنّ تلك المفاصل قد شكّلت عن سابق تيّة. لقد ركّز أنطوان عمله على مباني حديثة (عهد عائلة بطليموس من 300 الى 30 قبل الميلاد), لقد أثبتت الخبرة وجود دلائل عن استعمال ادوة كالمشار أمّا الحجارة الأخرى فلم تُصقل على جميع وجوهها و إنّما فقط على محيطها بحول 3 الى 5 سم من العمق و الباقي من السطح كان يُصقل بشكل خفيف للغاية. فقد كانت تُحفر في الوجهِين المرئيين من تقعدرات عمقها بين 3 و 4 مم و بدا يُنشر طرفي القطعتين. في الحجر الرّملي, تتفرّق حبيبات السيليكات عن بعضها البعض مع العلم أنّ الأداة تقطع مسافة 4 سم في الدّقيقة و توضع دعامات النّحاس بالتدرّج.

عندما يتمّ العمل نزع الدّعامات فتتصل القطع ببعضها بدقّة و عبر قناة ناتجة عن هذا الفعل نصّب الجبس ليملأ الفراغ فيصير الاتّصال تاماً و كاملاً على كلّ الأوجه المعنيّة

تعرّج نهائيّ ببعض ميليمترات فقط يكفي لضمان ثبات القطع الحجرية





أرى أنك استعملت
الحديد اللين

الفكرة تعتمد على إعادة
بناء ما كانت عليه العادة
في الماضي



لوجدنا مناشير الخشب و -
لكن مناشير الحجارة منعدمة


و جدنا فقط حوالي اثني عشرة من
أشرطة التحاس اللين داخا القبور



لا يوجد التحاس اللين فقط كونه نقياً فالمعادن النقية لها
صفات ميكانيكية أضعف من المعادن ذات الشوائب, و
قد كان للمصريين نحاس مختلط بالآرسنيك بصفات
ميكانيكية أقرب الى البرونز

مناشير ذات أسنان من هذا التحاس قد استعملت ربّما في قطع الحجارة
المصنّفة كحجارة ليّنة و من بينها الكلس






أما مع الحجارة القاسية كالغرانيت فنستعمل معها
مناشير من دون أسنان بحيث ينتج التّحاس
بقطعها غباراً كاشطاً



نعلم أنّ المصريين القدامى كانوا يحفرون
ثقوباً باستعمال أنابيب التّحاس و
المواد الكاشطة

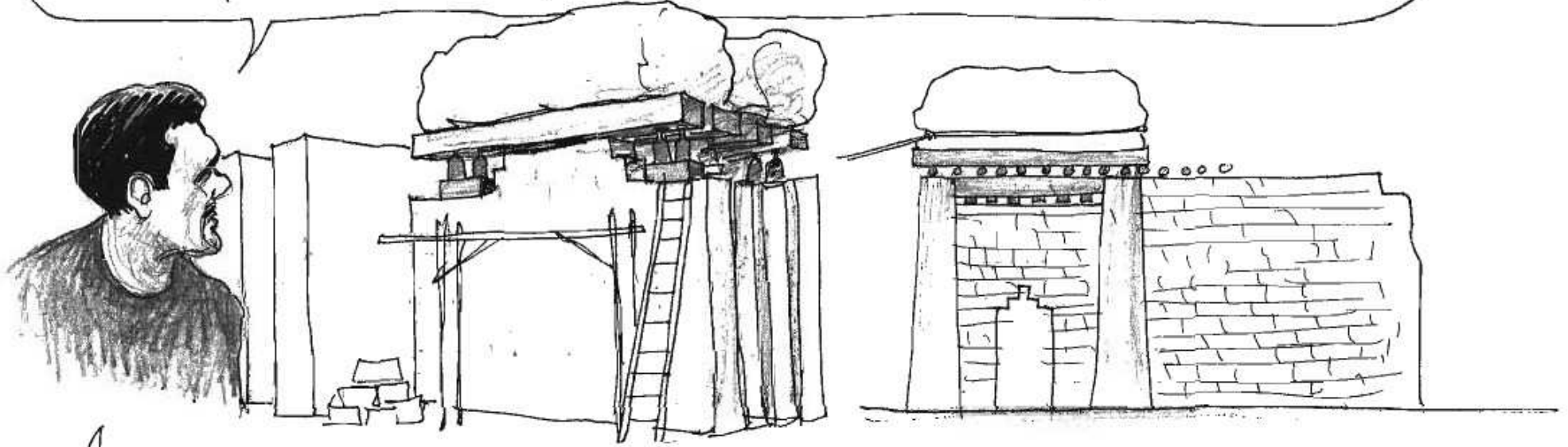
هذا الأنبوب منشار
مُلتويّ



سأريكم شيئاً يُعجبكم, تعلمون أنّا في الكرنك نُمضي الكثير من وقتنا في
الحفريات. أنظروا الى الحجرين المكوّنين لسقف معبد توتومزيس الثالث هذا
(فرعون في حوالي 1450 قبل الميلاد), إنّ كلّاً منهما يزن اثنين و سبعين
طنّاً, لكم أنّ تُصدّقوا أنّها قد رُفعا الى هناك

باستعمال الرّافعة؟

رافعتنا في الكرنك لها قدرة قصوى في رفع ثلاثة و عشرين طناً و كو في أحبّ التّحديات فقد حاولت أن أعرف ان كان في امكاني رفعها
باستعمال رافعة هيدروليكيّة, دعامات من الخشب و الحجارة



ماستعملنا المناوبة في الرّف بالرافعات الهيدروليكيّة, الدّعامات الخشبية و قاعدة حجرية لوضعها و رفعها بالتدرّج. عندما بلغنا 4,25 متراً
من العلو و وضعناها على لفة و دائماً باستعمال الرّافات أنزلناها على القاعدة و في الأخير فككنا كلّ التّركيبات البنائيّة

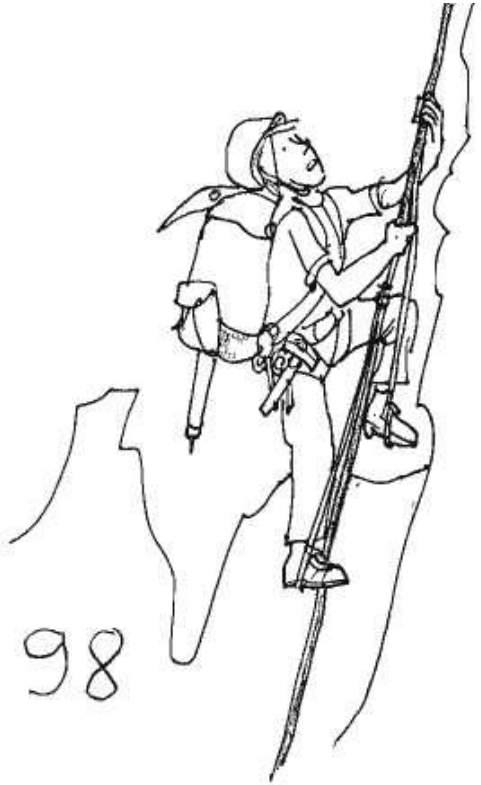
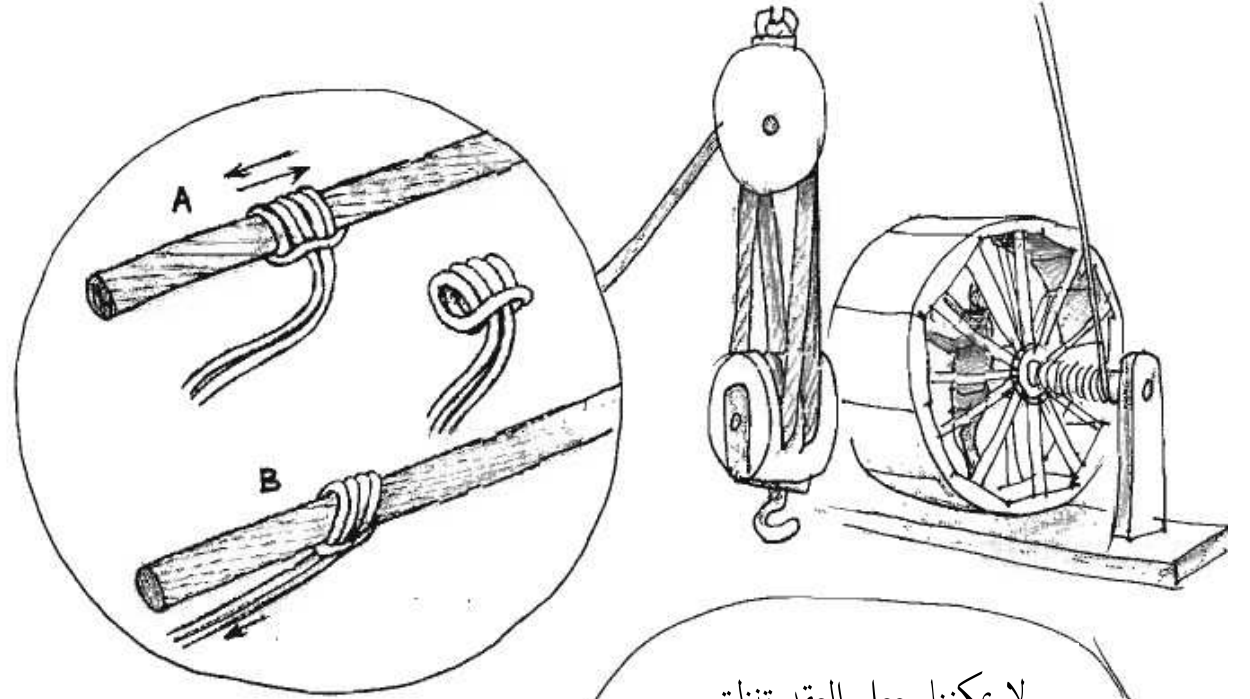


جيد جداً، و لكن هل فعل
الفرعون نفس الشيء دون
رافعات مائيّة

حسناً، منحدر من
الآجر المجوّف، حبال و
عمّال

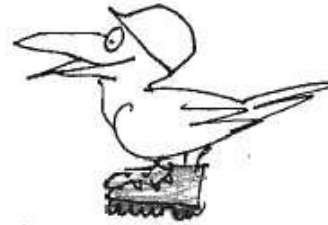


كانت لليونانيين و الرومان كل أنواع الآلات, و ننسب
اختراع القفاز لأرخميدس فما الذي نعرفه عن آلات مصر
القديمة؟ لم نجد إلا بعض الأنواع من الأدوات المستعملة
في صقل الحجارة, أمّا بالنسبة للأثقال الكبيرة فهناك
حلّين, العمل باستمرار مع زيادة القوة أو بتناوب كما فعل
أنطون و لعدم وجود معدن صلب استعملوا نظام
الحبال ذات العقدة التي أصبحت الحلّ الوحيد



هذا ما يستعمله متسلّقي
الجبال

لا يمكننا جعل العقدة تنزلق
بالسحب : سينقطع الحبل من
قبل ذلك





نمذجك مهم للغاية , يُشكّل لغزاً جميلاً و لكن ينقصه
شيء ما فحجارة الأهرام بعيدة من أن تكون منتظمة
هكذا أما الميلان المستمر فقد يختلف في علّوه بمعدّل
واحد الى ثلاثة. و هذا حسب العرق الذي
استخرجت منه. يلزمك نظام دقيق لايجاد معالم توضع الحجارة

سفرٌ موفقٌ لكما



كنت أفكر فيما قاله أنطوان عن مشكلة معالم
الحجارة، ألا تريد العودة الى ذلك العالم القديم
من أجل...!

توقفي عن هذه
التفاهات من
فضلك

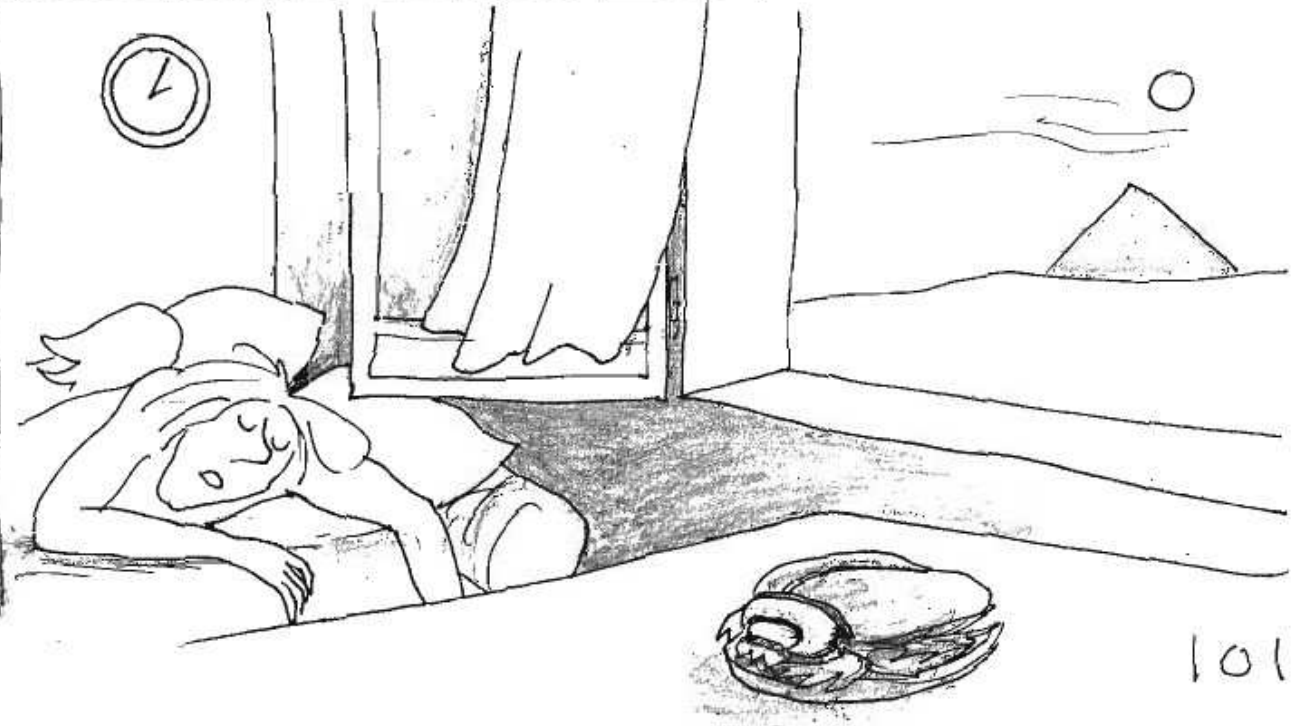


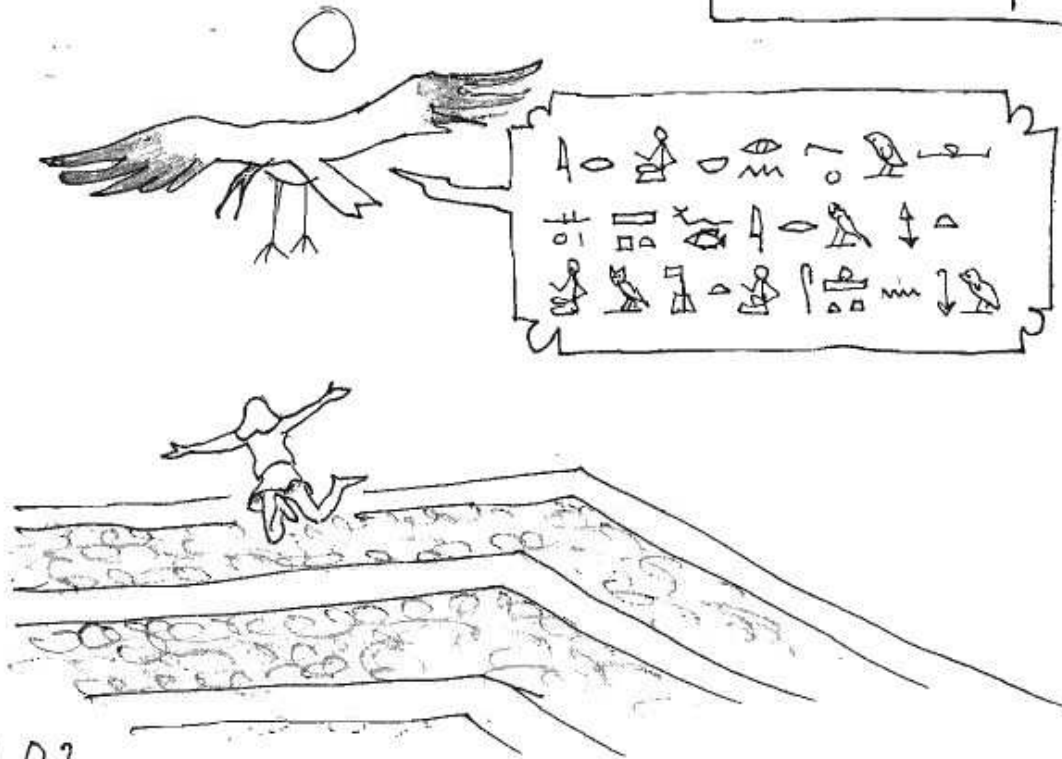
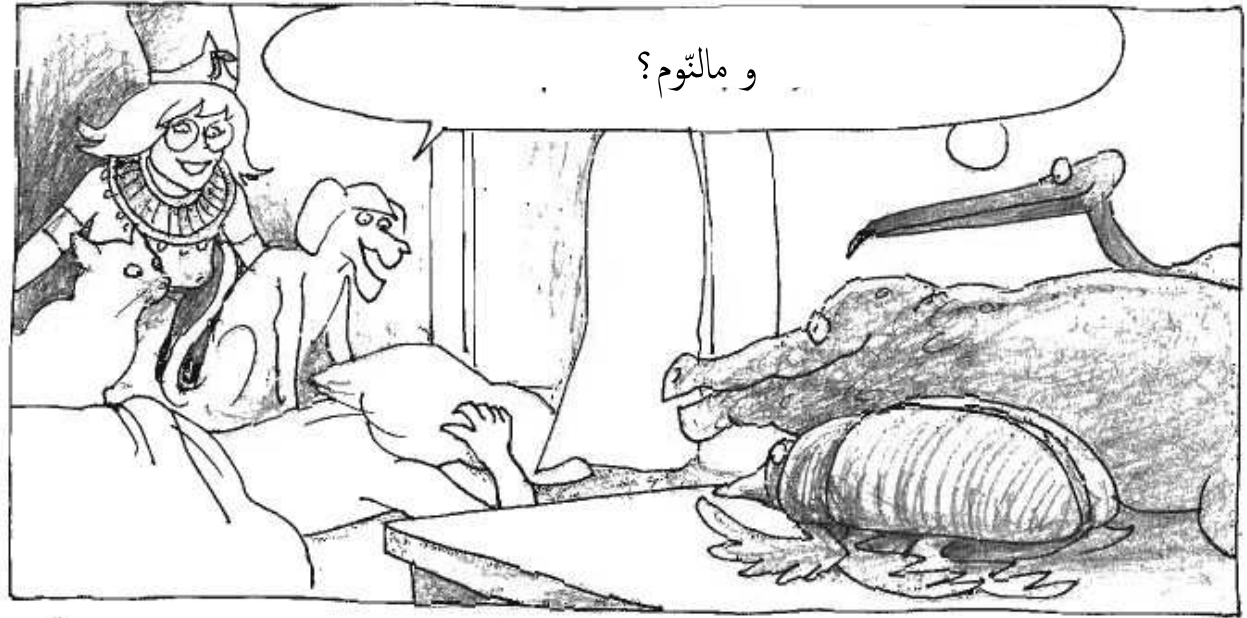
كنت أتحدّث في صالح المصريات



من الجيّد أنّكم عدتم الى القاهرة لأنّكم نسيتم شيئاً عن مغادرتكم





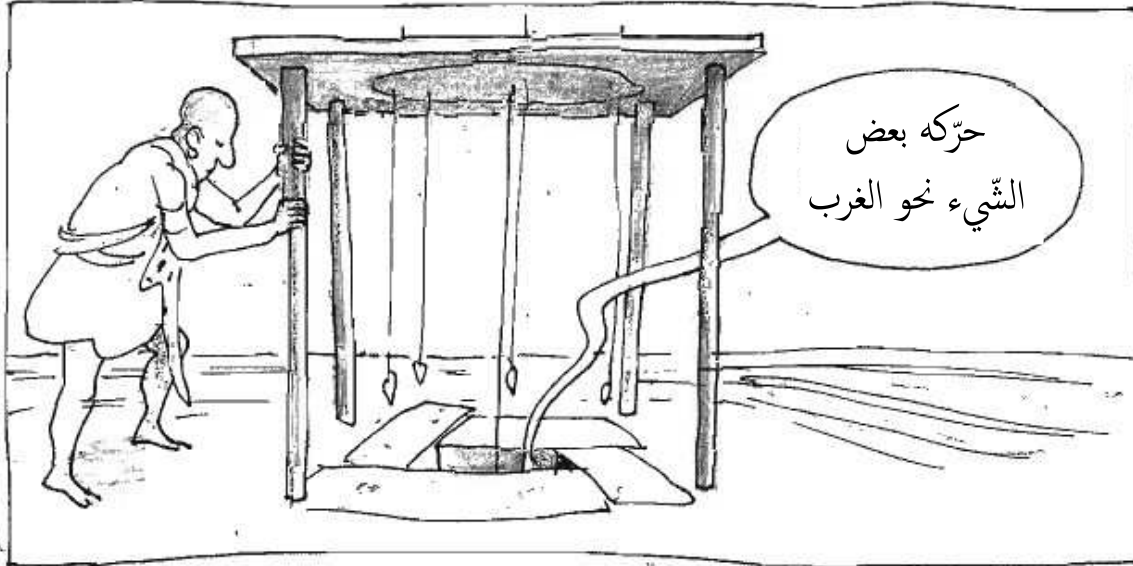




معالم الحجارة من هنا



وضّح للرجل على السطح وضع
خيطة الرصاص بدقة



حرّكه بعض
الشيء نحو الغرب

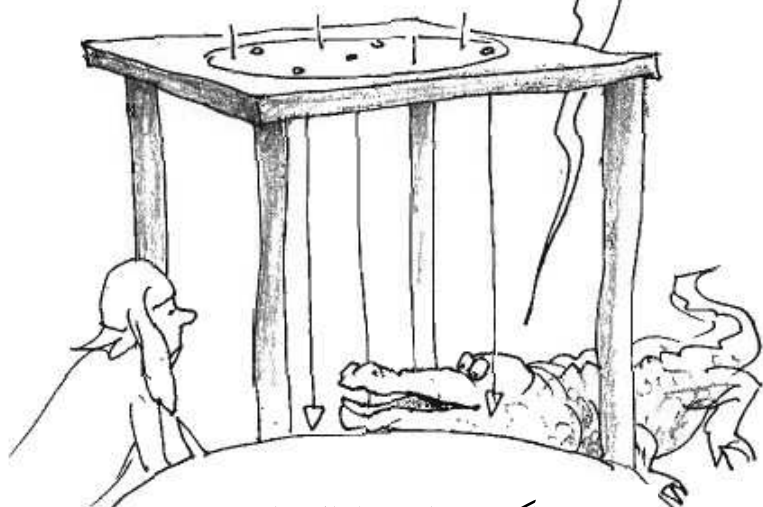


و الآن نوجه هذه الطاولة المتحرّكة بمساعدة هذه
القضبان مع اتّخاذ معلم ما على بعد كيلومترات و
اظهار جهة الشمال (*)

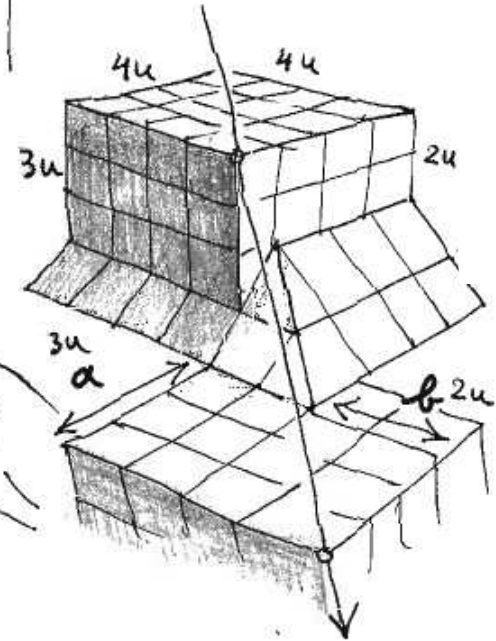
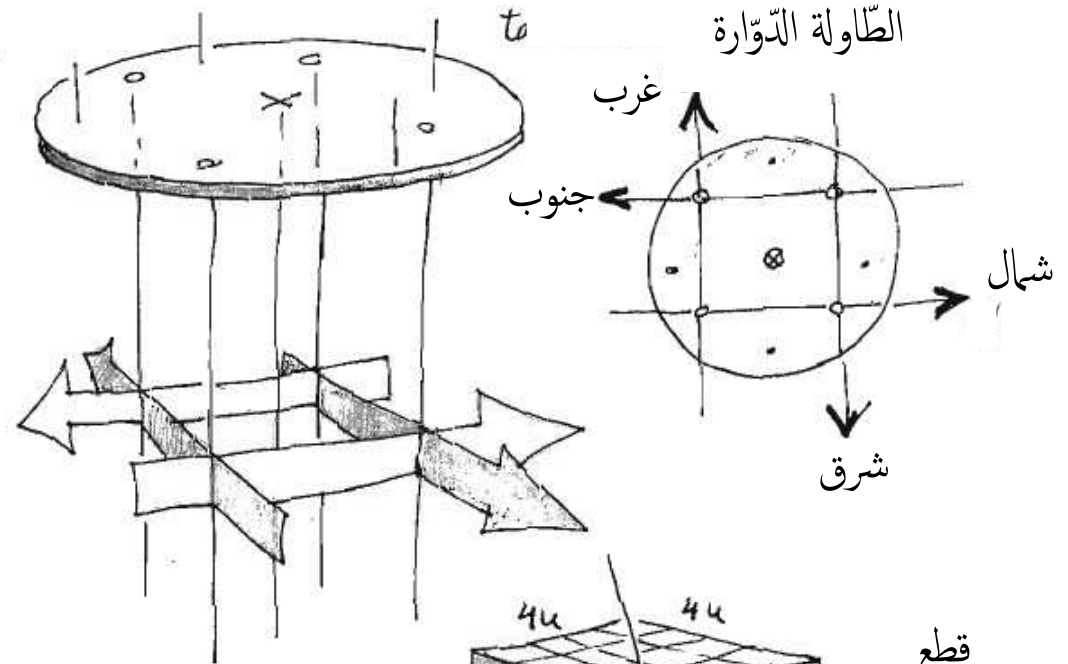
مع هذا لدينا محور الهرم بفضل علامة مرسومة على السطح
الحجري

(*) صاحب الفكرة هو عالم المصريات جورج قولون

ثم نستعمل الخيوط المزودة بأثقال المثبتة على الطاولة المتحركة حيث أنّ كل اثنين منهم يشيران الى جهتين من الجهات الأربعة الأساسية: الشمال، الجنوب، الشرق و الغرب



و لكن جهات المعالم هاته لا تقطع محور الهرم



قطع زوايا متتالية

حتى لو أنّ الميلان يبين بعض العشوائية، فمن كانت قطع الزوايا موضوعة بترتيب فوجود المعلم يصبح ممكناً اذا حدّدنا أماكن زوايا القطع بدقة في الفضاء

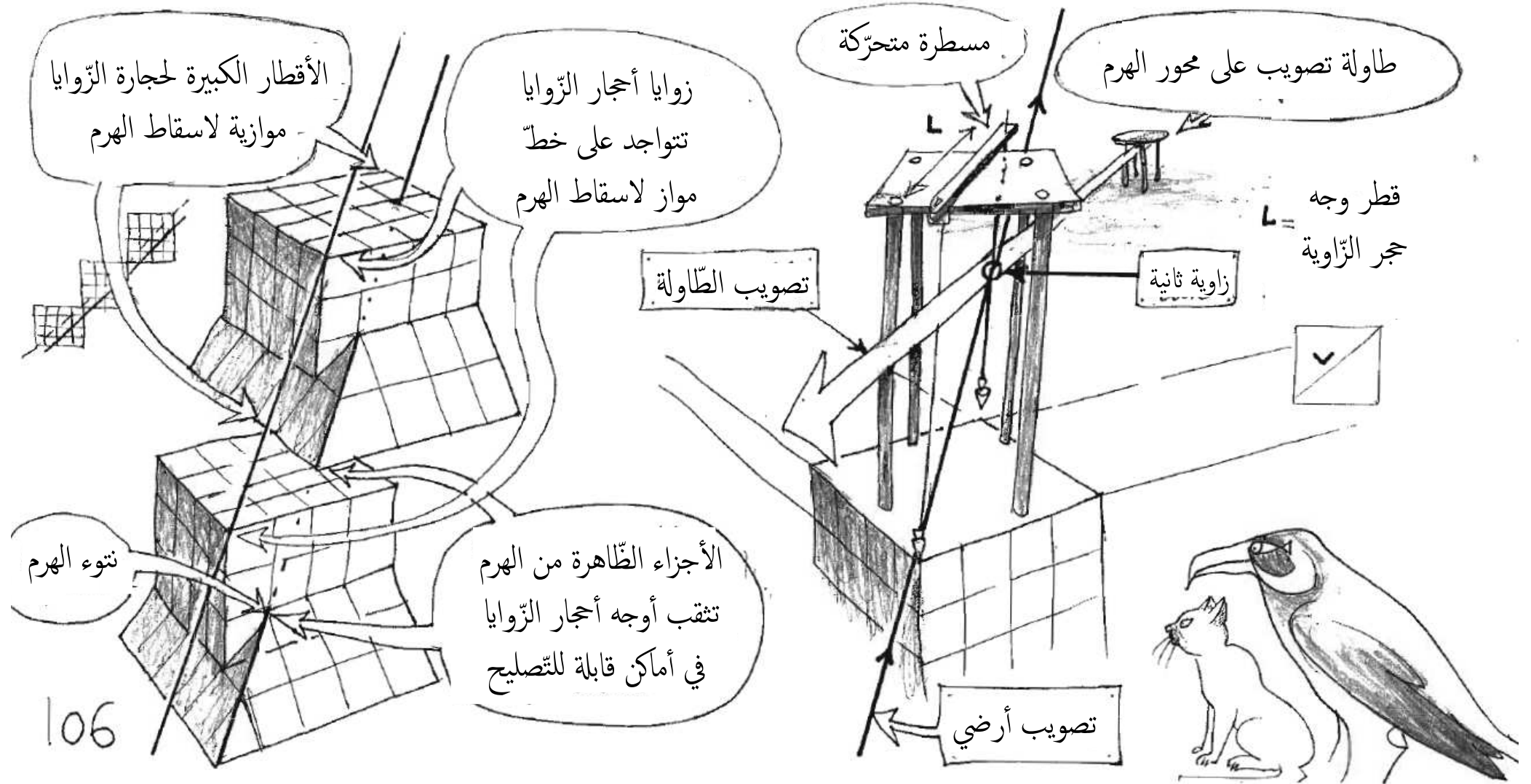
طبعاً اذا عرفنا بدقة وضع زاوية القاعدة يمكننا استعمال تلك المعلومة لوضع الحجر الجانبي في أقرب موضع ممكن

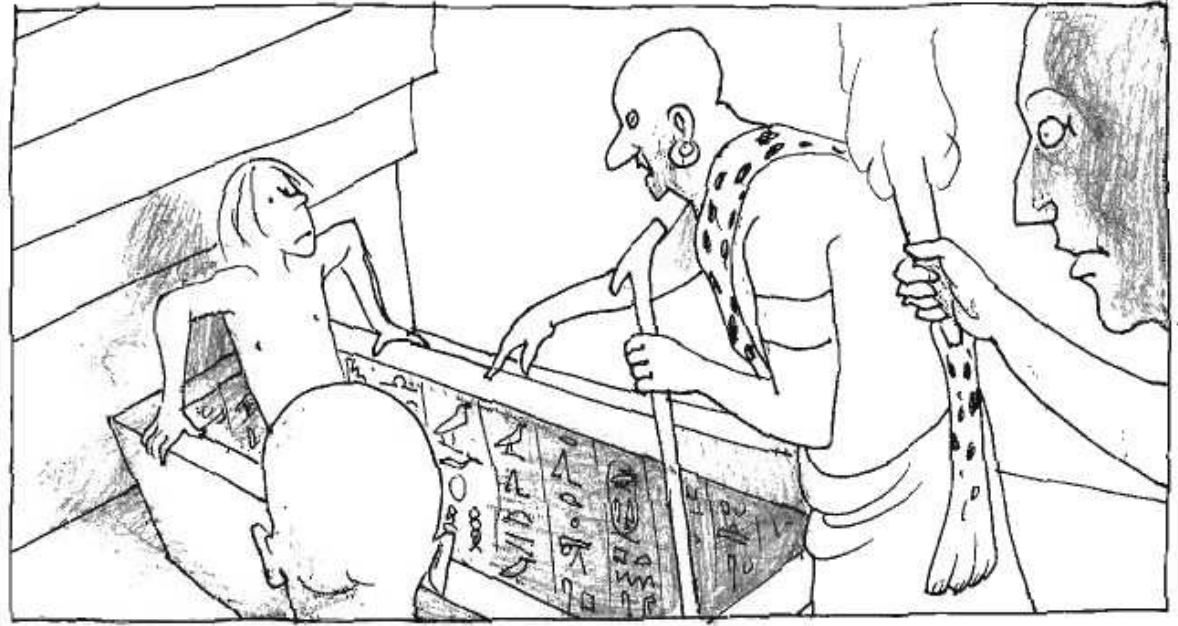
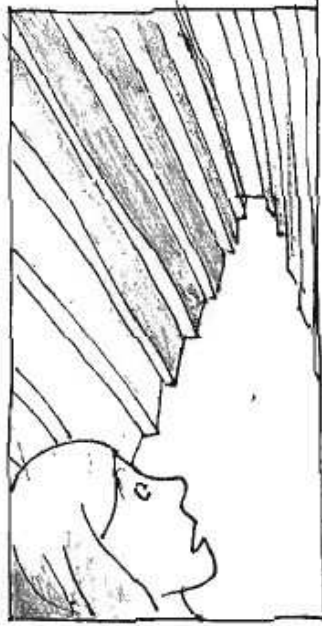
المهم أننا شيئاً فشيئاً يمكننا وضع الزوايا بدقة أكثر بالنسبة للأرضية و ليس بالنسبة لبعضها البعض و الأكثر الأخطاء

يمرّ توجّه المركز عبر القواعد المتتالية

هذا يعطينا توجّهاً للتصويب
و لكن يلزمنا غيره

طاولة تصويب كتلك تساعد على التّموّج بدقّة كبيرة لأيّ نقطة من المخطّط المحتوي على حجارة الزّوايا بشرط أن تكون هذه الأخيرة مصطّقة و على بعد متساو. أقطار الأوجه العلويّة لحجارة الزّوايا موازية لاسقاطات التّنوءات على السّطوح و أقطار حجارة الزّوايا متوازيات السّطوح موازية لاسقاطات الهرم





ان أردت العيش
فعليك أن تموت



سنعود في أربع و
عشرين قرد رباح



ما بك يا أنسلم أولاً تتكلم لوحك ثم
تصرخ قائلاً كم يساوي 24 قرد رباح

هاهاها

سأروي لك كل شيء

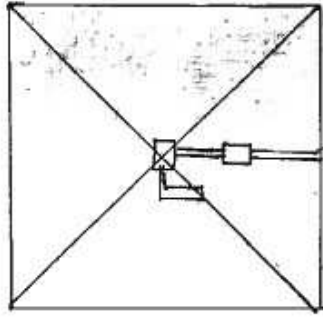
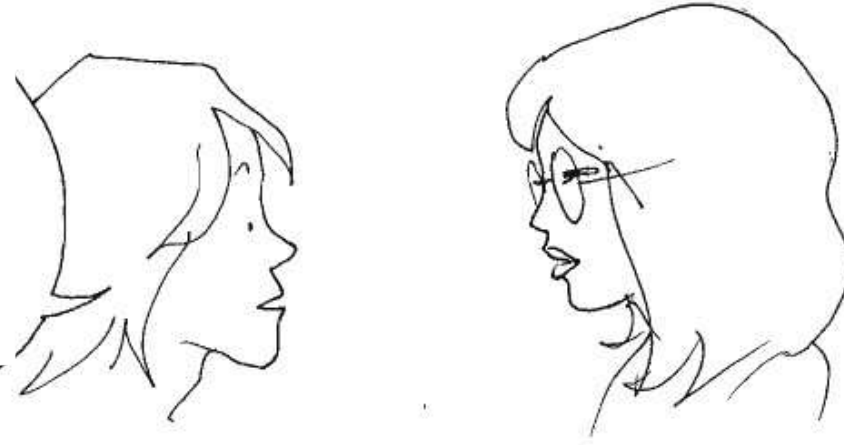
قلت أنّ السّقف كان كشكل الزّاوية الحادّة
بتجويفات و هذا ما يسمّى بالطّنف الذي يتحمّل
كتلة هائلة من الحجارة المتوضّعة في الأعلى

حسب قولك فإنّ هذا متواجد في الدّهشور أمّا في الهرم
الأحمر أو في هرم ميدوم

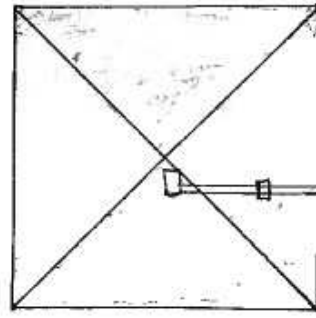
قلت أنّهم وضعوك في الثّابوت لتبقى
هناك لمُدّة أربع و عشرين قرده رباح

رغم وجود عدد معتبر من التّوابيت داخل الأهرام إلا أنّ البعض يشكّ في كونها قبوراً كوننا لم نجد
أبداً بقايا تُثبت ذلك و حلم أنسلم قد يعني أنّها كانت أماكن استهلال

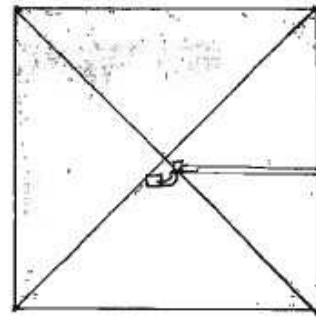
أتعلمين يا صوفي، اني أفكر في شيئين، أولهما ان كان هناك
بئر محوري في الأهرام و هذا يشرح وضع الغرف خارج
المحور ان لم تكن تحت أرضية



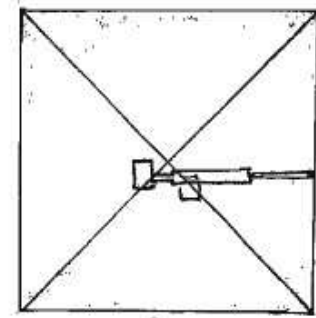
منقرع



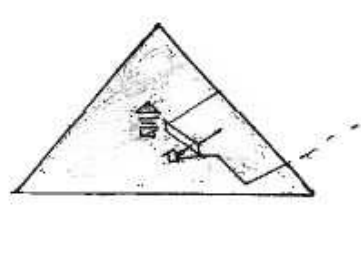
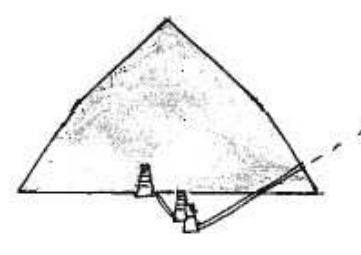
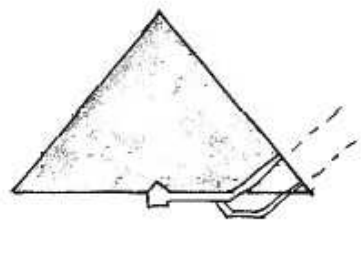
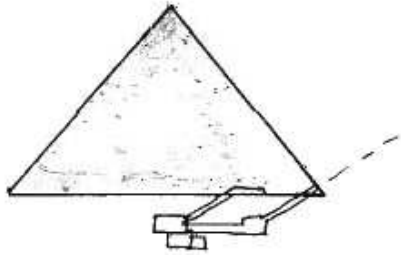
خفرع



سنفرو

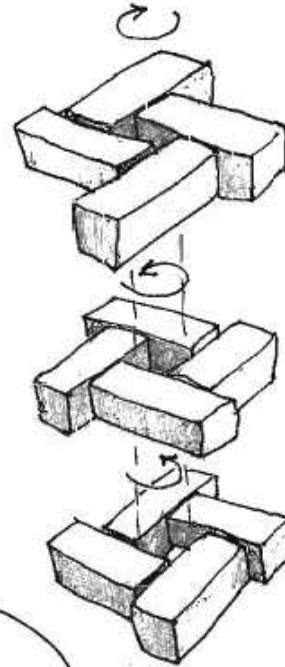
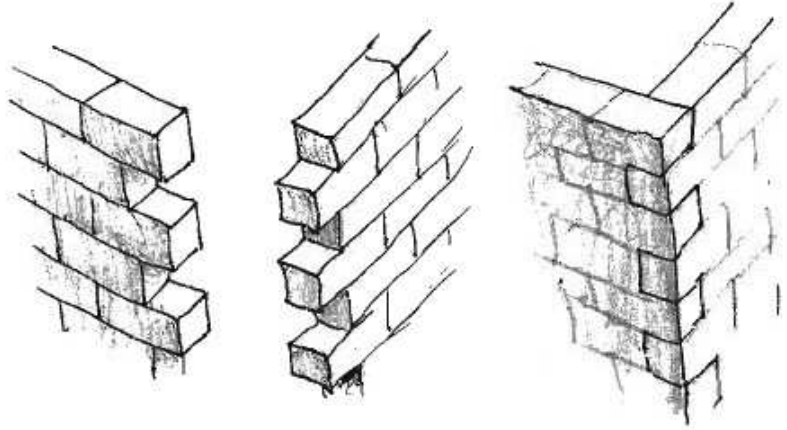


خوفو



كلّ مخارج الهواء موجهة تقريباً نحو نفس الزاوية ما يسهّل جلب الصّوء عبر المرايا

في زاوية الحائط نلاحظ وجود حجارة لزيادة صلابة البناء



لضمان صلابة البئر و تجنب
انسداده فيصبح من دون
جدوى في حال الزلازل و هو
شيء كارثي كان يجب وضع
الحجارة كالتالي



فماذا يعني وضع الحجارة هذا في
قمة هرم خوفو؟ (*)

(*) نرغب بكل صورة ملتقطة بواسطة طائرة من دون طيار

كلّ هذا يجب نقد انطوان فيما يتعلّق بالمعلم السنتمتري للحجارة و هذا
يعني الدخول من الأسفل و الآ اختنق الذي يشتغل على خيط
الرّصاص



الغريب في هرمي خفرع و خوفو هو أنّه
يظهر أنّ لهما مدخلاً قد أُغلق و هو على
ارتفاع أمتار من الأحجار القاعدية



النهاية



يُتَّبَع