

Alain CHARTRAIN

Studio tecnologico delle macchine rotatorie dell'Età
del Ferro e di epoca Romana : Le produzioni di
Orvieto (Italia) nel loro contesto tra l'Ebro & il
Reno

Discussione tesi di Dottorato



MSP

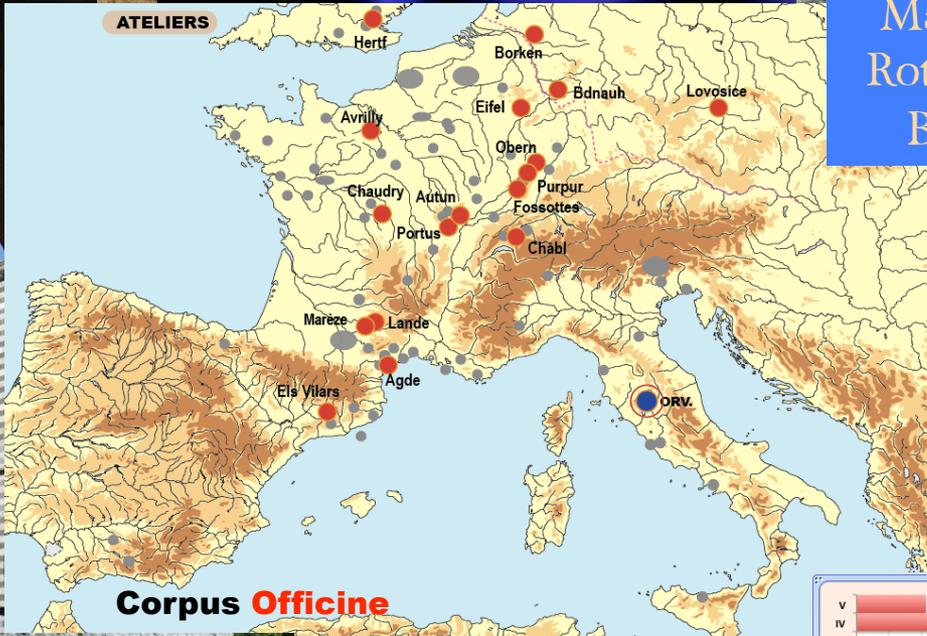


MRB -Macine Rotatorie Basse

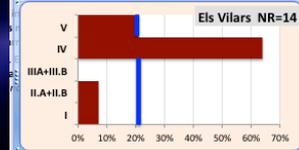
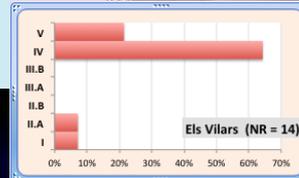
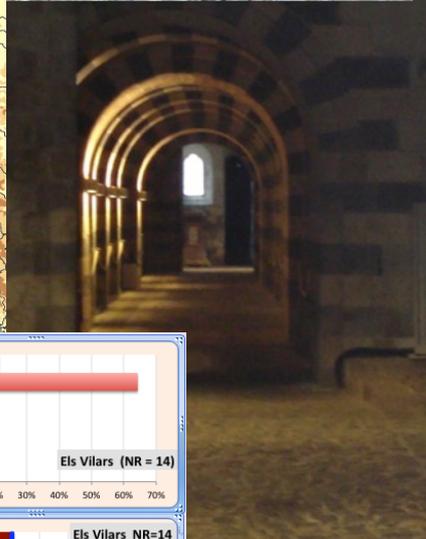


Macine Rotatorie Basse

Leucite



Corpus Officine





Il nostro studio riguarda le piccole macine comuni che chiameremo « Rotatorie Basse ». Esse rappresentano ca. 1/3 delle produzioni che abbiamo registrato ad Orvieto.



1

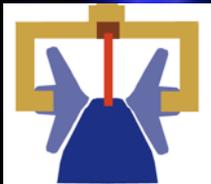
M.R. Basse

Totale MRB ORVIETO = 90 = 29 %

75 studiabili

55 attribuibili al genere *Meta* (mola fissa inferiore : 32) / 23 al genere *Catillus* (girevole superiore)

Paragonabili con un Corpus di 1.500 a 2.100 altre MRB a seconda dei parametri



2

M.S. POMP

ORV. 139 = 45 %

Paragonabili con 230 altre

Le Macine di Stile Pompeiano sono state studiate ma non vengono presentate in questa tesi – Quelle di Orvieto saranno dettagliate in un articolo in francese in corso di stampa (aprile 2021):

BUONOPANE (A.) CHARTRAIN (A.), GUALTIERI (M.) – *Orvieto, centre producteur de meules dans l'Antiquité : premières données issues du programme ORViAMM*. Mergoil, Mélanges offerts, 42 p.

2

La zona di produzione di macine a Orvieto si trova ai piedi delle imponenti colate di leucitite, una lava grigia e vescicolare con numerosissimi cristalli bianchi (leucite)

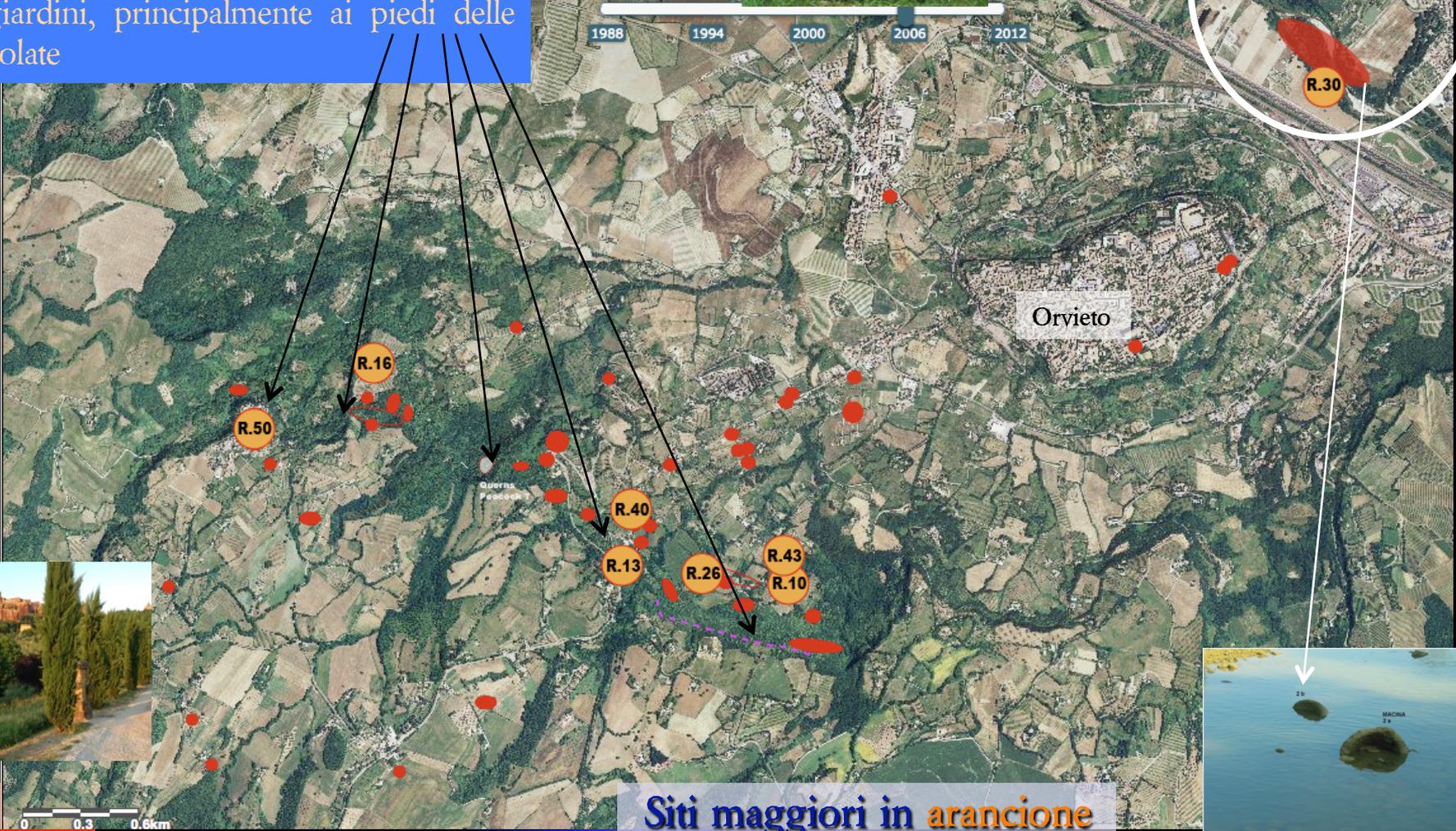
La città etrusca & medievale si estende sopra un impressionante rupe di tufo giallo, a poca distanza del torrente Paglia che 10 km più a valle confluisce nel Tevere

In epoca etrusca e romana, il Tevere fungeva da autostrada fluviale che sboccava a Roma e quindi dal suo porto (Portus, Ostia) apriva sul Mediterraneo





A Orvieto le macine fungono da portafiori e sono conservate nei giardini, principalmente ai piedi delle colate

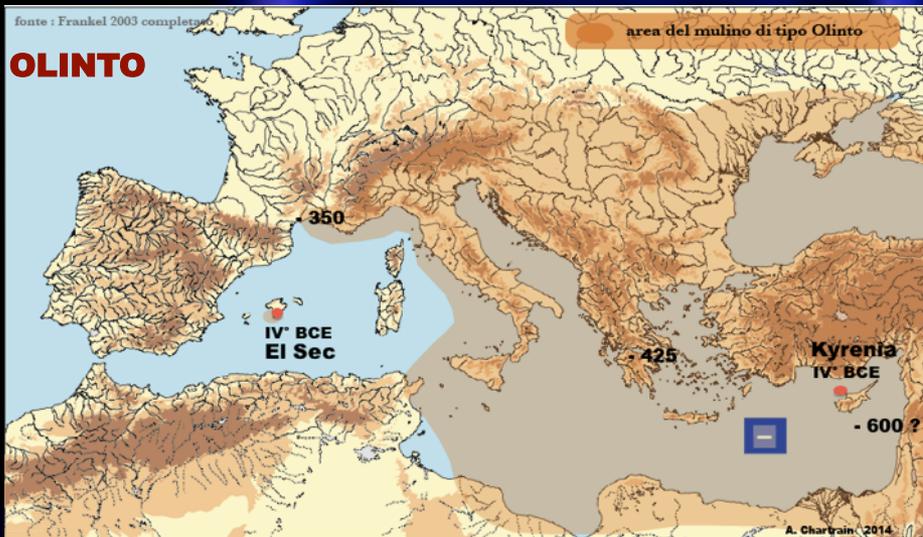


Siti maggiori in arancione





Area specifica dei 3 tipi di Mulini



1- OLINTO

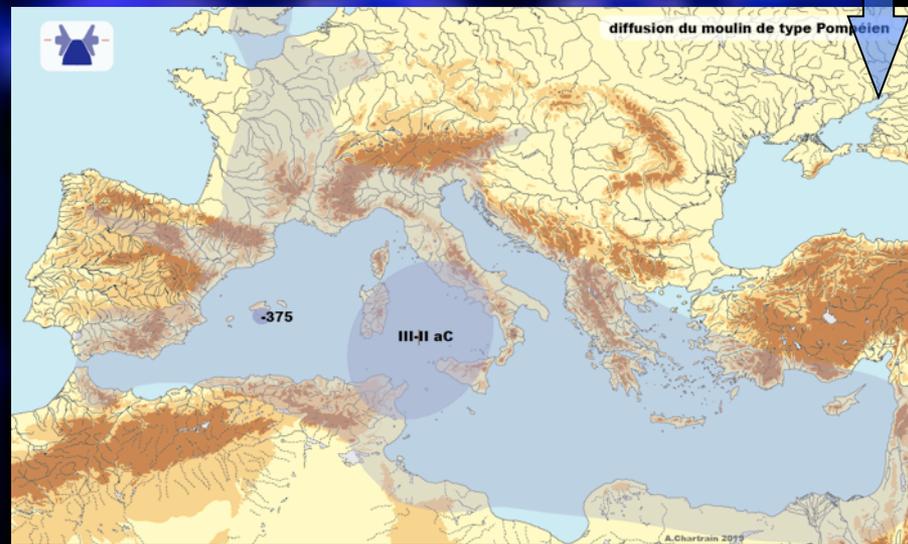
Le macine quadrate di tipo Olinto s'incontrano in tutto il Mediterraneo Orientale e fino in Provenza

I rinvenimenti di Lattes e Martigues o il relitto di El Sec alle Baleari costituiscono i punti più a Ovest

2- M.S..POMP

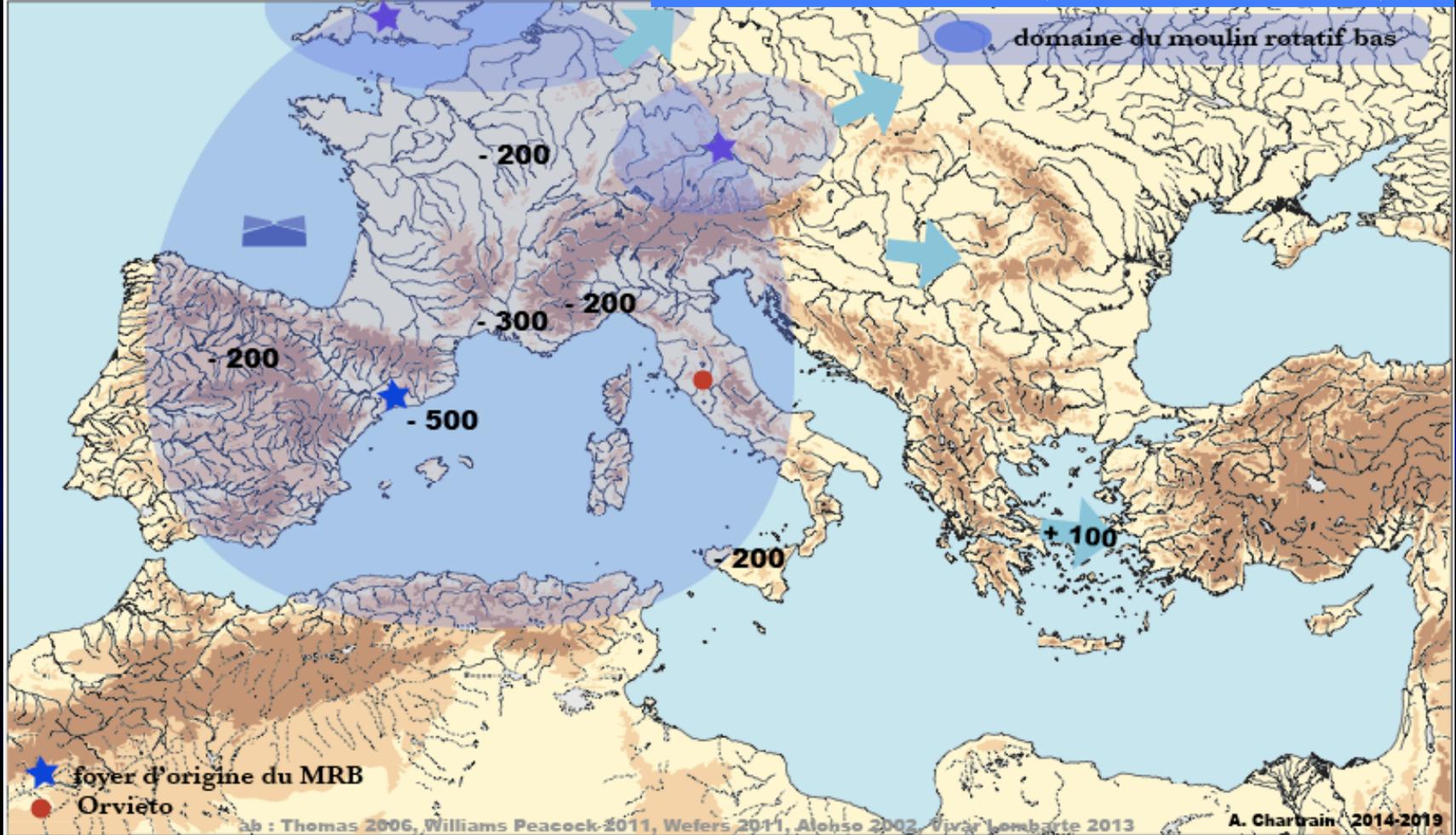
Il Modello Pompeiano a forma di clessidra appare diffuso in tutto l'Impero ma secondo certe linee direttrici

Generalmente importato dall'Italia, veniva a volte imitato localmente





Diffusione delle MRB (Macine Rotatorie Basse)



Le **Macine Rotatorie Basse** compaiono verso il 500 aC in Catalogna e i modelli si diffondono piuttosto rapidamente fino al Reno e alle Isole Britanniche. Più focolai d'invenzione sono possibili ma non comprovati. La machina mulino appare generalizzata verso gli anni 200 aC e veniva prodotta a partire da molte officine locali con diffusione a 30-60 km.

3- MRB



Fasi Lavorazione

Si possono definire 5 tappe successive nella Lavorazione delle Macine Rotatorie Basse :

STADE III Evidement & Angulation, Forme generée

III.A
III.B

Les Fossottes, Ebauche 13, Le Chaudry, Portus, Meta -Flanc & Cône en cours, Autun - Arroux, ébauche n° 70, Catillus, 2 cônes en cours

Réalisation en cours ou acquise du ou des cônes par évidement ou enlèvements. La forme est attribuable avec certitude au genre *Catillus* ou *Meta*. Comme au stade II, le profil est le plus informatif.

STADE IV Percement central

Ebauche 08, Les Fossottes, Portus, Les Fossottes, Els Vilars

Cônes achevés. Réalisation en cours ou acquis de l'Oeillard ou de l'Oeil.

STADE V Finitions, Emmanchements & Logements divers

FASE I : cilindri estrattivi grezzi

FASE II : pre-forme regolarizzate ma non ancora « generizzate » tra *Meta* e *Catillus*

FASE III : generizzazione tra *Catillus* e *Meta* (formazione di un cono o di una parte convessa)

FASE IV : realizzazione del foro centrale

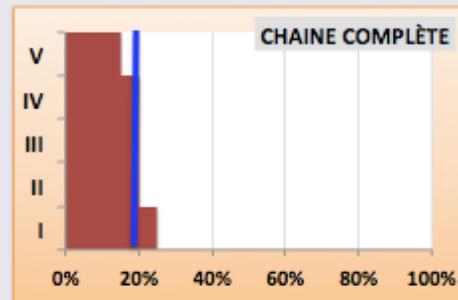
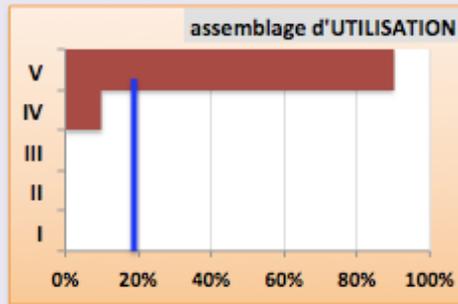
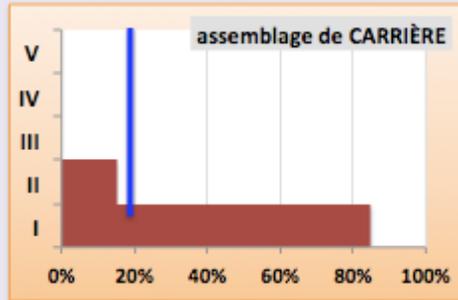
FASE V : rifinitoni (superficie, occhio, incassi)

Queste 5 tappe permettono di attribuire un'origine agli **assemblaggi** (officina, utilizzazione, scelta pubblicitaria), di ragionare su una loro **prossimità** o **distanza** al luogo di estrazione e cava, consentono perfino di definire delle **officine secondarie** destinate solo alle operazioni finali



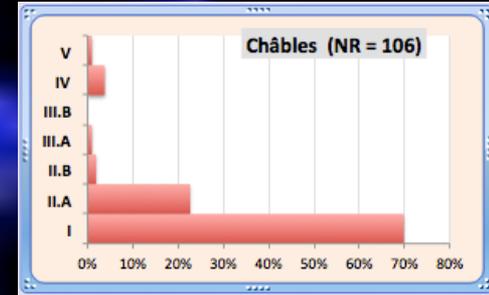
PROFILO degli assemblaggi di MRB : AREE & Tipi di Officine

Profils-types de FAÇONNAGE des assemblages meuliers



Alcuni assemblaggi di macine sono solo costituiti da scarti provenienti dalle fasi di lavorazione I o II, cioè solo all'attività di estrazione, segnalando così sia la **prossimità** della cava, sia una **selezione dei resti** della sola fase iniziale o l'**asporto** degli altri resti.

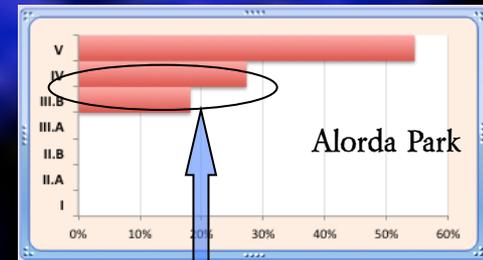
➔ Un esempio tipico risiede nella cava di Châbles (Svizzera, Ier s. pC)

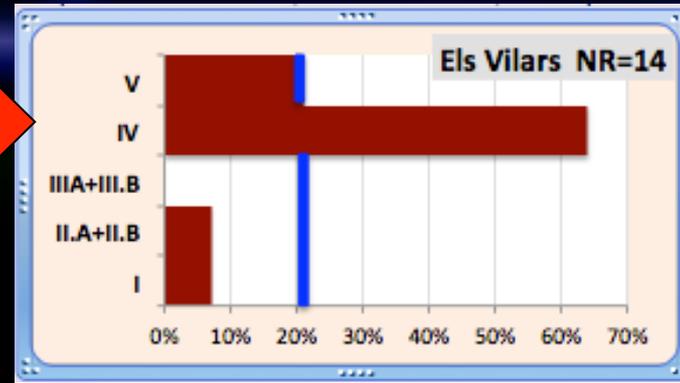
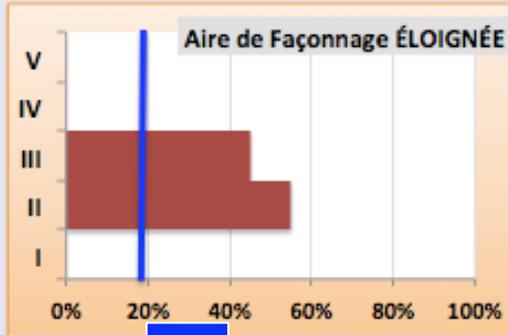
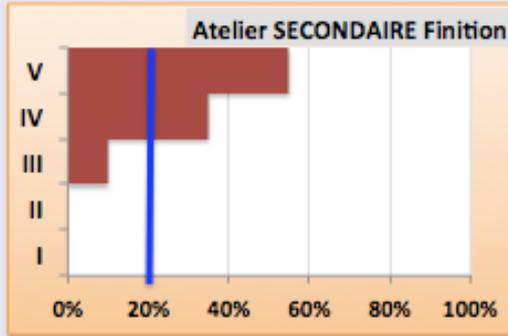


I siti d'Utilizzazione delle macine si caratterizzano da un'ultra **dominanza dalle macine completate** (Fase V).

Ed è anche il caso delle collezioni dei musei o di numerosi assemblaggi pubblicati (selezione di sole forme complete)

➔ Si osserva frequentemente una **frazione di macine di Fase IV** (con solo foro centrale) o anche di **Fase III** (macine generizzate ma senza il foro) **sui siti di Utilizzo** (ad es. Alorda Park -ESP, IV s. aC). Esso corrisponde probabilmente alla vicinanza o alla presenza di **officine secondarie** o di depositi (**mercati, installatori**) riforniti con **macine semi-elaborate**.

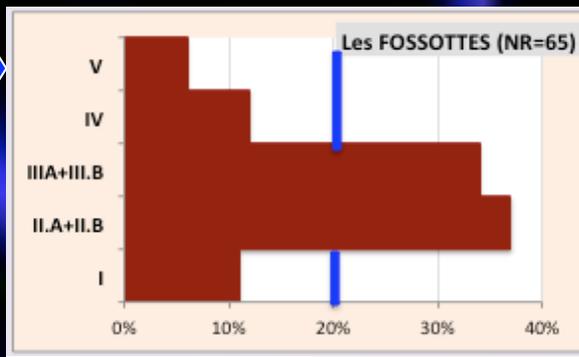




Questioni
su Aree &
Officine

Certi siti, non di cava, presentano solo le fasi finali della lavorazione delle macchine : vanno qualificati come **Officine Secondarie**. Indicano che la **catena di fabbricazione** era **segmentata** nello spazio (come del resto si osserva nella metallurgia antica del ferro).

Il centro di produzione delle Fossottes presenta invece una sequenza completa (Fasi I a V) tuttavia :



- La sovra-rappresentazione delle fasi intermedie II e III potrebbe indicare un prelevamento archeologico avvenuto di preferenza su **Aree di lavorazione un po' distanti dall'estrazione**, o anche

- una « **sovr-incidentologia** » intervenuta nelle fasi II e III (ottenimento di pre-forme & generizzazione macchine)

ORVIETO

L'assemblaggio del sito Orvieto si caratterizza da :

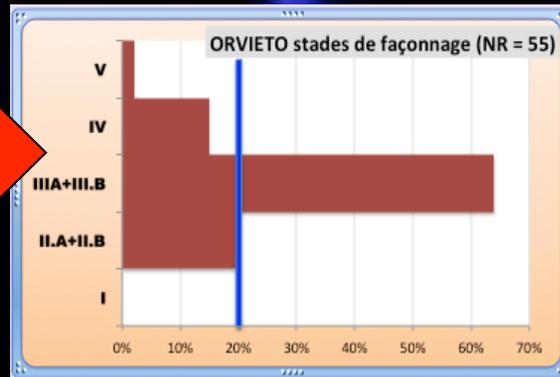
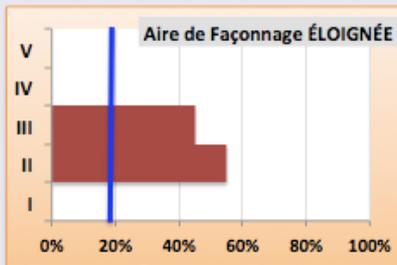
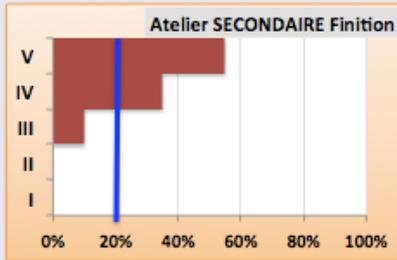
1- l'assenza di resti pertinenti alla Fase iniziale I (cilindri grezzi)

⇒ Le aree d'estrazione sono dunque sepolte sotto gli scarti prodotti da cave più recenti o sotto le terrazze di cultura

2- L'assenza della Fase finale V evidenzia sia l'asporto delle macchine quasi-completate, sia la loro finizione su aree di lavorazione distanti

3- Tuttavia ad Orvieto i *Catilli* presentano il foro centrale, ciò rende poco probabile una finizione delle macchine su aree distanti. Invece, l'assenza del foro centrale sulle *Metae* indica :

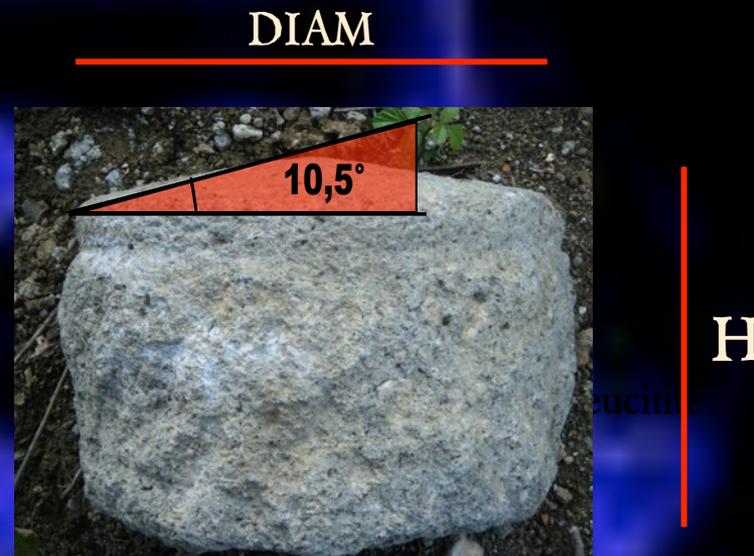
- sia la realizzazione del foro centrale sul luogo dell' utilizzo
- Sia una reale assenza del foro e quindi il ricorso ad un asse ferroo fisso ed inserito di forza nella lava



GEOMETRIA delle MRB

1- Si sono studiati per primo i Parametri Configuranti che danno alla macina la sua forma globale e le cui varie combinazioni definiscono i Modelli

- Così :
- i DIAMETRI **D**
 - La CONICITÀ (angolo Laterale) **(°L)**
 - Le ALTEZZE **H**



2- Abbiamo quindi potuto lavorare sui Parametri Secondari o Derivati che rimandano piuttosto alla concezione funzionale della macina :

Così il rapporto **H/D** che esprime COMPATTEZZA o ASSOTTIGLIAMENTO

o il parametro **HU** (ALTEZZA UTILE) che esprime la DURATA DI VITA

3- ci siamo anche interessati alle **NORME** & alla **METROLOGIA** delle macchine

L'identificazione del Piede che genera le dimensioni permette di esprimere i Diametri nelle loro **unità antiche** : il Digitus o (più raramente) l'Uncia

Questa conversione consente di definire la Misura (**Gabarit**) di una Macina.

Così, una **macina di Diametro 41,5 cm** risulta essere **la stessa di** una di **46,5 cm**, entrambe infatti hanno **una Misura di 24 dgt**, la prima nel piede osco-italico e di 27,5 cm e la seconda in un piede iberico di 31,1 cm.

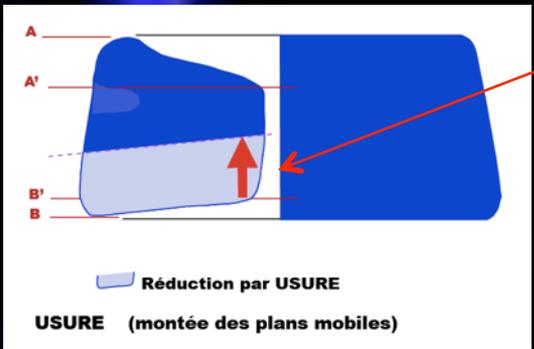
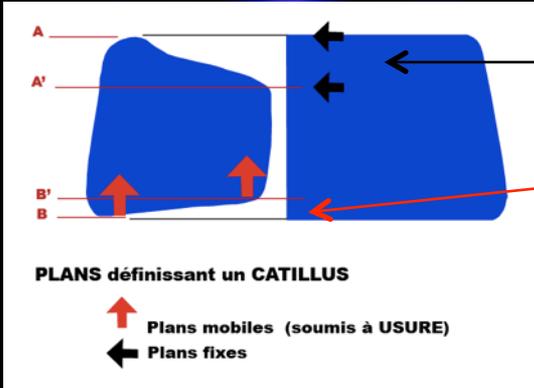
In modo generale le Macine Rotatorie Basse risultano essere fabbricate **principalmente** in **2 Misure (Gabarits)** :

- Macine da 1 piede $\frac{1}{4}$ (20 dgt)
- Macine da 1 piede $\frac{1}{2}$ (24 dgt)

Per finire, la fabbricazione delle Macine dimostra di essere ampiamente dominata dall'uso della **partizione in 16esimi** (divisione in 2 parti reiterata 4 volte di seguito) ossia il **sistema del Digitus** (16esimo del Piede)



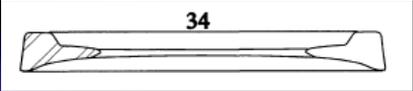
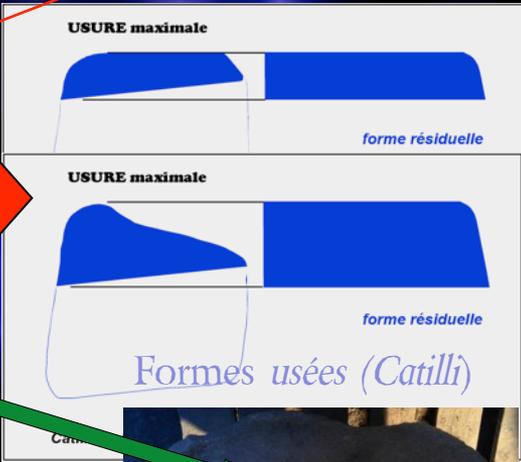
Altezza UTILE (HU) & CONSUMO



Una macina può essere definita dai suoi piani fissi (cima per un *Catillus* e base per una *Meta*) come dai suoi piani mobili : questi ultimi salgono (*Catillus*) o scendono (*Meta*) a misura che l'usura cresce.

L'usura produce una diminuzione dello spessore e quindi allo stato archeologico una macina presenta generalmente un profilo nettamente assottigliato. L'occhio centrale perde lo spessore (HOE) e diventa persino un sottile anello.

L'ALTEZZA di una macina è sottomessa alla consumazione e il suo valore iniziale va restituito a partire dalle Officine.



Roman Silchester worn Upper-stone (SHAFFREY 2003)

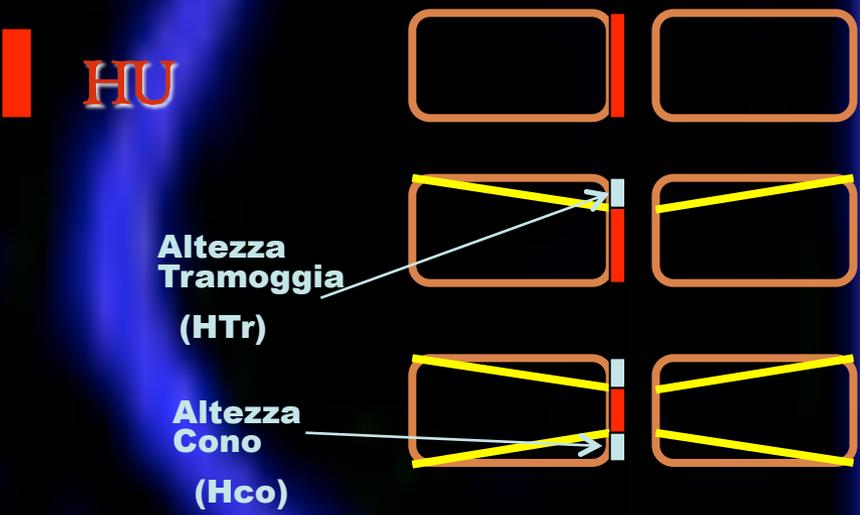


L'USURA corrisponde allo SPESSORE di pietra che è andato CONSUMATO

Altezza UTILE (HU) = spessore consumabile di pietra = Durata (in cm)

L'Altezza Utile di una macina può corrispondere all'intera altezza del pezzo (H) ma può anche trovarsi diminuita da certi dispositivi quali il Cono operativo (HCo) e la Tramoggia (HTr).

Tali riduzioni costituiscono l'Altezza Passiva (HP). Una macina consumata si riduce alla sola Altezza Passiva.



H.Utile = Altezza totale

HU = H

PERDITA HU con HTr
= realizzazione Tramoggia

HU = H - HTR

2a PERDITA di HU con HCo (realizzazione Cono)

HU = H - (HTr + HCo)

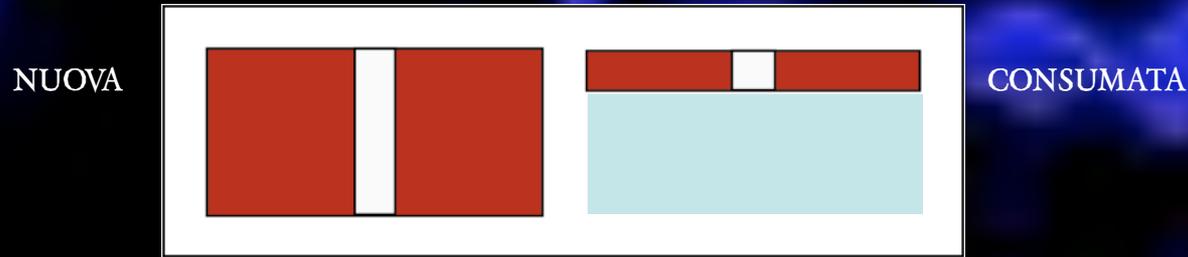
Riduzione di HU

L'Altezza Passiva HP rimane sempre osservabile nella macina allo stato archeologico

HTr + HCo = Altezza PASSIVA (HP)

Altezza UTILE **HU = H - HP**

L'uso di una Macina diminuisce la sua Altezza TOTALE H (consumo di HU) e di conseguenza si RETTANGOLARIZZA il Profilo



L'Indice di RETTANGOLARITÀ del Profilo (**IREC** ossia il rapporto D/H) traduce dunque il Modello di una macina quando Nuova (da officina) e rimanda al suo Consumo quando Utilizzata (macine dai siti)

Gli assemblaggi da Officina evidenziano un Diametro di 2 volte l'Altezza H quando una macina è nuova

$$D = 2 H \quad (\text{IREC a Nuovo} = 200\%)$$

La macina risponde allora alla Norma o **Modello 2H**

Sui siti d'Utilizzo, il Diametro misura 4 volte l'Altezza H

$$D = 4 H \quad (\text{IREC di Usura} = 400\%)$$

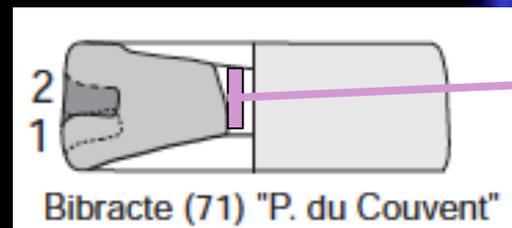
➔ L'USURA si traduce quindi con una perdita media di mezza Altezza H, ciò significa che nell'Antichità l'Altezza UTILE valeva mediamente la metà dell'Altezza totale ($HU = \frac{1}{2} H$)



si offrono così 2 metodi per apprezzare l'età delle macchine ossia il loro **Grado di Usura**

1- Calcolo con la HU restante (HUr)

applicabile quando a partire dall' Officina originaria si conosce l'Altezza a Nuovo (HNf)



HUr = 2 cm
HUNf 10 cm

Grado di Usura
= 8 cm / 10
= 80%

2- APPROSSIMAZIONE con il Metodo dell'IREC (D/H)

D/H Officine ^{D = 2 H}
220% (a Nuovo)

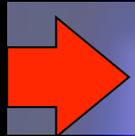
D/H Siti ^{D = 4 H}
395% (Usate)

es. Macina con D/H 357%

$$(357-220)/(395-220) = 78\%$$

Grado di Usura
78%

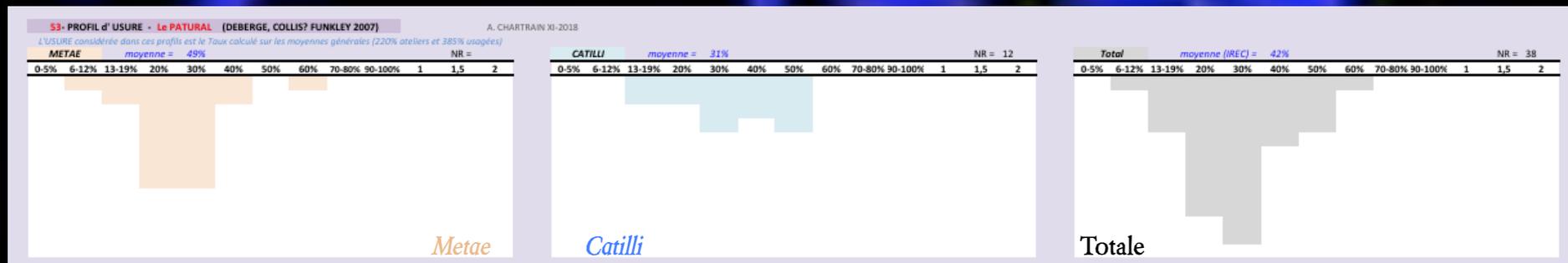
Distanza tra stato attuale e stato Nuovo / decorso da stato Nuovo a stato Usato
(ossia IREC 357% vs IREC 220%) / (ossia IREC 395% vs IREC 220%)



È quindi possibile dare l'età di una macina (*ageing*) & di definire così il **PROFILO di USURA** di un ASSEMBLAGGIO archeologico

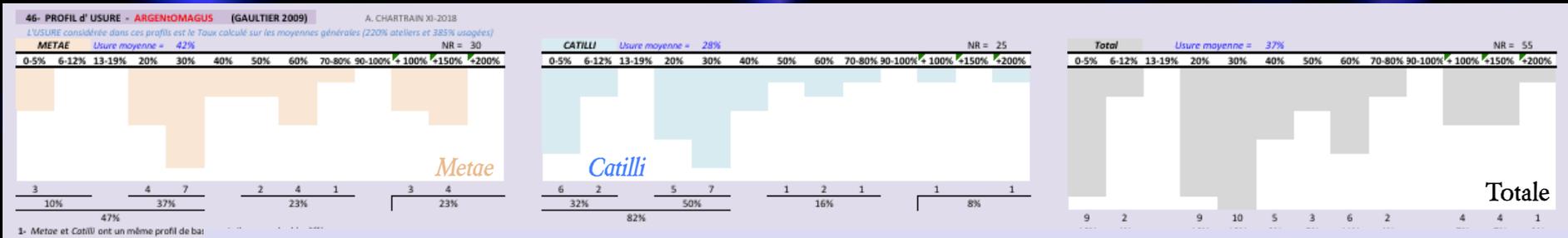
generalmente seguendo il metodo dell'IREC, o con la HUr se si conosce l'officina e l'Altezza a Nuovo

Esempio : **Insediamiento rurale del Pâtural (Età del Ferro, Alvernia)**



Solo macchine di usura media (il profilo atipico rinvia ad impianti di macchine contemporanei e ad una durata d'utilizzo limitata)

Esempio : **Città gallo-romana di Argentomagus (Centre)**



Profilo classico : macchine di ogni età, frazione iper-usata (rinvia a una durata consistente e ad impianti allestiti a differenti momenti)

Le MRB di ORVIETO (1)

1- DIAMETRO ridotto (34,35 cm 20 dgt)



Periodo Molinologico Antico 1 o
Periodo 2 ossia l'arco V – III s. aC

2- soprattutto *Metae* alte (25,3 cm 14 dgt)
compattezza (IREC del 120 /150%)
=> tradizione delle *Metae*-supporto



Tratto condiviso con siti generalmente perti-
nenti all'intervallo V- IV- III s. aC ad es. :
Els Vilars & Puig Castellar (anche Turò Font de
La Canya, Turò Ca n'Olivè, Villafranca, Olèrdola)

3- alcuni *Catilli* sono di Modello Continentale
& c'è anche possibilità di *Metae* poco alte



Le produzioni Orvietane rinviano ad una certa
durata o (e ?) potrebbero corrispondere a un
periodo in cui andava elaborandosi, tra Ebro
e Rodano, il modello Continentale (III se non
IV s. aC)

CATILLVS del Modello
Continentale (Carcassonne)



Orvieto CATILLI del
Modello Continentale



Orvieto META Modello poco
spesso (o mezzo rotto ?)

Modllo « **Continentale** o Classico
o anche « Gallico » :
= *Catillus* con **Tramoggia** + **Cono**
= *Meta* poco seppsa ($D = 2H$)

Le MRB di ORVIETO (2)

4- caratteristica la loro Base parzialmente scavata (Hc = 50% di H)

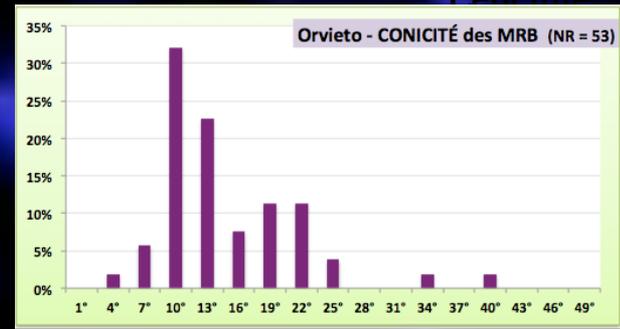
Orvieto : inizio scavatura della base sulla Meta R41



5- Conicità medio-forte : 10-13° e 19-22° con assenza delle Macine Piatte



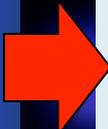
La Conicità 10-13° pare corrisponda a 2/16 di 90° (11,25°)
La Conicità 19-22° pare corrisponda a 4/16 di 90° (22,5°)



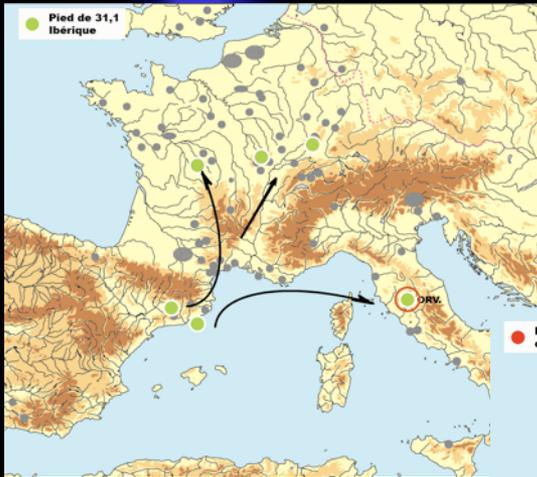


Le MRB di ORVIETO (3)

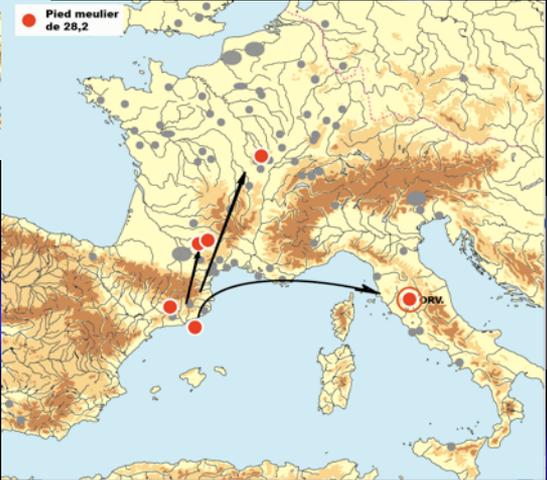
6- Metrologia : 3 piedi sembrano all'origine dei diametri delle MRB di Orvieto :
un Piede iberico di 31,1 – un piede « molare » di 28,2
– Il Piede di Salamis di 30,1 cm
(possibili anche 2 periodi con bi-metrologia)



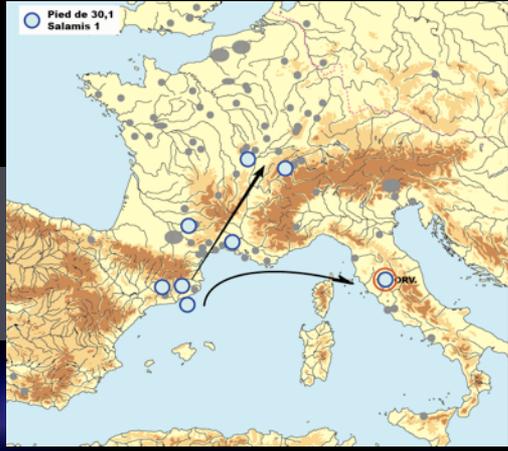
SIMILARITÉ		Tendance MÉTROLOGIQUE & GÉOGRAPHIE										
		HISP.	Meul.	Sala.1	Vindo.	Glanu.	Oscu.	Monet.	Pomp.	Manch.	Sala.2	Doriq.
		31,1	28,2	30,1	29,25	28,5	27,5	29,56	28,8	30,9	32,2	32,65
A	Les FOSSOTTES	1			1			1				
	Le CHAUDRY	1						1				
B	ILLA PEDROSA S.1	1	1	1				1				
	ELS VILARS	1	1	1				1				
	ORVIETO	1	1	1				1		1		
C	Le REBOUT	1							1			
	La MAREZE	1										
A	La LANDE		1	1				1				1
	ILLA PEDROSA S.2			1					1	1		
B	PORTUS			1				1	1		1	
	St. QUENTIN							1			1	
A	PUIG CASTELLAR			1		1			1			
	CHABLES			1		1						
B	BORKEN				1				1	1	1	
	CHARTRES				1				1	1	1	
A	EIFEL 2008				1			1	1			
	AGDE		1							1		
B	PECH MAHO				1			1				
	ENSERUNE				1			1				
A	MARTIGUES				1							
	BAD NAUHEIM				1							
B	WANZENAU					1			1			1
	Le PATALUR					1			1			
A	YMONVILLE S.2					1			1			
	YMONVILLE S.1							1		1	1	
B	OBERNAI							1				1



Piede di 31,1



Piede di 28,2



Piede di 30,1

Possibilità varie di diffusione dei Piedi attestati sulle MRB di Orvieto e presenti nella Zona Originaria del N-Est Espagnol

i 3 Modelli delle Macchine Rotatorie Basse

A- Modello antico TOZZO centrato su $D = 1,2 / 1,5 H$

1,5 H

V – IV – III s. aC

Els Vilars **ORVIETO**

Puig Castellar (+ Turò Font de
La Canya, Turò Ca n'Olivè,
Villafranca, Olèrdola)

B- Modello standard : $D = 2H$ (a volte 2,5 H)

2 H

2,5 H

C- Modello ad Assottigliamento relativo $D = 2,5$ a $4H$

3 H

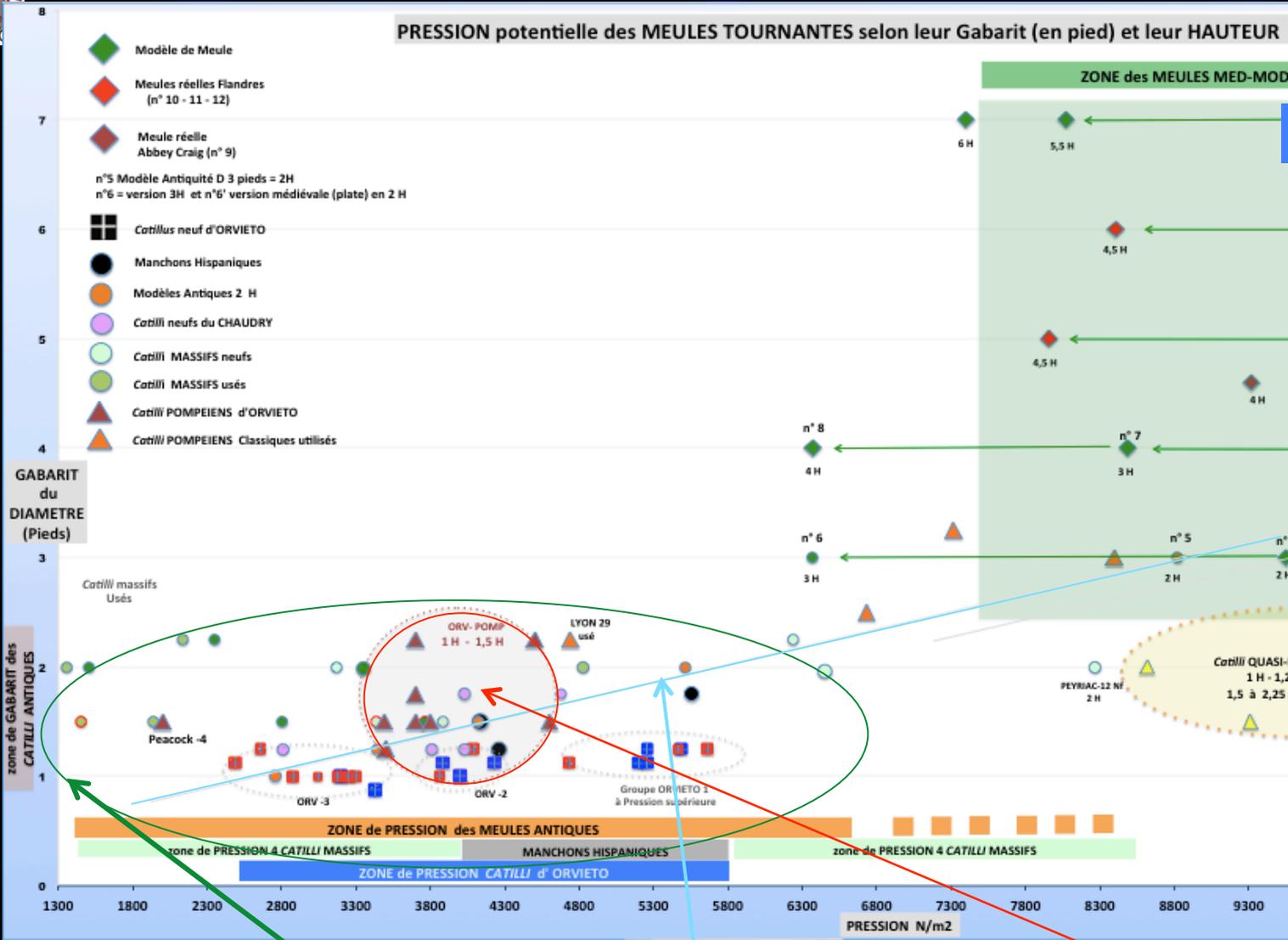
4 H

3 H

4 H

Frequente nelle regioni del Reno, officine di :
BORKEN - BAD NAUHEIM
OBERNAI – Les FOSSOTTES

ma anche su siti quali BIBRACTE – ENTRAMMES – BLOIS ecc.



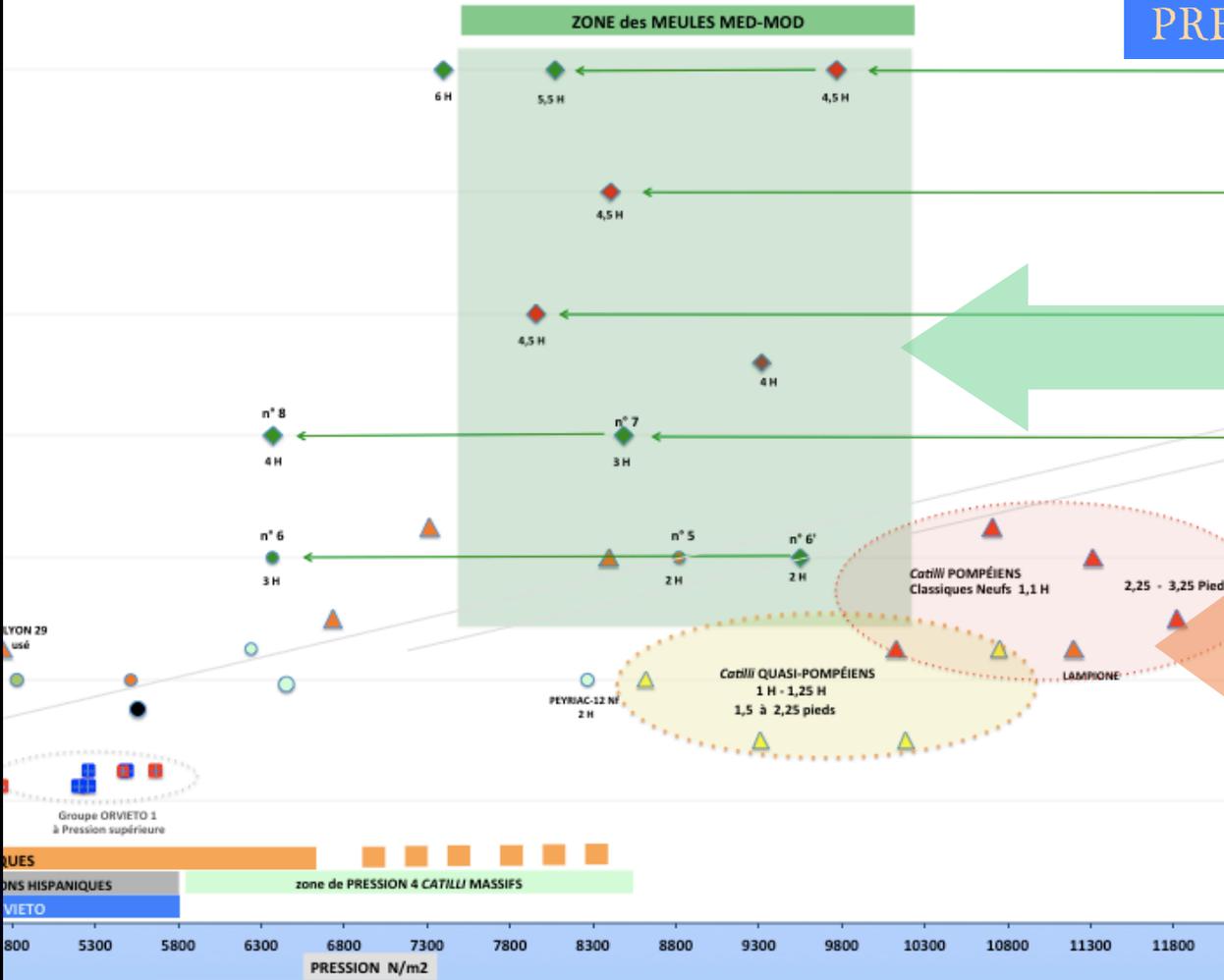
PRESSIONE

Gabarit da 1 a 2 piedi

Le MRB dell'Antichità mostrano una Pressione debole e molto variabile (2500 a 6000 N/m²) – quadratini blu o rossi = Orvieto. Le MRB seguono la linea $D = 2 H$. I piccoli modelli Pompeiani di Orvieto si trovano nella stessa zona delle MRB

elle des MEULES TOURNANTES selon leur Gabarit (en pied) et leur HAUTEUR (Poids pour 2,2 g/cm³) (N/m²) (NR = 8

PRESSIONE & MULINO PIATTO



Le macine Medievali & Moderne lasciano il modello 2H a favore di un assottigliamento ($D = 3$ a $6 H$)

Di conseguenza tutte le macine risultano collocate in una stessa zona di Pressione costante centrata sui valori 8-9000 N/m²

I Modelli di Stile Pompeiano, che si tratti di un risultato empirico o proveniente da calcolo, si collocano nella stessa zona di pressione pur osservando una linea $D = 1$ a $2 H$ che le riconduce all'area Antichità

L'epoca Carolingia (ca.800 pC) si caratterizza dall'ABBANDONO generalizzato della CONICITÀ

Quest'adozione della MACINA PIATTA che LIBERA il DIAMETRO ha quindi permesso il superamento della soglia dei 3 piedi, misura mai raggiunta in epoca Romana



Grazie per il gentile ascolto

foto ORViAMM

Orvieto La Chiusetta – zona di produzione macine ...e agriturismo