

STORIA DELLA TECNOLOGIA

LEZIONE 11

**Massimo Guarnieri
Università di Padova
a.a. 2020-21**

1525-1650 - Europa

Espansione del Rinascimento in Europa

- Diffusione degli interessi rinascimentali italiani appresi durante le campagne militari in Italia
 - Francia, Fiandre, Germania – sia artistico-letterari che tecnici
 - Spagna – per lo più artistico-letterari
- Emigrazione verso il Nord Europa di tecnici e artigiani italiani (*fuga di cervelli, già allora*):
 - Francia
 - Germania
 - Boemia
 - Olanda
 - Inghilterra
 - ...

1517 - Europa

Frammentazione politica in una miriade di stati e principati, con elevata conflittualità, principi tedeschi ansiosi di sottrarsi al potere imperiale

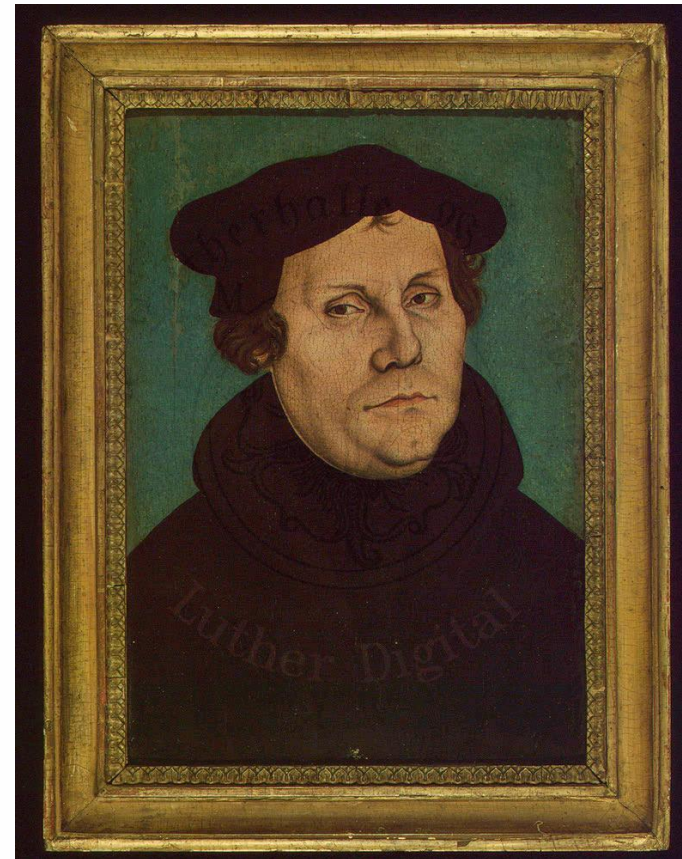


1517 - Germania

Editto di Wittenberg

Martin Luther (1483-1546)

- 95 tesi contro le indulgenze papali
- sostenute dai principi con aspirazioni indipendentistiche
- diffuse rapidamente in migliaia di copie grazie alla stampa a caratteri mobili
- inizia la riforma protestante



1542 - Roma

Inquisizione romana condotta dal Sant'Uffizio

lotta alle eresie, in seguito alla riforma luterana

- ne rimangono vittime pensatori, filosofi, scienziati, “giustiziati” come
 - Giordano Bruno (1548-1600), filosofo
 - Giulio Cesare Vanini (1585-1619), filosofo
- o perseguitati, processati e costretti all'abiura (anche con la tortura), come
 - Girolamo Cardano (1501-1576), medico, matematico, astronomo, prof. a Padova, Milano e Pavia
 - Michel de Bay (1513-1589), filosofo, prof. a Lovanio
 - Paolo Sarpi (1552-1623), filosofo, studente a Padova
 - Tommaso Campanella (1568-1639), filosofo
 - Giovanni Della Porta (1535-1615), scienziato a Napoli
 - Galileo Galilei (1564-1642), scienziato e filosofo, prof. a Padova

1542-59 - Roma

1542: Inquisizione romana (Sant'Uffizio)

- la politiche intimidatorie dell'inquisizione divengono un freno alla diffusione delle nuove idee nel mondo cattolico,
- dopo le condanne di filosofi e scienziati come Bruno e Galilei molti scienziati e pensatori esitano a pubblicare i propri lavori, come Cartesio

1559: Il Sant'Uffizio istituisce l'Indice dei libri proibiti (abolito nel 1966)

- Le opere scientifiche vengono per lo più stampate in Olanda
 - anche se i libri proibiti si possono trovare in molti collegi gesuitici e le licenze di lettura non sono difficili da reperire



1559-1598 - Francia

Guerre di religione

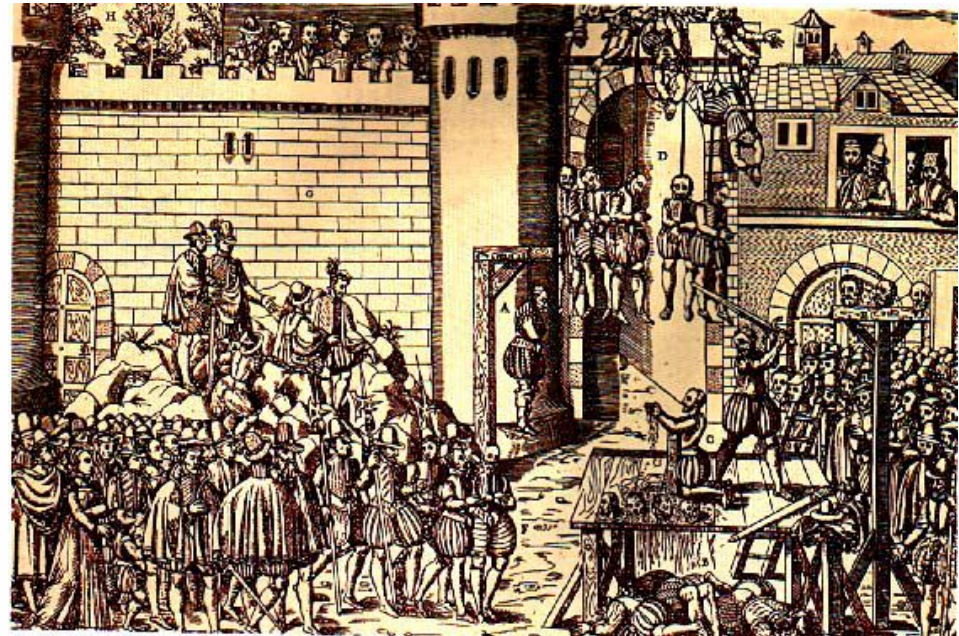
- Motivazioni socio-politico-religiose

1572: notte di San Bartolomeo a Parigi: strage degli Ugonotti (calvinisti francesi)

- proseguita nei giorni successivi: 5.000-30.000 morti

1598: Editto di Nantes riconosce la libertà di culto

- Promulgato dall'ugonotto Enrico IV, convertitosi al cattolicesimo per salire al trono
- Ma le guerre di religione continuano a insanguinare l'Europa per circa un secolo



~1500-1550 - Italia

Venezia:

- Primato nella produzione del vetro (avviato nel XIII secolo)

1547: Leggi severissime per la protezione dei segreti industriali

- ma non impediscono che maestri vetrai veneziani siano attirati in Nord Europa da allettanti ingaggi
- esistono anche indirizzi diversi: la scuola vetraia di Altare (Savona) segue una politica di aperta diffusione delle tecniche vetraie

Faenza, Siena, Gubbio, Ferrara:

- Primato nella produzione delle ceramiche

1510-1530 - Italia

Lavorazioni metalliche: Presse a vite per metalli
lavorazioni a freddo

- **Donato Bramante (1444-1514)**
 - Sigilli di piombo per Papa Giulio II
- **Cristofano Caradosso (1452-1527)**
 - Medaglie per Papa Giulio II
- **Benvenuto Cellini (1500-1571)**
 - Medaglie di ottone per Papa Clemente VII



1545 - Italia

Girolamo Cardano (1501-1576)

- studente e rettore a Padova
- professore a Milano, Pavia, Bologna
- coniuga interessi teorici ed applicativi
- matematico, medico, chimico, mago e tecnico
- recepisce alcune idee di Leonardo



Cardano matematico

- *Ars Magna* (trattato di matematica)
 - generalizzazione della soluzione delle equazioni di terzo grado (trovata da Dal Ferro ed elaborata da Tartaglia) e quarto grado
 - prima concezione dei procedimenti numerici di soluzione delle equazioni
 - prima intuizione dei numeri complessi (ossia, che le radici quadrate di numeri negativi non sono prive di significato)
 - primo trattato di probabilità (pensato per il gioco d'azzardo)

1547 - Italia

Girolamo Cardano (1501-1576)

Cardano tecnico

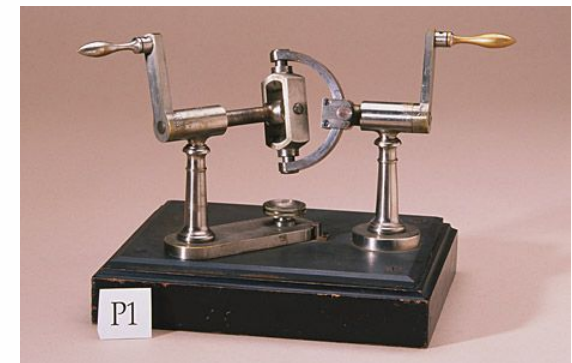
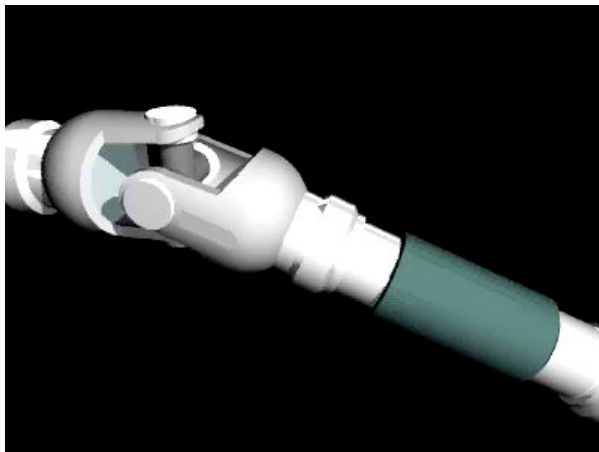
- tra i pionieri del metodo sperimentale in Europa
- interessi tecnici
- serratura a combinazione

1547 - *De subtilitate*:

sospensione cardanica (divulgazione, già inventata)

1577 - *De veritate rerum*:

giunto cardanico (o universale)



~1500-1550 - Europa

Germania:

- Indiscusso primato nella tecnica mineraria e metallurgica

Espansione dei mercati finanziari (Augusta, Anversa,...):

- mercato finanziario internazionale
 - **Jakob Fugger** (1459-1525) e successori ad Augusta
 - **Bartholomeus Welser** (1475-1559) e successori ad Augusta
 - Finanziamento di imprese minerarie, industriali ed esplorative per l'impero e quindi per la corona spagnola



1505 - Norimberga

Prima meccanica miniaturizzata in metallo:
orologio tascabile a molla, tamburo e bilanciere

- **Peter Henlein (1480-1542)**
 - Forma ovale: diametro 4,5 cm, peso 92,6 g



- Dal 1550 circa:
produzione commerciale come “uova di Norimberga”, custodito come segreto industriale, ma presto trafugato in Svizzera

1505 - Norimberga

Orologio tascabile a molla di Peter Henlein (1480-1542)



1525 - Norimberga

Albrecht Dürer (1471-1528)

- Primo grande nome del rinascimento tedesco

1525: trattato su compasso e squadra

- trattato a stampa per la divulgazione di conoscenze tecniche innovative

1527: trattato su fortificazioni

- attenzione alla difesa da assedi dovuta ai timori di invasione turco-ottomana dell'Europa centrale (a lungo paventata dopo la clamorosa caduta di Costantinopoli)

1528: trattato sulle proporzioni del corpo umano



1530 - Germania

Naspo rotativo e pedaliera per filatura

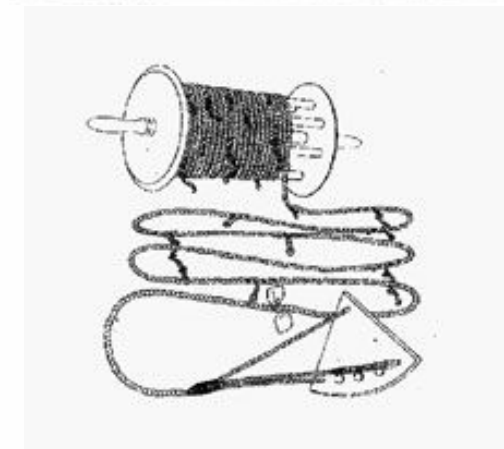
Johann Jürgen, artigiano del Brunswick

- presente in un disegno di Leonardo
- unisce in una sola macchina la filatura e la bobinatura su rocchetto
- permette di usare entrambe le mani per maneggiare il filato
- è uno dei primi dispositivi operativi per la meccanizzazione e automatizzazione del lavoro manifatturiero ripetitivo
 - una macchina simile era apparsa in un disegno di una Bibbia del 1524

~1550 - Europa

Innovazioni tecnologiche

- tornio per filiera
 - in figura: tornio a ruota idraulica del 1568
- vite da assemblaggio
 - per legno (e subito dopo per armature metalliche – concepita da Leonardo)
- miscele frigorifere (endotermiche)
- acquedotti: distribuzione capillare di acqua
- matita
- solcometro
 - tachimetro marino in nodi (figura), per misurare la velocità delle navi



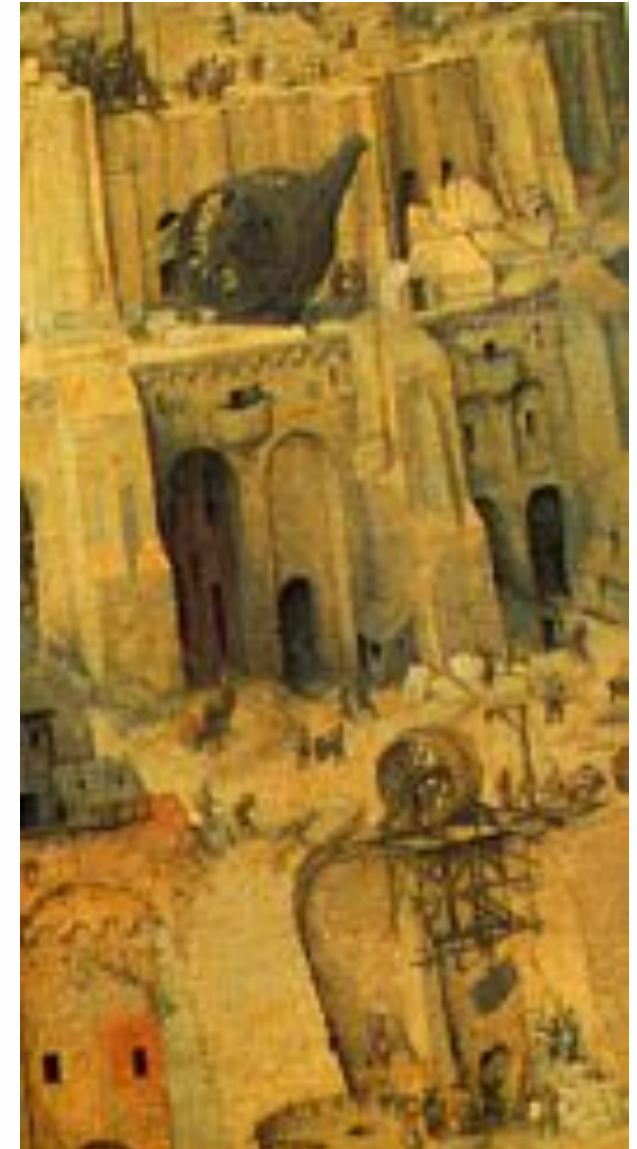
Diffusione di nuove tecniche

Nuove macchine per edilizia e movimentazione

- es.: Gru a ruota calcatoria, azionata a forza muscolare (diffusione; già usata dai Romani)



Ricostruzione
Deutsche Musuem
Monaco

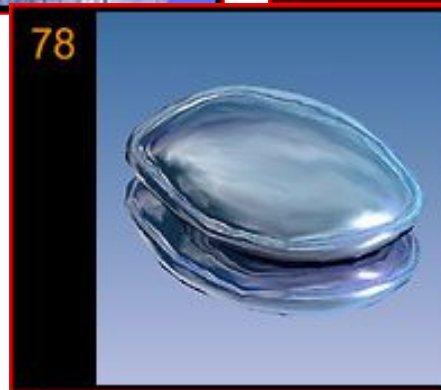
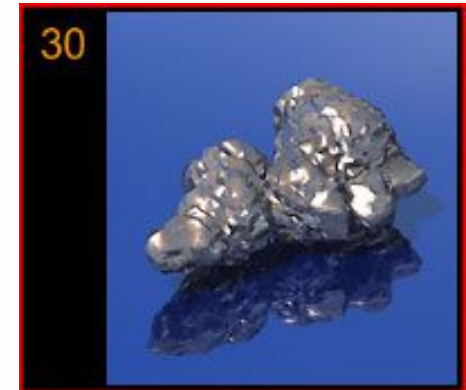
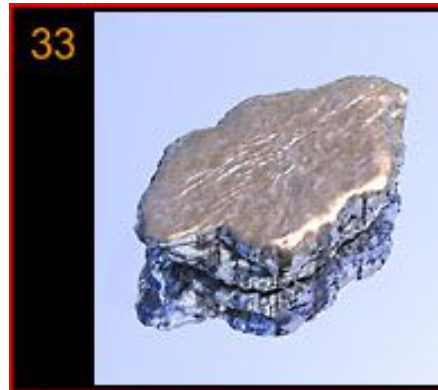
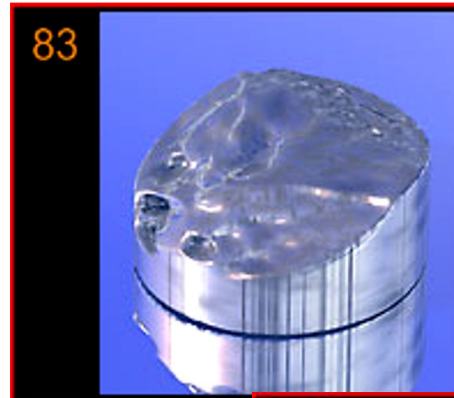
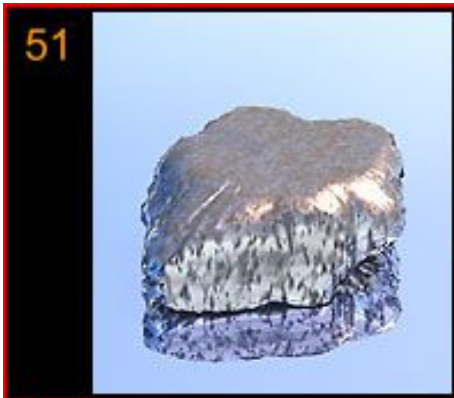


Pieter Bruegel
La torre di Babele
(1563, dettaglio)

~1540 - Europa

Progressi in chimica

- Ai 4 metalli scoperti da poco: antimonio, bismuto, arsenico, zinco,
- Se ne aggiunge un 5°: il platino (scoperto in Messico) - sono così noti complessivamente 12 metalli



- E nuovi composti: acido acetico puro, alcol etilico, ...

~1540 - Europa centrale

Crescente utilizzo dei metalli

- Dovuto in buona parte agli impieghi in armi da fuoco
- Si stima che dal 1460 al 1540 la produzione di ferro in Europa centrale sia quadruplicata
- portandosi a 100.000 tonnellate annue

~1540 - Europa centrale

Situazione mineraria

- Progressivo esaurimento di giacimenti e vene superficiali
- Pozzi sempre più profondi
- Fino a 500 passi (~150 metri)
- Problemi di sollevamento dei minerali
- Problemi di drenaggio dell'acqua

- Uso della ruota idraulica o della trazione animale per pompe di drenaggio (norie, a palle, pompe aspiranti e prementi) e per montacarichi per i minerali

Museo della scienza e della tecnologia - Milano



~1540 - Europa centrale

Drenaggio delle miniere

- Noria, pompa aspirante e premente azionate da animali o dalla ruota idraulica

Stampe del 1556



FIGURA 19—Drenaggio di una miniera. Catena di secchi azionata da una ruota idraulica. 1556.



FIGURA 20—Drenaggio di una miniera. Pompa aspirante a tre stadi, azionata da una ruota a pale.

1546 - Germania

Binari in legno per carrelli minerari

- Nelle miniere di Leberthal (Alsazia)

1598–1606: diffusione

- nelle miniere di carbone inglesi

- XVII e XVIII secolo:
diffusione generalizzata
in Inghilterra e altrove



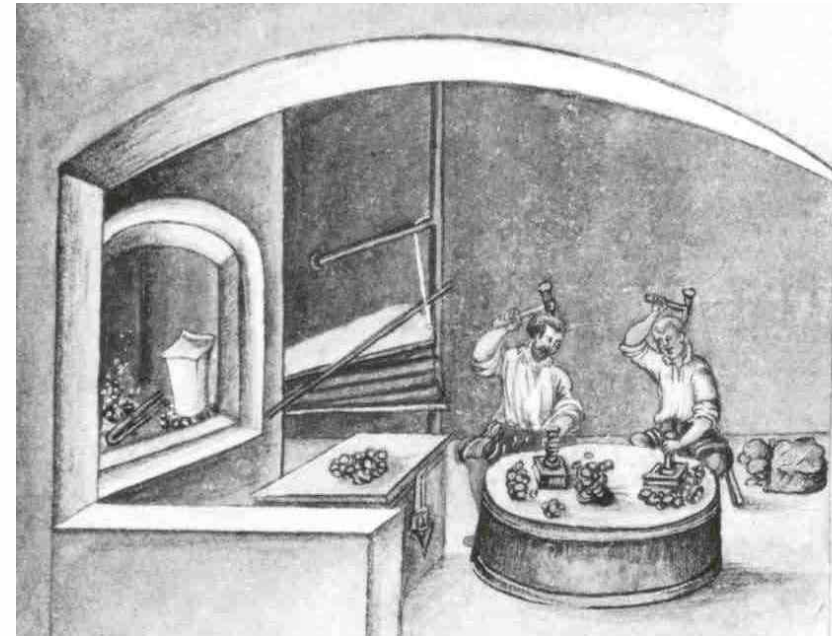
Deutsches Museum - Monaco

1550 - Norimberga

Mantice a scatola

Hans Lobsinger

- per forni metallurgici
- molto più efficace del vecchio mantice a sacco



Modello successivo inglese

1540 - Italia

De La Pirotechnia (postumo, in italiano)

Vannoccio Biringuccio (1480-1537)

- senese, formatosi in Germania
- primo trattato dettagliato su:
 - estrazione dei minerali
 - e chimica metallurgica
 - metalli: rame, piombo, stagno, oro, argento
 - leghe: acciaio, ottone,
- fusione: campane e cannoni in bronzo
- chimica inorganica
 - acido solforico

Stampato a Venezia, Firenze, Roma

- Esempio della nascente letteratura tecnica, che ha un ruolo fondamentale nella diffusione di nuove tecnologie, sia “autoctone” che “importate”



1556 - Germania

De Re Metallica libri XII (postumo)

Georg Bauer (Agricola, 1494-1555)

- medico, dotto umanista, scienziato ed ingegnere studiò anche a Bologna e Padova
- trattato enciclopedico e sistematico che raccoglie tutto lo scibile contemporaneo occidentale su miniere, estrazione dei minerali, metallurgia, lavorazione dei metalli:
 - tratta l'estrazione anche di antimonio, bismuto, zinco (primo cenno allo sfruttamento in Europa, ove per molto tempo è ancora importato da India e Cina)
 - insieme all'opera di Biringuccio (e di Lazarus Ercker 1530-1594) segna l'inizio di un nuovo modo di concepire i metalli, che nelle applicazioni meccaniche iniziano a sostituire il legno

1556 - *De Re Metallica*

GEORGII AGRICOLAE DE RE METALLICA LIBRI XII ▶ QVI

bus Officia, Instrumenta, Machinae, ac omnia deniq; ad Metallis
tam spectantia, non modo luculentissimè describuntur, sed & per
effigies, suis locis insertas, adiunctis Latinis, Germanicisq; appella
tionibus ita ob oculos ponuntur, ut clarius tradi non possint.

E I V S D E M

DE ANIMANTIBVS SVBERRANEIS Liber, ab Autore res
cognitus: cum Indicibus diuersis, quicquid in opere tractatum est,
pulchrè demonstrantibus.



BASILEAE M ▶ D ▶ LVI ▶

Cum Privilegio Imperatoris in annos v.
& Galliarum Regis ad Sexennium.



A—MORTAR. B—UPRIGHT POSTS. C—CROSS-BEAMS. D—STAMPS. E—THEIR HEADS.
F—AXLE (CAM-SHAFT). G—TOOTH OF THE STAMP (TAPPET). H—TEETH OF AXLE (CAM).



A—MASSES OF METAL. B—HAMMER. C—CHISEL. D—TREE STUMPS. E—IRON TOOL
SIMILAR TO A PAIR OF SHEARS.

1500-1600 – Paesi Bassi - Olanda

Sotto la dominazione spagnola

- Poderoso sviluppo economico:
 - agricolo
 - artigianale (produzione tessile)
 - commerciale
- prima Anversa poi Amsterdam diventano i porti più ricchi d'Europa, ove arrivano spezie e merci acquistate oltreoceano da portoghesi e spagnoli
- sostituiscono Venezia e Genova che hanno controllato i commerci con l'oriente per secoli sulle rotte del Mediterraneo e terrestri asiatiche

~1550 - Olanda, Inghilterra

Straordinario sviluppo agricolo

Prima nelle Province Unite (Olanda)

- prati irrigui
- insieme alla produzione tessile ed al commercio le avviano ad essere il paese più prospero d'Europa

Poi in Inghilterra

- trattati tecnica agraria

1523 **Fitzherbert**: *Book of Husbandry*

1557 **Tusser**: *Five hundereth good points of Husbandry*



Portogallo, Spagna, Olanda, Inghilterra, Francia

- Navigazioni oceaniche



1500-1700 - Nord America

1500-1700:

- Prime esplorazioni
 - Giovanni Caboto (1450-1497), gaetano-veneziano al servizio dell'Inghilterra
 - Giovanni da Verrazzano (1485-1528), fiorentino al servizio della Francia
 - Alonso de Ojeda e Amerigo Vespucci (1499-1510) (Spagna)
 - Jacques Cartier (1491-1557) (Francia)
 - Martin Frobisher (1539-1594) (Inghilterra)
 -

1620: Prima colonia calvinista

- A Plymouth (New England)
- Padri pellegrini
 - Calvinisti inglesi



Rivoluzione commerciale

Nel corso del 500 i commerci controllati dalle potenze europee si sviluppano su scala mondiale, sulle rotte oceaniche aperte dal 1487

- si consolida la prima “globalizzazione planetaria”
- sostenuta da una ampia gamma di tecniche:
- navi, strumenti nautici, commerciali e finanziari apparsi nei due secoli precedenti ... armi da fuoco

Migrazioni di animali e piante

Scambio colombiano

Arrivarono in Europa

Dall'America

- patata, pomodoro, zucca, cacao, mais, tabacco, girasole, fagioli, peperone, arachide, tacchino, anitra, ...

Dall'Asia

- soia, canapa, miglio, frutta, zafferano, lupino, cipolla, riso, cocco,
- Notevole arricchimento della dieta europea con alimenti capaci di sfamare i ceti umili

Escono dall'Europa

Verso l'America

- Frumento, orzo, canna da zucchero, segale, avena, vite, olivo, caffè, bovini, cavallo, maiale, gallina,

E nuovi modi di vivere e pensare

E nuove idee:

- “i comuni navigatori dei nostri giorni, facendo vere esperienze, hanno conosciuto il contrario delle opinioni dei filosofi”
 - **Jacques Cartier** (1491-1557)
 - secondo esploratore del nord America (1534), scopritore del San Lorenzo, alla ricerca del passaggio a nord-ovest per l'Asia
 - La constatazione di nuovi orizzonti e nuove realtà (piante, animali, uomini, civiltà non cristiane), non inseribili nei quadri del sapere tradizionale, dimostra in modo inconfutabile la limitatezza e l'erroneità di tanti principi e posizioni dei pensatori classici



Navigazione oceanica

Esigenze di sistemi cartografici e di localizzazione efficienti

1524: Trattato sui metodi cartografici

Apianus (Peter Bienewitz, 1495-1552) – Germania

1533: metodo di triangolazione

Gemma Frisius (1508-1555) – Olanda (sotto la corona spagnola)

1597: Gresham College (Londra)

finanziato dalla Compagnia dei Mercanti

- con cattedra di Astronomia e Navigazione

1569 - Fiandre

Coordinate geografiche ortogonali

Gerhard Kremer (Mercator, 1512-1594)

Latitudine e longitudine

- derivazione greca (Tolomeo, ~150 a.C.) e araba
- mappatura congruente, che conserva le relazioni angolari
- (già ideata in Cina da Su Song, 5 secoli prima)



Mappamondo di Mercatore del XVI sec.

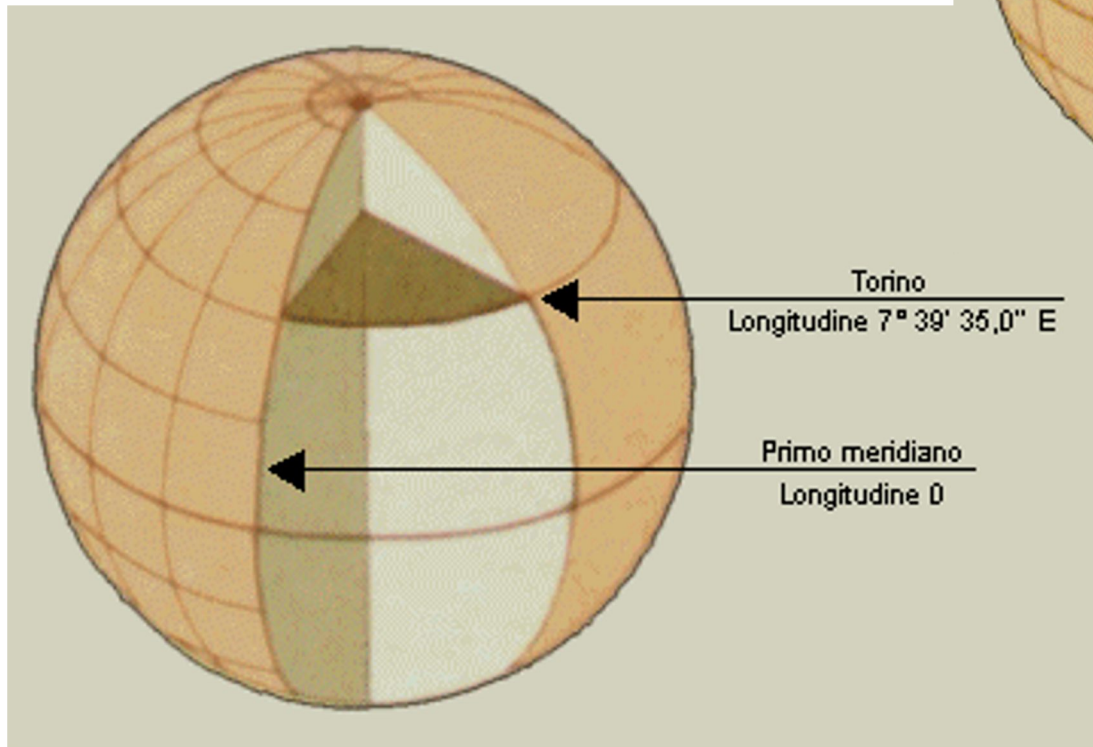
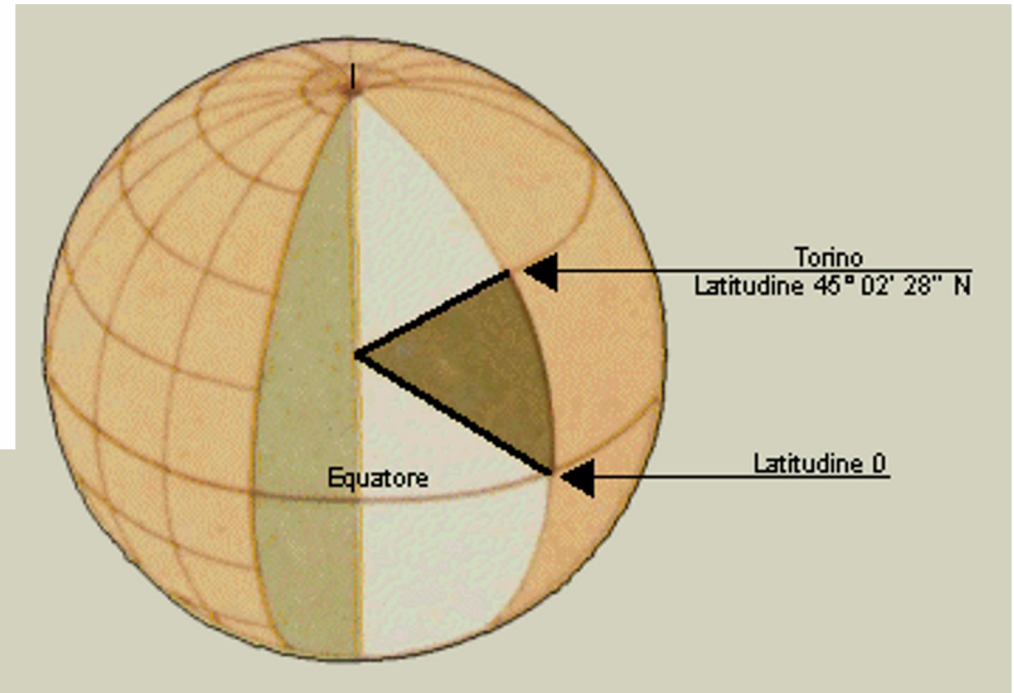


Coordinate geografiche ortogonali

Latitudine

Longitudine

- costituiscono un approccio razionale-scientifico ai problemi pratici della navigazione



Coordinate geografiche ortogonali

Misura di latitudine

- già necessaria con i portolani
- dall'angolo di elevazione del sole al meridiano
→ **astrolabio**
- angolo di elevazione della stella polare
→ **notturnale** (o notturlabio)

Saranno superati solo nel 1730 dal **sestante** (molto più preciso)

- Notturnale del 1565



Coordinate geografiche ortogonali

Misura di longitudine: molto più difficile
confronto tra ora locale e ora del meridiano di riferimento

- Metodi empirici (XVIII secolo: cane ferito)
- Metodi astronomici (studiati dai fisici)
 - Eclissi lunari (prevedibili e simultanee in tutta la terra, ma rare)
 - Eclissi dei pianeti medicei (Galileo 1612, Cassini 1681, prevedibili e assai più frequenti - più volte al giorno - ma di difficile osservazione)
 - Effemeridi, congiunzioni lunari: accurata descrizione del moto della luna rispetto alle stelle fisse (richiede tabelle di onerosa compilazione → Almanacco nautico, dal 1767)
- Metodi meccanici (studiati dai tecnici)
 - Orologi precisi per lunghi periodi di tempo inizialmente proposti da Gemma Frisius (1508-1555) → serve grande precisione (pochi secondi di errore al mese)
 - Tentativi di usare l'orologio a pendolo (dal ~1680), di scarso successo

1563 - Italia

Milano

- istituzione del Collegio degli ingegneri
 - Primo ordine professionale

Strutturazione e definizione della professione di ingegnere

- Ingegnere = ingegno + mestiere
 - Ingegno = congegno, marchingegno

→ ingegnere = chi pratica il mestiere di costruire congegni

1570 - Piemonte

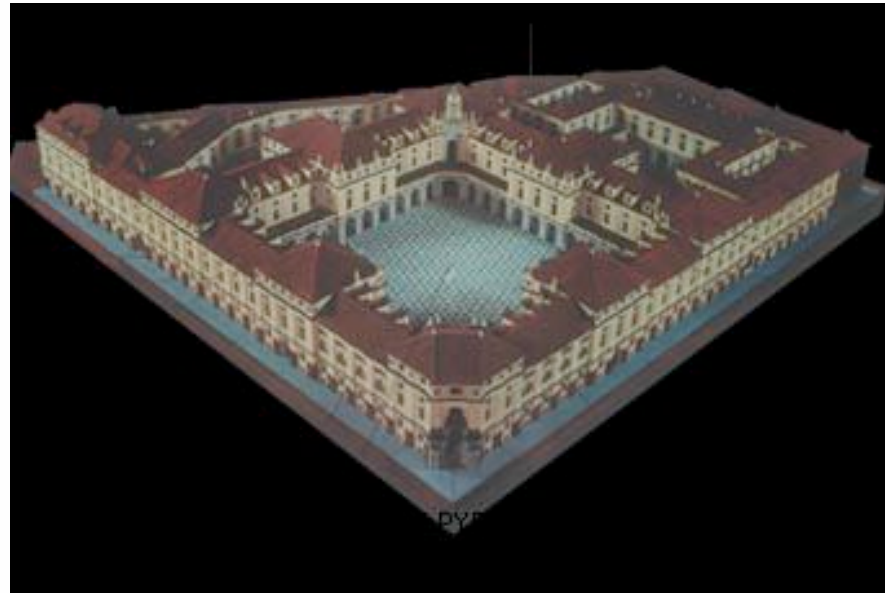
Arsenale di Torino (dei Duchi Savoia)

- fonderia pre-industriale
- sistema di produzione organizzato sul modello all'Arsenale di Venezia

precedente:

1739: Sede delle scuole teoriche e pratiche di artiglieria e fortificazioni

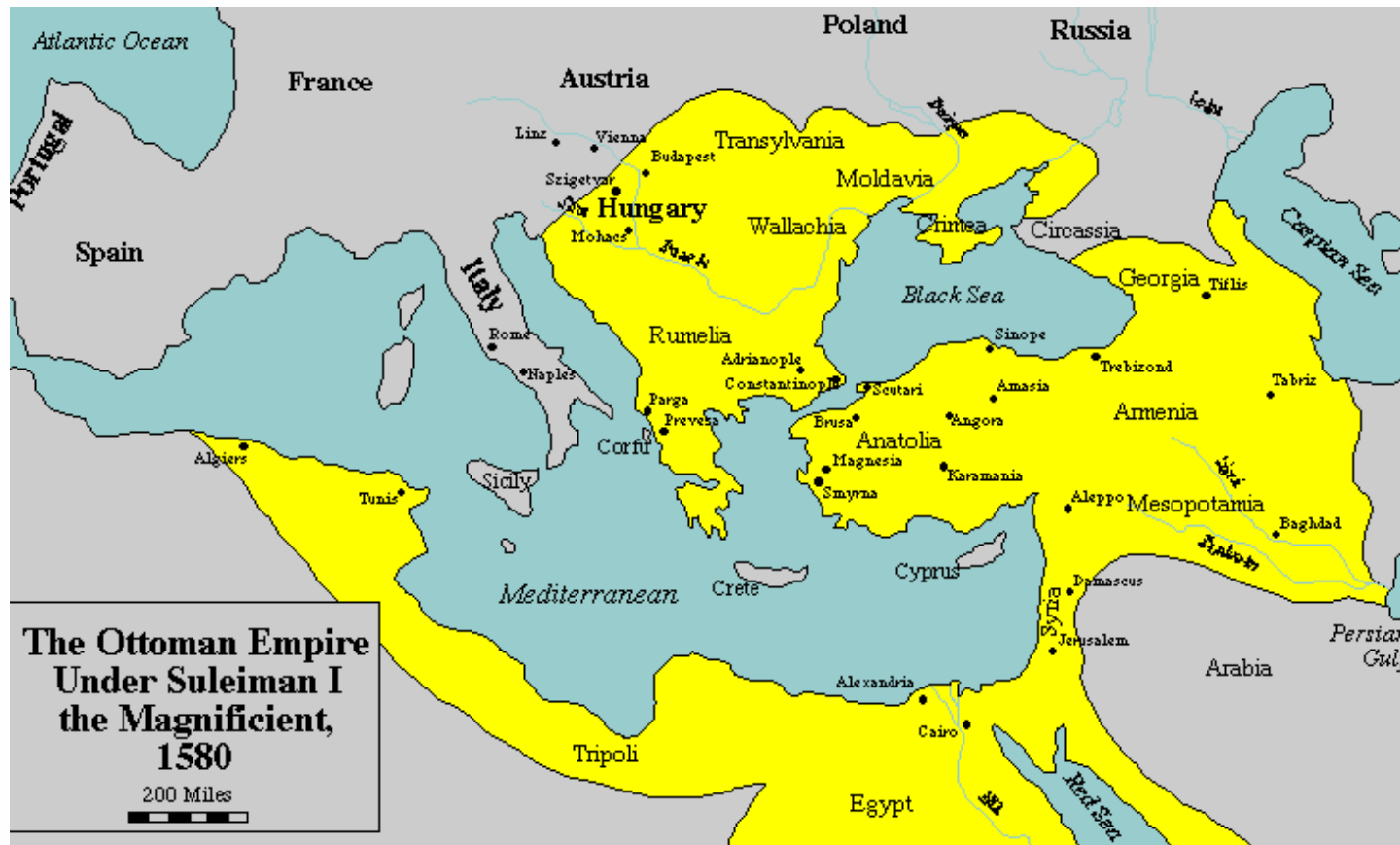
- prime forme di scuole tecniche (militari)



~1560 - Impero ottomano

Massima espansione dell'impero ottomano sotto Solimano I il Magnifico

- Minaccia degli interessi territoriali e commerciali europei



1571 - Europa

Battaglia di Lepanto (terza)

- Vicino a Patrasso
- la coalizione cristiana (Santa Lega, voluta dal Papa) sconfigge la flotta musulmana

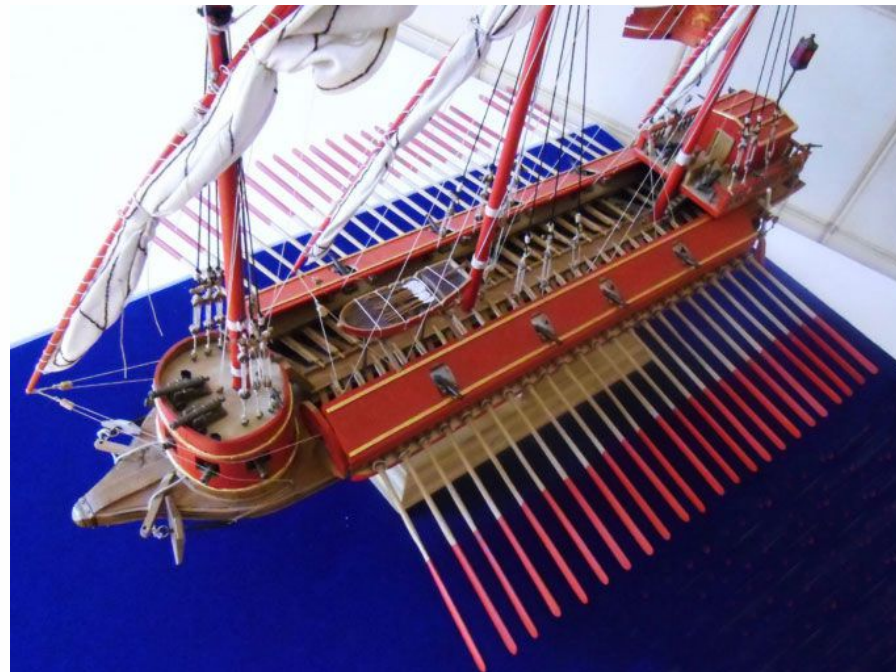


- Primo arresto dell'espansione ottomana
- ma Venezia perde comunque la guerra di Cipro

1571 - Venezia

Battaglia di Lepanto (terza)

- Venezia dà un contributo primario con 109 galee (delle 206 totali) e 6 galeazze
 - La galeazza è una nuova nave da guerra, inventata per questa battaglia, ed ha un ruolo decisivo in essa
 - evoluzione della galea, più grossa, a ponte libero ed armata sulle fiancate con schiere di bombarde leggere
- Uso sistematico delle artiglierie nelle battaglie navali



1577-1588 - Inghilterra

Primi successi navali

Vascelli maneggevoli (caracche) armati con schiere di artiglierie poste lungo le murate, capaci di affondare le navi avversarie

Francis Drake (1540-1596)

1577: giro del mondo

- guerra di corsa alla Spagna

1588: vittoria sull'Armada Invencible di Filippo II di Spagna

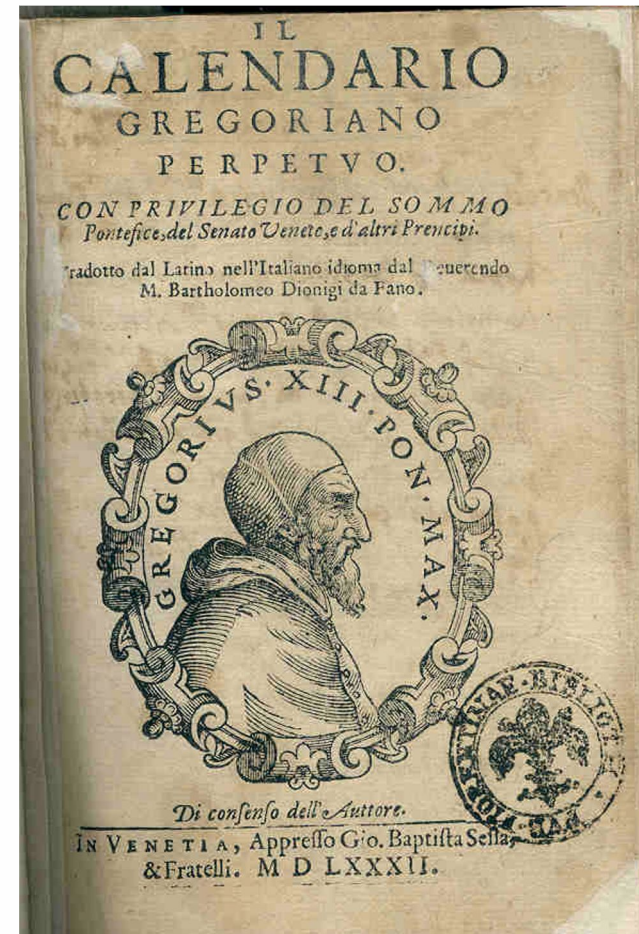
- Ascesa dell'Inghilterra di Elisabetta I
- Inizio della decadenza spagnola



1582 - Italia

Calendario Gregoriano:

- voluto da Gregorio XIII
- Da problemi di celebrazione della Pasqua (che dipende dalla prima luna piena dopo l'equinozio di primavera)
- Corregge e sostituisce il calendario giuliano
- Stabilisce non bisestili gli anni secolari (xx00) non divisibili per 400
- Rimane un errore di 2 giorni circa ogni 10.000 anni
- Manovra correttiva del 1582:
 - il giorno seguente al 4 ottobre fu il 15 ottobre



1590 - Italia

San Pietro in Vaticano:

- completamento della cupola
 - Progetto originale di Michelangelo Buonarroti
 - Realizzazione di Giacomo della Porta
- $\varnothing = 42$ metri, $H = 136$ metri, 14000 t



1593 - Venezia

Rinascita di interessi urbanistici

- dimenticati dopo l'epoca classica:
le città medioevali erano cresciute in modo caotico e disordinato
- ma già intuiti da tecnici come Leonardo

Fortificazioni poligonali

1593: uno dei primi esempi: Palmanova, città-fortezza della Serenissima

Giulio Savorgnan (nobile ed ingegnere veneziano) e **Bonaiuto Lorini**

(tecnico di guerra per Cosimo dei Medici e per la Serenissima)

- in Europa centrale permangono i timori di invasione turco-ottomana condotta con bombarde, come a Costantinopoli

1597: Trattato *Delle fortificazioni*

Bonaiuto Lorini

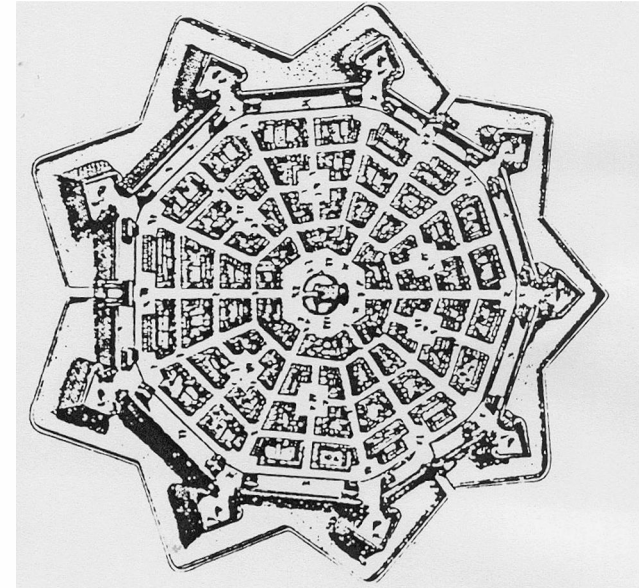
- afferma l'esigenza di un nuovo rapporto tra matematica pura e meccanica

1593 - Venezia

Palmanova - città fortezza a impianto poligonale

Giulio Savorgnan e Bonaiuto Lorini

- Città fortificate (e non castelli)
 - Mura basse, dritte e robustissime, capaci di resistere ai colpi delle bombarde
 - Dotate di bastioni per artiglierie a fuoco incrociato
-
- Rivoluzione nell'edilizia militare indotta dalle armi da fuoco (bombarde) da difesa e da attacco
 - Nuova importanza della guerra d'assedio rispetto alle battaglie campali (iniziata nella Guerra dei Cent'Anni)

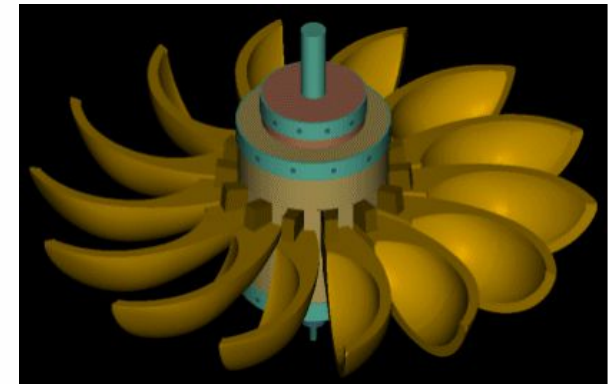
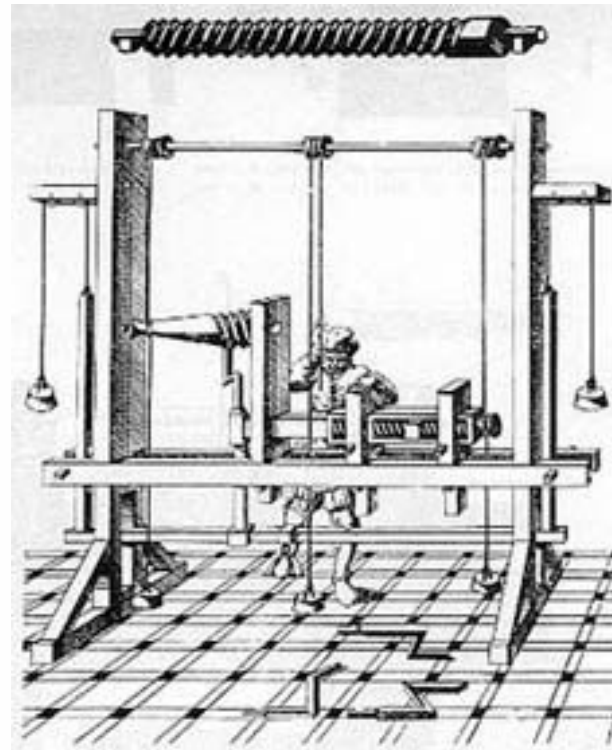
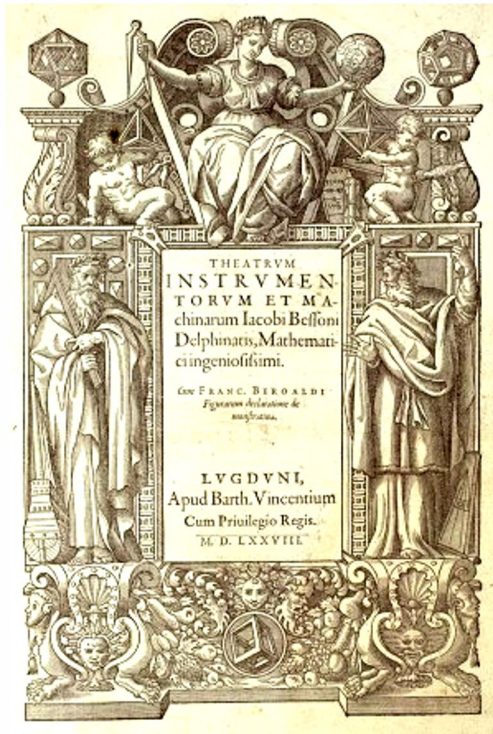


1572 - Francia

Theatrum Instrumentorum et Machinarum

Jacques Besson (~1530-1573)

- Ingegnere militare al servizio di Enrico III
 - Trattato su macchine, con applicazione di leggi matematiche
 - ruota idraulica efficiente (a palettatura avvolta), che anticipa la turbina

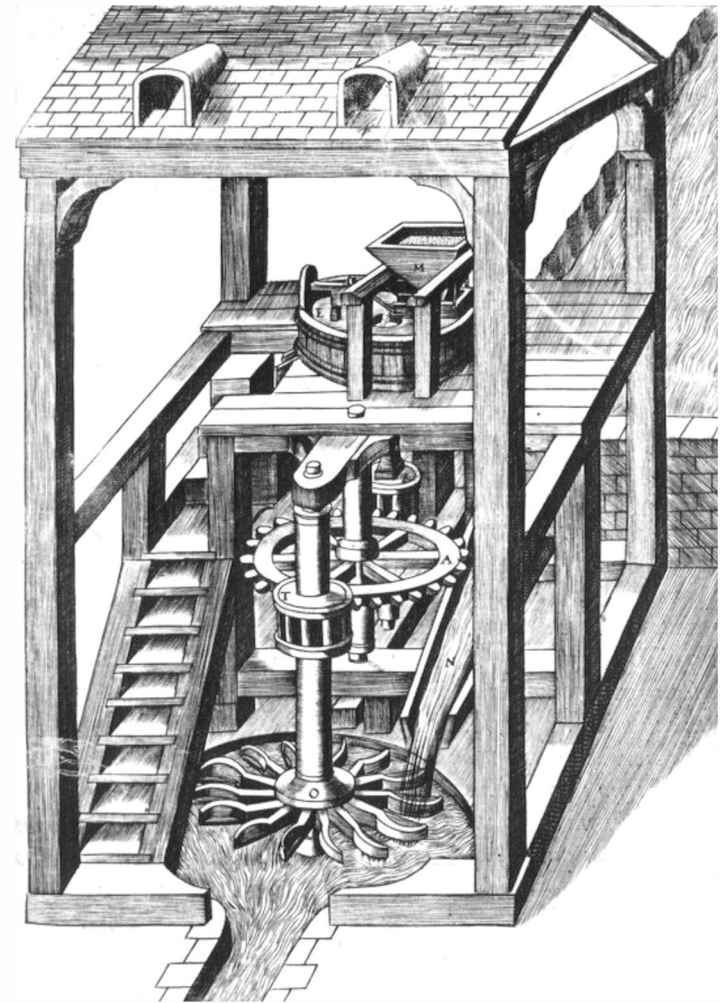


1588 - Francia, Italia

Le diverse et artificiose machine ...

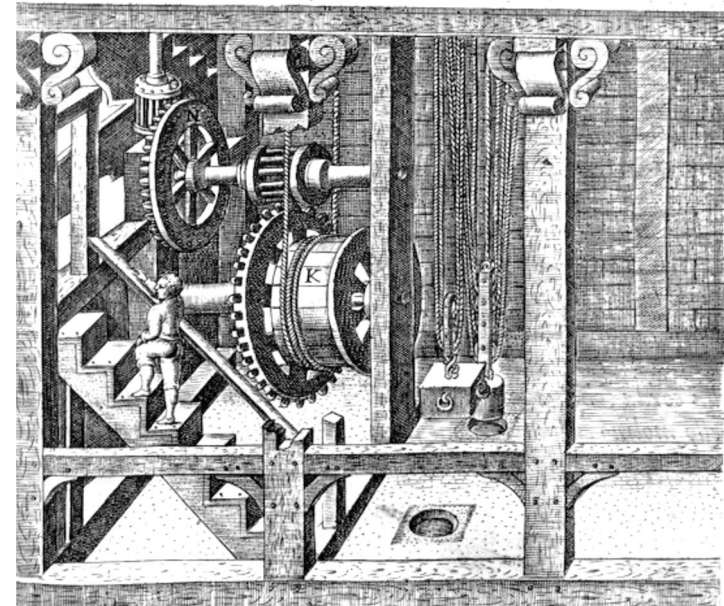
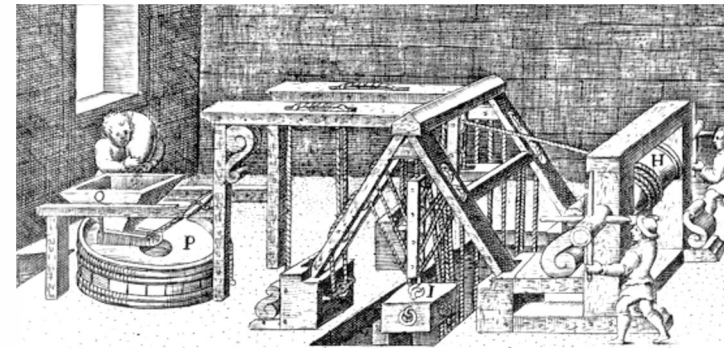
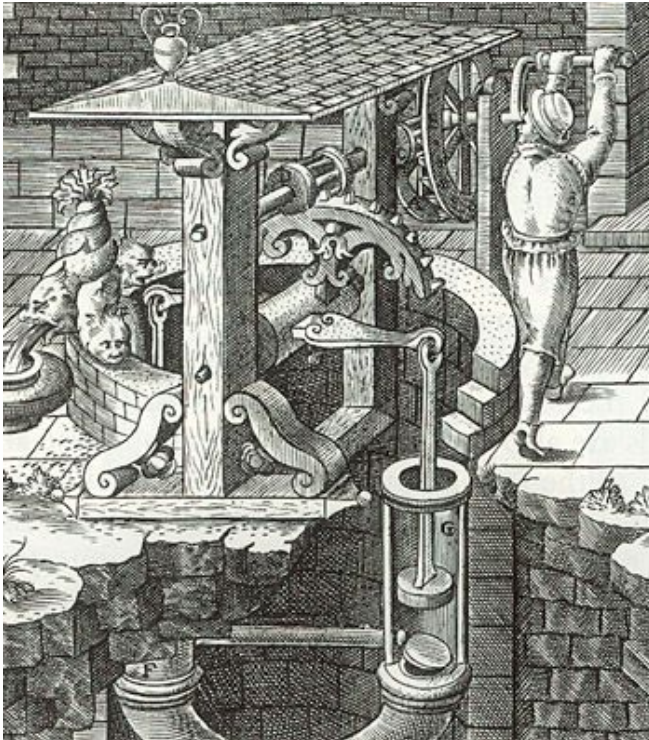
Agostino Ramelli (~1531-1600)

- Ingegnere militare al servizio di Enrico III
 - Trattato sulle macchine con 194 tavole con pompe, ruote idrauliche, telai, gru, argani, fonderie,
 - Molte realizzate nei secoli successivi ed influente su trattati



1588 - Francia, Italia

Le diverse et artificiose machine ...
Agostino Ramelli (~1531-1600)



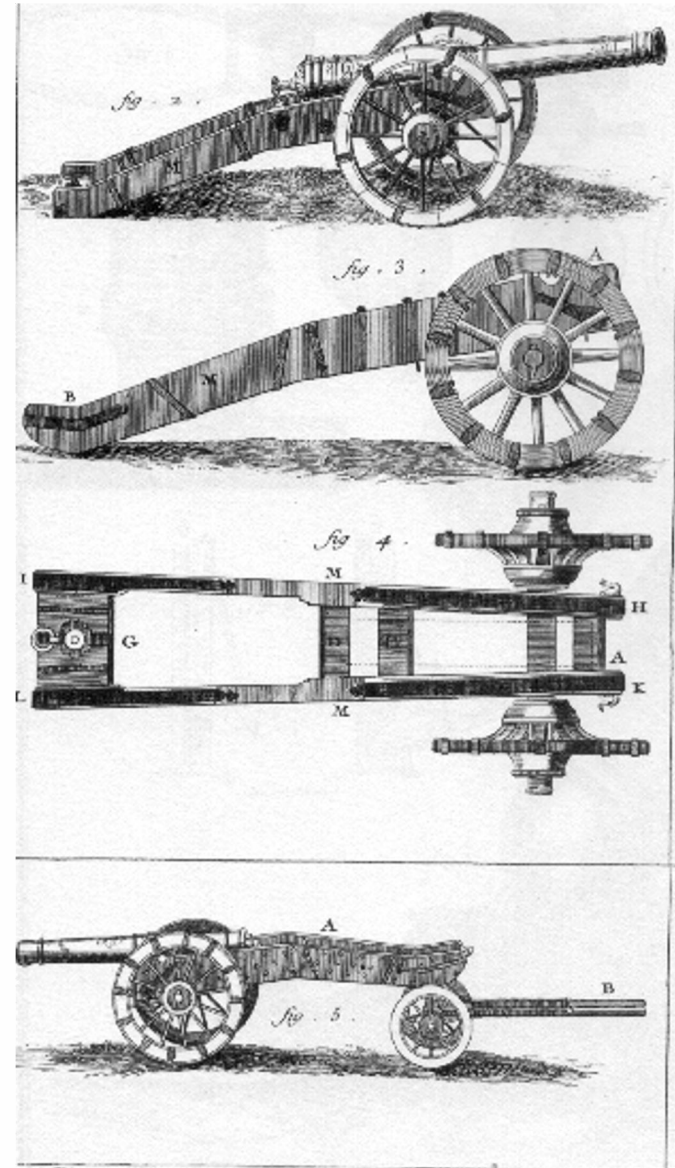
~1600 - Europa

Evoluzione dell'industria mineraria

- argani perfezionati,
- montacarichi ad azione idraulica

produzione “in serie” di manufatti metallici:

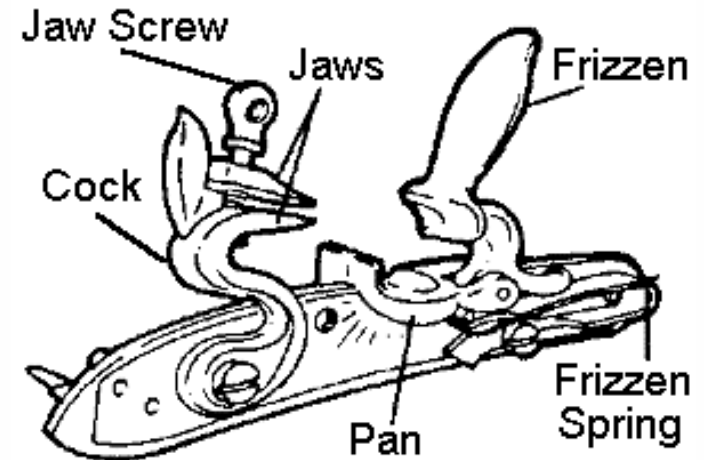
- chiodi,
- armi da artiglieria



1610 - Francia

Innesco a pietra focaia

- nettamente più pratico ed efficiente degli inneschi a miccia e a ruota
- integrato dalla cartuccia ideata nel 1586
 - involucre in carta contenente la palla e la polvere da sparo già dosata
- resta in uso per circa due secoli, fino all'avvento dell'innesco a percussione e delle munizioni moderne



1579 - Polonia (Germania)

Danzica

Telaio per nastri (da 4 a 6 contemporaneamente)

Anton Möller

azionabile da una sola persona

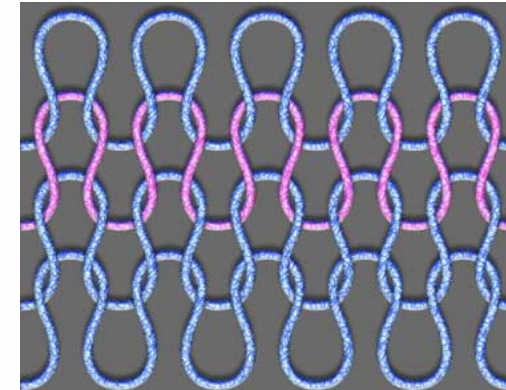
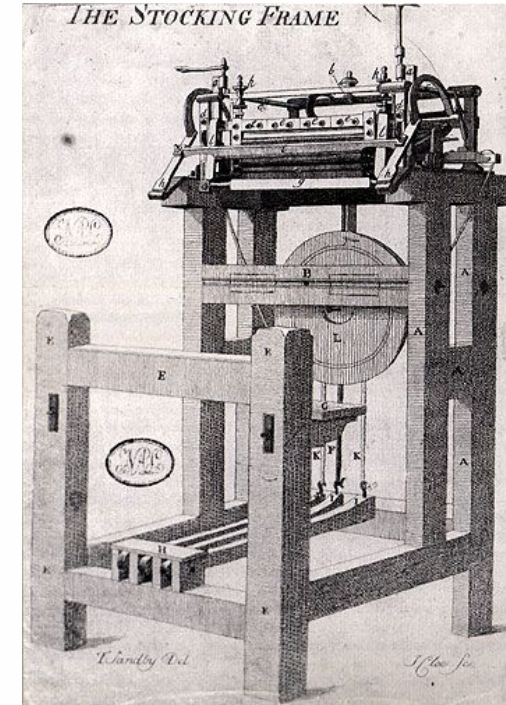
- Sommosse dei salariati e distruzione (minacciati di perdere il lavoro a causa di questa macchina automatica)
- Diffusione successiva in Olanda, Germania, Svizzera, Inghilterra, Francia
- Tumulti, proibizioni e limitazioni dell'uso (Leida 1620-23; Londra 1675; Germania 1685-1726 ...)
- Nuovo passo nella meccanizzazione della produzione manifatturiera (tessile)

1589 - Inghilterra

Macchina da maglieria

William Lee (1563-1614)

- Per produrre calze
- Rifiuto del brevetto da parte di Elisabetta I (per difendere il lavoro dei magliai a mano) e scarso successo iniziale in Inghilterra
- Temporanea emigrazione in Francia
- Ma nel 1660 sono in funzione 650 macchine in Inghilterra e nel 1663 la macchina è sostenuta da Carlo II
- L'Inghilterra si trasforma da esportatrice di lana a esportatrice di abiti di lana
- Poi: ruolo primario nel decollo della rivoluzione industriale
- anche altri apparecchi meccanici



1596 - Inghilterra

Gabinetto ad acqua - *water closet*

Sir John Harrington (1561-1612)

- per Elisabetta I (sua madrina) senza seguito
 - invenzione considerata frivola, un lusso inutile e vizioso
 - in Europa i tempi non sono ancora maturi per abitudini igieniche evolute ...
 - ... un secolo dopo Versailles, la più sontuosa e moderna residenza costruita fino ad allora, aveva gabinetti che emanavano fetidi olezzi
-
- in Europa le attenzioni igieniche tardano molto a manifestarsi
 - le città rimangono immondezze con fogne a cielo aperto ancora per secoli



1560-1700 - Olanda

Bonifica e prosciugamento delle paludi costiere

- Sostenuti da imponente sviluppo tecnologico

1560-1700: oltre 100 brevetti in tale settore

- Pompe di prosciugamento di vario tipo, azionate da ruote eoliche

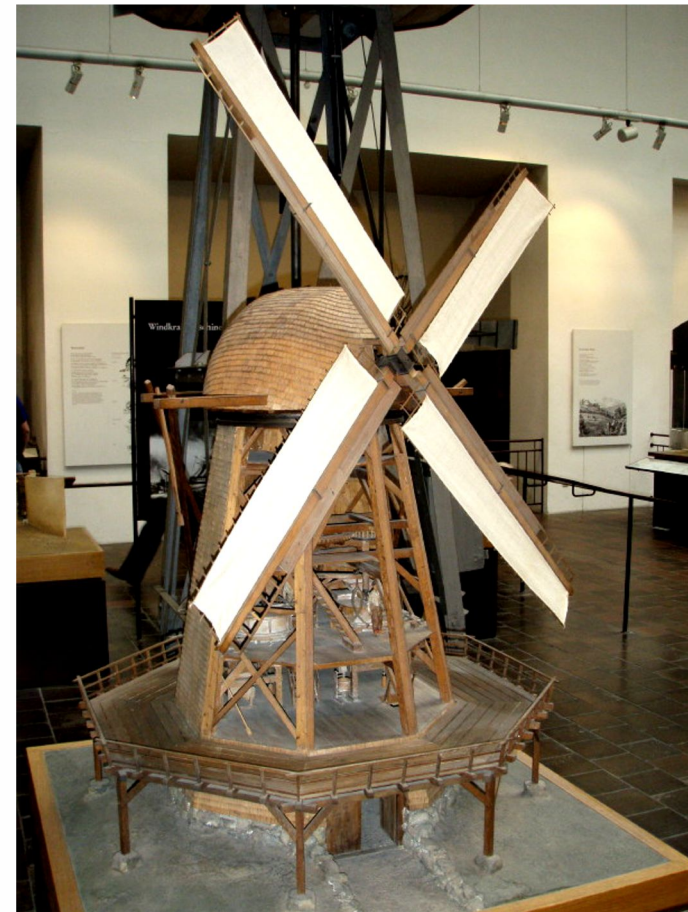
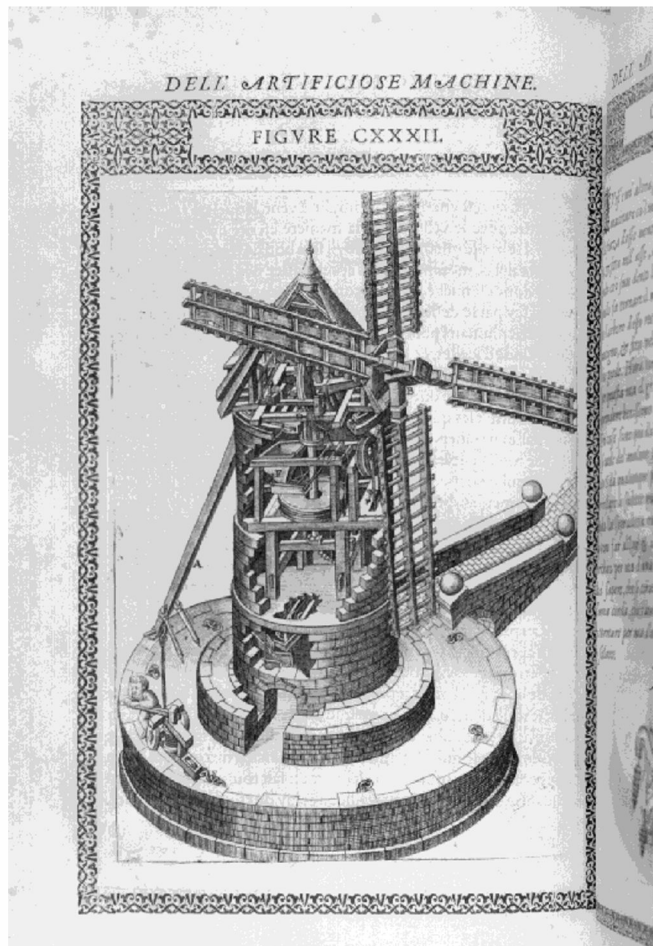
1598: vite di Archimede azionata da ruota a vento inclinata



1579 - Olanda

mulino a vento a torretta girevole perfezionata

- Ideata da Leonardo e poi disegnata da Ramelli



Deutsche Museum - Monaco

1584 - Olanda

Simon Stevin (1548-1620)

- massimo ingegnere idraulico olandese
(ma anche matematico e scienziato, uno dei maggiori della sua epoca, ammiratore di Archimede, introduce nei Paesi Bassi la partita doppia codificata da Pacioli, anticipa gli esperimenti di Galileo sulla caduta dei gravi)
- Invenzioni:
 - Pompa di prosciugamento azionata da ruota eolica
 - Fortificazioni
 - Macchine varie
 - Carro a vela
(grandi velocità terrestri)



Carro a vela di Stevin (precedenti in Cina nel 550)

1594 - Olanda

Cornelis Corneliszoon (~1500 - ~1602)

1594: segheria azionata da ruota eolica

- importante per la carpenteria navale olandese del seicento

1597: pompa alternativa azionata da ruota eolica

1602: primitiva pompa centrifuga

- già apparsa in Italia
(Francesco di Giorgio Martini, 1475)

n.b.: l'Olanda è priva di salti idrici
e di fiumi importanti, per cui la ruota
idraulica è meno utile che altrove
come generatore di energia meccanica



1595 - Olanda

Microscopio a due lenti

Attribuzione tradizionale:

Zacharias Janssen (1580-1638)

- fabbricante di lenti (15-enne- ?)
- idea innovativa delle 2 lenti
- potere di ingrandimento x3 - x9
- affetto da aberrazione cromatica



Zacharias Janssen
(1580-1638)

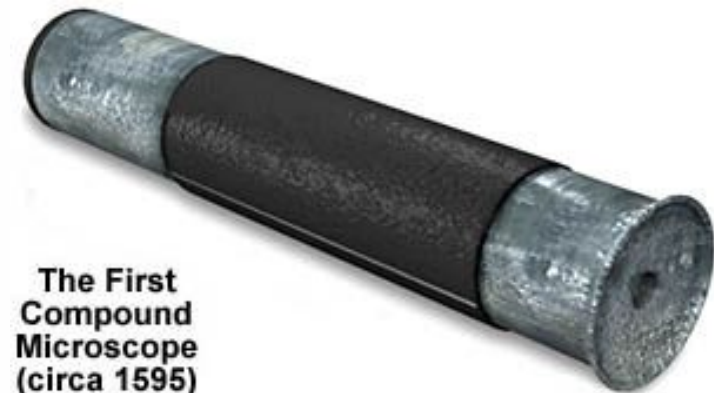
n.b.: Studi di ottica precedenti:

1521-25: *Photismi, Diaphana*

Francesco Maurolico (1494-1575)

1589: *De reflectiones optices*

Giovanni B. della Porta (1535-1615)



The First
Compound
Microscope
(circa 1595)

La lavorazione delle lenti è introdotta in Olanda da artigiani italiani intorno al 1590

1608 - Olanda

Cannocchiale

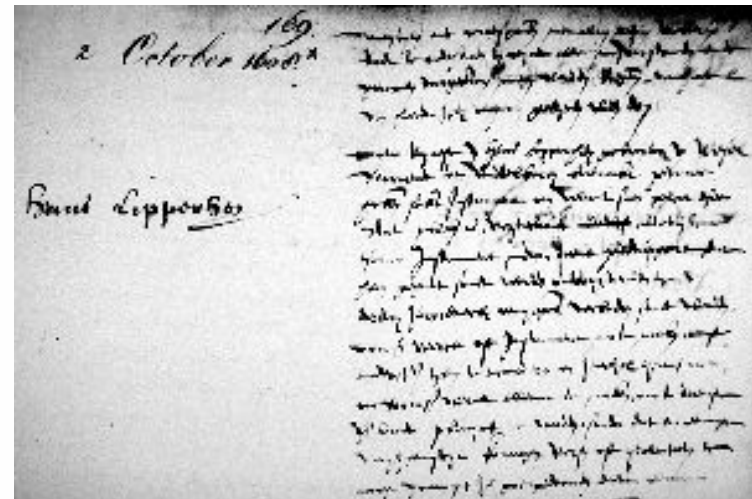
Attribuzione tradizionale:

Hans Lippershey (1570-1619)

- fabbricante di lenti tedesco naturalizzato olandese
- prima richiesta di brevetto (non concesso)
- Immediato sfruttamento nautico
 - vantaggi militari e commerciali
- secondo alcuni documenti del 1589 e 1590 è già noto in Italia



Hans Lippershey
(1570-1619)



1620 - Olanda, Inghilterra

Cornelis Drebbel (1572-1633)

inventore di fama e successo

- sottomarino
varie manovre dimostrative a profondità tra i 4 e i 5 metri,
anche con Giacomo I d'Inghilterra a bordo
- inventore di fama e successo
 - acquedotto di Alkmaar
 - orologio a moto perpetuo
(a gradiente termico)
 - incubatrice per polli dotata
del primo dispositivo a retroazione
di epoca moderna (termica)
 - microscopio a due lenti convesse
 - ...



1609 - Olanda

Contesto storico-politico:

Indipendenza dalla Spagna, costituzione in repubblica

- Poderoso sviluppo di attività borghesi e mercantili
- Più potente flotta mondiale
- Sviluppo dell'impero coloniale-commerciale
 - Superano e sostituiscono i portoghesi nell'Oceano Indiano
- Prime grandi società per azioni
 - 1602: Compagnie Olandese delle Indie (orientali e poi occidentali)
controlla l'impero commerciale olandese oltre-oceano e prima borsa valori.

~1600 - da Italia e Germania a Olanda e Inghilterra

Effetto dei libri e trattati tecnici:

- formazione dei tecnici svincolata dalle botteghe artigiane
- riduzione del potere delle corporazioni
- crescente uso delle macchine
- e crescente importanza dei capitali necessari al loro finanziamento

~1600 - da Italia e Germania a Olanda e Inghilterra

Si estende in Europa il passaggio da bottega artigiana con lavorazioni manuali alla produzione basata sulle macchine

- Grossi artigiani che dispongono di o accedono a capitali diventano “proto-industriali”
 - Ruolo determinante dei capitali per l’acquisto delle macchine
 - Finanziatori cointeressati
 - Prime forme di industria capitalistica
- Piccoli artigiani divengono “proto-proletari”