

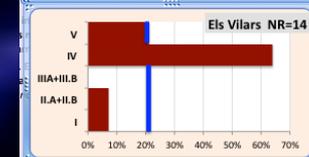
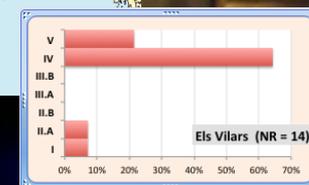
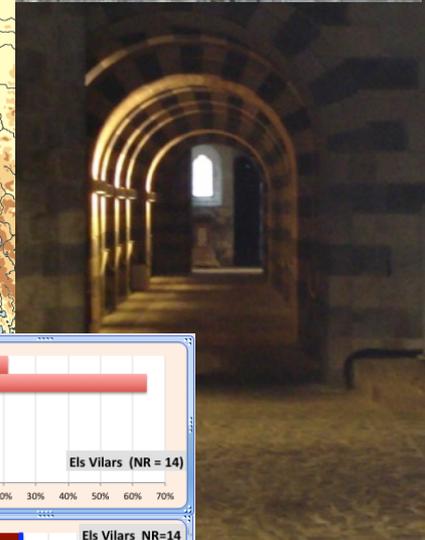
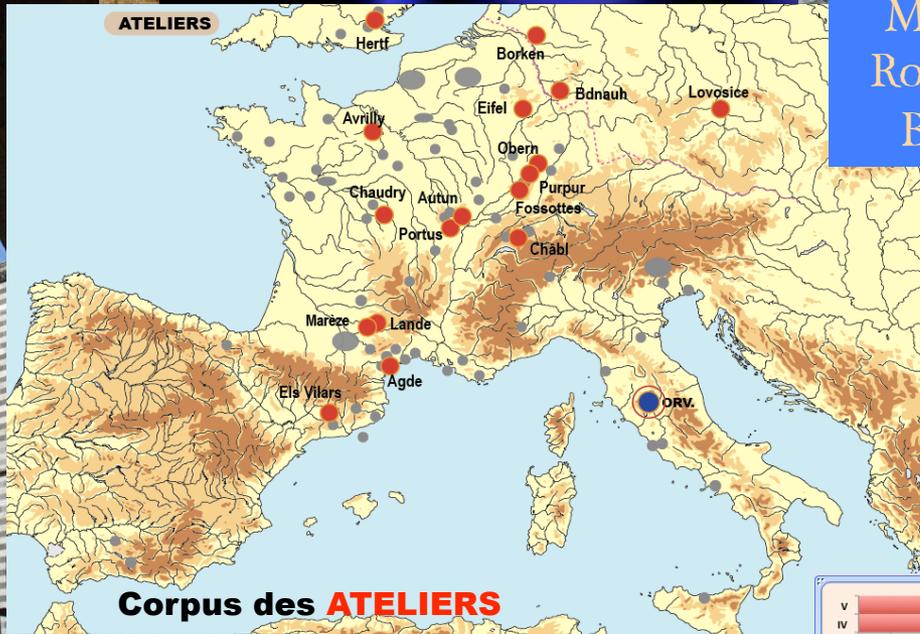
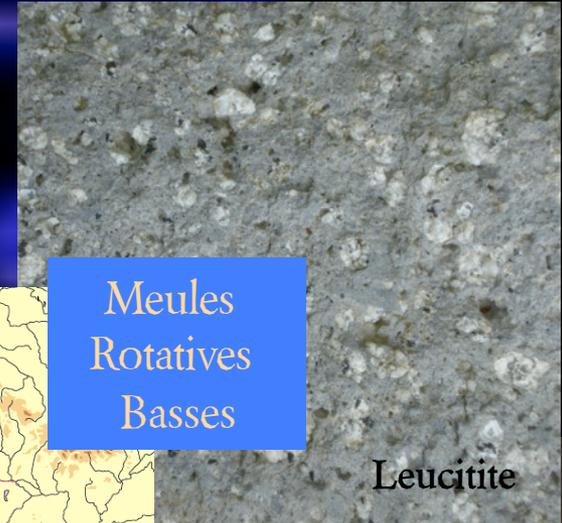
Alain CHARTRAIN

Approche technologique des meules rotatives de  
l'Age du Fer et d'époque Romaine : les productions  
d'Orvieto (Italie) dans leur contexte entre Ebre &  
Rhin

Présentation de thèse de doctorat de l'Université



MRB -Meules Rotatives Basses





On s'intéresse ici surtout aux petites meules courantes que nous dirons "Rotatives Basses". Elles constituent environ 1/3 des productions que nous avons recensées à Orvieto



1

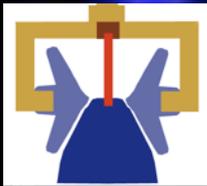
M.R. Basses

Total MRB ORVIETO = 90 = 29 %

75 étudiables

55 genrées  
32 *Meta* (fixe) / 23 *Catillus* (tournante)

Corpus de Comparaison  
1.500 à 2.100 selon les paramètres



2

M.S. POMP

ORV. 139 = 45 %

Comparaison 230 éléments

Les Meules de Style Pompéien, étudiées, ne sont pas présentées dans cette thèse – Celles d'Orvieto sont détaillées dans un article à paraître (avril 2021) :

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

2

La zone de production meulière d'Orvieto est située au pied de falaises constituées de coulées de lave grise vacuolaire à gros cristaux blancs (leucite)

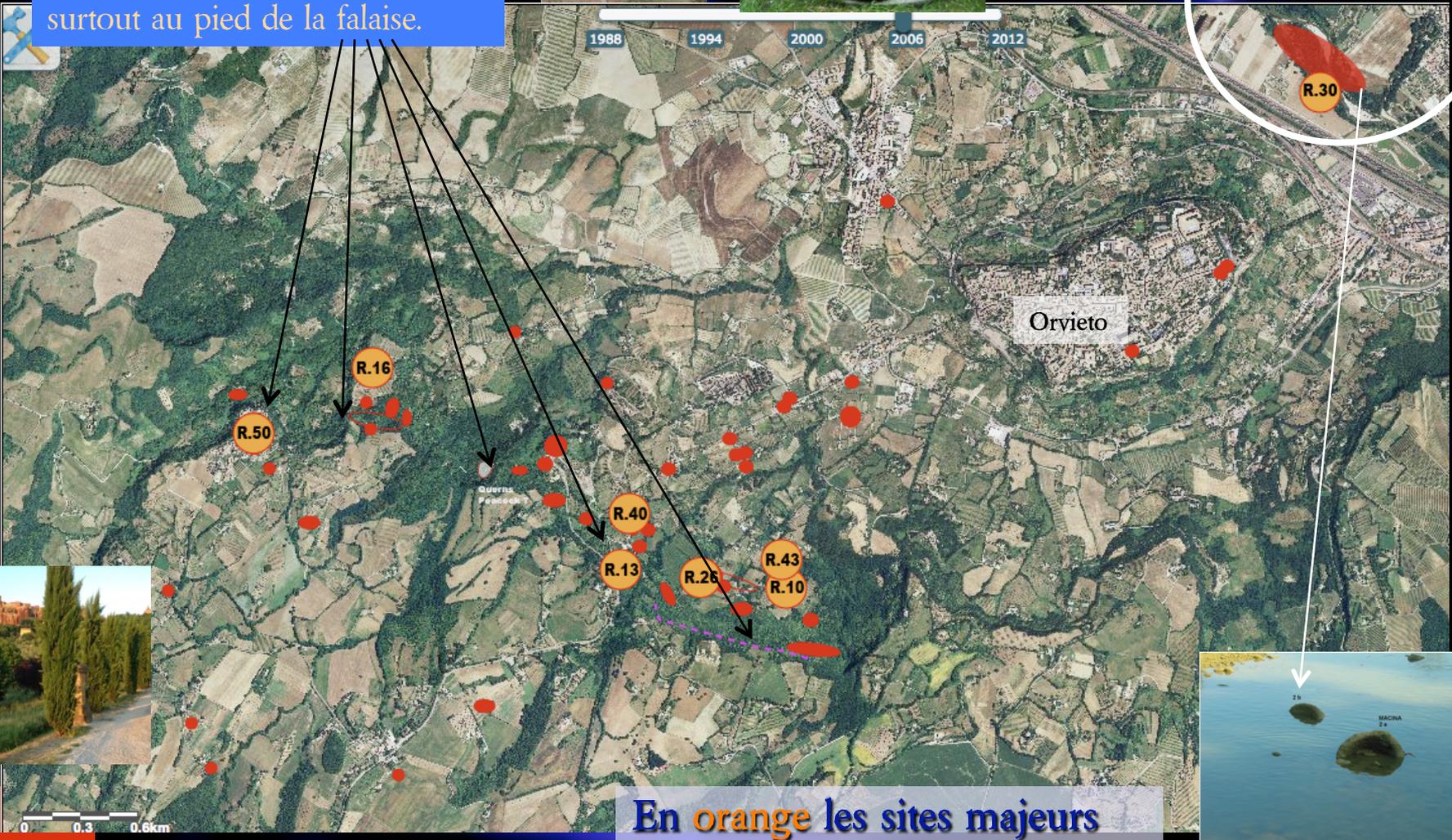
La ville étrusque & médiévale est perchée sur un relief de tuf dominant le Paglia, un affluent du Tibre qui conflue à 10 km

A l'époque étrusque et romaine, le Tibre est une autoroute fluviale qui donne accès à Rome et à son port (Portus, Ostia)





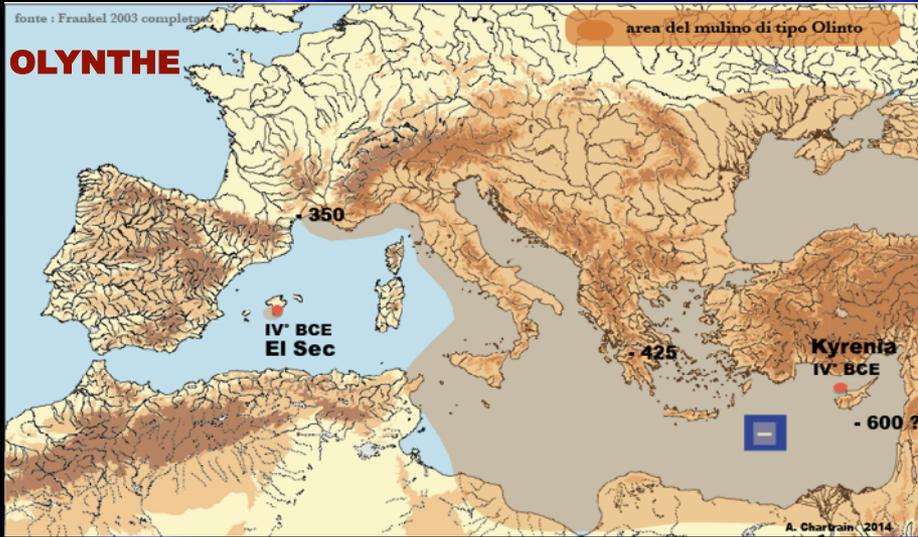
Les meules sont conservées dans les jardins, comme porte-fleurs, surtout au pied de la falaise.



En orange les sites majeurs



Domaines des 3 TYPES de Moulins



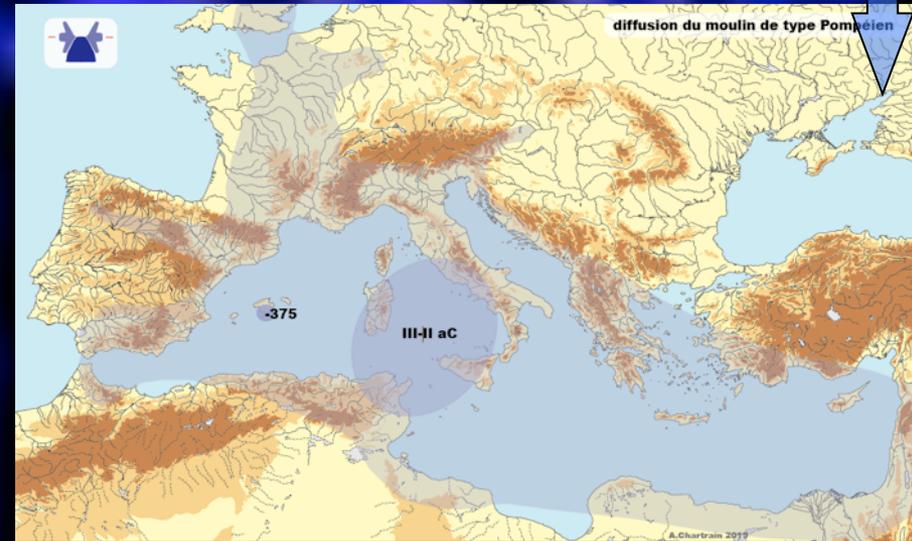
1- OLYNTHE

Les meules à fente (trémie d'Olynthe) se répartissent sur toute la Méditerranée Orientale

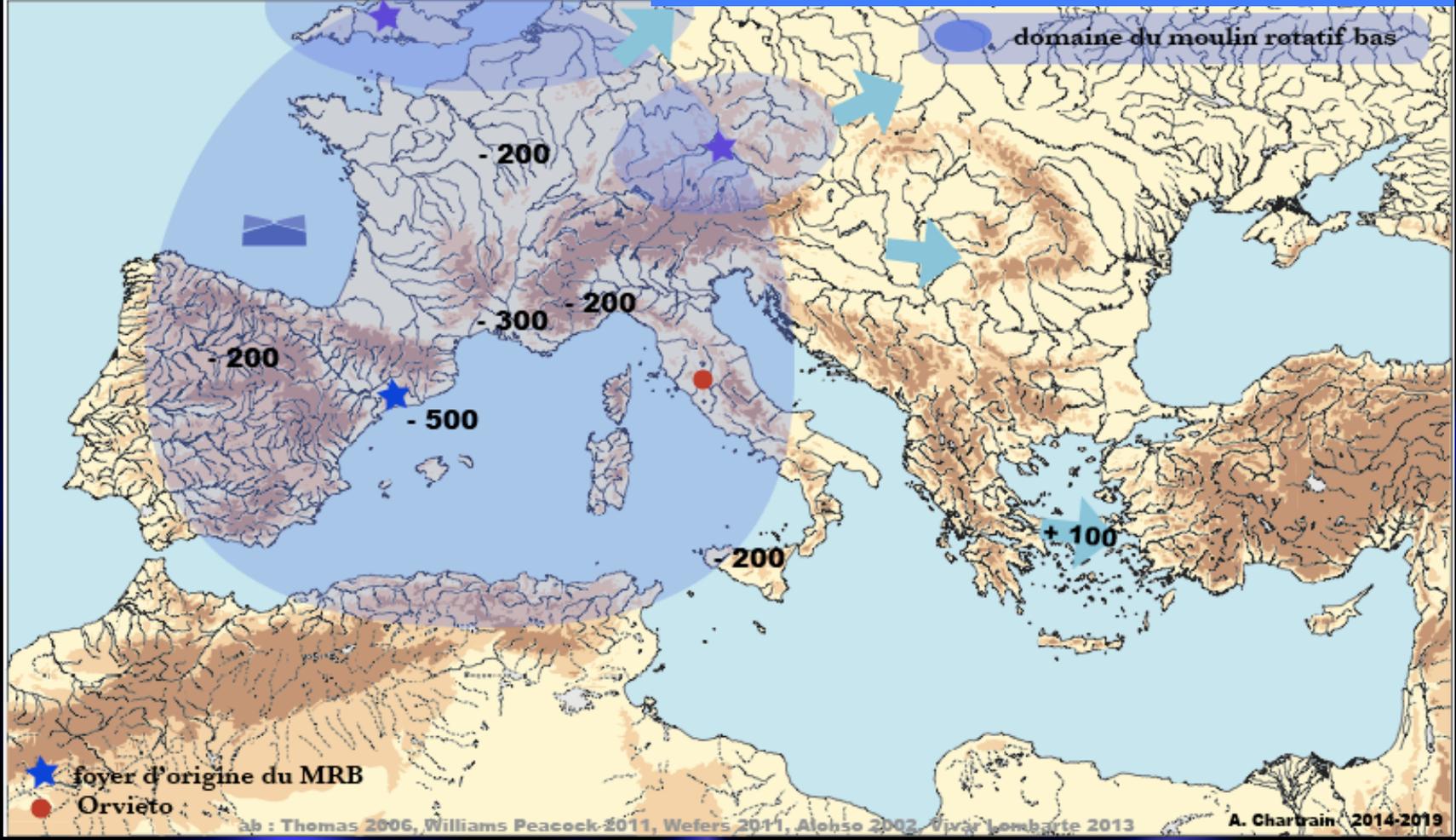
Les découvertes de Lattes et Martigues ou l'épave d'El Sec aux Baléares constituent les points les plus à l'Ouest

2- M.S..POMP

Le Modèle Pompéien est diffusé dans tout l'Empire, selon des lignes de force  
Généralement importé d'Italie, il fait parfois l'objet d'imitations locales



Diffusion des MRB (Meules Rotatives Basses)



Les Meules Rotatives Basses apparaissent vers 500 aC en Catalogne et les modèles diffusent assez rapidement jusqu'au Rhin et dans les îles Britanniques. Plusieurs foyers d'invention sont possibles mais non démontrés. La machine, généralisée vers 200 aC, est produite à partir de multiples ateliers locaux (rayon de diffusion 30-60 km).

3- MRB



# STADES de Façonnage

On peut définir 5 étapes successives dans le Façonnage des Meules Rotatives Basses :

Stade I : cylindres bruts d'extraction

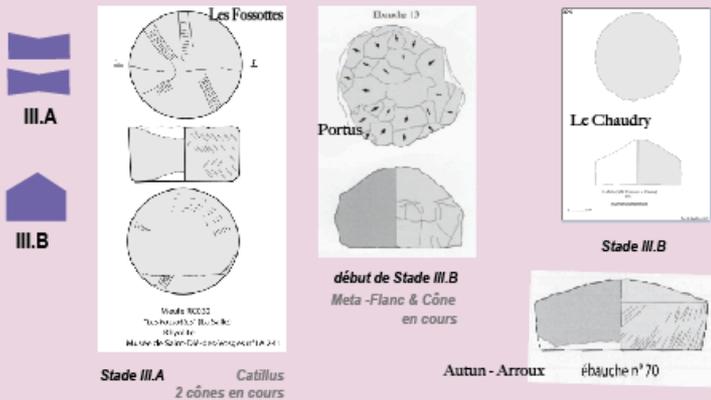
Stade II : pré-formes régularisées, non genrées

Stade III : genrage *Catillus* / *Meta* (cuvette ou dôme)

Stade IV : percement central

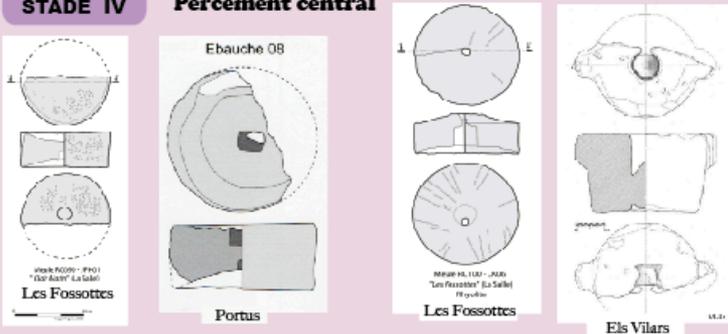
Stade V : finitions (surfaces, œil, mortaises)

## STADE III Evidement & Angulation, Forme genrée



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.

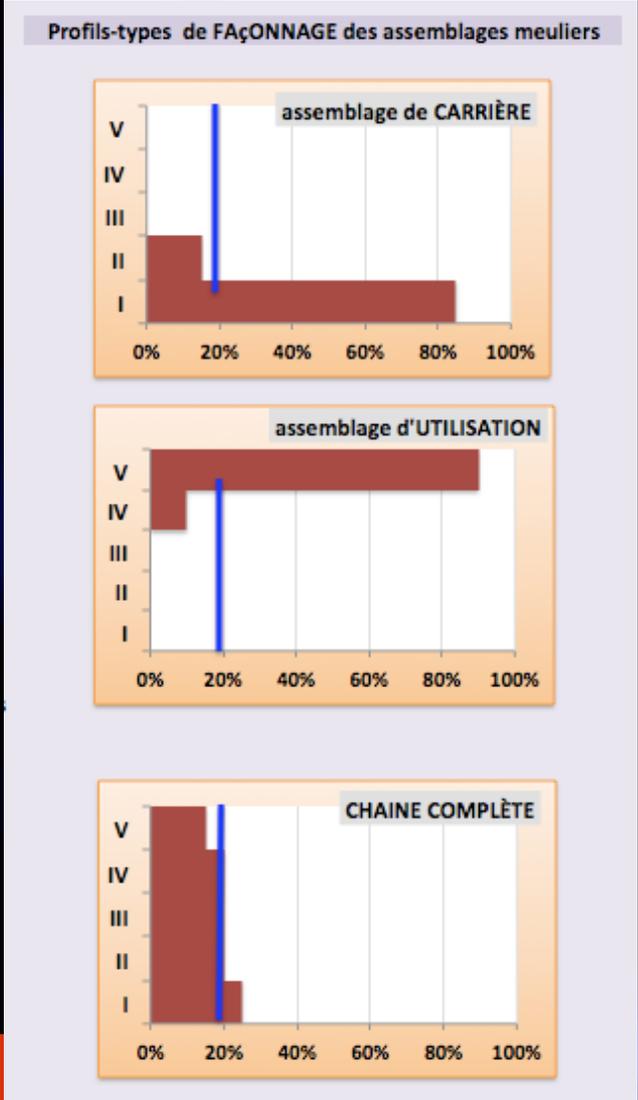
## STADE IV Percement central



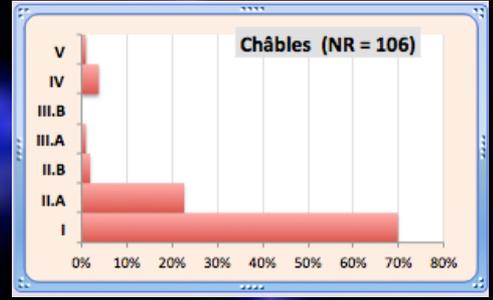
Cônes achevés. Réalisation en cours ou acquis de l'Oeillard ou de l'Oeil.

## STADE V Finitions, Emmanchements & Logements divers

PROFIL des assemblages meuliers : AIRES & Types d'ATELIERS

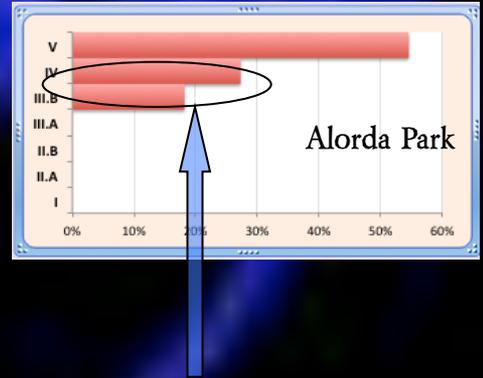


Certains ensembles de meules ne sont constitués que de rebuts de Stade I ou II : ils correspondent aux phases d'extraction, signalant soit leur **proximité** soit une **sélection des restes** de stade initial soit un **emport** des autres restes.



→ Un exemple typique : la carrière de Châbles (Suisse, Ier s. pC)

Les assemblages des sites d'Utilisation se caractérisent par l'ultra **dominance des meules achevées** (stade V).

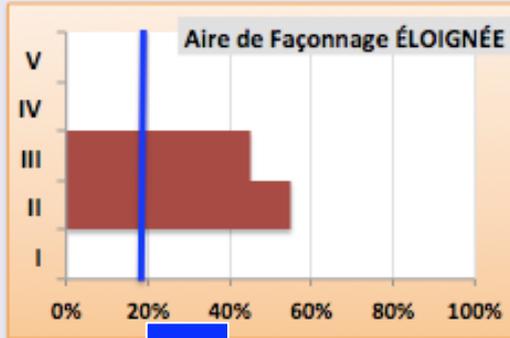
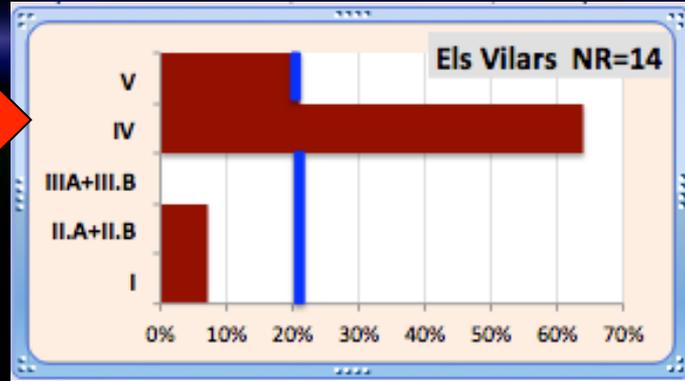
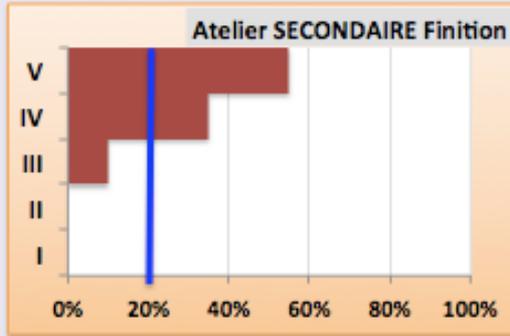


C'est aussi le cas des collections de musée ou de nombreux ensembles publiés (selection de formes complètes)

→ Il est fréquent d'observer la présence d'une **fraction de meules de stade IV** (perçement) voire **III** (meules genrées non percées) **sur les sites d'Utilisation** ( par ex. Alorda Park (ESP., IVè s. aC). Cela traduit sans doute la présence d'**ateliers secondaires** ou de dépôts (**marchés, installateurs**) disposant de **meules semi-finies**.

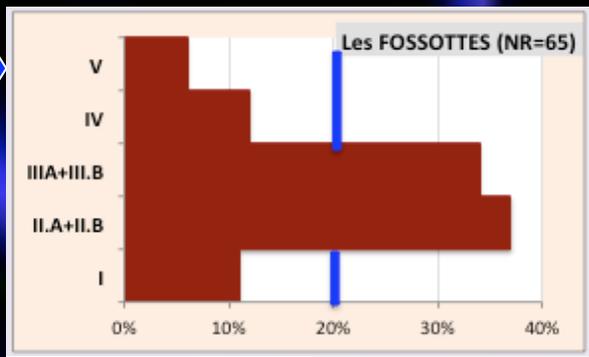


Questions sur Aires & Ateliers



Certains sites, non situés sur une carrière, ne présentent que les stades finaux du façonnage des meules : on les qualifiera d'**Ateliers Secondaires**. Ils correspondent à une chaîne de fabrication segmentée dans l'espace (comme observé pour la métallurgie antique du fer).

L'atelier des Fossottes présente une séquence complète (stades I à V) mais :



- La surreprésentation des stades intermédiaires II et III pourrait indiquer que le prélèvement archéologique a eu lieu sur des **Aires de Façonnage un peu distantes de l'extraction** ou

- une **sur-accidentologie** des stades II et III (obtention de pré-formes & genrage)

## ORVIETO

L'assemblage de site à Orvieto se caractérise par :

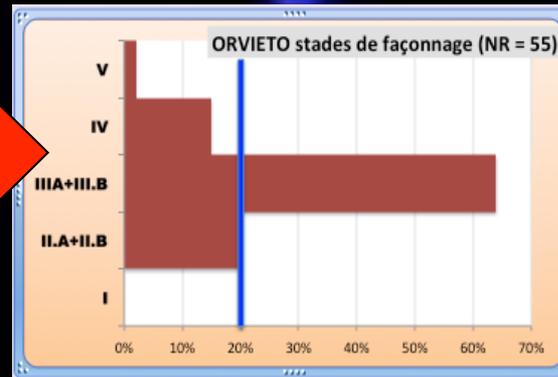
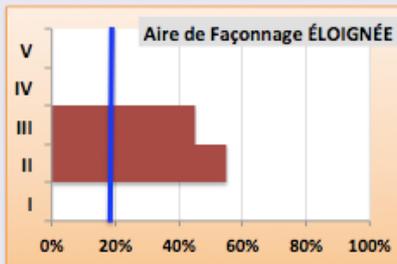
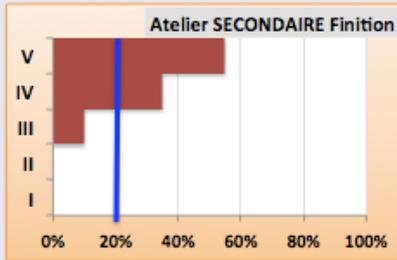
1- l'absence de restes relevant du stade initial I (cylindres bruts)

⇒ Les aires d'extraction sont donc enfouies sous des déblais de carrières plus récentes ou sous les terrasses de culture

2- L'absence du stade final V montre soit l'emport des meules quasi-achevées soit leur finition sur des aires de travail éloignées

3- A Orvieto les *Catilli* sont percés, rendant peu probable une finition sur des aires distantes. En revanche, l'absence de l'œil sur les *Metae* indique :

- soit que ce percement central était réalisé sur le lieu de l'utilisation
- soit son absence et donc un axe fixe enfoncé à force dans la lave (par un fer aciéré)

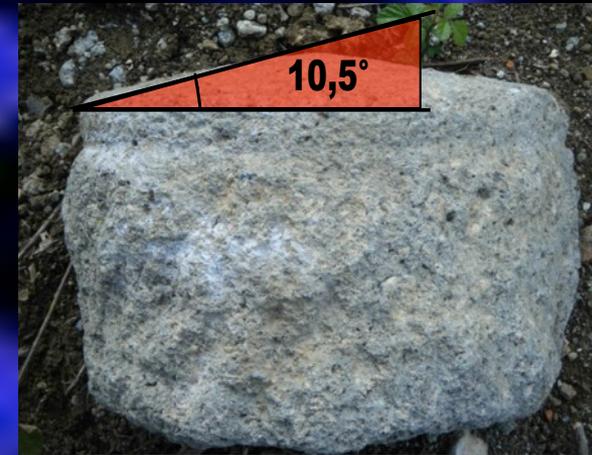


## GÉOMÉTRIE des MRB

1- Nous avons d'abord étudié les **Paramètres Configurants** qui donnent à la meule sa forme globale et dont les différentes combinaisons définissent les Modèles

On a ainsi travaillé sur :

- Les **DIAMÈTRES** **D**
- La **CONICITÉ** (**angle Latéral**) **(°L)**
- Les **HAUTEURS** **H**



2- Nous avons alors pu travailler sur les **Paramètres Secondaires** ou **Dérivés** qui traduisent plutôt la conception fonctionnelle de la meule :

Ainsi le rapport **H/D** qui exprime la massivité ou l'amincissement  
ou le paramètre **HU** ( **Hauteur UTILE** ) qui exprime la **LONGÉVITÉ**



### 3- Enfin nous nous sommes intéressé aux NORMES & à la MÉTROLOGIE

L'identification du Pied générateur permet d'exprimer les Diamètres dans les unités antiques du Doigt ou (plus rarement) du Pouce

Cette conversion permet de définir le Gabarit d'une Meule.

Il apparaît ainsi qu'une meule d'un Diamètre (cm) de 41,5 cm est la même qu'une meule de 46,5 cm, toutes deux étant d'un Gabarit de 24 dgt, la première dans un pied osco-italique de 27,5 cm la seconde dans un pied ibérique de 31,1 cm.

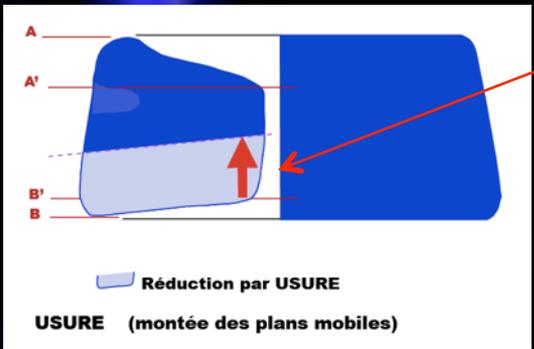
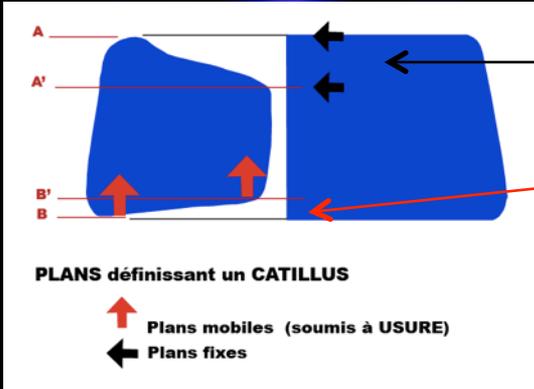
De manière générale il apparaît que les Meules Rotatives Basses sont fabriquées principalement dans 2 Gabarits :

- Meules de 1 pied  $\frac{1}{4}$  (20 dgt)
- Meules de 1 pied  $\frac{1}{2}$  (24 dgt)

Enfin, la fabrication des Meules est largement dominée par le recours à la partition en 16è ( division en 2 parts réitérée 4 fois de suite) soit le système du Doigt (16è du Pied)



# Hauteur UTILE & Usure

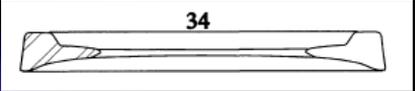
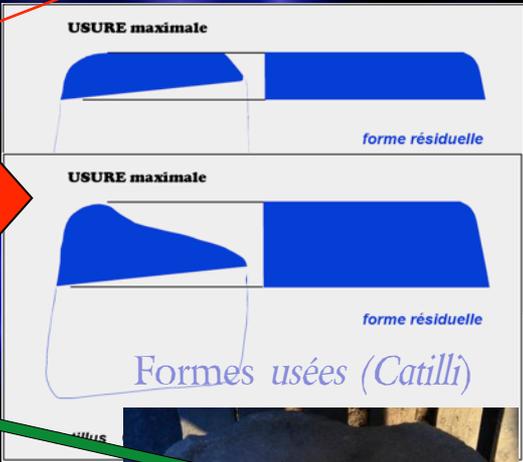


Une meule peut être définie par ses plans fixes (dessus pour un *Catillus*, base pour une *Meta*) et par ses plans mobiles : ces derniers montent (*Catillus*) ou descendent (*Meta*) à mesure que l'usure s'accroît.

L'usure produit une diminution d'épaisseur et la meule montre dans son état archéologique le plus souvent un profil aminci.

L'œil perd son épaisseur (HOE) et devient un mince anneau.

La hauteur d'une meule est soumise à l'usure et sa valeur originelle doit être restituée à partir des Ateliers.



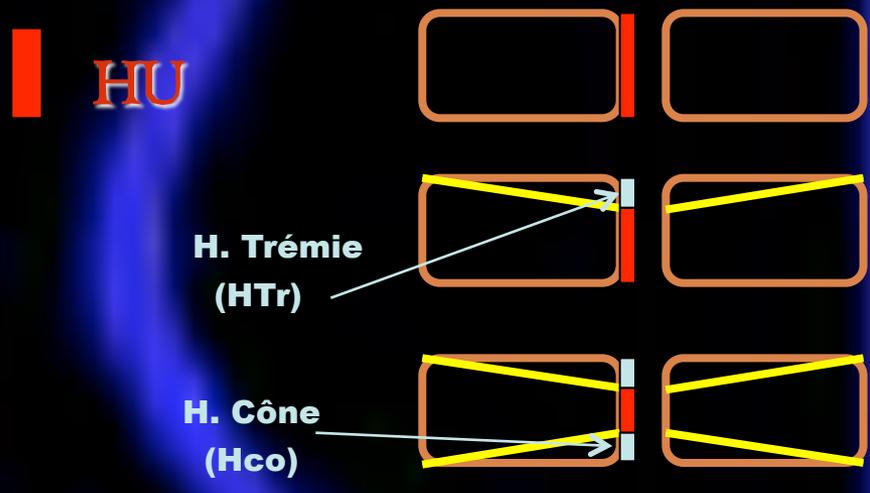
Roman Silchester worn Upper-stone (SHAFFREY 2003)



L'USURE correspond à la CONSOMMATION d'une HAUTEUR de pierre

Hauteur UTILE (HU) = épaisseur de pierre consommable = Longévité (en cm)

La Hauteur Utile (consommable) d'une meule peut correspondre à la totalité de sa hauteur (H) mais peut aussi être diminuée par certains dispositifs tels que le Cône de travail (HCo) et la Trémie (HTr).  
Ces réductions constituent la Hauteur Passive (HP). Une meule usée est réduite à sa Hauteur Passive.



H.Utile = HAUTEUR

**HU = H**

PERTE de HU par HTr  
= façonnage de la Trémie

**HU = H - HTR**

2è PERTE de HU par HCo (façonnage du Cône)

**HU = H - (HTr + Hco)**

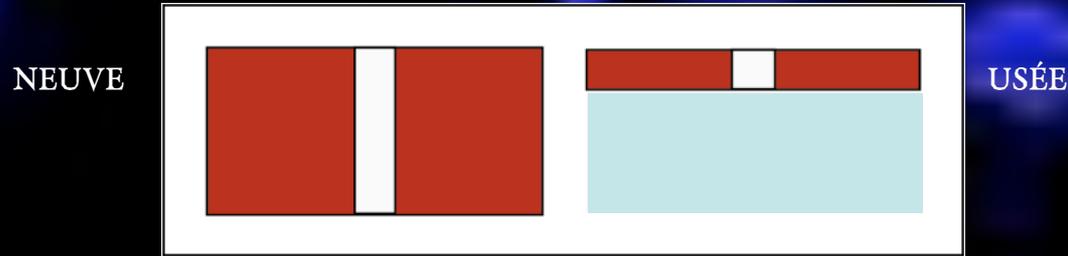
Réduction de HU

La Hauteur Passive HP reste toujours observable sur l'état archéologique d'une meule

**HTr + Hco = Hauteur PASSIVE (HP)**

Hauteur UTILE **HU = H - HP**

## L'Utilisation d'une Meule diminue sa Hauteur (HU est consommée) et RECTANGULARISE son Profil



L'Indice de RECTANGULARITÉ du Profil d'une meule (**IREC** ou rapport  $D/H$ ) traduit donc son **Modèle** lorsqu'elle est **Neuve** (Ateliers) et son **Usure** lorsqu'elle a été **Utilisée** (Sites)

Les assemblages d'Atelier montrent que pour une meule Antique NEUVE le Diamètre vaut 2 fois la Hauteur

$$D = 2 H \quad (\text{IREC à Neuf} = 200\%)$$

C'est ce que nous appelons la Norme ou le **Modèle 2H**

Sur les sites d'Utilisation, le Diamètre vaut 4 fois la Hauteur

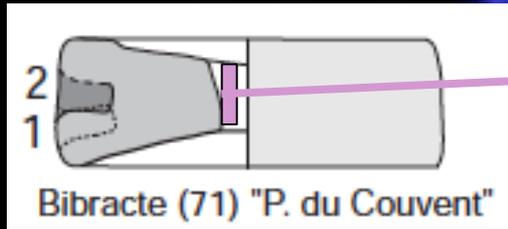
$$D = 4 H \quad (\text{IREC Usée} = 400\%)$$

➔ L'USURE se traduit donc par une Perte moyenne de  $\frac{1}{2}$  Hauteur ce qui signifie que dans l'Antiquité la HAUTEUR UTILE vaut en moyenne  $\frac{1}{2}$  HAUTEUR

2 méthodes s'offrent ainsi pour âger les Meules en calculant leur **Degré d'Usure**

**1-** Calcul par la **HU restante (HUr)**

(applicable si la Hauteur à Neuf est connue d'après l'Atelier producteur)



HUr = 2 cm  
HUNf 10 cm

Degré d'Usure =  
8 cm / 10  
soit 80%

**2-** APPROXIMATION par la  
Méthode de l'IREC (D/H)

$D = 2 H$   
D/H Ateliers  
220% (Neuf)

$D = 4 H$   
D/H Sites  
395% (Usé)

ex. D/H meule = 357%

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

Degré  
d'Usure  
78%

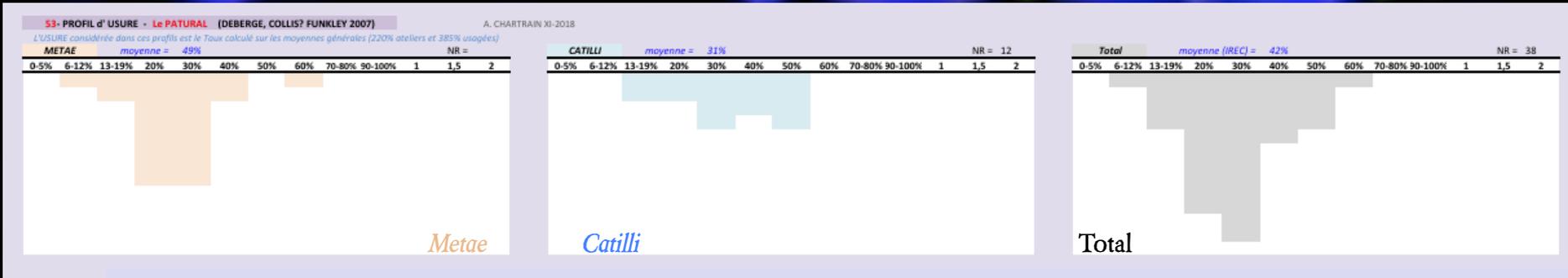
Distance entre état  
actuel et état Neuf / Parcours de l'état  
Neuf à l'état Usé

(soit IREC 357% vs IREC 220%) (soit IREC 395% vs IREC 220%)



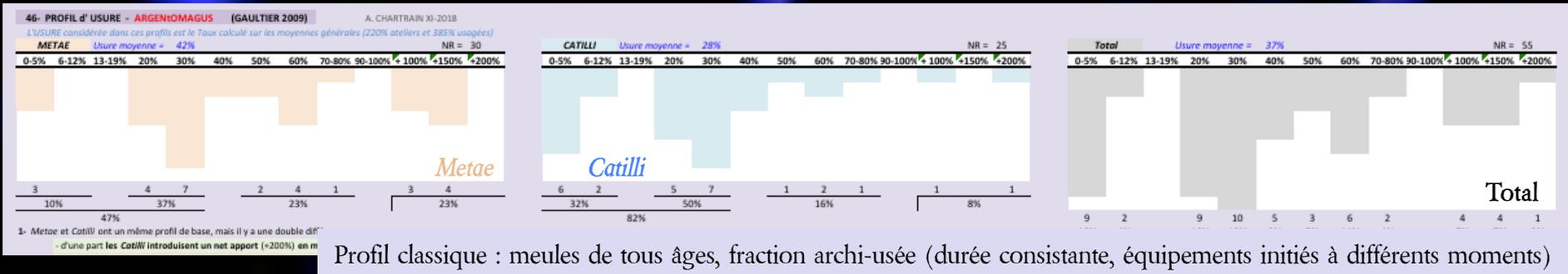
On peut ainsi “Ager” les meules & définir le **PROFIL d'USURE** d'un ASSEMBLAGE en général par la méthode de l'IREC, par HUr si l'on connaît l'Atelier et ses Hauteurs fabriquées)

Exemple : **Site rural du Pâtural (Age du Fer, Auvergne)**



Meules uniquement d'usure moyenne (profil atypique traduisant la contemporanéité de l'équipement meulier et une utilisation assez courte)

Exemple : **Ville gallo-romaine d' Argentomagus (Centre)**



Profil classique : meules de tous âges, fraction archi-usée (durée consistante, équipements initiés à différents moments)

**NB → Il y a en général ca.10% de Meules NEUVES sur les sites d'UTILISATION**



### Les MRB d' ORVIETO (1)

1- petit DIAMETRE (34,35 cm 20 dgt)



Période Molinologique Ancienne ou  
Periode 2 : soit l'arc V – IIIè s. aC

2- surtout *Metae* Hautes (25,3 cm 14 dgt)  
massivité (IREC sur 120/150%)  
=> Tradition de la *Meta*-support



Trait partagé avec des sites généralement de l'  
intervalle V – IV – III s. aC par exemple :  
Els Vilars & Puig Castellar (aussi Turò Font de  
La Canya, Turò Ca n'Olivè, Villafranca, Olèrdola)

3- présence de *Catilli* du Modèle Conti-  
nental & possibilité de *Metae* minces



Les productions d'Orvieto manifesteraient  
une certaine durée ou (et?) relèveraient d'  
une période où s'élabore, dans le Sud, le  
Modèle Continental (IIIè sinon IVè s. aC)

CATILLVS de Modèle  
Continental (Carcassonne)



Orvieto CATILLI de  
Modèle Continental



Orvieto META Modèle Mince  
(ou cassé à mi hauteur ?)

Modèle « Continental » ou « Classique »  
ou « Gaulois » :  
= *Catillus* à Trémie + Cône  
= *Meta* non épaisse (D = 2H)



Les MRB d' ORVIETO (2)

4- un trait unique : l'Evidement de la Base des *Metae* (Hc = 50% de H)

Orvieto : base évidée  
*Meta* R41

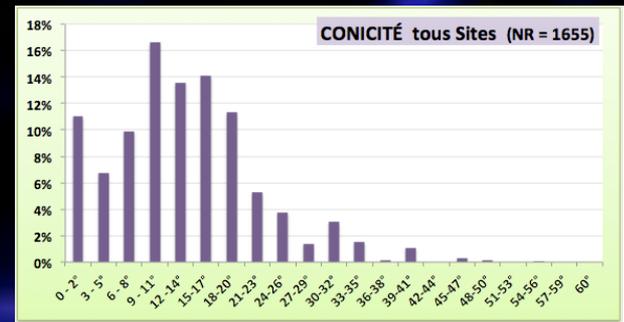
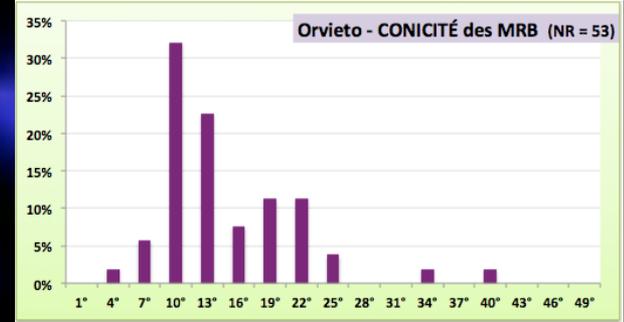


5- Conicité assez forte : 10-13° et 19-22° & absence des Meules Plates



Conicité *Metae* 13,6° } écart 5° → { Els Vilars 6°  
Conicité *Catilli* 18,6° } Alorda 5,1°  
Pâtural 4,9°

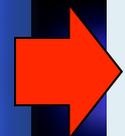
La Conicité 10-13° pourrait correspondre à 2/16è de 90° (11,25°)  
La Conicité 19-22° pourrait correspondre à 4/16è de 90° (22,5°)



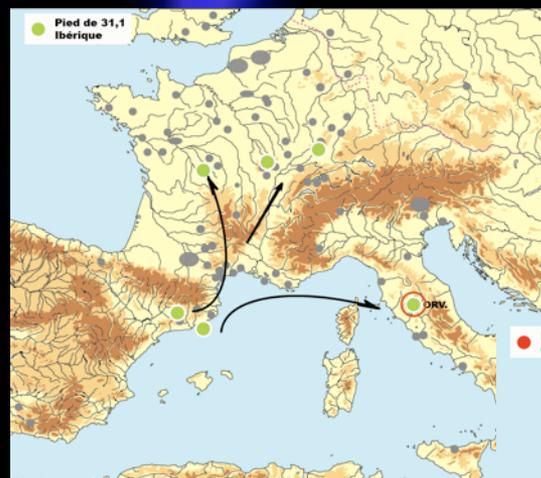


Les MRB d'ORVIETO (3)

6- Métrologie : 3 pieds semblent régir les diamètres des MRB d'Orvieto :  
Pied ibérique de 31,1 – Pied meulier de 28,2 – Pied de Salamis 30,1 cm  
(possibilité de 2 périodes à bi-métrologie)



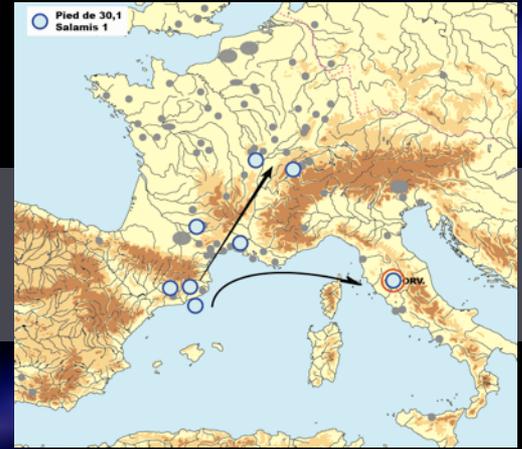
SIMILARITÉ		Tendance MÉTROLOGIQUE & GÉOGRAPHIE										
		HISP.	Meul.	Sala.1	Vindo.	Glanu.	Oscu.	Monet.	Pomp.	Manch.	Sala.2	Doriq.
		31,1	28,2	30,1	29,25	28,5	27,5	29,56	28,8	30,9	32,2	32,65
A	Les FOSSOTTES	1			1			1				
	Le CHAUDRY	1						1				
B	ILLA PEDROSA S.1	1	1	1				1				
	ELS VILARS	1	1	1				1				
	ORVIETO	1	1	1				1		1		
C	Le REBOUT	1							1			
	La MAREZE	1		1								
	La LANDE		1					1				1
A	ILLA PEDROSA S.2			1						1		
B	PORTUS			1				1		1		1
	St. QUENTIN			1				1		1		1
	PUIG CASTELLAR			1		1		1				1
	CHABLES			1		1						
A	BORKEN				1				1	1		1
	CHARTRES				1				1	1		1
	EIFEL 2008				1			1	1			1
B	AGDE		1								1	
	PECH MAHO				1			1				
	ENSERUNE				1			1				
	MARTIGUES				1			1				
B	BAD NAUHEIM				1			1				
	WANZENAU				1			1				1
	Le PATALU				1			1				
B	YMONVILLE S.2				1			1				
	YMONVILLE S.1				1			1		1	1	
	OBERNAI							1				1
		6	6	8	10	10	9	10	5	5	1	1



Pied de 31,1



Pied de 28,2



Pied de 30,1

Possibilités de diffusion des Pieds attestés à Orvieto et présents dans le Foyer Originel du N-Est Espagnol

## Les Modèles de Meules Rotatives Basses

A- Modèle ancien TRAPU : centré sur  $D = 1,2/1,5H$

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- Le standard antique :  $D = 2H$  (parfois 2,5 H)

2 H

2,5 H

C- Modèle à Amincissement relatif :  $D = 2,5H$  à  $4H$

3 H

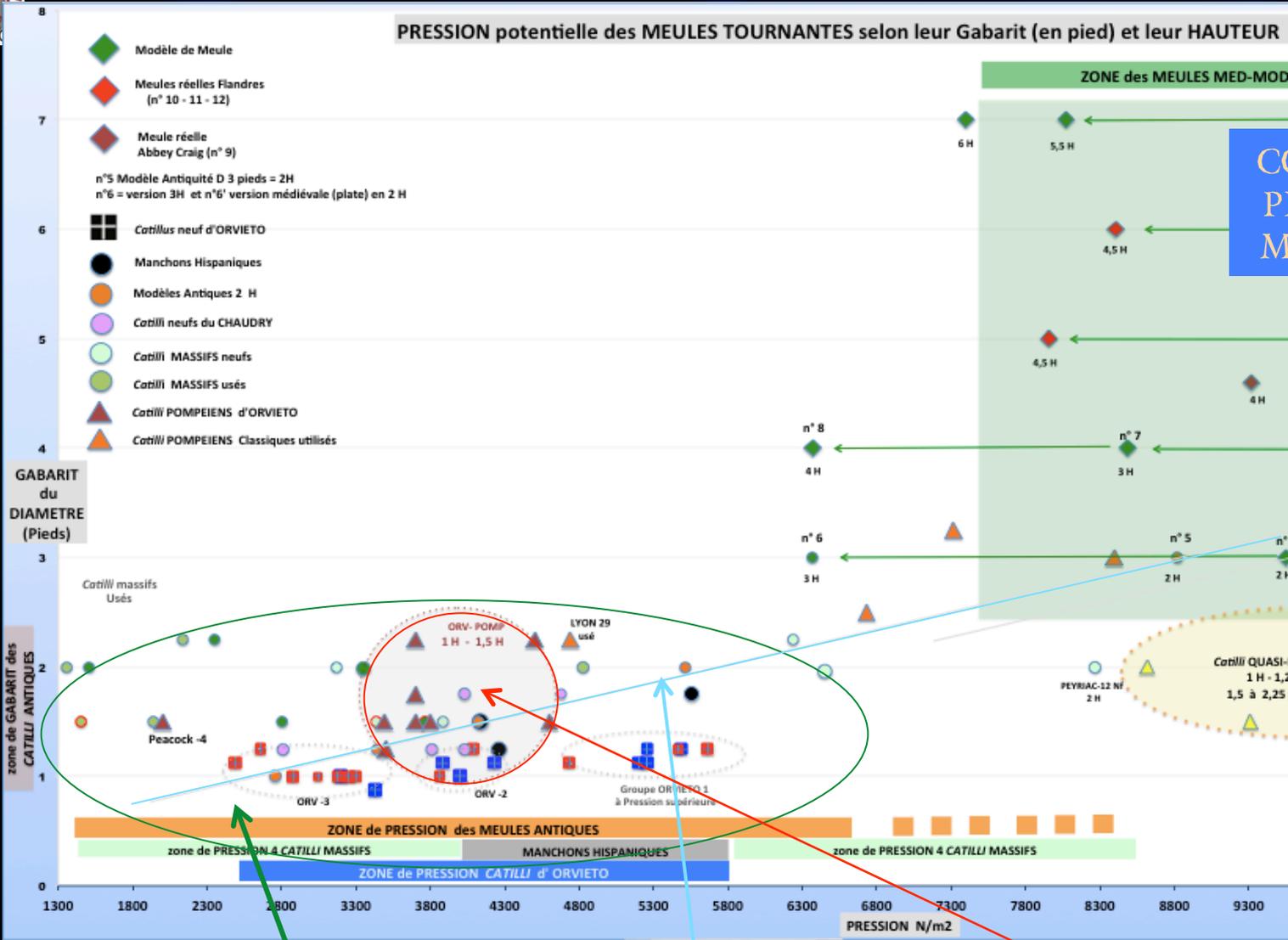
4 H

3 H

4 H

Notamment en zone Rhénane, ateliers de :  
BORKEN - BAD NAUHEIM  
OBERNAI – Les FOSSOTTES

Mais aussi : sites de BIBRACTE – ENTRAMMES – BLOIS etc.



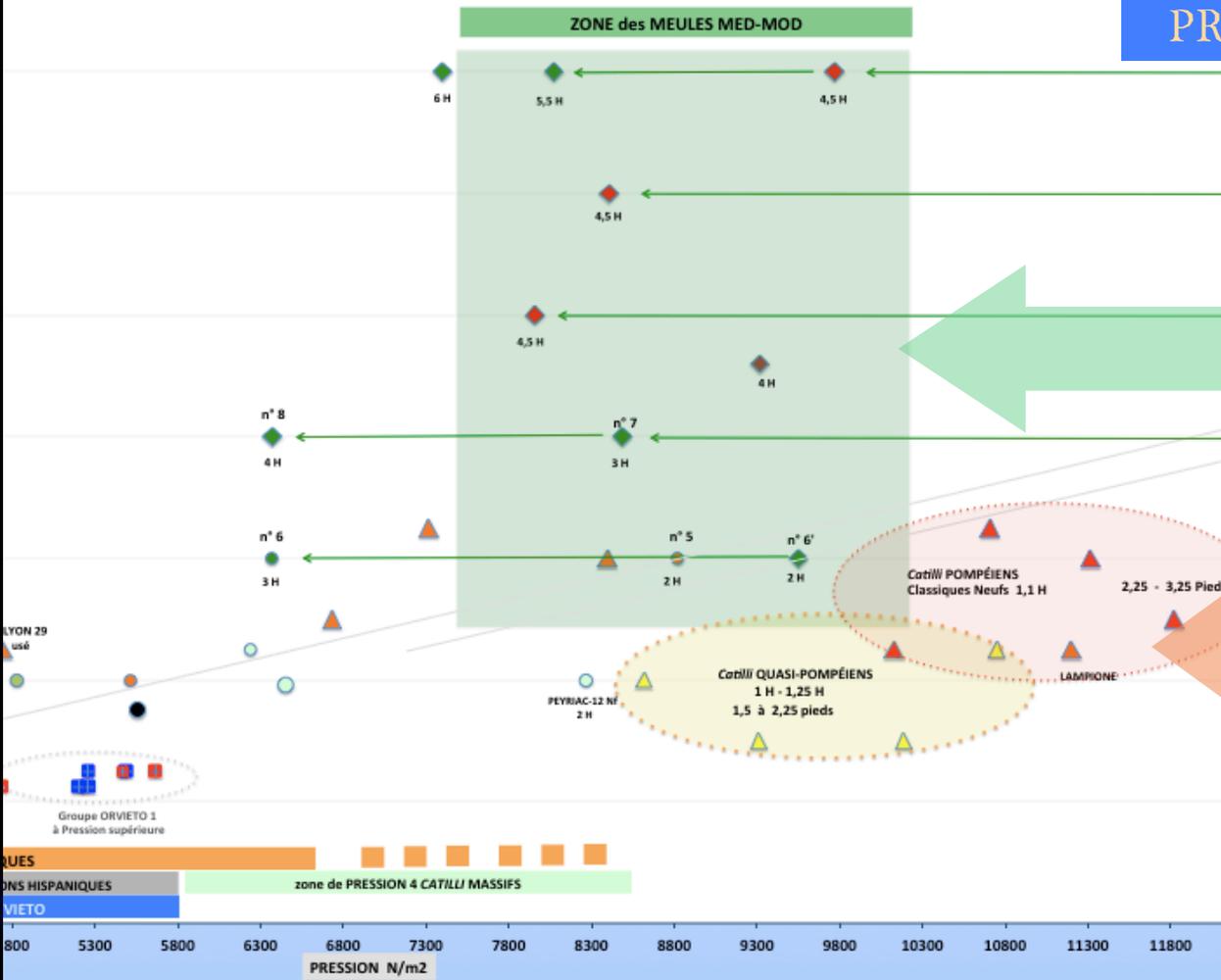
CONCLUSION :  
PRESSION &  
MOULIN PLAT

Gabarit 1 à 2 pieds

Les MRB antiques montrent une Pression très faible et très variable (2500 à 6000 N/m<sup>2</sup>) - carrés bleus & rouges = Orvieto. Elles suivent la ligne  $D = 2 H$ . Les petits modèles Pompéiens d'Orvieto se situent dans la même zone

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

PRESSION & MOULIN PLAT



Les meules Médiévales & Modernes quittent le modèle 2H au profit d'un amincissement (D = 3 à 6 H)

Cela a pour effet de les situer toutes dans une même zone de Pression constante centrée sur 8-9000 N/m2

Les Modèles de Style Pompéien, soit qu'il s'agisse d'un résultat empirique soit procédant du calcul, se situent sur la même zone de pression bien qu'elles observent une ligne D = 1 à 2 H qui les place dans le domaine antique

L'époque Carolingienne (ca.800) montre un ABANDON généralisé de la CONICITÉ

Cette adoption de la Meule Plate permet la LIBÉRATION du DIAMÈTRE et le franchissement du seuil des 3 pieds, gabarit jamais atteint en période Romaine



Merci de votre attention

Photo ORViAMM

Orvieto La Chiusetta - zone de production meulière et gîte rural