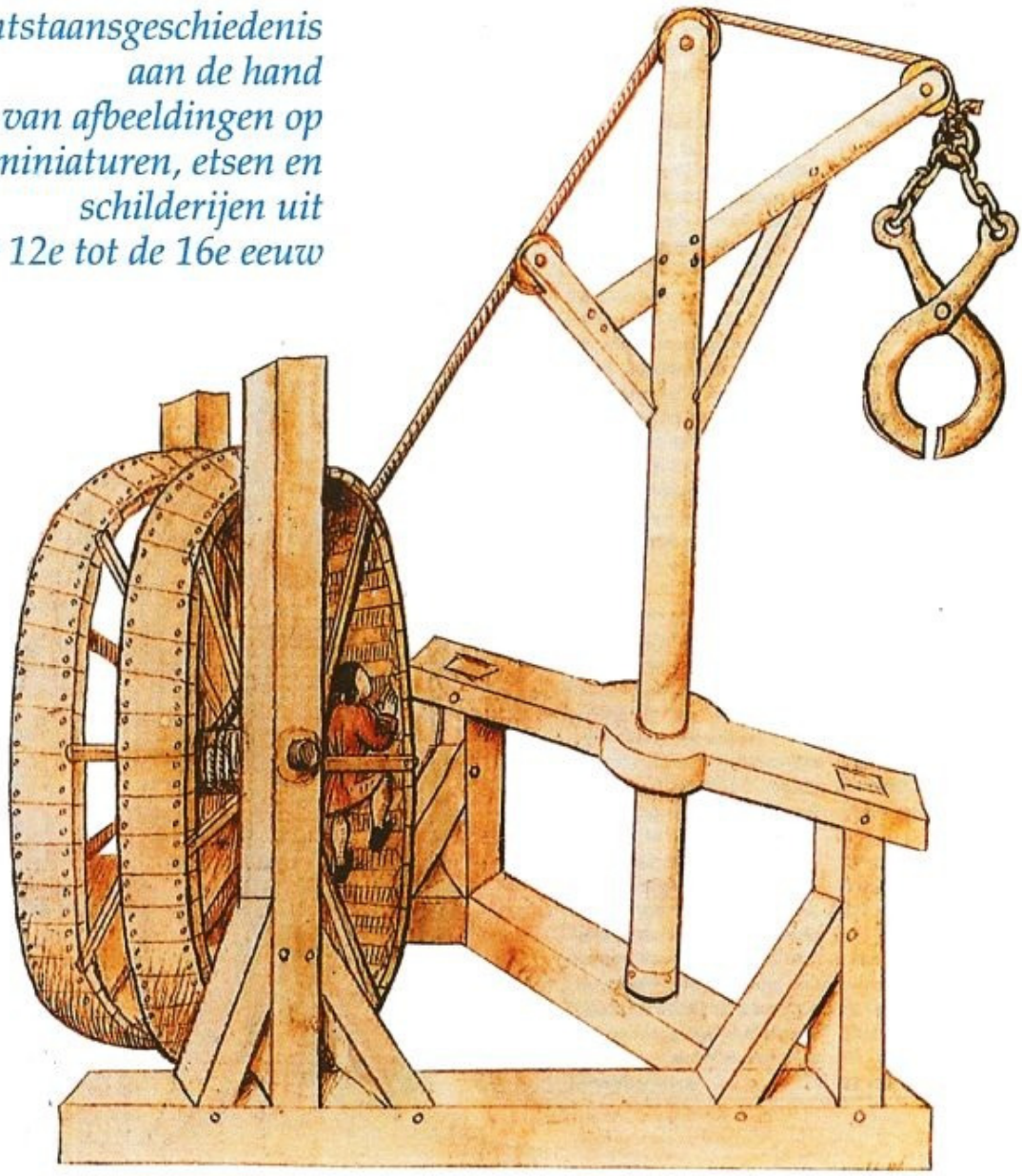
Ir. KAREL BROES

DE TREDMOLEN DEEL II

DE BOUWWERF-TREDMOLENKRAAN

Ontstaansgeschiedenis aan de hand van afbeeldingen op miniaturen, etsen en schilderijen uit de 12e tot de 16e eeuw



Ir. KAREL BROES

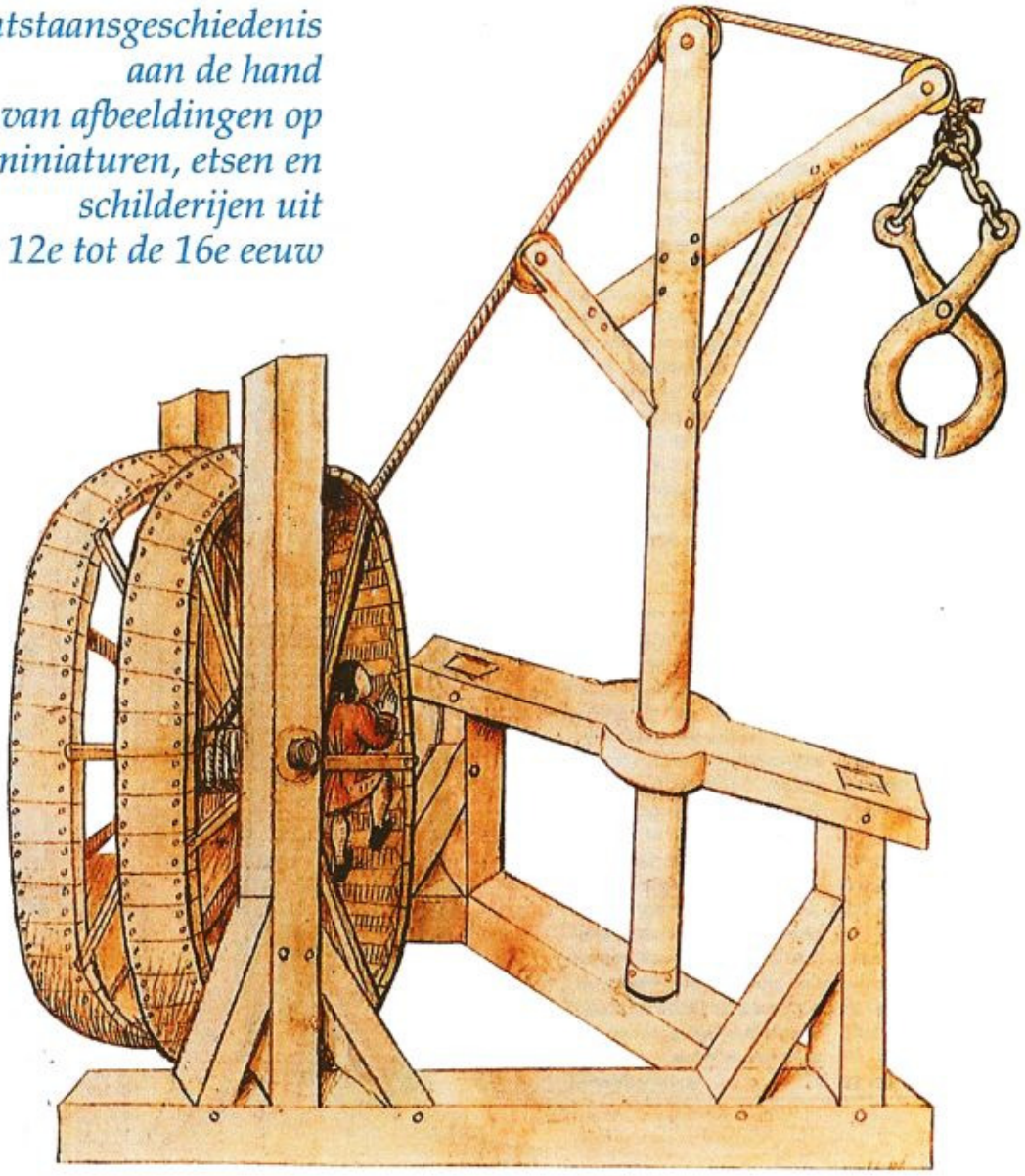
Ir. KAREL BROES

DE TREDMOLEN DEEL II

Ir. KAREL BROES

DE BOUWWERF-TREDMOLENKRAAN

Ontstaansgeschiedenis aan de hand van afbeeldingen op miniaturen, etsen en schilderijen uit de 12e tot de 16e eeuw



DE BOUWTREDMOLENKRAAN –maart 2010-03-17

Auteur Ir karel Broes
Broekstraat 24
1700 Dilbeek

Andere studies van dezelfde auteur:

De TREDMOLEN, de onderbelichte molensoort
Molenecho's, juli-september 2002- (68 pag.)

Over SCHIPMOLENS en andere onderslagmolens met in hoogte verstelbare wateras
Molenecho's, juli-oktober 2003- (202 pag.)

POMPWATERMOLENS,
Molenecho's, augustus-oktober 2004- (202 pag.)

VAN TRIBULUM TOT ROSMOLEN
Molenecho's, januari-maart 2007- (236 pag.)

DANKWOORD:
Met herhaalde dank aan Liselotte.
Met dank aan Arno voor de hulp bij het te boek stellen.
Met appreciatie voor het werk van Dr. Frieda Van Tyghem "Op en om de Middeleeuwse bouwwerf", doctoraal proefschrift (1961), een belangrijke bron van informatie over het hier behandelde onderwerp.

Omslag: Anoniem XVe eeuw

Hiernaast:
(uit: IND p.247 - India/Dehli (1974))
Baksteendraagsters in een duizendjarig arbeidssysteem, tot op heden.
Een enkele kraan zou honderden meisjes (hier 13-14 j.) beroven van hun enig bestaansmiddel, amper 25 cent, voor 10 uur gewaagd sjouwen, telkens van bij de 25 kg.

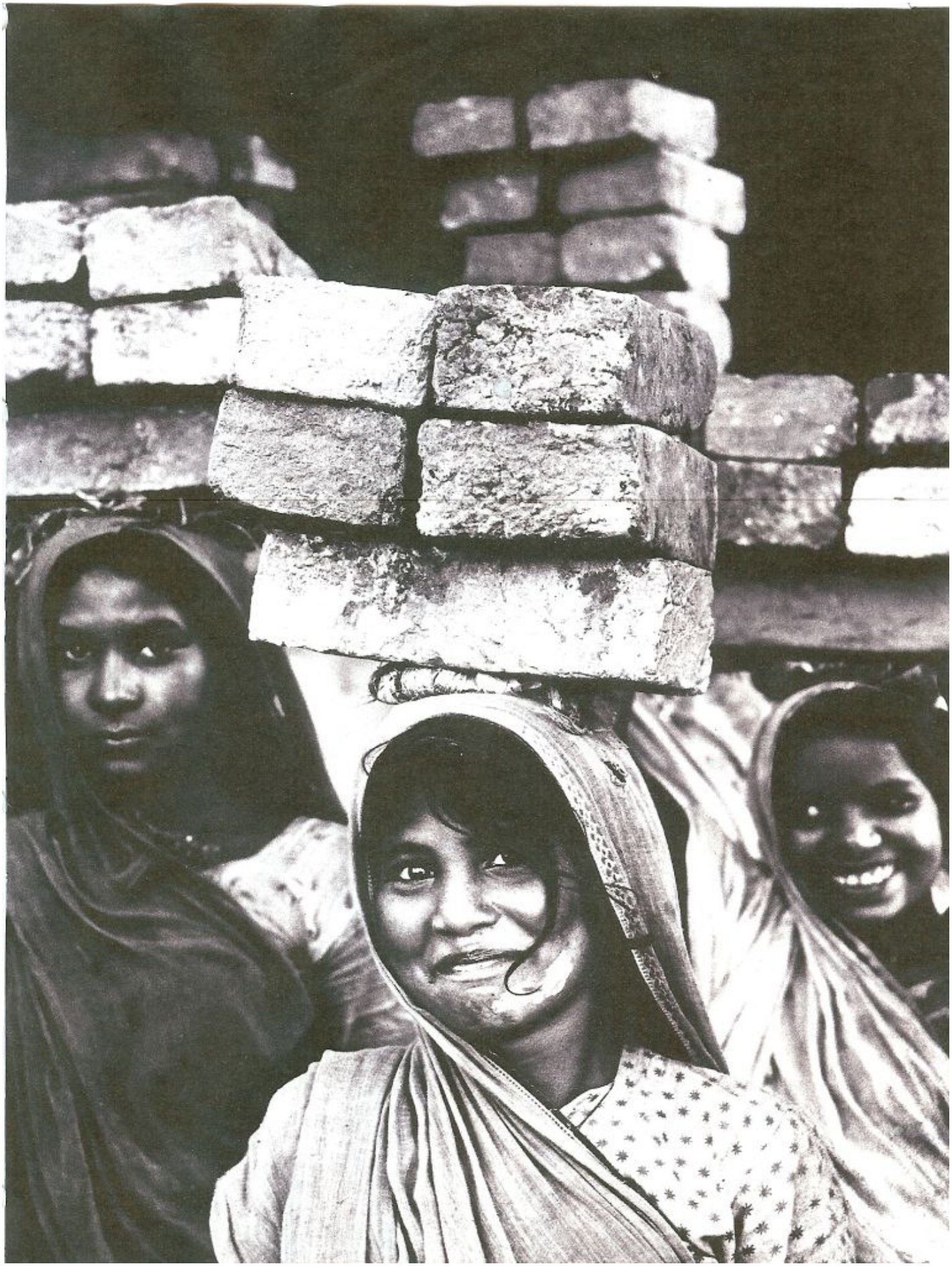


FIG 1 FOT -00-

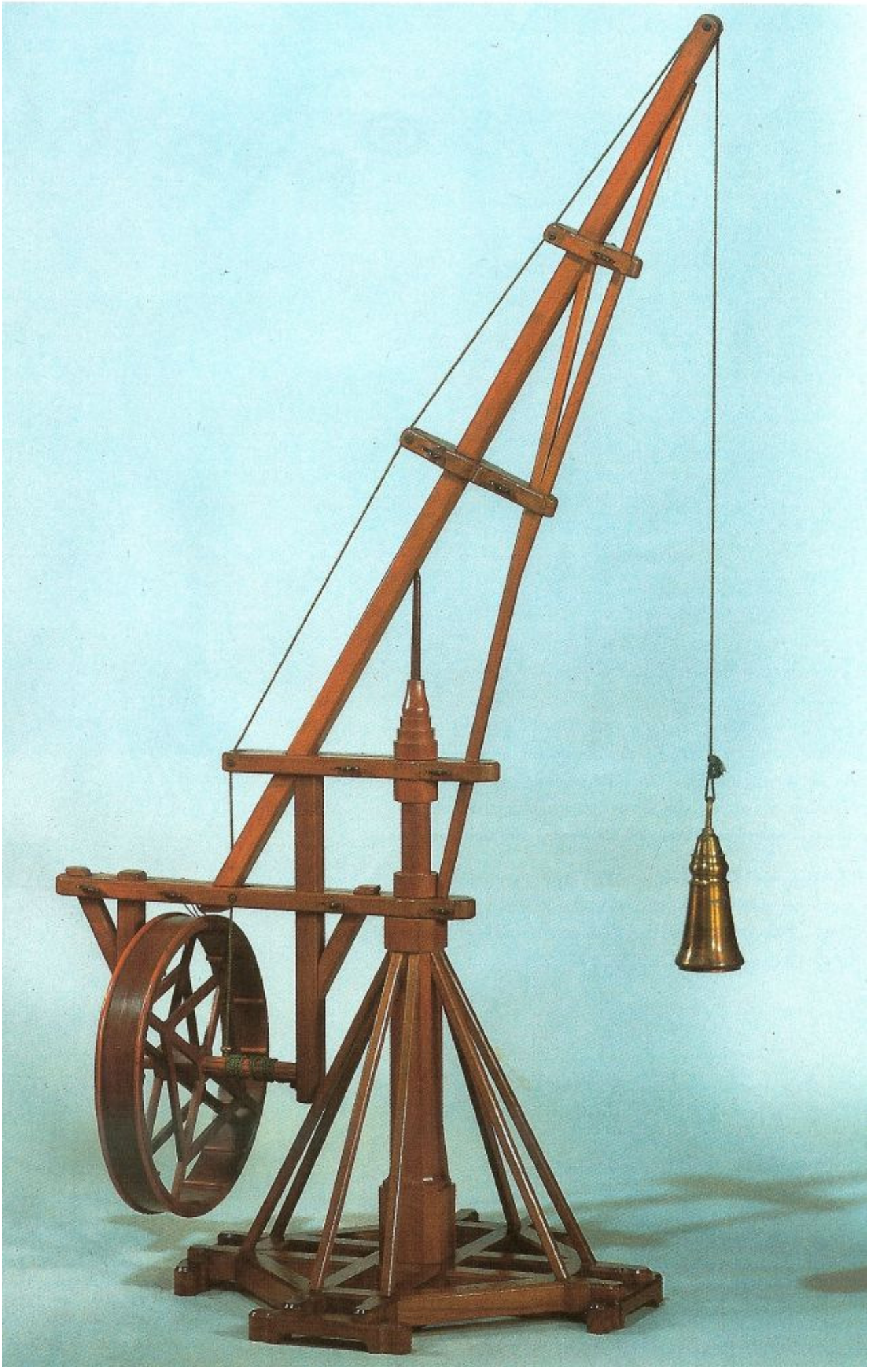


FIG 2: BMD -26-

INLEIDING

In het themanummer van Molenecho's , vlaams tijdschrift voor Molinologie, behandelden we in 2002 DE TREDMOLEN met als ondertitel DE ONDERBELICHTE MOLENSOORT (1).
Het betrof inderdaad de eerste algemene overzichtsstudie over dat onderwerp.
In 2003verscheen OVER SCHIPMOLENS EN ANDERE ONDERSLAGMOLENS MET IN HOOGTE VERSTELBARE WATERAS (2). Dit onderwerp bleek even onderbelicht als het vorige, wat ook het geval was voor POMPWATERMOLENS (3) in 2004.

Dat het bij deze onderwerpen om randgebieden zou gaan werd door de betrokken studies ontegensprekelijk weerlegd. De Molinologie heeft duidelijk nog een lange weg af te leggen, niet alleen als onderdeel van de geschiedenis van de techniek, maar teven wegens haar implicaties op maatschappelijk en economisch gebied. Een lange weg, vooraleer het niveau te bereiken van een evenwichtige gestructureerde wetenschap.
In 2007 kwam, nog steeds in samenwerking met Molenecho's, en ditmaal met de steun van het Vlaams centrum van Molinologie, een nummer tot stand onder de titel VAN TRIBULUM TOT ROSMOLEN (4). Wellicht minder onbekend, doch eveneens toe aan opwaardering.
Naargelang de hierboven geciteerde onderwerpen werden uitgediept, groeide de uitgave van de themanummers van Molenecho's uit tot boekdelen, in die mate dat, achteraf gezien, het Tredmolen-nummer overkomt als bescheiden van opzet.
Ondertussen is onze gegevensbank over deze materie gevoelig verrijkt, en is een tweede nummer hierover verantwoord. Dit wordt geen meeruitgebreide heruitgave van het bestaande nummer, doch een op zichzelf staande studie, waarbij niettemin sommige teksten en figuren in beide voorkomen.
Deze behandelt een deelgebied van de tredmolen, nl de BOUWWERFKRAAN, niet de HAVENKRAAN.
De eerste dient, uit de aard van haar tijdelijke functie, verplaatsbaar te zijn, de tweede is veelal stationair en duurzaamder.

DE TREDMOLEN –TERMINOLOGIE EN TYPOLOGIE
Zoals voor de schip- en vooral voor de rosmolen, werd een schema opgesteld waarin de diverse tredmolentypes kunnen worden gesitueerd

DE ROMEINSE TREDMOLENKRAAN
In deze studie wordt vooral ingegaan op de problematiek van de tredmolenkraan, meer bepaald de BOUWWERFTREDMOLENKRAAN. Deze was reeds gekend door de Romeinen. Hieraan wordt een inleidend hoofdstuk geweid.

HET HERUITVINDEN VAN DE TREDMOLENKRAAN – TREDMOLENKRONIEK
Met de ondergang van het Romeinse Rijk in de VIe eeuw, verdwenen veel verworvenheden, waaronder, voor zover achterhaald, ook dit belangrijk werktuig. In de XIIIe eeuw komen hierover sporadisch weer afbeeldingen te voorschijn, waarbij later een evolutie naar verschillende types is vast te stellen.
Vraag is: hoe is dit herontstaan en deze evolutie verlopen?
Een antwoord vonden we, grotendeels, in een "verhaal" op basis van beeldmateriaal, vooral miniaturen, uit de late middeleeuwen en de renaissance.
Deze "kroniek", een bijdrage tot de geschiedenis van de Europese bouwtechnieken, moet gezien als de directe motivering tot onderhavige verhandeling.

(1), (2), (3), (4): zie p.2

Een TREDMOLENKRAAN-KRONIEK –PROBLEEMSTELLING

Het oprichten van een bouwwerk vergt het ter beschikking hebben van systemen voor het omhoog brengen van lasten.

Als eerste en oudste dient vernoemd het omhoog dragen (portage), op schouders of hoofd, een helling opgaand, uiteraard beperkt door de fysieke mogelijkheden van de drager. Tot op vandaag in gebruik.	(FOT -00-) (REK -01-)
Methodes met hefboom voor het (herhaald) lichten over kleine hoogten vallen hier buiten beschouwing	
Het dragen op de schouders kan gebeuren met gebruik van ladders, wat, aan de afbeeldingen te zien, van de drager een dosis behendigheid vergt.	(MIN -02-) (MIN -03-)
Voor grotere hoogte werd een hijstouw of -kabel gebruikt met minstens één enkelvoudige katrol.	(MIN -04-)
Katrolfiguraties reduceren de vereiste trekkracht	(FOT -04-)
Het gebruik van een katrol impliceert het omlaag trekken van het hijstouw: - Rechtstreeks - of met een windas, lier of kaapstander. Deze wordt aangedreven door: o een kruk of zwengel, o een handspakenrad, o of door een TREDMOLEN	(MIN -04-) (TEK -04-) (MIN -06-) (MIN -19) (MIN -06-) (MIN -05-)

De TREDMOLEN - TYPOLOGIE (zie organigram p.7)

De TREDMOLEN behoort, naast water-, wind-, en rosmolen, tot de natuurlijke energieomvormers.
Hij wordt aangedreven door treden van mens of dier. Bijgaande schetsen verduidelijken de manier waarop de energieoverbrenging geschiedt.
Ze zijn opgegeven in volgorde van hun belangrijkheid. Met de eerste - lopen in een rad - zijn we het meest vertrouwd. De tweede - klimmen op een rad - was courant in steengroeven en mijnbouw.
De derde was onmisbaar in de Oost-Aziatische landbouw.
De twee volgende waren eer zeldzaam.

DE TREDMOLENKRAAN

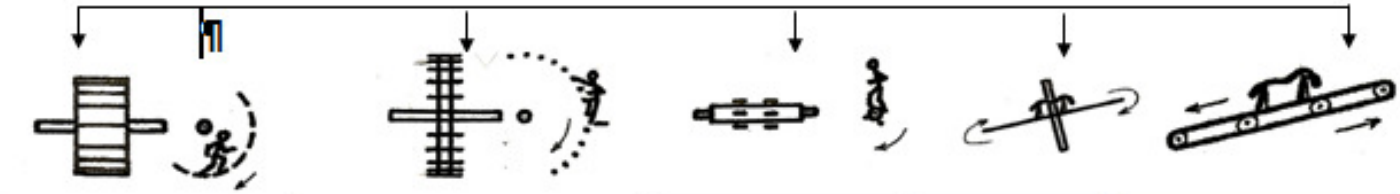
De tredmolen, in combinatie met hijstouw, mast, galg en vervolgens kraanarm, leidde tot diverse types van niet-, of min of meer oriënteerbare kranen, waarbij onderscheid dient gemaakt tussen de vast opgestelde duurzame havenkranen en de demonteerbare verplaatsbare bouwkranen.
Enkel deze laatste worden in de hierna volgende tredmolenkraan kroniek behandeld.
Er dient opgemerkt dat de term “kraan” een zekere mate van oriëntatiemogelijkheid verondersteld.

De BOUWWERFTREDMDLENKRAAN

Is het onderwerp van deze verhandeling.

P.04: De “Grue des Français”, kraan van het franse type, een universele technische perfectie. (zie: BMD-25-26-)

DE TREDMOLEN –TYPOLOGIE



TREDRAD—TREDWIEL
TREDMOLENWIEL
Binnenaandrijving door mensen of hond

LADDERTREDRAD--RAD met DWARSE TREKHANDVATEN
Buiten of

TREDTROMMEL
PEDALENAS
Buitenaandrijving door mensen

HELLENDE SCHIJF
Mens- of dier aandrijving

HELLENDE TREDBAND
(TREPIGNEUSE)
Paard (en) aandrijving

TREDMOLENLIER
Vast of verplaatsbaar

TREDMOLENKRAAN
Vast of verplaatsbaar

DWANGTREDMOLEN
GEVANGENISTREDMOLEN
(Diverse doeleinden)
(hard labour) England

DRAKERUG
IRRIGATIEMACHINE
LONGGUCHE
China

IRRIGATIE
TREDSCHEPRAD
Verre Oosten

ROMEINSE TREDMOLEN KRAAN
TREDMOLENLIER +BOK
Niet oriënteerbaar

TREDMOLENLIER+GALG
(VASTE MAST+ARM)
Talrijke varianten
Niet oriënteerbaar

HAVENTREDMOLEN KRAAN
Vast doch
orienteerbaar

BOUWWERF TREDMOLEN KRAAN
verplaatsbaar

SCHIP TREDMOLEN KRAAN
vaarbaar

STANDERDTREDMOLEN KRAAN
BRUGSE TYPE

STANDERDTREDMOLEN KRAAN--FRANSE TYPE
Zowel vast als verplaatsbaar

TORENTREDMOLEN KRAAN (STENEN) BOVENKRUIER
NL—D--TYPE

TREDMOLENLIER
+MAST+ARM
(talrijke varianten)
Beperkt oriënteerbaar

TREDMOLENKRAAN
TYPE ESCURIAL (kooi)
Beperkt oriënteerbaar

STANDERD TREDMOLENKRAAN
FRANSE TYPE
Vrij oriënteerbaar

De Tredmolen als engergievormer:

Vijf methodes voor het omzetten van de energie, geleverd door middel van TREDEN of TRAPPEN, door MENS of DIER, in of op een TREDRAD.

Deze energie wordt geleverd in de vorm van een draaiende aandrijving ten dienste van talrijke toepassingen, vooral HEFINRICHTINGEN en WATEROPVOER

In dit organigram worden deze TYPOLOGISCH gesitueerd volgens hun belangrijkste karakteristieken en mogelijkheden.

ROME – DE ROMEINSE BOUWWERFTREDMOLEN KRAAN

HET GRAF DER HATERII –

Uit: KRI p.203-207

De tredmolenkraan,zoals die gebruikt werd door de Romeinen, is ons bekend door Vitruvius (VIT X/2) (-27). Hij liet ons een beschrijving na, evenwel geen tekeningen.
Deze beschrijving is in grote trekken begrijpelijk, doch een aantal details werden niet, onduidelijk of onvolledig behandeld. Men kwam tot deze vaststelling als men er toe overging deze effectief te willen bouwen, al zij het in schaalmodel.
Omstreeks 1875 werd op de Via Labicana te Rome een grafsteen gevonden met een bas-reliëf.
Hierbij is, nabij een mausoleum in de vorm van een tempel. een tredmolenkraan te zien.
Boven op het grafmonument is de overledene afgebeeld op een praalbed.
Hij was ondernemer, eigenaar van de machine, en ondernam de bouw van meerdere bouwwerken: Q. Haterius Tychicus.
Het monument wordt aangeduid als ‹Graf der Haterii".

Het veel gereproduceerde reliëf wordt uiteenlopend gedateerd:

- PMD p.25: +/- min 100
- LFJ p.23: +/- + 200
- MAZ-AAR p 176 en 228: eind 1st eeuw n.C**.** Deze laatste datum is het best gemotiveerd en de meest waarschijnlijke.
-

De op dit reliëf voorkomende afbeelding van een tredmolenkraan geeft hiervan een uitzonderlijk duidelijk beeld.
Een aantal details daarop voorkomend verduidelijken Vitruvius' beschrijving.

Bij de voorstudie van een tentoonstelling in Keulen (1975) werd het grondig geanalyseerd. Niet enkel op basis van de talrijke bestaande afbeeldingen, doch op het origineel dat zich thans bevindt in het Museum van het Vaticaan.
Uitgaand van het feit dat een reliëf reliëf' vertoont, heeft een belichting vanuit diverse richtingen onbekende details aan het licht gebracht.
Met deze bevindingen komt men - samengevat - tot de hierna volgende beschrijving.
Het betreft een bokkraan, niet een éénmastkraan, zoals een 1e indruk laat vermoeden.

De bok bestaat uit 2 schuine poten die samen boven samen zijn verbonden (zie fig. 280), en onderaan beide rusten op één doorlopende zool, steunend op rollen (zie fig. 278 links onder).
Een dwars verbindingsstuk, genageld tegen de 2 poten is te zien op fig. 277 onderaan.
De kortere stukken op de achterzijde hogerop zijn klimblokken voor de arbeiders.

Zie verdere beschrijvingen op bijgaande illustraties.

Met de mens als schaal komt de raddiameter op ~ 5.50 m, en de kraanhoogte op ~ 15 m.

ROME – GRAF DER HATERII

ROM -01	Uit:	LRA p.318	
ROM -01	Uit:	KRI p.203	fig.275
ROM -02	Uit	KRI p.204	fig. 278
ROM -03	Uit	KRI p.204	fig. 279
ROM -04	Uit	KRI p.205	fig. 280
ROM -05	Uit	KRI p.204	fig.277
ROM -06	Uit	KRI p.204	fig.276
ROM -07	Uit	PLS n 214	8/95 p.70

ROM -01 Het volledige bas-reliëf met centraal het mausoleum, boven het praalbed en links de tredmolenkraan met een complex touwen- en katrollensysteem, in volle werking.

ROM -02 Treerad en voet van de bok (links onder). Duidelijk te erkennen is de radnaaf, geschoven over de radas.

ROM -03 Het "(smalle) treerad, waarin de kraanjongens achter elkaar hoeven te lopen, wat minder gunstig is voor het te bekomen draaimoment. Mogelijks waren de treeraderen in werkelijkheid breder.

ROM -04 Bovengedeelte van de bok met bevestiging der katrollen.

ROM -05 Detail van de bok bovenaan. Deze wordt door 7 touwen over katrollen op zijn plaats gehouden: 5 naar achter, 2 naar voor. Elke katrol bovenaan bevat 2 schijven, onderaan een. Het uiteinde der touwen hangt tussen de poten van de bok, vanwaar ze worden aangehaald. Men moet redelijkerwijze aannemen dat ook de Romeinse bouwlieden hun wetschap, wat dat betreft, hebben opgedaan bij de scheepslui.

ROM -06 Al is het Haterii reliëf de belangrijkste getuige van de Romeinse tredmolenkraan, het is niet de enige. Ook in het amfitheater van Capua (Camp.) werd een afbeelding gevonden, waarbij rad en bok echter zijn gescheiden. (BRO-TML p.124)
Een niet erg duidelijke prent, uit een niet nader omschreven boek, toont een laat-Romeinse kraan uit de 4e eeuw n.C. (ROM -06-)

ROM -07 Reconstructietekening van een Romeinse niet oriënteerbare bouwtredmolenkraan, zoa1s beschreven door Vitruvius, en verbeterd aan de hand van details van het Hateriireliëf.

De Romeinse bokkraan (ROM-01-) is niet oriënteerbaar. Hoe werd ze gebruikt en waartoe?
De reconstructietekening toont het vertikaal transport van een enorme steen, naar boven of beneden. Waar komt die vandaan, en waar moet die heen. Hij wordt gericht door vier werklieden, wat duidt op een daling. Werd hij gelost van een wagen - zie op de achtergrond - om neergezet te worden ?
Met de meertouwen, waarmee de bok ook werd opgetrokken, kan diens helling geregeld. Werd hiervan gebruik gemaakt? Op deze vragen geeft de context geen antwoord.
De in dit hoofdstuk behandelde kraan der Haterii behoort waarschijnlijk tot de grootste en meest geperfectioneerde, maar ook duurste Romeinse bokkranen. K1einere, echter op hetzelfde principe, waren eenvoudiger van uitvoering, eveneens aangedreven door een handlier of een tredrad. Vitruvius heeft ze beschreven. (VIT - X 301-303) (BRO-TML p.125)

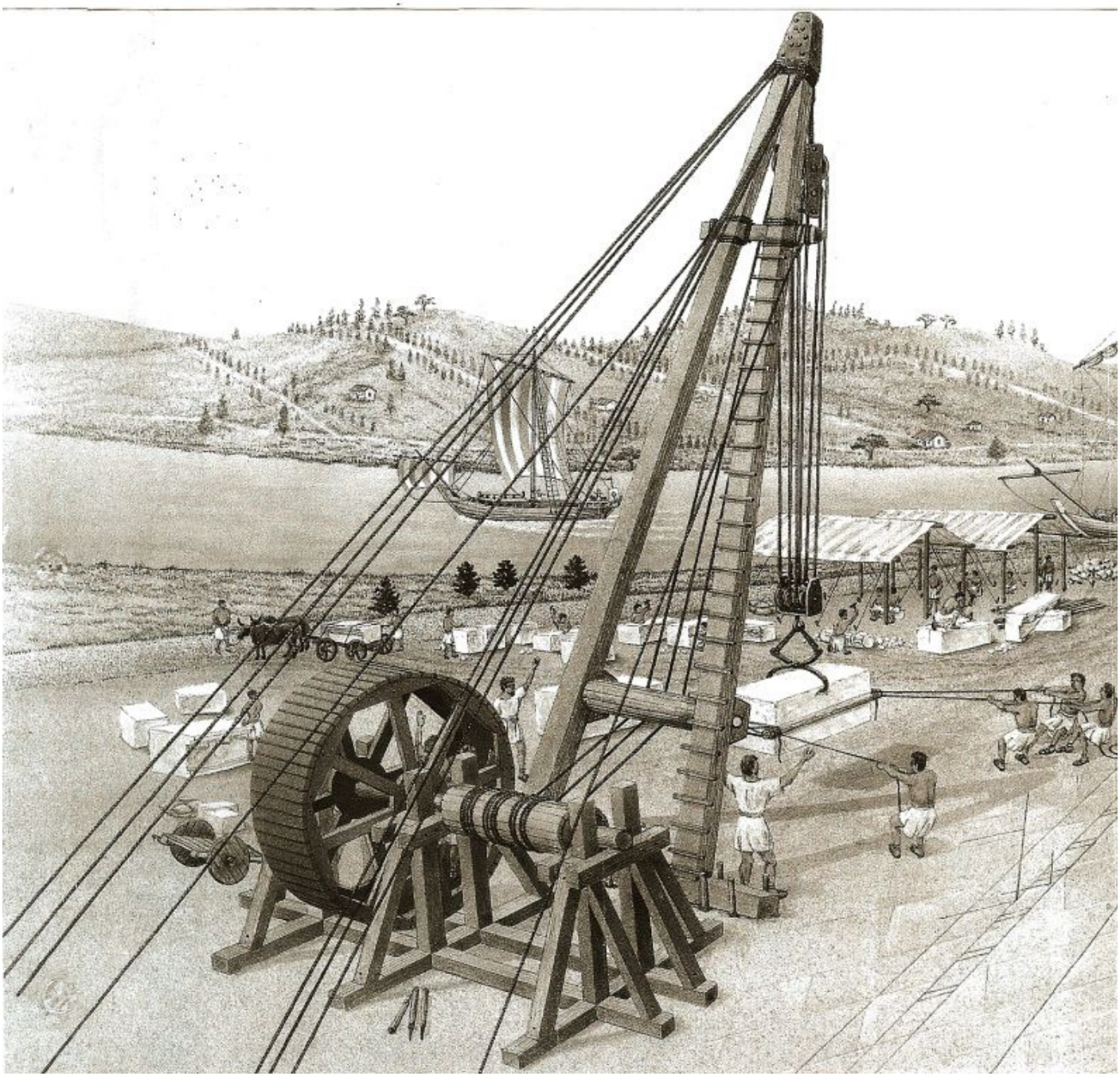


FIG 3: ROM -07-

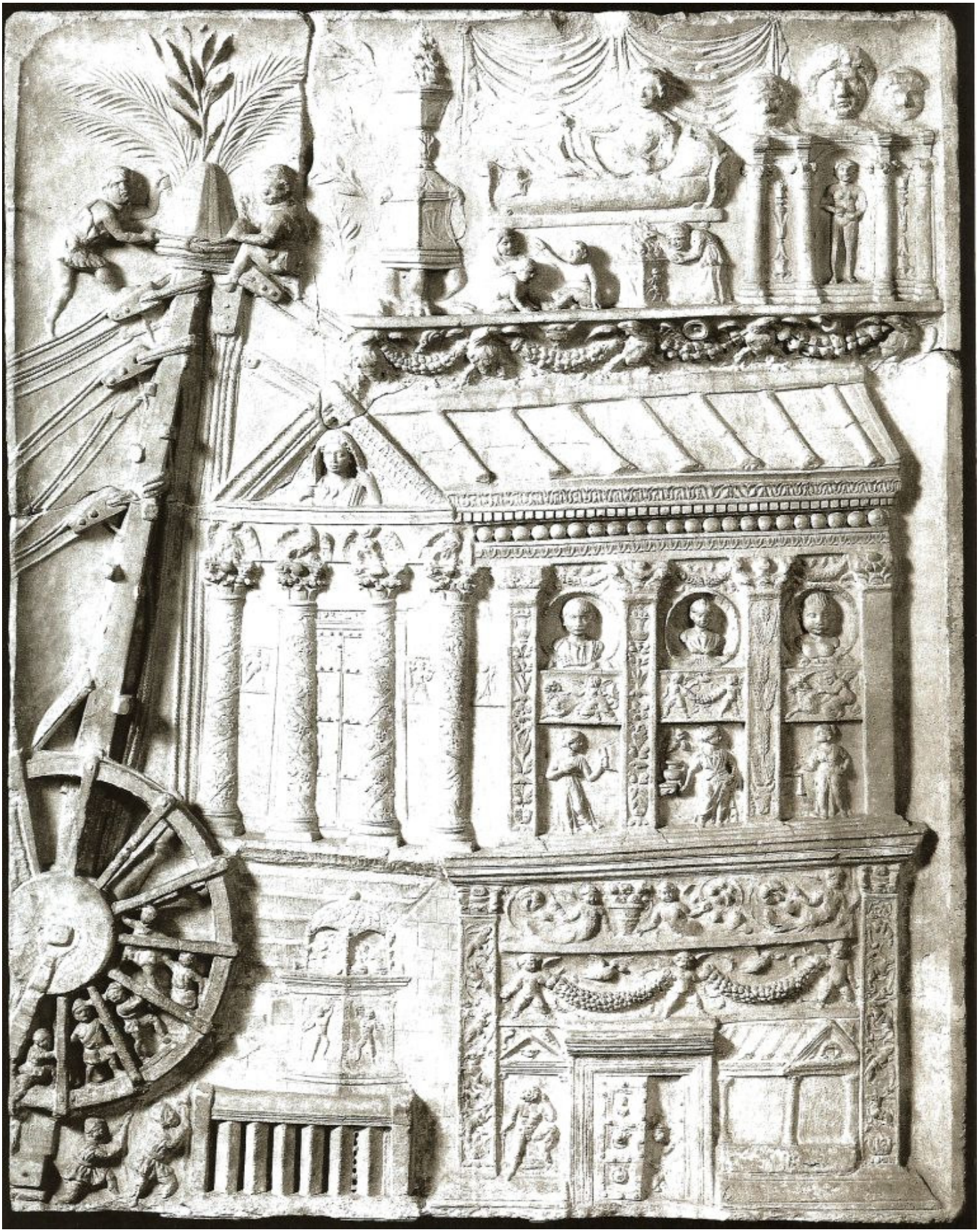


FIG 4: ROM -01-



FIG 5: ROM -02-

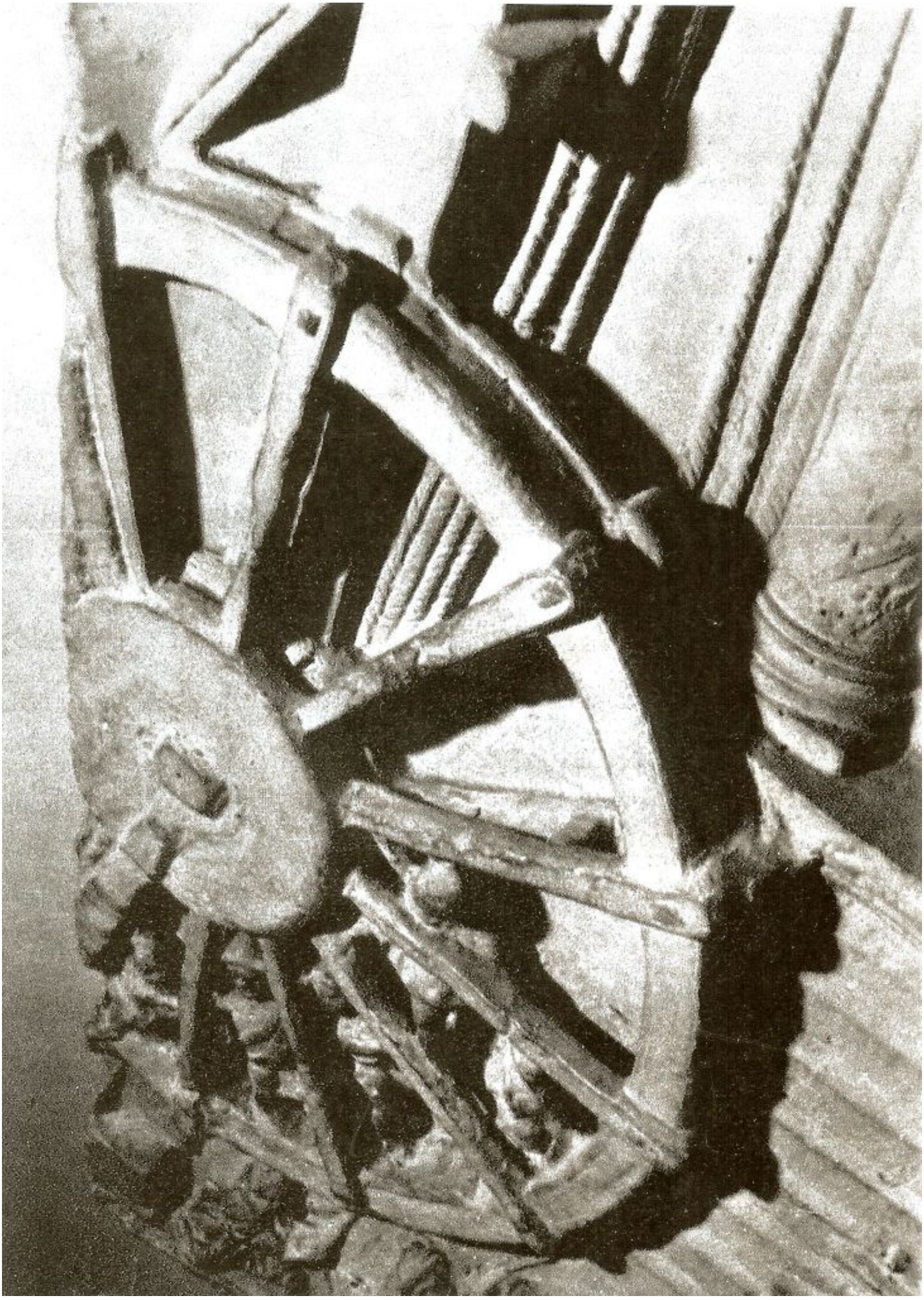


FIG 6: ROM-03-

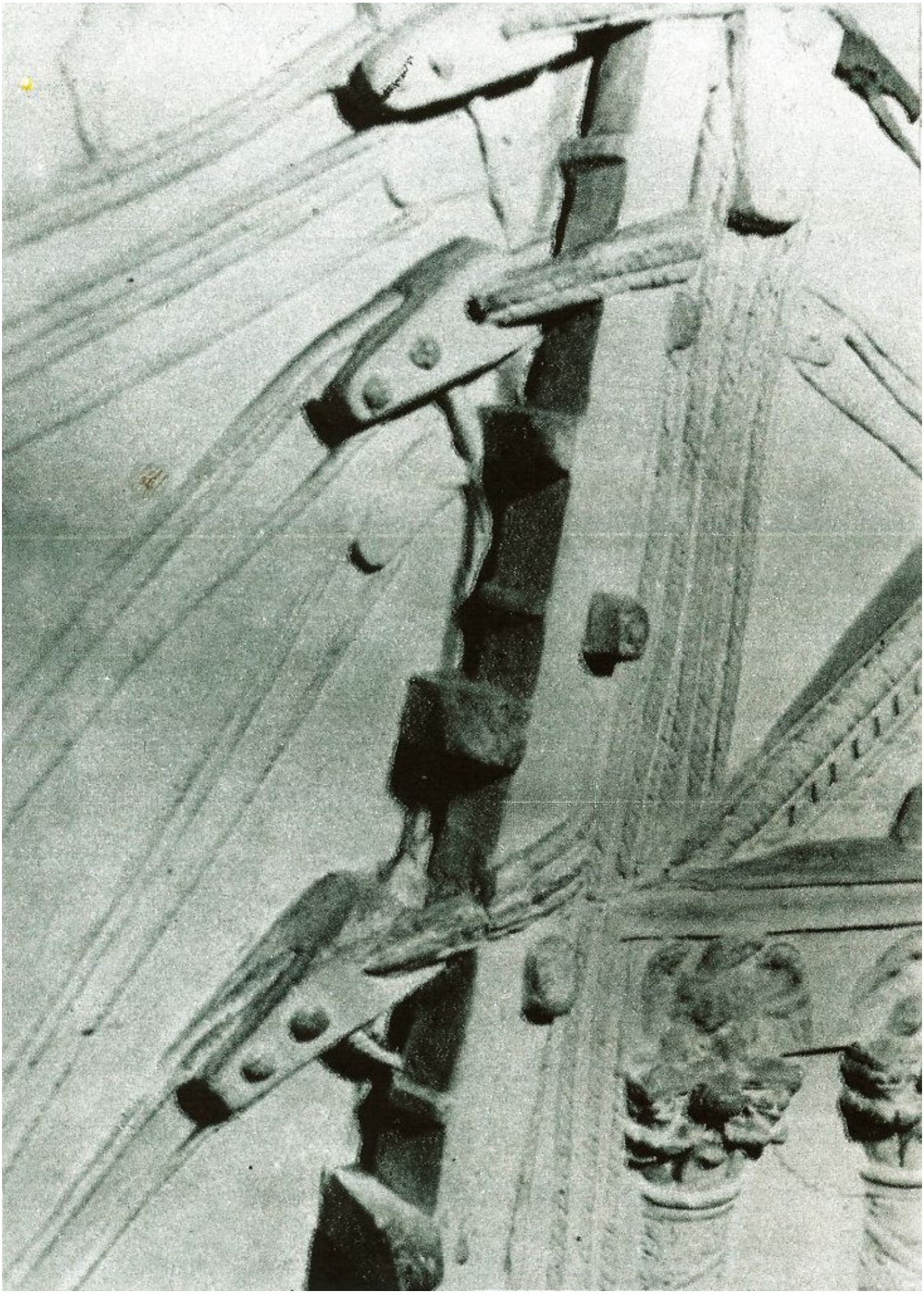


FIG 7: ROM -05-

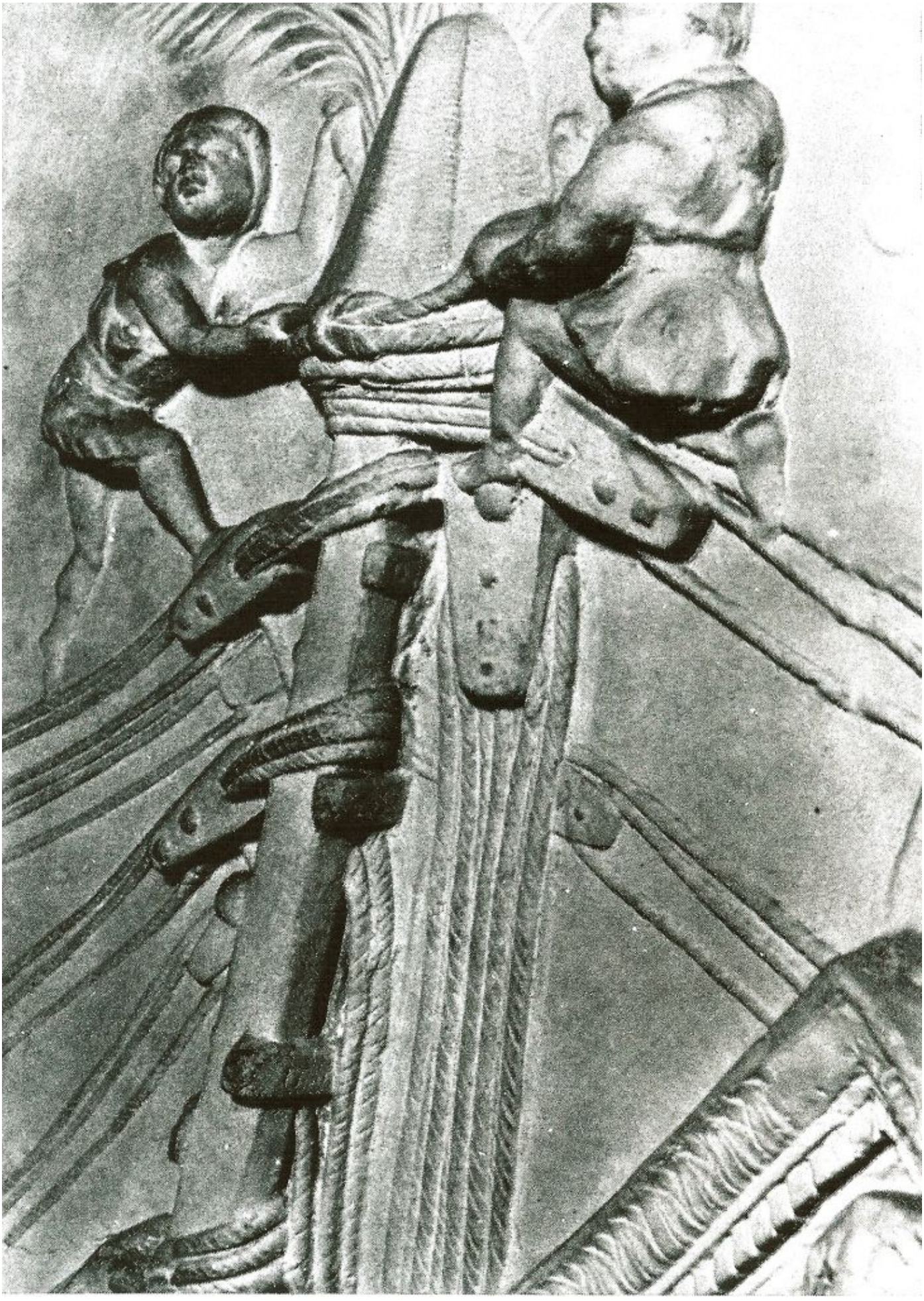


FIG 8: ROM -04-



FIG 9: ROM -06-

DE MINIATUUR

D E MINIATUUR ALS GEGEVEN VOOR DE GESCHIEDENIS VAN TECHNIEK

Bij ontstentenis van geschriften in het zoeken naar een antwoord op de hoger gestelde vraag, hoe, na het verdwijnen van het Romeinse Rijk, de tredmolenkraan terug werd ontdekt of heruitgevonden, bleken miniaturen hierover, zij het sporadisch, en pas vanaf de XIIIe eeuw, informatie te kunnen verstrekken.
Een MINIATUUR is een tekening of fijne schildering waarmee, reeds sinds de Egyptenaren, een handschrift werd verlucht. Het woord is niet afkomstig van miniatuur, d.i. klein, doch van menie, een rode verf waarmee oorspronkelijk opschriften en initialen werden geschilderd, wat gebeurde door een miniator, thans genoemd illustrator. Een miniatuur was eenmalig en kon enkel manueel worden gecopieerd. Een ets werd manueel gegrift in een plaat en kon door drukken worden verveelvoudigd.

Afbeeldingen, meer bepaald van hefwerktuigen, op miniaturen en etsen blijken zeldzaam. In “Vlaamse miniaturen” van M. Smeyers (VLM) komt op meer dan 600 afbeeldingen slechts één bouwwerf voor, en in “Prinsen en Poorters..” geen enkele werf op meer dan 400. (PEP)

Zoekwerk, met dit doel voor ogen, leverde niettemin, naast andere gegevens, een 50 tal miniaturen, gravures en andere afbeeldingen, betrekking hebbend op 14 landen in Europa, in aantal per land:

DL 14	IT 2	P 1	VL 7
FR 12	A 1	SP 2	WL 1
GB 2	PL 2	TSJ 2	CH 3

De hierop afgebeelde hefinrichtingen werden geanalyseerd, typologisch vergeleken en, voor zover mogelijk, chronologisch gesitueerd. Dit alles uiteraard niet zonder voorbehoud.

Bij afbeelding van een machine is het veelal onwaarschijnlijk dat deze door de maker van de prent zou zijn uitgevonden. Hij moet ze gezien hebben, in werkelijkheid, of reeds in voorstelling. Vraag is of hij begreep wat hij zag, en of hij dit vervolgens correct heeft weergegeven. Aspect waarbij ondermeer perspectiefkennis een rol speelde. (zie: MIN-12-).
Vraag is eveneens of het zijn bedoeling was de werkelijkheid objectief weer te geven, den wel deze, om welke reden den ook, te idealiseren, naar zijn ideeën te zetten.

Het interpreteren van de op miniaturen voorkomende techniek vergt uiteraard een vertrouwd zijn met de betrokken materie in de beschouwde context.

DE BOUWWERFTREDMOLENKRAAN-KRONIEK

Hierna volgt, plaat na plaat, de KRONIEK van de tredmolenkraan, zoals die op bouwwerven ontstond en evolueerde. Elke plaat draagt een nummer. voorafgegaan door een bronkenmerkafkorting, beantwoordend aan de lijst op p. 114.
De GLOBALE OVERZICHTSTABEL op p. 115-119 volgt deze nummering.
Deze tabel laat toe de gegevens der besproken items overzichtelijk met elkaar te vergelijken.
Een volledige FIGURENLIJST met verwijzing naar de betrokken pagina is opgegeven op p. 123-124

REL -01-
Uit: ORA p. 202
PMD p.16

Moderne tekening naar een reliëf uit het Paleis van Koning Sennacherib (705-681) te Ninive, vroegere hoofdstad van het Assyrische Rijk - London, British Museum
Onder strenge discipline dragen krijgsgevangenen rugmanden, gevuld met stenen uit een steengroeve naar boven. In drie rijen, geladen, opwaarts; in één rij, met ledige menden, terug naar beneden.

MIN -02-
Uit: HJD p.116
PVP (+/- 955 - voor 1025) - Parafrase Pentateuch
Aelfric, abt van Eynsham - Scriptorium van Canterbury
Bouw Toren van Babel
Sjouwers dragen bouwmaterialen omhoog, klimmend op ladders, en geven deze door, van hand tot hand, van de ene verdieping naar de volgende, en dit zonder gebruik van heftoestellen.

MIN -03-
Uit : HJD p. 197
DRN (1028)
Hrabanus Maurus
De oprichting van een muur
Ook hier maken sjouwers gebruik van een ladder om lasten omhoog te brengen.

MIN -04-
Uit HGT I pl .39
OMB f.3 en .4
FOT -04-
Uit: LOE
TEK -04-
Uit; CDM f.143, 144

Deze miniatuur (MIN -04-), uit een Grieks handschrift, het Barberini-psalter, komt voor in verschillende versies, gedateerd van de 9de tot de 12e eeuw.
Ze wordt betiteld als 'Bouw van het huis van David'.

We zien o.m. het oprichten van een kolom met behulp van een touw dat over 2 katrollen loopt.
De tegenoverliggende pagina toont een verzameling katrollen,met de Catalaanse kunstschilder Juan Miro als gids in het Maritiem Museum van Barcelona (Sp.) (FOT -04-).

Onbekend bij de Egyptenaren, uitgevonden door de Grieken, gebruikt door de Romeinen, vormt de katrol een essentieel element in de overgrote meerderheid der hijstoestellen. Ze laat niet alleen toe de richting der uit te oefenen trekkracht te wijzigen, wat, zoals te zien op bijgaand voorbeeld, toelaat te trekken met zijn volle gewicht in plaats van te heffen, doch vooral de trekkracht te reduceren door een combinatie van katrollen.(zie Romeinse tredmolenkraan)
Dit, als gevolg van het feit dat de trekkracht in elk punt van een koord dezelfde blijft.

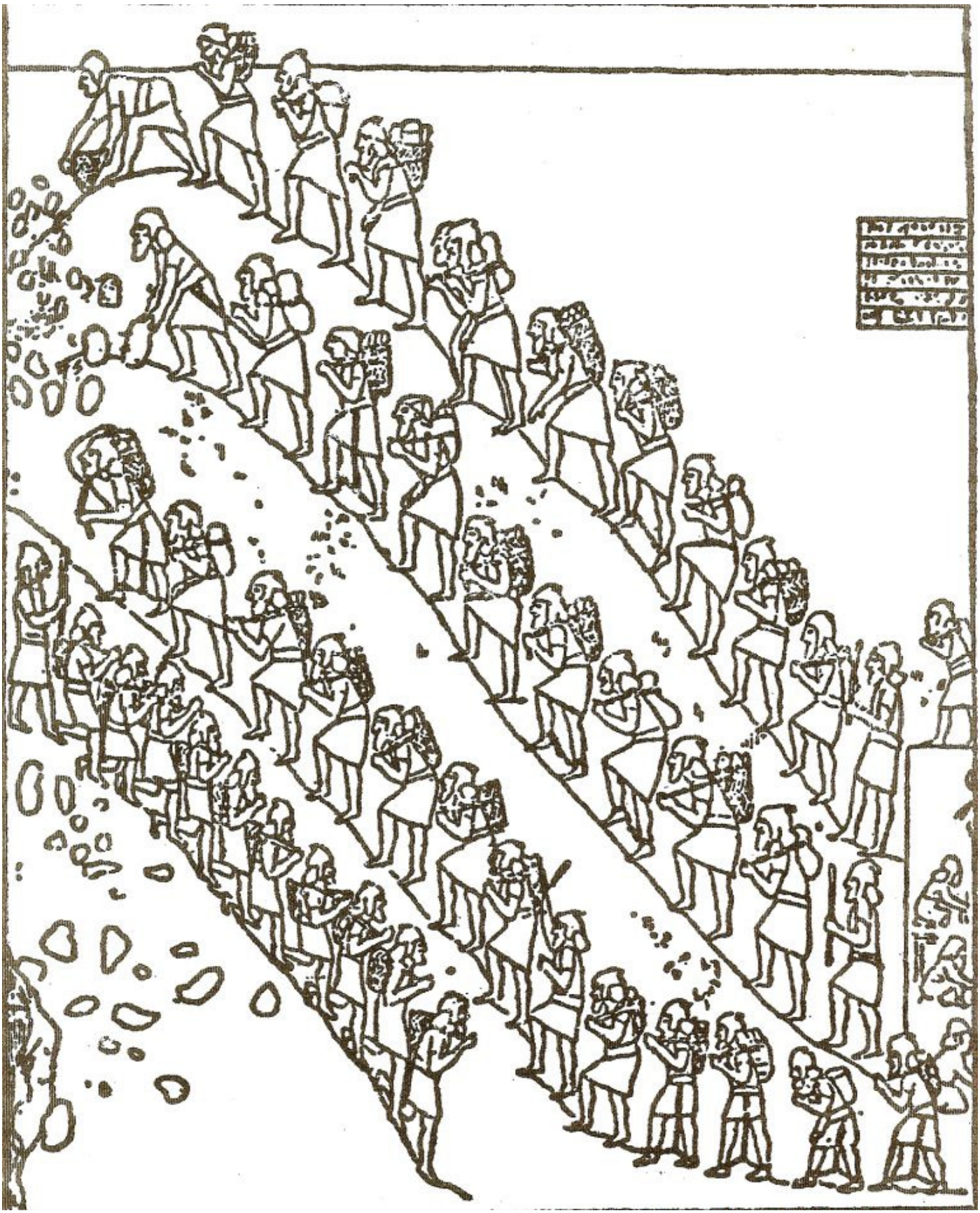


FIG 10: REL -01-

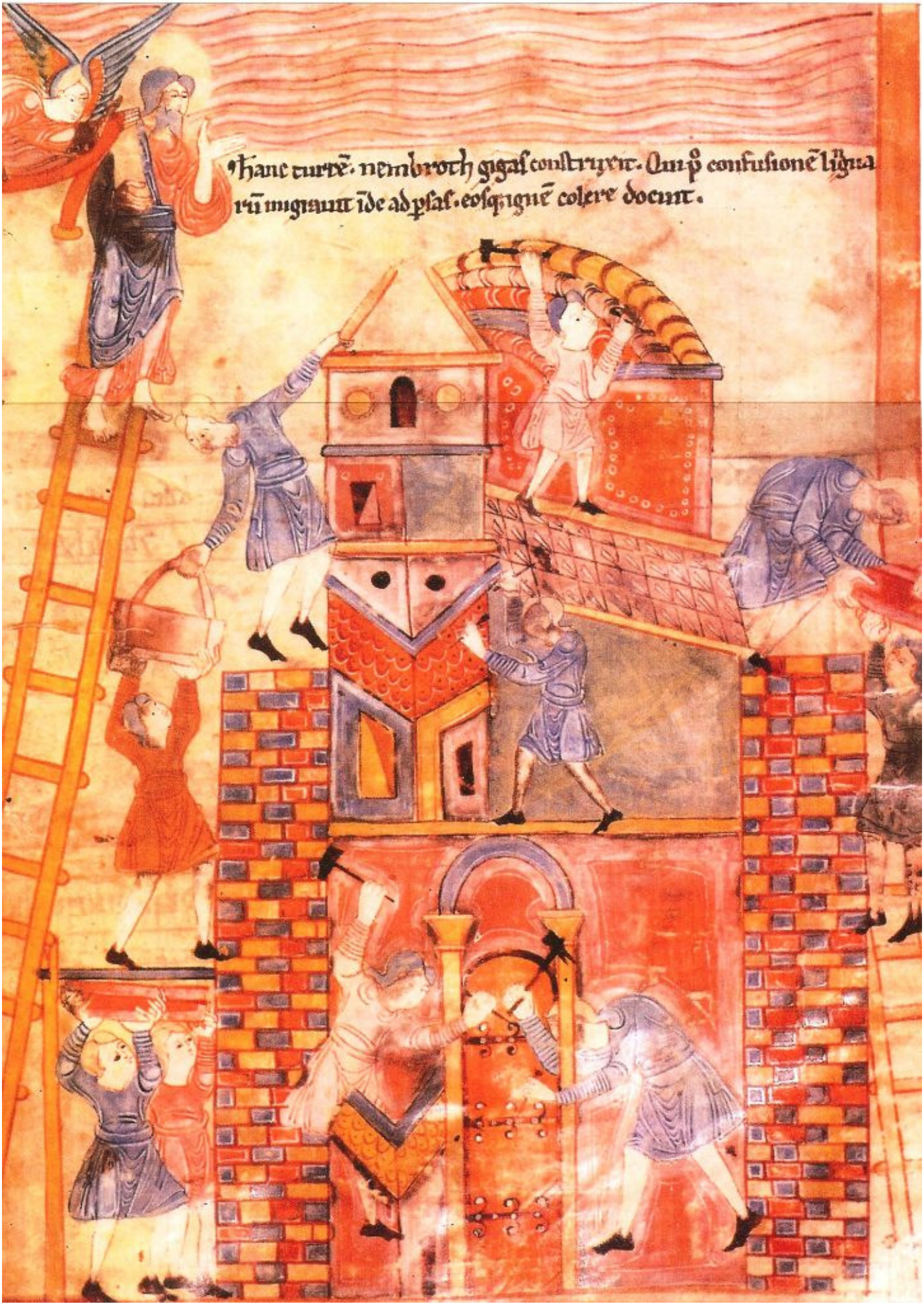

Hanc turrē. nembroth gigas construxit. Qm p confusionē lingua
rū migrauit ide ad plas. eos q̄ ignē colere docuit.

FIG 11 MIN -02-



FIG 12: MIN -03-



FIG 13: FOT -04-



FIG 14: MIN -04-

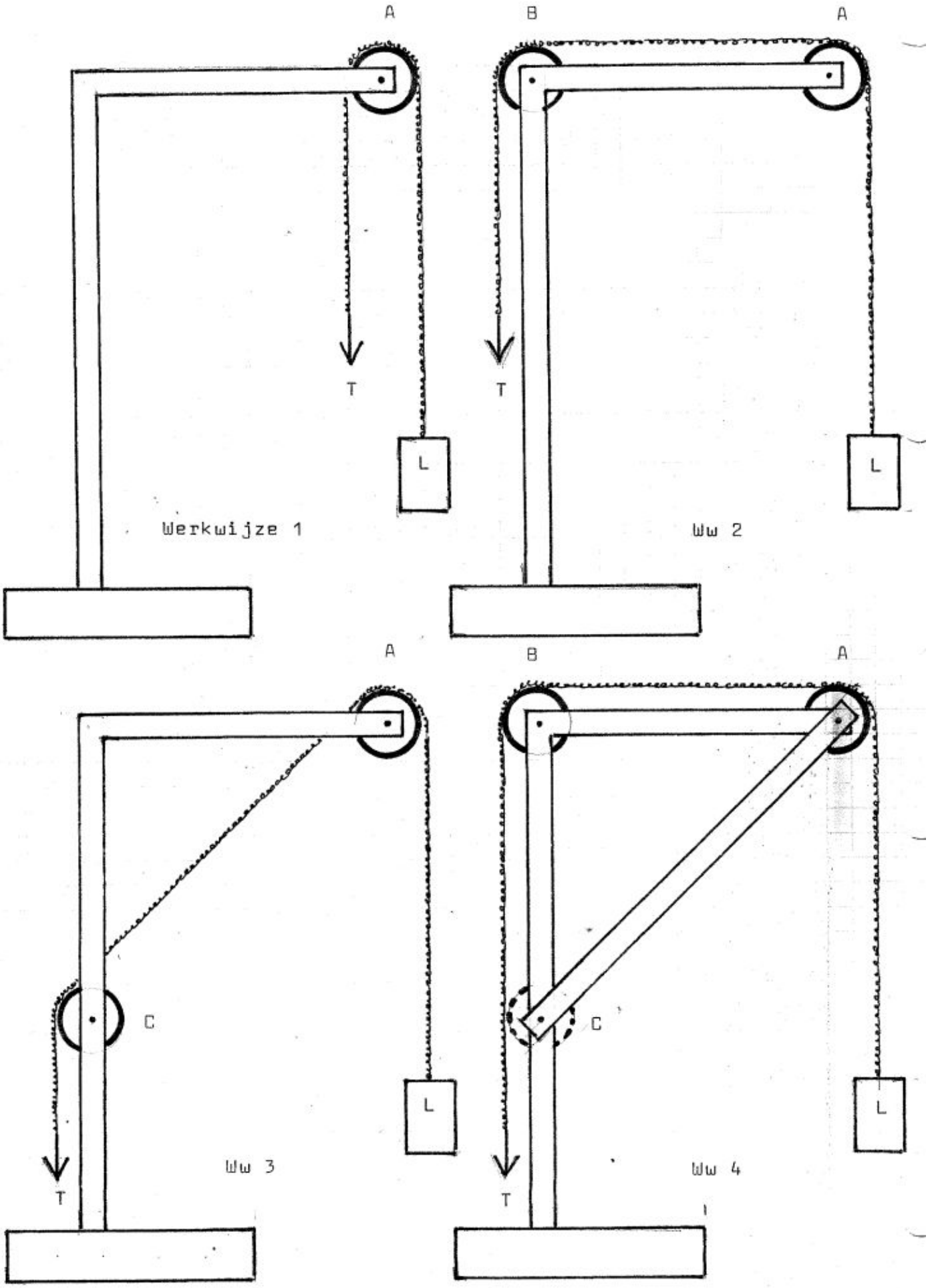


FIG 15: TEK -04-

VERLOOP VAN HET HIJSTOUW

Enkele platen uit deze reeks kregen de vermelding “onoordeelkundig” of “fout” verloop van het hijstouw. De verklaring hiervoor is te vinden in de krachtenleer, waarvan de des betrokken regel hier wordt toegelicht.

Het begrip kracht: een kracht wordt gekenmerkt door haar krachtlijn, haar grootte en haar richting. Verschuiving op de krachtlijn veroorzaakt geen wijziging.

Het hijstouw. - Beschouwen we een mast met een arm (ook genoemd halve galg) met op het uiteinde van de arm in A een vaste katrol, waarmee we een last L van 100 kg willen optillen.
We vergelijken daartoe vier mogelijke werkwijzen, en gaan telkens na wat daarvan het effect is in het punt A.

Ww 1: we trekken aan het vertikaal hangende touw. Er is een trekkracht T = 100 kg nodig om de last op te tillen (in feite iets meer, wat we hier verwaarlozen. De resulterende verticale belasting in A = 100 (L) + 100 (T) = 200 kg.

Ww 2: We plaatsen een tweede katrol in B, en geven het touw het verloop L-A-B-T.
Om L op te lichten is, zoals in het eerste geval, een T nodig van 100 kg, doch de verticale belasting in A bedraagt slechts 100 kg.

Ww 3: We plaatsen de tweede katrol in C op een lager gelegen punt van de mast.
Het touwverloop wordt L-A-C-T. T blijft steeds 100 kg, doch de verticale belasting in A wordt 100 (L), vermeerdert met een deel van 100 (trekkracht in het touw), te wijten aan het schuine touwtraject,
Men noemt dit de verticale component. Voor een helling van 45° bedraagt ze ongeveer 0,7 x 100 = 70 kg.

Ww 4: We wijzigen de galgconstructie door de arm te schoren, dit is hem ondersteunen op zijn uiteinde A of in een hier voldoende dichtbij gelegen punt.
De katrol in A blijft, en een tweede plaatsen we willekeurig in B of C.
Het gestelde probleem is geëlimineerd, vermits de totale last door de schoor rechtsreeks wordt overgebracht op de mast.

Samenvattend bedraagt, voor dit geval, de door de arm te dragen last in punt A:

Ww 1	200 kg	De gekozen werkwijze is mede determinerend voor het hijsvermogen van de kraan.
Ww 2	100 kg	
Ww 3	170 kg	
Ww 4	0 kg	

terwijl, voor de vier werkwijzen de nodige trekkracht T steeds (iets meer dan) 100 kg bedraagt.

Bij het overlopen van de ganse reeks kan worden vastgesteld dat de meeste illustratoren, wat dit technisch aspect betreft, goed werk hebben vertoond.
De eerste prent (MIN-11-) bij Von Ems' Wereldkroniek uit 1350 kan zelfs als voorbeeld gelden, zowel voor het schoren, plaatsen van de katrollen en verloop van het touw naar het windas.
Het concept is af, kan niet verbeterd worden, en zal eeuwenlang in gebruik blijven.
Het getuigd van inzicht en vakkennis, in die tijd, en ongetwijfeld reeds geruime tijd voordien.
De gotische bouwkunst was toen reeds over haar hoogtepunt heen.
Het gepresteerde was niet denkbaar zonder de vereiste hulpmiddelen.
Informatie over de beginperiode ontbreekt om tot meer exacte situering te komen.

KRONIEK VAN DE BOUWTREDMOLENKRAAN

MIN -05-
Uit: MES p.47
EEG p.15
Maciejowskibijbel - Noord-Fr. - (+/- 1240)
New York - Pierpont Morgan Library

Bouw van de Toren van Babel

Dit bijzonder mooie tafereel is afkomstig uit de zogenoemde Bijbel van Kardinaal Bernard Maciejowski. Het wordt gedateerd +/- 1240 en is vermoedelijk tot stand gekomen in Noord Frankrijk.
Auteur en opdrachtgever zijn onbekend.
Van de Kardinaal, naar wie het genoemd wordt, is geweten dat hij het in zijn bezit had in 1608, omdat hij het dan heeft geschonken aan de toenmalige koning van Perzie Châh Abbâs, waarna in de marges Arabische vertellingen aan de tekst werden toegevoegd.

Het handschrift bevindt zich te NewYork, in de Pierpont Morgan Library, een verzameling in het leven geroepen door een vermogende bankier en zakenman.

Bij de bouw van de Toren van Babel wordt als hijsinrichting gebruik gemaakt van wat kan beschouwd worden als een vroege afbeelding van een tredmolenkraan.
Treerad met windas en radondersteuning zijn echter gescheiden van de mast, waarvan de geschoorde arm voorzien is van twee katrollen.

Het verloop van het hijstouw is correct, op een detail na: het touw, tussen mast en radas is gericht naar het centrum van deze as. Dit is iets te hoog. Het moet worden gericht naar de omtrek hiervan.
Een mand met stenen wordt opgetrokken. Het treerad staat stil, hiermee in evenwicht, wat wordt bekomen door de stand van de kraanjongen op een bepaalde hoogte.
Deze houdt een spaak omklemd, en geniet van een moment rust om een appel (?) te verorberen.



FIG 16: MIN -05-

TEK -06-

Uit TGC p.84 f.74
GNL 17/491
PMD 33

Koning Offa en zijn architecten superviseren een bouwwerf.

Tekening van Matthew Paris (+ 1259), uit Lives of the Offas (British Museum. Londen)

Offa was een koning van Mercia (deel van Engeland) (757-796), opvolger van Aethelbald, wiens veroveringspolitiek hij voortzette.
Om zijn land te beschermen tegen Wales liet hij een enorme muur bouwen (Offas Dyke).
Hierbij wordt gebruik gemaakt van een handlier met dubbele galg.

MIN -07-

Uit: ACO-DOS 219 p.56
Histoire Universelle 2de helft 13de eeuw
Bibliothèque municipale de Dijon – Ms 562
Een zeer vroege afbeelding van een tredmolenkraan.
Twee of drie mannen lopen in een treerad.
De radas steunt op twee korte geschoorde stijlen.
De kraanmast is opgesteld in het buitenalignement van het rad.
De arm draagt enkel aan het buitenuiteinde een katrol.
Het hijstouw loopt over deze katrol, en verder, 1angs de mast, naar beneden, b1ijkbaar naar de tromme1ve1g toe.
Deze werkwijze is totaal fout. Het touw moet worden op- en afgewonden op de radas. Verderop stellen we vast dat dezelfde vergissing wordt begaan door P. Bruege1 en Macaulay (zie MIN -53-)

MIN -08-

Uit: ACO-DOS 219 p.33
Frans manuscript XIVe eeuw ms fr. 263
Bouw van een kasteel
Een tredmolenkraan met twee raderen en een bijzonder stevig geschoorde mast. Een aspect waaraan, zoals blijkt uit menige afbeelding, niet steeds voldoende aandacht wordt besteed.

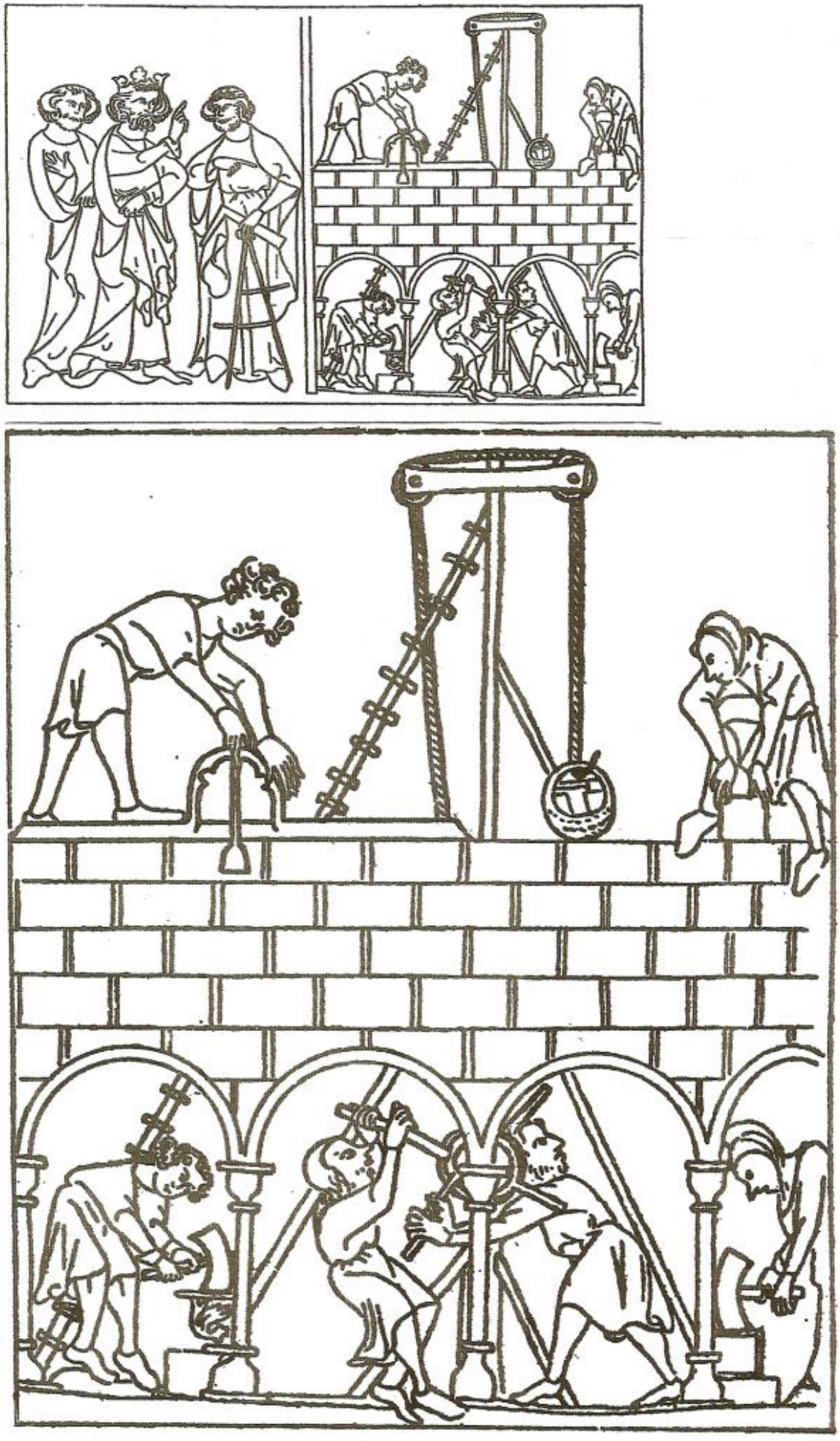


FIG 17: TEK -06- (deel)

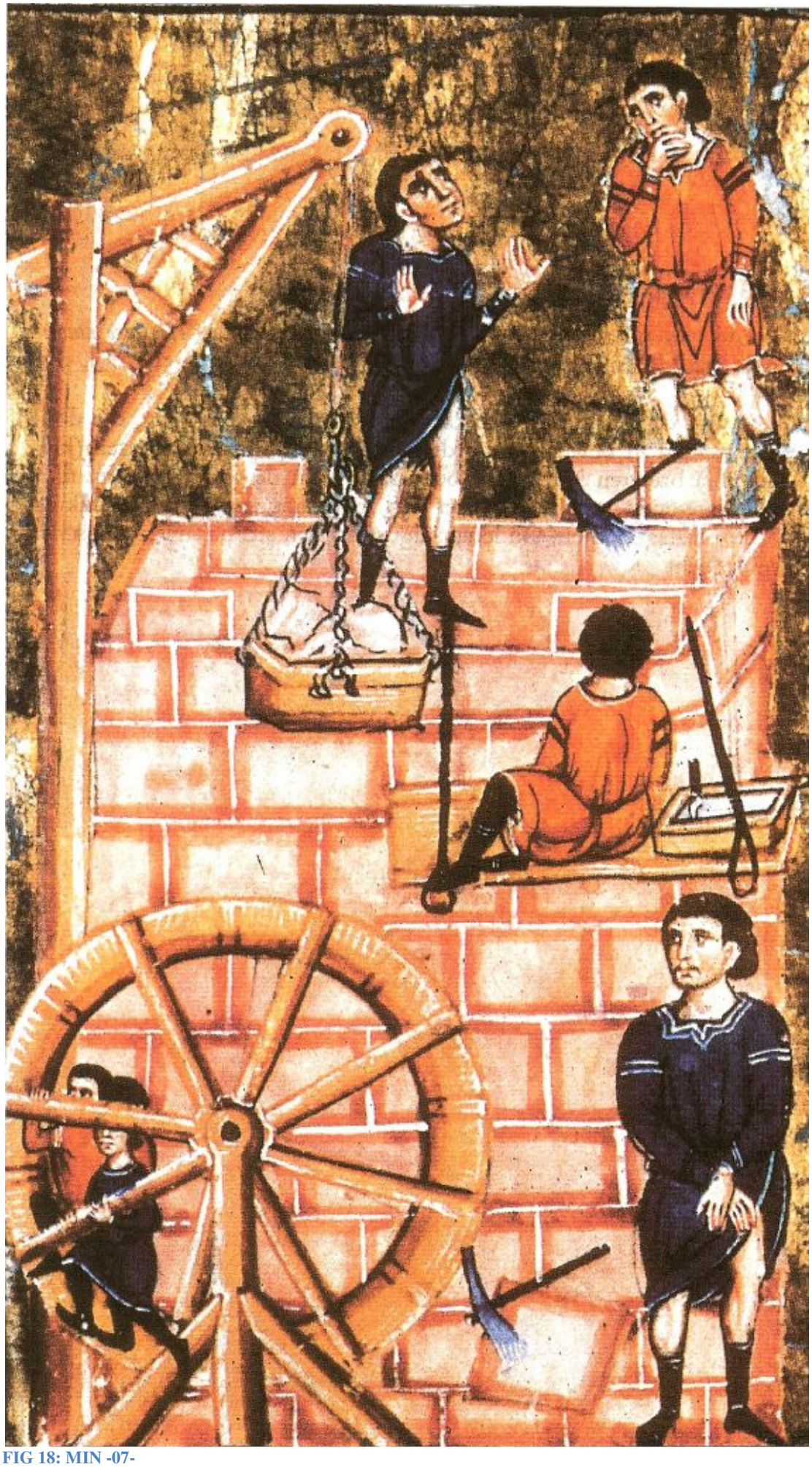
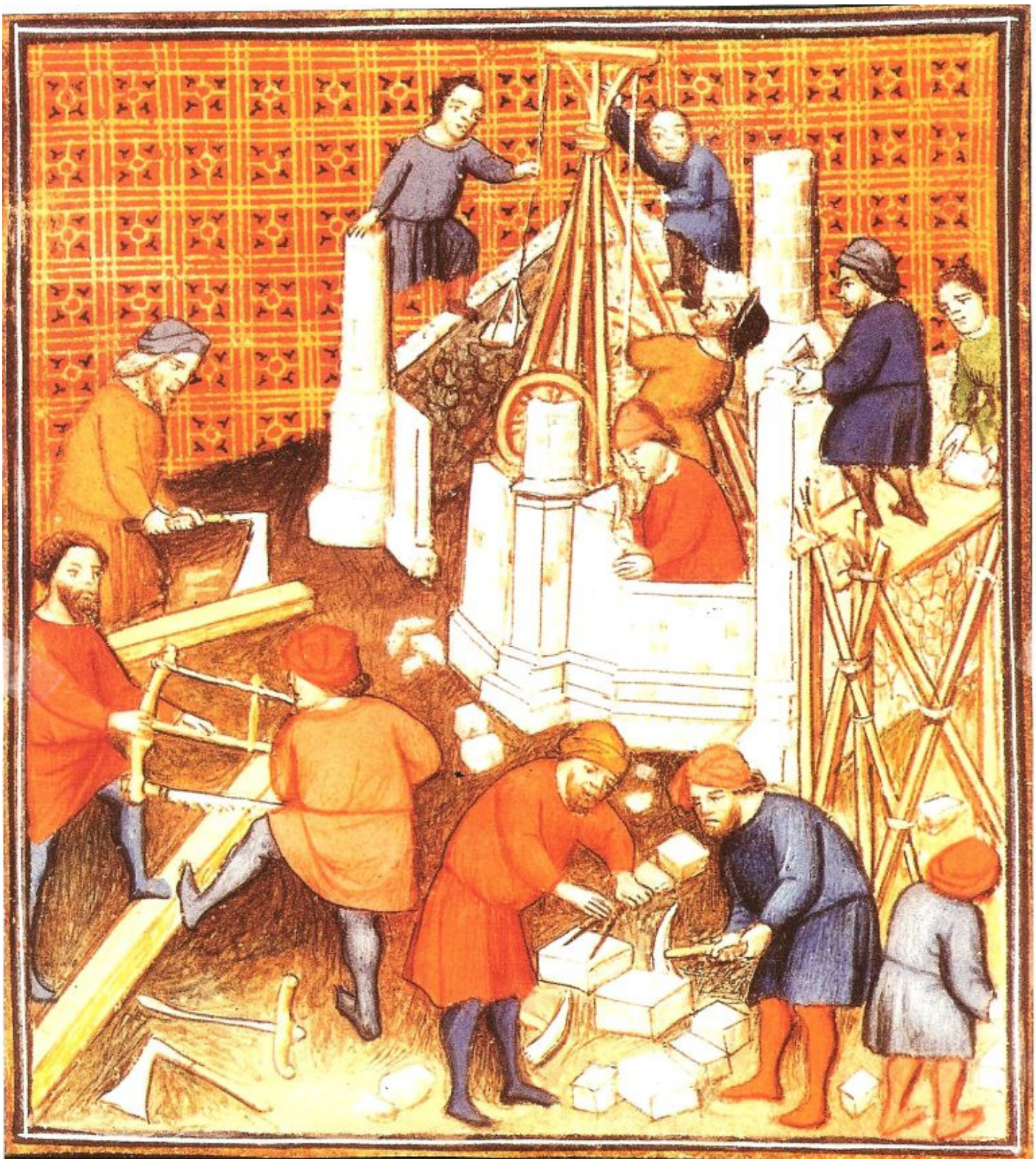


FIG 18: MIN -07-



Construction d'un château. Manuscrit du XIV[e] s.
Cette miniature est intéressante par la diversité des activités figurées (travail du bois et de la pierre, levage, échafaudage et appareillage) et par la représentation de la progression dans le temps d'un chantier (élévation simultanée d'une tour et de la courtine).
Cliché BNF, ms. fr. 263, fol. 113.

FIG 19: MIN -08-

MIN -09-
Uit: OMB f.61
VEL

Miniatuur uit de Welislawbijbel (+ 1340)
Welislaw was Kanselier van Karel IV
Praag (Bohemen) Univ. Bibl.

Bouw van de Toren van Babel

Een primitieve doch interessante tekening van een vroege tredmolenkraan.
Deze staat op de begane grond.
De as van het rad steunt op twee stijlen, waarvan de ene doorloopt als kraanmast, met boven een korte beiderzijds uitstekende dubbel geschoorde galg.
Het touw is te volgen vanaf net windas, achter het rad, over de twee katrollen op de galg, naar de last. Deze moet worden aangehaald, wat ook te zien is, vermits de mast niet oriënteerbaar is.
Bemerk de overeenkomst van deze kraanconstructie met deze van MIN -15- uit de SHS (tweede helft 14e eeuw) op p.43

MIN 10

Uit: PAR-R-T p.172
GNL 11/579
WPE 10 p.426
HED
Heilige Hedwigis.
Dochter van Berthold 1V, markgraaf van Meran.
Reeds op haar twaalfde jaar trad ze in het huwelijk met Hendrik I, hertog van Silezie, aan wie ze zeven kinderen schonk, onder wie Hendrik II, de Vrome.
Daarna legde ze de gelofte van kuisheid af, terwijl Hendrik zijn baard liet groeien en de bijnaam kreeg van de Gebaarde.
Volgens haar wens stichtte hij in 1203 het Cistercienzerinnen klooster te Trebnitz (Silezie in het huidige Polen).
Daarna schonk Hedwigis haar aanzienlijke bruidschat en vele andere goederen. Na de dood van haar man trok Hedwig zich in dit klooster terug in 1238.
Ze overleed in 1243 en werd daar begraven.

Links boven: Hedwig toont aan haar man de bouw van het klooster;
onder: Hedwig trekt zich hierin terug.
De Codex dateert uit de periode gekenmerkt door de Centraal-Eurolese “Schöne Stil, 1350-1400.

Rechts: detail met tredmolenkraan.
Uit de tekening ken afgeleid dat ook in Oost-Europa de tredmolenkraan een gebruikelijk werktuig vormde. Te bemerken zijn de katrollen op elk uiteinde van de kraanarm, met correct verloop van het hijstouw. Twijfelachtig echter is de stabiliteit van de kraanarm zelf, tenzij deze moet gezien worden als een arm met schoor en tussen beide een ladder.



FIG 20: MIN -09-

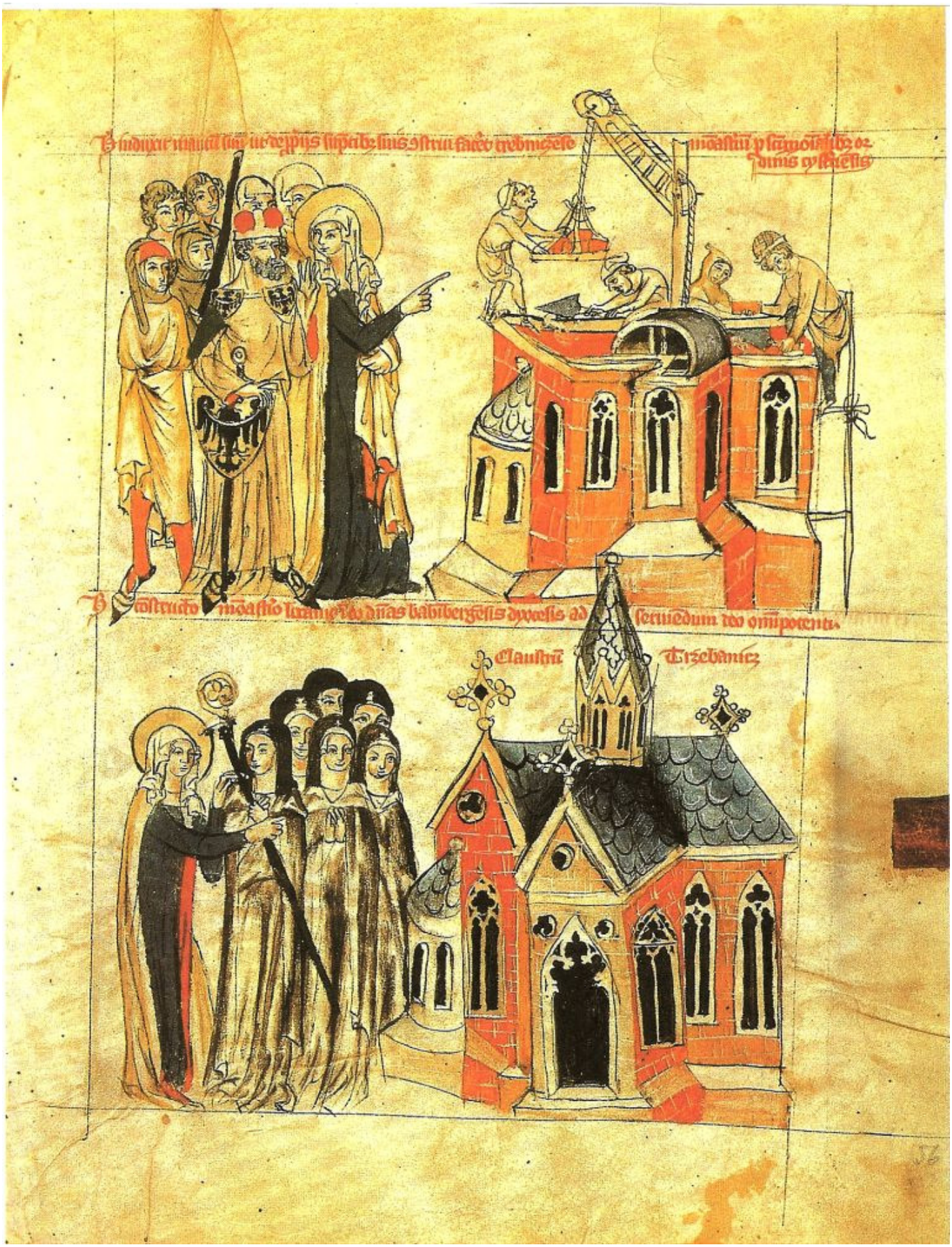


FIG 21: MIN -10-



FIG 22: MIN -10- (deel)

MIN -11-14- / RVE -1-4-
Uit: GNL 20/637 WPE 16/217

Rudolf von Ems, Duits dichter en geleerde (1200 - +/- 1252). Auteur van o.m. een onafgewerkt gebleven Weltchronik. Deze werd verlucht door verscheidene miniaturisten, waarvan we vier platen weergeven, voorstellend de bouw van de Toren van Babel. Op de vier staan afgebeeld een aantal bouwactiviteiten, zoals steen kappen, mortel aanmaken en omhoog brengen, en metselen. Tevens zijn afgebeeld een of twee tredmolenkranen, boven op de toren, echter onderling verschillend.

MIN -11- / RVE -1-
Uit: OMB f.64
LFJ p.30
Bouw Toren van Babel, +/- 1350
Zurich, bibl.
Op de afbeelding - hier een tekening, afgeleid van de miniatuur komen twee identieke kranen voor. Ze bestaan uit telkens twee tredraderen, waarvan de as steunt op een geschoorde voet, die tevens de mast draagt, met bovenaan een kraanarm. Met de afgebeelde opbouw is oriëntatie zo goed als uitgesloten, en moet de last worden aangetrokken, wat ook gebeurt. Het concept is logisch opgebouwd, en het verloop van het hijstouw, over twee katrollen naar de trommel op de wielas, onberispelijk.

MIN -12- / RVE -2-
Uit: OMB f.77
Bouw van de Toren van Babel, 1365
Donaueschingen, Furstl. bibl.
De kraan op deze plaat is de eerste van een generatie, opgebouwd op een kooiconstructie.
De afbeelding van dit tuig vergt een perspectiefzicht, wat de tekenaar niet naar behoren is gelukt. Wat hij voorstelt is een onding. Hoe het touw verloopt is een raadsel.

MIN -13- / RVE -3-
Uit: OMB f.79
MES p.55
Bouw van de Toren van Babel, 1383
Stuttgart, Landesbibl.
Deze prachtige plaat is veel duidelijker: binnen een kubusvormige kooi, wordt een rad, op vaste as, bediend door twee man. Deze kooi draagt een mast, en ondersteunt deze zijdelings, zodanig dat hij, met de kraanarm - zij het beperkt - om zijn as kan draaien. Het resultaat is een oriënteerbare tredmolenkraan, waarin verdere reproducties, zoals MIN -16-, SDR 17, -22- en GRA -23- beter inzicht geven. Dit is echter vooral het geval voor TEK -54- en BMD -54-: “Escurial”, plaatsnaam naar dewelke we voorstellen dit type te noemen.

MIN -14- / RVE -4-
Uit: OMB f.80
KVG p.155
Bouw van de toren van Babel, +/- 1385
Kassel, Landesbibl.
Deze vierde plaat roept vragen op. Voorgesteld zijn activiteiten rond de bouw van een toren. Centraal boven staat een geschoorde mast die een dubbele zeer lange kraanarm draagt, met in het midden een handlier, en op elk einde een katrol waarover een hijstouw, naar binnen toe, schuin naar beneden loopt, mogelijks naar binnen in de toren opgestelde tredraderen.
Van deze plaat zijn meerdere versies in omloop, wat verklaart dat er twee werden opgenomen: de ene is duidelijker, de andere volledige. Ze zijn hier tot één verwerkt.

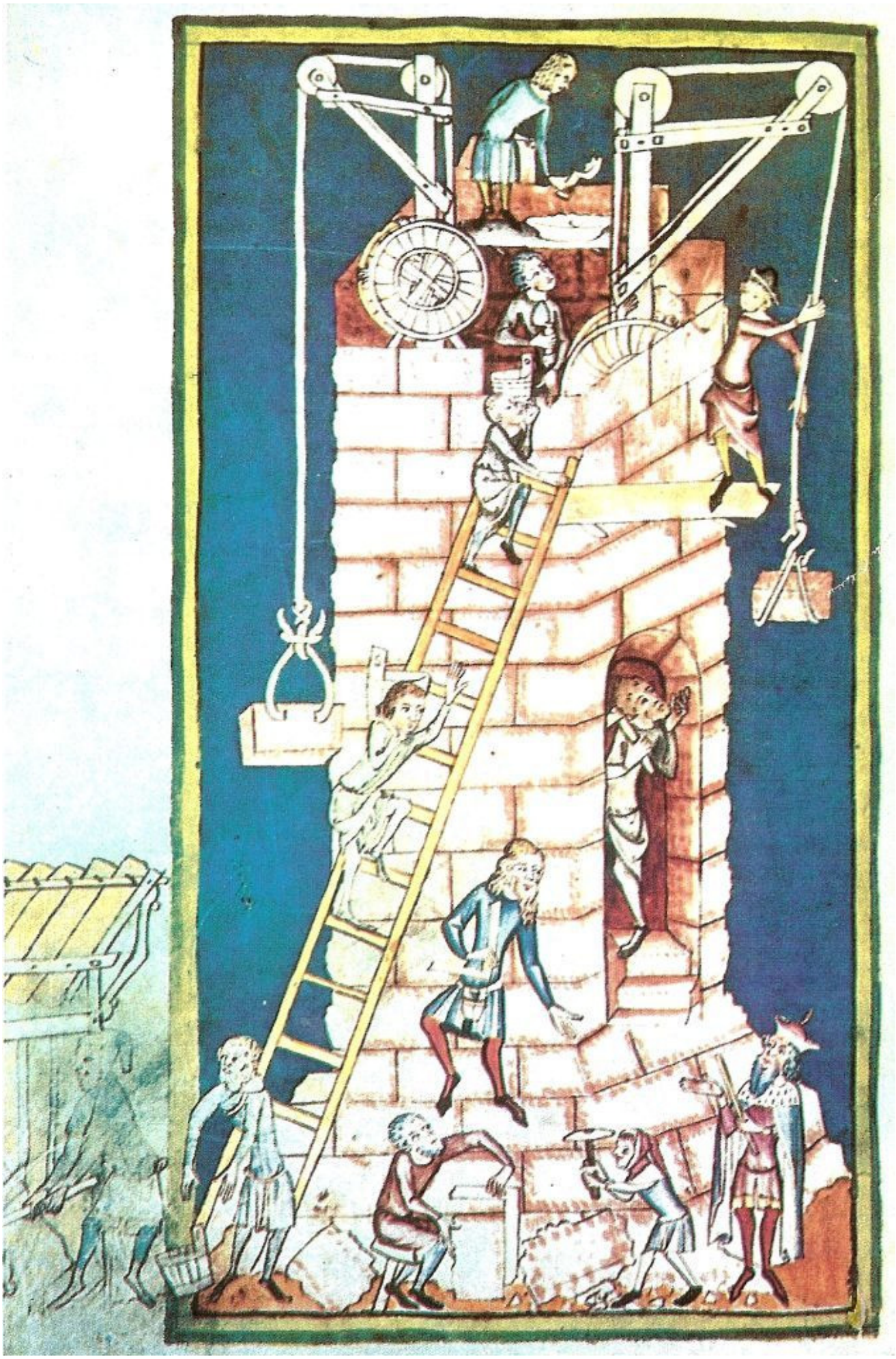


FIG 23:MIN -11- / RVE -1-

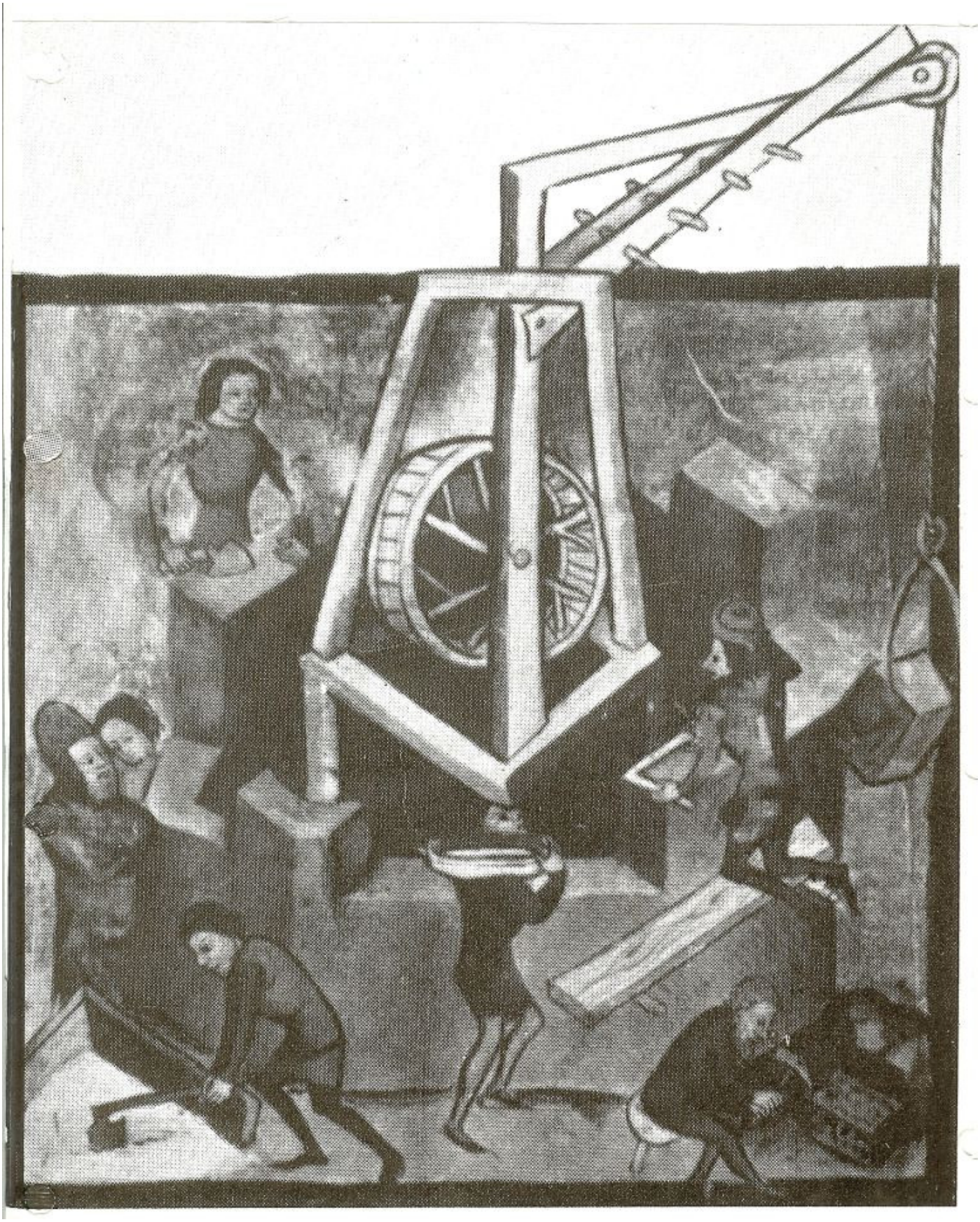


FIG 24: MIN -12- /RVE -2-

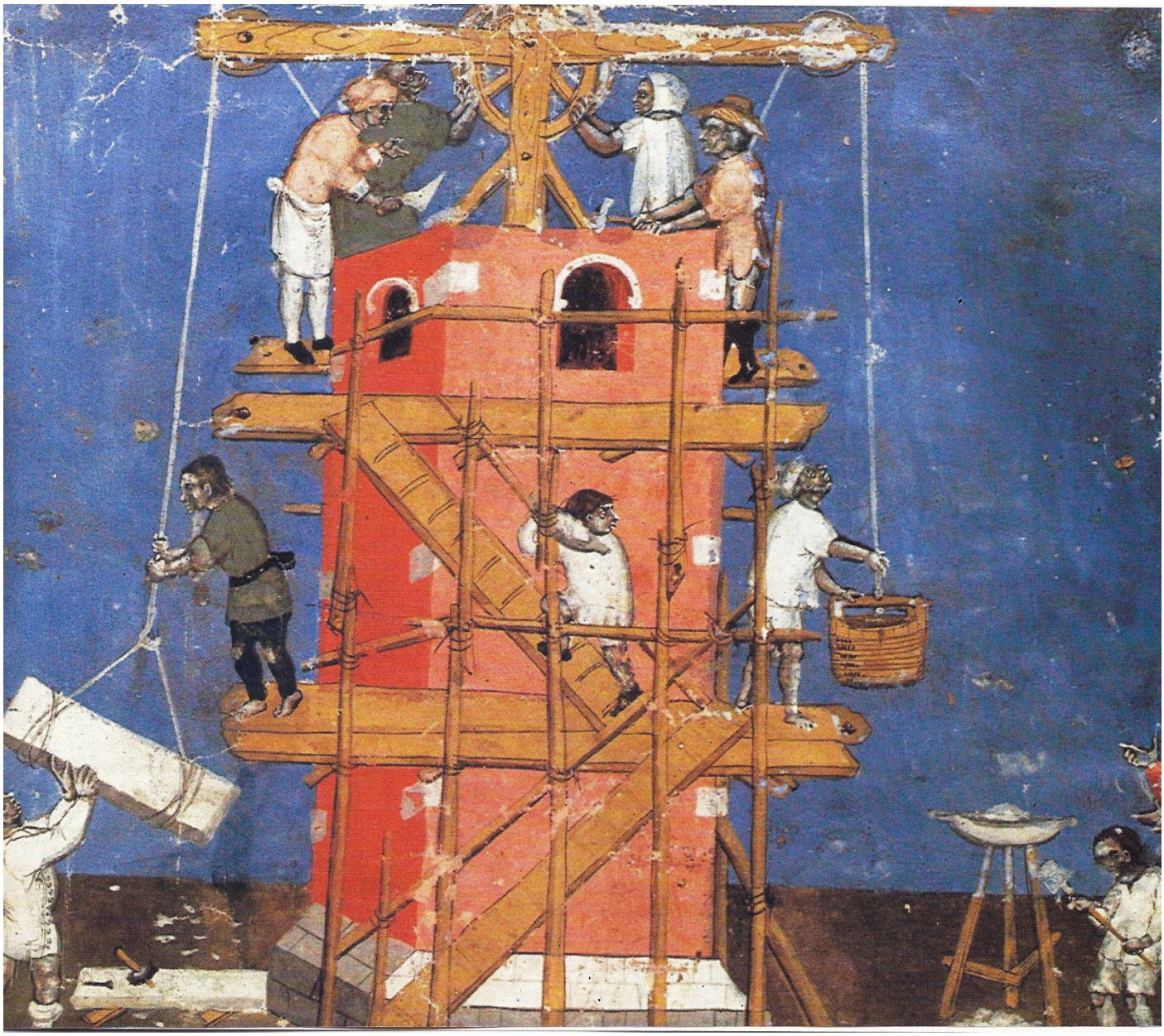


FIG 25: MIN -14- /RVE -4-



FIG 26: MIN -13- /RVE -3-

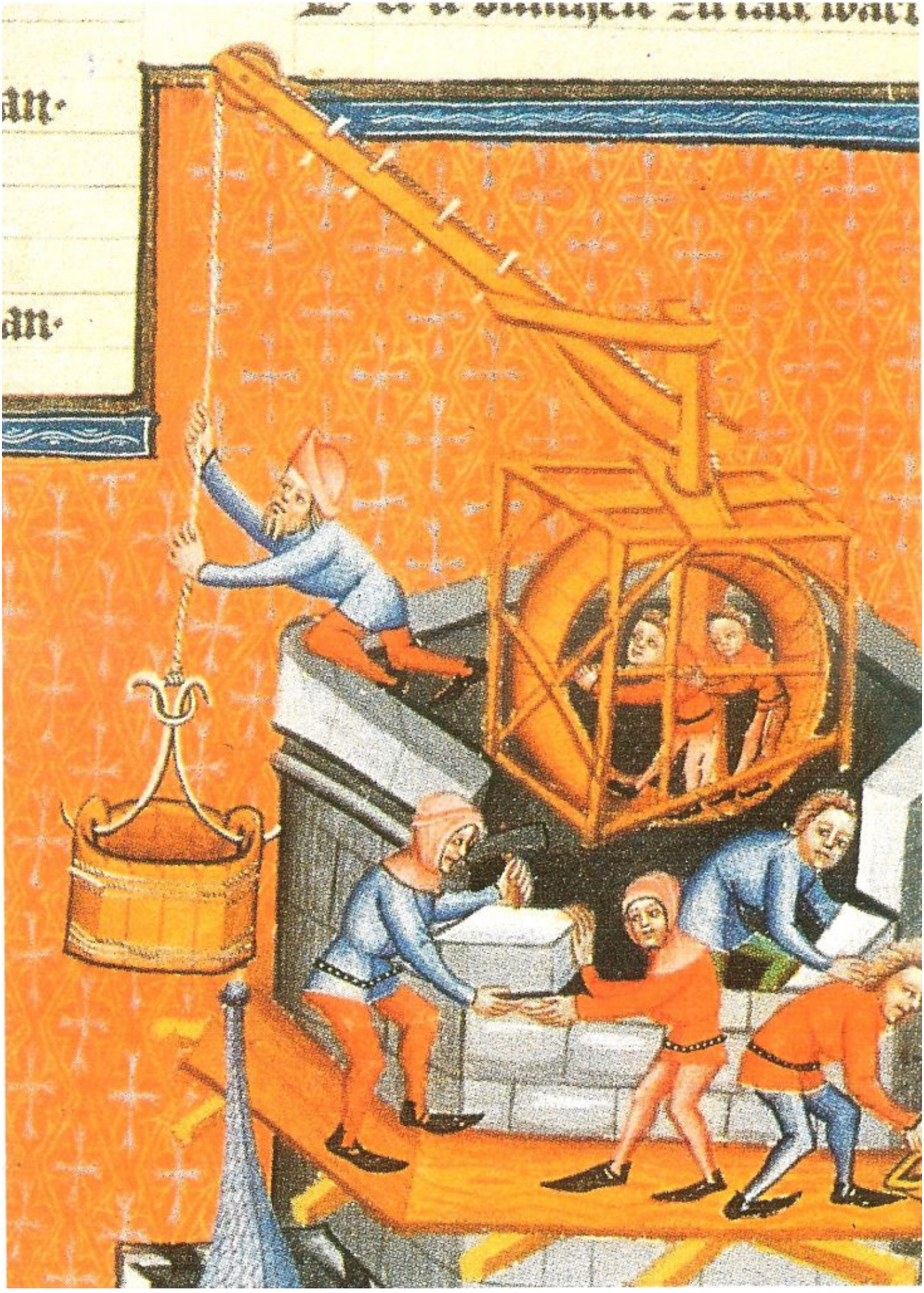


FIG 27: MIN -13- RVE -3- (deel)

MIN -15-
Uit: PAR 3/p.59
SHS
OMB f. 69
Speculum Humanae Salvationis, laatste derde XIVe eeuw

De Speculum Humanae Salvationis – Dat speghel onser behoudenisse -ontstond begin 14e eeuw in de kringen der Duitse Mystieken. Ludolphus van Saksen wordt vermeld als auteur. Uit de 14e en 15e eeuw werden van de ongeveer 250 bewaarde handschriften, de meeste niet met miniaturen verlucht.
Dit gebeurde pas toen het als blokboek werd gedrukt vanaf einde 14e of begin 158 eeuw. Vandaar soms tegenstrijdigheid in datering.

Bouw van de Toren van Babel
Niet oriënteerbare tredmolenkraan, waarvan het rad gevat zit in een raam, vergelijkbaar met dit van de kraan uit de Welislawbijbel afgebeeld in MIN -09-

MIN -16-
Uit: OMB f. 68
LFJ p.28
Wenzel-bijbel - Bouw van de toren van Babel - 1390-1400

Alhoewel ongeveer gelijktijdig als de illustraties MIN -11-12-13van het werk van Rudolf Von Ems, zijn de tredmolens van de Wenzel-bijbel gevoelig duidelijker afgebeeld.
We zien de twee raderen en hun spaken, de ondersteuning van de radas, de stand van de centrale oriënteerbare mast in het midden van de kooi, de logische vorm van de kraanarm.
Eén kraan is volledig weergegeven, de tweede half, en van een derde, enkel de kraanarm boven midden links.

De bouwers moeten de techniek van deze kranen reeds volledig meester zijn geweest. Des te opvallender is de verwantschap met de kranen, in Spanje gebruikt bij de bouw van het Escurial tweehonderd jaar later.
Zie in dit verband tevens MIN -13-, SDR-22-, GRA-23-.
Dit manuscript is genoemd naar Wenceslas (in het Duits Wenzel) IV, koning van Bohemen, uit wiens bibliotheek het afkomstig is.
Het behoort tot het beste ooit geproduceerd door het Praagse hofatelier.



FIG 28: MIN -15-

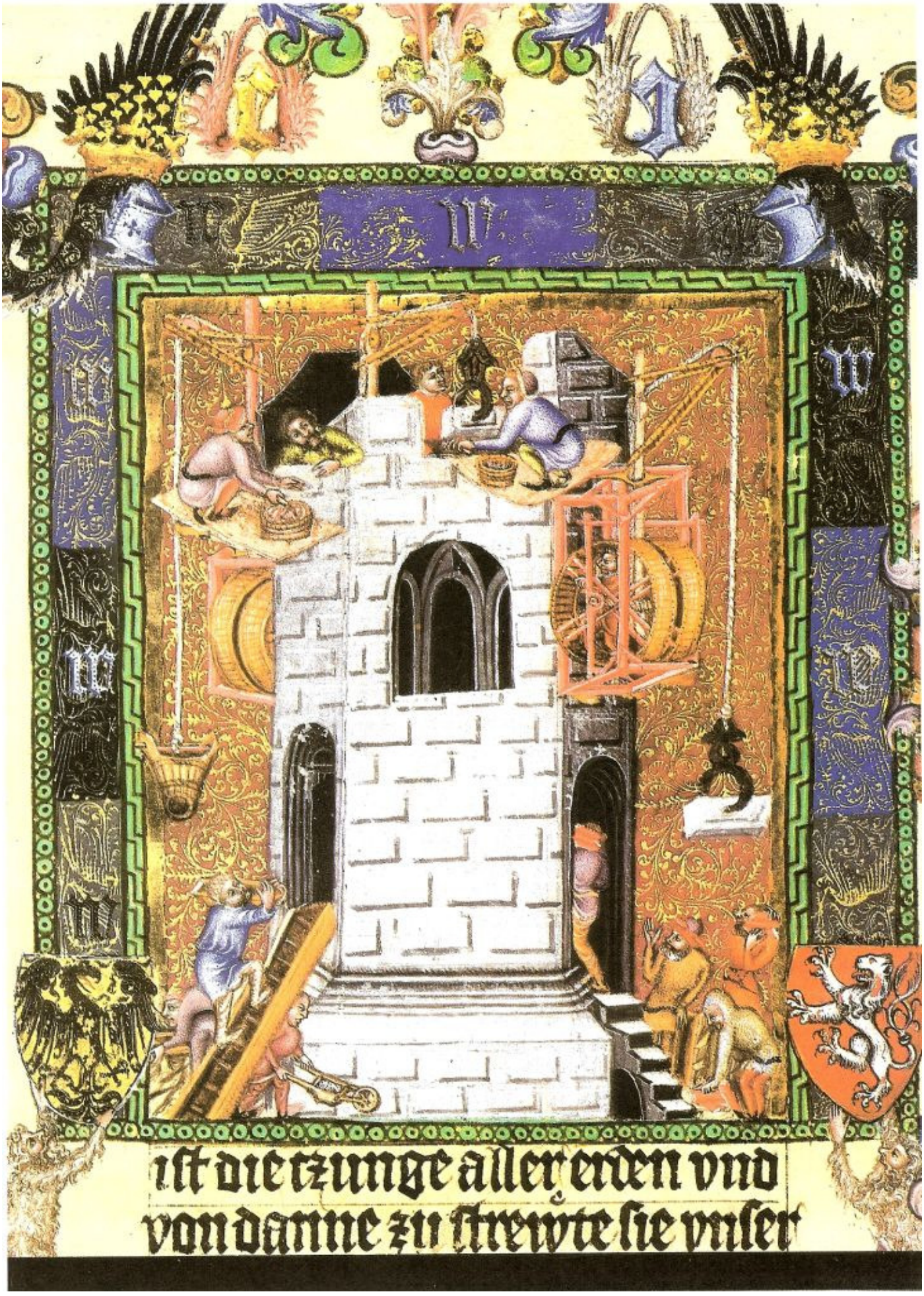

ist die tzunge aller erden vnd
von danne zu streyte sie vnser

FIG 29: MIN -16-

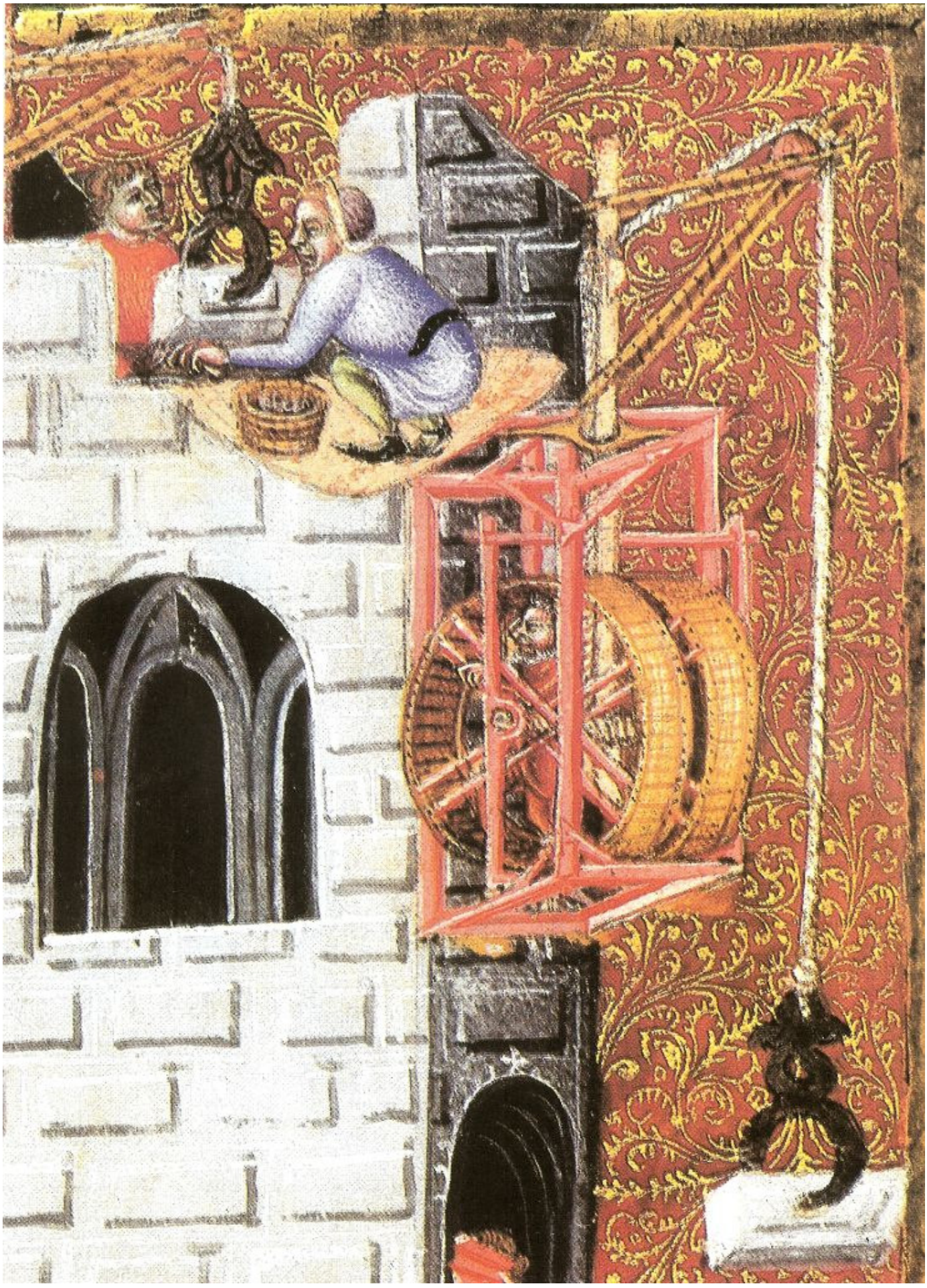


FIG 30: MIN -16- (deel)



FIG 31: SDR -17-



FIG 32: SDR -17- (deel)

SDR -17-
Uit: ACO I 1964 n.35
ACO 18 1967 p.86
WPE 3/223-4, 5/28
Zie ook SDR -20-
De link tussen Barbara en Breslau is niet duidelijk.
In de oude stad bevindt zich wel een middeleeuwse Kerk aan Barbara gewijd.
Scene uit het leven van de Heilige Barbara.
Barbara was, volgens de legende, de aanvallige dochter van een aanzienlijk man uit Nicomedia (Izmit in het huidige Turkije). Om haar te beschermen, liet haar vader haar in een toren wonen. Toen hij eens op reis moest, liet hij er een badhuis naast bouwen.
De afbeelding toont Barbara, die aan een steenkapper de opdracht geeft dit te voorzien van drie ramen, de heilige Drievuldigheid symboliserend.
We vinden hetzelfde thema bij Jan Van Eyck in SDR -20-.
Triptiek van de Heilige Barbara (deel), Wroclaw (Breslau) in Polen - XIVe eeuw.
Op het deels opgetrokken gebouw staat een tredmolenkraan op basis van een kooiconstructie.
Nog steeds in de XIVe eeuw, worden we geconfronteerd met een tuig dat; vergeleken met vorige (zie MIN -12-13-16-), deze herleidt tot voorgeschiedenis. Het betreft, zoals gezegd, een kraan van het 'kooi '-type, dat we reeds in verband brachten met deze gebruikt, tweehonderd jaar later, bij de bouw van het Escurial (Sp.), hierna beschreven onder TEK -54-
De betekenis van deze constructie gaat echter verder. We vinden ze terug te Maulbron (SDR -22-) en te Gurk (MIN -23) in Duitsland en Oostenrijk, beide XVe eeuws.
Deze drie worden samen behandeld onder SDR -22-, GRA-23-, waar een verband wordt gelegd met de belangrijke bouwactiviteiten der Cisterciënzers.

MIN -18-
Uit: BHD
PEP p.366
Guyaert Desmoulins, Bible Historiale door de Maître de Bousicaut.
Frankrijk, +/- 1410
De heropbouw van Jeruzalem
Een zeer eenvoudige tredmolenkraan met niettemin opvallende fouten: de stand van het rad t.o.v. de mast en het verloop van het hijstouw naar een onduidelijke lieras.

MIN -19-
Uit: GWM p.93 f.179
GHB
GNL 4/139
Gebedenboek van de Hertog van Bedford door de Bedford-meester, een anoniem Frans boekverluchter uit de XVe eeuw, vooral bekend door zijn miniaturen voor dit brevier (British Museum - Londen), voor de echtgenote van John van Lancaster, hertog van Bedford. Deze miniaturen met hun opvallende kleurweergave moeten tussen 1423 en 1430 zijn ontstaan.
Bouw van de Toren van Babel.
Naast het treerad is de handlier op menige werf in gebruik. Ze is eenvoudiger en mobiel. Op deze plaat komen drie opstellingen voor: één onderaan en twee op halve hoogte.
Te midden van een resem bedrijvige vaklui.
Het Babels aspect komt tot uiting in twist en een begin van vernieling aan de top.

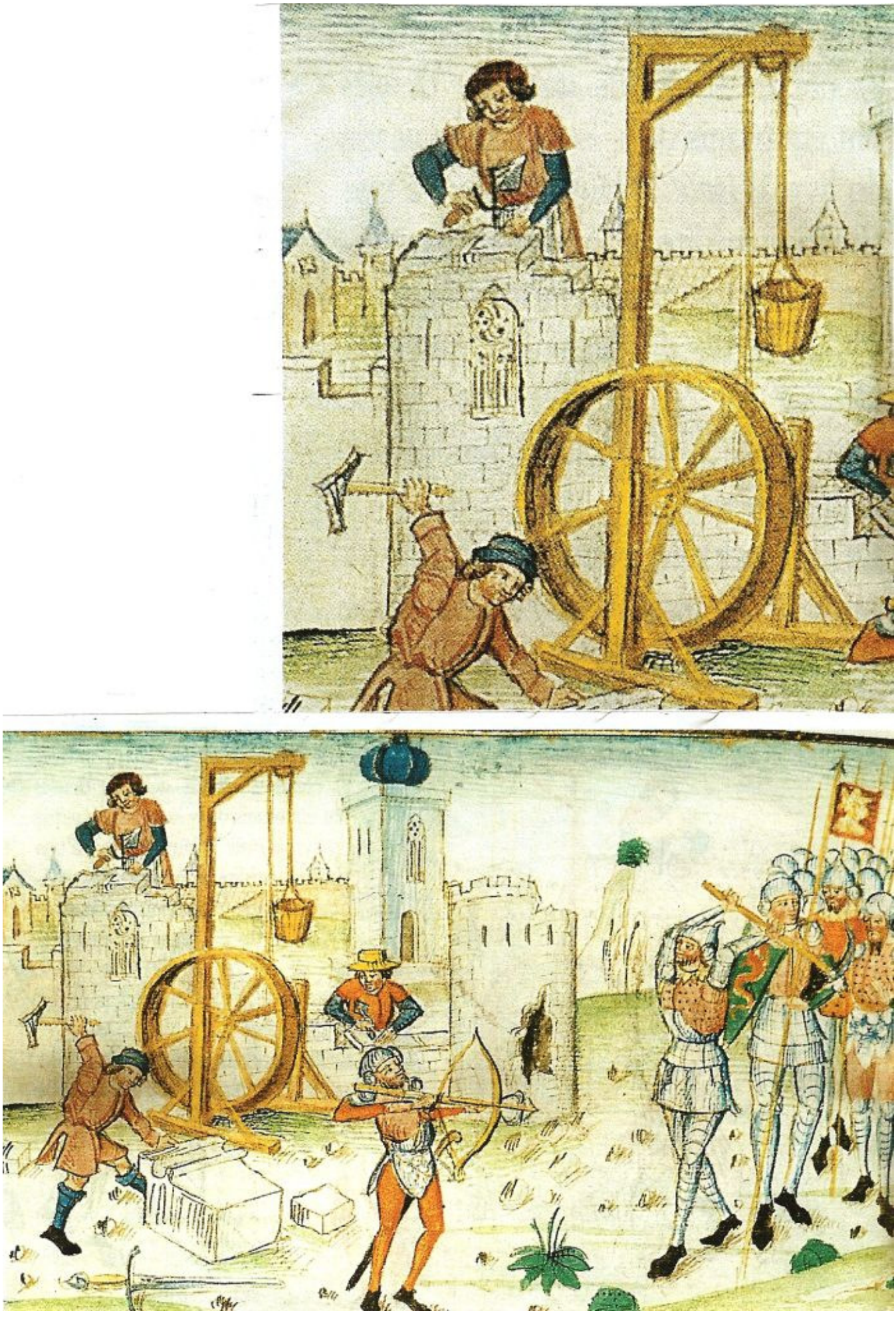


FIG 33: MIN -18- (+deel)



FIG 34: MIN -19-



FIG 35: SDR -20-

SDR -20-
Uit: DVP p.299
EVV f.1
Jan Van Eyck - De Heilige Barbara (deel) - 1437
zie ook: SDR -17-
De Heilige Barbara, een legendarische martelares uit Nicomedia (het huidige Izmit in Turkije), wordt gewoonlijk voorgesteld bij een toren met drie ramen, als getuige van haar geloof In de Drievuldigheid. Jan Van Eyck·portretteert ze voor een kathedraal In opbouw.
Hierbij wordt gebruik gemaakt van een tredmolenkraan, waarvan de basis te zien is op het bovenniveau van de toren. Het tredrad is lager opgesteld, en valt te bespeuren doorheen het maaswerk van twee ramen. Rechts bovenaan wordt een last opgetrokken. Al is de informatie beperkt, belangrijk is de associatie kathedraalbouw-tredmolenkraan, hier waarheidsgetrouw weergegeven.

MIN -21-
Uit: ACO-DOS 219 p.37
BNF Ms Fr 264 - XVe eeuw.
Bouwen van een burcht - bouwfasen
Een goed geconcipieerde bouwkraan, aangedreven door een handlier. Niet te begrijpen is het verloop van het hijstouw bovenaan.

SDR -22-
Uit OMB f.137
LMB p.84
Bouw van de abdij te Maulbronn
Altaarpaneel uit de kerk van dit klooster.
In de Duitse staat Baden-Würtemberg bevindt zich, 30 km ten O. van Karlsruhe, de beroemde, gaaf bewaarde, abdij Maulbronn, een der eerste Cisterciënzersstichtingen in Duitsland (1147).
Ze staat ingeschreven op de lijst van het wereldpatrimonium van de Unesco.
Op een altaarpaneel (vermoedelijk XVe eeuw) in de abdijkerk is de bouw hiervan geïllustreerd.
Deze afbeelding is bijzonder interessant: ze toont, in volle activiteit, een Cisterciënzer bouwwerf, bediend door dito monniken, en informeert ons over de door hen gebruikte hefinrichting duidelijk verwant met deze van Breslau (SDR -17-) en deze van Gurk (GRA -23-) , hierna beschreven en vergeleken

GRA -23-
Uit: OMB f.132
LFJ p.28
Bouw van de abdijkerk te Gurk
Gekleurde houtgravure in de kerk te Gurk - XVe eeuw
Te Gurk, in de Oostenrijkse Alpen (Karintie), 25 km benoorden Klagenfurt, werd 1160-1200 een Domkerk met kapittel opgericht. Deze is geworden tot een der merkwaardigste romaanse kerken van Oostenrijk. In deze kerk is een houtsculptuur te zien, als illustratie van de bouw van een kerk. Een nagenoeg dezelfde tredmolenkraan wordt hier gebruikt als in Maulbronn (SDR -22-)


cartaige q̄ Sapio auoit fait destruire
pres lan tout droitte

FIG 36: MIN -21-

SDR -17-22-, GRA-23-

Breslau – Maulbronn - Gurk en de Cisterciënzers
De tredmolenkranen voorgesteld in SDR -17-22-, GRA-23-zijn nagenoeg identiek, waarbij toevallige overeenkomst zo goed als uitgesloten is.
Tussen de kranen SDR -22- en de Cisterciënzers van Maulbronn is er een duidelijk verband, en het is geweten dat deze hun bouwkundige kennis exporteerden. Hooggekwalificeerd als ze waren kregen ze opdrachten tot op ver afgelegen plaatsen.
Op bijgaande kaart van Midden-Europa valt Maulbronn (SDR -22-) te situeren rechts van Karlsruhe, en 500 km daar vandaan, Gurk (GRA -23-) ten N. van Klagenfurt.
We duiden tevens Wroclaw (Breslau) (SDR -17-) aan en Maagdenburg, waar Cisterciënzers afkomstig van Maulbronn werkzaam waren in 1232-1246 (GMI D1. 2000 p.322).
Het is niet onredelijk te veronderstellen dat deze gang van zaken een verspreiding van technieken met zich heeft meegebracht, waarvan de vermelde tredmolenkraan een uitstekend voorbeeld vormt. Het gaat om een duidelijk onderscheiden type, waarvan de voorgeschiedenis hierboven is geïllustreerd in MIN -12-13-16-

Datering
We gaan er geredelijk van uit dat een herhaalde weergave van een machine vooropstelt dat deze op dat moment reeds bestond, en dat haar oorsprong vroeger dient gesitueerd.
De ons oudst bekende voorstelling van een kraan op basis van een kooiconstructie vinden wij bij Von Ems onder MIN -12- in 1365.
Hiertegenover worden van de afbeeldingen van de groep Breslau- Maulbronn-Gurk:
- de eerste, t.t.z. Breslau (SDR -17-) gesitueerd in de XIVe eeuw,
- de tweede, Maulbronn (SDR -22-) waarschijnlijk in de XVe, en
- de derde, Gurk (GRA-23-) in de XVe eeuw.

Grote bouwwerken der Cisterciënzers dateren echter reeds van uit de XIIe eeuw.
De vraag welke toestellen daarbij gebruikt werden, blijft hier open.

Anderzijds zal dit kraantype blijvend gebruikt worden, zoals geïllustreerd in TEK-46-, MIN-47-, en dit zelfs op grote schaal, zoals dit het geval was bij de bouw van het Escurial in Spanje (BMD -54-). Ook nog nadien, tot in de XVII Ie eeuw (TEK -55-)

Wegens hun uitgebreid gebruik in het Escurial betitelen we ze met deze benaming.

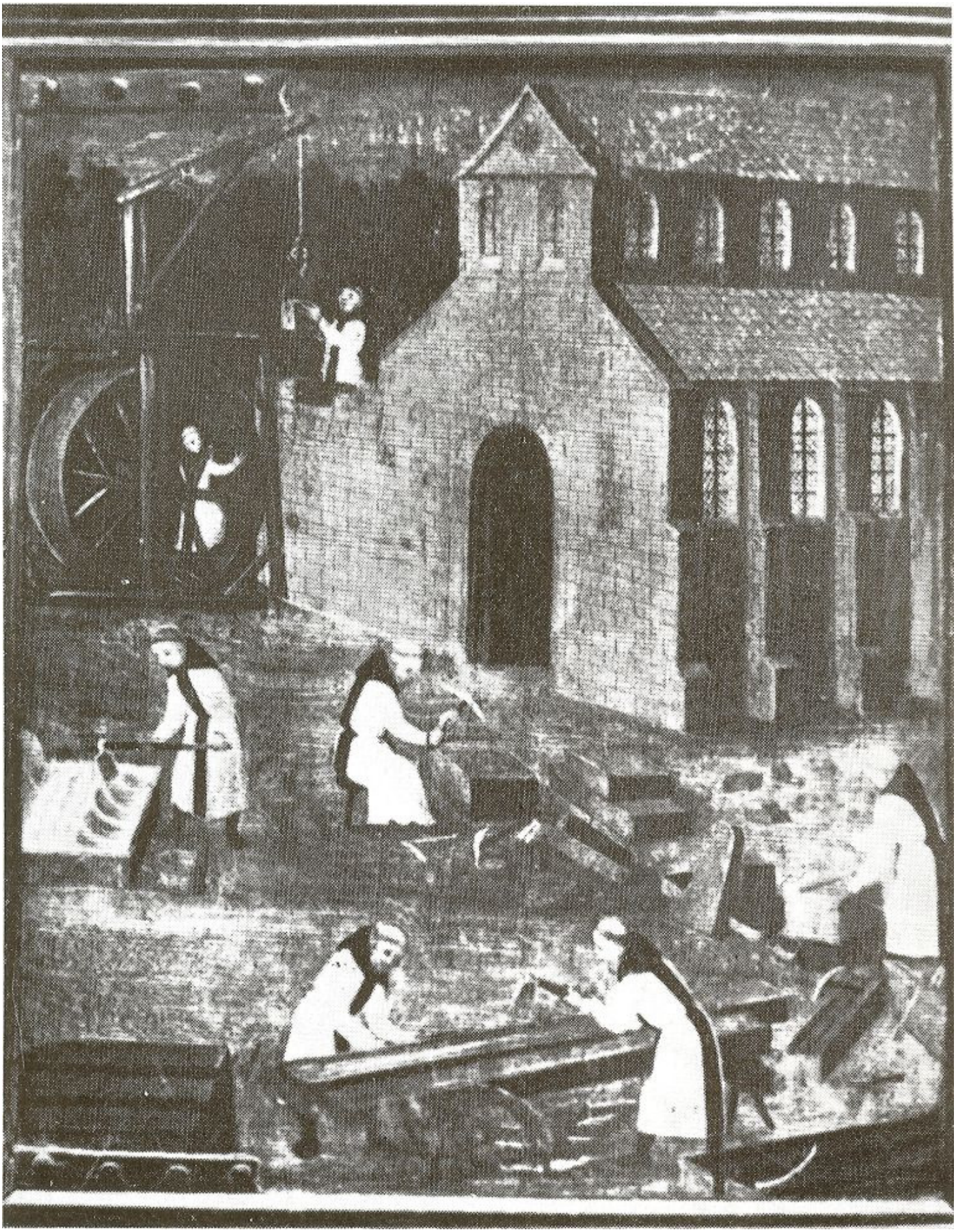


FIG 37: SDR -22-

MIN -23-

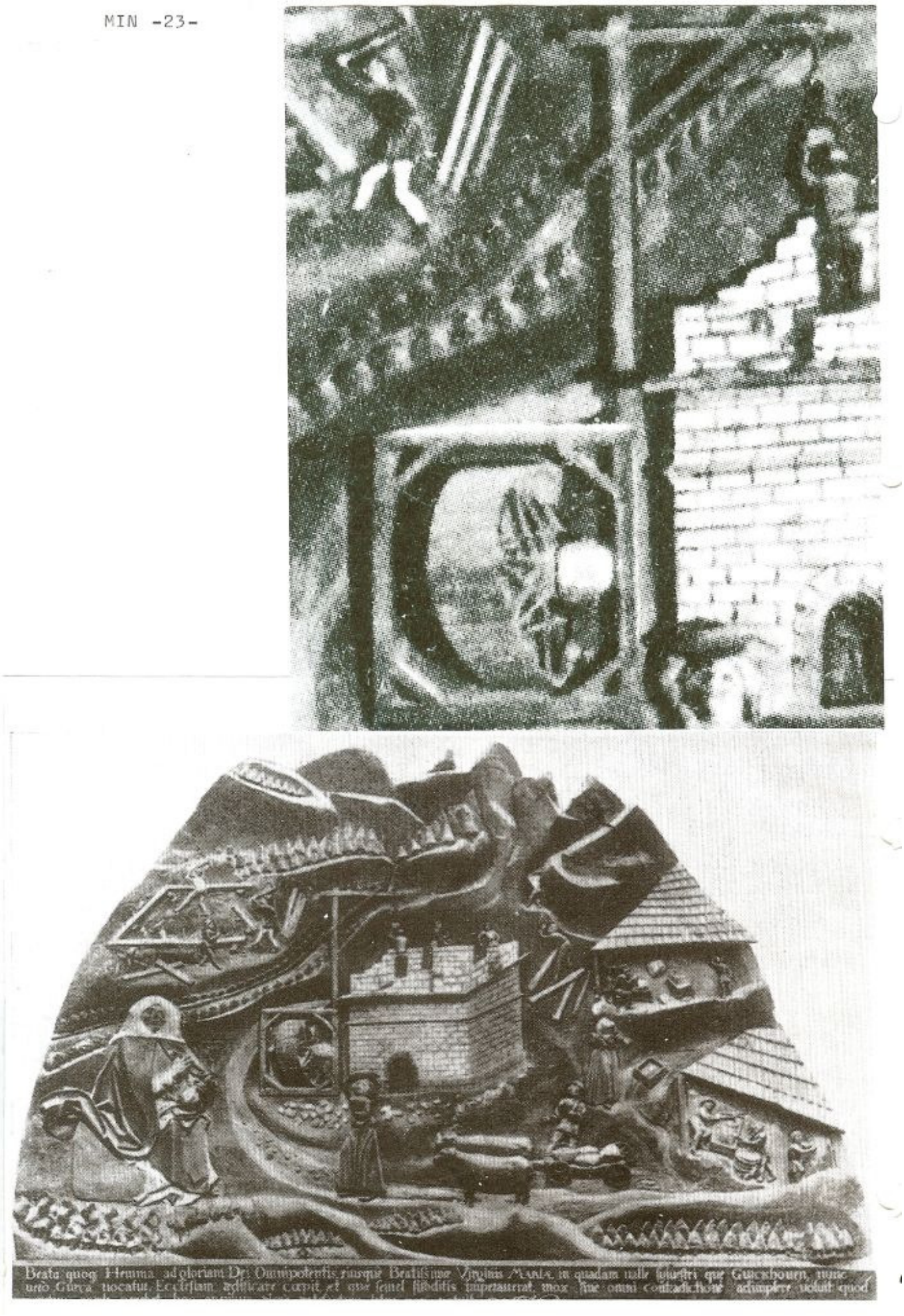


FIG 38: GRA -23- (+detail)

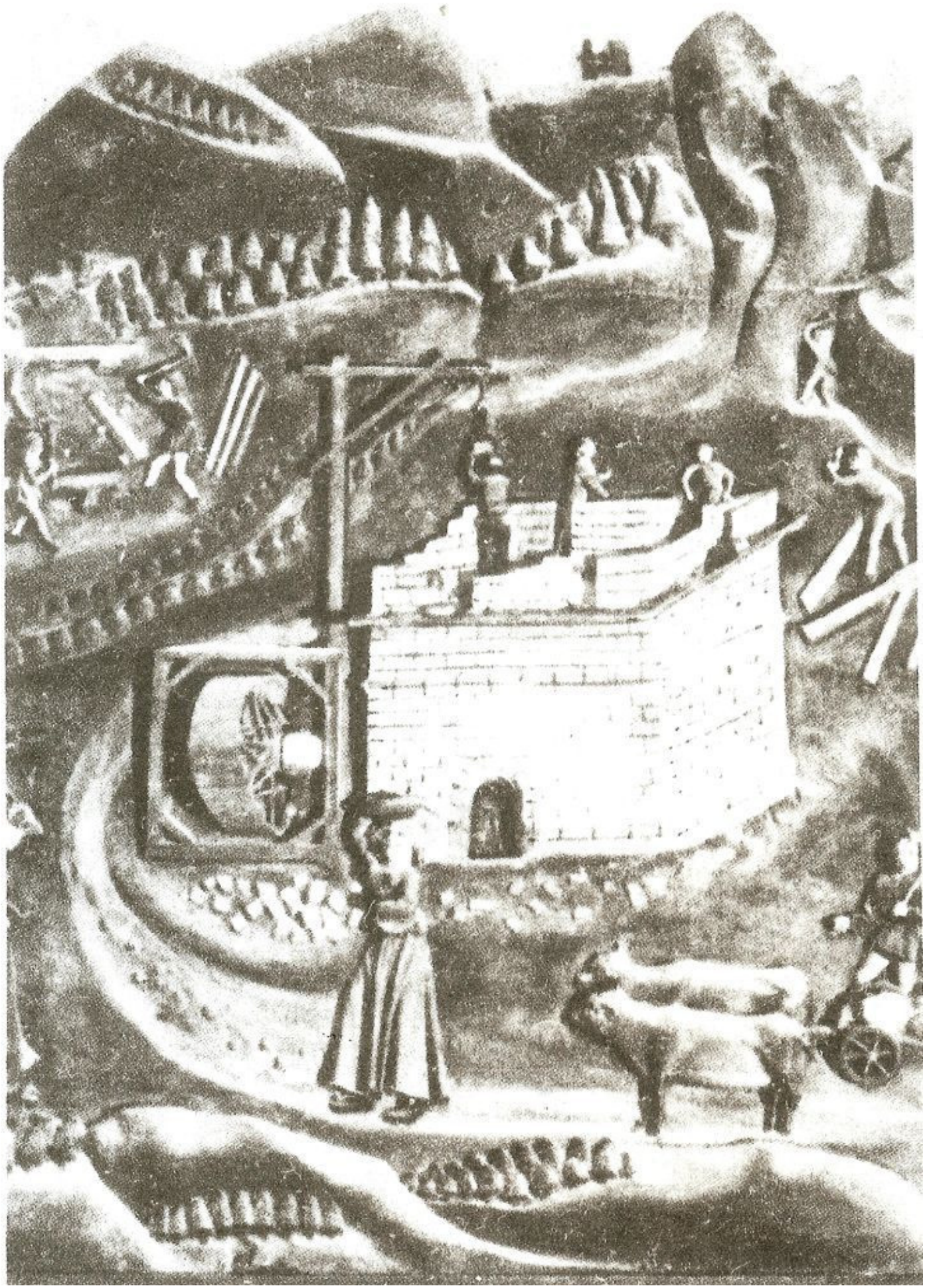


FIG 39: GRA -23- (deel)

Cistercienzer bouwkranen in Midden Europa

Breslau	SDR -17-
Maulbronn (O/Karlsruhe)	SDR -22-
Gurk (O/Klagenfurt)	GRA -23-
Maagdenburg	Zie: SDR -17-22-, GRA-23-

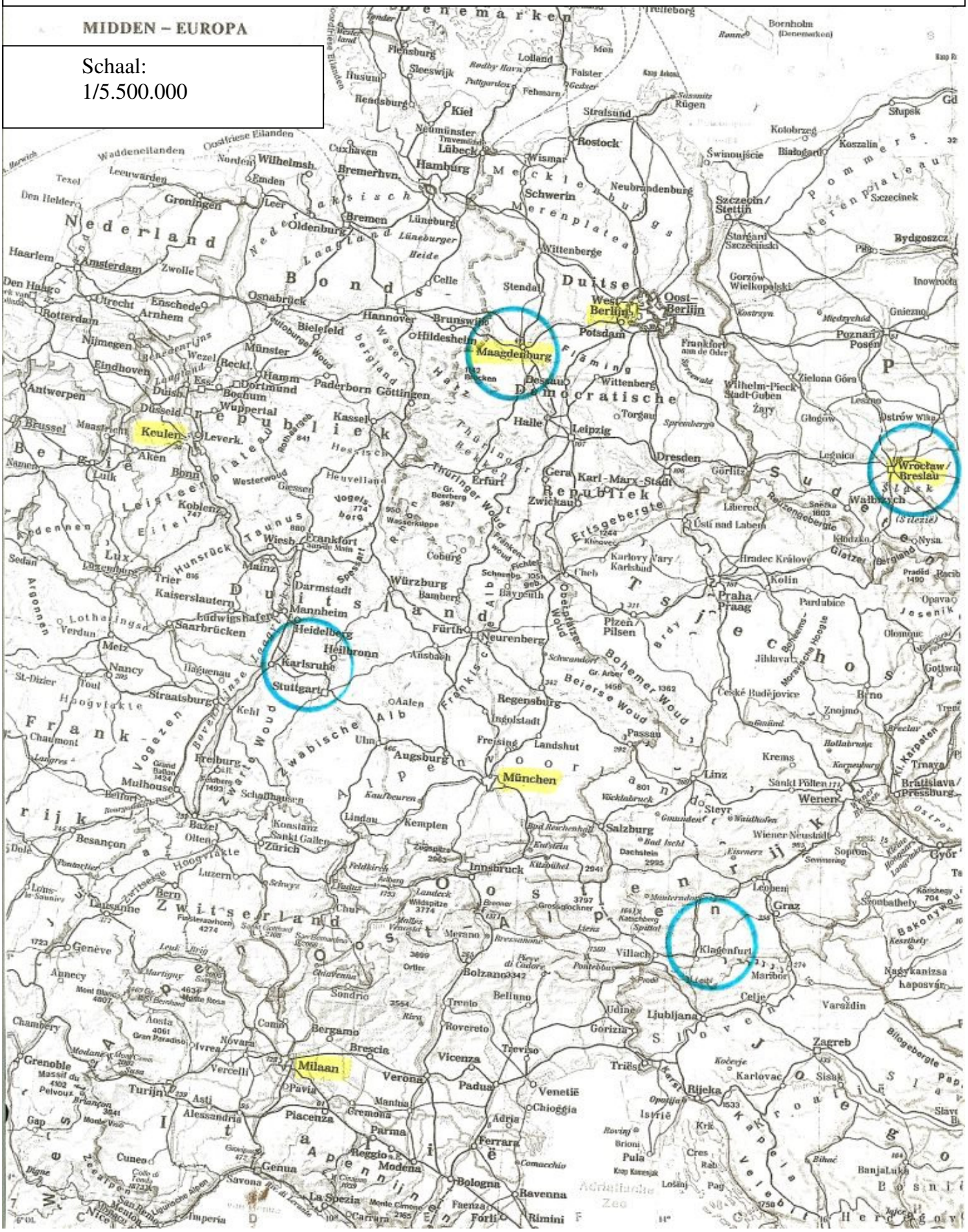


FIG 40: PLN -16-/-23-

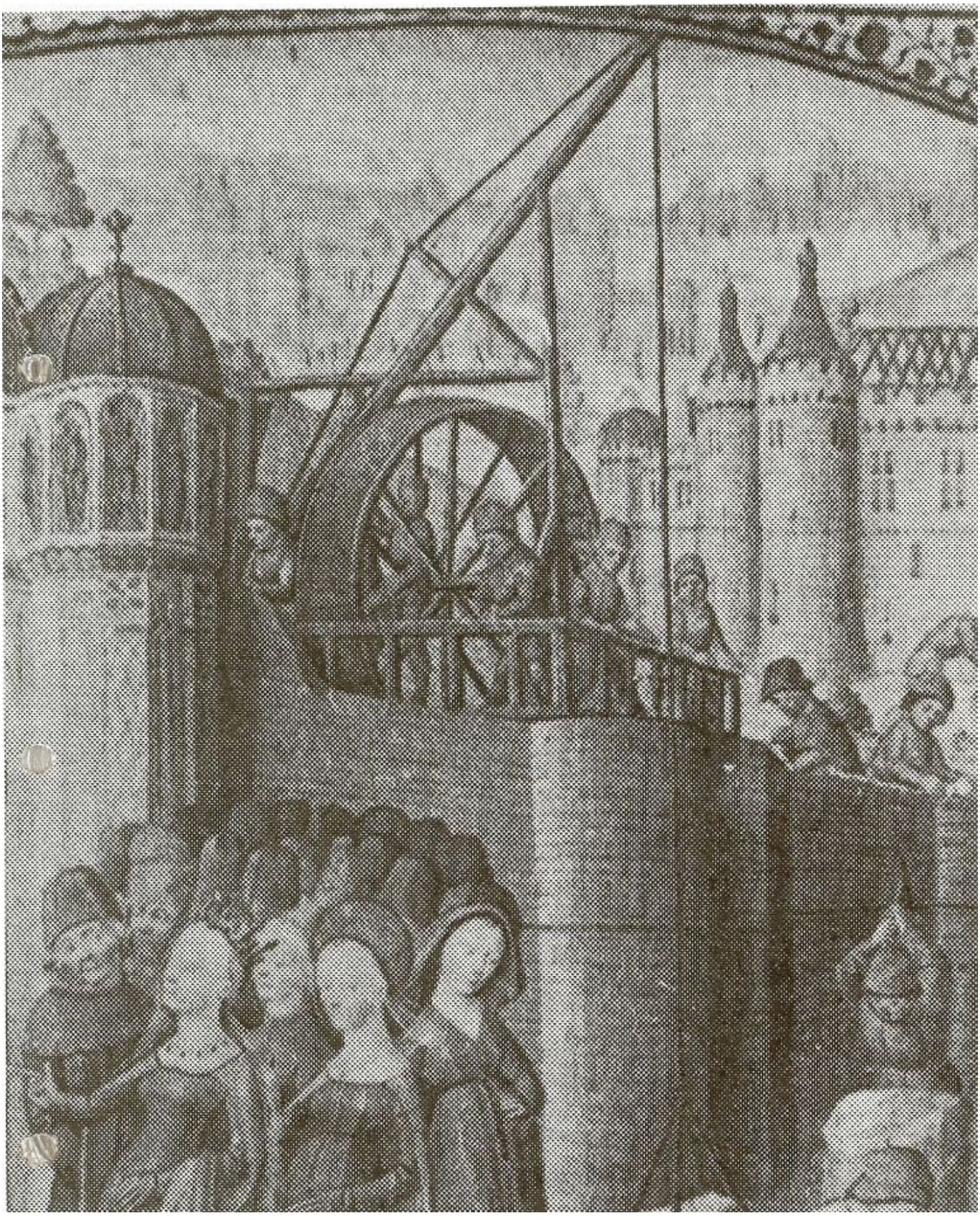


FIG 41: MIN -24-

MIN -24-
Uit: OMB f.146
LDB
Le Livre de la Bouquechardière - 1460 - De opbouw van Carthago (detail)
Van een onbekend auteur, een miniatuur, voorstellend de heropbouw van Carthago.
Deze stad, gelegen in de buurt van het huidige Tunis, werd na de derde Punische oorlog door de Romeinen totaal verwoest. Op dezelfde plaats werd honderd jaar later een Romeinse kolonie gebouwd. Zoals Fouquet zijn 'Tempel van Jeruzalem transponeerde in zijn tijd en omgeving (zie MIN -25-), deed ook deze auteur dit met Carthago.
De tredmolen, van het Franse type is niet duidelijk leesbaar.

MIN -25-
Uit: RSP n052
AJU -CTJ
Les Antiquités Judaïques - Jean Fouquet - 1470-75
Bouw van de Tempel van Jeruzalem (detail). Zie MIN -26-

MIN -26-
Uit: RSP n 52
GCF-FRL
Les Grandes Chroniques de France - Jean Fouquet - 1474
François de Rochechouart ontvangt een schrijven (deel).
Het werk van de Franse schilder en miniaturist Jean Fouquet, beroemd door zijn 'Madonna met Kind' (MSK Antwerpen) wordt o.m. gekenmerkt door een scherpe zin voor details. Dit komt tot uiting in zijn miniaturen, waarvan er twee werden besproken in BRO-TML -1-p.135.
Op beide, daterend +/- 1470 en '74, komt een detail voor van een tredmolenkraan.
Hierbij worden beide details afgedrukt, met als referentie element een schaalmodel van een Franse kraan “Grue des Français” uit de universiteit van Coimbra.

BMD -25-26
Uit: MDG p.128-129
DID-CHA pl.XLVII f.7
Coimbra (Port.) - Universiteit - Kabinet van proefondervindelijke fysica - Schaalmodel van de 'Grue des Français'. De door Fouquet gedeeltelijk afgebeelde kranen stemmen overeen met het schaalmodel van Coimbra, in 1788 gecatalogeerd onder index E-III-13B. Tevens met de beschrijving volgens Diderot uit 1745-'72.
Vergeleken met deze dateringen was ze toen reeds minstens 300 jaar operationeel.
Afbeeldingen daterend van voor 1460 ontbreken.
De Grue des Français is een universeel tredmolenkraantvpe, gebruikt zowel als demonteerbare mobiele bouwkraan, dan als vaste havenkraan. Zie ook p.4

TEK -25-26
Uit: MHI p.93
Grue des Français - Franse tredmolenkraan
Universele tredmolenkraan, uiteenneembaar en verplaatsbaar. Gebruikt in havens, op bouw- en scheepswerven en in steengroeven.
Hier weergegeven in een concept van een technische perfectie, uit de XVIIe eeuw, doch voordien reeds in gebruik vanaf minstens in de XVe eeuw.
Afgebeeld in MIN -24-25-26-,-37-39/WTP-42-
Duidelijk te onderscheiden is de geschoorde staak, waaromheen gans de bovenbouw onbeperkt kan draaien, het opgehangen treerad, en het verloop van het hijstouw naar het windas.

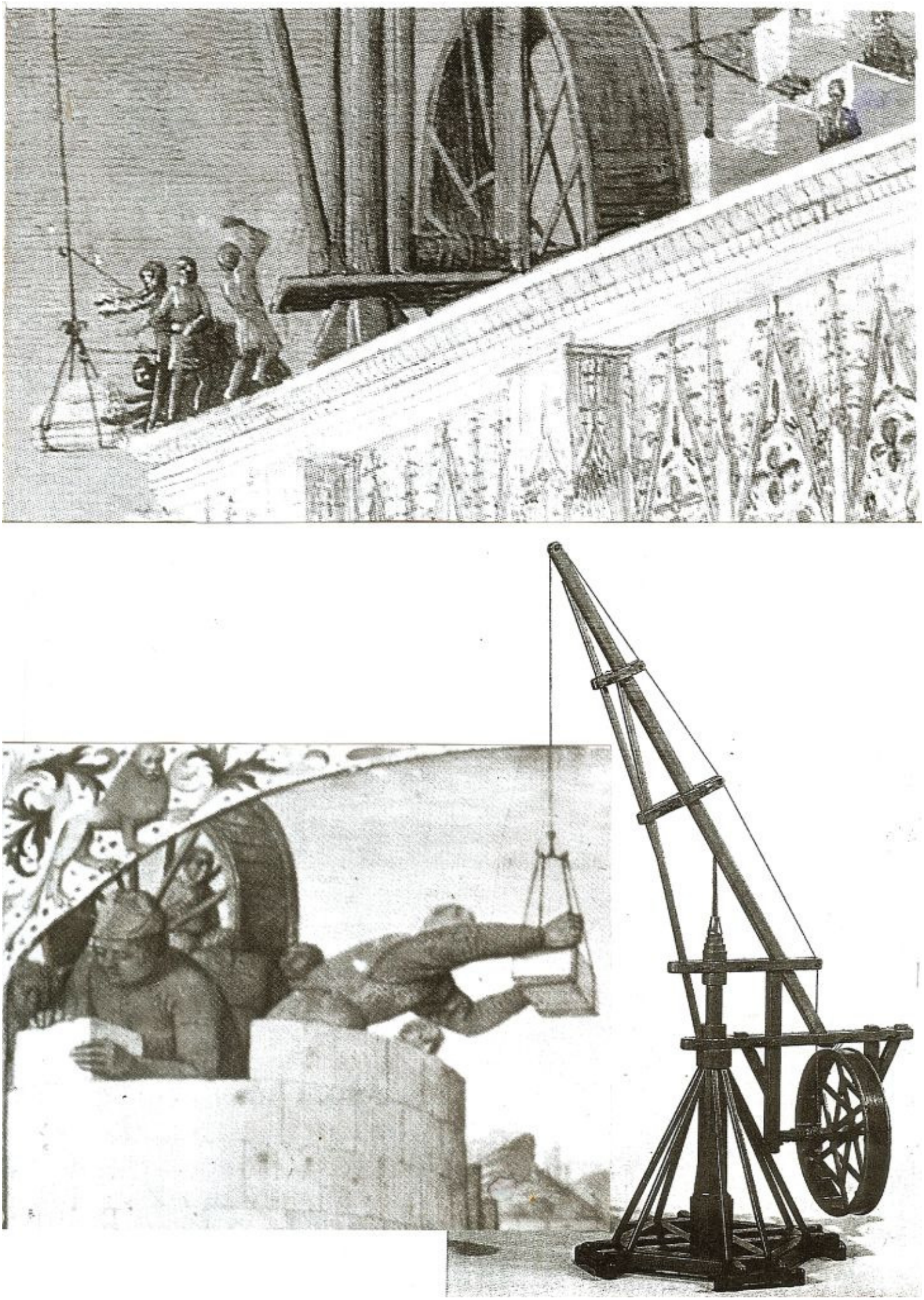


FIG 42: MIN -25-/-26- (details) / BMD -25-/-26-

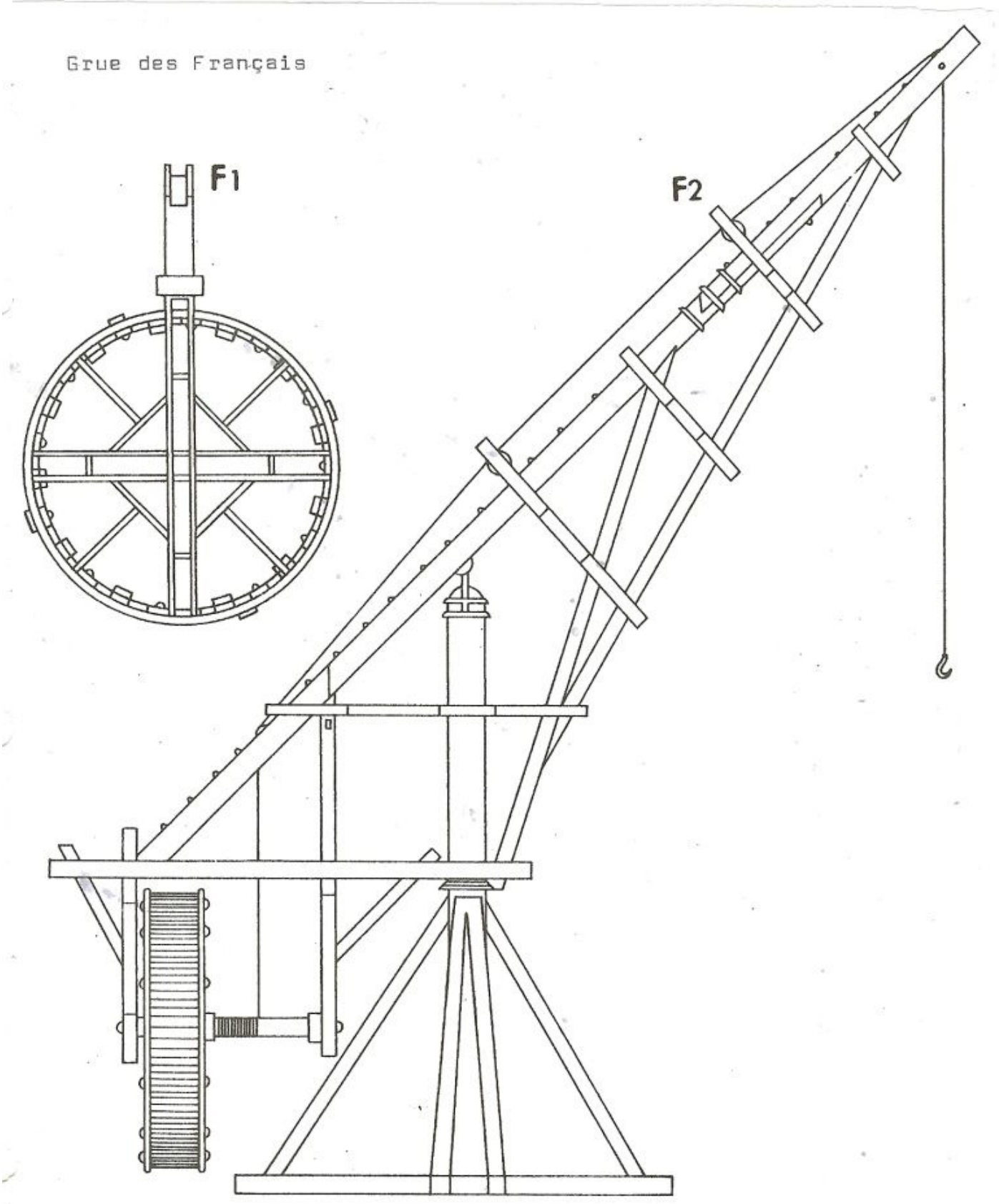


FIG 43: TEK -25-/-26-

SDR -27-1- en MIN -27-2-
Uit: VLM p.394 f.34
GNL 13/140, 21/106
BRO-TML p.153 vv.
GKS

Van de kranen,van het Brugse type, drie, ongeveer gelijktijdige afbeeldingen.

SDR -27-/-1-
Uit: M+L 11-12/83 p.29
Zicht op Antwerpen (deel) – Anoniem -1468 Algemeen Rijksarchief Brussel – Inventaris LP Gachard.
Op dit anoniem zicht op Antwerpen en een deel van de Schelde uit 1468, vinden we de oudst gekende afbeelding van een tredmolenkraan in Vlaanderen. Het gaat om hetzelfde type als dit van Brugge, doch archaïscher. De raderen zijn vermoedelijk overdekt, en er is vaag een staakvoet te herkennen.
(Niet opgenomen in tabel p.115)

MIN -27-2-(+deel) Een tredmolen uit een zicht op Jaffa (Palestina), uit een Getijdenboek van Karel de Stoute, door Lieven Van Lathem uit 1469

Getijdenboek van Karel de Stoute - Lieven Van Lathem - 1469
Jakobus de Meerdere, zoon van Zebedaeüs, oudere broer van de apostel Johannes, visser uit Betsaïda, een der eerste apostelen.

Herodes Agrippa liet hem in 44 te Jeruzalem ter dood brengen.
Volgens de legende uit de Karolingische tijd zou zijn lichaam, in een scheepje geborgen, dat onbemand van Jaffa (Palestina) wegdreef, beland zijn in Galicië. (NW-Spanje), daar begraven en in de IX eeuw ontdekt, toen een ster de plaats aanwees, die de naam Campus Stellae kreeg, verspaanst tot Compostella.

Deze werd, na de reconquista, het drukst bezochte pelgrimsoord van de middeleeuwen.
Lieven Van Lathem's miniatuur toont hoe Jezus het schipje, in feite een rotseilandje, met zijn voet afduwt voor Jacobus' lichaam lange reis.
Boven het hoofd van Jacobus, op de punt van een landtong, is een tredmolenkraan te ontwaren. Deze vertoont het silhouet van de zogenoemde Brugse kraan, zoals afgebeeld door Memling (SDR -28-1-)

SDR -28-1,-3-4-en MIN -28-2-
De havenkraan van Brugge: zie p.68.

Van deze drie havenkranen werden enkel MIN-27/2 en -28 in de tabel opgenomen.





FIG 44: SDR -27-1- detail (onder) / MIN -27-2- detail (boven)



FIG 45: MIN -27- /-2-

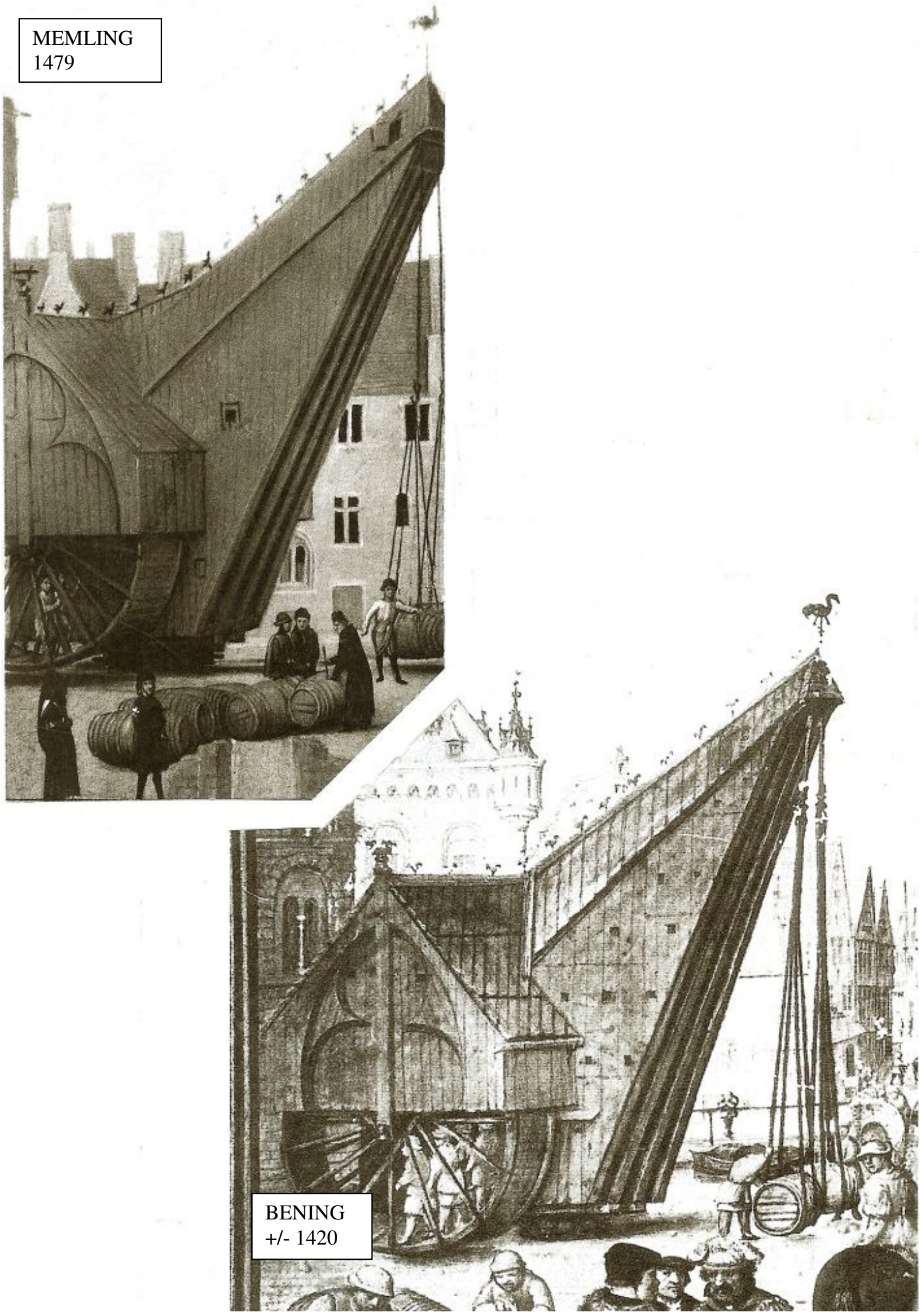


FIG 46/ SDR -28-1- / MIN -28-2-

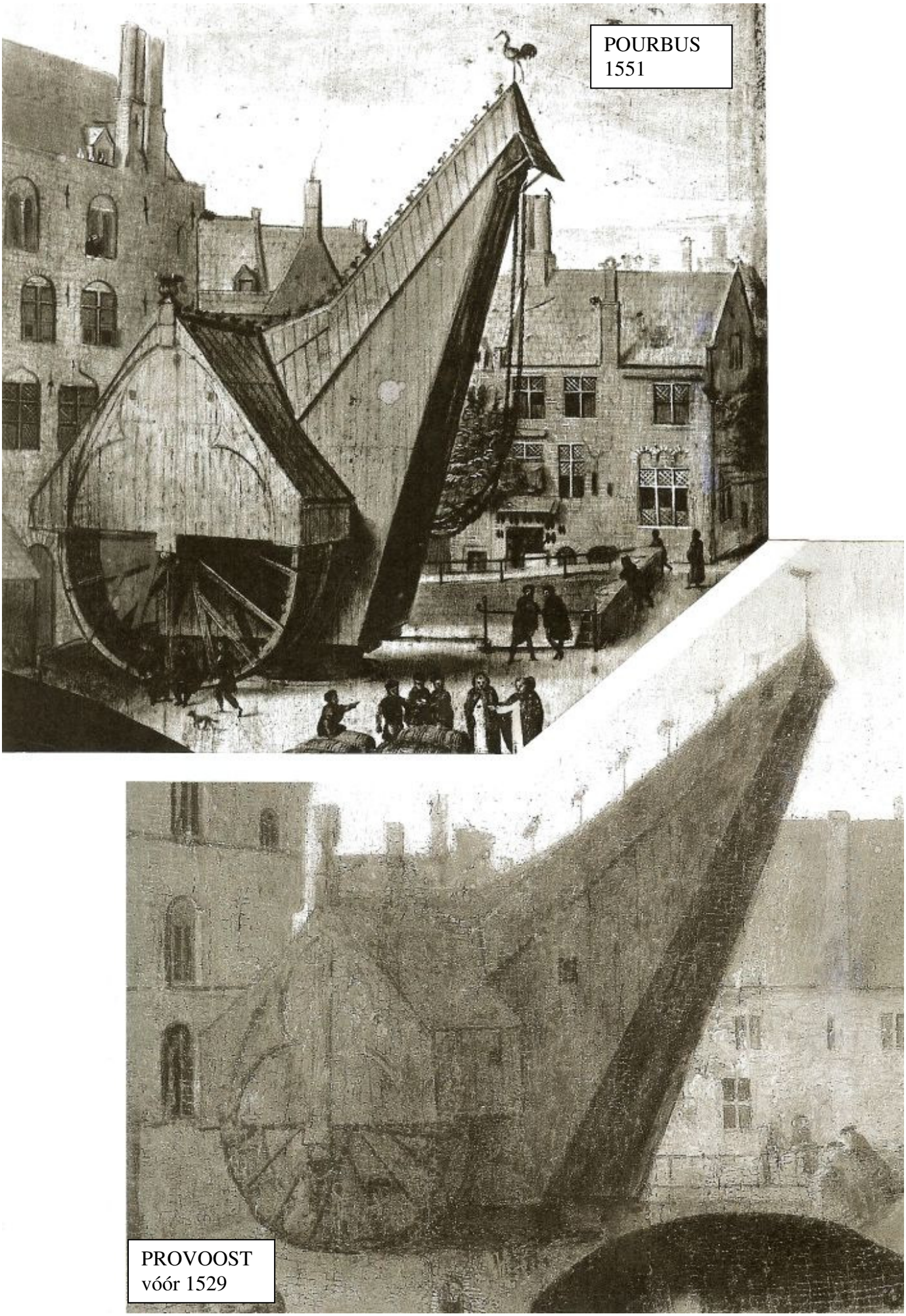


FIG 47: SDR -28-3/4

SDR -28- /-1-3-4-, MIN -28-2-

/-1 Uit: HAM p.74
Mystiek Huwelijk van de Heilige Catharina - schilderij uit triptiek - Hans Memling - 1479 - Brugge, St.Janshospitaal
/-2 Uit: GVK, LRT
Miniatuur uit gebedenboek - Simon Bening - 1520 - Munchen, Bayrische Staatsbibliotheek.
/-3 Uit: BRS p.34
Schilderijportret van F.Dominicle - Jan Provoost - vóór 1529 - Brugge, Stedelijke Musea
/-4 Uit: HEM p.25 f.18
Schilderijportret van Jan van Eyewerve - Pieter Pourbus1552 - Brugge, Stedelijke Musea.

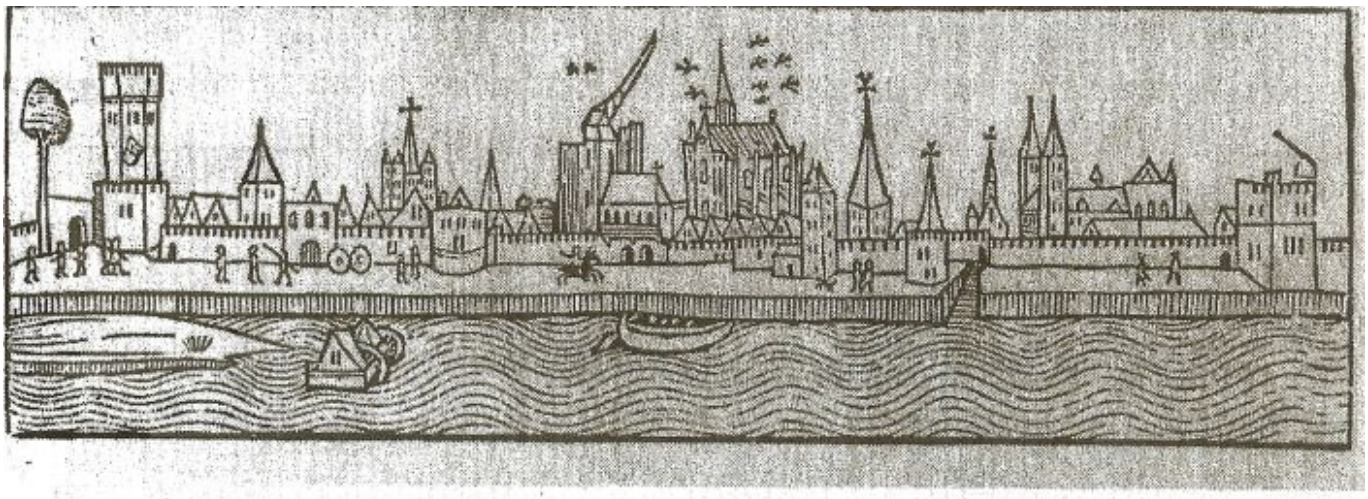
BRUGGE, STADSKRAAN

Met zijn Grote Toren van Babel (MIN -52-) levert Bruegel ons een catalogus van hefwerktuigen uit zijn tijd. Deze werd besproken in BRO-TML I, p.137-140.
De daarop afgebeelde Grote Kraan is van hetzelfde type als de 'Grue de Bruges', de Brugse stadskraan, afgebeeld door Memling in 1479, al zijn de raderen bij Memling overdekt, wat niet het gevel is bij Bruegel.

Memling schilderde deze kraan als onopvallend detail van een triptiek.
Dezelfde vinden we terug op een miniatuur van S.Bening, +/-1520 en op portretschilderijen van J. Provoost, 1529 en P.Pourbus, 1551.

Confrontatie der vier afbeeldingen laat vermoeden dat de laatste drie Memling hebben gekopieerd. Ze brengen niets nieuws over de kraan, die telkens onder dezelfde invalshoek wordt weergegeven.
Wel werd de achtergrond aangepast en wordt de omgeving verlevendigd.
Tussen Memlings origineel, 1479 en Pourbus, 1551, 1iggen 72 jaar, en er dient opgemerkt dat tussen 1458 en 1580 het effectief uitzicht, naar uit archieven blijkt, ongewijzigd bleef.
De Brugse kraan is een prototype van een havenkraan op staak, met vaste staanplaats.
Het feit dat Bruegel ze op zijn Toren laat functioneren, zowel als havenkraan, beneden rechts aan de kaai, dan als bouwkraan op de werf, verklaart waarom ze in deze selectie werd opgenomen. (zie BRO-TML p.137 n° 1 en 4)

Memling's kraan is niet de oudst gekende afbeelding van dit type.
Ze werd voorafgegaan door het zicht op Antwerpen' uit 1468, onmiddellijk gevolgd door Van Lathems Miniatuur uit 1469 (MIN -27/-1-2-)



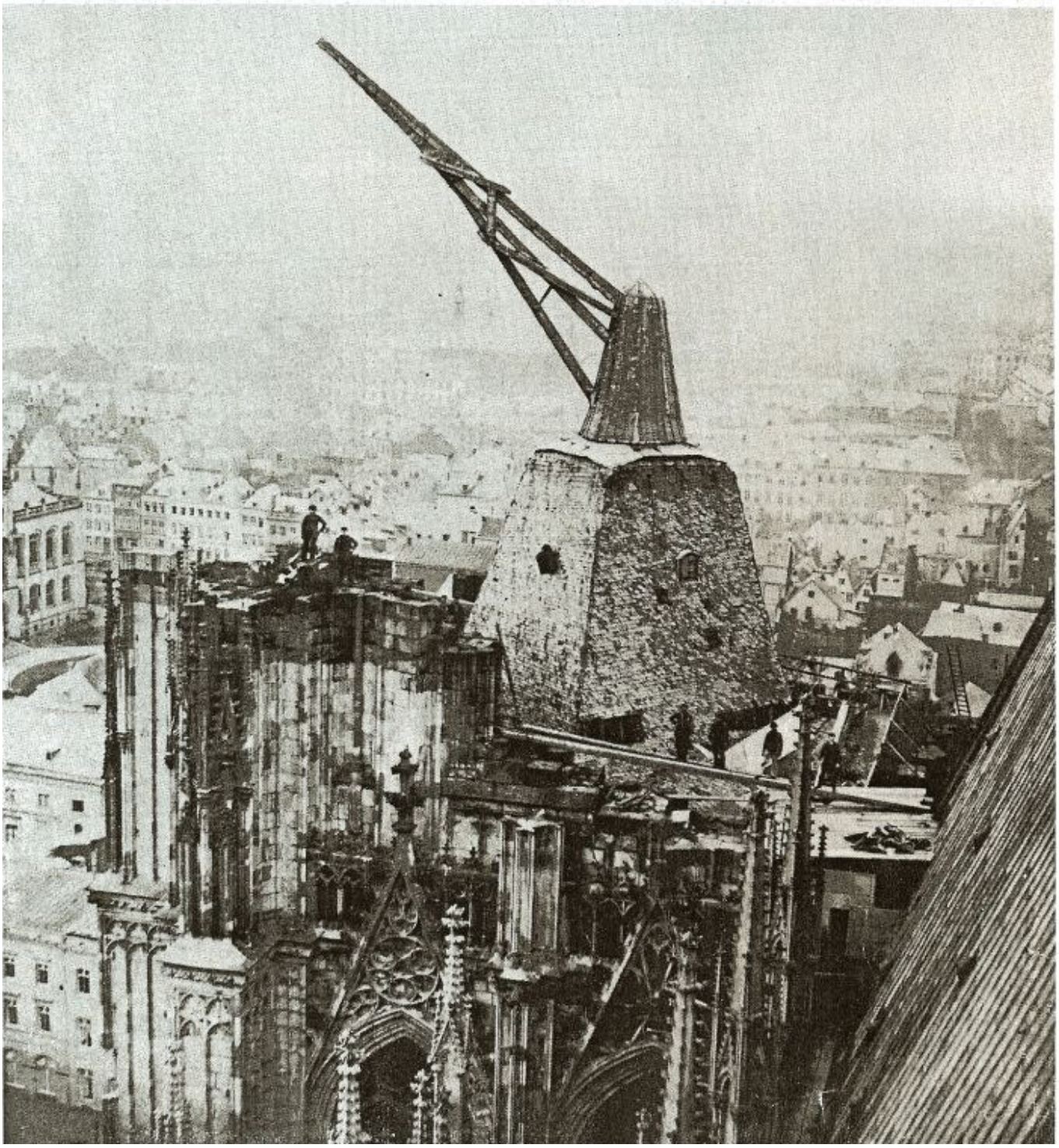


FIG 48: GRA -29- / FOT -29-





FIG 49: GRA -30- (+detail)



FIG 50: GRA -31- (deel)

GRA -29-/FOT -29-
Uit: DKR p.308
KDV p.145
FAT
BRO - TML p. 143

De Kölner Domkran vormt een apart geval. Ze werd opgetrokken begin XVe eeuw en bleef 400 jaar lang overeind, grotendeels werkloos (zie BRO-TML), tot ze in 1868 werd afgebroken, bij de afwerking van de Dom.
Haar karakteristiek silhouet is terug te vinden op talrijke zichten van Keulen, waarvan bijgaande houtsnede uit Werner Rolevincks Fasciculus Temporum uit 1474-80. De laatste afbeelding voor de afbraak is een foto uit 1868, genomen door Theodor Creifelds.
Deze kraan was opgesteld boven op de onafgewerkte zuidertoren van de Dom.
Het betrof een bovenkruier, uiteraard volledig in hout, van een speciaal voor deze toepassing geconcipieerde constructie.
Zie ook: GRA -35- 36-Koelhoffsche Chronik

GRA -30-vv
Uit: GNL 5/325
Met deze platen komen we tot een nieuwe vorm van illustratie. 400 jaar na de Chinese werd midden XVe eeuw de Europese boekdrukkunst uitgevonden. Ze zou toelaten, langs mechanische weg teksten en figuren te vermenigvuldigen. De kunst van het houtsnijden had er toe geleid de letters van het alfabet afzonderlijk uit te snijden, zo dat deze, tot woorden samengevoegd, konden worden gedrukt. Dit was eveneens mogelijk met gemakkelijk te gieten loden letters.
Figuren werden uitgesneden in houten blokken, vervolgens in koperen platen.

GRA -30-
Uit: FMR 79
Bijbel van Koberger - Neurenberg, 1483
Bouw van de Toren van Babel.
De Koberger-bijbel of negende Duitse Bijbel is een incunabel, gedrukt en uitgegeven door Anton Koberger te Neurenberg in 1483. Het is een der mooiste Duitse Bijbels, de negende gedrukte -de eerste verscheen in 1466-. Vroeger den deze van Luther (1522), die pas in ditzelfde jaar 1483 werd geboren. Gedrukt in zeer kleine oplage, snel uitgeput en gekopieerd met kostenverlagende methodes.
We zien een bouwkraan op het bovenniveau, en binnenin een rad van een tweede.
De afbeelding van deze tuigen beoogt geen correcte weergave van techniek. Het belang ligt veeleer in de aanwezigheid als essentieel onderdeel van een belangrijke bouwwerf. Beschouwing die eveneens geldt voor een aantal hierna behandelde platen.·

GRA -31-
Uit: OMB f.166
Biblia Deutsch - J. Grüninger - Straatsburg - 1485
Bouw van de Toren van Babel. (part)
De Biblia Deutsch, gedrukt en uitgegeven door Johannes Grüninger, is sterk verwant met Kobergers werk, zo niet daarop geïnspireerd, zonder diens kwaliteit te bereiken (vergelijk de raamomlijstingen)' Rad en galg van de kraan zijn geloofwaardig, doch slordig getekend, zo ontbreken de katrollen.

MIN -32-33-

Uit: MOB f.164 GBL Suisse (‘91) p.242-3
LFJ p.30 BLG Bern.Oberl. p.4
CTT p.7 SVB

Voor zijn Stadskroniek van Bern (SVB) maakte Diebold Schilling meer dan 500 miniaturen.
We vertonen er twee, waarvan de rechtse (MIN -33-) de bouw van een brug voorstelt, de linker (MIN -32) op dezelfde plaats, de ontvangst van een dignitaris.

De bouw is te situeren 1461-87, de ontvangst in 1256

MIN -33-
De bouw van de Nideckbrug op de Aare in Bern (ZW.) - 1461-1487.

Het betreft de oudste brug van Bern, gelegen aan een stadspoort.
Ze bestaat nog op vandaag, onder de naam Alte Nideckbrug of Untertorbrücke.
Ze was oorspronkelijk gebouwd in hout (1255-1256) en werd, na instorting, vervangen door vernoemd stenen bouwwerk.
stroomopwaarts werd in 1844 de moderne Nideckbrug gebouwd.

Schilling overleed in 1485, heeft de bouw dus meegemaakt en heeft ze waarschijnlijk de visu kunnen tekenen, met inbegrip van de tredmolenkraan.

De weergave van deze laatste is niet onberispelijk; de onderbouw niet duidelijk weergegeven, evenmin als de stabiliteit van de mast (het brugniveau ligt 25 m boven het water van de Aare **).** Vragen ook rond de oriënteerbaarheid.

MIN -32- (zie: MIN -32-33- en –MIN-33-)

Bezoek van Peter van Savoie aan Bern in 1256

We bevinden ons duidelijk op dezelfde plaats bij de oude Nideggbrug (MIN -33-), doch 200 jaar vroeger.
Er was toen echter van een stenen brug geen sprake.

De oude houten was pas afgewerkt. Daarvoor werd evenwel geen tredmolen gebruikt.
We hebben duidelijk te maken met een historisch gefundeerde evocatie in een anachronistische omgeving.



FIG 51: MIN -32-

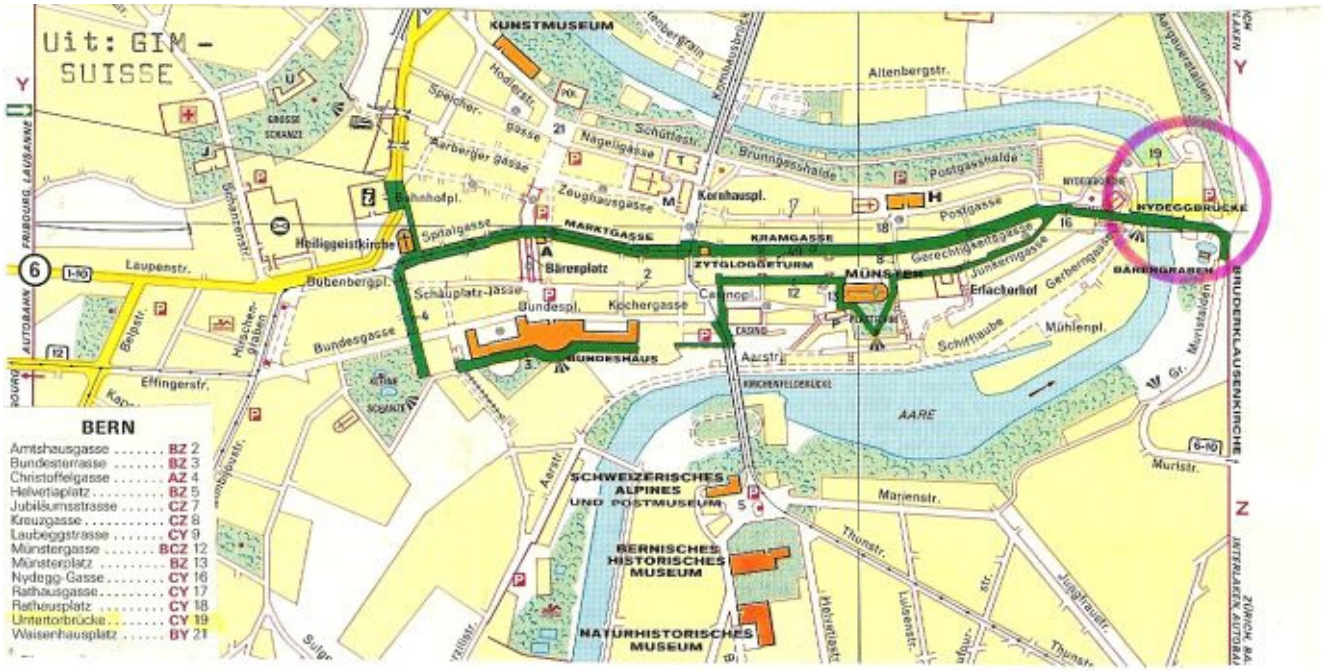

Uit: GIM -
SUISSE
KUNSTMUSEUM
Altenbergstr.
Speicher-
gasse
Aarberger gasse
Nägeligasse
Schützstr.
Brunngasshalde
Postgasshalde
Zeughausgasse
Kornhauspl.
Postgasse
KYDEGGBRÜCKE
Spitalgasse
MARKTGASSE
KRAMGASSE
Heiliggeistkirche
Bärenplatz
ZYTGLOGGETURM
MÜNSTER
Gerechtigkeitsgasse
Junkerngasse
Gerberngasse
BÄRENGRABEN
Laupenstr.
Bubenbergpl.
Schauplatz-Gasse
Bundespl.
Kochergasse
Casinopl.
Erlacherhof
Mühlenpl.
Bundesgasse
BUNDESHAUS
Aarstr.
Effingerstr.
AARE
Murtenstr.
SCHWEIZERISCHES
ALPINES
UND POSTMUSEUM
Marienstr.
BERNISCHES
HISTORISCHES
MUSEUM
Thunstr.
NATURHISTORISCHES
MUSEUM
BERN
Amtshausgasse ..... BZ 2
Bundesterrasse ..... BZ 3
Christoffelgasse ..... AZ 4
Helvetiaplatz ..... BZ 5
Jubiläumsstrasse ..... CZ 7
Kreuzgasse ..... CZ 8
Laubeggstrasse ..... CY 9
Münstergasse ..... BCZ 12
Münsterplatz ..... BZ 13
Nydegg-Gasse ..... CY 16
Rathausgasse ..... CY 17
Rathausplatz ..... CY 18
Untertorbrücke ..... CY 19
Waisenhausplatz ..... BY 21

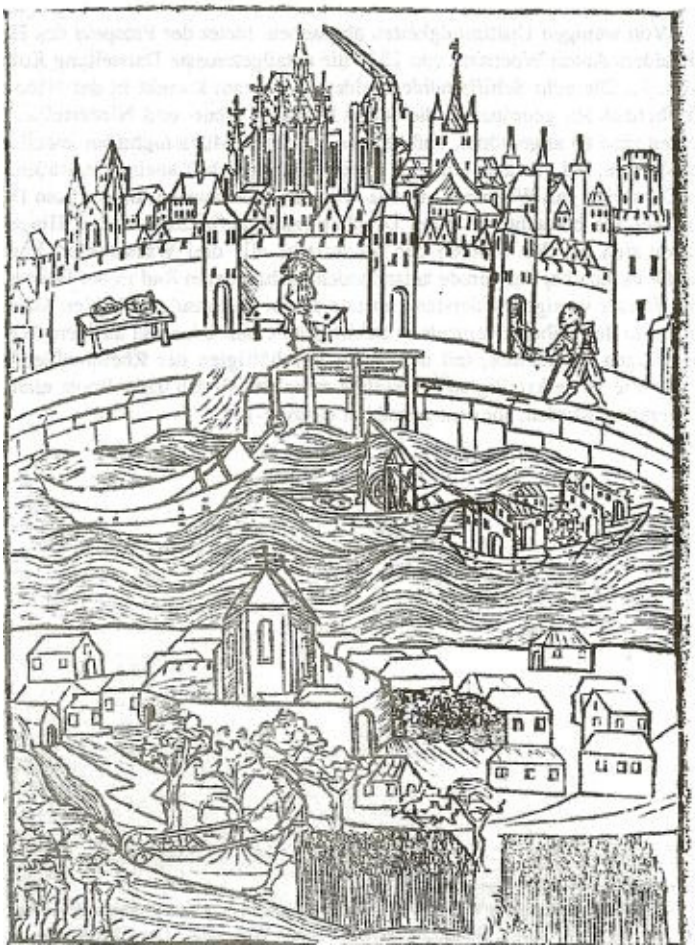


FIG 52: MIN -33-



FIG 53: GRA -34-





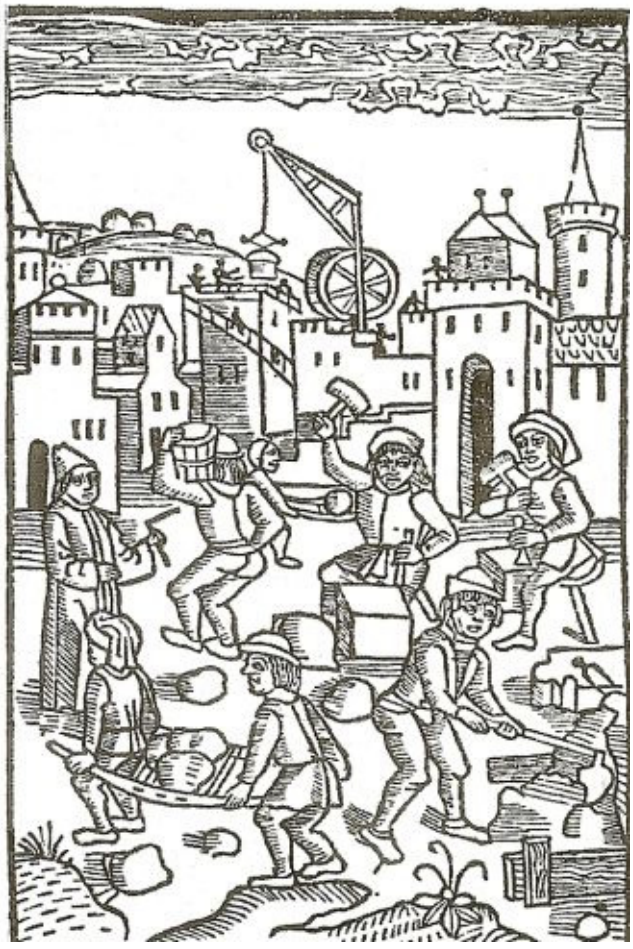


FIG 54: GRA -35-36-(deel)

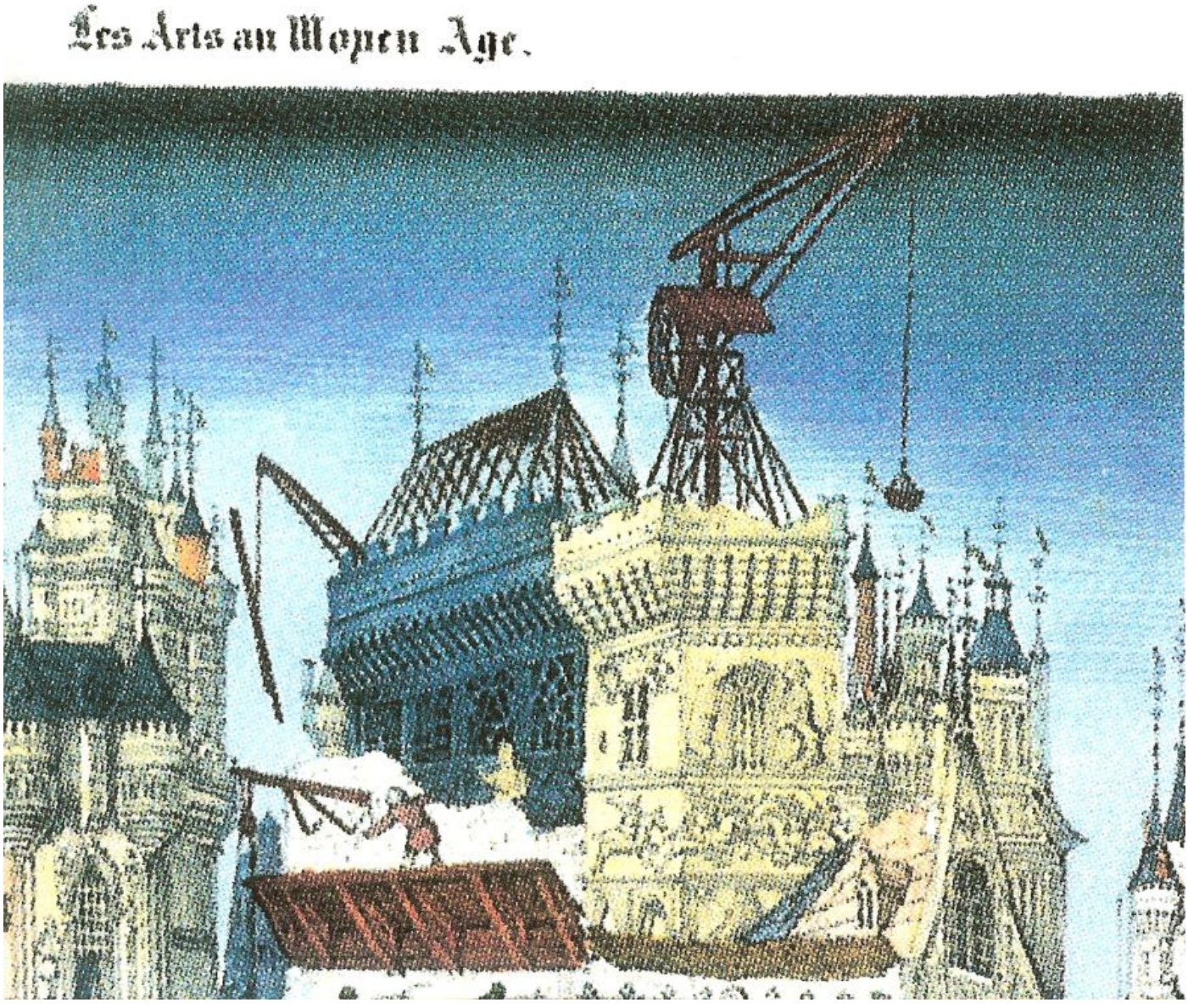
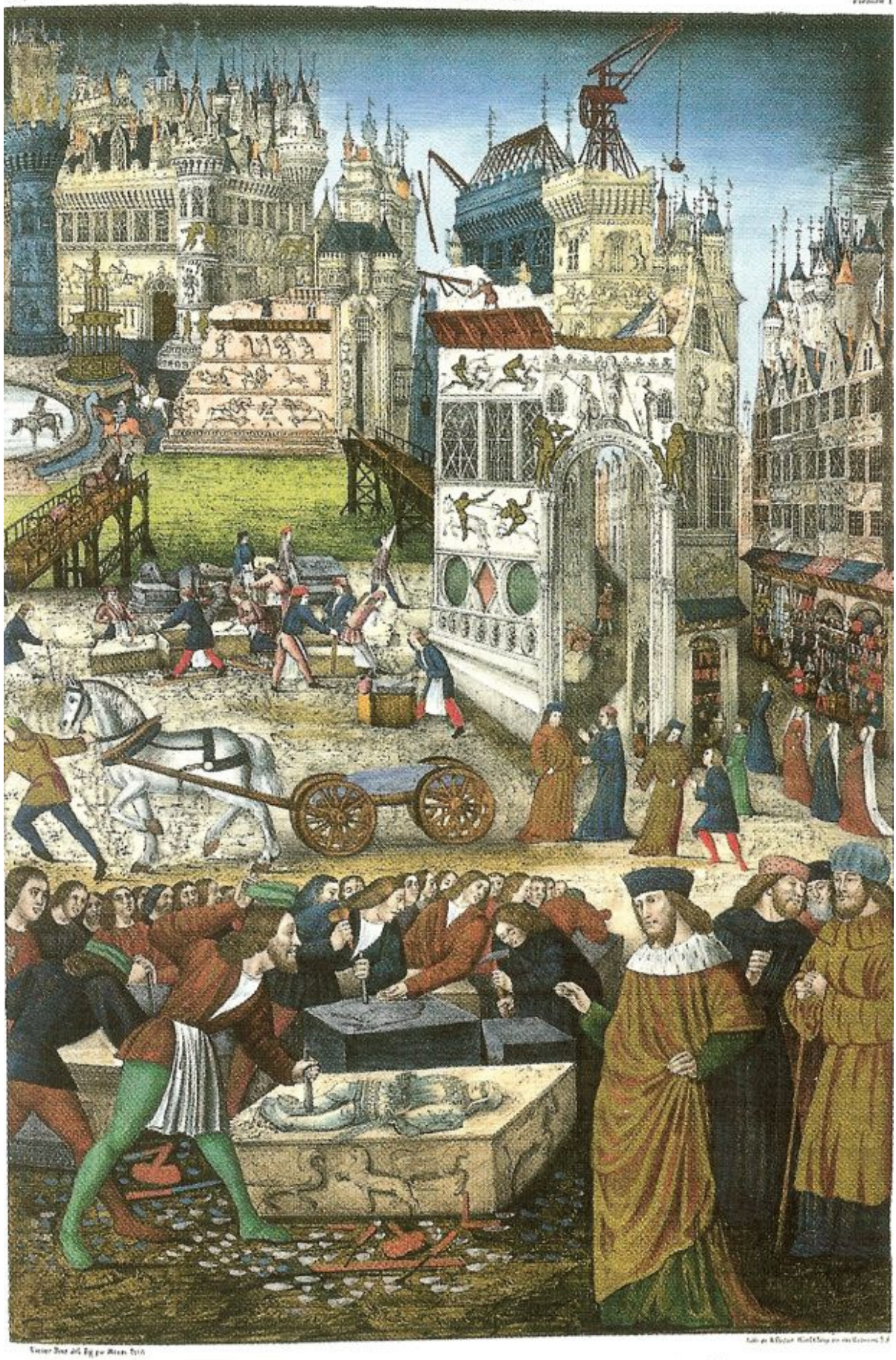


FIG 55: GRA -37- detail



Fin du XV^e Siècle. Grande Miniature d'un MANUSCRIT sur velin de l'époque de Louis XII

Comment priam vint a troye quil trouua destruicte et arse et comme il refisi troye.

FIG 56: GRA -37-



FIG 57: MIN -38-

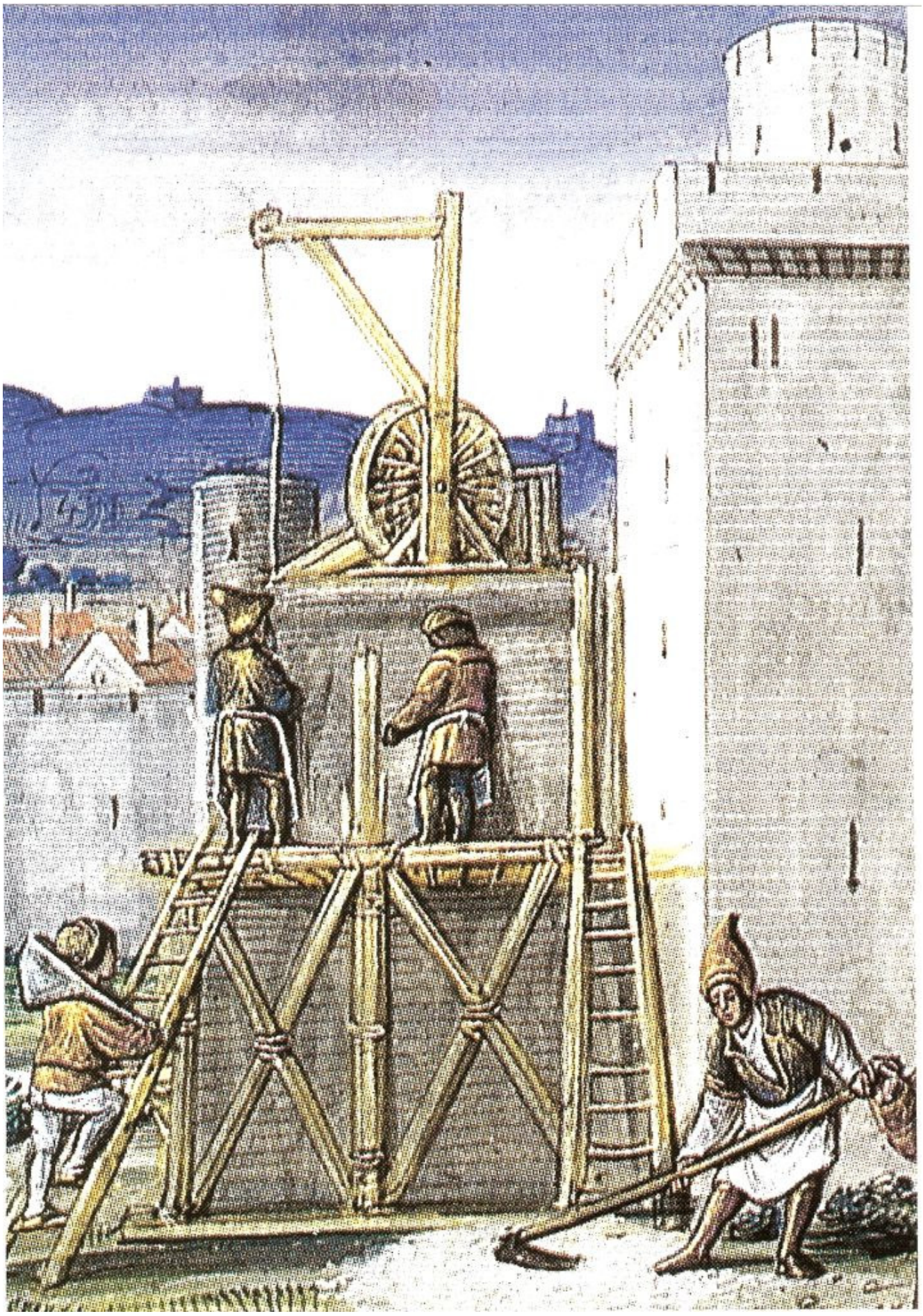


FIG 58: MIN -38-

GRA -34-
Uit: OMB f.168 NDB
Niderdeutsche Bibel - Bouw van de Toren van Babel –
Houtsnede, uitgegeven door Stefan Arndes, Lübeck, 1494
De tredmolenkraan is aanwezig, zij het zonder technische samenhang.

GRA -35-
Uit: KHC
DKR p.309 f.6
Kroniek van Keulen, gedrukt door Johann Koelhof de Jongere. Zicht op Keulen - houtsnede, 1499
Zicht op Keulen met op de achtergrond de Domkran, te vergelijken met GRA -29-.
Merk op dat onderhavige plaat (GRA -35-) in spiegelbeeld foutief is weergegeven.
Op de Rijn is een vlottende haventredmolenkraan te zien.

GRA-36-
Uit: KHC
OMB f.169
Eveneens uit de Kroniek van Keulen, een houtsnede ter illustratie van bouwwerkzaamheden, waarbij de tredmolen ook een dominerende rol speelt.

GRA -37-
Uit: LFJ p.33
KTR 279 19/05/03 n 1282
OMB f.172
RHT
GNL 19/476
Heropbouw van Troje door Priamos - Koperets - Jean Colombe - Eind XVe e.
Priamos, in de Griekse mythologie, laatste koning van Troje, dat hij herbouwde, nadat het door Herakleon was verwoest.
Jean Colombe, een leerling van Fouquet (MIN -25-26-), illustreert deze heropbouw in een overweldigende anachronistische visie.
Bovenop een toren staat een reusachtige Franse kraan, iets verder een tweede, waarvan enkel de arm te zien is. Daaronder, een handbediende takel.

MIN -38-
Uit: ART-DOS' 94 - Jean Fouquet
CMT
Bouw van een stad - miniatuur - Jean Poyer - +/-1500.
Kopenhagen - Kongelige Bibl.
Jean Poyer, eveneens een leerling van Fouquet, toont ons de bouw van een stadswal met gebruik van een eenvoudige doch correcte tredmolenkraan.
Alhoewel in Franse traditie, geen Franse kraan.
Verzorgd is tevens de constructie van de werkstelling.

MIN -39-

Uit: FMR 68 n°2
BRG
BRO-TML

Breviarium Grimani - Bouw van de Toren van Babel - G. Horenbout
- 1502-1519 - Venetië, Biblioteca Marciana

Gerard Horenbout was een Vlaamse schilder en miniaturist, die, o.m., het Breviarium Grimani, een der beroemdste manuscripten van de Europese Renaissance, mede illustreerde.
Dit, naast andere Vlaamse kunstenaars van de scholen van Gent en Brugge, zoals Alexander en Simon Bening.

Horenbouts Toren van Babel had een zeer belangrijke en blijvende invloed op de verdere voorstellingen van dit onderwerp.

Naast allerhande drukke activiteiten bemerken we twee tredmolens (zie BRO-TML p.132); Beneden aan de kaai een havenkraan, vergelijkbaar met deze van Brugge (MIN -28-/SDR-28-), al zij het met niet overdekte treeraderen, zoals bij Lieven van Lathem (MIN -27-2-).
Boven op de 7de en voorlaatste verdieping van de in aanbouw zijnde toren staat een werfkraan, veeleer van het Franse type (MIN -25-26-), doch waarbij het treerad gescheiden is opgesteld, wat de montage vergemakkelijkt, het verloop van het touw daarentegen bemoeilijkt.

Horenbout blijkt het verschil tussen havenkraan en bouwkraan goed te kennen.
Hij gebruikt ze oordeelkundiger dan Bruegel.
We mogen geredelijk aannemen dat hij zijn toren niet bekroond heeft met een vreemd tuig, wat zou betekenen dat dit kraantype ook in Vlaanderen was bekend en werd gebruikt.
Het ontbreken van oriëntatiemogelijkheid wordt hier opgevangen door een uitkragend werkplatform, waarop de last gemakkelijk kan worden ontladen.



FIG 59: MIN -39- (detail)


Ad matut' inuitat' Alla:
Spūs dñi replenit orbē
terrar: Venite adorem⁹ alla:
Ps. Cen. Ihū xp̄e astra: e
ad nat: aīa: factus ē repente
de celo sonus aduenientis spūs

FIG 60: MIN -39-

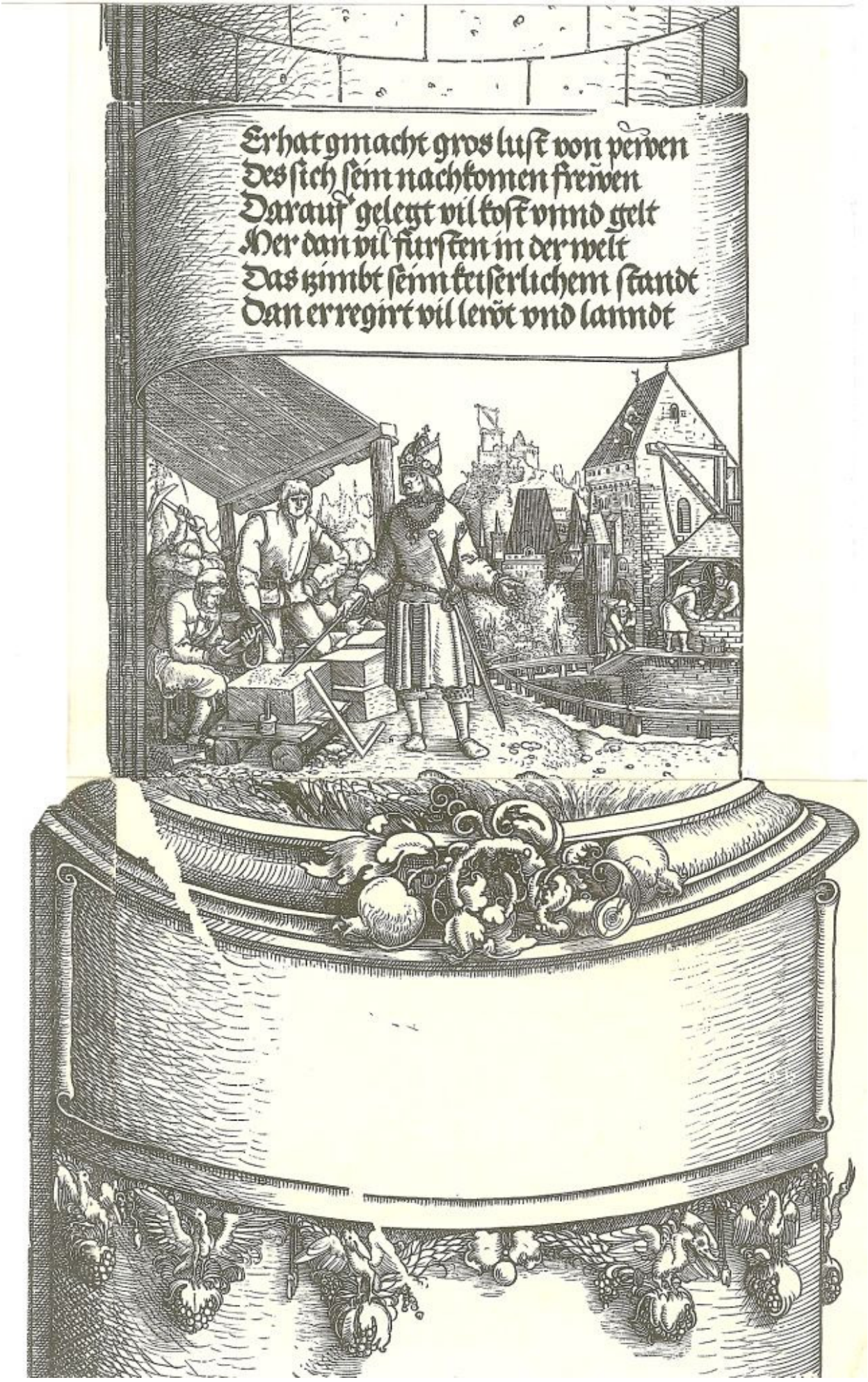


FIG 61: GRA -40-deel



FIG 62: GRA -40-detail

GRA -40-

Uit: MTA pl.11
Ehrenpforte d.i. Maximiliaans Triomfboog -deel~
Houtsnede - Albrecht Altdorfer - 1515

Maximiliaan I, Keizer van het Heilig Roomse Rijk, van 1493 tot 1519, laat zich afbeelden als beschermheer van de bouwkunst.
Dit, als detail uit een enorm werk, bestaande uit 192 houtsneden die samen een poort vormen, meer dan 2,50 m hoog.
Waar Albrecht Dürer de voornaamste auteur was van het gehele werk, werd dit tafereel gesneden door Albrecht Altdorfer.

Op de afgebeelde plaat, met Keizer Maximiliaan als centrale figuur, zien we, rechts, een vaste haven tredmolenkraan, waarvan de behuizing wordt opgetrokken.
Deze omvat een houten skelet, gedicht met vakken in metselwerk.
De mast, met geschoorde kraanarm, is oriënteerbaar, binnen het vaste dak.
Deze kraan stemt dus overeen met de in Duitsland en Nederland sinds de 14e eeuw courant voorkomende binnen- of bovenkruiers, al komt de hier gebruikte arm archaïsch over.
Een tweede kraan, een bouwkraan, is te zien op een in aanbouw zijnde burcht op een heuvel op de achtergrond.

MIN -41-
Uit: VLM p.455 f_v56
GAG
Bouw van de abdijkerk van Gembloers (Wal.)(Gembloux) - +/- 1525
Een overzicht van bouwactiviteiten. Voor het opahlen van stenen, een mast van bedenkelijke stabiliteit. Aandrijving met een dubbele handlier.

WTP -42-
Uit: EDC p.288-89
MOA 6 p.14
CDA 546
HFG-RDG
Kathedraal van Beauvais (oise/Fr.) - Bouw van het transept Tapijt van Beauvais 'Les Rois des Gaules' - 1530
Museum van het Oise-departement.

De bouw van de kathedraal van Beauvais kende een dramatisch verloop. De vroegmiddeleeuwse, gebouwd 949 werd door brand volledig verwoest.
Het in 1238 aangevatte koor van de huidige stortte in 1284 gedeeltelijk in. 40 jaar weren nodig voor beveiliging en herstelling.
Het transept werd gebouwd van 1500 tot 1550.
De afbeelding op nevenstaand tapijt (1530) heeft betrekking op deze bouwfase.
Een vervolgens opgetrokken buitenmatig hoge toren (153m) op de viering stortte in op Hemelvaartsdag 1573. De droom was ten einde.
Beauvais behield een kathedraal zonder schip en zonder vieringtoren.
Op het tapijt zien we het afgewerkte koor van de kerk, met rechts daarvan het in opbouw zijnde transept, waarin, op halve hoogte twee tredmolenkranen zijn opgericht, uiteraard van het Franse type.



FIG 63: MIN -41-



FIG 64: WTP -42- (deel)

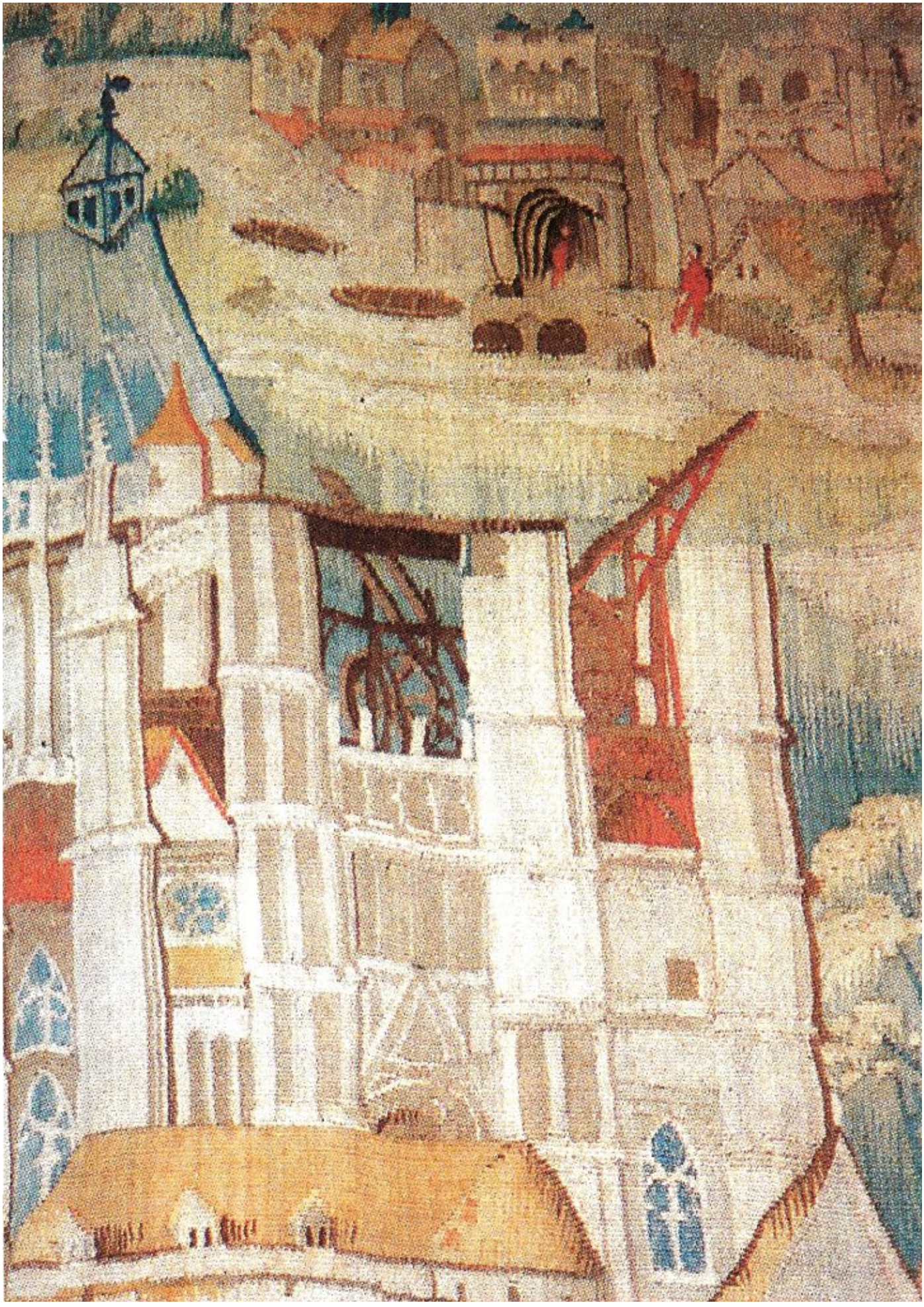


FIG 65: WTP -42- (detail)



FIG 66: GRA -43-

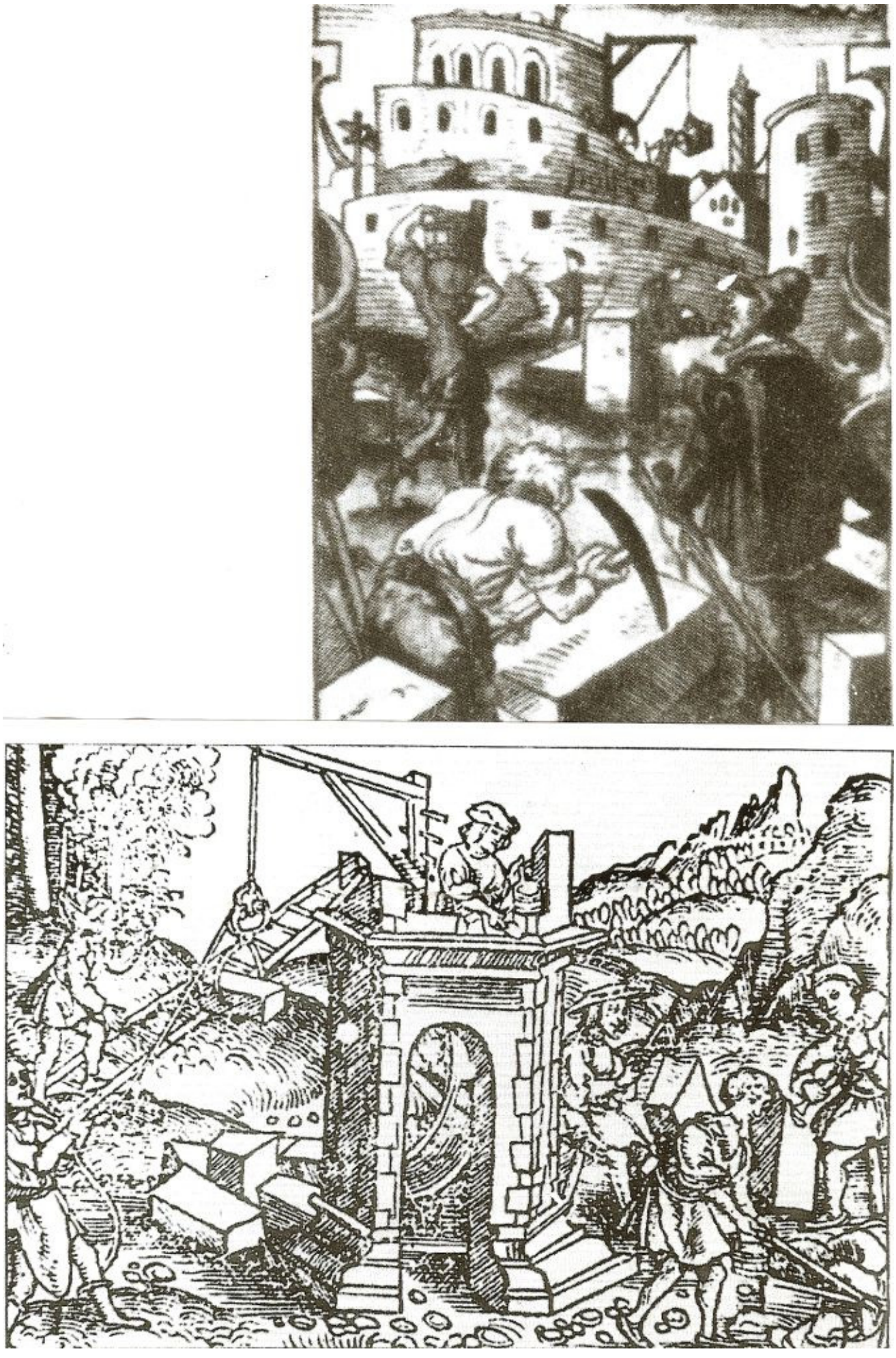


FIG 67: GRA -44-45-

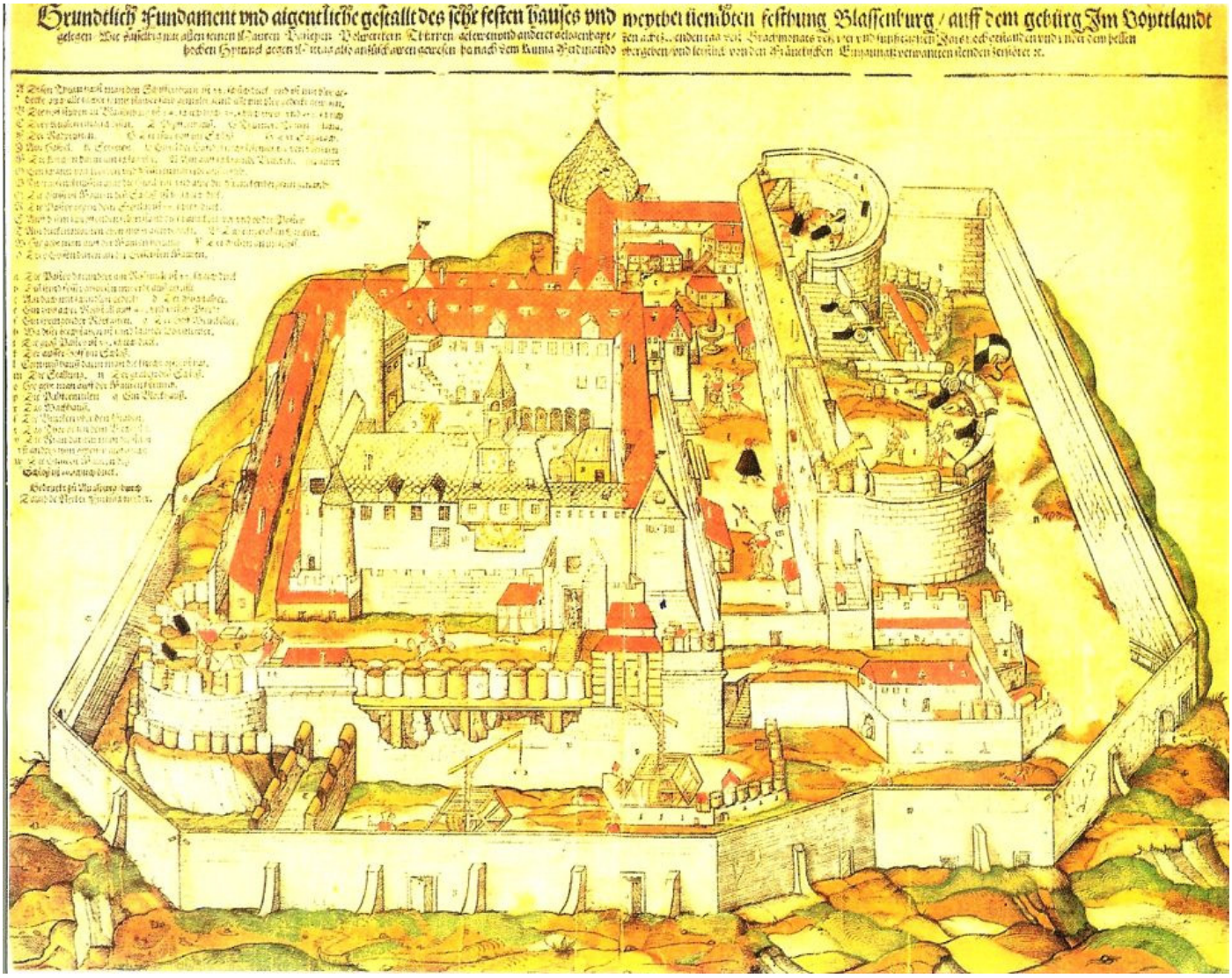

Grundtlich Fundament vnd aigentliche gestallt des sehr festen hauses vnd
Blassenburg

FIG 68: TEK -46-

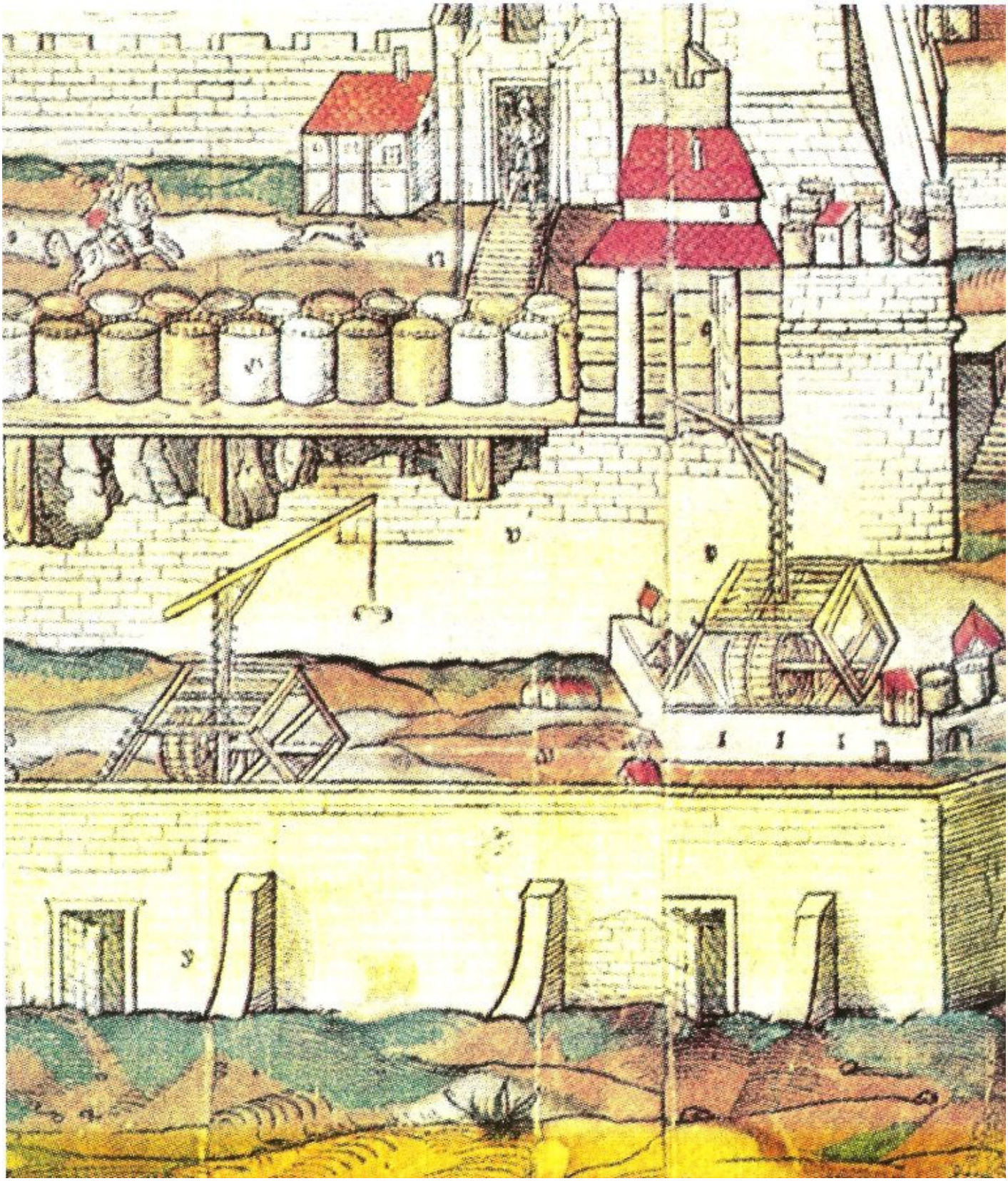


FIG 69: TEK -46- (deel)

GRA -43-
Uit: OMB f.221
Lutherse Bijbel - Houtsnede gedrukt door Hans Luft, Wittenberg (Dl.) - 1540
Bouw van de Toren van Babel

Een vreemd aandoende poort voor een decor dat een Duits stadje evoceert.
Door de poort zien we een treerad, met daarboven op een verdieping van een toren, de kraanmast met een overdreven lange kraanarm, onvoldoende geschoord.

GRA -44-
Uit: OMB f.216
Tgeheele Oude en nieuwe Testament met schoonen Figueren ghedruct, verlucht door Jacob Corneliszoon, gedrukt door W. Vorsterman te Antwerpen, 1542.
Een houtsnede, geïnspireerd op Koberger (MIN -30-) en Grüninger (MIN -31), 50 jaar vroeger.

GRA -45-
Uit: OMB f.257
Biblia Teutsch, gegraveerd door Virgil Solis ,Frankfurt (Dl.) 1561.
Een tredmolenkraan met een voorbeeld van een onoordeelkundig verloop van het hijstouw.

TEK -46-
Uit: LFJ p.45
Burcht Plassenburg, getekend door David de Negker, vóór 1554

De burcht Plassenburq, nabij Kulmbach (BAY./DL.) was ooit de sterkste en modernste van Duitsland. Bijgaand perspectiefzicht dateert uit 1554, kort voor hij werd verwoest. Het werd getekend door de Vlaams-Duitse graveur David de Negker, zoon van de beter gekende Josse de Negker.
Een detail toont, tussen binnen- en buitenwal, twee tredmolenkranen.
Deze zijn opgebouwd op een kooivormig skelet, dat we reeds ontmoetten bij Rudolf Von Ems in de 14e eeuw. (MIN -13).
Hier heeft de kooi de vorm van een afgeknotte piramide. De radas is star, doch de mast met arm zijn oriënteerbaar.
Deze bouwwerf tredmolenkraan evolueerde tot een volwaardig model van een. origineel type, dat op grote schaal gebruikt werd, **o.m..** bij de bouw van het Escurial in Spanje. (BMD -54-/TEK-54-)
Zie ook SDR-17-

MIN -47-
Uit : OMB f.261
VAE
GNL 6/563, 8/219
GLE 4/70
Florentijns hs van Vergi1ius' Aeneis, verlucht door de Didomeester, Florence, XVIe eeuw.
Dido (of E1issa) was een semi-1egendarische Tyrische (Tyros in Fenicie/Libanon) prinses, stichteres van Carthago (IXe v.C.). Haar lotgevallen, verbonden met deze van Aeneas, werden een onuitputtelijke bron van inspiratie in kunst en theater.
Op deze Florentijnse plaat uit de XVIe eeuw (deel)~ is afgebeeld een verrijdbare torenkraan, waarvan de mast vermoedelijk in hoogte kan worden geregeld.
Het hijstouw, aangedreven door een handlier, loopt fout. De last op het armuiteinde wordt nutteloos vergroot. Het touw dient te lopen evenwijdig aan de arm.
Al betreft het geen tredmolenkraan, de kooiconstructie is verwant met het type Escurial (MIN -54-)

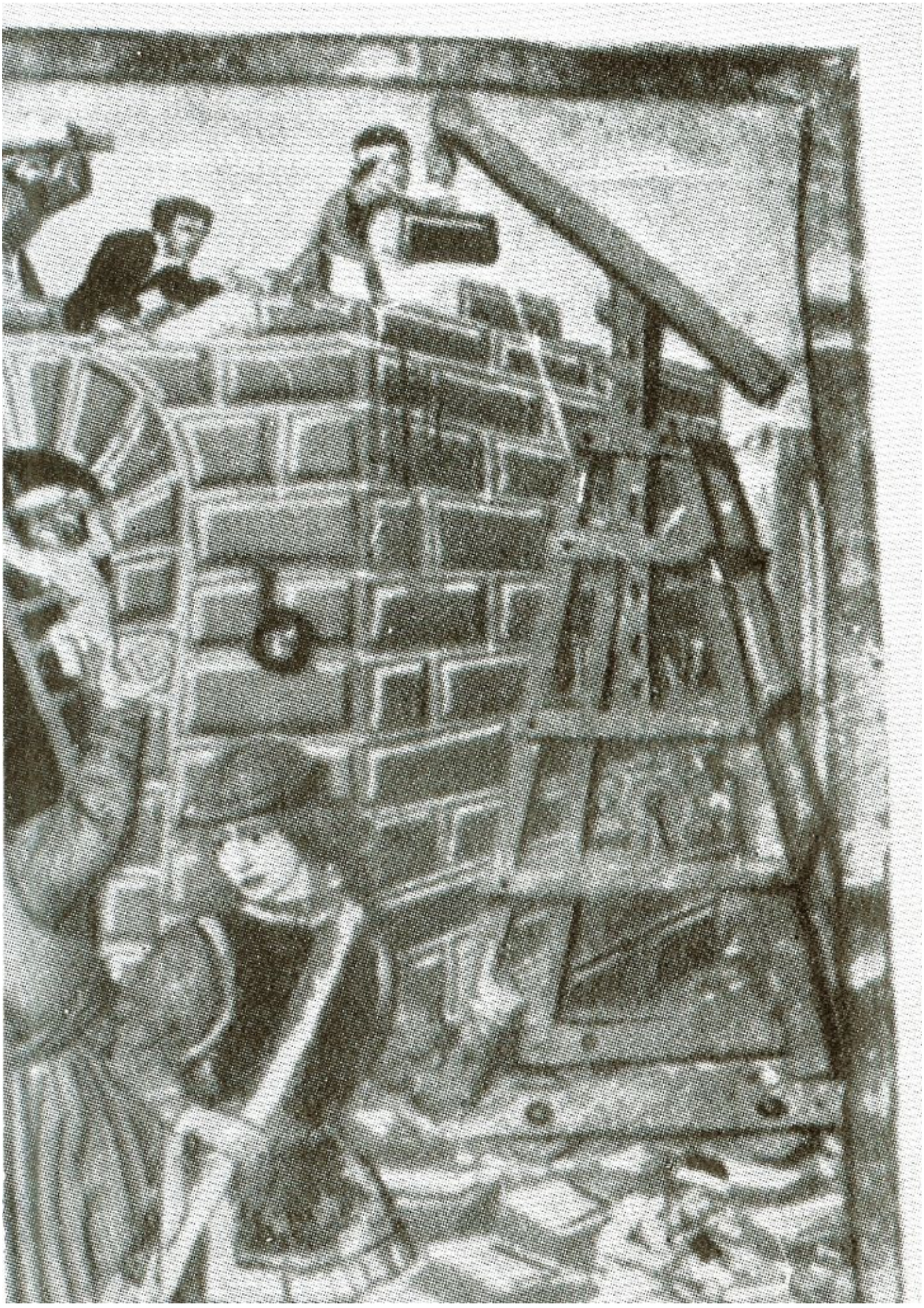


FIG 70: MIN -47-

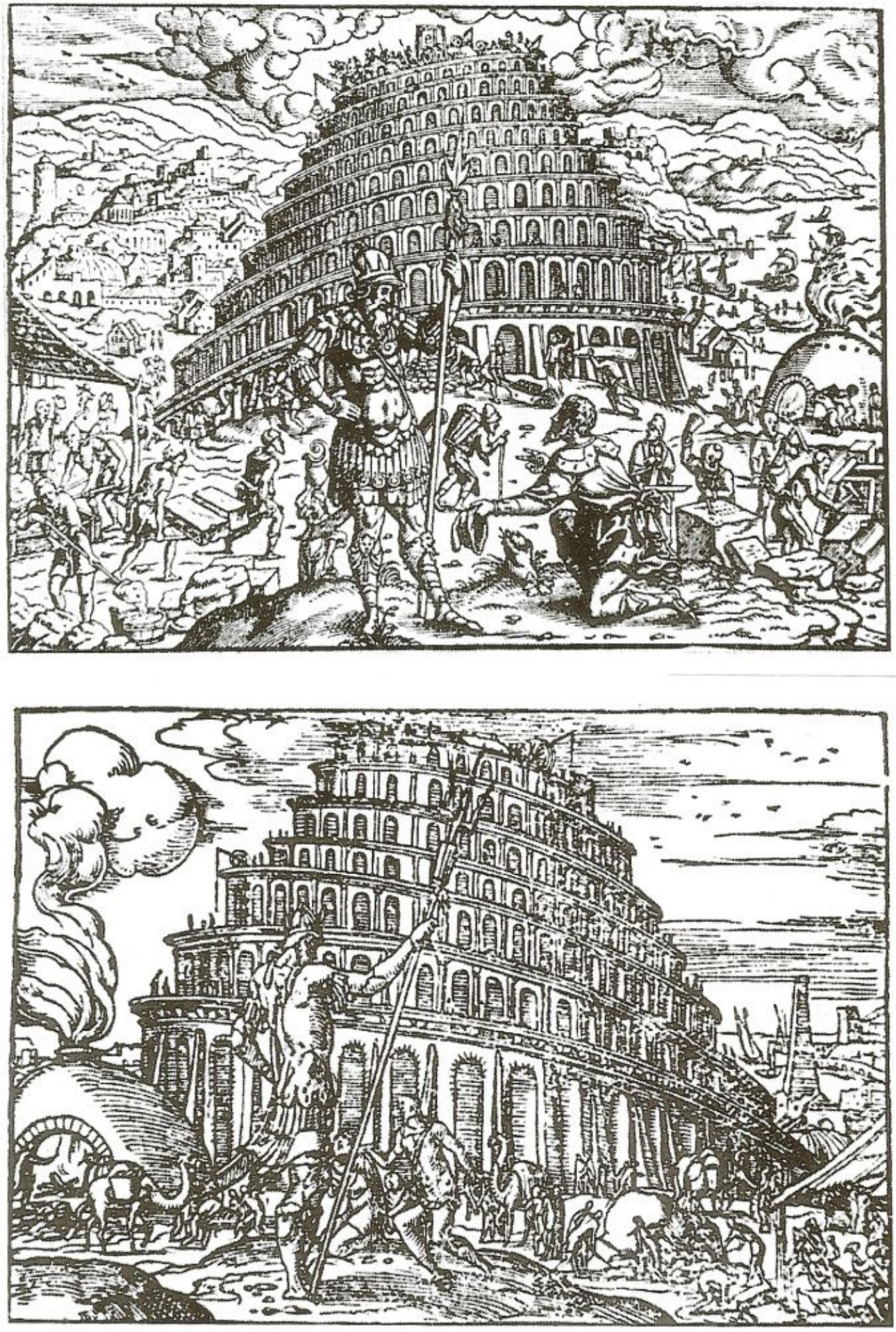


FIG 71: GRA -48-49-



FIG 72: GRA -50-51-

GRA -48-49-50-51-

Deze vier platen uit het midden der 16e eeuw vertonen verwante voorstellingen, in de lijn van het ongeveer gelijktijdige hierna besproken schilderij van P. Bruegel (MIN -52-). Het zijn Bijbelillustraties, die de bouw van de Toren van Babel uitbeelden. Dit dankbare onderwerp, dat in deze kroniek courant voorkomt, moet mate loos tot de verbeelding hebben gesproken.
Het uit zich, althans hier, in een gigantisch bouwwerk, waarvan de top het toneel vormt van een nooit eindigende intense bouwactiviteit. De Tredmolenkraan wordt hiermee als het ware vereenzelvigd. Analyse dezer kranen kan in zekere mate, doch is niet relevant. Betekenisvol is hun aanwezigheid. Te sterke overeenkomsten der torens, en van wat zich hier omheen afspeelt, duidt ook hier op kopieerwerk.
Plaat -51- toont de beperktheid van de ganse machinerie.
Twee paarden trekken op een slee een zware steen naar boven de helling op.

GRA -48-
Uit: OMB f.232
Bouw van de Toren van Babel
Houtsnede uit *Wol gerissnen und geschnidten figuren aus der Bibel*, door Bernard Salomon, houtsnijder, die werkte voor de Detournes, drukkers te Lyon (Fr.), 1554

GRA -49-
Uit: OMB f.234
Bouw van de Toren van Babel
Houtsnede uit *Biblia nunc recens castigata,* door Joost Amman, Zwitserse schilder en graveur, voor Feyerabend te Frankfurt, 1566.

GRA -50-
Uit: OMB f.230
Bouw van de Toren van Babel
Houtsnede door de monogrammist SH te Wuppertal-Elberfeld, mid XVIe eeuw.

GRA -51-
Uit: OMB f.244.
Bouw van de Toren van Babel
Houtsnede door Tobias 5timrner, Bazel (Zw.), 1576.

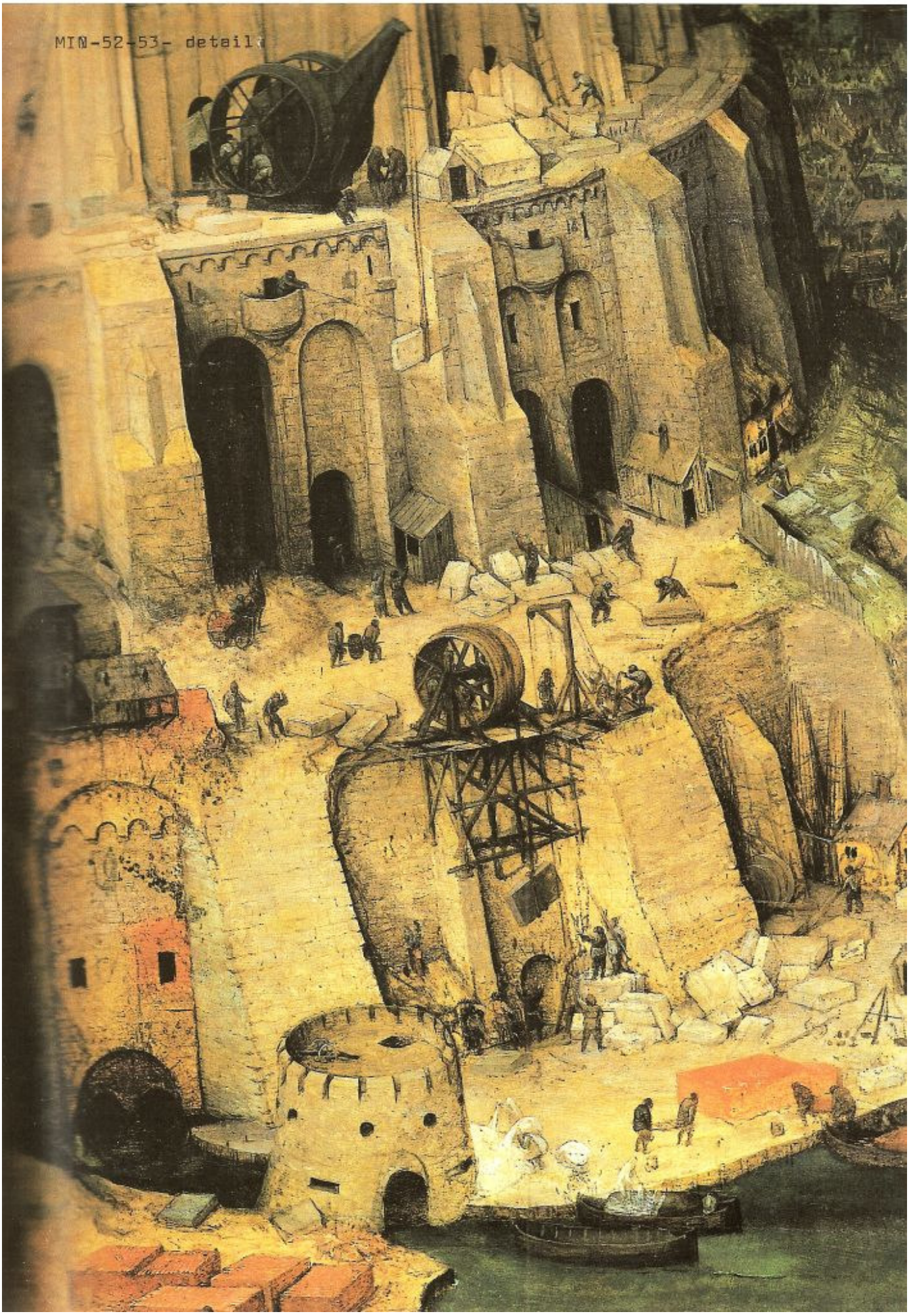


FIG 73: SDR -52-53- (deel)

SDR -52-53- / TEK -53- -1-2
Uit: BRJ p.245

Pieter Bruegel - Grote Toren van Babel - 1563
Wenen - Kunsthistorisch Museum

Uit: NUC AGF p.41
GCG PMD p.40

Van Pieter Bruegel kennen we twee “Torens van Babel”: de “Grote (1563)” en de “Kleine I (1568)”.
Het onderscheid ligt niet in de torens, doch in de afmetingen van het schilderij.
Met zijn “Grote Toren” heeft Bruegel ons een uniek tijdsdocument nagelaten, meer bepaald wat betreft werktuigen vooral uit de Zuidelijke Nederlanden.
Deze ware catalogus werd kritisch onderzocht in BRO-TML I p.137-140, waarheen we hier verwijzen.
In dit overzicht beperken we ons tot de lieren n° 2 en 3 en de kraan n° 4.
Naast de kleine handlier met galg n° 3 zien we een zeer breed rad, dat verondersteld wordt te werken als liertrommel. Dit is echter zonder meer onmogelijk.
Uitgaand - op basis van de personages - van een veronderstelde schaal 1 / 50 komen we tot de bevinding dat drie man in het rad amper 1/5 kunnen leveren van de kracht nodig om de op te trekken steen van de grond te krijgen.
Niet over de radtrommel, doch over de radas moet het hijstouw lopen.
Wat betreft de tredmolenkraan, deze is van het Brugse type, doch (zie schema TML-1- p. 49) hier is de radas duidelijk opgelegd tussen de wielen op de steunen in H, en niet in P aan de buitenzijde, zoals dat mogelijks in Brugge het geval was.
Beide constructies bieden voor- en nadelen.
Voor Bruegels tredmolenkraan kan de bedenking gemaakt dat het in feite een havenkraan betreft, gebouwd voor een lange levensduur en vrij kostelijk, normaliter niet verantwoord voor een bouwwerf.
Zoals hoger gezegd heeft Bruegel waarschijnlijk een overzicht willen geven van alle hem bekende machines.
Hij gebruikt deze laatste ten andere eveneens als havenkraan, onderaan op de kaai (n° 1)
De door Bruegel foutief voorgestelde werking van een tredmolenlier (SDR-53-) blijkt een taai bestaan te leiden.
In NUC p.44 wordt dezelfde fout begaan bij het optrekken van een zware ribgewelfsleutelsteen.
De tekening TEK -53-/2 toont een correcte werking, zowel voor een hand-, als voor een tredmolenlier.

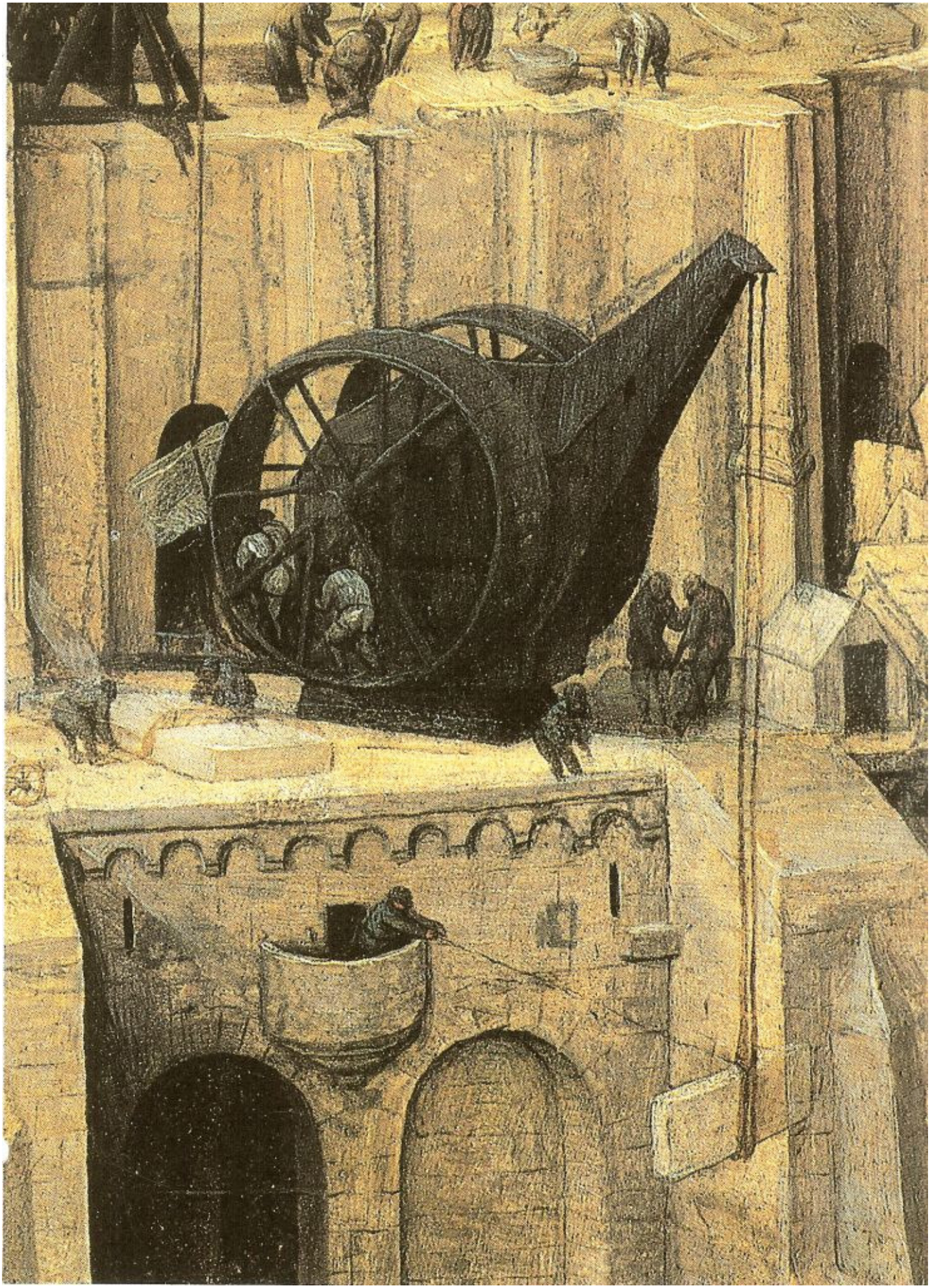


FIG 74: SDR -52- (detail)

SDR-53-

Grote Toren van Babel (1563) - Detail: Tredmolenlier
Kritische analyse

Als detail van de Grote Toren van Babel, staat onder de Grote kraan, een verdieping lager, een tredmolenlier afgebeeld (zie: BRO-TMLp.137-38 n°2).
Dit detail is hier, vergroot, weergegeven. Het moet voorstellen hoe men een lier gebruikt om een zware last omhoog te brengen.

Cijfergegevens –
Om deze operatie te kunnen ontleden, zijn cijfergegevens vereist.
Hierbij kunnen aanwezige personages als schaal gebruikt.
Veronderstellen we de bediener onderaan rechts 1.60m hoog, wat, voor 3,2cm een schaal geeft van 1/50. Daaruit volgt:

- raddiameter binnen: 2,50m, waaruit straal: 1,25m
  id buiten: 2,60m, 1,30m

Gewicht per man 65kg, wat voor 3 man (verondersteld max) 195kg geeft.
Gemiddelde hefboom voor 3 bedieners: 0,70m
Gewicht bouwblok (kalkzandsteen ~ 2000kg/m3) 1,40 x 0,45 x 0,20 x 2000 = 250kg, werkend met een hefboom van 1,30m. opstelling:

De tredmolenlier is opgesteld op het niveau waarop de stenen moeten worden afgeleverd.
Dit is evenwel onmogelijk. Hij dient een verdiep hoger te staan, zoals hierna aangegeven op TEK -53-/2, dat de last komt te hangen, voldoende boven het te bereiken niveau, om hierop te kunnen worden neergelaten.
Verloop van het touw.
Het touw wordt op-en-af gewonden op het looprad, wat bijzonder ongunstig is, gezien de last dan werkt met een maximale hefboom (hier 1,30m).
Bij opwinding op de radas zoals het hoort - met een diameter van b.v. 0,30m zou de hefboom slechts 0,15m bedragen, d.i. 1/9 (!) bedragen van de vernoemde 1,30m.
Hoe het hijstouw tussen rad en last verloopt is niet duidelijk.
Mogelijks over een katrol, juist boven de steen, en vandaar terug naar boven, waar bevestigd aan de vloer. Dit zou vanzelfsprekend het looprad enigszins ontlasten, vermits de trekkracht in het touw gehalveerd wordt, zoals verklaard onder TEK -04- f.145.

(On)evenwicht: Werking bouwblok: 250 x 1,30 x 0,5 = 162 kgm
Werking 3 bedieners: 3 x 65 x 0,70 = 136 kgm
Beschikbare werking / nodige = 136 / 162 = 84 %

Zelfs met 3 man en gebruik van een katrol volstaat de max. beschikbare hijskracht niet om het blok te lichten.
Evenwicht : bij touw opgewonden op de radas, geen gebruik van de katrol en bediening door één man:
Werking bouwblok: 250 x 0,15 = 37,5 kgm
Werking 1 bediener: 65 x 0,70 = 45,5 kgm
Beschikbare werking / nodige =45,5 / 37,5 = 120 %

Een man kan probleemloos het blok lichten.
Opmerking: de hier geciteerde maten, gewichten en rendementen zijn louter indicatief opgegeven, doch geven correcte orden van grootte.
Evaluatie: Bruegel's tredmolenlier vertoont twee ernstige misvattingen: ze staat een verdiep te laag opgesteld en het hijstouw dient opgewonden op de radas, niet op het looprad.
Onduidelijk is de aanwezigheid van een katrol. Deze heeft invloed op het. rendement.

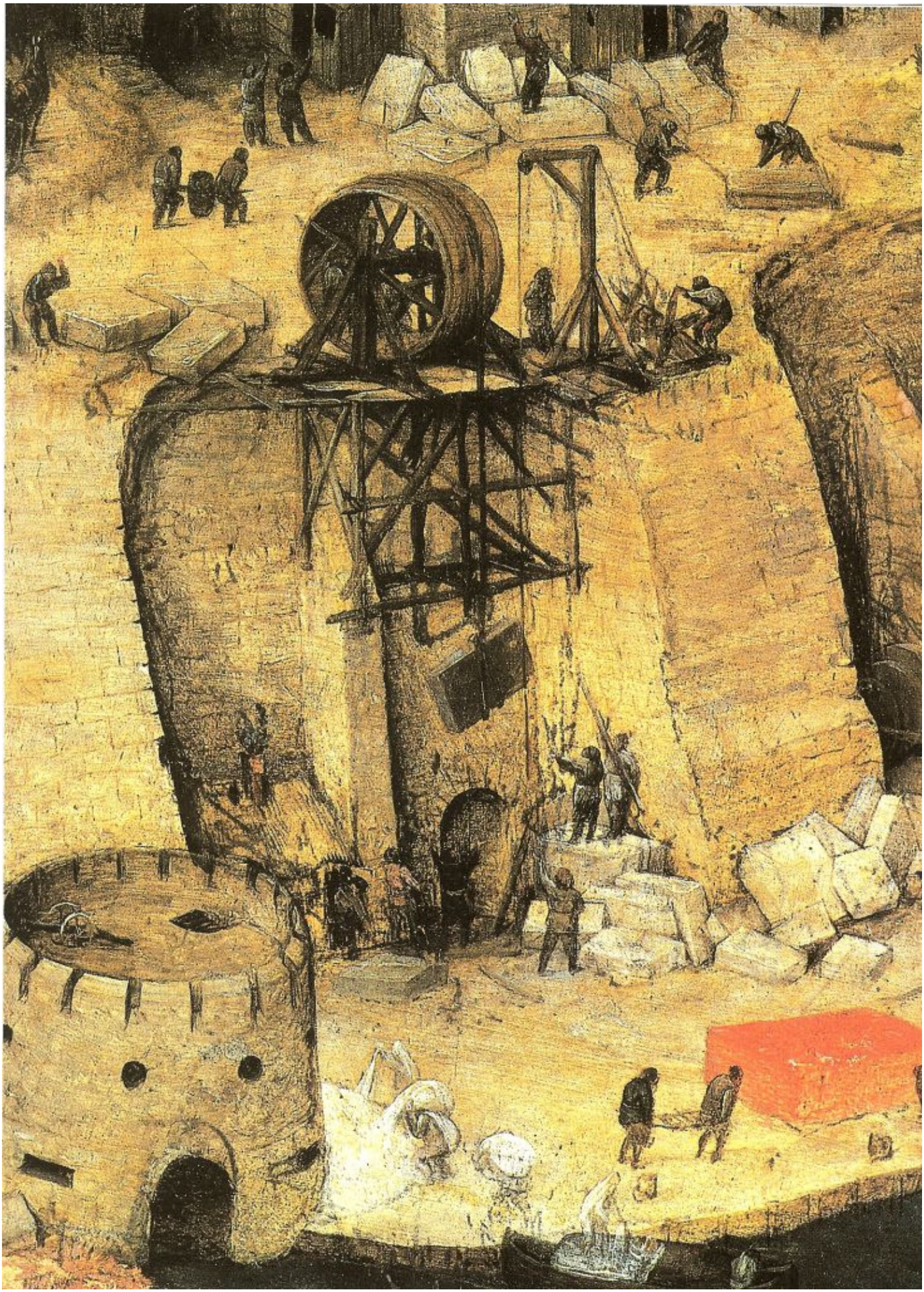


FIG 75: SDR -53- (detail)

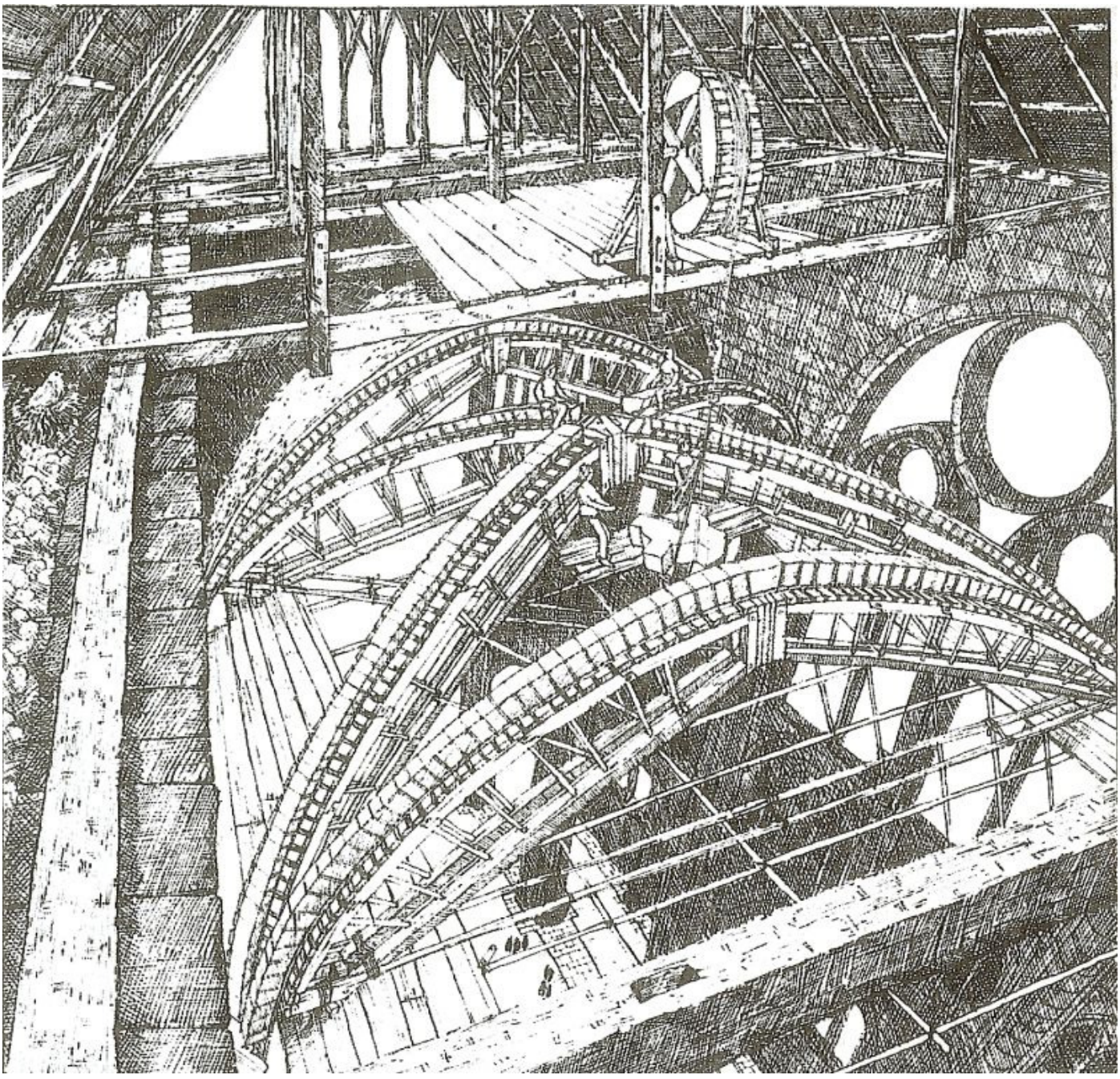


FIG 76: TEK -53-/1)

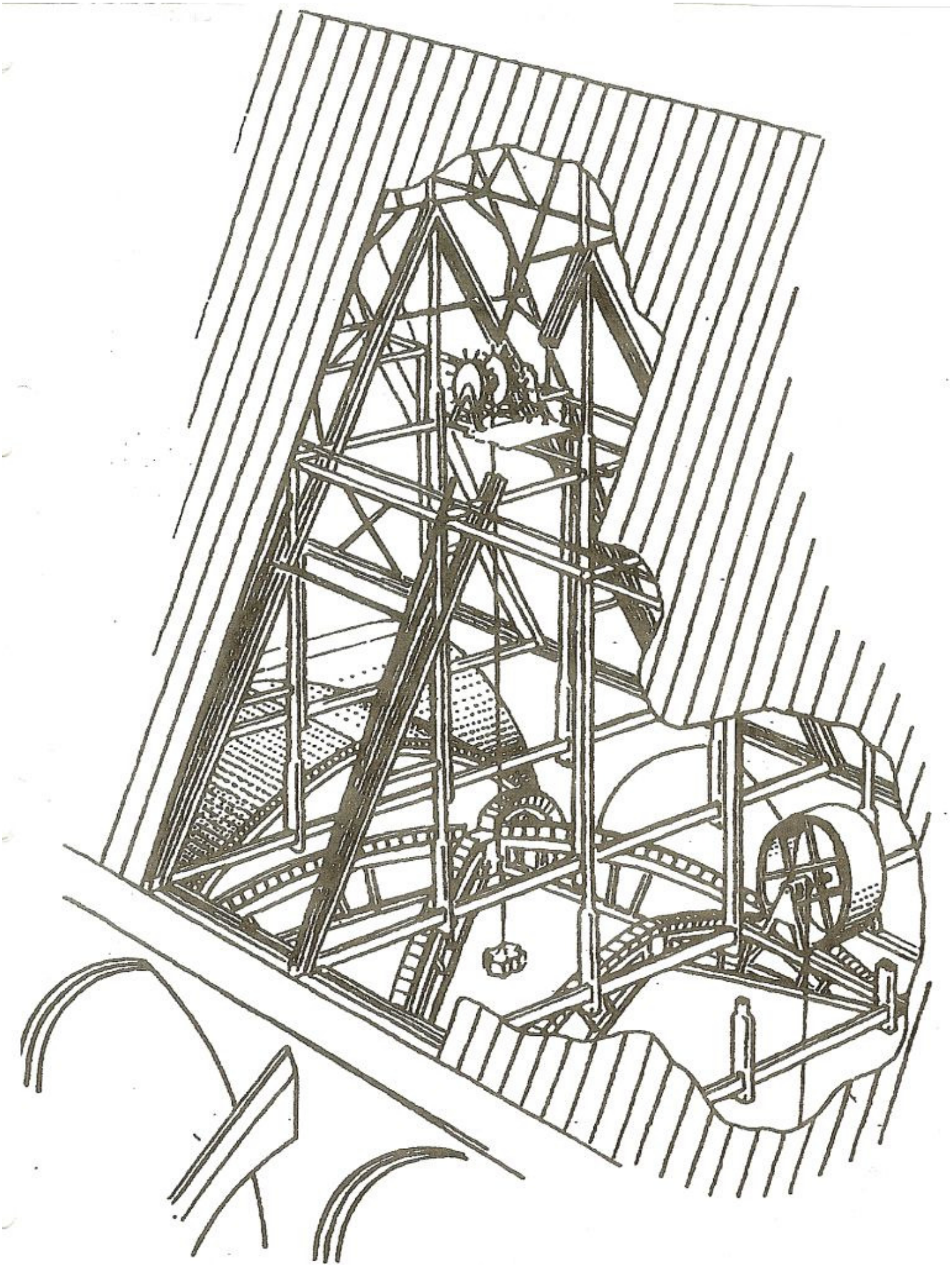


FIG 77: TEK -53-/2

TEK -53- /1
Uit: NUC p.44
Constructie kruisribgewelf - D. Macauley - 1977

Op deze tekening wordt, zoals op Bruegel's tredmolenlier (MIN -53-) het hijstouw fout opgewonden op het treerad i.p.v. op het windas.
Het is onmogelijk de gewelfsleutelsteen op die manier op te lichten.
Wel correct is de opstelling van de tredmolen op het niveau boven de gewelfribben.

TEK -53- /2
Uit: AGF p.41
CGC
PMD p.40
Heftoestellen - J.F. Fitchen III - 1961
Deze tekening toont correcte werking en opstelling van hand- en tredmolenlier.

TEK-54-, BMD-54-:
Escurial (SP.)
Zie p.110-113

TEK-55- (deel)

Uit: LFJ p.66
MBW
De brug over de Pegnitz in Neurenberg - tekening van C.C. Schramm 1735
Met een vijftigtal afbeeldingen, gaande van de XIIIe tot de XVIe eeuw, kregen we een beeld van de bouwtredmolenkraan in haar verscheidene vormen.
De minst gekende en meest verrassende was wellicht de “Escurialkraan”, waarvan de evolutie kon gevolgd worden van 1365 tot 1576. Ook daarna bleef ze nog lang in dienst.
Op deze plaat (deel), afkomstig uit een boek over de merkwaardigste bruggen ter wereld uit 1735, is ze afgebeeld bij de bouw van deze over de Pegnitz in Neuremberg CDl) in 1728.
Een tweede op de andere zijde is hier niet zichtbaar.
Als demonteerbare werfkraan op basis van een kooiconstructie met oriënteerbare mast, was dit type toen reeds meer dan 360 jaar in gebruik.

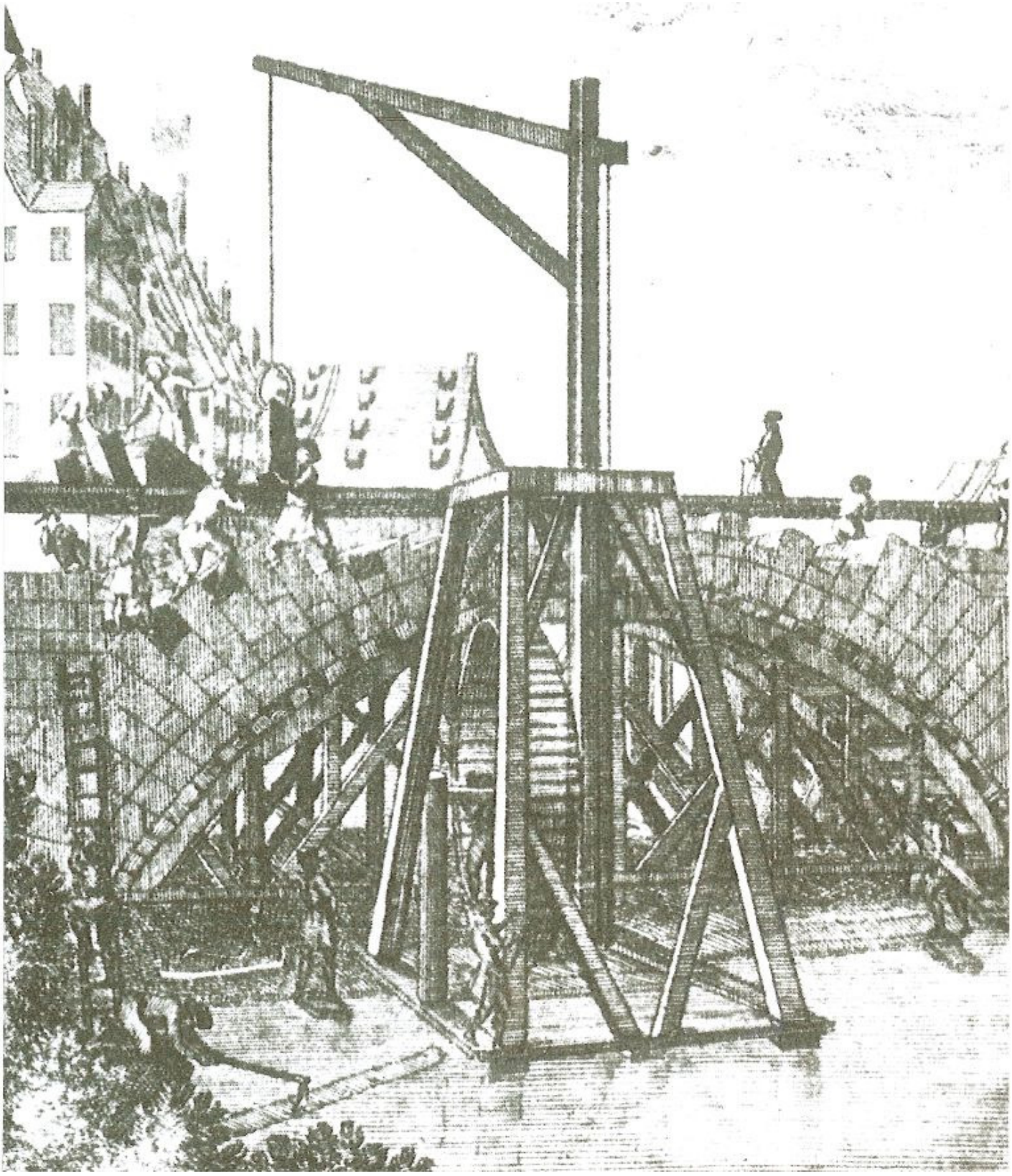


FIG 78: TEK -55- (deel)

TEK -54- / BMD -54
Uit: GEE ELE
DEJ 54

Het Escurial - 5an Lorenzo el Real (Sp.)

Om de herdenking van zijn overwinning op de Fransen te st. Quentin (10.08.1557) te vereeuwigen liet Philips II een kloosterpaleis bouwen, toegewijd aan de Heilige Laurentius, op wiens naamdag deze zege werd behaald.
Het werd toevertrouwd aan de Hieronymieten.
Het gigantisch gebouw werd opgetrokken in een recordtijd, van 1563 tot 1584, en dit, in een uitzonderlijke, tevens sobere, eenheid van stijl.
Het vergde 1500 werklieden gedurende 21 jaar.
Architecten waren Juan de Toledo, en vooral, na diens dood, Juan de Herrera.
Bouw van het Escurial - Anonieme tekening (1576) en hiervan afgeleide moderne tekening.
Het gebouw is voor de helft klaar. We zien de constructie van het centrale gedeelte. Over de werf verspreid een 18 tal bouwkranen.

Bouwwerftredmolenkraan type “Escurial”
Gezien dit afwijkend model, alhoewel reeds lang gekend, hier op grote schaal werd gebruikt, duiden we het aan als type 'Escurial'. Het komt voor het eerst te voorschijn in de illustraties van de *Weltchronic van Rudolf von Ems* in 1365, en zal worden gebruikt tot minstens in de XVIIIe eeuw. (zie; MIN -12-13-15-16-, SDR-22-, GRA-23-, TEK-46-55-).
De basis en behuizing van deze kraan wordt gevormd door een kooivormig skelet, in zijn eenvoudigste vorm een kubus. Hier blokvormig met meerdere verdiepingen.
Deze kooi draagt en steunt, enerzijds, excentrisch, een verticale boom: de kraanmast. Anderzijds, centraal, de horizontale starre tredraderas, met een of twee raderen.
Waar mast en raderas elkaar kruisen, vormt deze laatste het windas, waarvoor voldoende spatie dient beschikbaar te blijven.
De mast draagt bovenaan de kraanarm, waarvan de stand, door de aard der bevestiging, regelbaar is. Twee loopschijven leiden het hijstouw naar het windas.

In het hier geïllustreerde, meest geëvolueerde type, kan, van op de benedenverdieping, de mast worden georiënteerd, uiteraard beperkt, gezien de starre windas niet meedraait.
Met uitzondering van de hierboven vernoemde tekening zijn over de bij de bouw van het Escurial gebruikte kranen weinig of geen afbeeldingen gekend. Bovendien zijn de hierop afgebeelde - zacht uitgedrukt - getekend zonder enige zin voor technische nauwkeurigheid.
Anderzijds is hierover informatie te vinden in de kelder van het Escurial, waar, in het architectuurmuseum van dit kraantype een schaalmodel aanwezig is.
Dit blijkt echter eveneens een probleem te stellen, in verband met de bediening: binnen de raderen kan niet worden gelopen. De, ruimte tussen de wielspaken is niet vrij.
Aan de buitenzijde, voor zover we te maken hebben met klimraderen, wat niet het geval is, zou pas kunnen gelopen worden van af het niveau van de radas.
Daarboven is de stahoogte minimaal, en eventuele bediening levensgevaarlijk.

Met deze correcties rekening houdend gaven verbeterde schaalmodellen (G.Pauwels, J.Rogier) voldoening, ook wat betreft de orienteerbaarheid, althans over een hoek van +/-180gr.

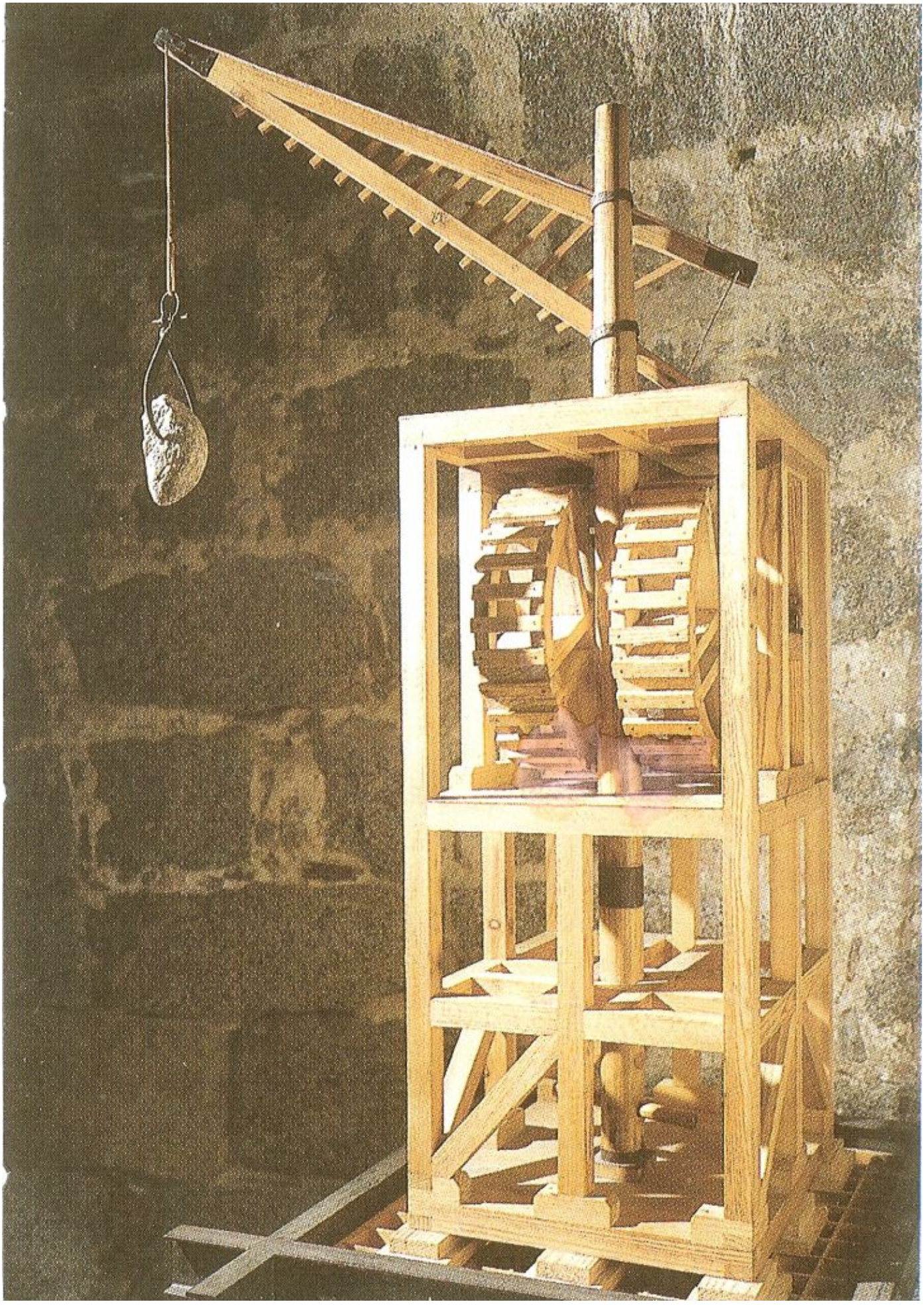


FIG 79: BMD -54-

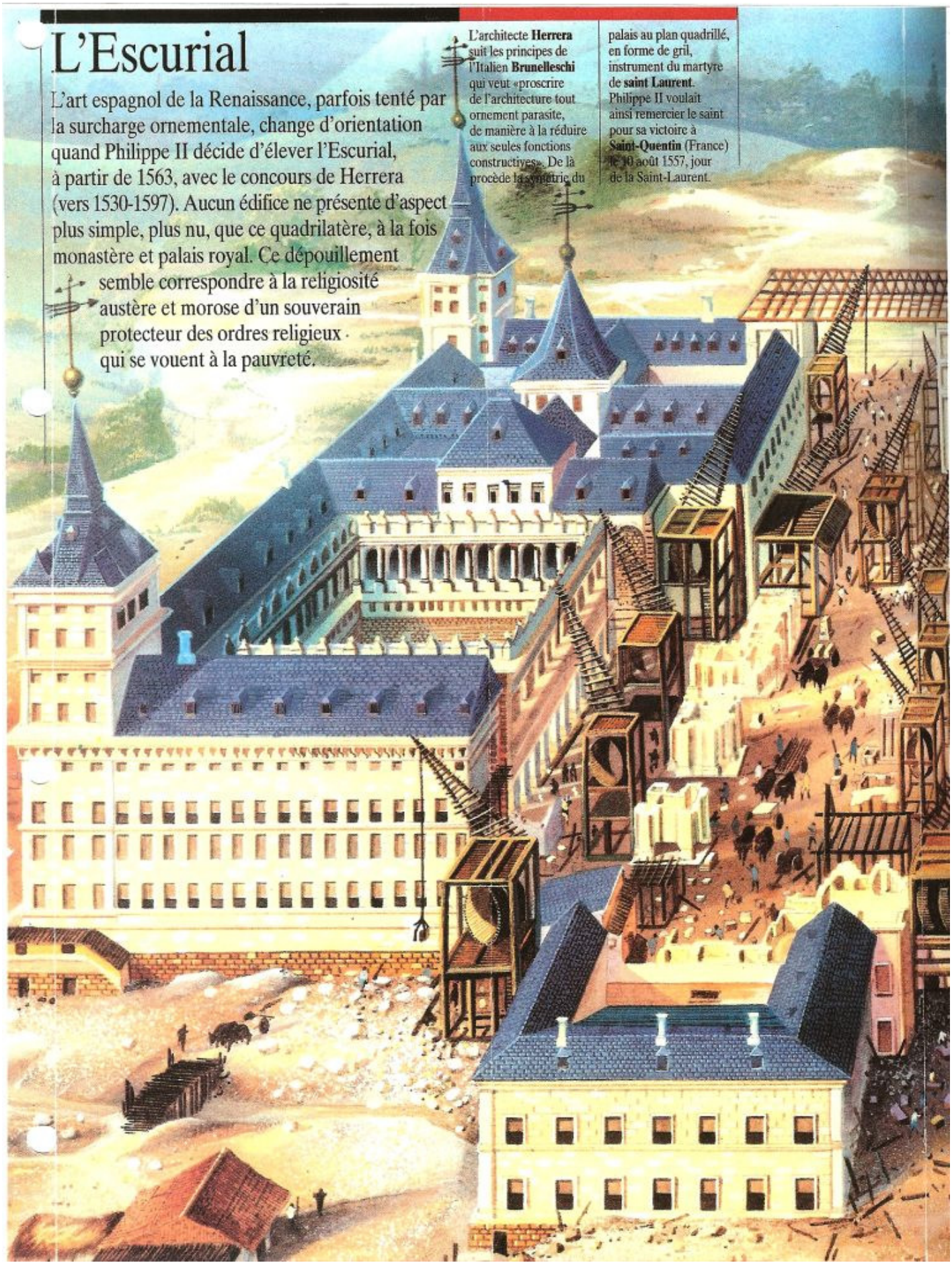


FIG 80: TEK -54-/1 (helft)

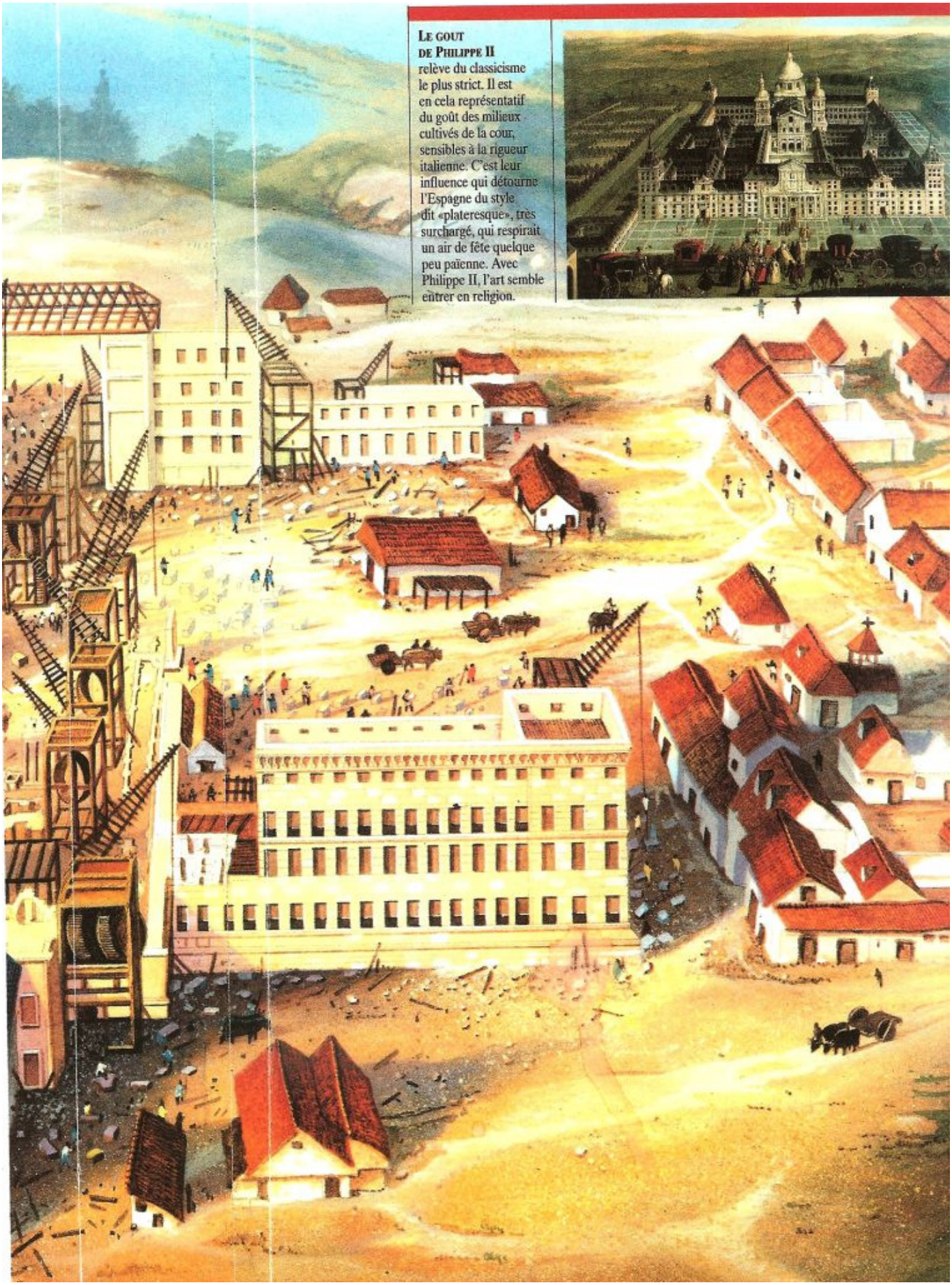


FIG 81: TEK -54-/2 (helft)

OVERZICHTSTABEL OPSTELLING:

Er werden een vijfenvijftigtal afbeeldingen geselecteerd, waarop een hijstoeste1 voorkomt, aangedreven door een treerad, naast enkele vergelijkbare handbediende. Opgenomen werden vooral miniaturen en gravures, naast enkele details van schilderijen. Een van een wandtapijt, enkele dee1s moderne tekeningen en twee bouwmodellen. Deze afbeeldingen, die een periode van de XIIIe tot de XVIe eeuw beslaan, werden zo logisch moge1ijk, chronologisch geordend, genummerd en, naargelang de beschikbare gegevens, geïdentificeerd. Uiteraard met het nodige voorbehoud.

Kolom		
1.	N°Doc (nummer document)	nummer van het document, voorafgegaan door: -BMD of –B- voor BOUWMODEL -FOT- of –F- voor FOTO -GRA- of –G- voor GRAVURE -MIN- if –M- voor MINIATUUR -PLN- of –P- voor PLAN -REL- of –R- voor RELIEF -SDR- of –S- voor SCHILDERIJ -TEK- of –T- voor TEKENING -WTP- of –W- voor WANDTAPIJT
2.	p.FIG (pagina figuur)	pagina waarop de figuur is afgebee1d
3.	p.T (pagina tekst)	pagina waarop bege1eidende tekst voorkomt
4.	datum	zo voorhanden, datum verbonden met de afbee1ding
5.	Acteurs	betrokken acteurs: of de kunstenaar die de afbeelding creëerde, en/ of de auteur van het letterkundig werk waaruit de i1lustratie afkomstig is, en/of de opdrachtgever; verder hierna gespecificeerd
6.	Functie	hun functie
7.	Site	situering item
8.	Document	aard document
9.	Item	betrokken item, wat betreft de hefinrichting; de helft van de afbeeldingen heeft betrekking op een reële constructie. van de andere helft vertoont nog een twintigtal de bouw van de Toren van Babel, die, als ziggurat min of meer bij een werkelijkheid aansluit, of hierdoor wordt geïnspireerd; aangegeven zijn: de aard van het werk, het onderwerp, het afgebeelde bouwwerk, reee1 of fictief, meer bepaa1d met het oog op de bestu-deerde toestellen
10.	TYPE -- LG KO FR BR --	handlier / tredmolenlier / tredmolenkraan: handaangedreven lier vb:. MIN -19- (geen kraan) tredmolen1ier met ga1g vb: MIN -05- (zeer gevarieerd) kraan kooitype/ Escurial vb: BMD -54- kraan Franse type vb: BMD -25-26-(universeel) kraan Brugse type vb: SDR -52-(geen werfkraan) bovenkruier/ NL.-D.type vb: FOT-29 (uitzonderlijk)
11.	N°Doc	herhaling kolom 1

OVERZICHTSTABEL

BOUWWERFTREDMOLENKRAAN - ONSTAANSGESCHIEDENIS									TYPE				
N°DOC	P.FIG	Tekst	datum	ACTEURS	FUNCTIE	SITE	DOCUMENT	ITEM	LG	KO	FR	BR	N°DOC
R-01	19	18	705-681	Kon.Sennacherib	client	Assyrie/Ninive	basrelief	tekening:sjouwers op een helling					R-01
M-02	20	18	~955	Abt Aelfric	auteur	GB/Canterbury	miniatuur	parafrase Pentateuch:idem op een ladder					M-02
M-03	21	18	1028	Hrabamus Maurus	auteur	I t/Montecassino	miniatuur	De rerum naturis					M-03
F-04	22	18				Sp./Barcelona	foto	katrollen					F-04
M-04	23	18	IX-XII			It/Rome	miniatuur	Barberini psalter: Huis van David					M-04
M-05	27	26	~1240	St P.Morgan-Ms18	in bezit	Noor-d-Fr.?	miniatuur	Maciejowski bijbel/toren van Babel					M-05
T-06	29	28	1259	Matthew Paris		GB/	tekening	Lifes of the Offas: bouwwerf					T-06
M-07	30	28	•• XIII	(Nr 562		Fr/Dijon	miniatuur	Histoire Universelle: toren van Babel					M-07
M-08	31	28	XIV	(Ms Fr 263)		FR/	miniatuur	Frans manuscript: kasteel					M-08
M-09	33	32	~1340	Welislav/Karel V	client	Bohemen	miniatuur	Welislavbijbel: Toren van Babel					M-09
M-10	34-35	32	~1353	Atel.Hert.Ludwig.I	auteur	PL/Sil/Trebnitz	miniatuur	Hedwigscodex/Cistercienzerinnenabdij					M-10
M-11	37	36	~1350	Rudolf Von Ems	auteur	Dl/Trier	miniatuur	Weltchronik:Toren van Babel					M-11
M-12	38	36	1365	Rudolf Von Ems	auteur	Dl/Trier	miniatuur	Weltchronik:Toren van Babel					M-12
M-13	40-41	36	~1383	Rudolf Von Ems	auteur	Dl/Trier	miniatuur	Weltchronik:Toren van Babel					M-13
M-14	39	36	~1385	Rudolf Von Saksen	auteur		miniatuur	Weltchronik:Toren van Babel					M-14
M-15	43	42	••• XIV	Rudolf Von Saksen	auteur		miniatuur	Speculum humanae salvationis: T.v.B					M-15
M-16	44-45	42	~1390	koning Wenzel IV	in bezit	Bohemen/Praag	miniatuur	Wenzelbijbel: toren van Babel					M-16
S-17	46-47	48	XIV			Pl/Breslau	schilderij	Heilige Barbara/ badhuis					S-17
M-18	49	48	~1410	Mr v. Boucicaut	miniator	Fr/	miniatuur	Bybel v.G.d.Moulins: heropb.Jerusalem					M-18
M-19	50	48	1423-30	Bedford-meester	miniator	GB/	miniatuur	Brevier Hertog van Bedford: T.v.B					M-19
S-20	51	52	1437	Jan Van Eyck	kunstsch.	VL/	schilderij	Heilige Barbara/Gotische kathedraal					S-20
M-21	53	52	XV	(Ms 264)		Fr/	miniatuur	burcht					M-21
S-22	55	52-54	XV?	Cistercienzers	bouwers	Dl/Maulbronn	schilderij	abdij Maulbronn: abdijkerk					S-22
G-23	56-57	52-54	XV	Cistercienzers	bouwers	Oostr/Gurk	houtgravure	Dom van Gurk: kloosterkerk					G-23
M-24	59	60	~1460			Fr/	miniatuur	Bouquechardière: heropbouw Carthago					M-24
M-25	61	60	1470-75	Jean Fouquet	kunsts.Min	Fr/	miniatuur	Antiquités Judaiques: tempel Jérusalem					M-25
M-26	61	60	1474	Jean Fouquet	kunsts.Min	Fr/	miniatuur	hist.de FR: torens in opbouw					M-26
B-26	61-62	60				Port/Coimbra	bouwmodel	grue des Français					B-26
M-27 1/2	64	63	1469	Lieven Van Lathem	miniator	Vl/Gent	miniatuur	getijdeb.K.de Stoute:Christus en Jacobus					M-27 1/2
S-28-1	66	68	1479	Hans Memling	kunstsch.	Vl/Brugge	schilderij	Heilige Katarina/Brugse stadskraan					S-28-1
M-28-2	66	68	1520	Simon Bening	miniator	Vl/Gent /Brugge	miniatuur	gebedenboek met Vl Kalender					M-28-2
S-28-3	67	68	•• 1529	Jan Provoost	kunstsch.	Vl/	schilderij	portret Philps Dominicile					S-28-3
S-28-4	67	68	1551	Pieter Pourbus	kunstsch.	Vl/	schilderij	portret Jan Van Eyewerve					S-28-4
G-29	69	72	1474-90	Werner Rolevinck	uitgever	Dl/Keulen	houtsnijwerk	Fasciculus temporum/Keulen Domkraan					G-29
F-29	69	72	.(1868)	Th Creifelds	fotograaf	Dl/Keulen	foto	dom van Keulen:zuidertoren +domkraan					F-29
G-30	70	72	1483	Anton Koberger	druk./uitg.	Dl/Nuerenberg	incunabel	bijbel van Koberger(9°)/Toren v.Babel					G-30
G-31	71	72	1485	J.Grueninger	druk./uitg.	Fr/Strasbourg	houtsnijwerk	Bilblia Deutsch/Toren Van Babel					G-31
M-32	74	73	1484	Diebold Shilling	miniator	CH/Bern	miniatuur	Stadskroniek v. Bern/ontvangst a.poort					M-32
M-33	75	73	1494	Diebold Shilling	miniator	CH/Bern	miniatuur	Stadskroniek v. Bern/Niedeckbrug					M-33
G-34	76	82	1494	Stefan Arndes	druk./uitg.	Dl/Lübeck	houtsnijwerk	Niederd.Lübecker Bibel/Toren v. Babel					G-34
G-35	77	82	1499	Joh.Koelhoff d.j.	drukker	Dl/Keulen	houtsnijwerk	Kölhoffsche Chronik/Dom in opbouw					G-35
G-36	77	82	1499	Joh.Koelhoff d.j.	drukker	Dl/Keulen	houtsnijwerk	Kölhoffsche Chronik/Keulen Bouwwerf					G-36
G-37	78-79	82	XV	Jean Colombe	miniator	Fr/Bourges	koperets	Hist.De Troie/Heropbouw van Troie					G-37
M-38	80-81	82	~1500	Jean Poyer	miniator	Fr/	miniatuur	Chron. Martinienne: bouw van stadswal					M-38
M-39	84-85	83	1508-19	Gerard Horenbout	kunsts-Min	Vl/- GB/	miniatuur	Breviarium Grimani/Toren van Babel					M-39
G-40	86-87	88	1515	Albr. Altdorfer	etser-Arch,	Dl/Regensburg	houtsnijwerk	Triomfboog Keizer Maxim: bouw kraanhuis					G-40
M-41	89	88	~1525	Antoine Papin	abt	Wl/Gembloers	miniatuur	Gesta Abbatum Gembl.: Gembloers abdijk.					M-41
W-42	90-91	88	1530	Mnf de Bauvais	tapijtweverij	Fr/Bauvais	wandtapijt	Hits/fabuleuse de la Gaule/Kath. Beauvais					W-42
G-43	92	96	1540	?/ Hans Lufft	Luth. druk.	Dl:Wittemberg	houtsnijwerk	Lutherse bijbel: Toren van Babel					G-43
G-44	93-96		1542	J. Corneliszoon	etser-druk.	Vl/Antwerpen	houtsnijwerk	Den Bibel: Tghehele O.&N.T.					G-44
G-45	93-96		1561	Virgil Solis	etser	Dl/Frankfurt	houtsnijwerk	Biblia Teusch					G-45
T-46	94-95	96	,,1554	David De Negker	etser	Dl/Plessenburg	tekening	Burcht Plassenburg/ Werfkranen					T-46
M-47	97	96	XVI	Dido-meester	houtetser	It/Firenze	miniatuur	Virgilius Aeneis/ bouw Carthago					M-47
G-48	98	100	1554	Bernard Salomon	ets./druk.	Fr/Lyon	houtsnijwerk	Wol..Fig.aus der Bibel/ T.v. Babel					G-48
G-49	98	100	1566	Joost Amman	etser	Dl/Frankfurt	houtsnijwerk	Biblia nunc recens castigata/T v. Babel					G-49
G-50	99	100	~1550	monogr. SH	etser	Dl/Wuppertal	houtsnijwerk	Toren van Babel					G-50
G-51	99	100	1576	Tobias Stimmer	illustrator	CH/Bazel	houtsnijwerk	Bijbel/ Toren Van Babel					G-51
S-52-3	101-03	102	1563	Pieter Bruegel	kunstschild.	Vl/	schilderij	Grote toren van Babel/Havenkr.Werfkr.					S-52-3
S-53	101-05	104	1563	Pieter Bruegel	kunstschild.	Vl/	schilderij	Grote toren van Babel/(foute) lier					S-53
T-53-1	106	108		Macaulay	tekenaar		tekening	Kruisribgewelf/ (foute) lier					T-53-1
T-53-2	107	108		Fitchen			tekening	Kruisribgewelf/ constructie					T-53-2
T-54 1/2	109	110	1563-84			Sp/Escurial	bouwmodel	bouw Escurial					T-54 1/2
B-54	111	110				Sp/Escurial	maquette	bouwerftredmolenkraan "Escurial"					B-54
T-55	112	108	1728	C.C.Schramm	auteur	Dl/Neurenberg	tekening	Merkwürdigsten Brücken /brug /Pegnitz					T-55

N°DOC	P.FIG	Tekst	datum	ACTEURS	FUNCTIE	SITE
R-01	19	18	705-681	Kon.Sennacherib	client	Assyrie/Ninive
M-02	20	18	~955	Abt Aelfric	auteur	GB/Canterbury
M-03	21	18	1028	Hrabamus Maurus	auteur	I t/Montecassino
F-04	22	18				Sp./Barcelona
M-04	23	18	IX-XII			It/Rome
M-05	27	26	~1240	St P.Morgan-Ms18	in bezit	Noor-d-Fr.?
T-06	29	28	1259	Matthew Paris		GB/
M-07	30	28	•• XIII	(Nr 562		Fr/Dijon
M-08	31	28	XIV	(Ms Fr 263)		FR/
M-09	33	32	~1340	Welislav/Karel V	client	Bohemen
M-10	34-35	32	~1353	Atel.Hert.Ludwig.I	auteur	PL/Sil/Trebnitz
M-11	37	36	~1350	Rudolf Von Ems	auteur	Dl/Trier
M-12	38	36	1365	Rudolf Von Ems	auteur	Dl/Trier
M-13	40-41	36	~1383	Rudolf Von Ems	auteur	Dl/Trier
M-14	39	36	~1385	Rudolf Von Ems	auteur	Dl/Trier
M-15	43	42	••• XIV	Rudolf Von Saksen	auteur	
M-16	44-45	42	~1390	koning Wenzel IV	in bezit	Bohemen/Praag
S-17	46-47	48	XIV			Pl/Breslau
M-18	49	48	~1410	Mr v. Boucicaut	miniator	Fr/
M-19	50	48	1423-30	Bedford-meester	miniator	GB/
S-20	51	52	1437	Jan Van Eyck	kunstsch.	VL/
M-21	53	52	XV	(Ms 264)		Fr/
S-22	55	52-54	XV?	Cistercienzers	bouwers	Dl/Maulbronn
G-23	56-57	52-54	XV	Cistercienzers	bouwers	Oostr/Gurk
M-24	59	60	~1460			Fr/
M-25	61	60	1470-75	Jean Fouquet	kunsts.Min	Fr/
M-26	61	60	1474	Jean Fouquet	kunsts.Min	Fr/
B-26	61-62	60				Port/Coimbra
M-27 1/2	64	63	1469	Lieven Van Lathem	miniator	Vl/Gent
S-28-1	66	68	1479	Hans Memling	kunstsch.	Vl/Brugge
M-28-2	66	68	1520	Simon Bening	miniator	Vl/Gent /Brugge

DOCUMENT	ITEM	LG	KO	FR	BR	N°DOC
basrelief	tekening:sjouwers op een helling					R-01
miniatuur	parafrase Pentateuch:idem op een ladder					M-02
miniatuur	De rerum naturis					M-03
foto	katrollen					F-04
miniatuur	Barberini psalter: Huis van David					M-04
miniatuur	Maciejowski bijbel/toren van Babel					M-05
tekening	Lifes of the Offas: bouwwerf					T-06
miniatuur	Histoire Universelle: toren van Babel					M-07
miniatuur	Frans manuscript: kasteel					M-08
miniatuur	Welislavbijbel: Toren van Babel					M-09
miniatuur	Hedwigscodex/Cistercienzerinnenabdij					M-10
miniatuur	Weltchronik:Toren van Babel					M-11
miniatuur	Weltchronik:Toren van Babel					M-12
miniatuur	Weltchronik:Toren van Babel					M-13
miniatuur	Weltchronik:Toren van Babel					M-14
miniatuur	Speculum humanae salvationis: T.v.B					M-15
miniatuur	Wenzelbijbel: toren van Babel					M-16
schilderij	Heilige Barbara/ badhuis					S-17
miniatuur	Bybel v.G.d.Moulins: heropb.Jerusalem					M-18
miniatuur	Brevier Hertog van Bedford: T.v.B					M-19
schilderij	Heilige Barbara/Gotische kathedraal					S-20
miniatuur	burcht					M-21
schilderij	abdij Maulbronn: abdijkerk					S-22
houtgravure	Dom van Gurk: kloosterkerk					G-23
miniatuur	Bouquechardière: heropbouw Carthago					M-24
miniatuur	Antiquités Judaiques: tempel Jérusalem					M-25
miniatuur	hist.de FR: torens in opbouw					M-26
bouwmodel	grue des Français					B-26
miniatuur	getijdeb.K.de Stoute:Christus en Jacobus					M-27 1/2
schilderij	Heilige Katarina/Brugse stadskraan					S-28-1
miniatuur	gebedenboek met VI Kalender					M-28-2

S-28-3	67	68	•• 1529	Jan Provoost	kunstsch.	Vl/
S-28-4	67	68	1551	Pieter Pourbus	kunstsch.	Vl/
G-29	69	72	1474-90	Werner Rolevinck	uitgever	Dl/Keulen
F-29	69	72	.(1868)	Th Creifelds	fotograaf	Dl/Keulen
G-30	70	72	1483	Anton Koberger	druk./uitg.	Dl/Nuerenberg
G-31	71	72	1485	J.Grueninger	druk./uitg.	Fr/Strasbourg
M-32	74	73	1484	Diebold Shilling	miniator	CH/Bern
M-33	75	73	1494	Diebold Shilling	miniator	CH/Bern
G-34	76	82	1494	Stefan Arndes	druk./uitg.	Dl/Lübeck
G-35	77	82	1499	Joh.Koelhoff d.j.	drukker	Dl/Keulen
G-36	77	82	1499	Joh.Koelhoff d.j.	drukker	Dl/Keulen
G-37	78-79	82	XV	Jean Colombe	miniator	Fr/Bourges
M-38	80-81	82	~1500	Jean Poyer	miniator	Fr/
M-39	84-85	83	1508-19	Gerard Horenbout	kunsts-Min	Vl/- GB/
G-40	86-87	88	1515	Albr. Altdorfer	etser-Arch,	Dl/Regensburg
M-41	89	88	~1525	Antoine Papin	abt	Wl/Gembloers
W-42	90-91	88	1530	Mnf de Bauvais	tapijtweverij	Fr/Bauvais
G-43	92	96	1540	?/ Hans Lufft	Luth. druk.	Dl:Wittemberg
G-44	93-96		1542	J. Corneliszoon	etser-druk.	Vl/Antwerpen
G-45	93-96		1561	Virgil Solis	etser	Dl/Frankfurt
T-46	94-95	96	,,1554	David De Negker	etser	Dl/Plessenburg
M-47	97	96	XVI	Dido-meester	houtetser	It/Firenze
G-48	98	100	1554	Bernard Salomon	ets./druk.	Fr/Lyon
G-49	98	100	1566	Joost Amman	etser	Dl/Frankfurt
G-50	99	100	~1550	monogr. SH	etser	Dl/Wuppertal
G-51	99	100	1576	Tobias Stimmer	illustrator	CH/Bazel
S-52-3	101-03	102	1563	Pieter Bruegel	kunstschild.	Vl/
S-53	101-05	104	1563	Pieter Bruegel	kunstschild.	Vl/
T-53-1	106	108		Macaulay	tekenaar	
T-53-2	107	108		Fitchen		
T-54 1/2	109	110	1563-84			Sp/Escurial
B-54	111	110				Sp/Escurial
T-55	112	108	1728	C.C.Schramm	auteur	Dl/Neurenberg

schilderij	portret Philps Dominicile					S-28-3
schilderij	portret Jan Van Eyewerve					S-28-4
houtsnijwerk	Fasciculus temporum/Keulen Domkraan					G-29
foto	dom van Keulen:zuidertoren +domkraan					F-29
incunabel	bijbel van Koberger(9°)/Toren v.Babel					G-30
houtsnijwerk	Bilblia Deutsch/Toren Van Babel					G-31
miniatuur	Stadskroniek v. Bern/ontvangst a.poort					M-32
miniatuur	Stadskroniek v. Bern/Niedeckbrug					M-33
houtsnijwerk	Niederd.Lübecker Bibel/Toren v. Babel					G-34
houtsnijwerk	Kölhoffsche Chronik/Dom in opbouw					G-35
houtsnijwerk	Kölhoffsche Chronik/Keulen Bouwwerf					G-36
koperets	Hist.De Troie/Heropbouw van Troie					G-37
miniatuur	Chron. Martinienne: bouw van stadswal					M-38
miniatuur	Breviarium Grimani/Toren van Babel					M-39
houtsnijwerk	Triomfboog Keizer Maxim: bouw kraanhuis					G-40
miniatuur	Gesta Abbatum Gembl.: Gembloers abdijk.					M-41
wandtapijt	Hits/fabuleuse de la Gaule/Kath. Beauvais					W-42
houtsnijwerk	Lutherse bijbel: Toren van Babel					G-43
houtsnijwerk	Den Bibel: Tghehele O.&N.T.					G-44
houtsnijwerk	Biblia Teusch					G-45
tekening	Burcht Plassenburg/ Werfkranen					T-46
miniatuur	Virgilius Aeneis/ bouw Carthago					M-47
houtsnijwerk	Wol..Fig.aus der Bibel/ T.v. Babel					G-48
houtsnijwerk	Biblia nunc recens castigata/T v. Babel					G-49
houtsnijwerk	Toren van Babel					G-50
houtsnijwerk	Bijbel/ Toren Van Babel					G-51
schilderij	Grote toren van Babel/Havenkr.Werfkr.					S-52-3
schilderij	Grote toren van Babel/(foute) lier					S-53
tekening	Kruisribgewelf/ (foute) lier					T-53-1
tekening	Kruisribgewelf/ constructie					T-53-2
bouwmodel	bouw Escurial					T-54 1/2
maquette	bouwerftredmolenkraan "Escurial"					B-54
tekening	Merkwürdigsten Brücken /brug /Pegnitz					T-55

EVALUATIE - TYPOLOGIE

Verwijzing naar toepassingen worden aangegeven door nummering tussen haakjes

VOOR 1250
Van het gebruik van het hijstouw, rechtstreeks getrokken, of met behulp van een handlier, bestaan afbeeldingen van voor het jaar 1000 (M-04-).
Deze tuigen zullen ook later, naast de tredmolen, in gebruik blijven (M-06-, -19-, -21-, -41-), en worden hier niet verder behandeld.

1250
Er verschijnen zeldzame doch duidelijke beelden van het tredrad (M-05) en er wordt gezocht naar eenvoudige combinatie met een galg (M-05-, -07-, -08-).
Een der middelen daartoe bestaat er in de radas te vatten in een portaal waarvan één stijl doorloopt, als niet oriënteerbare kraanmast (M-09-, -15-, -18-, -32-, -33-).

1350
We ontmoeten reeds technologisch voorbeeldig geconcipieerde hijstuigen, met onberispelijk verloop van het hijstouw, evenwel nog niet oriënteerbaar (M-11-).
Een eerste aanduiding van het verschijnen van een nieuwe generatie betreft een KOOICONSTRUCTIE met vaste radas, doch oriënteerbare mast, hier evenwel zeer onhandig voorgesteld (M-12-). In M-13- wordt de kooi duidelijker leesbaar, wat nog beter het geval is in de schitterende M-16-. Pas nu kunnen we, gezien de oriënteerbaarheid, van een KRAAN spreken in de volle betekenis van het woord.
Dit tredmolenkraantype zal een zeer lange levensduur kennen tot in de XVIIIe eeuw (M-55-), en zal o.m. op grote schaal gebruikt worden bij de bouw van het Escurial in Spanje (M-54-, S-54-).
Vandaar het voorstel tot naamgeving van de kooiconstructie type 'ESCURIAL'

+/- 1400
Al is de ons ter beschikking staande informatie, wat dit betreft, beperkt, is er reden om aan te nemen dat het type Escurial een (wellicht) belangrijke rol speelde in de bouwwereld der CISTERCIENSERS. Eind XIVe eeuw is een geëvolueerde kooiconstructie te zien in Wroclaw/Breslau (huidige Polen) (M-17-), begin (7) XVe eeuw gevolgd door Maulbronn (Dl) (M-22-) en Gurk (A) (M-23-), waarbij het in Maulbronn duidelijk gaat om een Cisterciënzerwerf. Meer algemeen gebruik van dit type blijkt tevens uit de bouw van burcht Plassenburg (Dl) (M-46) en uit een Florentijnse plaat (M-47-).

1450
Het FRANSE type (Grue des Français) (zie: BRO-TML p.150) verschijnt pas 1460, doch heeft dan reeds een graad van perfectie bereikt die wijst op een oudere oorsprong (M-24-, -25-, -26-),
(S -26-), M-39)
Zeer interessant is de M-42- over de bouw van de kathedraal van Beauvais, met behulp van dit kraantype.
Enkele jaren later krijgen we zichten op tredmolens van het BRUGSE type (zie: BRO-TML)
(M-27-1/2,-39-). Dit zijn havenkranen, normaliter niet gebruikt op bouwwerven (zie: M-28-).

Door de reeks heen b1ijkt de tredmolenkraan, naast de handlier dee1 uit te maken van de bouwwerf, ook a1 was deze fictief, zoals bij de talrijke afbeeldingen van de constructie van de toren van babe1, waar fictie en rea1iteit door mekaar lopen.
Ook XVe eeuwse etsen als M-30-, -31-, -43-, -44-, -45- zijn hiervan een voorbee1d, evenals de XVIe eeuwse M-48- tot -51-. Constructieve logica was hierbij niet een eerste zorg, doch de fysieke aanwezigheid van de tredmolen merkt deze als essentieel onderdee1 in het bouwproces.

BESLUIT

Over de ROMEINSE bouwkraan zijn we goed geïnformeerd, spijts de schaarse bronnen. Ze is een volwaardige ingenieursconstructie.
Het ontbreekt haar echter aan oriëntatiemogelijkheid.
Over de vroege middeleeuwen, van de VIIe tot de XIIe eeuw werd geen informatie gevonden.
Volgt een eeuw zoeken naar combinaties TREDMOLEN-KRAANMAST, waarbij de Romeinse kraan onbekend blijkt te zijn.

Midden XIVe eeuw verschijnt een KOOI-TYPE (ESCURIAL), dat, wellicht onder impuls van de Cisterciënzers, snel zijn definitieve vorm krijgt, en in gebruik zal blijven tot in de XVIIIe eeuw.

Het universe1e FRANSE TYPE dateert van vóór midden XVe eeuw.
Zijn oorsprong is uit de tabel niet af te leiden.

Het BRUGSE TYPE werd rond het midden van de XVe eeuw rechtstreeks afgeleid van de standerdwindmolen, en komt door zijn concept en vaste 1igging, niet in aanmerking als bouwwerfkraan.

Dit is ook het geval van de vee1a1 stenen bovenkruiers van het NEDERLANDSE-DUITSE TYPE, met a1s merkwaardige uitzondering de Domkraan te Keulen (Dl.)

Deze BOUWWERFTREDMOLENKRONIEK is gebaseerd op een reeks bronnen, waarvan bij sommige vragen kunnen worden gesteld.
Verder onderzoek moet ongetwijfe1d bijkomende informatie en preciseringen kunnen opleveren.
Bedenkingen en terechtwijzingen worden geappreciеerd.

PERSONENLIJST

Aelfric, abt	18
Altdorfer Albrecht	88
Amman Joost	100
Arndes Stefan	82
Barbara, heilige	48,52
Barberini	18
Bedford-meester	48
Bening Alex	83
Bening Simon	66,68,83
Bruegel Pieter	28,68,100,102,104
Catharina, heilige	68
Châh Abbâs, koning	26
Colombe Jean	82
Corneliszoon Jacob	96
Creifelds Theodor	72
De Herrera Juan	110
De Negker David	96
De Toledo Juan	110
Detournes	100
Diderot	60
Dido/Elissa	96
Duerer Albrecht	88
Fitchen J.F.	108
Fouquet Jean	60,82
Grueninger J.	72,96
Guyart Desmoulins	48
Haterius Tychicus	8,9
Hedwigis, heilige	32
Hendrik I	32
Horenbout Gerard	83
Hrabanus Maurus	18
Jacobus de Meerdere	63
John van Lancaster	48
Karel de Stoute	63
Karel IV	32
Koberger	72,96
Koelhof Johan d.j.	72,82
Ludolphus van Saxzn	42
Luft Hans	96
Luther	72
Macaulay D.	28,108
Maciejowski B.Kard.	26
Maximiliaan I, keizer	88
Memling Hans	68
Miro Juan	18
Offa, koning	28
Paris Matthew	28
Pieter van Savoie	73
Pourbus Pieter	68
Poyer Jean	82
Priamos	82
Provoost Jan	68
Rolevinck Werner	72
Rudolf von Ems	25,36,42,54,96,110
Salomon Bernard	100
Schilling Diebold	73
Schramm C.C.	108
Sennacherib, koning	18
SH (monogrammist)	100
Solis Virgil	96
Stimmer Tobias	100
Van Eyck Jan	48,52
Van Lathem Lieven	63,68,83
Vergilius	96
Vitruvius	8,9
Vorsterman W.	96
Welislaw, kanselier	32,42
Wenzel/ Wenceslas	42

PLAATSNAMEN:

Antwerpen / B/ VL/	63,68,96
Barcelona / Sp	18
Beauvais / Fr	88
Bern / CH	73
Breslau / Wroclav / Pl	48,52,54,58
Brugge / B/ VL	63,68,83,102
Capua / It	9
Carthago / Tunesie	60,96
Coimbra / P	60
Compostella / Sp	63
Delhi / India	2
Escurial / Sp	42,54,96,110
Eynsham / GB	18
Gembloers B/ Wall	88
Gurk / Austria	48,52,54,58
Jaffa / Palestina	63
Jerusalem / Israel	60
Keulen / Dl/	8,82
Maagdeburg / Dl	54,58
Maulbron / Dl	48,52,54,58
Mercia / GB	28
Nicomedia / Izmit /TK	48,52
Ninive / Assyrie / Irak	18
Neurenberg / D1	72,108
Plassenburg / Dl	96
Praag / TSJ	32
Rome / It	8
Trebnitz / Silezie / Pl	32
Tyros / Libanon	96
Troje	82

LIJST FIGUREN:

FIG 1 FOT -00- 3
FIG 2: BMD -26- 4
FIG 3: ROM -07- 10
FIG 4: ROM -01- 11
FIG 5: ROM -02- 12
FIG 6: ROM-03- 13
FIG 7: ROM -05- 14
FIG 8: ROM -04- 15
FIG 9: ROM -06- 16
FIG 10: REL -01- 19
FIG 11 MIN -02- 20
FIG 12: MIN -03- 21
FIG 13: FOT -04- 22
FIG 14: MIN -04- 23
FIG 15: TEK -04- 24
FIG 16: MIN -05- 27
FIG 17: TEK -06- (deel) 29
FIG 18: MIN -07- 30
FIG 19: MIN -08- 31
FIG 20: MIN -09- 33
FIG 21: MIN -10- 34
FIG 22: MIN -10- (deel) 35
FIG 23:MIN -11- / RVE -1- 37
FIG 24: MIN -12- /RVE -2- 38
FIG 25: MIN -14- /RVE -4- 39
FIG 26: MIN -13- /RVE -3- 40
FIG 27: MIN -13- RVE -3- (deel) 41
FIG 28: MIN -15- 43
FIG 29: MIN -16- 44
FIG 30: MIN -16- (deel) 45
FIG 31: SDR -17- 46
FIG 32: SDR -17- (deel) 47
FIG 33: MIN -18- (+deel) 49
FIG 34: MIN -19- 50
FIG 35: SDR -20- 51
FIG 36: MIN -21- 53
FIG 37: SDR -22- 55
FIG 38: GRA -23- (+detail) 56
FIG 39: GRA -23- (deel) 57
FIG 40: PLN -16-/-23- 58
FIG 41: MIN -24- 59
FIG 42: MIN -25-/-26- (details) / BMD -25-/-26- 61
FIG 43: TEK -25-/-26- 62
FIG 44: SDR -27-1- detail (onder) / MIN -27-2- detail (boven) 64
FIG 45: MIN -27- /-2- 65
FIG 46/ SDR -28-1- / MIN -28-2- 66

FIG 47: SDR -28-3/4 67
FIG 48: GRA -29- / FOT -29- 69
FIG 49: GRA -30- (+detail) 70
FIG 50: GRA -31- (deel) 71
FIG 51: MIN -32- 74
FIG 52: MIN -33- 75
FIG 53: GRA -34- 76
FIG 54: GRA -35-36-(deel) 77
FIG 55: GRA -37- detail 78
FIG 56: GRA -37- 79
FIG 57: MIN -38- 80
FIG 58: MIN -38- 81
FIG 59: MIN -39- (detail) 84
FIG 60: MIN -39- 85
FIG 61: GRA -40-deel 86
FIG 62: GRA -40-detail 87
FIG 63: MIN -41- 89
FIG 64: WTP -42- (deel) 90
FIG 65: WTP -42- (detail) 91
FIG 66: GRA -43- 92
FIG 67: GRA -44-45- 93
FIG 68: TEK -46- 94
FIG 69: TEK -46- (deel) 95
FIG 70: MIN -47- 97
FIG 71: GRA -48-49- 98
FIG 72: GRA -50-51- 99
FIG 73: SDR -52-53- (deel) 101
FIG 74: SDR -52- (detail) 103
FIG 75: SDR -53- (detail) 105
FIG 76: TEK -53-/1) 106
FIG 77: TEK -53-/2 107
FIG 78: TEK -55- (deel) 109
FIG 79: BMD -54- 111
FIG 80: TEK -54-/1 (helft) 112
FIG 81: TEK -54-/2 (helft) 113

BRONNENLIJST

ACO	Archeologia, Frans maandelijks tijdschrift, ed. Faton/ Dijon
ACO-DOS	Les Dossiers de l'archéologie
AGF	KIMPEL D. / SUCKALE R., l'Architecture Gothique en France, 1130-1270, Flammarion, 1990
AJU-CTJ	Fouquet J., Antiquités Judaïques, La construction du temple de Jérusalem, + 1470
ART – DOS	Dossier de l' Art,Frans kunsttijdschrift, éd. Faton / Dijon
BHD	Bible Historiale de Guyart Desmoulins, Fr., ~ 1410
BLG-BEO	Blue Guide-Bernese Oberland , Benin E~, London, 1963.
BRJ	ROBERTS -JONES Ph&F., Pierre Bruegel l'ancien, Paris, Flammarion, 1997
BRO-PWM	BROES K., Pompwatermolens, Molenecho's, 3/2004
BRO-RML	BROES K., Van Tribulum tot Rosmolen, Molenecho's 1/2007 Molenmuseum St. Amands, Vlaams centrum voor molinologie.
BRO-SML	BROES K.Over Schipmolens en andere onderslagmolens met in hoogte verstelbare wateras, Molenecho's, 3/2003
BRO-TML	BROES K., De Tredmolen, de onderbelichte molensoort, Molenecho's XXX 2002,3 p.115-183
BRS	VERMEERS V., Bruges and the sea, Mercatorfonds 1982, Antw.
CDA	Connaissance des Arts, Frans maandelijks kunsttijdschrift.
CDM	FUSTEGUERAS R., HERGOT A., Cours de mécanique théorique et appliquée, Paris, 1876
CGC	FITCHEN J., The construction of Gothic Cathedrals, Oxford, 1961
CMT	POYER J. (atelier), Chronique Martinienne, +1500. 1961
CTT	DUPUIS/NICOD/VOUGA Chatillon a travers le temps, Editions du verseau, 1979
DEJ	Découvertes Junior, Larousse-Gallimard.
DID-CHA	DIDEROT D. & D'ALEMBERT (Jean-le-Rond), Encyclopédie, Paris, 1745-72. Vol. Art de Charpenterie.
DKR	KRANZ H., Die Kölner Rheinmühlen--; Aachen, Alano/Rader, 1991
DRN	HRABANUS MAURUS, De Rerum Naturis.
DVP	De Vlaamse primitieven, Davidsfonds, Leuven, 1994
EDC	OLDENBURG Z., L'épopée des Cathédrales, Réalités-Hachette, 1973
EEG	AVRIL F., L'enluminure a l'époque gothique 1973 1200-1420, Paris, P.L. M., 1979.
ELE	El Escurial, Patrimonio nacional, Madrid, 1967.
EVV	De eeuw van Van Eyck, 1430-1530, Ludion, Brugge, 2002
FAT	La France a table, bimestriel.
FMR	Franco Maria Ricci, Italiaans kunsttijdschrift.
GAG	PAPIN, abt A., Gesta abbatum Gemblacensium, + 1525
GCF	Fouquet J., Les grandes chroniques de France~…, 1474
GEE	Guide de l'Escurial, 2001
GHB	BEDFORDMEESTER, Gebedenboek van de Hertog van Bedford, 1423- 1430
GKS	Getijdenboek van Karel de Stoute, Gent, 1469.
GNL	Grote Nederlandse Larousse Encyclopedie, Hasselt s' Graven:hage, 25 + 1 vol., 1971-1980
GVK	BENING S., Gebedenboek met Vlaamse kalender, + 1520.
GWM	LAFFONT R., BOUDET J., MANCERON C., MOCH J., De Grote werken der mensheid, Zeist, De Haan~Amsterdam, Meulenhof, 1961.
HAM	DE VOS D., Hans Memling, catalogus, Brugge, Groeninge museum, *8-11/1994*, Ludion
HED	HEDWIG'S-Codex, Silezie, 1353.
HEM	VANDEWALLE A., , Hanzekooplui en Medicibankiers,Stichting kunstboek, tentoonstelling Brugge, 2002

HFG-RDG	Histoire fabuleuse de la Gaule, les rois des Gaules.
HGT	DAUMAS M., Histoire générale des techniques, 5 vol., Paris 1962-1979.
HJD	CARDINI F., Het jaar 1000, De wortels van onze beschaving, Davidsfonds, Leuven, 1997
IND	SAUVAGEOT C.& BALLERO M., Indien, Zürith, Artemis, 1974
KDV	Der Kölner Dom im Jahrhundert seiner Vollendung, Museen der Stadt Küln, 1980, herausgegeben von H. Borger
KHC	Koelhoffsche Chronik, 1499
KRI	Kölner Römer-Illustrierte n°2, 1975, Keulen
KTR	Ketterer-Kunst Auctions-Exhibitions, Hamburg
KVG	TOMAN R., De Kunst van de Gotiek, Könemann, 1999.
LDB	Le Livre de la Bouquechardiere, +/- 1460, Den Haag, Museum Westreenianum
LFJ	TOUSSAINT F., Lastenförderung durch Fünf Jahrtausende, Mannesmann-Demag, Mainz, Krauskopf, 1965-81.
LMB	Le Miroir de la Belgique, 3 vol., Ed. N.E.A., Bruxelles Paris
LOE	LOEIL, Frans maandelijks kunsttijdschrift. Lausanne
LRA	MARTIN J., La Rome Antique, France Loisirs, Paris, 1994
LRT	Les Routes de la TREILLE CGER/1990
MAZ-AAR	ANDREAE B., L'Art de l'Ancienne Rome, Editions d'Art Lucien Mazenod, Paris, 1973
MBW	SCHRAMM C.C., Merkwürdigsten Brücken aus allen Vier Teilen der Welt, 1735.
MDG	Les Mécanismes du Génie, Europalia 91, Portugal, 1991, Charleroi, 9-12/1991.
MES	GOLDSTREAM N., Les Maçons et Sculpteurs, Brepols, 1992
MHI	STRANDH S. Machines-Histoire illustrée, Gründ, Paris, 1979
MOA	Moyen-Age, bimestriel, Ed. Heimdal, Bayeux
MOB	Le· Monde de la Bible, Archéologie et Histoire, bimestriel, Bayard Presse.
M&L	Monumenten en landschappen, Tijdschrift van de Vlaamse gemeenschap
MTA	DUERER A. and others (ALTDORFER A.), Maximilian's Ehenpforte (Triumphal Arch), 1515, Dover pictorial arch., USA
NUC	MACAULAY D., Naissance d'une cathédrale, édition des deux coqs d'or
OMB	VAN TYGHEM Dr. F., Op en om de middeleeuwse bouwwerf, 2 dIn, KVAWLSK, Brussel, 1966
ORA	HROUDA B.,…, L'Orient Ancien, Histoire et Civilisations, Bordas, Paris, 1991.
PAR	Die Parler und der schüne stil, 1350-1400, Ausstellung Schnütgen-Museum, Köln, 1978, Katalog 1-4, R, P,(1978-80)
PEP	PREVENIER W., Prinsen en Poorters in de Bourgondische Nederlanden, 1384-1530, Mercatorfonds, 1998.
PLS	Pour la Science, Frans wetenschappelijk maandblad.
PMD	GAVOIS J., Pour monter, pour descendre, Otis Elevator cy,
PVP	AELFRIC, Parafrase van de Pentateuch, +/- 955-1025, 1984
RHT	De Sommard A – Recueil Des Histoires de Troie
RSP	Regards sur la peinture, éditions Fabri, Paris.
SHS	DUITS MYSTICUS, Speculum Humanae-Salvationis, begin XIVe.
SVB	SCHILLING Diebold, Stadtchronik von Bern, < 1485
TGC	SWAAN W, The gothic cathedral, Ferndale Ed., London, 1981
VAE	DIDO-MEESTER, Vergilius'Aeneis, Florence, 16e eeuw
VIT	VITRUVIUS POLLIO/ PERRAULT Cl.,Les dix livres d'architecture, Paris, Coignard, 1684., P. Mardaga,1988
VLM	SMEYERS M., Vlaamse Primitieven, van de achtste tot het midden van de zestiende eeuw, Davidsfonds, Leuven, 1998.
WEL	Welisavbijbel, in opdracht van Welislav, + 1340, Praag
WPE	Winkler Prins Encyclopedie, 18 + 3 vol., Amsterdam, Elsevier 1947-54, 1955-69

DE BOUWTREDMOLENKRAAN –SAMENVATTING

De Romeinen kenden de tredmolenkraan, en gebruikten deze als hefwerktuig op sommige bouwwerven.
Deze was evenwel niet oriënteerbaar.
Door te lopen in of op een tredrad, waarbij een touw op welks as werd opgewonden, konden één à 5 à 7 kraanjongens gewichten tot wellicht bij de twee ton opheffen.
Met de ondergang van het Romeinse Rijk, eind vijfde eeuw, verdwenen talrijke verworvenheden, waaronder ook dit belangrijk werktuig.
We vonden althans hiervan, tot in de XIIe eeuw, geen enkele getuige.
Deze zijn wel te vinden bij de bouw van de kathedralen, waarbij de boeiende vraag rijst, waar deze vandaan kwamen.
Een vergelijkende analyse van een zestigtal documenten, vooral miniaturen, daterend van de XIIIe tot de XVIe eeuw, blijkt hierop een antwoord te kunnen geven.

LA GRUE DE CHANTIER A TAMBOUR –RESUME

Les Romains connaissaient la grue - tambour, et s'en servaient sur certains chantiers de construction. Ces grues n'étaient toutefois pas orientables.
Marchant dans ou sur une roue - tambour sur l'axe duquel une corde était progressivement enroulée, un á 5 à 7 hommes pouvaient lever une charge dépassant jusqu'a deux tonnes.
Avec le déclin de l'Empire Romain, fin du Ve siècle, nombre d'acquisitions ont disparu, dont cet engin important.
Au moins, nous n'en avons pas trouvé de témoins avant le XIIe siècle.
La grue á tambour se retrouve toutefois dans la construction des cathédrales.
Nous nous sommes arrêtes à la question fascinante de savoir comment elle a réapparue.
Une comparaison analytique d'une soixantaine de documents, surtout des miniatures et gravures datant du XIII au XVIe siècle semble pouvoir donner une réponse.

DER BAUTRETRADKRAN – ZUSAMMENFASSUNG

Der tretradkran war den Römer bekannt.
Sie benützten ihn im Baubetrieb. Dies war jedoch keinen Drehkran.

Laufend in oder auf einem Tretrad, während ein Tau auf dessen Achse augewickeld wird, könnten einer bis zu 5 bis 7 Männer einen Last heben von möglicherweise über zwei Tonnen.

Mit dem Untergang des Römischen Reiches, am Ende des f'ünften Jahrhunderts ist, nebst anderen Errungenschafte,auch der Tretradkran verschwunden.
Jedenfals haben wier hierüber bis zum XIIen Jahrhundert nicht ein Einziger Zeuge gefunden.
Diese erscheint jedoch aufs neue beim Bau der Kathedrale.
Dabei erhebt sich die fesselnde Fraqe wie diese Neuauferstehung zustande kam.
Eine vergleichende analyse von etwa sechzig Abbildungen, insbesondere Miniaturen und Aetzdrücke vom zwölften bis zum sechszehten Jahrhundert könte hier offensichtlich eine Antwort geben.

THE BUILDER'S TREADMILL CRANE-SUMMARY

The Romans knew the treadmill crane and used it as a lifting tool at several building yards.
It was however not orientable.
Walking within or on the outer side of a step wheel, on which a rope was winded on its axis, one to 5 to 7 crane men could lift weights up to 2 tons.
At the fall of the Roman Empire, end of the fifth century, a lot of attainments disappeared, among which also this important tool.
No other witnesses were further found until the XIIth century.
They are however to be found at construction sites of cathedrals, as where a stunning question arises on where they came from.
A comparative analysis of about 60 documents, especially miniature illustrations, dating from 13th to 16th century, turn out to provide an answer.

INHOUDSTAFEL

INLEIDING 5
Een TREDMOLENKRAAN-KRONIEK –PROBLEEMSTELLING 6
DE TREDMOLENKRAAN 6
De BOUWWERFTREDMDLENKRAAN 6
DE TREDMOLEN –TYPOLOGIE 7
ROME – DE ROMEINSE BOUWWERFTREDMOLEN KRAAN 8
HET GRAF DER HATERII – 8
DE MINIATUUR 17
VERLOOP VAN HET HIJSTOUW 25
KRONIEK VAN DE BOUWTREDMOLENKRAAN 26
OVERZICHTSTABEL 115
EVALUATIE - TYPOLOGIE 120
PERSONENLIJST 122
PLAATSNAMEN: 122
LIJST FIGUREN: 123
BRONNENLIJST 125
DE BOUWTREDMOLENKRAAN –SAMENVATTING 127
LA GRUE DE CHANTIER A TAMBOUR –RESUME 127
DER BAUTRETRADKRAN – ZUSAMMENFASSUNG 127
THE BUILDER'S TREADMILL CRANE-SUMMARY 128
INHOUDSTAFEL 128