Les galets trouvés lors des fouilles archéologiques sur le site de la Fontaine de Loulié au Puy d'Issolud

par Jean-Pierre Girault

Sommaire

- 1. Généralités sur les galets trouvés sur le site de Loulié
- 2. Les galets trouvés dans les couches archéologiques de l'époque Néolithique à la Tène finale
- 3. Les galets trouvés dans les couches du Bronze final
 - 3.1 Butte BU2 couche C3, transition Bronze final / premier âge du Fer (échantillon A)
 - 3.2 Butte BU2 couche C4, Bronze final IIIB (échantillon B)
 - 3.3 BU10, zone nord entre la butte témoin BU2/BU10, Bronze final IIIB (échantillon C)
 - 3.4 BU10, zone sud, Bronze final IIIB (échantillon D)
 - 3.5 Les galets du Bronze final IIIa, BU2 couche 6B (échantillon E)
 - 3.6 Les galets du Bronze final IIIa, BU2 couche 7 (échantillon F)
 - 3.7 Les galets du Bronze final II/III, BU2 couche 9, pente du fossé (échantillon G)
 - 3.8 Les galets endroit E53, Bronze final / premier âge du fer, couche 3 (échantillon H)
 - 3.9 Les galets endroit E52, Bronze final (échantillon I)
- 4. Les galets de la Structure en creux du Néolithique final, butte BU10 (échantillon J)
- 5. Études des galets et comparaison du Bronze final et Néolithique
- 6. Les galets de la Tène finale, couche gauloise de bataille
 - 6.1 BU10, couche gauloise (échantillon K)
 - 6.2 E20, couche gauloise, zone est (échantillon L)
 - 6.3 E20, couche gauloise, zone ouest (échantillon M)
- 7. Comparaison des galets du Bronze final avec ceux trouvés dans les couches gauloises de la Tène finale.
- 8. Remise en valeur du site, traitement déblais 2010
 - 8.1 Tableaux récapitulatifs des galets, zones A et B.
 - 8.2 Tableaux récapitulatifs des galets, zones D à F
 - 8.3 Tableaux récapitulatifs des galets, trouvés dans les déblais, zones A à F
- 9. Galets trouvés en aval du site
- 10. Galets entreposés sur le site par Antoine Laurent-Bruzy
- 11. Destination des galets
- 12. Comparaison

1. Généralités sur les galets trouvés sur le site de Loulié

Autour de la fontaine de Loulié, et dans cet espace seulement, une quantité considérable de galets roulés (plusieurs mètres cubes, Viré 1936, p. 424, 425), de formes sub-sphérique ou ovoïde a été signalée lors des fouilles anciennes et trouvée lors des recherches récentes.

Les quartz blancs et les calcaires se trouvent à l'état naturel sur les hauteurs du Puy d'Issolud et sur le causse de Martel¹. Les autres galets proviennent des alluvions de la vallée de la Dordogne. Celle-ci traverse successivement des massifs datés des ères primaire et tertiaire, des dépôts quaternaires, avant de rencontrer, en amont du Puy d'Issolud, les calcaires jurassiques du secondaire. Les alluvions de la vallée sont formées par le résultat de l'érosion sur ces divers terrains. Par contre, les alluvions de la Tourmente ne comportent pas de galets semblables. Ce ruisseau prenant sa source dans le Trias et traversant le Lias ne contient que des grès rouges et des calcaires. Les galets mis au jour, lors des fouilles autour de la fontaine de Loulié, ont été en majorité apportés par l'homme. Le choix de ces projectiles s'est fait en fonction de leur destination. Qu'ils proviennent du plateau du Puy d'Issolud ou des alluvions du fleuve, l'important était leur calibre pour en faire des projectiles. La majorité des galets du bord de la Dordogne sont plats, irréguliers et de dimensions très variables selon les endroits (de quelques grammes à plusieurs kg). Parmi l'abondance et la diversité des formes, les ramasseurs ont donc opéré une sélection sur les laisses de basses-eaux.

Nous avons parfaitement relevé spatialement, puis calibré et pesé tous les galets des couches du Bronze final et du niveau de bataille de La Tène finale. Ceci pour faire des comparaisons et trouver éventuellement des différences de calibres. Il a été défini trois natures de galets, les quartz², les basaltes et les roches métamorphiques (gneiss, schiste et micaschiste) groupées avec les granits.

Dans l'étude pragmatique des séries, il n'a été retenu que les seules pierres entières, spécifiquement naturelles et ayant servi de projectiles. Les galets cassés ont bien sûr été portés sur les plans de répartition et dans les tableaux récapitulatifs.

Suite aux résultats obtenus, nous avons essayé de formuler les choix de sélection retenus par les habitants du Bronze final et surtout par les combattants gaulois et romains à la Tène finale.

Vouloir reconstituer les composantes fondamentales d'un ensemble de galets trouvés dans les couches archéologiques, conduit à en extraire les mensurations. Le choix d'un galet est fonction de trois éléments : le poids, la forme (ovalité) et sa densité. Seuls les deux premiers critères ont été étudiés. Le choix d'un calibre par les hommes du Bronze final, les Gaulois et les Romains, était réalisé par l'appréciation personnelle.

L'indice d'ovalité des galets correspond à la longueur / diamètre moyen. Il permet de mesurer l'aplatissement du galet. Nous avons préféré cette formule à celle régulièrement employée dans les études pétrographiques des galets, pour calculer l'aplatissement. La formule utilisée étant (L+I)/2E (L: longueur, I: la plus grande dimension mesurable perpendiculaire à AB, E: la plus grande dimension perpendiculaire au plan LI).

Pour chaque secteur de référence, nous avons constitué deux tableaux; le premier donne la répartition du nombre de galets trouvés par poids et par nature géologique; le deuxième par nature géologique: le poids des galets, le poids moyen, l'écart-type, la valeur médiane, le poids minimum et maximum et l'indice d'ovalité. Les échantillons A à I sont du Bronze final, J de l'époque Néolithique et K à M appartiennent à la couche gauloise de bataille de La Tène finale.

¹ - En face la fontaine de Loulié (côté ouest), sur le causse de Martel, au-dessus des falaises qui dominent la vallée de la Tourmente, notamment aux lieux dits « la Poujade, les Quatre Paroisses, Espierres », les terrains tertiaire renferment une quantité considérable de galets de quartz.

² - Regroupe les roches cristallines (le quartz filonien et le métaquartzite).

Cette étude a été volontairement simplifiée pour limiter son volume. L'étude détaillée de l'ensemble des galets par nature pourrait faire l'objet d'une publication à part. Pour le Bronze final IIIb, des études ont déjà été réalisées à Laouret (commune de Floure, Aude) par Sylvain Fry (Fry 1996, p. 165 à 181). Par contre pour les sites de La Tène finale comprenant un lieu de combat, nous n'avons trouvé aucune référence pour faire des comparaisons. La présentation des fréquences cumulées des poids des galets nous révèle une distribution différente entre les galets trouvés sur les couches du Bronze final et les couches de combat gauloises. Par contre pour chaque époque, la distribution des échantillons est pratiquement identique.

2. Les galets trouvés dans les couches archéologiques de l'époque Néolithique à La Tène finale

Les galets sélectionnés correspondent aux recherches menées sur les buttes BU2, BU10, le secteur E20 (figure n° 1).

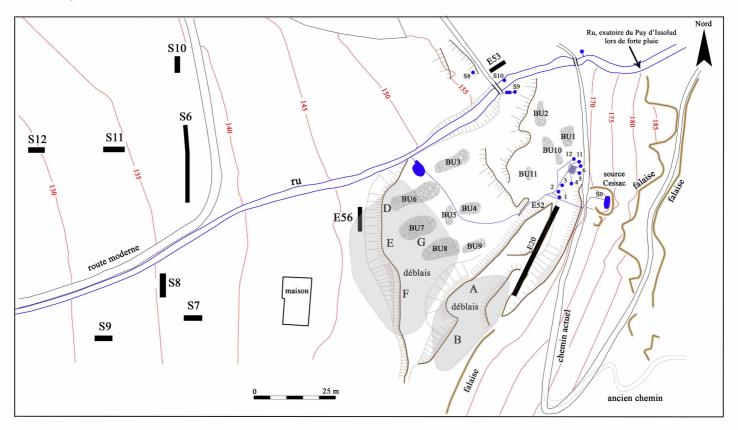


Figure n° 1 - Plan de la Fontaine de Loulié, avec les secteurs où les galets ont été étudiés.

La butte-témoin BU2, d'orientation générale nord-sud, avait avant la fouille un plan triangulaire (longueur à la base 3,60 m, largeur maximum à la base 2,05 m). Son altitude maximale à l'origine était de 164,24 m et sa hauteur de 1,86 m. Elle est située à 30 m au nord-ouest de la source Cessac. Les fouilles anciennes ont eu lieu sur son pourtour et les niveaux supérieurs ont été enlevés. Côté est, une grande tranchée avait été pratiquée en 1921 et 1922 par A. Laurent-Bruzy. Il reste au sud-est une banquette d'environ 1 à 1,50 m de large qui se raccorde à la butte BU10.

Les recherches ont permis de déterminer deux niveaux d'occupation du premier âge du Fer (couches CO et C2), un niveau de transition Bronze final IIIb / premier âge du Fer (couche C3) et deux niveaux du Bronze final IIIb, couche C4 et C7 (figure n° 2). Sous la couche C7 un fossé en « V », comblé de limon et de vase a été creusé dans le limon puis dans le sable travertineux (C8). Sur la pente est du fossé, un cailloutis (couche C9) renferme un nombre très important de galets et de la céramique du Bronze final 2/3. À la base du fossé, une aire de combustion non fouillée (11B) est attribuable au Néolithique final ; elle repose sur le sable travertineux.

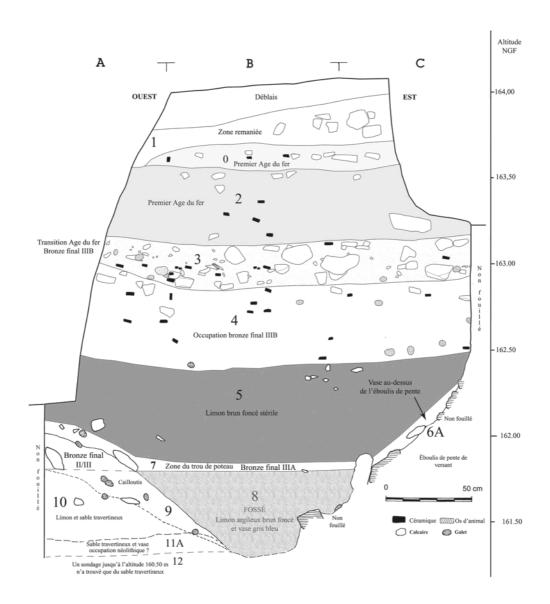


Figure n° 2 – 2005, butte BU2, coupe stratigraphique ouest-est, face sud.

La butte-témoin BU10, d'environ 0,60 m de hauteur, situé à l'altitude 164,19 m, à 22 mètres au sudest de la fontaine Cessac, se trouve entre la butte BU1 (au nord-est), la butte BU2 au nord et la butte BU11 au sud-ouest. À l'est, une tranchée orientée sensiblement nord-sud, de 2 à 3 m de large, a été rebouchée vers 1960³. Côté sud-ouest, à 6 mètres, se trouvait en 1998 un trou rempli d'eau (petit lac) où aboutissait la tranchée, en arc de cercle, creusée par J.-B. Cessac en 1865⁴. Cette tranchée fut reprise et approfondie par A. Laurent-Bruzy vers 1930. Au sud, une autre tranchée, d'une ampleur considérable, avait été creusée par A. Laurent-Bruzy en 1921-1922, sur une profondeur de 5 à 6 m. Elle aboutissait au petit lac. D'autres enlèvements semblent avoir étés effectués à l'ouest de BU10. Les recherches ont révélé une occupation du Néolithique final ou plus ancienne attestée par une structure en creux ; puis une occupation importante du Bronze final qui s'est installée sur l'éboulis de pente naturel de versant. Vers la moitié du premier siècle av. J.-C., les Gaulois ont creusé dans les couches du Bronze final un aménagement qui s'est comblé suite à une destruction par incendie (figures n° 3 et 4).

³ - En 1998, nous avons cru reconnaître cette tranchée sur une photo ancienne. En fait ce document représente une tranchée au sud-ouest de BU10. Charles Aussel, vers 1960, a capté l'eau à partir du bassin pour alimenter sa maison. Il a rebouché cette tranchée qui faisait d'après lui environ 2 m de profondeur sur 2 à 3 m de largeur. Pour l'instant nous n'avons retrouvé aucun document photographique ni écrit qui atteste cette tranchée entre BU1 et BU10. Antoine Cazes, instituteur à Martel, effectua des fouilles de 1913 jusqu'en 1919, sous la fontaine de Loulié et sur le Puy d'Issolud. Cette tranchée a-t-elle été faite par lui ou par Antoine Laurent-Bruzy ?

^{4 -} Vers 1930, Antoine Laurent-Bruzy a repris cette tranchée. Elle atteignait, d'après une photographie illustrée, 12 m de profondeur.

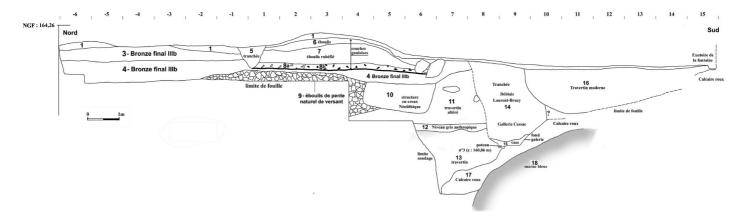


Figure n° 3 - Butte BU10, coupe stratigraphique simplifiée nord-sud

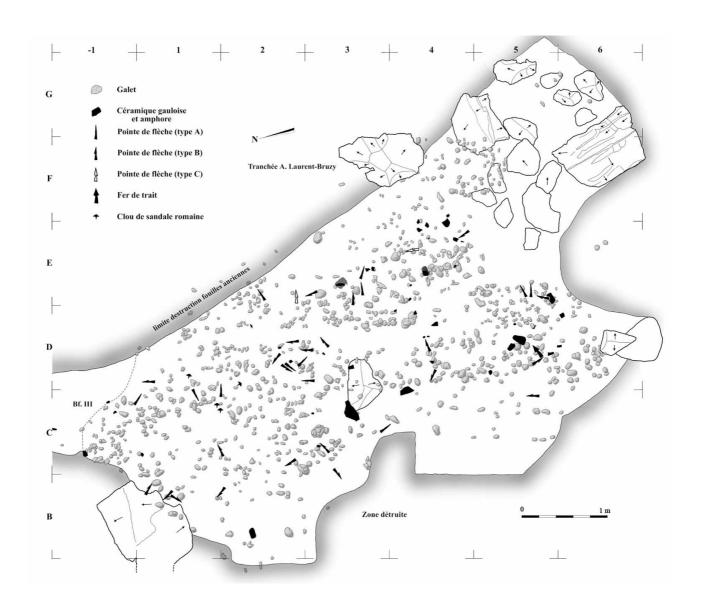


Figure n° 4 - Butte BU10, niveau gaulois de bataille, implantation des galets, de l'armement et des objets divers.

Secteur E20, côté sud-ouest du site, les recherches ont mis au jour une couche de destruction et de bataille gauloises avec de l'armement romain. Un décrochement de falaise naturel aménagé par l'homme a servi pour la défense du site par les Gaulois (figures n° 5 et 6).

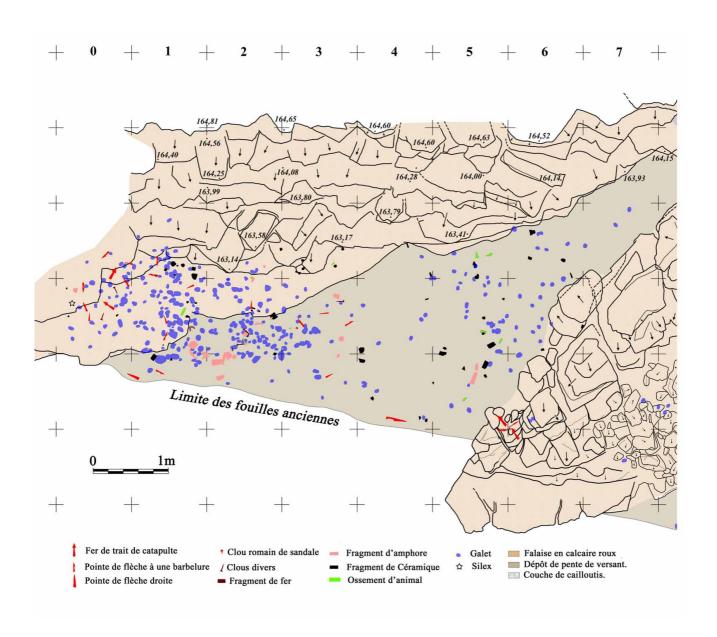


Figure n° 5 - E20, zone est, couche de bataille, répartition des galets, de l'armement et des objets divers.

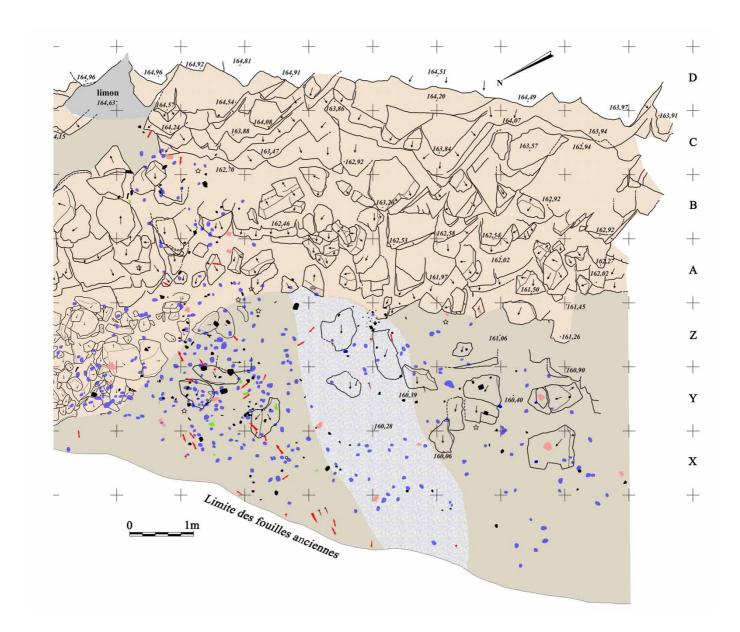


Figure n° 6 - E20, zone ouest, couche de bataille, répartition des galets, de l'armement et des objets divers.

Secteur E52, sondage réalisé le talus, pour vérifier la présence éventuelle d'un lambeau de couche gauloise encore en place laissé par les fouilles anciennes.

Secteur E53. Ce sondage en bas de versant présente trois séquences de dépôt de pente, leurs positions en pied de versant expliquent l'occurrence d'apports gravitaires, essentiellement des galets et des blocs, provenant des éboulements et des effondrements de l'escarpement. Le matériel archéologique abondant est attribuable au Bronze final et au premier âge du Fer, il provient d'habitats situés à l'aplomb de la falaise ou du plateau (figure n° 7).

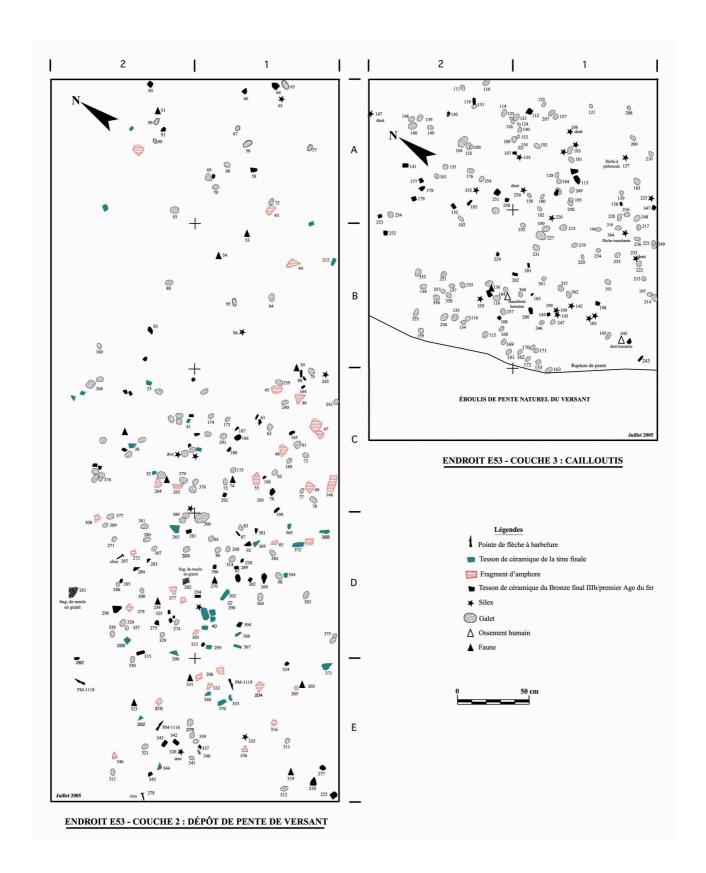


Figure n° 7 - Sondage E53, répartition des galets et des objets divers.

3. Les galets trouvés dans les couches du Bronze final

Les galets sélectionnés correspondent aux buttes BU2 et BU10

3.1 Butte BU2 couche C3, transition Bronze final / premier âge du Fer (échantillon A)

247 galets étaient répartis aléatoirement (**58** en quartz : 26, 34 (2 fois), 38, 40, 41, 46, 58, 62, 64, 65, 72, 76, 79, 83, 95, 97, 118, 122, 126, 132, 173, 232 g ; 35 galets sont cassés ; **29** en basalte : 58 (2 fois), 62, 64, 72, 72, 84, 127, 138 g ; 20 galets sont cassés ; **160** en granit ou roche métamorphique : 30 (2 fois) 32, 35, 40 (3 fois), 42, 45 (3 fois), 50 (2 fois), 52, 53, 54, 55 (4 fois), 23, 29 (2 fois), 36, 39 (2 fois), 42, 46, 47 (2 fois), 48, 54 (2 fois), 56, 58, 59, 60 (3 fois), 61, 62, 64, 67 (2 fois), 72, 75, 77 (2 fois), 80, 83 (2 fois), 86, 88 (2 fois), 91, 94, 97, 101, 102 (2 fois), 103, 104 (2 fois), 113 (2 fois), 120 (2 fois), 122, 128, 132, 147, 158, 167, 169, 178, 205, 250, 260 g ; 102 galets sont cassés).

			Roche		% par	% par
Poids des galets	Quartz	Basalte	métamorphique	Total	rapport au	rapport au
en grammes			et granit		nb. de galets	nb. de galets
J					total	entiers
20 – 50	7		11	18	7,3 %	20 %
51 – 80	7	6	18	31	12,6 %	34,5 %
81 – 120	4	1	18	23	9,3 %	25,6 %
121 – 160	3	2	5	10	4,0 %	11,1 %
161 – 200	1		3	4	1,6 %	4,4 %
201 – 300	1		3	4	1,6 %	4,4 %
Galets cassés	35	20	102	157	63,6 %	
Total	58	29	160	247		
%	23,5 %	11,7 %	64,8 %			

Figure n° 8 – Butte BU2, couche C3, répartition du nombre de galets trouvés par poids et par nature géologique.

	Nombre de	Poids des	Poids	Ecart-	Valeur	Poids	Poids	Plus grand	Plus petit	Indice
Nature	galets	galets	moyen	type	médiane	minimum	maximum	indice	indice	moyen
	entiers	en kg	en g.	en g.	en g.	en g.	en g.			
Quartz	23	1,913	83,2	48,7	72	26	232	2,25	1,15	1,57
Basalte	9	0,735	81,6	28,4	72	58	138	2,11	1,4	1,79
Granit et roche	58	5,296	91,3	50,2	81,5	23	260	2,14	1,26	1,62
métamorphique										
Total des galets	90	7,944	88,3	48,2	76,5	23	260	2,25	1,15	1,63
entiers										

Figure n° 9 – Butte BU2, couche C3. Par nature géologique : le poids des galets, le poids moyen, l'écart type, la valeur médiane, le poids minimum et maximum et l'indice d'ovalité.

3.2 Butte BU2 couche C4, Bronze final IIIB (échantillon B)

261 galets répartis aléatoirement (**42** en quartz : 14, 19, 38, 45, 51, 52, 55, 57, 64, 65, 66, 70, 72, 87, 90, 93, 98, 107, 108, 326 g ; 22 galets sont cassés ; **34** en basalte : 47, 58, 65, 71, 75, 78, 84, 87, 99, 100, 109, 120, 127, 129, 134, 143, 144, 258 g ; 16 galets sont cassés ; **185** en granit ou roche métamorphique : 18, 19, 25 (2 fois), 27, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38 (2 fois), 40, 41 (2 fois), 44, 46 (2 fois), 47 (2 fois), 49 (2 fois), 50, 51, 52 (2 fois), 54 (3 fois), 55, 58, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68 (3 fois), 70, 72, 73 (3 fois), 74 (2 fois), 76, 77, 78, 79 (2 fois), 82, 83 (2 fois), 84, 85, 87, 88, 89, 91, 92, 95 (3 fois), 96, 97, 98 (2 fois), 100, 101, 102, 103, 105, 106, 110, 112, 116, 117, 122, 123, 126, 127, 129, 133, 136, 138, 161, 164 (2 fois), 165, 174, 175, 246 g ; 90 galets sont cassés).

Poids des galets			Roche		% par	% par
en grammes	Quartz	Basalte	métamorphique	Total	rapport au	rapport au
			et granit		nb. de galets	nb. de galets
					total	entiers
20 – 50	4	1	24	29	11,1	21,8 %
51 – 80	9	5	29	43	16,5	32,3 %
81 – 120	6	6	27	39	15	29,3 %
121 – 160		5	8	13	5	9,8 %
161 – 200			6	6	2	4,5 %
201 – 300		1	1	2	0,9	1,5 %
300 – 400	1			1	0,4	0,8 %
Galets cassés	22	16	90	128	49,1	
Total	42	34	185	261		
%	16 %	13 %	71 %			

Figure n° 10 – Butte BU2, couche C4, répartition du nombre de galets trouvés par poids et par nature géologique.

	Nombre de	Poids des	Poids	Ecart-	Valeur	Poids	Poids	Plus	Plus petit	Indice
Nature	galets	galets	moyen	type	médiane	minimum	maximum	grand	indice	moyen
	entiers	en kg	en g.	en g.	en g.	en g.	en g.	indice		
Quartz	20	15,77	78,85	62,81	65,5	14	326	2,06	1,14	1,50
Basalte	18	19,28	107,11	46,77	99,5	47	258	2	1,14	1,43
Granit et roche	95	77,03	81,08	26,66	74	18	246	2,52	1,11	1,56
métamorphique										
Total des galets	133	112,08	84,27	46,26	76	14	326	2,46	1,11	1,53
entiers										

Figure n° 11 – Butte BU2, couche C4. Par nature géologique : le poids des galets, le poids moyen, l'écart-type, la valeur médiane, le poids minimum et maximum et l'indice d'ovalité.

3.3 BU10, zone nord entre la butte témoin BU2/BU10, Bronze final IIIB (échantillon C)

			Roche		% par	% par
Poids des galets	Quartz	Basalte	métamorphique	Total	rapport au	rapport au
en grammes			et granit		nb. de galets	nb. de galets
					total	entiers
20 – 50	7	7	66	80	13 %	27 %
51 – 80	7	9	79	95	15 %	31 %
81 – 120	7	4	48	59	10 %	20 %
121 – 160	1	5	31	37	6 %	12 %
161 – 200	3	4	11	18	3 %	6 %
201 – 300		1	7	8	1 %	3 %
301 – 400		1	1	2		1 %
401 – 500	1		1	1		
>500			1	1		
Galets cassés	35	28	249	312	51 %	
Total	61	59	494	614	100 %	1 %
%	10 %	10 %	80 %	100 %		

Figure n° 12 – Butte BU10, zone nord, Bronze final III b, répartition du nombre de galets trouvés par poids et par nature géologique.

	Nombre	Poids	Poids	Ecart-	Valeur	Poids	Poids	Plus	Plus	Indice
Nature	de galets	des	moyen	type	médiane	minimum	maximum	grand	petit	moyen
	entiers	galets	en g.	en g.	en g.	en g.	en g.	indice	indice	
		en kg								
Quartz	26	2,38	92	76	76,5	24	412	2,61	1,2	1,51
Basalte	31	3,134	101	65	70	32	322	2,49	1,1	1,44
Granit et roche métamorphique	245	21,644	88	56	75	22	510	2,64	1,05	1,44
Total des galets entiers	302	27,158	90	59	75	22	510	2,64	1,05	1,45

Figure n° 13 – Butte BU10, zone nord, Bronze final IIIb. Par nature géologique : le poids des galets, le poids moyen, l'écart-type, la valeur médiane, le poids minimum et maximum et l'indice d'ovalité.

3.4 BU10, zone sud, Bronze final IIIB (échantillon D)

1167 galets au total

- **94 galets en quartz**: (20, 22 (2 fois), 28, 35 (3 fois), 38, 39, 40 (3 fois), 45, 47, 49, 50 (2 fois), 52, 54 (3 fois), 58 (2 fois), 59, 61, 63 (3 fois), 64 (2 fois), 65, 67 (3 fois), 70, 74 (2 fois), 79, 83, 86, 86 (2 fois), 89, 90 (2 fois), 94, 95, 99, 112, 128, 135, 141, 143, 152, 170, 177, 184, 220, 236, 274, 334, 535, 590, 605, 650 g; 29 galets sont cassés).
- 155 galets en basalte granit: (36, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 48 (2 fois), 49, 50 (2 fois), 52 (3 fois), 54 (2 fois), 55 (4 fois), 58 (2 fois), 62, 64 (5 fois), 69, 70 (2 fois), 71 (2 fois), 72 (3 fois), 75, 76, 77, 78, 79 (2 fois), 82 (2 fois), 83, 84 (2 fois), 86 (2 fois), 89, 90 (6 fois), 96, 97, 98 (3 fois), 100, 102, 103, 104, 105 (2 fois), 116, 119, 120, 128, 131, 136, 140 (2 fois), 148, 151, 153, 155 (2 fois), 157 (2 fois), 165, 169, 182, 193, 196, 265 g; 66 galets sont cassés).
- 918 galets en ou roche métamorphique: (20 (3 fois), 21,22 (4 fois), 26, 27 (2 fois),, 29 (2 fois), 30, 31, 32 (5 fois), 33, 35 (2 fois), 36, 37, 38 (2 fois), 39 (3 fois), 40 (10 fois), 41 (10 fois), 42 (6 fois), 43 (4 fois), 44 (12 fois), 45 (12 fois), 46 (9 fois), 47 (7 fois), 48 (11 fois), 49 (9 fois), 50 (8 fois), 51 (9 fois), 52 (10 fois), 53 (8 fois), 54 (6 fois), 55 (5 fois), 56 (17 fois), 57 (7 fois), 58 (6 fois), 59 (3 fois), 60 (5 fois), 61, 62 (3 fois), 63 (4 fois), 64 (2 fois), 65 (5 fois), 66 (3 fois), 65 (2 fois), 67 (5 fois), 68 (8 fois), 69 (8 fois), 70 (4 fois), 71 (3 fois), 72 (15 fois), 73 (3 fois), 74 (10 fois), 75 (9 fois), 76 (6 fois), 77 (7 fois), 78 (10 fois), 79 (9 fois), 80 (6 fois), 81 (5 fois), 82 (2 fois), 83 (4 fois), 85 (15 fois), 86 (7 fois), 87 (4 fois), 88 (2 fois), 89 (5 fois), 90 (7 fois), 91, 92 (6 fois), 93, 94 (3 fois), 96 (8 fois), 97 (4 fois), 99 (5 fois), 100 (7 fois), 102 (4 fois), 103 (4 fois), 105 (3 fois), 107 (3 fois), 109 (2 fois), 110 (5 fois), 111, 112 (5 fois), 114 (2 fois), 115 (4 fois), 116 (4 fois), 117 (2 fois), 118, 119, 120 (5 fois), 122 (2 fois), 135, 125 (5 fois), 126 (3 fois), 127, 128 (5 fois), 130 (4 fois), 133, 134, 135 (4 fois), 137 (3 fois), 140, 141, 142 (3 fois), 143 (2 fois), 144 (3 fois), 145 (6 fois), 146 (2 fois), 148 (4 fois), 150 (3 fois), 152 (4 fois), 153, 158, 164, 165 (2 fois), 170 (3 fois), 172, 174, 176 (3 fois), 180 (5 fois), 191, 192, 195 (2 fois), 198, 210, 212, 215 (2 fois), 219, 224, 225, 230 (2 fois), 240, 241 (2 fois), 244, 245, 253 (2 fois), 256, 260 (2 fois), 271, 275 (2 fois), 330, 345, 350, 360 (2 fois), 480, 485, 630, 695 g; 360 galets sont cassés).

			Roche		% par	% par
Poids des galets	Quartz	Basalte	métamorphique	Total	rapport au	rapport au
en g.			et granit		nb. de galets	nb. de galets
					total	entiers
20 – 50	17	12	127	156	13 %	22 %
51 – 80	21	31	187	239	20 %	33 %
81 – 120	11	28	132	171	15 %	24 %
121 – 160	5	12	60	77	7 %	11 %
161 – 200	3	5	21	29	2 %	4 %
201 – 300	3	1	22	26	2 %	4 %
301 – 400	1		5	6	1 %	1 %
401 – 500			2	2		
>500	4		2	6	1 %	1 %
Galets cassés	29	66	360	455	39 %	
Total	94	155	918	1167	100 %	100 %
%	8 %	13 %	79 %	100 %		

Figure n° 14 – Butte BU10, zone sud, Bronze final III b, répartition du nombre de galets trouvés par poids et par nature géologique.

	Nombre	Poids	Poids	Ecart-	Valeur	Poids	Poids	Plus	Plus	Indice
Nature	de	des	moyen	type	médiane	minimum	maximum	grand	petit	moyen
	galets	galets	en g.	en g.	en g.	en g.	en g.	indice	indice	
	entiers	en kg								
Quartz	65	7,648	118	136	67	20	650	2,4	1,1	1,44
Basalte	89	8,145	92	43	82	36	265	2,3	1,05	1,46
Granit et roche métamorphique	558	51,895	93	68	76	18	695	2,5	1,03	1,51
Total des Galets entiers	712	67,688	95	75	76	18	695	2,5	1,03	1,50

Figure n° 15 – Butte BU10, zone sud, Bronze final IIIb. Par nature géologique : le poids des galets, le poids moyen, l'écart-type, la valeur médiane, le poids minimum et maximum et l'indice d'ovalité.

3.5 Les galets du Bronze final IIIa, BU2 couche 6B (échantillon E)

48 galets: **7** en quartz (52, 62, 63, 66, 89, 97 g; 1 galet est cassé); **31** en granit ou roche métamorphique (27, 40, 41, 47, 49, 62, 67, 72, 79 (2 fois), 82, 93, 97 (2 fois), 110, 111, 116, 126, 128, 159 g; 11 galets sont cassés); **10** en basalte (35, 53, 67, 109, 110, 118 g; 4 galets sont cassés).

Poids des galets			Roche		% par	% par
en grammes	Quartz	Basalte	métamorphique	Total	rapport au	rapport au
			et granit		nb. de galets	nb. de galets
					total	entiers
20 – 50		1	5	6	12,5 %	18,8 %
51 – 80	4	2	5	11	22,9 %	34,4 %
81 – 120	2	3	7	12	25 %	37,5 %
121 – 160			3	3	6,3 %	9,3 %
161 – 200						
201 – 300						
Galets cassés	1	4	11	16	33,3 %	
Total	7	10	31	48		
%	14,6 %	20,8 %	64,6 %			

Figure n° 16 – Butte BU2, couche 6B, Bronze final III a, répartition du nombre de galets trouvés par poids et par nature géologique.

Nature	Nombre de galets	Poids des	Poids moyen	Ecart- type	Valeur médiane	Poids minimum	Poids maximum	Plus grand	Plus petit	Indice moven
	entiers	galets en kg	en g.	en g.	en g.	en g.	en g.	indice	indice	
Quartz	6	0,429	71,5	17,4	64,5	52	97	1,84	1,24	1,44
Basalte	6	0,492	82	34,9	88	35	118	1,56	1,39	1,47
Granit et roche métamorphique	20	1,682	84,1	34,6	80,5	27	159	2,12	1,32	1,59
Total des galets entiers	32	2,603	81,3	31,7	79	27	159	2,12	1,24	1,54

Figure n° 17 – Butte BU2, couche 6B, Bronze final III a. Par nature géologique : le poids des galets, le poids moyen, l'écart-type, la valeur médiane, le poids minimum et maximum et l'indice d'ovalité.

3.6 Les galets du Bronze final IIIa, BU2 couche 7 (échantillon F)

25 galets : **2** en quartz (85, 56 g) ; **19** en granit ou roche métamorphique (44, 51 (2 fois), 52, 62, 69, 78, 82, 95, 97, 101, 109, 117, 127, 136, 199 g; 3 galets sont cassés) ; **4** en basalte (51, 74, 134 g; 1 galet est cassé).

Poids total des galets : 1,870 kg ; poids moyen 89 g ; écart-type : 38,4 ; valeur médiane : 82 ; plus grand indice : 2,4 ; plus petit indice 1,04 ; indice moyen : 1,52.

3.7 Les galets du Bronze final II/III, BU2 couche 9, pente du fossé (échantillon G)

380 galets: **29** en quartz (23, 28, 30, 43, 45, 57, 69, 69, 72, 75, 83, 89 (2 fois), 94, 97, 101 (2 fois), 112, 120, 133, 182 g; 6 galets sont cassés); **298** en granit ou roche métamorphique (20, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36 (2 fois), 37, 38, 39 (2 fois), 42, 43, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 52 (3 fois), 53, 54 (2 fois), 55 (2 fois), 56, 57 (3 fois), 58 (2 fois), 59 (3 fois), 60 (4 fois), 61 (2 fois), 62 (3 fois), 63 (2 fois), 65, 66 (2 fois), 68, 69 (3 fois), 70 (3 fois), 71, 72 (2 fois), 74, 75 (4 fois), 77, 78 (2 fois), 79, 80 (2 fois), 81 (2 fois), 82 (4 fois), 83 (2 fois), 84 (3 fois), 85, 87, 88 (3 fois), 89 (3 fois), 91 (2 fois), 92 (5 fois), 93, 95, 96 (4 fois), 97 (2 fois), 98 (3 fois), 99, 100, 101 (2 fois), 102 (5 fois, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110 (3 fois), 111 (2 fois), 113, 114, 115, 116 (2 fois), 117, 118, 120 (2 fois), 123 (2 fois), 124, 125, 126, 127 (3 fois), 130 (3 fois), 131, 133, 134 (3 fois), 135 (2 fois), 139, 140 (2 fois), 143, 144 (3 fois), 146, 148, 152, 153, 156, 157, 163, 165, 168, 170, 174, 175, 183, 187, 188, 192 (2 fois), 199, 209, 210, 218, 226, 231, 240, 242, 243, 259, 270 g; 103 galets sont cassés); **53** en basalte (32, 46 (2 fois), 50, 52, 59, 70, 71, 77, 78, 81, 83, 85, 87, 88, 89 (2 fois), 91, 99 (2 fois), 106, 107, 110, 115 (2 fois), 118 (2 fois), 122, 136, 137, 138 (2 fois), 143, 147, 171, 184, 185, 231 g; 15 galets sont cassés).

			Roche		% par	% par
Poids des galets	Quartz	Basalte	métamorphique	Total	rapport au	rapport au
en grammes			et granit		nb. de galets	nb. de galets
					total	entiers
20 – 50	5	4	20	29	7,6 %	11,3 %
51 – 80	6	6	53	65	17,1 %	25,4 %
81 – 120	9	17	67	93	24,5 %	36,3 %
121 – 160	1	7	31	39	10,3 %	15,2 %
161 – 200	1	3	14	18	4,7 %	7 %
201 – 300	1	1	10	12	3,2 %	4,7 %
Galets cassés	6	15	103	124	32,6 %	
Total	29	53	298	380		
%	7,6 %	13,9 %	78,5 %			

Figure n° 18 – Butte BU2, couche 9, Bronze final II / III, répartition du nombre de galets trouvés par poids et par nature géologique.

	Nombre de	Poids	Poids	Ecart-	Valeur	Poids	Poids	Plus	Plus	Indice
Nature	galets	des	moyen	type	médiane	minimum	maximum	grand	petit	moyen
	entiers	galets	en g.	en g.	en g.	en g.	en g.	indice	indice	
		en kg								
Quartz	23	1,968	85,56	44,78	83	23	202	2,08	1,1	1,57
Basalte	38	3,993	105,07	42,89	99	32	231	1,94	1,27	1,57
Granit et roche	195	19,828	101,68	49,49	92	20	270	3	1,15	1,61
métamorphique										
Total des galets	256	27,789	100,73	48,24	92	20	270	3	1,1	1,60
entiers										

Figure n° 19 – Butte BU2, couche 9, Bronze final II / III. Par nature géologique : le poids des galets, le poids moyen, l'écart-type, la valeur médiane, le poids minimum et maximum et l'indice d'ovalité.

3.8 Les galets endroit E53, Bronze final / premier âge du Fer, couche 3 (échantillon H)

148 galets: **27** en quartz (13, 32, 36 (2 fois), 38, 39, 40, 44, 67, 86, 93, 94, 97, 99, 106, 119, 133, 137, 144, 264, 326, 328, 352 g; 7 galets sont cassés), **103** en granit ou roche métamorphique (35, 38, 39, 41, 42, 44, 46, 48 (3 fois), 50 (2 fois), 51 (2 fois), 52, 53, 54 (2 fois), 55, 57, 58, 59 (3 fois), 63, 68 (2 fois), 72 (2 fois), 76 (3 fois), 77 (3 fois), 78 (3 fois), 79 (4 fois), 81, 83, 84 (2 fois), 85, 89, 90, 93 (2 fois), 94, 97, 100, 101, 102, 103, 106, 108, 112,115, 117, 118 (2 fois), 124, 131, 142, 144, 149, 151, 154, 158, 164, 171, 181, 182, 186, 190, 192, 209, 238 g; 22 galets sont cassés); **18** en basalte (26, 27, 39, 48, 63, 88 (2 fois), 91, 160, 168, 171, 268, 270 g; **5** galets sont cassés).

Poids des galets			Roche		% par	% par
en grammes	Quartz	Basalte	métamorphique	Total	rapport au	rapport au
			et granit		nb. de galets	nb. de galets
					total	entiers
20 – 50	8	4	12	24	16,2 %	21,1 %
51 – 80	1	1	30	32	21,6 %	28,1 %
81 – 120	6	3	22	31	21,0 %	27,2 %
121 – 160	3	1	8	12	8,1 %	10,5 %
161 – 200		2	7	9	6,1 %	7,9 %
201 – 300	1	2	2	5	3,4 %	4,3%
301 - 400	1			1	0,7 %	0,9 %
Galets cassés	7	5	22	34	22,9 %	
Total	27	18	103	148		
%	18,2 %	12,2 %	69,6 %			

Figure n° 20– Endroit E53, Bronze final / premier âge du Fer, répartition du nombre de galets trouvés par poids et par nature géologique.

	Nombre de	Poids	Poids	Ecart-	Valeur	Poids	Poids	Plus	Plus	Indice
Nature	galets	des	moyen	type	médiane	minimum	maximum	grand	petit	moyen
	entiers	galets	en g.	en g.	en g.	en g.	en g.	indice	indice	
		en kg								
Quartz	23	2,7	118	99	94	13	352	2,82	1,06	1,42
Basalte	13	1,5	116	81	88	26	270	2,62	1,09	1,57
Granit et roche	81	7,6	94	45	79	35	238	2,65	1,02	1,55
métamorphique										
Total des galets	117	11,8	101	65	84	13	352	2,82	1,02	1,53
entiers										

Figure n° 21 - Endroit E53, Bronze final / premier âge du Fer. Par nature géologique : le poids des galets, le poids moyen, l'écart-type, la valeur médiane, le poids minimum et maximum et l'indice d'ovalité.

3.9 Les galets endroit E52, Bronze final (échantillon I)

Ce sondage est situé dans un talus, en bordure sud d'une tranchée creusée par J.-B. Cessac en 1865, et côté nord du décrochement de falaise à l'endroit E20.

26 galets : **3** en quartz (51, 61, 246 g), **18** en granit ou roche métamorphique (50 (2 fois), 51, 53, 58 (3 fois), 63, 66, 75, 77, 81, 95, 116, 120, 135, 144, 299 g; **5** galets sont cassés); **5** en basalte (97, 104, 106, 110, 122 g).

Poids total des galets : 2,546 kg ; poids moyen 98 g ; écart type : 59,4 ; valeur médiane : 79 ; plus grand indice : 2,35 ; plus petit indice 1,02 ; indice moyen : 1,51.

4. Les galets de la structure en creux du Néolithique final, butte BU10 (échantillon J)

114 galets étaient répartis aléatoirement (**15** en quartz : 25, 28, 43, 49, 57, 62 g ; 9 galets sont cassés ; **7** en basalte : 55, 92, 170 g ; 4 galets sont cassés ; **92** en granit ou roche métamorphique : 24, 28, 35, 36, 36, 41, 51 (2 fois), 53, 55, 60 (2 fois), 65, 68, 75 (2 fois), 76, 78, 82, 85 (2 fois), 86, 90, 94, 98, 100, 111, 118, 126, 130, 142, 145, 147, 315 g ; 58 galets sont cassés).

			Roche		% par	% par
Poids des galets	Quartz	Basalte	métamorphique	Total	rapport au	rapport au
en grammes			et granit		nb. de galets	nb. de galets
					total	entiers
20 – 50	4		6	10	8,8 %	23,3 %
51 – 80	2	1	12	15	13,2 %	34,9 %
81 – 120		1	10	11	9,6 %	25,6 %
121 – 160			5	5	4,4 %	11,6 %
161 – 200		1		1	0,9 %	2,3 %
201 – 300						
301 - 350			1	1	0,9 %	2,3 %
Galets cassés	9	4	58	71	62,2 %	·
Total	15	7	92	114		
%	13,2 %	6,1 %	80,7 %			

Figure n° 22 – BU10, structure en creux du néolithique final, répartition du nombre de galets trouvés par poids et par nature géologique.

	Nombre	Poids	Poids	Ecart-	Valeur	Poids	Poids	Plus	Plus	Indice
Nature	de galets	des	moyen	type	médiane	minimum	maximum	petit	grand	moyen
	entiers	galets	en g	en g	en g.	en g	en g	indice	indice	
		en kg								
Quartz	6	0,264	44	14	46	25	62	2,4	1,15	1,61
Basalte	3	0,317	106	48	92	55	170	2,3	1,2	1,50
Granit et roche	34	2,921	86	51	77	24	315	2,8	1,16	1,53
métamorphique										
Total	43	3,502	81	51	75	24	315	2,8	1,15	1,54
	Ovalité des galets : Indice = Longueur / diamètre moyen									

Figure n° 23 – BU10, structure en creux du néolithique final. Par nature géologique : le poids des galets, le poids moyen, l'écart-type, la valeur médiane, le poids minimum et maximum et l'indice d'ovalité.

5. Études des galets et comparaison entre le Bronze final et le Néolithique

Pour simplifier l'étude des galets, nous n'avons retenu pour la réalisation des courbes et des diagrammes, que les échantillons significatifs de A à D et G, H. Les autres échantillons E, F, I et J comportant un petit nombre de galets, donnent des résultats similaires.

Echantillon	Poids moyen en g	Ecart-type en g	Valeur médiane en g	Époque	Endroit
Α	88	48	77	BFIIIb	BU2/C3
В	84	46	76	BFIIIb	BU2/C4
С	90	59	75	BFIIIb	BU10-zone nord
D	95	75	76	BFIIIb	BU10-zone sud
E	81	32	79	BFIIIa	BU2/C6B
F	89	38	82	BFIIIa	BU2/C7
G	101	48	92	BFII/BFIII	BU2/C9
Н	101	65	84	BFIIIb	E53
I	98	59	79	BFIIIb	E52
J	81	51	75	Néolithique	BU10

Figure n° 24 – Récapitulatif en fonction des échantillons, du poids moyen, de l'écart-type, et de la valeur médiane.

La sélection des masses des galets à 90 % se situe entre 40 et 160 g, le maximum de fréquence se situe entre 50 et 80 g avec 33 % (figures n° 24, 27, 41).

Pour les différents échantillons du Bronze final le poids moyen des galets, toutes natures géologiques confondues varie de 81 à 101 g, l'écart-type de 32 à 75 g et la valeur médiane de 75 à 92 g. Les tableaux pour chaque échantillon donnent le différentiel par nature géologique des galets. Le pourcentage du nombre de galet compris dans l'amplitude de l'écart-type varie de 33 à 52 % selon les échantillons (figure n° 25).

Amplitu	Amplitude des écarts-types des séries de galets en g.										
	Α	В	С	D	E	F	G	Н	ı	J	
Amplitude minimum	64	61	61	58	65	70	77	68	69	56	
Moyenne	88	84	90	95	81	89	101	101	98	81	
Amplitude maximum	112	107	120	133	97	108	125	133	128	107	
Nb. de galets dans l'amplitude	34	62	121	369	12	7	106	41	11	20	
% de l'échantillon compris dans	38%	47%	40%	52%	38%	33%	41%	35%	44%	47%	
l'amplitude de l'écart-type											

Figure n° 25 – Récapitulatif de l'amplitude des écarts-types des séries des galets en g.

L'indice moyen de l'ovalité des galets varie de 1,45 à 1,63. 90 % des galets ont un indice compris entre 1,2 et 1,8 et environ 29 % un indice compris entre 1,5 et 1,7 (figure n° 31).

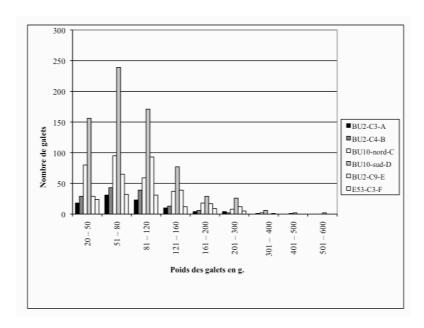


Figure n° 26 - BFIII, répartition des galets par tranche de poids.

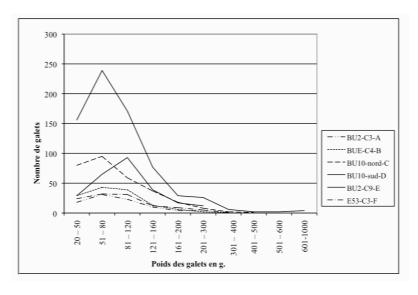


Figure n° 27 - Courbes de répartition du nombre de galets en fonction des poids.

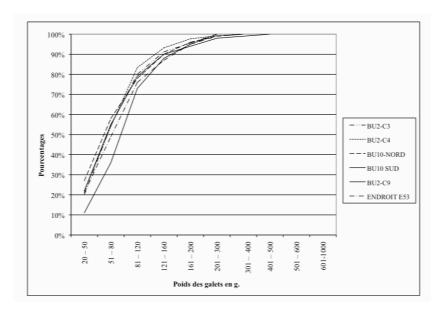


Figure n° 28 - Fréquences cumulées des poids des galets du Bronze final.

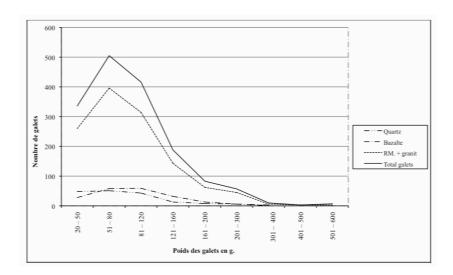


Figure n° 29 - Courbe de répartition du nombre de galets par nature du Bronze final en fonction des poids.

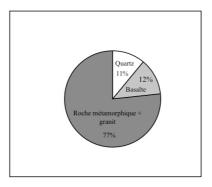


Figure n° 30 - Pourcentage des galets par nature Buttes 2 et 10 et endroit E53.

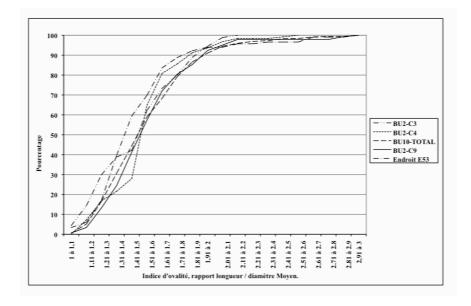


Figure n° 31 - Fréquence cumulées des rapports longueur/diamètre moyen sur la totalité des galets par couches du Bronze final.

6. Les galets de La Tène finale, couche gauloise de bataille

6.1 BU10, couche gauloise (échantillon K)

Tous les galets sont ovales ou sub-sphériques.

- **240** galets en quartz (40 (2 fois), 47, 50 (2 fois), 54, 55 (2 fois), 56, 60 (4 fois), 61, 62 (2 fois), 64, 65 (2 fois), 66 (3 fois), 70 (4 fois), 75, 76, 78, 49, 80 (3 fois), 82, 84, 90 (6 fois), 91, 92, 95, 96, 97, 98, 100 (6 fois), 106, 110 (4 fois), 116, 120 (10 fois), 121, 127, 128, 129, 130 (3 fois), 134, 140 (3 fois), 150, (2 fois), 154, 155, 156, 158, 160 (2 fois), 161, 162, 170 (3 fois), 173, 176, 178, 180 (6 fois), 182, 183, 184, 185, 187, 190 (2 fois), 192, 196 (2 fois), 197, 200 (3 fois), 205, 210 (3 fois), 219, 220 (3 fois), 230 (2 fois), 240 (4 fois), 246, 250, 258, 260, 264, 275, 280 (2 fois), 282, 290 (3 fois), 292, 294, 305, 307, 310 (2 fois), 331, 335, 340, 345, 350 (4 fois), 364, 365, 391, 395, 402, 430, 450 (3 fois), 470, 476, 487, 490, 493, 537, 550 (3 fois), 555, 558, 564, 569, 570, 574, 578, 603, 628, 640 (2 fois), 718, 750, 760, 830, 850, 886, 894, 900, 910, 1025, 1075, 1080, 1089, 1300, 1325, 1340, 1380, 1485, 1560, 1635, 1650, 1700, 1785, 1960, 2485 g; 25 galets sont cassés).
- **86** galets en basalte granit (40 (2 fois), 47, 48, 50 (3 fois), 51 (2 fois), 54, 55, 58, 60 (3 fois), 61, 70 (4 fois), 74, 80, 85, 88, 95, 99, 100, 104, 105, 107, 116, 118, 132, 133, 140, 145, 147, 160 (4 fois), 187, 197, 210 (2 fois), 230, 245, 260 (2 fois), 270, 309, 310, 315, 319, 321, 330, 332, 336, 363, 377, 393, 410, 430 (2 fois), 445, 458, 525, 600, 923 g; 17 galets sont cassés).
- **635** galets en ou roche métamorphique (25, 26, 30 (4 fois), 31, 34, 36, 39, 40 (13 fois), 41, 42, 43, 44, 45 (6 fois), 46, 47 (2 fois), 49, 50 (27 fois), 52, 54 (3 fois), 55 (2 fois), 57, 60 (25 fois), 61 (2 fois), 62 (2 fois), 63, 64 (2 fois), 65 (2 fois), 67, 70 (16 fois), 71 (2 fois), 72, 75 (5 fois), 76, 78, 79, 80 (32 fois), 83 (2 fois), 84, 85 (3 fois), 86 (3 fois), 87, 88, 90 (28 fois), 91, 92 (4 fois), 93 (2 fois), 94, 95 (3 fois), 96 (2 fois), 97 (3 fois), 98, 99, 100 (28 fois), 101, 102 (2 fois), 105 (5 fois), 106, 107, 108, 110 (11 fois), 112, 115 (4 fois), 117 (2 fois), 119, 120 (16 fois), 125 (2 fois), 127, 129, 130 (16 fois), 132 (2 fois), 135 (2 fois), 138, 140 (12 fois), 141 (3 fois), 142, 145 (4 fois), 150 (8 fois), 155 (3 fois), 156, 158 (3 fois), 160 (6 fois), 165 (3 fois), 166, 168, 169, 170 (8 fois), 173, 175, 176, 178, 180 (14 fois), 182 (2 fois), 183, 184, 185 (3 fois), 190 (2 fois), 192, 193, 195, 196, 200 (13 fois), 202, 204, 206, 210 (7 fois), 212, 216, 220 (7 fois), 221, 225, 227 (2 fois), 230 (5 fois), 237, 240 (7 fois), 242, 250 (3 fois), 252, 254, 255 (2 fois), 260 (9 fois), 263, 267, 270 (6 fois), 272, 280 (5 fois), 282, 283, 290 (3 fois), 295 (2 fois), 299, 300 (5 fois), 302, 305, 306 (2 fois), 316, 320 (2 fois), 321, 322, 324, 325 (2 fois), 326, 328, 330 (2 fois), 335 (2 fois), 340, 345, 346, 350 (3 fois), 351, 360 (3 fois), 370, 373, 376, 400 (2 fois), 406, 415, 428, 429, 430 (4 fois), 435, 449, 450, 463, 466, 470, 480, 491, 515, 527, 540 (2 fois), 550 (2 fois), 560, 598, 620, 650, 694, 780, 790, 864, 1350, 1630, 1680, 1800 g; 65 galet sont cassés).

			Roche		% par	% par
Poids des galets	Quartz	Basalte	métamorphique	Total	rapport au	rapport au
en grammes			et granit		nb. de galets	nb. de galets
					total	entiers
20 – 50	5	7	64	76	7,9 %	8,9 %
51 – 80	29	15	102	146	15,1 %	17,1 %
81 – 120	36	10	133	179	18,7 %	21,0 %
121 – 160	19	9	67	95	9,9 %	11,1 %
161 – 200	28	2	57	87	9,1 %	10,2 %
201 – 300	28	7	80	115	11,9 %	13,5 %
301 – 400	19	11	33	63	6,6 %	7,4 %
401 – 500	11	5	16	32	3,3 %	3,7 %
501 – 600	11	2	8	21	2,2 %	2,5 %
601-1000	13	1	6	20	2,1 %	2,3 %
> 1000	16	0	4	20	2,1 %	2,3 %
Galets cassés	25	17	65	107	11,1 %	
Total	240	86	635	961	100 %	100 %
%	25 %	9 %	66 %	100 %		

Figure n° 32 – Butte BU10. Répartition du nombre de galets trouvés par poids et par nature géologique.

	Nombre	Poids	Poids	Ecart -	Valeur	Poids	Poids	Plus	Plus	Indice
Nature	de	des	moyen	type	médiane	minimum	maximum	grand	petit	moyen
	galets	galets	en g.	en g.	en g.	en g.	en g.	indice	indice	
	entiers	en kg								
Quartz	215	72,48	337	391.89	187	40	2485	3	1,06	1,58
Basalte	69	13,62	197	164,40	140	40	923	2,63	1,19	1,61
Granit et roche métamorphique	570	96,72	170	173,23	120	25	1800	2,96	1,07	1,60
Ensemble des galets entiers	854	182,82	214	256,96	130	25	2485	2,96	1,06	1,59

Figure n° 33 – Butte BU10. Par nature géologique : le poids des galets, le poids moyen, l'écart-type, la valeur médiane, le poids minimum et maximum et l'indice d'ovalité.

6.2 E20, couche gauloise, zone est (échantillon L)

310 galets (93 en quartz, **174** en granit ou roche métamorphique et **43** en basalte), tous les galets sont ovales ou sub-sphériques.

- **93** galets en quartz (28, 40, 54, 55, 57, 70, 78, 81, 100 (2 fois), 113, 122, 124, 127, 128, 130, 131, 132, 135, 143, 145, 146, 155, 156, 161, 164, 168, 182, 184, 189, 192, 199, 201, 214, 215, 219, 223, 230, 265, 300, 338 (2 fois), 345, 347, 352, 378, 391, 403, 422, 444, 449, 475, 477, 538, 597, 601, 613, 668 (2 fois), 671, 705, 767, 775, 1990 g; 29 galets sont cassés).
- 174 galets en granit ou roche métamorphique (35, 37, 39, 40, 44, 45, 46, 48 (3 fois), 50 (2 fois), 51 (2 fois), 52 (2 fois), 60, 62, 63 (2 fois), 64 (3 fois), 66 (3 fois), 67, 68, 71, 77, 78, 83 (2 fois), 84, 85, 86, 89, 91, 93, 94 (2 fois), 96, 97, 101, 102, 103 (2 fois), 104 (2 fois), 106 (2 fois), 108, 111, 119, 125, 131, 132, 134 (2 fois), 135, 137, 141, 143 (2 fois), 144, 146, 147, 152, 153, 156 (2 fois), 159 (3 fois), 162, 163, 164, 172 (2 fois), 178, 180, 185(2 fois), 190, 194, 195, 207 (2 fois), 213, 216 (2 fois), 232, 236 (2 fois), 238, 246, 248, 249, 250, 251, 254, 256, 257, 264 (2 fois), 266, 269, 280, 282, 289, 290, 294(2 fois), 306 (2 fois), 314, 323, 329, 338, 339, 362, 366, 375, 376, 382, 389, 396, 402, 405, 414, 452, 454, 456, 486, 512, 517, 536, 579, 618, 622, 628, 660, 682, 909 g; 30 galets sont cassés).
- **43** galets en basalte (42, 50, 56, 59, 69, 73, 77, 93, 101, 104, 114, 119, 127, 128 (2 fois), 133, 138, 142, 158, 163, 165, 167, 175, 186, 187, 194, 237, 248, 294, 354, 361, 363, 438, 477, 551, 592 g; 7 galets sont cassés).

			Roche		% par	% par
Poids des galets	Quartz	Basalte	métamorphique	Total	rapport au	rapport au
en grammes			et granit		nb. de galets	nb. de galets
					total	entiers
20 – 50	2	2	12	16	5 %	7 %
51 – 80	5	5	19	29	9 %	12 %
81 – 120	4	5	23	32	10 %	13 %
121 – 160	13	7	20	40	13 %	16 %
161 – 200	8	7	12	27	9 %	11%
201 – 300	8	3	27	38	12 %	16 %
301 – 400	7	3	14	24	8 %	10 %
401 – 500	6	2	7	15	5 %	6 %
501 – 600	2	2	4	8	3 %	3 %
601-1000	8		6	14	5 %	6 %
> 1000	1			1		
Galets cassés	29	7	30	66	21 %	
Total	93	43	174	310	100 %	100 %
%	30 %	14 %	56 %	100 %		

Figure n° 34 – E20, secteur est. Répartition du nombre de galets trouvés par poids et par nature géologique.

Nature	Nombre de galets	Poids des	Poids moyen	Ecart- type	Valeur médiane	Poids minimum	Poids maximum	Plus grand	Plus petit	Indice moyen
	entiers	galets en kg	en g.	en g.	en g.	en g.	en g.	indice	indice	
Quartz	64	19,6	306	295	200	28	1990	2,8	1,05	1,61
Basalte	36	7,1	196	143	142	42	592	2,72	1,10	1,52
Granit et roche métamorphique	144	30	209	161	159	35	909	2,88	1,06	1,60
Total des galets entiers	244	56,7	232	207	164	28	1990	2,88	1,05	1,59

Figure n° 35 – E20, secteur est. Par nature géologique : le poids des galets, le poids moyen, l'écart-type, la valeur médiane, le poids minimum et maximum et l'indice d'ovalité.

6.3 E20, couche gauloise, zone ouest (échantillon M)

370 galets (82 en quartz, **228** en granit ou roche métamorphique et **60** en basalte), tous les galets sont ovales ou sub-sphériques.

- **82** galets en quartz (33, 35 (2 fois), 39, 46 (3 fois), 49, 55, 62, 71, 76, 77, 78, 79 (2 fois), 90, 92, 95, 98, 111, 112, 117, 141, 151, 163, 165, 166, 191, 215, 216 (2 fois), 236, 246 (2 fois), 248, 249 (2 fois), 269, 275, 281, 352, 372, 377, 403, 417, 428, 431, 454, 506, 589, 602, 620, 637, 661, 739, 983, 1140, 1680 g; 23 galets sont cassés).
- **228** galets en granit ou roche métamorphique (28, 35, 37 (2 fois), 39 (2 fois), 42 (2 fois), 43(2 fois), 44, 45, 47 (3 fois), 48 (4 fois), 49 (2 fois), 52 (4 fois), 53, 55, 57, 59, 60 (3 fois), 61, 62, 64 (2 fois), 65 (2 fois), 67 (2 fois), 68 (5 fois), 69 (3 fois), 70 (2 fois), 71 (2 fois), 72 (2 fois), 75, 77 (4 fois), 78 (2 fois), 79, 80, 81, 82, 83, 85 (2 fois), 87, 88 (2 fois), 89 (2 fois), 91, 92, 94, 99, 100, 105, 106, 107, 108, 110 (3 fois), 111, 113, 114 (2 fois), 117, 118, 119, 120 (2 fois), 121, 122 (4 fois), 123 (2 fois), 124, 126 (2 fois), 128 (2 fois), 132 (3 fois), 133 (2 fois), 134, 136, 139, 147, 148 (2 fois), 152, 155, 158, 159, 160 (2 fois), 161 (2 fois), 164 (2 fois), 168 (2 fois), 169, 174, 178, 179, 180, 181, 182, 188, 189 (2 fois), 190, 192, 196, 202 (2 fois), 204, 208, 210, 216, 224, 232, 243, 247 (2 fois), 249, 252 (2 fois), 254, 256, 259, 261, 264, 268, 274, 276, 281, 282, 284, 299, 307, 341, 370, 371, 381, 392, 393, 401, 407, 410, 416, 429, 431, 432, 462, 463, 470, 520, 524, 543, 550, 681 g; 38 galets sont cassés).

- **60** galets en basalte (10, 47, 48 (2 fois), 52, 64, 65, 66, 72 (2 fois), 73, 76, 82, 83, 85, 86, 91, 92 (2 fois), 94, 96, 97, 98, 99, 103, 135, 137 (2 fois), 151, 152, 153, 155, 168 (2 fois), 182 (2 fois), 194, 201, 215, 220, 223, 246, 259, 271, 276, 282, 289, 600 g; 12 galets sont cassés).

Poids des galets			Roche		% par	% par
en grammes	Quartz	Basalte	métamorphique	Total	rapport au	rapport au
			et granit		nb. de galets	nb. de galets
					total	entiers
20 – 50	8	4	21	33	9 %	11 %
51 – 80	8	8	41	57	15 %	19 %
81 – 120	7	13	30	50	13 %	17 %
121 – 160	2	7	31	40	11 %	14 %
161 – 200	4	5	19	28	7,5 %	9,5 %
201 – 300	12	10	26	48	13 %	16 %
301 – 400	3		7	10	3 %	3,5 %
401 – 500	5		10	15	4 %	5 %
501 – 600	2	1	4	7	2 %	2 %
601-1000	6		1	7	2 %	2 %
> 1000	2			2	0,5 %	1 %
Galets cassés	23	12	38	73	20 %	
Total	82	60	228	370	100 %	100 %
%	22,2 %	16,2 %	61,6 %			

Figure n° 36 – E20, secteur ouest. Répartition du nombre de galets trouvés par poids et par nature géologique.

	Nombre de	Poids	Poids	Ecart-	Valeur	Poids	Poids	Plus	Plus	Indice
Nature	galets	des	moyen	type	médiane	minimum	maximum	grand	petit	moyen
	entiers	galets	en g.	en g.	en g.	en g.	en g.	indice	indice	
		en kg								
Quartz	59	16,9	287	302	215	33	1680	2,46	1,06	1,64
Basalte	48	6,9	143	99	101	10	60	2,63	1,09	1,66
Granit et	190	30,2	159	124	122	28	681	2,82	1,05	1,61
roche										
métamorphique										
Total des	297	54	182	179	123	10	1680	2,82	1,05	1,62
galets entiers										

Figure n° 37 – E20, secteur est. Par nature géologique : le poids des galets, le poids moyen, l'écart-type, la valeur médiane, le poids minimum et maximum et l'indice d'ovalité.

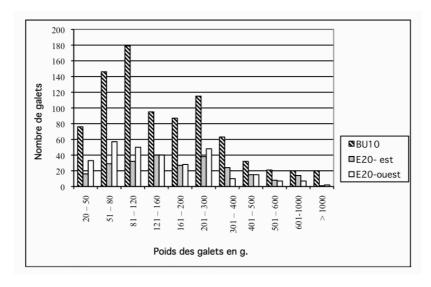


Figure n° 38 - Couche gauloise - répartition des galets par tranche de poids

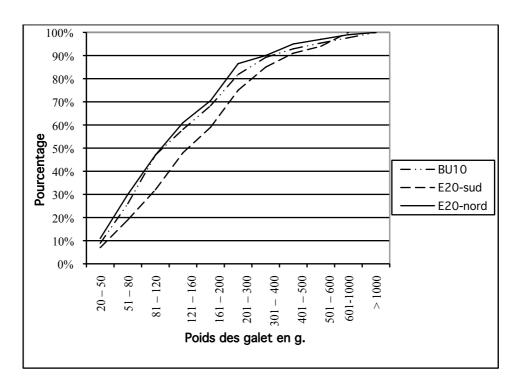


Figure n° 39 - Couches gauloises, fréquences cumulées des poids des galets.

7. Comparaison des galets du Bronze final avec ceux trouvés dans les couches gauloises de La Tène finale.

On retrouve des galets en abondance relative dans les couches du Bronze final, mais ils sont particulièrement très nombreux dans la couche gauloise de bataille, ou leur nombre atteint plus de 70 galets par mètre-carrée sur une épaisseur de seulement 0,10 m, on peut même parler d'amas de galets.

La présentation des fréquences cumulées des poids des galets nous révèle, une distribution différente entre les galets trouvés sur les couches du Bronze final et les couches de combat gauloises de La Tène finale. Par contre, pour chaque époque, la distribution des échantillons qui provenaient de la même source est pratiquement identique.

La sélection des masses des galets est nettement différente, on observe deux lots bien distincts. Le premier comprend des masses comprises entre 40 et 160 g (comme pour le Bronze final) soit 53 % du total. Le maximum étant obtenu entre 80 et 120 g (figures n° 39, 40, 43 et 44).

Le deuxième lot comprend des masses de galets compris en 170 g et 1 kg, soit 42 % du total. Une pointe se retrouve sur les 3 lots entre 200 et 300 g avec environ 16 % des galets.

Pour l'ensemble des échantillons de La Tène finale K, L, M, le poids moyen, toutes natures des galets confondues, varie de 182 à 214 g, l'écart-type de 179 à 257 g et la valeur médiane de 123 à 164 g. Ces valeurs sont légèrement différentes d'un lieu à l'autre. Les écarts-types sont le reflet de séries hétérogènes. Les tableaux récapitulatifs pour chaque échantillon donnent le différentiel par nature géologique des galets.

Echa	ntillon	Poids moyen	Ecart-type	Valeur médiane	
	K	214 g	257	130	
	L	232 g	207	164	
	М	182 g	179	123	

Figure n° 40 – Tableau récapitulatif pour les couches gauloises du poids moyen, l'écart-type et la valeur médiane.

Les amplitudes des écarts-types des séries sont données dans le tableau ci-dessus (figure n° 40). Pour l'échantillon K, 58 % des galets sont compris dans l'écart-type, on trouve 43 % pour l'échantillon L et 45 % pour M.

L'indice moyen de l'ovalité des galets varie de 1,05 à 1,62, 75 % des galets ont un indice compris entre 1,2 et 1,8 et environ 26 % un indice compris entre 1,5 et 1,7.

Les fréquences cumulées des indices d'ovalité des galets des couches gauloises sont analogues aux échantillons du Bronze final (figure n° 44).

La figure 42, représente les courbes de répartition, du nombre de galets en fonction du poids pour les mêmes échantillons.

La figure 43 représente les fréquences cumulées des poids des galets pour le Bronze final (échantillons A+B+C+D+G+H) et les couches gauloises (BU10 et E20).

COMPARAISON BFIII ET TÈNE FINALE										
Poids des galets en g.	BFIII A-B-C-G-H									
20 – 50	336	125	461	20,9	8,9					
51 – 80	505	232	737	52,4	25,6					
81 – 120	416	261	677	78,3	44,3					
121 – 160	188	175	363	90	56,8					
161 – 200	83	142	225	95,2	67					
201 – 300	57	201	258	98,7	81,4					
301 – 400	10	97	107	99,4	88,3					
401 – 500	3	62	65	99,6	92,8					
501 – 600	7	36	43	100	95,4					
601-1000		41	41		99,7					
> 1000		23	23		100					
TOTAL	1605	1395	3000		_					

Figure n° 41 – Comparaison des échantillons de galets du Bronze final avec ceux de La Tène finale trouvés sur le site.

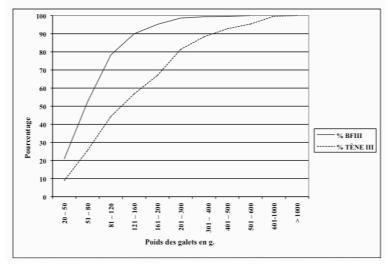


Fig. n° 42 - Fréquences cumulées des poids des galets du Bronze final et La Tène finale.

24

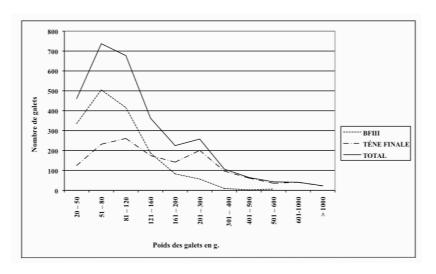


Fig. n° 43 - Courbes de répartition du nombre de galets en fonction du poids du Bronze final III et de La Tène finale.

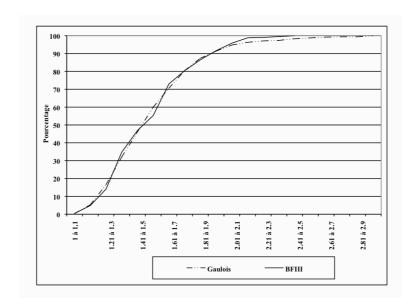


Fig. 44 - Fréquences cumulées des rapports longueur / diamètre moyen sur la totalité des galets.

8. Remise en valeur du site, traitement déblais 2010

Les travaux engagés par le Syndicat Mixte de gestion du site d'Uxellodunum (S.M.G.S.U) en vue d'assurer la conservation des têtes de galeries d'époque césarienne liées au siège d'Uxellodunum ont été accompagnés d'un remodelage du site. Le contrôle⁵ des déblais provenant des fouilles anciennes, déplacés pour remodeler le site, a porté sur environ 1000 m³. Il reste environ 600 à 700 m³ qui ne seront pas traités ni déplacés. Le matériel archéologique récolté est abondant et varié. Il reflète toutes les époques d'occupation du site. Il est mélangé avec des artefacts du Moyen Age et de l'époque Moderne liés à l'exploitation du travertin, des fouilles anciennes et de la culture de la vigne. Le matériel d'armement retrouvé dans les déblais provient de la plateforme travertineuse. Les pointes de flèches et les fers de trait de catapulte sont entourés d'une gangue de terre cuite et de concrétions. Ils proviennent de la couche à incendie retrouvée lors des recherches récentes. 6198 objets ont été récoltés dont 1042 galets qui ont pu servir de projectiles.

⁵ - Le traitement des déblais a fait l'objet d'une autorisation de fouilles. Il a duré plus d'un mois avec une équipe.

8.1 Tableaux récapitulatifs des galets, zones A et B.

Zone A

- **36** galets en quartz (140, 170, 189, 191, 196, 202, 206, 244, 275, 343, 378, 394, 409, 504, 651, 637, 1340, 2650 g; 18 galets sont cassés).
- **231** galets en granite ou roche métamorphique (34, 37, 45, 46, 53, 55 (2 fois), 57 (2 fois), 66, 68, 70, 71 (2 fois), 73, 74, 77, 78 (2 fois), 81, 83, 85 (2 fois), 86 (3 fois), 88, 90, 92 (2 fois), 95 (2 fois), 96, 98, 99 (2 fois), 101 (2 fois), 104 (3 fois), 108, 110, 113, 114 (3 fois), 115 (3 fois), 116, 119, 120 (2 fois), 122, 123 (2 fois), 125 (4 fois), 126, 127, 128, 130 (4 fois), 131, 132 (5 fois), 133 (3 fois), 135, 137 (2 fois), 138, 139, 145, 147 (2 fois), 148, 150, 153, 155, 157 (2 fois), 158 (2 fois), 159, 161, 163, 168, 171, 173, 175, 176 (4 fois), 177, 179, 182, 186, 187, 189 (2 fois), 190, 191 (2 fois), 194, 198, 200, 202 (2 fois), 206, 221, 225, 230, 232, 233, 235, 236, 267, 287, 301, 336, 239, 295, 312, 315, 321, 327, 343, 344, 354, 371, 380, 392, 394, 409, 427, 433, 437, 438, 477, 482, 492, 510, 534, 536, 635, 638, 650, 735, 1960, 3020, 4250 g; 72 galets sont cassés).
- **69** galets en basalte (57, 74, 84, 85, 90, 96, 115, 116, 120, 123, 127, 133 (2 fois), 136, 140 (2 fois) 157 (2 fois), 158, 168, 173, 175, 176, 177, 179, 182, 189, 190, 191, 194, 202 (2 fois), 206, 232, 235, 239, 336, 378, 394, 409, 435, 438, 482, 559, 627, 637, 665 g; 22 galets est cassé).
- 2 blocs en calcite taillés (2065 et 2865 g).
- 2 nodules en silex plus ou moins rond (1050 et 1730 g).

Zone B

- **25** galets en quartz (91, 100, 118, 126, 160, 234, 270, 328, 375, 658, 786, 1035, 1125 g; 12 galets sont cassés).
- **50** galets en granite ou roche métamorphique (46, 48, 50, 54, 57, 60, 65, 68, 73, 78, 82, 85, 87, 88, 89 (3 fois), 92 (2 fois), 90, 93, 100, 102, 106, 112, 121, 124, 154, 161, 171, 173, 174, 179, 181 (2 fois), 235, 236, 328, 369 g; 11 galets sont cassés).
- 9 galets en basalte (89, 175, 211, 214, 249, 286, 623; 2 galets sont cassés).
- 1 bloc en calcite taillés (778 g).
- 1 bloc en calcaire plus ou moins rond (380 g).

Poids des galets			Roche		% par	% par
en grammes	Quartz	Basalte	métamorphique	Total	rapport au	rapport au
			et granite		nb. de galets	nb. de galets
					total	entiers
20 – 50			7	7	1,7	2,5
51 – 80		2	22	24	5,7	8,5
81 – 120	3	8	47	58	13,8	20,5
121 – 160	3	10	43	56	13,3	19,8
161 – 200	4	12	30	46	10,9	16,2
201 – 300	6	10	16	32	7,6	11,3
301 – 400	5	3	15	23	5,5	8,1
401 – 500	1	4	8	13	3,1	4,6
501 – 600	1	1	3	5	1,2	1,7
601-1000	4	4	4	12	2,9	4,3
> 1000	4		3	7	1,7	2,5
Galets cassés	30	24	83	137	32,6	
Total	61	78	281	420	100%	100 %
%	14,5 %	18,6 %	66,90 %			

Figure 45– Zones déblais A et B. Répartition du nombre de galets trouvés par poids et par nature géologique.

	Nombre de	Poids	Poids	Ecart-	Valeur	Poids	Poids	Plus	Plus	Indice
Nature	galets	des	moyen	type	médiane	minimum	maximum	grand	petit	moyen
	entiers	galets	en g.	en g.	en g.	en g.	en g.	indice	indice	
		en kg								
Quartz	31	14,525	468	512	275	91	2650	2,41	1,08	1,65
Basalte	54	12,768	236	158	181	54	665	2,52	1,07	1,64
Granite et	198	43,742	221	394	133	34	4250	2,76	1,04	1,62
roche										
métamorphique										
Total des	283	71,035	250	383	158	34	4250	2,76	1,04	1,63
galets entiers										

Figure n° 46 – Zones de déblais A et B. Par nature géologique : le poids des galets, le poids moyen, l'écart-type, la valeur médiane, le poids minimum et maximum et l'indice d'ovalité.

8.2 Tableaux récapitulatifs des galets, zones D à F.

- **88** galets en quartz (24, 38, 49, 59, 60, 67, 72, 80, 84, 97, 98 (2 fois), 99, 101, 10é, 104, 108, 111, 120, 124, 126, 129, 130, 131, 136, 137, 140, 153, 163, 184, 205, 215, 223 (fois), 243, 300, 308, 315, 328, 349, 365, 366, 386, 395 (2 fois), 441, 480, 490, 559, 582, 607 (2 fois), 757, 643, 746, 835, 861, 890, 1020, 1165, 1195, 1675, 1930, 1935, 2350, 5010 g; 25 galets sont cassés).
- **297** galets en granite ou roche métamorphique (28, 32, 33, 34 (2 fois), 35, 37 (2 fois), 38 (4 fois), 41 (4 fois), 42, 43, 44 (2 fois), 45, 46, 48, 49 (2 fois), 50 (3 fois), 51 (2 fois), 52, 54 (2 fois), 55 (2 fois), 56 (3 fois), 57, 58 (4 fois), 59 (5 fois), 60, 61 (4 fois), 62 (2 fois), 65 (2 fois), 66, 67, 68, 69, 70 (5 fois), 72 (3 fois), 73, 74 (3 fois), 75, 76 (2 fois), 77 (4 fois), 78, 79 (3 fois), 80, 83 (3 fois), 84, 86, 87 (5 fois), 88 (2 fois), 89 (3 fois), 90, 91 (2 fois), 92 (2 fois), 93, 94 (2 fois), 95 (2 fois), 96 (2 fois), 97 (2 fois), 98, 99 (3 fois), 100 (2 fois), 101, 102 (5 fois), 104, 105 (2 fois), 108, 109, 111, 112 (2 fois), 113, 115 (5 fois), 116 (5 fois), 118 (3 fois), 120, 121 (2 fois), 122 (4 fois), 123 (2 fois), 124, 126, 127, 129, 131, 132, 135, 136, 137 (4 fois), 140, 141, 142, 147, 150, 151 (2 fois), 153, 155, 156, 158, 161 (3 fois), 163, 164, 165 (2 fois), 168 (2 fois), 169, 170, 176, 177, 178, 181, 183 (2 fois), 187, 189, 190, 191 (3 fois), 193, 195, 196, 198 (3 fois), 202, 204, 205, 208, 209, 210, 211, 220, 221, 223 (2 fois), 227, 229, 232, 236, 240 (2 fois), 241, 243, 244, 248, 255, 256, 258, 262, 264 (2 fois), 268, 271, 272, 279, 280, 287, 289, 294, 297, 300, 312, 314, 319, 320, 340, 358, 369, 392, 514, 571, 603, 618, 645, 754, 865, 1160, 1385, 1525, 3655 g; 33 galets sont cassés).
- **103** galets en basalte (40, 41, 42 (2 fois), 43, 47, 55, 56, 61, 64, 66, 67, 70, 72 (2 fois), 74, 75, 78 (4 fois), 84, 85, 86, 95, 96, 98, 107, 108, 110, 117, 118, 119, 120, 122, 123, 127 (2 fois), 138, 144, 145, 146, 147, 151 (2 fois), 152, 154 (2 fois), 157 (3 fois), 158, 162, 163, 164, 172, 193, 198, 199, 202, 215, 235, 241, 248, 254, 269, 303, 316, 374, 386, 459, 566, 644, 894, 1125, 1160, 2100 g; 27 galets sont cassés).
- 4 blocs en calcaire taillés ou pas (314, 354, 473, 654 g).

			Roche		% par	% par
Poids des galets	Quartz	Basalte	métamorphique	Total	rapport au	rapport au
en grammes			et granite		nb. de galets	nb. de galets
					total	entiers
20 – 50	3	6	28	37	7,6	9,2
51 – 80	5	15	57	77	15,8	19,1
81 – 120	9	13	64	86	17,6	21,3
121 – 160	10	18	32	60	12,3	14,9
161 – 200	2	6	27	35	7,2	8,7
201 – 300	6	7	37	50	10,2	12,4
301 – 400	9	4	8	21	4,3	5,2
401 – 500	3	1	0	4	0,8	1
501 – 600	2	1	2	5	1	1,2
601-1000	7	2	5	14	2,9	3,5
> 1000	7	3	4	14	2,9	3,5
Galets cassés	25	27	33	85	17,4	
Total	88	103	297	488	100%	100%
%	18%	21,1%	60,9%	100%		_

Figure n°47 – Zones déblais D à F. Répartition du nombre de galets trouvés par poids et par nature géologique.

	Nombre de	Poids	Poids	Ecart-	Valeur	Poids	Poids	Plus	Plus	Indice
Nature	galets	des	moyen	type	médiane	minimum	maximum	grand	petit	moyen
	entiers	galets	en g.	en g.	en g.	en g.	en g.	indice	indice	
		en kg								
Quartz	63	30,372	482	757	223	24	5010	2,38	1,03	1,72
Basalte	76	16,371	213	303	127	40	2100	2,54	1,06	1,65
Granite et	264	42,665	161	196	112	28	3655	2,63	1,01	1,66
roche										
métamorphique										
Total des	403	89,428	221	379	121	24	5010	2,63	1,01	1,67
galets entiers										

Figure n° 48 – Zones de déblais D à F. Par nature géologique : le poids des galets, le poids moyen, l'écart-type, la valeur médiane, le poids minimum et maximum et l'indice d'ovalité.

8.3 Tableaux récapitulatifs des galets, trouvés dans les déblais, zones A à F

			_			
			Roche		% par	% par
Poids des galets	Quartz	Basalte	métamorphique	Total	rapport au	rapport au
en grammes			et granite		nb. de galets	nb. de galets
					total	entiers
20 – 50	3	6	35	44	4,9	6,4
51 – 80	5	17	79	101	11,1	14,7
81 – 120	12	21	111	144	15,9	21
121 – 160	13	28	75	116	12,8	16,9
161 – 200	6	18	57	81	8,9	11,8
201 – 300	12	17	53	82	9	11,9
301 – 400	14	7	23	44	4,9	6,4
401 – 500	4	5	8	17	1,9	2,5
501 – 600	3	2	5	10	1,1	1,5
601-1000	11	6	9	26	2,9	3,8
> 1000	11	3	7	21	2,4	3,1
Galets cassés	55	51	116	222	24,2	100%
Total	149	181	578	908	100 %	
%	16,4	19,9	63,7			

Figure n°49 – Zones déblais A à F. Répartition du nombre de galets trouvés par poids et par nature géologique.

	Nombre de	Poids	Poids	Ecart-	Valeur	Poids	Poids	Plus	Plus	Indice
Nature	galets	des	moyen	type	médiane	minimum	maximum	grand	petit	moyen
	entiers	galets	en g.	en g.	en g.	en g.	en g.	indice	indice	
		en kg								
Quartz	94	45	477	683	243	24	5010	2,41	1,03	1,69
Basalte	130	29	222	252	154	40	2100	2,54	1,06	1,64
Granite et	462	86	187	298	122	28	4250	2,76	1,01	1,64
roche										
métamorphique										
Total des	686	160	233	380	135	24	5010	2,76	1,01	1,65
galets entiers										

Figure n° 50 – Zones de déblais A à F. Par nature géologique : le poids des galets, le poids moyen, l'écart-type, la valeur médiane, le poids minimum et maximum et l'indice d'ovalité.

La sélection des masses des galets est nettement différente, on observe deux lots bien distincts. Le premier comprend des masses comprises entre 50 et 160 g soit 53 % du total, le second comprend les masses entre 200 et 500 g soit 33 % du total. Le maximum étant obtenu entre 80 et 120 g avec 21% du total. On retrouve sensiblement le même pourcentage avec les galets trouvés lors des recherches récentes.

9. Galets trouvés en aval du site (figure n° 1)

En 2005, plusieurs sondages ont été réalisés en aval site (dans le secteur romain) dans le cadre d'une étude géologique et géomorphologique et de l'évaluation de l'extension géologique des faciès travertineux (Camus 2005). Ces sondages réalisées au nord-ouest et à l'ouest de fontaine Cessac dans les parcelles (475, 477 et 504, section AH) ont fournis au-dessus de la couche travertineuse de nombreux galets associés à du matériel de l'époque Césarienne. Le sondage S9 a révélé une structure en creux avec des gros blocs de rochers, attribuable à Tène finale (par le matériel archéologique) qui pourrait être un aménagement Romain lié à l'agger. Le sondage S6 a fournis des pointes de flèches et à 1,10 m de profondeur, une zone de combustion importante contenant des pierres rubéfiées et des charbons de bois datés par radiocarbone de la Tène finale.

- **Sondage E56**: 78 galets: 44 en roche métamorphique ou granit (43, 46, 50, 53, 55, 57, 60, 67, 69, 72, 74, 76, 77, 79 (2 fois), 90, 92, 93, 96, 109, 114, 120, 122, 131, 146 (2 fois), 163, 179, 182, 188, 194, 216, 263, 309, 325, 383, 400, 753, 549 g; 8 galets sont cassés), 22 galets de quartz (48, 73, 89, 95, 108, 109, 114, 156, 179, 205, 255, 260, 272, 328, 739, 1475 g; 6 galets sont cassés); 9 galets de basalte (95, 107, 119, 212, 282 g; 4 galets sont cassés).
- **Sondage S6**: 68 galets: 8 en quartz (83, 118, 137, 247, 401 g; 3 galets sont cassés); 52 en granit ou roche métamorphique (52, 58, 59, 66, 67, 72 (2 fois), 79, 83, 86 (2 fois), 90, 96, 97, 98 (2 fois), 99, 102, 106, 107, 110, 112 (3 fois), 115 (3 fois), 116, 117, 123 (2 fois), 125 (2 fois), 127, 136, 142, 143, 145, 166, 167, 169, 183, 202, 203, 242, 248, 252, 292, 326, 480 g; 2 galets sont cassés; 8 en basalte (49, 63, 146, 151, 485 g; 3 galets sont cassés).
- Sondage S8: 3 galets: 1 en quartz (116 g) et 2 en granit ou roche métamorphique (91, et 121 g).
- **Sondage S9**: 13 galets: 2 en basalte (45 et 79 g); 6 en granit ou roche métamorphique (68, 79, 98, 102, 151 g; 1 galet est cassé); 5 en quartz (56, 93, 112 g; 2 galets sont cassés).
- **Sondage S10**: 15 galets: 1 en basalte (106 g); 9 en granit ou roche métamorphique (48, 64, 76, 78, 96, 112, 137, 201 g; 1 galet est cassé); 5 en quartz (48, 87, 102 g; 2 galets sont cassés).
- **Sondage S11**: 10 galets: 2 en basalte (92, 164 g); 8 en granit ou roche métamorphique (48, 86, 88, 92, 130, 160, 167, 261 g).
- **Sondage S12**: 7 galets: 2 en quartz (46, 76 g); 5 en granit ou roche métamorphique (68, 72, 92, 136, 185 g).
- Lors de labours dans le champ au nord-ouest de la maison, côté droit du ru (parcelle 475 et 477), nous avons récolté entre 120 et 150 m de Fontaine Cessac, environ 250 galets de forme ovale et d'un poids variant de 45 à 400 g (69 % des galets ont un poids entre 45 et 130 g, 18 % un poids entre 135 et 150 g).

10. Galets entreposés sur le site par Antoine Laurent-Bruzy

Côté est de la butte BU3 (figure n° 1, endroit E10), A. Laurent-Bruzy fit déposer les rebuts provenant des fouilles entre 1930 et 1938 : céramiques, fragments d'amphores, silex, ossements, galets (plusieurs milliers, soit environ un mètre cube).

Nous avons ramassé un échantillonnage aléatoire de 100 galets. Ce lot permet d'étudier leur taille et leur poids. L'interprétation doit être conduite avec prudence, car les galets peuvent provenir de plusieurs niveaux archéologiques. Les galets étudiés sont de forme plus ou moins ovales. Deux peuvent être qualifiés de ronds. Onze ont subi l'action du feu et six sont cassés. Le lot comprend : des quartz blancs (5), des basaltes (14), des gneiss (3), des schistes siliceux (30), des granites (48). Le poids total est de 15,360 kg. Le poids moyen est de 153 g, le maximum étant de 610 g tandis que le minimum est de 40 g. On note la prédominance de granite, roche de densité élevée.

Le tableau ci-joint permet de connaître dans chaque tranche de poids : le nombre de galets, la longueur maximale et minimale, le diamètre moyen maximum et minimum.

Poids	Nombre de galets	Longueur	Longueur	Diamètre	Diamètre moyen
en grammes		maximum	minimum	moyen max.	min.
40 à 60	7	4,5	3,6	4,5	2,7
61 à 80	10	5,5	4,1	3,5	2,0
81 à100	17	5,8	4,6	4,2	3,5
101 à 120	13	6,6	5,4	4,6	3,6
121 à 140	16	6,7	5,2	4,4	3.7
141 à 160	4	7,5	5,4	4,9	4,0
161 à 180	11	7,4	5,9	5,2	3,9
181 à 200	6	6,6	6,0	5,0	4,3
201 à 250	4	7,9	6,1	5,3	5,0
251 à 300	5	8,5	6,1	5,8	4,5
301 à 400	5	9,0	7,5	6,3	5,4
401 à 500	1	9,2		5,4	
501 à 650	1	10,3		6,3	
TOTAL	100			•	

Le poids de 80% de ces pierres est compris entre 40 et 200 g. Les galets d'un poids supérieur à 400 g sont rares.

11. La destination des galets

Dans les couches gauloises de bataille, l'étude de la masse des galets montre deux vocations différentes. Les galets dont le poids est compris entre 40 et 120 g correspondraient à des pierres de fronde venant des lignes romaines. Nous écarterons, les pierres de lancer à la main, venant du haut de la falaise, car les Gaulois défendaient la source depuis le haut des falaises et depuis la plate-forme de travertin. Par contre, depuis les falaises, des galets pouvaient êtres lancés sur les lignes romaines. Les autres galets d'un poids supérieur à 200 g pouvaient êtres lancés par rafale sur les aménagements gaulois avec des balistes romaines.

Les galets trouvés en fouille, aussi bien dans les couches gauloises que du Bronze final, ne sont pas des tas de galets accumulés de façon intentionnelle, en prévision d'une attaque.

Dans les zones gauloises de bataille (terrain vague, glacis ou bas de falaise), l'accumulation de galets, mélangée avec de l'armement, des fragments d'amphore et un peu de vaisselle gauloise sur 10 cm de hauteur ne correspond pas à des munitions.

Pour le Bronze final, les galets sont dispersés dans les couches sans aucune concentration. Leurs sélections visant à limiter les masses entre 40 et 160 g et de se rapprocher de la forme de l'œuf. Leur utilisation comme projectiles de frondes et de pierre à lancer est probable. Si leur regroupement dans des zones d'habitat, voire des maisons (Le Laouret) signale à la fin de l'Âge du bronze leur importance pour la défense des gens et des troupeaux contre les animaux sauvages (ours, loups, etc) et surtout leur emploi pour la chasse, dans le contexte de la source de Loulié, il pourrait aussi indiquer un usage plus guerrier et dévoiler que cette arme du pauvre est alors très utilisée. La présence d'ossements humains dispersés dans

les couches du Bronze final IIIb autour de la source, laisse en effet à penser que des confits locaux ou de plus grande ampleur ont eu lieu.

12. Comparaison

Sur les sites de l'Âge du Bronze, notamment au Laouret (Fry 1996, p. 165-181), on trouve de nombreux galets prélevés dans les alluvions de vallées. Les études réalisées sur l'ensemble du site portent sur 242 galets provenant de deux maisons. Elles montrent que le poids des masses s'échelonne de quelques grammes à plus d'un kilo. La grande masse des galets est comprise entre 20 g et 120 g. Le poids moyen des pièces s'établit à 83 g, avec un écart-type de 80 g. Seulement 61% de l'échantillon se trouvent inclus dans l'intervalle de l'écart-type (43 à 123 g). Sur le site Cortaillod en Suisse (Ribaux 1986), daté du Bronze final, un échantillon de 7 galets est désigné comme étant de probables balles de fronde. Le poids moyen est de 50 g, l'écart-type de 80 g, et l'amplitude des écarts-types varie (10 à 90 g).

Sur le site de la Hoga en Suisse (Vegas Aramburu 1983, vol. 11, p. 407-425), daté de l'Âge du Fer (IV^e siècle av. J.-C.), un échantillon de 130 galets, désignés comme étant plus ou moins sphériques, un poids moyen est de 92 g, l'écart-type de 150 g, et l'amplitude des écarts-types varie (17 à 167 g).

Sur l'oppidum de Murviel-lès-Montpellier (Hérault), occupé du Néolithique au Bas-Empire, J. Gascó a mesuré sur le rempart du Castellas (Fry 1996, p. 174), un échantillon de 175 galets. Le poids moyen est de 126 g, l'écart-type de 62 g, et l'amplitude des écarts-types varie (95 à 157 g.). Dans le département du Lot, des centaines de galets parsèment les pentes dénudées de l'éperon barré du Roc (au Pech del Castel) occupé au premier âge du Fer et à la Tène finale. Dans une moindre mesure, on en trouve également sur le site préhistorique et protohistorique de Mareuil⁶ et sur les autres *oppida* du Quercy.

La fronde a bien été utilisée en Gaule préromaine. Les frondeurs gaulois s'illustrent dès le début du conflit aux dépens du légat L. Cotta, blessé en 54 av. J.-C. par une balle de fronde tirée par les troupes d'Ambiorix (BG V,35,8). La nuance tient au type de projectile utilisé. Lorsqu'il décrit ceux qui sont occasionnellement lancés par les frondeurs gaulois, César ne parle jamais de glands de plomb (glandes plumbeae), mais de balles en terre cuite (ex argilla glandes, BG VII, 3) et de galets ramassés à même le sol (lapides, BG I, 46, 1; III, 4; VII, 81,2).

Des galets par leur module calibré ont été retrouvés en grand nombre à Gergovie (Deberge, Guichard 2000), ou lorsqu'ils sont l'objet de dépôts massifs conservés en retrait de systèmes fortifiés comme celui de Maiden Castle, mis en relation avec les incursions césariennes en Grande Bretagne (Peddie 1987, 5, fig. 2). On les retrouve sur la plupart des habitats de cette époque (Bâle, Aulnat, Corent, etc...), (Poux 2002, p. 366).

L'utilisation de ces pierres reste à démontrer, en particulier en tant qu'arme de chasse, l'ethnologie montrant qu'il est difficile de distinguer le mode d'utilisation de ces galets : pierre à lancer ou balles de fronde, celles-ci pouvant être de différents modèles (courtes ou longues, impliquant des portées de tir variables et des poids de projectiles différents). D'une manière générale, ce type de projectile se rencontre aux abords de tout lieu fortifié, quelle qu'en soit l'époque, si l'armement était fruste. Or le caillou, matériau accessible sur une grande partie de la terre, a été utilisé partout. Il constitue même encore de nos jours le moyen de défense où d'attaque couramment employé dans les pays semi-désertiques, où le couvert végétal ne le dissimule pas.

La fronde, avant tout arme de chasse, devait être en cuir ou en matière végétale. Elle est constituée de deux lanières reliées à une poche où la balle était placée. Quel que soit son mode de fabrication, le principe de lancer repose sur la force centrifuge. Le projectile, qui tend à s'échapper par la tangente, raidit la corde jusqu'à ce que l'une des lanières soit libérée. Il existe également le fustibale ou, fronde à manche, qui est une fronde montée sur un bâton d'environ 1 mètre de long. Elle n'est généralement pas évoquée par les archéologues. Les fustibales fonctionnaient comme une trébuchet, le bras de levier formé par le manche servant à amplifier la force de projection.

⁶ - Ramassage Guy Maynard en 1973-1974. Les concentrations sur le flanc sud-est de l'éperon barré du Roc implique que ce site ait été le théâtre d'escarmouches répétées ou de combat de grande ampleur.

Origine: cette arme d'origine méditerranéenne est attribuée à plusieurs peuples implantés sur le pourtour du Bassin (dont les îles Baléares). L'exemplaire le plus ancien qui nous soit parvenu est tressé en lin, et a été trouvé dans le tombeau de Toutânkhamon, mort vers -1325. Dans la tombe de la Chasse de la nécropole étrusque de Montarozzi (Tarquinia en Etrurie), une fresque datée de -520/ -510 avant J.-C.) montre un jeune homme qui frappe de sa fronde un oiseau. Nous avons également quelques observations faites par des auteurs de l'Antiquité Classique :

- * Strabon (-58, -25) en attribue l'invention aux Étoliens ;
- * Pline (-62, -114) aux Syro-Phéniciens (Hist. Nat., VII, 56);
- * Servius (1^{er} siècle av. J.-C., 1^{er} livre des Géog.), Isidore (*Orig.*, XIV, 6), Ovide (Métamorphoses, II, 727), Végèce (VI^e siècle ap. J.-C, *Epitoma rei militaris*, I,16) aux habitants des îles Baléares.

L'usage de la fronde est également mentionné dans la Bible chez les Hébreux. David terrassa Goliath avec une pierre habilement décochée. L'usage des balles de fronde en plomb est attesté sur le champ de bataille de Marathon (en 490 av. J.-C.).

Emploi: les textes de l'Antiquité nous renseignent sur l'usage de la fronde. Strabon (-58, -25) décrit précisément les frondeurs des îles Baléares. Selon cet auteur, il existait trois types de frondes :

- * L'une appelée "long bras" était destinée aux tirs à longue distance. C'est l'arme de guerre qui est portée en bandeau autour de la tête.
- * la deuxième autre dénommée le « bras court » était utilisée pour tirer de près. Elle se portait à la ceinture.
 - * la troisième était tenue à la main.

Végèce confirme cette appréciation et souligne que les habitants des îles Baléares (Lilliu-H, Schubart G. 1967, p. 81) passaient pour les frondeurs les plus habiles de l'Antiquité.

Diodore de Sicile (1^{er} siècle ap. J.-C.) rapporte que les enfants étaient rompus à cet exercice dès leur plus jeune âge. Le pain destiné à leur repas était suspendu à une perche : l'enfant restait à jeun tant qu'il ne l'avait pas décroché avec sa fronde.



Aristote (-384, -322) écrit que les Ligures avaient acquis dans le maniement de la fronde une telle habileté que, lorsque survenait un vol d'oiseaux, ils se partageaient les coups, choisissaient tour à tour la pièce à abattre et, très généralement, ne la manquaient pas.

Vers 170 environ, on connaissait également un autre genre de fronde, décrit par Polybe (XXVII, 11), sous le nom de *Kestrosphendoné*.

« Voici en quoi, explique-t-il, consistait cette arme de jet : elle mesurait environ deux palmes (15 cm), avec une douille de longueur égale à la pointe. Dans la douille était ajusté un bâton long d'un spithame (22 cm) et qui avait un diamètre d'un doigt (18 mm) ; au milieu de ce bâton étaient insérées trois ailettes en bois, très courtes. Les cordes de la fronde étant de longueur inégales, ce projectile était placé entre les cordes de façon qu'il pût se dégager facilement. Quand on faisait tourner la fronde, les cordes tendues, il restait donc en place ; mais, quand on lâchait l'une ou l'autre des cordes au moment du tir, quittant la poche, il était propulsé par la fronde à la manière d'un plomb, et s'abattant avec une grande force, il mettait à mal ceux qu'il atteignait. »

Performances : la portée de cette arme ne peut s'apprécier que par comparaison, car aucun auteur ancien ne nous a renseignés à ce sujet.

Les récits du IV^e siècle indiquent que l'utilisation de balles de plomb permettait aux frondeurs rhodiens d'atteindre les archers persans à plus de 150 m (Daremberg, Saglio 1877). Elles étaient nettement plus performantes que les frondes persanes, à projectiles de pierre, qui semblaient porter seulement à 75 m.

À la fin du IV^e siècle ap. J.-C., Végèce (Lilliu, Schubart 1967, p. 1366) précise que de son temps, les cibles disposées pour le tir à l'arc, étaient placées à la même distance que pour le tir au **fustibalus**⁷, soit 177 m. Si l'on applique le principe exposé plus haut, selon lequel les frondes à pierres avaient une portée deux fois moins grandes que celle des arcs, on arrive, à une portée d'environ 85 m.

⁷ - Fronde attachée à un bâton long de 1,20 m de longueur, qui renvoyait des projectiles en pierre. L'arme se manœuvrait à deux mains.

Dans un cadre d'archéologie expérimentale, Alain Deyber évalue la portée maximale de frondes à 352 m, la portée pratique se situant entre 150 et 180 m (Reddé 1996, p. 77).

L'usage de la fronde requiert une grande habileté car le poids de la balle crée une trajectoire courbe avec une décélération importante, réduisant ainsi la portée d'un tir tendu à une trentaine de mètres. Par contre, sa confection est facile, l'approvisionnement en projectiles aisé presque en tout lieu. L'impact très violent provoque un traumatisme sans plaie (Trousset 1882).

Lors des expériences de tirs à la fronde réalisées en 1998 à la Fontaine de Loulié (Girault 2008) depuis la falaise inférieure, nous avons constaté que la vitesse d'éjection de la pierre est très élevée (33 m/s, soit environ 119 km/h). A l'impact, sa vitesse atteint 48 m/s soit environ 173 km/h, la distance atteinte est de 150 m, avec un dénivelé de 65 m.

La puissance et la portée des balles de fronde ont été constatées lors de nos essais, et si la précision de cette arme est moindre que celle de l'arc, on comprend mieux pourquoi César lors de ses campagnes, précisait qu'il redoutait plus les balles de fronde que les flèches.

Bibliographie

- Camus (H.), 2005 Étude géologique et géomorphologique du site de la Fontaine de Loulié dans le massif du Puy d'Issolud, Vayrac, Lot. Société Hypogée, rapport juillet 2005, 46 p., 25 fig., 1 carte.
- Castagné (Etienne), 1977 Mémoire sur le Camp des Césarine près de la ville de Saint-Céré (Lot). Tours, imprimerie Paul Bouserez. Extrait des comptes rendus du congrès tenu à Senlis par la Société Française d'Archéologie en mai 1977, p. 19.
- Daremberg et Saglio Dictionnaire des antiquités grecques et romaines. Tome 2, au mot funda, p. 1366. Le dictionnaire se réfère là à Xénophon pour les données concernant les frondeurs perses (Anabase 3,3,10-16; 3,4,16-17; 4, 3, 1).
- Deberge (Y.) et Guichard (V.), 2000 Nouvelles recherches sur les travaux césariens devant Gergovie (1995-1999). R.A.C.F., 39, 2000, p. 83-111.
- Deyber (A.), 1984 L'Habitat fortifié de la Pierre-d'Appel à Etival (Vosges). Gallia, CNRS, p. 175-178.
- Fry (Sylvain), 1996 *Le Laouret et la montagne d'Alaric à la fin de l'Age du Bronze, les galets*. Centre D'anthropologie E.H.E.S.S., C.N.R.S, Toulouse, p. 165 à 181.
- Gallet de Santerre (H.), 1980 Ensérune, les silos de la terrasse-est. Supplément à Gallia, XXXIV, CNRS, p. 145-146
- Girault (J.-P.), 2008 Expérience de tir à la fontaine de Loulié. *Annales des XVI^e Rencontre Archéologique de Saint-Céré*, n° 15, p. 37 à 80.
- Girault (J.-P. et Jean Gasco (J.), et ali, 2011. La Fontaine de Loulié au Puy d'Issolud et la vallée de la Dordogne. La fin de l'âge du Bronze et le premier âge du Fer. Racines, Édition des Monédères, 309 p., 251 fig.
- G. Lilliu-H Schubart, 1967 *Frühe randkulturen des mittelmeerraumes : korsica-balearen-iberischen-halbinsel*. Hole verlag GMBH, p. 81.
- Itard (E.) et Noché (A.), 1993. *Face à César, le dernier bastion gaulois., a-t-on retrouvé Uxellodunum.* Editions Printex, Rivery-les-Amiens, Imprimerie de Picardie, mai 1993, p. 151 à 158.
- Leroy-Prost (C.), 1972 Schleuder und bogen in subwestasien von den fruhesten belegen bis zum beginung der historischen stadtstaaten. *L'anthroplogie*, vol. 78, 282 p.
- Py (M.), 1978 L'oppidum de Castels à Nages (Gard). Supplément à Gallia, XXXV, CNRS, p. 145-146.
- Poux (M.), 2006 Sur les traces de César. Militaria tardo-républicains en contexte gaulois. Collection Bibracte, n° 14, 463 p.
- Michel Reddé (sous la direction de)., 1996 L'armée Romaine en Gaule. Édition Errance, 1996, p. 77.
- Peddie (J.), 1987 Conquest. The Roman Invasion of Britain. Stroud: Sutton Publishing.
- Reinach (M.-J.). « Sagitta », article dans le dictionnaire des Antiquités Daremberg-Saglio, t. 8.
- Ribaux (Paul), 1986 Cortaillot-Est, un village du Bronze final.1986.

- Trousset (J.), 1882 *Dictionnaire encyclopédique*. Librairie des connaissances utiles, t. 3 et 5.
- Vegas Aramburu (J. I.), 1983 Las « canas » como material arqueologico, revision y nueva interpretacion. *Estudios de arqueologia alavesa (Victoria)*, vol. 11, p. 407-425.
- Viré (A.), 1936 Les oppida du Quercy et le siège d'Uxellodunum (51 av. J.-C.). Bull. de la Société des Études du Lot, t. LVII, p. 104-127, 412-427 et 552-570. Également : Cahors, A. Coueslant, in-8°, p. 79.