

TROISIÈME PARTIE : LE MOBILIER ARCHÉOLOGIQUE - TYPOLOGIE, TECHNIQUE DE FABRICATION

L'armement ayant, à toutes les époques et sous les cieux les plus divers, fait l'objet de soins particuliers, l'on est certain, en étudiant les armes, d'avoir affaire au meilleur des connaissances du temps en matière de métallurgie du fer.

SALIN (E.), *La civilisation mérovingienne*, Paris, 1959.

Faisant suite à la présentation et à l'analyse des différentes sources utilisées, ainsi qu'à l'explication de leur méthode d'étude, cette partie aborde le traitement statistique des corpus archéologiques retenus, à savoir les projectiles, ainsi que dans une moindre mesure des éléments constitutifs des arbalètes et des arcs médiévaux. Ce développement insiste sur l'étude des techniques manufacturières, mais aussi sur la répartition dans le temps et dans l'espace des différentes caractéristiques d'usage et de fabrication de même que de leur diffusion. Cela nous amènera à comparer ces objets à ceux mis au jour dans certains territoires étrangers (Allemagne, Angleterre, Italie...) et à établir une synthèse sur l'ensemble de l'Europe. Dans un second temps, seront examinés les autres indices archéologiques en rapport direct avec les armes de trait étudiées : restes ostéologiques (dans les tombes individuelles ou les charniers de champs de bataille) et dispositifs défensifs de l'architecture militaire.

I. Les fers de trait

Comme nous l'avons déjà évoqué, les projectiles d'armes de jet, arbalète, arc et baliste, constituent souvent l'essentiel du mobilier métallique militaire retrouvé sur les sites fortifiés médiévaux. De ce fait, nous pouvons en déduire que la plupart des fers de

trait ont été tirés avec des arbalètes de siège. Même si ces arbalètes sont portatives, les modèles diffèrent de ceux utilisés sur les champs de bataille dans les derniers siècles du Moyen Âge. Cette constatation conduira à nuancer largement la typologie que nous avons mise en place.

1. Une classification raisonnée

Présenter l'ensemble de la base de données que nous avons utilisée et décrire les objets étudiés, considérés dans ce cadre comme des individus statistiques, s'avère nécessaire à ce stade, avant de spécifier les critères retenus et la classification que nous avons adoptée, ainsi que les caractéristiques techniques de chaque type.

La première phase consiste à déterminer les variables pertinentes qui permettent une étude aussi précise que possible. Il va de soi que lors de la collecte et de l'enregistrement, l'esprit critique doit constamment rester en éveil, afin d'évaluer la fiabilité des données et éventuellement de nuancer, dans certains cas, les conclusions¹. Les types de variables coexistent : elles peuvent être qualitatives ou quantitatives. Pour les premières, la valeur est codée soit par un nombre, soit par une lettre. Ce procédé s'est révélé d'autant plus pratique que, après la saisie informatique, il a permis dans un deuxième temps, la représentation graphique des données. Les objets "archéologiquement incomplets" ont été enregistrés et en partie décrits, mais supprimés du fichier destiné aux traitements statistiques, ceci pour une fiabilité optimale. L'ensemble de ces données se présente sous la forme d'un grand tableau rectangulaire ayant en lignes 3 221 individus et en colonnes leurs 38 caractéristiques ou variables. La totalité des valeurs contenues dans le fichier représente donc 122 398 cellules². Quelques-unes sont vides, en particulier dans la colonne "poids", les objets n'ayant pas tous été pesés.

1. Voir *supra*, le chapitre consacré aux sources.

2. Ce terme est employé par le logiciel que nous avons utilisé, c'est-à-dire *Excel*. Voir **annexe 11**, l'impression d'une partie de la base de données.

Dans un second temps, nous avons cherché à décrire l'ensemble des informations contenues dans le fichier, à apprêhender les grandes tendances et à examiner de près certains aspects susceptibles de révéler des anomalies. Cette description passe par des synthèses qui, à l'aide de graphiques, proposent une vision schématique et simplifiée des informations. Nous avons délibérément choisi de faire figurer dans le fichier certaines informations redondantes comme, par exemple, la forme de la pointe et les deux largeurs maximum et minimum (si les deux valeurs sont égales, dans ce cas, la pointe est forcément carrée). Cela nous a permis de valider les données recueillies et de corriger éventuellement, en retournant à la source (par exemple le dessin de l'objet grandeur nature), certaines informations, en cas d'imprécision et avant de faire tout traitement statistique. Cette démarche a pour but de réduire la marge d'erreur.

Les paragraphes suivants décrivent la population statistique variable après variable, puis commentent leur distribution que la représentation graphique permet d'appréhender, en particulier grâce aux histogrammes. Les diagrammes irréguliers sont les plus pertinents, car les intervalles ne contenant pas ou très peu d'objets tendent ainsi à confirmer l'existence de plusieurs sous-populations statistiques, but de cette démarche puisque nous cherchons à individualiser les objets par grands types morphologiques.

A. Les données qualitatives

a. Le mode d'emmarchement

La première donnée qui caractérise les fers de trait du point de vue de la forme concerne le mode d'emmarchement : en effet, ceux-ci sont fixés sur le fût en bois soit à l'aide d'une douille, soit d'une soie. Un classement rapide peut s'opérer de façon visuelle : la présence ou l'absence de soie est un critère discriminant (le codage que nous avons établi se présente ainsi : 1-douille, 2-soie). Les projectiles mis au jour et constituant l'ensemble de la base de données possèdent, à une écrasante majorité, un profil à douille (94 % de la totalité, soit 3 131 objets). En revanche, le groupe des fers de trait à monture à soie est composé de moins de 200 individus, 190 très exactement. Par ailleurs, les sites qui ont livré des pointes à soie sont minoritaires, mais constituent

cependant un quart de l'ensemble, 28 au total. Cela s'explique par le fait que la plupart de ces terrains de fouilles ont donné lieu à la découverte parfois d'un seul ou d'une poignée de projectiles présentant ce caractère distinctif.

Le site le plus intéressant par rapport à cette répartition est sans conteste l'Isle-Bouzon (Gers) avec presque le quart du total des projectiles découverts qui sont à soie sur un ensemble d'individus statistiquement représentatifs. Parmi les autres fouilles nous avons dénombré : Plessis-Grimoult (Basse-Normandie, 20 %, soit six individus sur vingt-quatre), Orgueil (Lot, 17,5 %), Birkenfels (Bas-Rhin, 16,5 %), Rubercy (Calvados, 16,5 %), Auberoche (Dordogne, les montures à soie représentent 14,5 %), Hohenfels (Bas-Rhin, 12 %), Ottrott (Bas-Rhin, 11,5 %), Montcy (Ardennes, 7,5 %), Lourdes (Hautes-Pyrénées, 7 %), Durfort (Tarn, 5 %), Fréteval (Loir-et-Cher, 5 %), Montségur (Ariège, 2 %), Saint-Romain (Côte-d'Or, 2 %), Castelnaud (Dordogne, 1,5 %), Tours (Indre-et-Loire, 0,7 %), Haut-Koenigsbourg (Bas-Rhin, seulement 0,5 %), Rougemont (Territoire de Belfort, 0,2 % ont été dénombrés, soit 2 sur 1 042). À Olby, un individu sur trois présente cette caractéristique. Nous pouvons inclure dans cette liste Château-Gaillard (Eure, trois objets sur six), Montaigut (Tarn, la moitié des quatre objets découverts), Vallergues (Corrèze, deux individus sur cinq) et Villemanoche (Côte-d'Or, un sur trois). À Caen, un projectile sur les deux présente une soie, comme à Correns (Var) et Villiers-le-Sec (région parisienne). Le seul projectile découvert à Schoeneck (Bas-Rhin), ainsi qu'à Grimbosq (Normandie), s'emmanche à l'aide de ce même procédé³.

La carte 8 en annexe, permet de visualiser, pour chacun des sites, la part des types à douille et de ceux à soie. Le secteur de chaque graphique figurant en rouge matérialise la proportion des emmanchements à soie. À partir de l'analyse de cette carte, trois zones géographiques, celles qui présentent une plus forte proportion de soies dans les modes d'emmanchement, peuvent être individualisées. Les foyers qui se distinguent aussi sont les suivants : le quart sud-ouest (Midi-Pyrénées, Languedoc-Roussillon et la Dordogne), la partie nord de l'Alsace et la Basse-Normandie, ainsi que la vallée de la

3. Pour tous ces sites, voir le catalogue présenté en **annexe 5**.

Seine. Il est encore un peu tôt dans notre démarche pour en tirer des conclusions sur la répartition typologique à partir de ce seul critère, d'autant que le nombre d'objets représentés sur certains sites n'est pas toujours statistiquement fiable. Croiser les résultats avec d'autres types de données va se révéler indispensable.

b. La forme générale

La forme générale des fers de trait est importante à décrire, car elle permet de les dissocier en quatre grandes catégories. La forme du projectile découlant en grande partie de celle de la pointe, cette dernière distinction permet de mettre en évidence des sous-groupes plus précisément délimités.

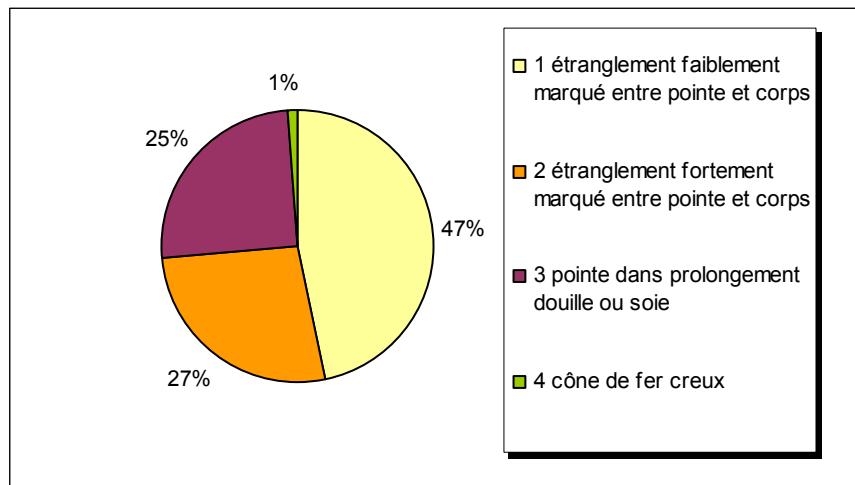


Figure 1. *Graphique de répartition des profils des fers de trait*

La moitié du corpus présente une forme générale avec un faible rétrécissement entre la pointe et la douille ou la soie. Le reste de l'ensemble est constitué pour un quart d'objets dont l'étranglement est fortement marqué, alors que le dernier quart est composé de projectiles dont la pointe se trouve dans le prolongement de l'emmarchement.

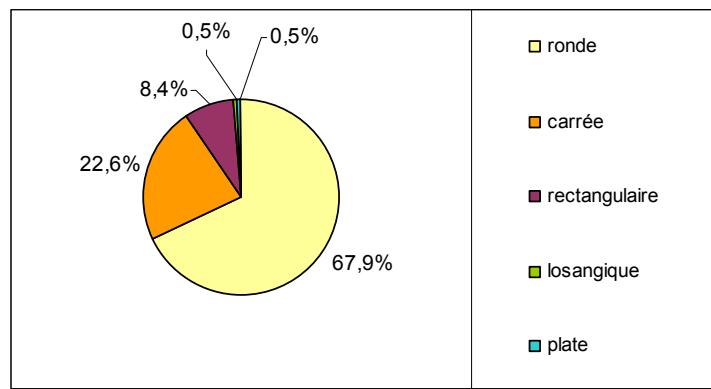


Figure 2. Graphique de répartition des sections de soies de projectiles

Dans leur ensemble, les douilles présentent une grande homogénéité : elles sont toutes de section circulaire. Quant aux types de sections rencontrés au sein du faible groupe des profils à soie (6 % du total), le graphique ci-dessus montre en revanche une répartition plus hétérogène. Les sections rondes et carrées, soit un quart du total, de loin les plus faciles à forger, sont les plus nombreuses.

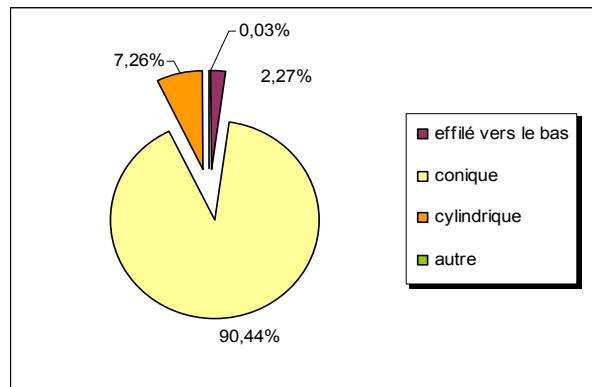


Figure 3. Graphique de répartition des profils des différents types d'emmarchement

La plupart des soies sont effilées vers le bas, une faible partie est cylindrique, c'est-à-dire qu'elle présente un diamètre plus ou moins constant jusqu'à son extrémité. Les emmarchements coniques occupent la plus grande part, le secteur "conique" que montre le graphique recouvrant à la fois les douilles et les soies (plus de 90 % du total). Ce groupe est néanmoins constitué en grande partie par les douilles. Une infime partie

de ces dernières sont cylindriques, c'est-à-dire que leur diamètre est constant. Si la distinction entre emmanchement à douille et monture à soie permet, dans un premier temps, de classer les objets en deux groupes distincts, les profils et les sections des emmanchements ne sont pas significatifs, les douilles étant majoritairement coniques, de section circulaire et les soies effilées dans leur partie proximale, de section ronde. L'étude du diamètre des soies ne nous a pas paru pertinente car celles-ci ne conditionnent pas l'épaisseur des fûts de bois sur lesquelles elles sont emmanchées.

En revanche, la section et le profil des pointes, importantes quant à leur type d'utilisation, se révèlent beaucoup plus déterminantes. Nous nous limitons ici à quelques remarques d'ordre général relatives au profil et à la section des pointes présentes dans l'ensemble de notre fichier informatique. Le but est de pouvoir coupler les deux types de données qualitatives, profil et section, afin d'élaborer une typologie, la forme des modes d'emmanchement ne nous ayant pas paru suffisamment discriminante.

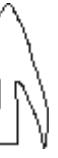
Profil	Pyramidal	Losangique/ bipyramidal	Lancéolé/ en amande	Triangulaire	Ogival	Triangulaire à pennes	En forme de feuille	Conique
Croquis								

Figure 4. Tableau de présentation des profils de pointes présents dans le corpus

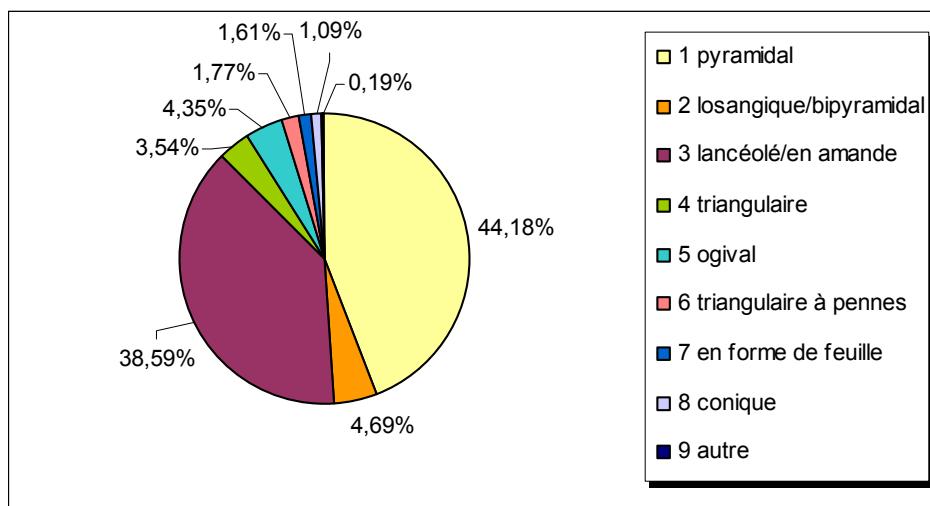


Figure 5. Graphique de répartition des profils

Plus de 80 % des pointes possèdent un profil pyramidal, lancéolé ou bien encore en amande. La forme la plus fréquemment rencontrée est donc relativement effilée. Les formes les plus trapues, losangiques/bipyramidales, ogivales ou triangulaires sont plus rares (moins de 15 % de l'ensemble). Les autres formes présentes dans le corpus sont importantes par leur diversité malgré leur nombre particulièrement réduit.

Section	Carrée	Losangique	Ronde	Triangulaire	Plate/ovale	Ovale à pédoncules	Irrégulière
Croquis	□	◇	○	△	—	—	—

Figure 6. Tableau de présentation des sections des pointes présentes dans le corpus

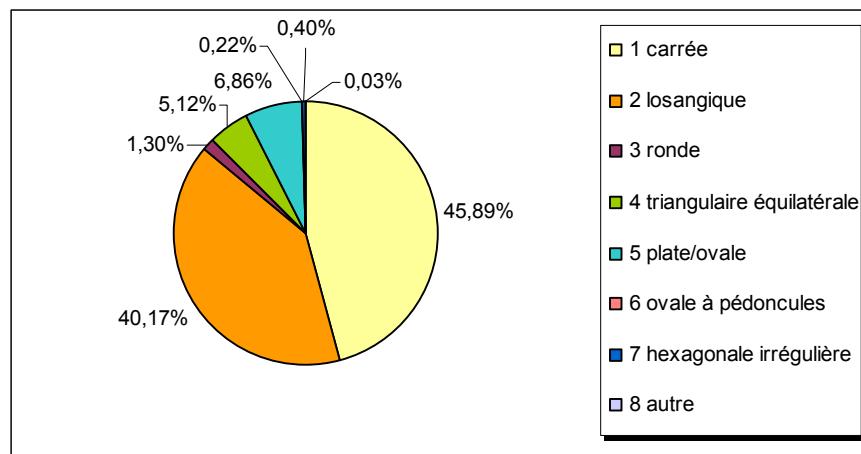


Figure 7. *Graphique de répartition des sections*

Plus de 86 % des pointes possèdent une section carrée ou losangique. En effet, les pointes à quatre faces sont les plus faciles à forger, certaines des autres formes nécessitant des gabarits adaptés au moment de la mise en forme. Les sections de type plates/ovales, plus effilées et traditionnellement interprétées comme pointes de flèche, représentent 7 % de l'ensemble. L'analyse du corpus ne révèle que 5 % de sections triangulaires, mais bien que peu nombreuses, elles sont techniquement très intéressantes pour les multiples raisons que nous détaillerons.

B. Les données quantitatives

En complément des données qualitatives, les mesures prises sur les objets permettent de compléter l'étude statistique. Nous avons dressé un tableau avec la valeur maximale, minimale et la moyenne de chaque variable numérique sur l'ensemble des sites étudiés. Cela nous a permis de situer globalement les résultats obtenus qui ont été comparés ensuite à la population de chaque site pour chacun des types que nous avons individualisé.

	Poids	Longueur totale	Longueur pointe	Rapport pointe/douille	Largeur pointe max.	Rapport dim. pointe	Diam. douille ou larg. soie	Rapport long./diam.
Min.	4	30	8	0.12	4	1	2	1.8
Moyenne	21.3	81.3	43.3	1.27	11.4	1.67	10.47	8.28
Max.	175	158	120	8.16	53	12.5	24	37.5

Figure 8. Tableau synthétisant les données quantitatives par critère

a. Le poids

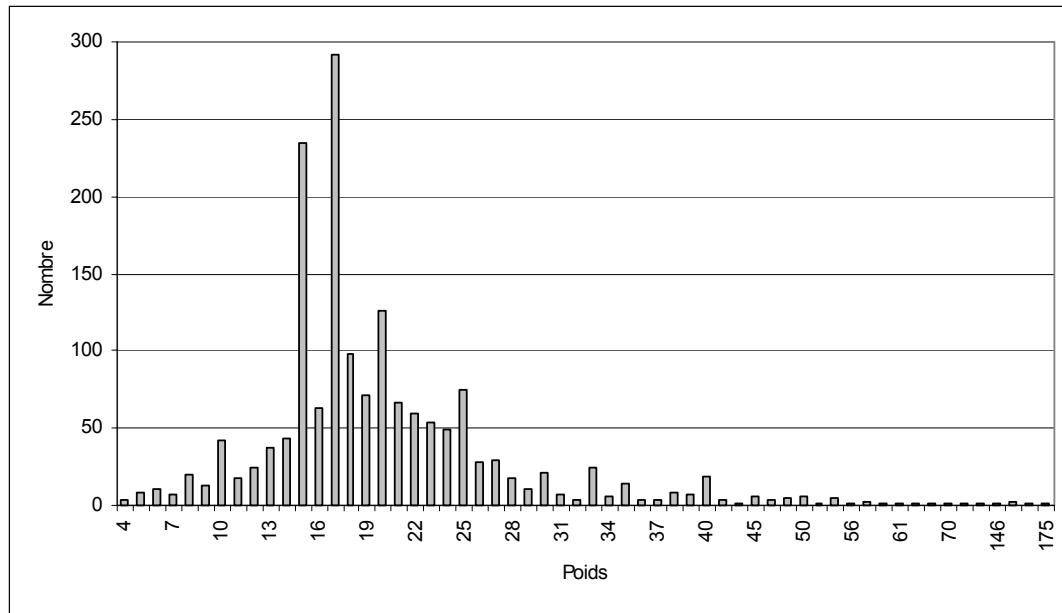


Figure 9. Histogramme de répartition des poids

Les poids sont très disparates, comme le montre le graphique. La majorité des individus se situe entre 15 et 25 g avec deux pics à 15 et 17 g. Un certain nombre se retrouvent dans les classes de 20 et 25 g. Jusqu'à 40 g, les projectiles ne sont pas rares. Les valeurs les plus élevées (211, 470 et 630 g) correspondent très certainement à des projectiles de baliste. Elles ont été omises afin de donner plus de lisibilité au graphique.

Le poids ne constitue pas un critère pertinent à lui seul, car un carreau très long et effilé peut parfois peser plus lourd qu'un projectile court et trapu. Par ailleurs, nous ne pouvions raisonner sur certaines pièces très oxydées, des pièces en surface très corrodées peuvent avoir perdu de la matière de façon très importante.

b. La longueur totale

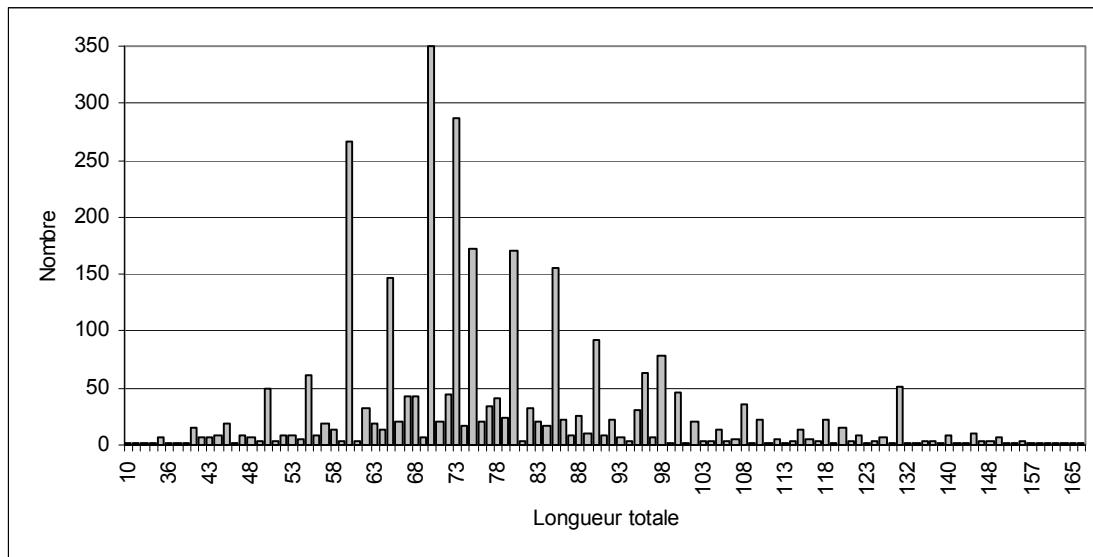


Figure 10. *Graphique de répartition des longueurs des projectiles*

Les longueurs totales des projectiles sont comprises entre 35 à 165 mm environ. Le graphique montre une forte concentration située entre 65 et 90 mm avec des pics entre 90 et 100 mm. Cette donnée n'est pas à elle seule un critère de classement, certains projectiles très proches morphologiquement pouvant présenter de légères variations de taille.

c. Le rapport pointe/douille

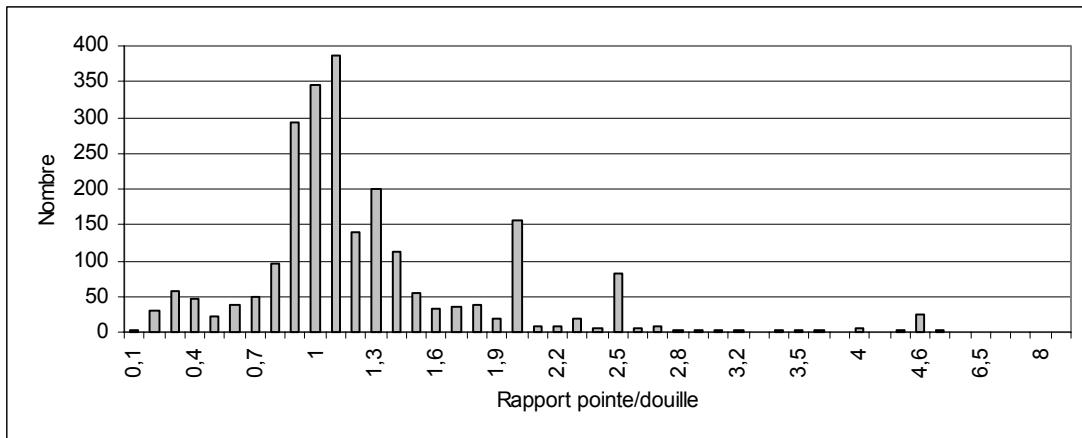


Figure 11. Répartition des rapports entre pointes et douilles (ou soies)

La distribution des rapports pointe/douille que montre le graphique (fig. 11) révèle une plus grande homogénéité pour les rapports inférieurs à 1 (projectiles présentant une douille ou une soie relativement plus courte que la pointe) que pour les supérieurs. En effet, les individus dont les pointes sont plus courtes que la douille forment un groupe plus cohérent. Un rapport compris entre 0,9 et 1,1 signifie que la longueur de l'emmanchement est sensiblement la même que celle de la pointe : le nombre d'individus présentant cette caractéristique est relativement important. Les rapports supérieurs à 1 s'étalent en revanche de 1,1 à 8,5 ; leur distribution est plus hétérogène.

Sont exclus de ce graphique tous les objets qui ne présentent pas de démarcation entre la pointe et la douille, généralement de forme conique.

d. La largeur des pointes

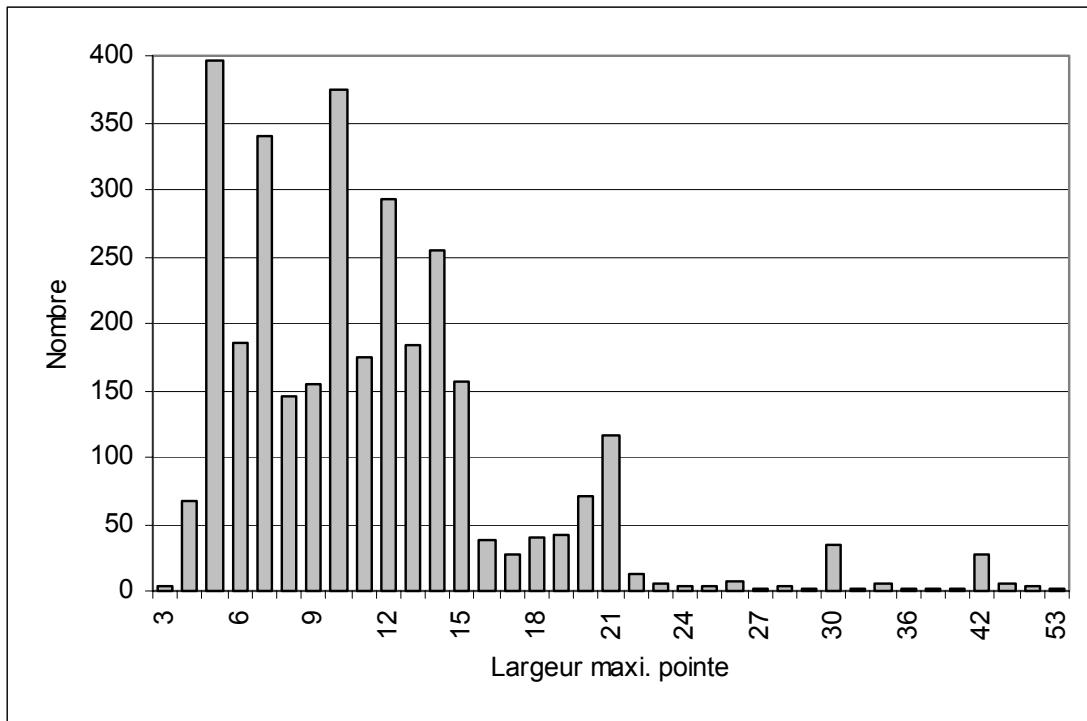


Figure 12. Largeurs des pointes

Ce graphique met en évidence la distribution des largeurs maximales des pointes. Les largeurs relevées oscillent entre 4 et 20 mm environ. Les pointes de plus de 20 mm sont beaucoup plus rares. Les pointes de 5 et de 10 mm de large représentent les groupes les plus nombreux, respectivement 397 et 375 pièces. Les individus qui possèdent une largeur maximale inférieure à 15 mm sont les plus fréquentes. Un pic notable est à signaler autour de 20 mm environ.

e. Le rapport entre les deux dimensions des pointes (largeur/épaisseur)

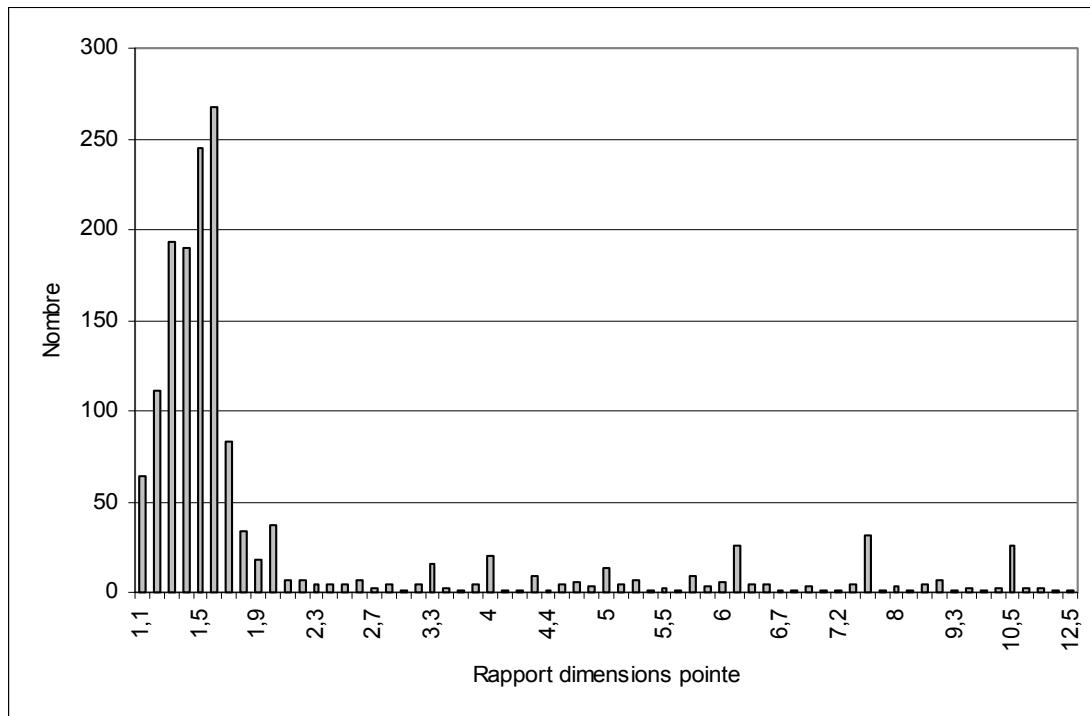


Figure 13. *Histogramme de répartition des rapports entre les dimensions des pointes*

Le rapport entre les deux dimensions des pointes permet de classer les objets selon leur section. La valeur 1, qui représente au total 1 441 pièces, c'est-à-dire une large part des individus, a été mise de côté et n'apparaît pas sur le graphique : il s'agit des pointes carrées ou triangulaires équilatérales. Les valeurs supérieures que montre le graphique, correspondent aux pointes losangiques (qui restent proches de la forme carrée dont la valeur est égale à 1) à plates. Pour ces dernières, les rapports peuvent être supérieurs à 12, à savoir pour les pointes de flèche très larges et minces en épaisseur. Après les pointes carrées, ce sont les pointes losangiques de rapports 1,5-1,6 qui sont les plus nombreuses.

f. Le diamètre des projectiles

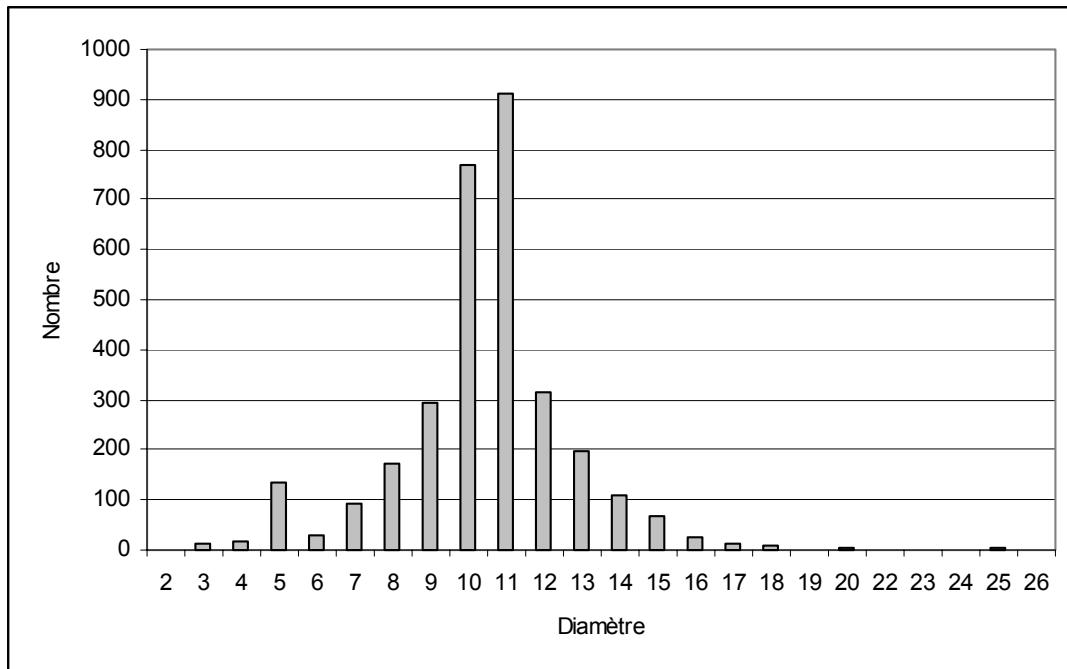


Figure 14. *Graphique de répartition des diamètres*

Les diamètres de la majorité des projectiles sont compris entre 10 et 11 mm. Jusqu'à 5 mm, il s'agit bien souvent de soies. Au-dessus de 15 mm, nous les avons souvent interprétées comme des fers de baliste. Le nombre de classes est peu élevé sur ce graphique, ce qui indique une certaine homogénéité.

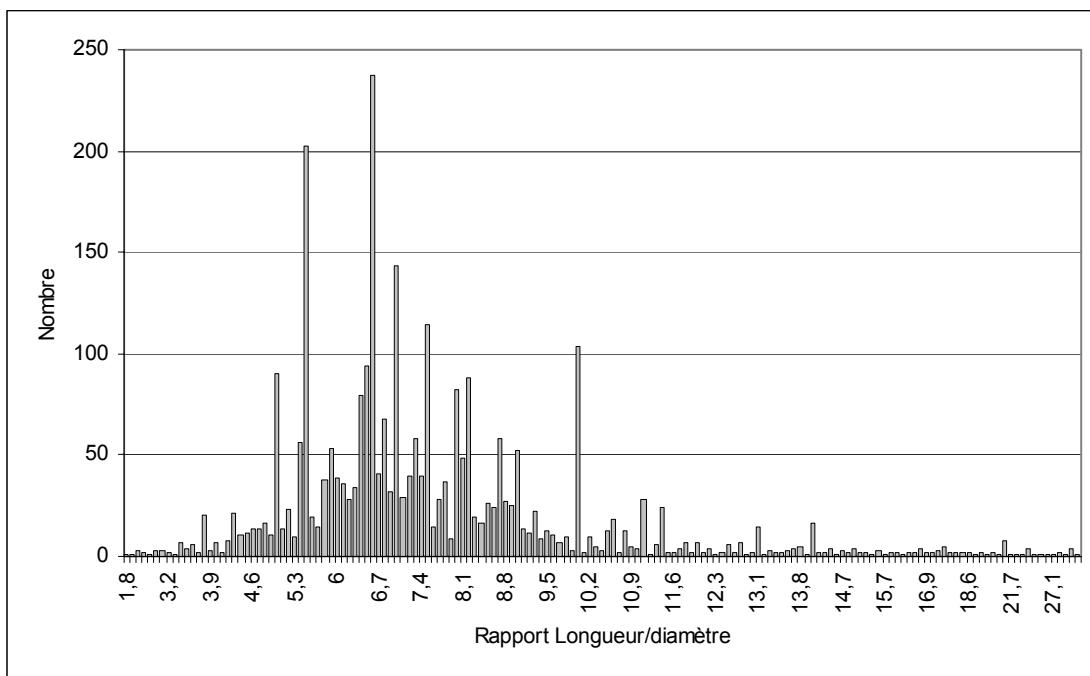


Figure 15. Diagramme de répartition des rapports longueur totale/diamètre

Les rapports entre longueur totale et diamètre sont très hétérogènes, comme le montre le graphique (fig. 15). Cinq valeurs comptent plus d'une centaine d'individus (5,5-6,6-7-7,5 et 10). La plupart des rapports sont compris entre 5 et 10. Plus le rapport est petit, plus les pointes sont trapues et plus il est grand, plus elles sont effilées. La diversité des rapports est plus importante au sein de l'ensemble formé par les pointes effilées. Nous pouvons en déduire que les pointes trapues sont plus standardisées, de par le fait que le nombre de classes est moindre et que dans chacune de celles-ci les individus sont plus nombreux.

Pour résumer ces observations sur les caractères des fers de trait, nous pouvons affirmer que le mode d'emmâchement est fortement discriminant. En effet, les projectiles montés sur soie représentent moins de 6 % du total et ont été isolés des autres individus statistiques. À l'intérieur de cet ensemble, des sous-groupes peuvent être aisément établis à partir des différentes sections de ces soies. Le profil des pointes est le caractère immédiatement appréciable de façon visuelle : la majorité de ces fers présente des formes pyramidales ou en amande. Cet ensemble représentant 83 % du total, il faudra trouver un autre critère de distinction. En revanche, les pointes ayant un

autre profil forment des types morphologiques distincts. La section des pointes n'est pas discriminante, 86 % de celles-ci sont carrées ou losangées. Dans l'ensemble des 14 % restant, les sections permettent d'établir des groupes.

Pour les données mesurées sur les objets (longueur, largeur, poids...), il convient de prendre en considération des fourchettes et non pas les données chiffrées brutes qui ne permettent pas de classement. Les rapports nous paraissent plus pertinents de ce point de vue : les rapports pointe/douille inférieurs à 1 (pointe plus courte que l'emmarchement) sont plus homogènes que ceux supérieurs à 1 (plus nombreux mais moins homogènes, ce qui laisse supposer la présence de différents sous-groupes). Le rapport longueur/diamètre permet de mettre en évidence deux grands groupes, celui des fers de trait trapus et celui des plus élancés. Ce dernier est le plus hétérogène. Le rapport entre les dimensions de la pointe permet de distinguer les pointes de section carrée (rapport de 1) des autres, de losangiques à plates, et par suite d'établir des groupes.

Les différenciations, pour l'établissement de types, sont aisées dans les groupes de peu d'individus, qui présentent des caractéristiques originales par rapport à l'ensemble. C'est dans les ensembles plus homogènes qu'il faut croiser plusieurs variables, plusieurs critères distinctifs pertinents pour l'établissement de types morphologiques sûrs.

2. Typologies

A. Classement par site

La seconde phase de l'analyse consiste à mener une étude typologique des projectiles site par site, au moins pour ceux qui présentent une population significative en termes statistiques (c'est-à-dire 33 individus au minimum) et une disparité de formes suffisamment intéressante. Le but est de comparer la sous-population, l'ensemble homogène que représentent les objets d'un site, à la population générale dont elle est extraite, c'est-à-dire la base de données dans son intégralité (une fois les objets incomplets supprimés). Afin de mettre en évidence les valeurs remarquables, l'examen systématique des distributions se fait de la même manière, à partir des histogrammes. La

démarche consiste à examiner successivement chaque distribution des variables. On peut ainsi apprécier l'éloignement de n'importe quelle valeur par rapport aux autres. Le croisement entre les différentes données, qualitatives et numériques, va nous permettre d'affiner les premières interprétations et les premiers classements faits de manière plus ou moins intuitive⁴.

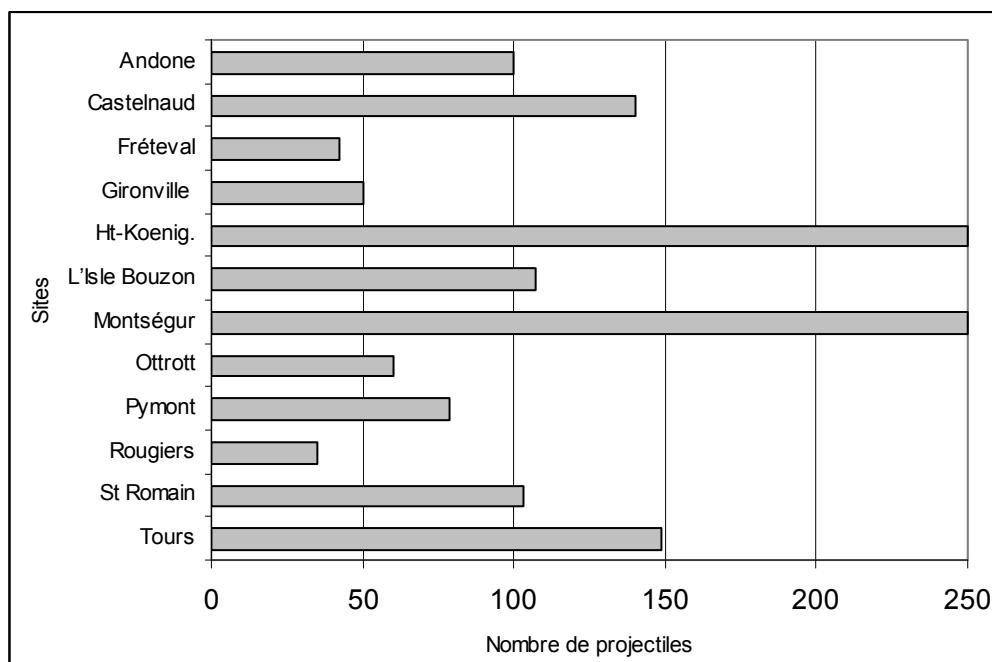


Figure 16. *Sites présentant des groupes d'objets statistiquement fiables*

Seuls 13 sites ont été retenus sur un ensemble de 110. Ils sont présentés par ordre alphabétique. Rougemont-le-Château est le plus fourni avec 1 042 objets. Bien qu'il ne figure pas sur le graphique, pour que la taille des autres barres ne soit pas exagérément réduite ; ce site est traité après celui de Pymont. Comme il est

4. Cette manière de procéder est à notre avis la plus judicieuse, car elle permet un constant retour aux données-sources et évite ainsi les conclusions hasardeuses. Elle exclut aussi toutes les solutions miracles, comme les matrices mathématiques, qui peuvent traiter quantité de données simultanément et qui se sont démocratisées avec l'explosion de l'informatique. Cependant, seuls les statisticiens professionnels les maîtrisent véritablement. De nombreux archéologues les utilisent sans toutefois en connaître le fonctionnement exact et sans en critiquer la méthode. Ils ont néanmoins l'illusion de donner un vernis scientifique à leurs travaux.

particulièrement important, il sera développé dans le chapitre relatif à l'étude paléométallurgique⁵.

Les graphiques ont été réalisés avec le tableur informatique *Excel*, à partir des données obtenues pour chacun des sites. Nous avons utilisé un type de graphique personnalisé pour pouvoir croiser différents types de données que nous voulions représenter : il s'agit d'un modèle qui allie des courbes et des histogrammes⁶. Nous n'avons pas dépassé les quatre séries de données représentées sur un même graphique, ceci pour ne pas gêner la lisibilité (par exemple la longueur totale, la largeur de la pointe, le profil et la section de la pointe). Sur l'axe des abscisses (X) figurent généralement les numéros d'inventaire des objets⁷. L'axe des ordonnées (Y), situé sur la gauche, représente les mesures en millimètres, alors que l'axe des Y superposé, à droite, montre les rapports. Les graphes de type secteurs, qui permettent de présenter les données descriptives, ont nécessité une synthèse préalable des données grâce à un outil que fournit le logiciel *Excel*. Il s'agit du rapport de tableaux croisés dynamiques qui permet de faire des sommes automatiques par critère choisi.

Après la mise en évidence des critères distinctifs pertinents pour les classements des fers de trait de chaque site, nous avons fait figurer les dessins de projectiles qui symbolisent chacun des types accompagnés d'une échelle graphique de trois centimètres. Ils sont tous décrits brièvement, mais nous ne leur avons pas donné d'attribution définitive quant à leur utilisation et leur contexte de découverte. La synthèse est faite dans la partie consacrée à la typologie générale⁸.

5. Voir *infra*, le chapitre consacré à l'étude archéologique.

6. Voir annexe 2.

7. Ces numéros sont tous présents sur les fichiers originaux, mais pour concilier police de caractères lisible et format de graphique imprimable, nous n'avons fait figurer qu'un numéro sur deux.

8. Voir *infra*, le chapitre consacré à l'étude archéologique.

a. Andone

Andone (Charente, numéro de site 97)⁹ est un *castrum*, résidence des comtes d'Angoulême. Sa fonction est résidentielle autant que défensive. La fouille des bâtiments, datés des IX^e et X^e siècles, a permis de mettre au jour une centaine de projectiles. La majorité des fers de trait découverts sur ce site présente un rétrécissement marqué entre la pointe et la douille, soit 75 % des objets (voir le premier graphique situé en annexe 2). Les autres pointes se situent dans le prolongement de la douille. Pour le premier histogramme, la clé de tri est la longueur totale, ensuite la largeur maximale de la pointe et le rapport pointe/douille. Le critère le plus significatif sur ce graphique n'est pas la longueur totale (assez uniforme pour le premier groupe des rétrécissements marqués), mais la largeur de la pointe : ce caractère permet d'individualiser quatre groupes bien distincts. En revanche, les longueurs totales des fers de trait sont peu significatives dans ce cas précis, car elles sont assez uniformes (la majorité est comprise entre 60 et 70 mm). Si les rapports pointe/douille sont en corrélation avec la largeur (en vert sur le graphique), les diamètres des douilles sont plus hétérogènes. Quatre ensembles se profilent à partir de la distribution des largeurs maximales des pointes : l'un est situé autour de 30 mm, les autres de 20, 40 et 10 mm.

Pour le second histogramme (Andone 2, annexe 2), la clé de tri utilisée est le diamètre de la douille : il permet de mettre en évidence cinq groupes distincts. Les diamètres les plus élevés correspondent à des longueurs totales courtes au regard de l'ensemble des fers de trait découverts sur le site. Leur rapport longueur/diamètre douille est donc peu élevé ; ce sont les fers de trait les plus trapus. Si le groupe des 11-12 mm de diamètre est homogène (correspondance entre diamètre et longueur totale), le groupe des 8-9-10 mm de diamètre est plus disparate. Les distributions sont à revoir en fonction des rapports longueur/diamètre. Le diamètre n'est donc pas un critère de classement déterminant dans ce cas précis.

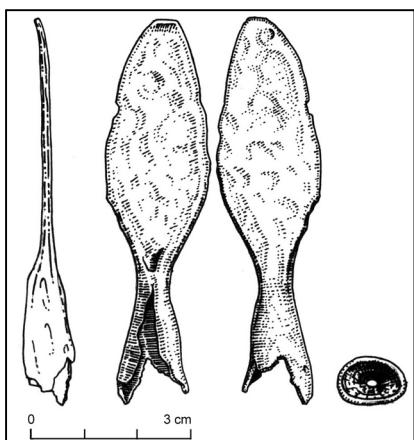
9. Tous les sites sont répertoriés en **annexe 5**, le nombre de projectiles, les moyens de datation du site y sont rappelés. Aussi, tous ces détails ne sont pas développés. Les dessins ont été réalisé par Jean-Claude Fossey. Lorsque le nom n'est pas spécifié, il s'agit de nos dessins.

Le troisième graphique permet de visualiser, en rouge, la courbe de tendance du rapport entre les deux dimensions des pointes d'Andone. Ce tracé marque quatre paliers qui varient vraisemblablement avec la largeur des pointes, sauf pour un ensemble de six individus dont le rapport est compris entre 8 et 10 (axe des ordonnées Y superposé, à droite du graphique) et dont les largeurs de pointes sont sensiblement différentes de celles des autres pointes, contiguës dans la distribution. Le premier groupe de la distribution est très homogène : ce sont les pointes de section carrée, possédant un rapport de 1 et une pointe de 9 mm de côté. Vingt-cinq de ces pointes semblent ainsi former un ensemble fortement individualisé. Les objets du second groupe mis en évidence possèdent un rapport compris entre 4 et 6. Le troisième groupe est constitué d'objets dont le rapport est inscrit entre 6 et 8 (les largeurs des pointes sont plus importantes et leur épaisseur va en s'amenuisant, ce qui explique l'augmentation de ces rapports). Les rapports les plus élevés, supérieurs à 8, se trouvent dans le quatrième groupe (dans celui-ci, les largeurs des pointes sont relativement standardisées).

Dans le quatrième graphique (Andone 4, annexe 2), la distribution représente le profil et la section de chaque pointe. Les pointes sont en majorité plates (75 %). Celles-ci possèdent un profil triangulaire (26 %), foliacé (23 %) ou triangulaire à pennes (27 %). Le quart restant des pointes présente en revanche une section carrée et un profil pyramidal.

Le cinquième histogramme montre que les pointes de section carrée (deuxième groupe de la distribution, rapport de 1, en jaune sur le graphique) sont deux fois plus longues que les douilles, ainsi que le troisième groupe de pointes beaucoup plus plates. Le premier groupe présente des longueurs de pointes égales à celles des douilles. Le dernier ensemble présente un rapport pointe/douille très élevé, car la partie de la douille qui dépasse des pennes est très réduite (alors que la douille est en réalité beaucoup plus longue, voir dessin *infra*). La moyenne des longueurs de projectiles du site d'Andone (74,6 mm) est inférieure à la moyenne de l'ensemble des longueurs des fers de trait présents dans la base de données (81,3 mm). En revanche, la largeur des pointes est nettement supérieure à la moyenne générale : 24,4 au lieu de 11,4 mm (moyenne générale du corpus). Le diamètre, quant à lui, est proche du diamètre moyen qui est de

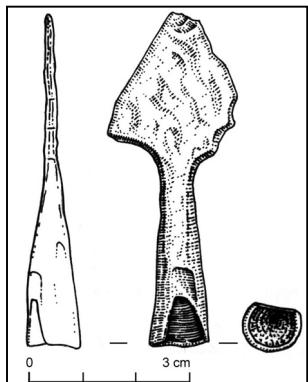
10,5 mm. L'ensemble des informations recueillies à partir de la forme des distributions sur les différents graphiques a permis de dresser une typologie de formes en prenant en compte les différents paramètres. Quatre types ont pu ainsi être mis en évidence. Nous les présentons ici en détaillant leur contexte de découverte.



Andone, type a

- Fer
- Longueur totale : entre 69 et 71 mm ; longueur douille : entre 19 et 21 mm ; largeur pointe : 17-19 x 3-4 mm ; diamètre douille : 10-12 mm ; poids : entre 9 et 11 g

Ce fer de trait présente un profil foliacé, en forme de "feuille de saule" plus ou moins allongé et à monture à douille. Sa section est en amande, presque plate. Ce projectile possède un net rétrécissement central entre la pointe et la douille. Par ailleurs, le rapport pointe/douille est supérieur à 1 : la pointe est relativement plus longue que la douille. Sa faible épaisseur permet d'infirmer l'hypothèse du carreau d'arbalète. En effet, la force de propulsion doit être faible, afin que la pointe ne subisse ni cassure, ni déformation. Ce type de pointe de flèche tire son efficacité de ses capacités de vol et de son tranchant (les côtés ont dû faire l'objet d'un limage pour être plus performants).

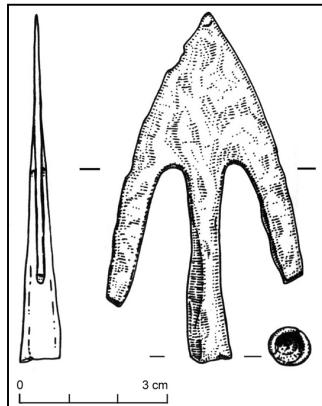


Andone, type b

- Fer
- Longueur totale : entre 64 et 67 mm ; longueur douille : entre 34 et 36 mm ; largeur pointe : 29-30 x 3-4 mm ; diamètre douille : 11 mm ; poids : entre 8 et 10 g

Ce fer de trait présente un profil triangulaire équilatéral et ne possède pas de nervure centrale, la tôle n'a donc pas été facettée au moment du forgeage. La pointe est large et mince, sa section est quasiment plate. Ses bords sont tranchants. Pour ces diverses raisons, et comme pour le type a, nous l'avons interprété comme étant une pointe de flèche. La douille est conique et

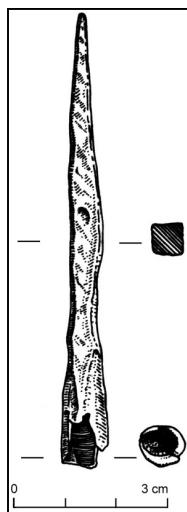
sensiblement plus longue que la pointe. L'étranglement entre la pointe et la douille est fortement marqué.



Andone, type c

- Fer
- Longueur totale : entre 72 et 74 mm ; longueur douille : 40 mm ; largeur pointe : 41-43 x 4-5 mm ; diamètre douille : 9 mm ; poids : entre 18 et 20 g

Cette pointe de flèche est de forme bipenne ou bifide et plate : le fer est large et mince. Les pennes sont étroites et longues et encadrent la partie supérieure de la douille, de part et d'autre tout en étant bien dégagées. Les bords sont tranchants et certains exemplaires présentent une nervure axiale sur une face. La douille, relativement longue, s'évase vers le bas.



Andone, type d

- Fer
- Longueur totale : entre 89 et 91 mm ; longueur douille : 30 mm ; largeur pointe : 7 x 7 mm ; diamètre douille : 9-10 mm ; poids : 15 g

Ce fer de trait présente une pointe à profil pyramidal, de section carrée. La forme générale est effilée, bien que la douille conique, plus courte et relativement plus large que le fer, s'évase largement vers le bas. Ce type de carreau ne présente pas de net rétrécissement central, mais une légère inflexion de la pointe vers la douille qui souligne le renflement de la pointe et l'évasement de la douille.

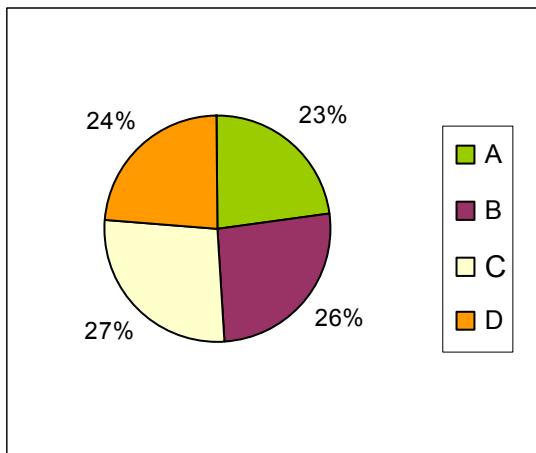


Figure 17. Andone. Part des différents types

Sur un total d'une centaine de projectiles, les quatre formes que répertoriées sur le site sont représentées à parts sensiblement égales. Les trois premiers types, de profil bipenne et foliacé correspondent à l'usage de l'arc. Les contextes de découverte, des dépotoirs situés à l'intérieur de l'enceinte et ayant livré des restes ostéologiques d'animaux chassés, sont étroitement liés avec la pratique cynégétique ; les niveaux stratigraphiques sont datés autour de l'an Mil. En revanche, les trois noix d'arbalète en os découvertes sur le site semblent corroborer notre interprétation comme carreau d'arbalète pour le type d.

b. Castelnaud

L'ensemble des 140 fers de trait provenant du château de Castelnaud (Dordogne, numéro de site 29) ne possède pas de contexte stratigraphique fiable. Il s'agit pour la plupart de découvertes anciennes. Ces projectiles présentent soit un étranglement faiblement marqué (53 % d'entre eux, Castelnaud 8, annexe 2), soit une pointe dans le prolongement de la douille ou de la soie (40 % de l'ensemble). Les deux individus les plus longs possèdent un emmanchement à soie. La plupart des fers de trait qui présentent une inflexion ont un rapport pointe/douille sensiblement égal à 1 (la longueur de la pointe est équivalente à celle de la douille ou de la soie). Il est possible de dissocier à l'œil nu quatre groupes dans l'ensemble des fers de trait : deux dont l'étranglement est faiblement marqué et deux dont la pointe est dans le prolongement de

la douille. Le groupe des fers dont l'infexion est fortement marquée est plus hétérogène, cela tend à mettre en évidence des individus remarquables présents à un seul exemplaire.

Sur le second graphique (Castelnau 2, annexe 2), le classement des fers de trait a été réalisé en fonction de leur diamètre et révèle six groupes distincts dont deux relativement importants (plus de cinquante individus pour les diamètres de 11 et de 12 mm). L'emmanchement de ces projectiles se fait, dans la majorité des cas, à l'aide d'une douille. Deux exemplaires cependant se montent à l'aide d'une soie. Il n'existe pas de relation directe entre le diamètre de la douille (ou largeur de la soie) et la longueur totale.

La clé de tri du troisième histogramme relatif au site de Castelnau est le rapport entre les dimensions de la pointe de chaque exemplaire étudié. Trois groupes se distinguent : les pointes carrées ou triangulaires équilatérales (rapport équivalent à 1), les pointes losangiques (les plus nombreuses dont le rapport est compris entre 1 et 2) et les plus ou moins plates (rapports qui se situent entre 2 et 12). Ce dernier groupe est le plus hétérogène.

La répartition des types de profils et de sections présents sur le site révèle que les sections sont plus standardisées que les profils (Castelnau 6, annexe 2). Les profils les plus courants sont pyramidaux (39 %) ou ogivaux (40 %). Si l'on croise les deux critères, certains groupes mis en valeur par la distribution ne sont représentés que par un seul exemplaire (le profil triangulaire à pennes de section plate, par exemple).

Pour le dernier graphique, établi à partir de l'étude des projectiles de ce site, la clé de tri utilisée pour la représentation des données est le rapport longueur/diamètre. Il n'existe pas réellement de rupture dans la distribution, qui pourrait laisser supposer la présence de groupes bien distincts. La répartition est très hétérogène entre 8 et 18.

Si l'on s'attache à comparer les moyennes des données de Castelnau à la moyenne de l'ensemble des mesures que contient le corpus, il est possible d'affirmer que la moyenne des longueurs totales du site (76,2) est assez éloignée de la moyenne

générale sur l'ensemble du corpus qui est de 81,3 mm. En revanche, elle est sensiblement la même que pour le site précédent. La longueur de la douille ou de la soie est similaire (43 mm). La moyenne des largeurs maximales de la pointe sur le site est de 14, alors qu'elle n'est que de 11 mm pour l'ensemble des données. Le diamètre (11) est légèrement supérieur à celui de l'ensemble qui est de 10,5 mm.

Dans cet ensemble remarquable par le nombre, il existe une variété importante de fers de trait. Nous les détaillons individuellement, mais nous ne les dessinons pas, d'autant qu'ils sont référencés dans la typologie générale (voir *infra* chapitre suivant). S'ils sont intéressants du point de vue de la forme (13 types en tout), ils sont assez mal situés chronologiquement et ne peuvent donc servir de types de référence.

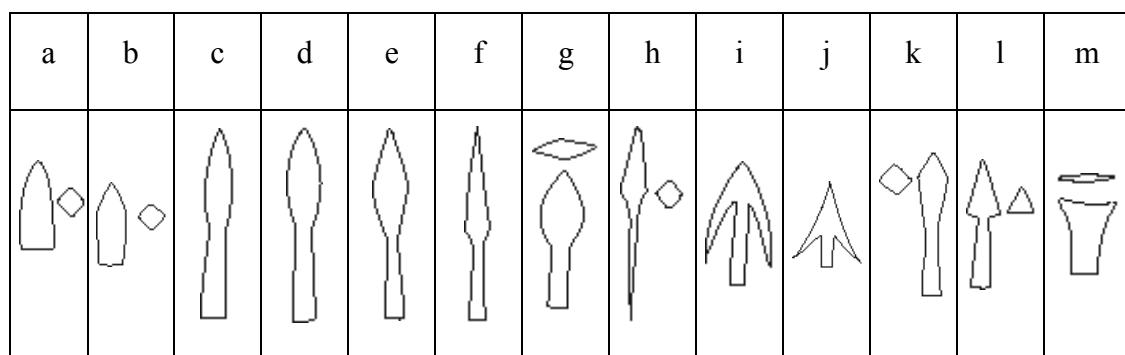


Figure 18. *Les différents types de fers de trait de Castelnau*

Type a, Castelnau :

- Fer
- Longueur totale : 55 mm ; largeur pointe : 15 x 10 mm (rapport de 1,5) ; diamètre douille : 11 mm ; rapport longueur/diamètre : 5

Le premier type présente une forme sans inflexion entre la pointe et la douille de profil ogival et de section carrée. Les angles de la pointe sont relativement saillants.

Type b, Castelnau :

- Fer
- Longueur totale : 70 mm ; largeur pointe : 15 x 10 mm (rapport de 1,5) ; diamètre douille : 11 mm ; rapport longueur/diamètre : 6,36

Il est assez similaire au précédent, mais les angles de la pointe sont plus doux, ce qui lui donne un profil en "balle de fusil". La section est losangique. Il est légèrement moins trapu.

Type c, Castelnau :

- Fer
- Longueur totale : 70 mm ; largeur pointe : 15 x 10 mm (rapport de 1,5) ; diamètre douille : 10 mm ; rapport longueur/diamètre : 7

Ce type de fer de trait présente un étranglement faiblement marqué entre la pointe et la douille, un profil lancéolé/en amande de section losangique avec une monture à douille.

Type d, Castelnau :

- Fer
- Longueur totale : 65 mm ; largeur pointe : 20 x 10 mm (rapport de 1,5) ; diamètre douille : 12 mm ; rapport longueur/diamètre : 5,5

Ces fers de trait présentent le même profil que le précédent, mais ils sont beaucoup plus trapus.

Type e, Castelnau :

- Fer
- Longueur totale : 65 mm ; largeur pointe : 10 x 10 mm (rapport de 1) ; diamètre douille : 12 mm ; rapport longueur/diamètre : 5,5

Ce type de projectile présente un étranglement faiblement marqué entre la pointe et la douille, un profil losangique de section carrée avec une monture à douille.

Type f, Castelnau :

- Fer
- Longueur totale : 98 mm ; largeur pointe : 9 x 9 mm (rapport de 1) ; diamètre douille : 12 mm ; rapport longueur/diamètre : 8,2

L'étranglement entre la pointe et la douille est faible. Le profil de la pointe est pyramidal, la section carrée. Ce type est effilé.

Type g, Castelnau :

- Fer

- Longueur totale : 80 mm ; largeur pointe : 30 x 5 mm (rapport de 6) ; diamètre douille : 12 mm ; rapport longueur/diamètre : 6,7

L'inflexion entre la pointe losangique, de section plate/ovale, et la douille est fortement marquée.

Type h, Castelnau :

- Fer

- Longueur totale : 110 mm ; largeur pointe : 15 x 15 mm (rapport de 1) ; largeur soie : 4 mm ; rapport longueur/diamètre : 27,5

Ces exemplaires présentent un étranglement marqué entre la pointe losangique de section carrée et la soie, effilée vers le bas.

Type i, Castelnau :

- Fer

- Longueur totale : 75 mm ; largeur pointe : 53 x 5 mm (rapport de 10,5) ; diamètre douille : 13 mm ; rapport longueur/diamètre : 5,7

Ces pointes de flèche possèdent une pointe triangulaire bifide de section plate et un rétrécissement fortement marqué entre la pointe et la douille relativement évasée vers le bas. Les pennes s'évasent vers l'extérieur.

Type j, Castelnau :

- Fer

- Longueur totale : 75 mm ; largeur pointe : 45 x 5 mm (rapport de 9) ; diamètre douille : 12 mm ; rapport longueur/diamètre : 6,25

Le profil est le même que le précédent, mais les pennes sont rentrantes.

Type k, Castelnau :

- Fer

- Longueur totale : 60 mm ; largeur pointe : 13 x 13 mm (rapport de 1) ; diamètre douille : 12 mm ; rapport longueur/diamètre : 5

Le profil de ces pointes est pyramidal, de section carrée. La monture est à douille.

Type l, Castelnau :

- Fer

- Longueur totale : 45 mm ; largeur pointe : 15 x 15 mm (rapport de 1) ; diamètre douille : 12 mm ; rapport longueur/diamètre : 3,75

La pointe pyramidale de section triangulaire est légèrement plus longue que la douille. L'inflexion entre les deux est fortement marquée.

Type m Castelnau :

- Fer

- Longueur totale : 55 mm ; largeur pointe : 30 x 4 mm (rapport de 7,5) ; diamètre douille : 12 mm ; rapport longueur/diamètre : 4,6

Ce type de fer de trait est composé d'une douille que surmonte une lame tranchante sous la forme d'une feuille de métal limée. Cette lame en croissant est légèrement débordante par rapport à l'emmanchement.

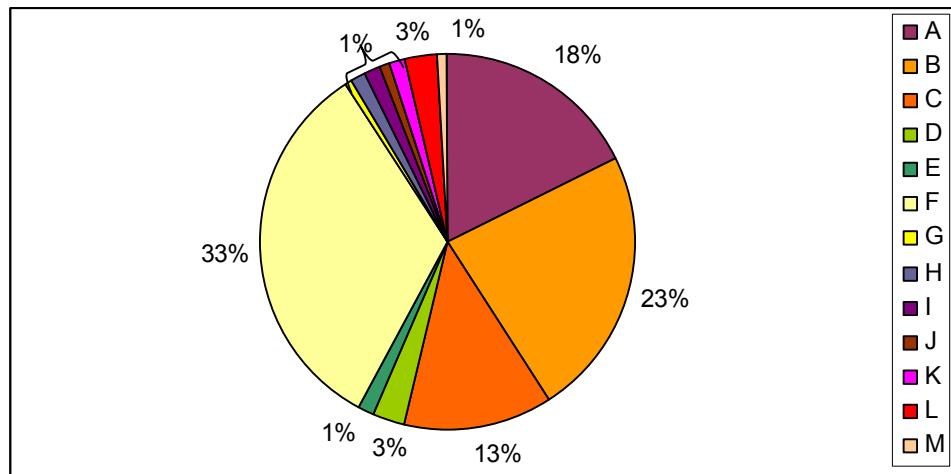


Figure 19. Castelnau. Proportion de chaque type de fers de trait

Le type le plus couramment représenté à Castelnau (150 objets environ) est le type f de type pyramidal et effilé (33 % du total). Ensuite viennent les modèles a et b de forme ogivale, très nombreux sur ce site (respectivement 18 et 23 %).

c. Fréteval

L'ensemble des 45 fers de trait étudiés du site de Fréteval (Loir-et-Cher, numéro de site 45) provient des niveaux d'occupation et de destruction du bâtiment E datés de 1400-1425 environ. La plupart de ces projectiles présentent un étranglement faiblement marqué entre la pointe et la douille (74 % de l'ensemble du corpus). Quelques-uns possèdent une inflexion plus marquée (12 % d'entre eux). Dans 14 % des cas, la pointe se situe dans le prolongement de la douille ou de la soie.

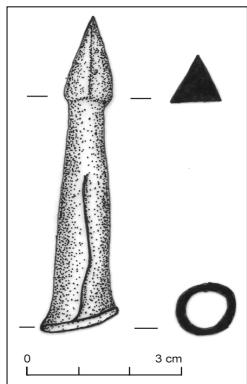
Sur l'histogramme (annexe 2) illustrant la forme générale des projectiles, le premier groupe mis en évidence par la distribution présente un rapport pointe/douille inférieur à 1 : la pointe est donc dans tous les cas de figure plus courte que la douille. Tous les fers de trait compris dans cette catégorie font 70 mm de longueur environ. Le diamètre est compris entre 13 et 16 mm. La seconde catégorie présente un rapport pointe/douille égal à 1 (la pointe possède la même longueur que la douille) ou parfois supérieur (jusqu'à 2). La pointe est sensiblement plus longue que la douille. Le diamètre de leur douille est le plus faible : de 8 à 10. Le troisième groupe de fers de trait mis en évidence sur ce graphique présente des formes coniques ou une pointe située dans le prolongement de la douille ou de la soie. Ces objets se rapprochent de ceux du premier groupe par leur longueur totale (entre 60 et 70 mm). Ils sont cependant moins trapus (leur diamètre est plus faible et la largeur maximale de leur pointe est inférieure).

Pour le second graphique relatif à ce site (Fréteval 2, annexe 2), la clé de tri que nous avons utilisée est le diamètre de la douille. Les plus grands fers de trait sont ceux qui présentent un plus petit diamètre. Leur rapport longueur/diamètre est donc élevé (jusqu'à 10). La moyenne de ce rapport est de 5 pour ce site. Le diamètre le plus courant est de 14 mm, ce qui représente un projectile trapu qui devait recevoir une hampe de bois assez importante.

Dans la distribution suivante, la clé de tri est le rapport entre les dimensions de la pointe. La plupart des pointes des fers de ce site sont carrées ou triangulaires équilatérales (rapport égal à 1). Trois de ces projectiles présentent une pointe losangique. Ce sont aussi les largeurs maximales les plus importantes. Les trois seules pointes coniques découvertes *in situ* ne peuvent pas livrer de rapports entre les dimensions de leur pointe.

Le graphique suivant (Fréteval 4, annexe 2) montre que les rapports longueur/diamètre de 5 correspondent aux pointes carrées ou triangulaires équilatérales. Les pointes plus courtes présentent un rapport pointe/douille et un rapport longueur/diamètre moins équilibré, ce qui influe sur leur comportement en service.

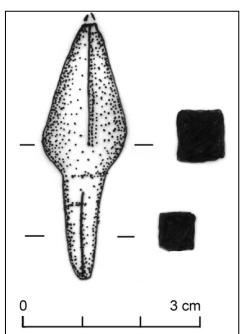
La dernière distribution permet de classer les pointes de Fréteval par la forme de leur profil et de leur section. Le groupe des fers dont la longueur est comprise autour de 70 mm présente des pointes de profil pyramidal ou losangique. Leur section est soit carrée (12 %), soit triangulaire (74 %). La moyenne des longueurs des fers de trait (69,3 mm) est bien moindre que la moyenne générale de l'ensemble du corpus qui est de 81,3 mm. La moyenne des largeurs de pointes de Fréteval est la même que la moyenne générale, autour de 11 mm. En revanche, les douilles sont beaucoup plus larges que la moyenne relevée (13,3 au lieu de 10,5 mm). D'après l'analyse de l'ensemble de ces graphiques, huit types ont pu être mis en évidence. L'archétype du site de Fréteval (environ les trois-quarts des objets) présente un étranglement faiblement marqué entre la pointe et la douille, une pointe à profil pyramidal et à section triangulaire. Ce fait est d'autant plus remarquable que sur l'ensemble des données recueillies sur les 108 sites étudiés, seulement 5 % des fers de trait présentent une pointe de section triangulaire.



Fréteval, type a

- Fer
- Longueur totale : entre 70 et 76 mm ; largeur pointe : 10³ mm (rapport de 1) ; diamètre douille : entre 14 et 16 mm ; poids : de 12 à 16 g

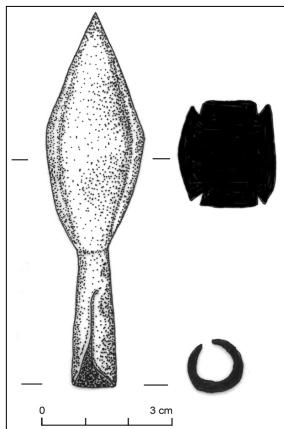
Les fers de trait de ce type sont les plus nombreux sur le site. Il possède un étranglement fortement marqué entre la pointe de profil pyramidal et de section triangulaire équilatérale et la douille conique.



Fréteval, type b

- Fer
- Longueur totale : 44 mm ; largeur pointe : 14 x 14 mm (rapport de 1) ; largeur soie : 7 x 7 mm ; poids : entre 20 et 25 g

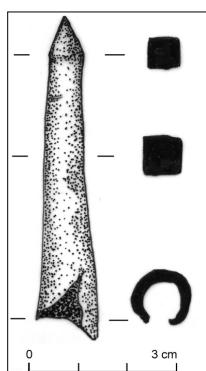
Les projectiles de cette catégorie présentent une pointe de profil losangique et de section carrée montée sur une soie de section carrée, relativement courte (peut-être est-elle brisée ?). L'étranglement entre les deux est nettement marqué.



Fréteval, type c

- Fer
- Longueur totale : entre 80 et 90 mm ; largeur pointe : entre 20 x 20 et 24 x 24 mm (rapport de 1) ; diamètre douille : 9 mm ; poids : 40-45 g

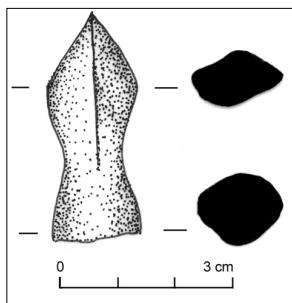
Ces fers de trait possèdent une pointe de profil losangique et de section hexagonale plus ou moins régulière (les quatre côtés sont rayés). La monture à douille est relativement étroite pour une pointe aussi pesante.



Fréteval, type d

- Fer
- Longueur totale : 71 mm ; largeur pointe : 6 x 6 mm (rapport de 1) ; diamètre douille : 11 mm ; poids : 20-25 g

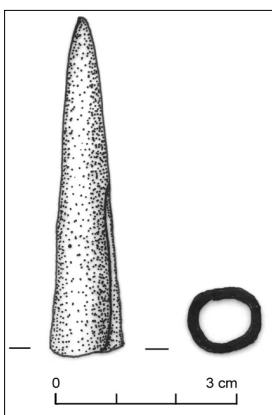
Le profil de ces pointes est pyramidal de section carrée et se trouve dans le prolongement de la douille qui est relativement longue.



Fréteval, type e

- Fer
- Longueur totale : 40 mm ; largeur pointe : 16 x 8 mm (rapport de 2) ; diamètre douille : 11 mm ; poids : 20-25 g

Ces fers de trait présentent une pointe de profil losangique et de section hexagonale irrégulière. Ils sont courts et très trapus.



Fréteval, type f

- Fer
- Longueur totale : 58 mm ; diamètre douille : 12 mm ; poids : 15 g

Ces projectiles se présentent sous la forme d'un cône de fer creux. Les deux extrémités de la tôle se chevauchent largement.

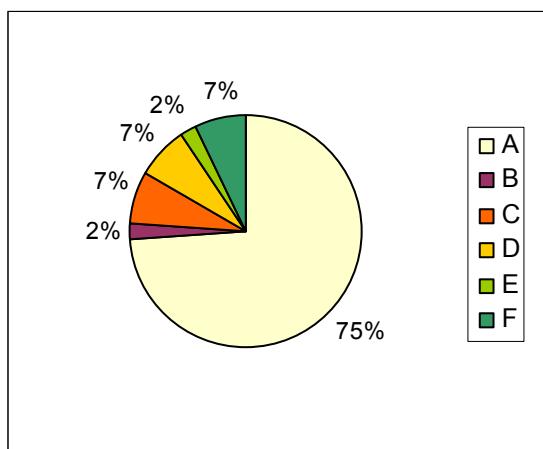


Figure 20. Fréteval. Proportion de chaque type de projectiles

L'ensemble des 45 projectiles de Fréteval que nous avons étudiés proviennent des niveaux d'occupation et de destruction du bâtiment E datés des années 1400-1425 par la découverte de monnaies. Fait remarquable, la majorité des objets, les trois-quarts environ, présente une section triangulaire (type a).

d. Gironville

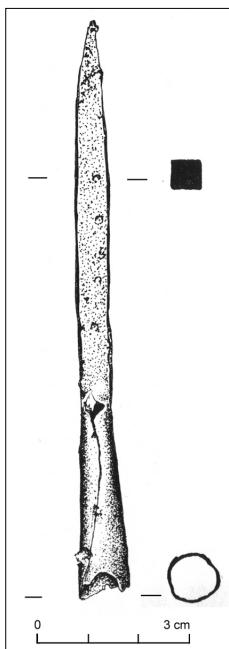
La période d'occupation de cette fortification terrassée sur la commune d'Ambronay (Ain, numéro de site 100) est brève et bien datée : de 1324-25 à 1330-37. Le site a livré plusieurs dizaines de fers de trait qui attestent son rôle militaire. Le premier graphique relatif à ce site (Gironville 1, annexe 2) montre une distribution qui permet de dissocier les fers de trait en fonction de leur forme générale. Le premier ensemble mis en évidence concerne deux exemplaires qui présentent un étranglement marqué entre la pointe et la douille : la pointe la plus longue et la plus courte se situent dans cette catégorie. Les autres pointes se trouvent dans le prolongement de la douille. Dans ce dernier ensemble, des groupes de 6-8 individus semblent se détacher. Les graphiques suivants, par le croisement d'autres critères, permettent de confirmer ou d'infirmer ces premières hypothèses. Un exemplaire plus trapu que les autres se distingue, il s'agit du troisième individu de la distribution (diamètre de 14 mm et la largeur de la pointe 18 mm). Des groupes d'individus se dessinent dans la distribution et pourraient correspondre à des types. Le troisième ensemble présente un diamètre de 8 mm, une largeur de la pointe de 8 mm et un rapport pointe/douille de 1. Le quatrième groupe est sensiblement le même que le précédent, mais le diamètre est compris entre 10 et 11 mm. Le cinquième ensemble présente des longueurs sensiblement plus élevées que celles des exemplaires précédents, des diamètres compris entre 10 et 12 mm. Les rapports avoisinent 2 (douille relativement plus courte que la pointe).

Sur le second graphique (Gironville 2, annexe 2), dont la clé de tri est le diamètre de la douille, nous pouvons affirmer qu'il n'existe pas de relation directe entre le diamètre de ces fers de trait et leur longueur totale. Le diamètre le plus élevé (le dernier de la distribution) correspond à une longueur totale plutôt courte (80 mm

environ). Deux paliers dans la distribution de cet histogramme peuvent être dissociés des autres objets : autour de 8 mm et de 12 mm.

Le troisième histogramme relatif au site (Gironville 3, annexe 2) met en avant les dimensions de la pointe. Toutes les pointes possèdent une section carrée. Une seule est losangique. De plus, les dimensions des pointes sont très uniformes. Le graphique suivant permet d'établir une relation entre le rapport pointe/douille et le rapport longueur/diamètre (en vert sur le graphique) et de dissocier trois groupes. Le premier individu avec un rapport de 6 (relativement trapu) peut être individualisé. Le deuxième ensemble, les plus nombreux, regroupe des projectiles qui ont un rapport qui se situe autour de 10. Les rapports supérieurs permettent de regrouper les trois derniers individus de la distribution.

La dernière distribution permet de résumer les caractéristiques des différentes pointes. La plupart de celles-ci présentent un profil pyramidal ou lancéolé avec une section carrée, une seule est losangique. En revanche, la plus longue est conique, de section ronde. Les histogrammes qui permettent de classer de façon raisonnée les objets de Gironville sont très uniformes, ce qui tendrait à confirmer la grande homogénéité des objets et l'existence de très peu de types. Les fers de trait sont à une écrasante majorité de profil pyramidal de section carrée avec une pointe dans le prolongement de la douille (96 % du total). La moyenne des longueurs totales pour le site de Gironville est nettement supérieure à celle à de l'ensemble du corpus (104 au lieu de 81,3 mm). Les largeurs de pointes sont en revanche en deçà de celles constatées sur l'ensemble des données récoltées (6 au lieu de 11,4 mm). Le diamètre de la douille est très proche de celui généralement relevé : 10,2 mm.



Gironville, type a

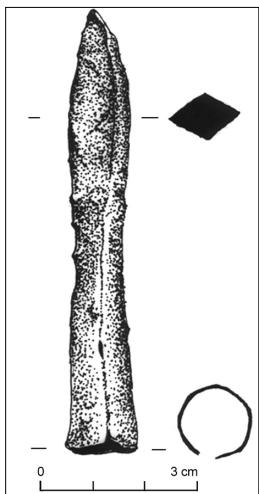
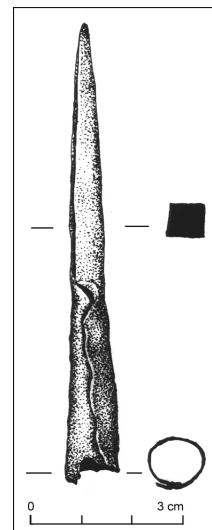
- Fer
- Longueur totale : entre 110 et 120 mm ; largeur maximale pointe : entre 5 et 7 mm (rapport de 1) ; diamètre douille : entre 9 et 11 mm ; poids : 25 g

Ce type de fer de trait est le plus courant à la bastide de Gironville. Il s'agit de projectiles présentant une structure pyramidale régulière et une pointe de section carrée qui s'inscrit dans le prolongement de la douille relativement plus large, mais néanmoins plus courte que la pointe.

Gironville, type b

- Fer
- Longueur totale : entre 90 et 98 mm ; largeur maximale pointe : entre 6 et 8 mm (rapport de 1) ; diamètre douille : entre 9 et 11 mm ; poids : 25-30 g

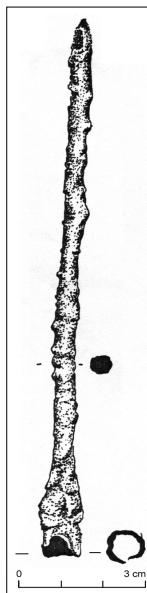
Ce type présente la même forme générale que le précédent, mais sans inflexion entre la pointe et la douille, seules les dimensions varient. L'ouverture de la douille est néanmoins plus importante.



Gironville, type c

- Fer
- Longueur totale : 86 mm ; largeur maximale pointe : 14 x 11 mm (rapport de 1,3) ; diamètre douille : 14 mm ; poids : 35 g

Ce fer de trait est beaucoup plus trapu et pesant que les autres exemplaires. Sa pointe est lancéolée, de section losangique. Il présente un rétrécissement marqué entre la pointe et la douille.



Gironville, type d

- Fer
- Longueur totale : entre 145 mm ; diamètre pointe : 5 mm (rapport de 1) ; diamètre douille : 9 mm

Ce fer de trait est mince et long, à pointe de section circulaire. Il ne possède pas de rétrécissement marqué entre la pointe et la douille. Sa détermination comme fer de projectile est litigieuse.

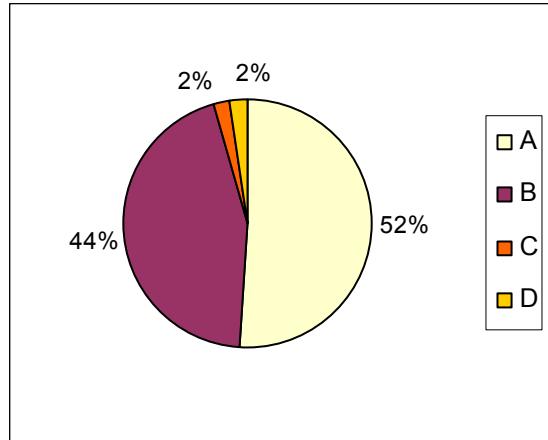


Figure 21. Répartition des fers de trait de Gironville

Sur un ensemble d'une cinquantaine de carreaux, les types a et b sont présents en majorité sur le site. Ils témoignent d'une remarquable unité de fabrication. Cela s'explique, dans une large mesure, par le fait que la période d'occupation est brève et bien datée : entre 1324-25 et 1330-37. La fonction de cette construction de terre est essentiellement stratégique : ce bastion abrite une garnison et l'attribution des projectiles à un rôle militaire ne fait aucun doute.

e. Haut-Koenigsbourg

Les centaines de projectiles, qui se trouvent à l'heure actuelle dans les réserves du château du Haut-Koenigsbourg (Bas-Rhin, numéro de site 8), ont été mis au jour lors des dégagements de la base des murs, pendant des travaux de restauration au début du XX^e siècle. Leur contexte stratigraphique n'est donc pas assuré. Le premier graphique relatif à ce site (Haut-Koenigsbourg 1, annexe 2) permet de visualiser les différents poids des projectiles. Plusieurs paliers peuvent être mis en évidence : autour de 5, 10, 15 et 20 g. En revanche, entre 20 et 50 g, les poids sont plus disparates. La clé de tri est le poids, mais il n'existe visiblement pas de relation directe entre celui-ci et la longueur totale : les distributions ne sont pas croissantes dans les deux cas.

La clé de tri pour le deuxième histogramme est la longueur totale : il n'existe pas non plus de relation directe entre la longueur totale et le diamètre de la douille. À chaque diamètre, dans cette distribution, correspondent des longueurs totalement hétérogènes. De 14 à 16 mm, le graphique comporte deux paliers relativement homogènes d'une dizaine d'individus.

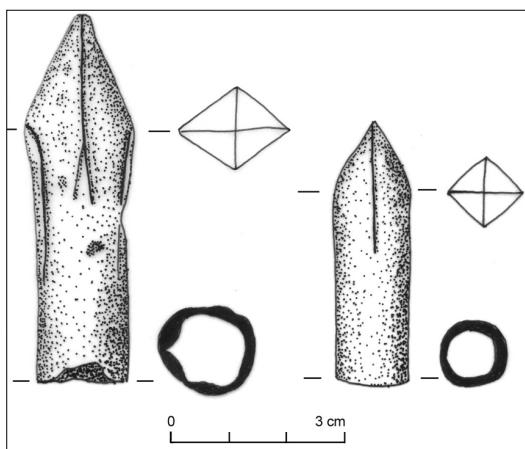
Le graphique suivant (Haut-Koenigsbourg 3, annexe 2) permet de visualiser le rapport entre les dimensions de la pointe et le mode d'emmarchement que présentent les fers de trait du site : un seul exemplaire possède une soie, les autres sont tous à douille. Environ 25 individus possèdent une pointe carrée ou triangulaire équilatérale (rapport de 1). La majorité comprend cependant une pointe losangique (rapport compris entre 1 et 2). Deux individus possèdent une pointe plate. Les largeurs des pointes sont variables, elles oscillent entre 10 et 20 mm.

La distribution qui permet de visualiser le profil et la section de la pointe indique la présence de deux groupes homogènes d'une trentaine d'individus chacun. L'un présente un profil ogival de section en forme de losange (36 % de l'ensemble), l'autre un profil lancéolé toujours de section losangique. Ce type de section est observée sur la majorité des fers de trait (73 %). Les autres types de pointes sont plus disparates : de profil pyramidal à section en losange, triangulaire (15 % du total) ou carrée à profil en

forme de losange de section plate (1 %). Pratiquement la moitié de ces fers possède une pointe dans le prolongement de la douille ou de la soie.

Sur le dernier graphique, une valeur mérite d'être soulignée, il s'agit d'un rapport pointe/douille égal à 5 (en jaune sur le graphique). La majorité des rapports longueur/diamètre est comprise entre 5 et 10. Trois valeurs remarquables sont à noter : elles sont supérieures à 10 et dénotent la présence de fers de trait très effilés.

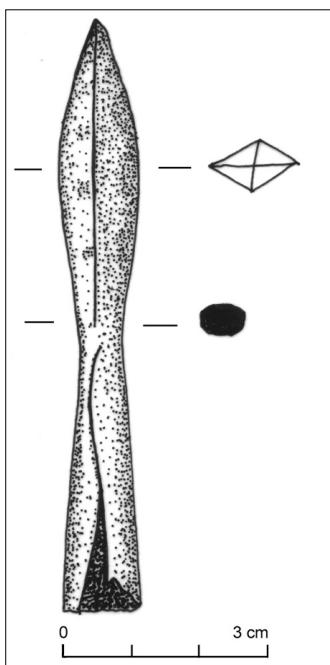
La moyenne des poids du site du Haut-Koenigsbourg est quasiment la même que celle de la moyenne générale (23,6 au lieu de 21,3 g). En revanche, la longueur totale est bien moindre (71,6 mm), alors que la largeur des pointes est supérieure (14,5 au lieu de 11,4 mm). La moyenne des diamètres est un peu plus élevée que celle établie sur l'ensemble du corpus (12 mm).



Haut-Koenigsbourg, type a

- Fer
- Longueur totale : entre 65 et 70 mm pour les plus grands et 34 et 45 pour le modèle le plus petit ; largeur maximale pointe : entre 15 et 20 mm ; diamètre douille : entre 14 et 16 mm ; poids : entre 25 et 40 g

Ces fers de trait présentent un profil ogival et une section losangique. La pointe, légèrement plus large que la douille, s'inscrit dans son prolongement. Ces projectiles de guerre se rapprochent des formes en "balles de fusil". Les douilles présentent parfois des trous de fixation.

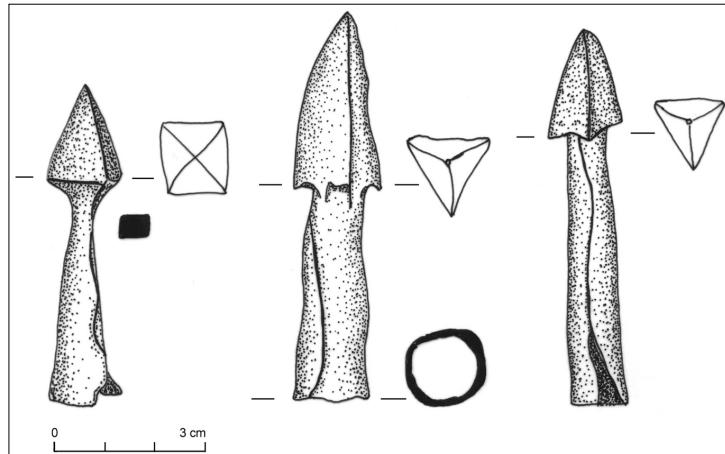


Haut-Koenigsbourg, type b

- Fer

- Longueur totale : entre 70 et 90 mm ; largeur maximale pointe : entre 12 et 15 mm ; diamètre douille : entre 12 et 14 mm ; poids : entre 15 et 35 g

Ce type de fers de trait est le plus important en nombre après les profils ogivaux. Il présente une forme lancéolée, assez effilée, avec une monture à douille. La section de la pointe est losangique.

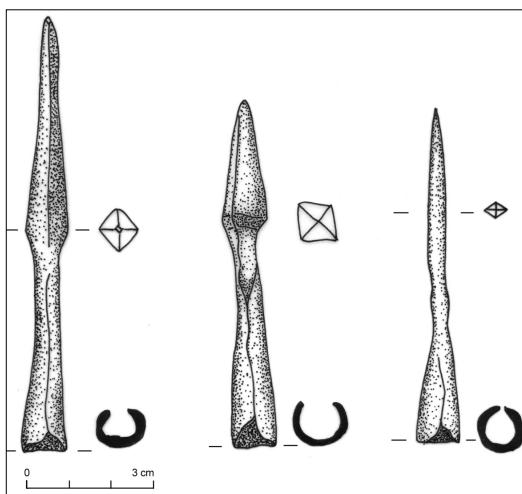


Haut-Koenigsbourg, type c

- Fer

- Longueur totale : entre 60 et 80 mm ; largeur maximale pointe : entre 14 (pour les plus effilées) et 18 mm ; diamètre douille : entre 12 et 15 mm ; poids : entre 15 et 40 g (le modèle du milieu)

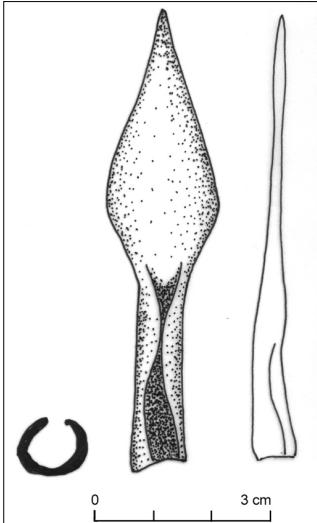
Il s'agit d'un modèle relativement pesant qui présente un rétrécissement nettement marqué entre la pointe pyramidale de section triangulaire et la douille plus ou moins évasée selon les types. La pointe est souvent plus large que la douille.



Haut-Koenigsbourg, type d

- Fer
- Longueur totale : entre 70 et 90 mm ; largeur maximale pointe : entre 10 (pour les plus épais) et 5 mm ; diamètre douille : entre 10 et 12 mm ; poids : entre 10 et 20 g

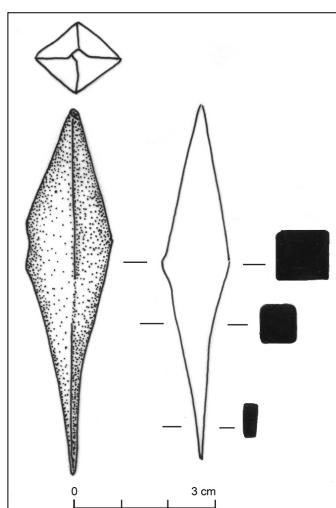
Ces fers de trait présentent une structure pyramidale régulière avec une légère inflexion entre la pointe et la douille. Celle-ci se situe à des hauteurs diverses (le rapport pointe/douille est donc très variable).



Haut-Koenigsbourg, type e

- Fer
- Longueur totale : 80 mm ; largeur maximale pointe : 21 x 4 mm ; diamètre douille : entre 10 mm ; poids : 9 g

Cette pointe de flèche présente un profil losangique et une section plate. La pointe est relativement plus large que la douille qui possède un diamètre constant jusqu'à l'ouverture.



Haut-Koenigsbourg, type f

- Fer
- Longueur totale : 80 mm ; largeur maximale pointe : 13 x 13 mm ; largeur soie : 4 x 8 mm ; poids : 32,5 g

Ce fer de trait est le seul au Haut-Koenigsbourg à présenter une soie comme mode d'emmarchement. La pointe pesante est de section carrée. L'inflexion avec la soie est nettement marquée.

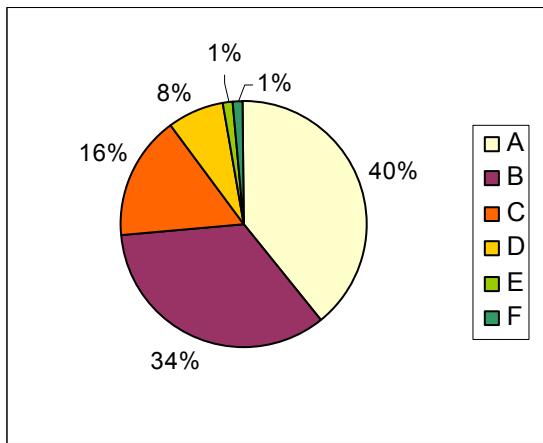


Figure 22. *Haut-Koenigsbourg. Graphique de répartition des différents types*

Sur le site du Haut-Koenigsbourg (250 projectiles), les fers de trait de type a ogivaux (40 %) et b de forme losangique (34 %) sont les mieux représentés. En l'absence de contexte stratigraphique, il est difficile de leur attribuer une datation certaine, mais ils seront comparés à ceux découverts sur les autres sites alsaciens dans le chapitre de synthèse.

f. L'Isle-Bouzon

En tenant compte de tous les éléments chronologiques convergents, les fouilleurs estiment que l'occupation du site de l'Isle-Bouzon (Gers, commune de Corné, numéro de site 69) se situe de 1170 à 1250 environ. La fouille de ce village et de cet ensemble fortifié de type seigneurial a permis de mettre au jour une centaine de projectiles. Le premier graphique (Isle-Bouzon 1, annexe 2) relatif à ce site montre une distribution des fers de trait du site selon leur forme générale et leur longueur totale. Les plus longs se trouvent dans l'ensemble des projectiles qui présentent une pointe dans le prolongement de la douille ou de la soie (52 % du total). Les objets de cette catégorie sont aussi les plus nombreux. Parmi eux, il existe beaucoup d'emmanchements à soie. Les fers de trait qui possèdent une pointe large sont d'une longueur moyenne et présentent un étranglement fortement marqué entre la pointe et l'emmanchement.

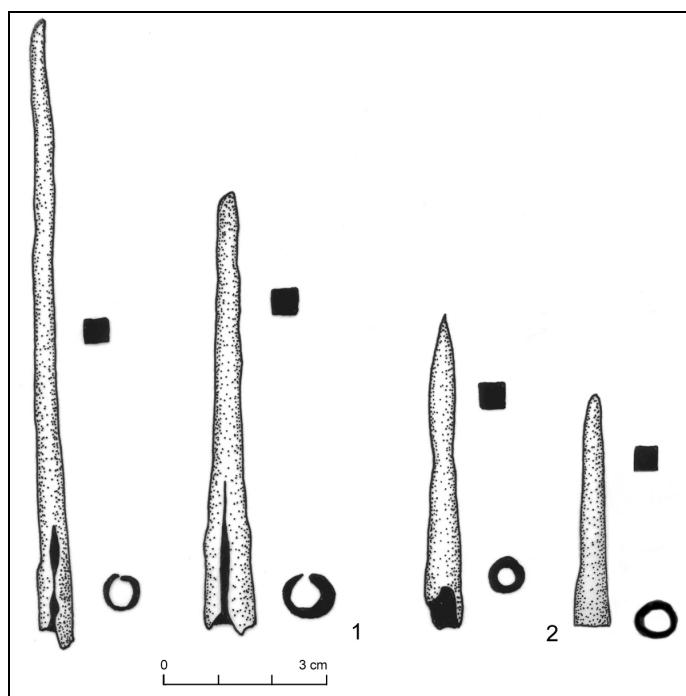
Le second histogramme de répartition, dont la clé de tri est le diamètre, ne permet pas de mettre en évidence des groupes. Dans le groupe des emmanchements à section ronde (codé 1 sur le graphique), la longueur totale ne semble pas être fonction du diamètre de la douille. Cela concerne deux soies, le reste des objets est composé de montures à douille. Pour le groupe des soies, les sections sont carrées (18 individus) ou rectangulaires (6 sur l'ensemble). Elles sont codées 2 et 3 en vert sur le graphique. L'ensemble est plus homogène, cela tient en partie à la longueur totale des projectiles qui est plus uniforme.

Le troisième graphique visualise la distribution des sections des pointes en fonction du rapport entre leurs deux dimensions. Les rapports de 1 (pointes carrées ou triangulaires équilatérales) sont les plus nombreux. Deux autres groupes peuvent être mis en évidence : ce sont les paliers situés autour de 4-5 et de 7-8. Les rapports les plus élevés concernent les pointes les plus courtes. Les pointes carrées présentent une grande diversité dans les longueurs.

La représentation graphique suivante (Isle-Bouzon 4, annexe 2) concerne le profil et la section de la pointe de chaque projectile. La première remarque qui s'impose est que les formes sont très disparates, ce qui laisse supposer l'existence d'un grand nombre de types morphologiques différents. Les plus nombreux présentent un profil pyramidal ou losangique et une section carrée (66 %). Les projectiles à pointe carrée montrent une grande diversité dans les longueurs totales. Le second groupe, en nombre d'individus (c'est-à-dire 23 %), comprend des projectiles de section plate et de profils divers (foliacé, triangulaire à pennes, triangulaire, lancéolé et en forme de losange).

Le dernier histogramme relatif à l'Isle-Bouzon permet de visualiser les rapports entre longueur et diamètre : les objets qui présentent un rapport compris entre 5 et 12 sont les plus nombreux. Les plus effilés ont un rapport supérieur (entre 15 et 30). Entre 4 et 7, il s'agit des projectiles les plus trapus. La tendance générale que nous avons pu relever est l'augmentation de la longueur, parallèlement au rapport longueur/diamètre, mais de manière non systématique.

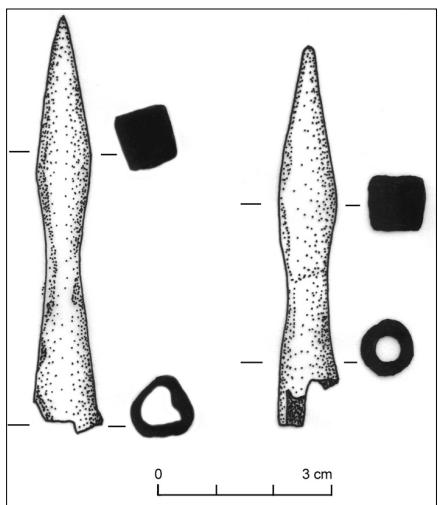
La moyenne des longueurs totales des fers de trait de l'Isle-Bouzon se situe bien en deçà de la moyenne générale (74,1 au lieu de 81,3 mm). Les largeurs de pointes sont aussi inférieures à celles de l'ensemble des données (9,4 au lieu de 11,4 mm), il en va de même des mesures d'emmanchements des projectiles (8,2 mm), moyenne fortement minorée par la présence de soies.



L'Isle-Bouzon, type a

- Fer
- Longueur totale : de 80 à 120 mm (type a1), de 40 à 60 mm (type a2) ; largeur maximale pointe : 5 x 5 mm ; diamètre douille : de 6 à 8 mm ; poids : entre 10 et 20 g

Ces fers de trait sont très effilés. Ils présentent une structure pyramidale régulière sans rétrécissement marqué entre la pointe et la douille. Leur section est carrée, toujours de 5 mm de large. La variante a2 est beaucoup plus courte.

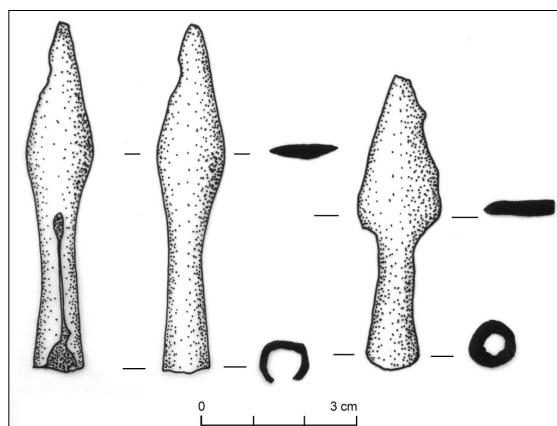


L'Isle-Bouzon, type b

- Fer

- Longueur totale : de 65 à 80 mm ; largeur maximale pointe : 11 x 11 mm ; diamètre douille : de 11 à 12 mm ; poids : 20 g

Ce type présente aussi un profil pyramidal, de section carrée, mais la pointe est beaucoup plus massive et l'ensemble plus trapu que pour le modèle précédent. L'inflexion entre la pointe et la douille se situe à mi-hauteur.

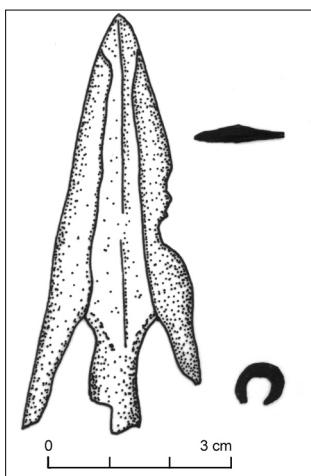


L'Isle-Bouzon, type c

- Fer

- Longueur totale : de 55 à 70 mm ; largeur pointe : entre 14 x 3 et 18 x 4 mm ; diamètre douille : 10 mm ; poids : 8-10 g

Ce type de fers de trait présente une pointe losangique ou triangulaire avec une section plate et un rétrécissement nettement marqué entre la pointe et la douille qui s'évase légèrement vers le bas.



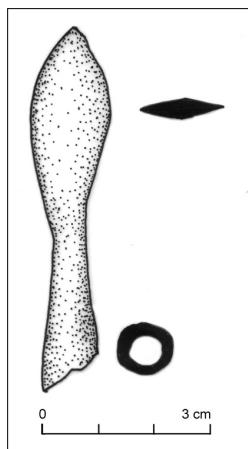
L'Isle-Bouzon, type d

- Fer

- Longueur totale : de 70 à 100 mm ; largeur maximale pointe : 30 x 4 mm ; diamètre douille : 8-9 mm ; poids : 15 g

Cette pointe de flèche est de forme bipenne et plate : le fer est large et mince. Les pennes sont étroites et longues et encadrent la partie supérieure de la douille, de part et d'autre, tout en étant bien dégagées. Les bords sont tranchants et la partie centrale de la pointe présente une nervure axiale sur

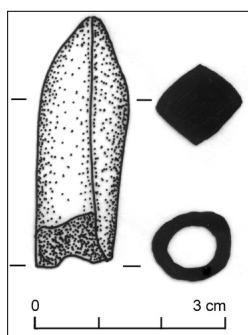
chaque face. La douille, relativement large, s'évase vers le bas.



L'Isle-Bouzon, type e

- Fer
- Longueur totale : de 70 à 80 mm ; largeur maximale pointe : 15 x 3 mm ; diamètre douille : 10-11 mm ; poids : 9-10 g

Ce fer de trait présente un profil foliacé, en forme de "feuille de saule" plus ou moins allongé et à monture à douille. Sa section est losangique, presque plate. Ce projectile possède un net rétrécissement central entre la pointe et la douille.



L'Isle-Bouzon, type f

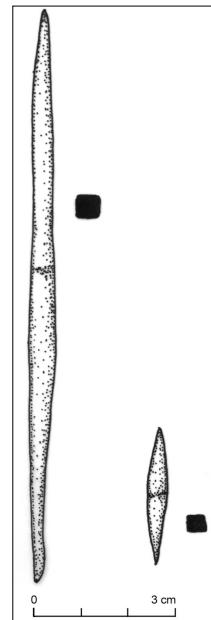
- Fer
- Longueur totale : 40 mm ; largeur pointe : 14 x 14 mm ; diamètre douille : 13 mm ; poids : 25 g

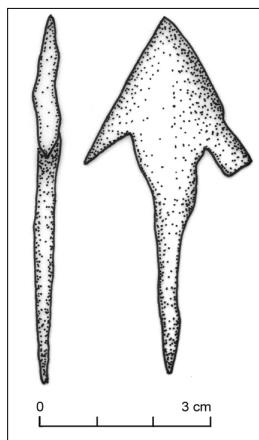
Ces fers de trait présentent un profil ogival et une section carrée très massive. La pointe, légèrement plus large que la douille, s'inscrit dans son prolongement. Ces projectiles de guerre se rapprochent des formes en "balles de fusil".

L'Isle-Bouzon, type g

- Fer
- Longueur totale : de 25 mm (pour le plus petit) jusqu'à 120 mm ; largeur pointe : 5 x 5 mm ; largeur soie : 4 x 4 mm ; poids : 8-12 g

Ce type de projectile possède une pointe effilée pyramidale de section carrée qui s'inscrit dans le prolongement d'une soie de même profil. Les longueurs sont cependant très variables. Cet objet est d'interprétation litigieuse ; il pourrait s'agir de poinçons.

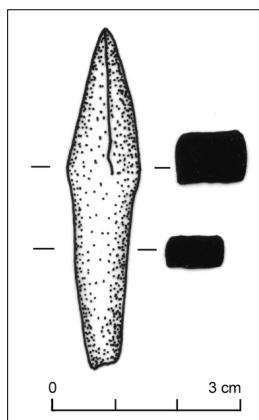




L'Isle-Bouzon, type h

- Fer
- Longueur totale : de 67 mm ; largeur pointe : 30 x 4 mm ; largeur soie : 4 x 4 mm ; poids : 8-10 g

Cette pointe de flèche est de forme bipenne et plate : le fer est large et mince. Les pennes sont étroites et courtes et sont bien dégagées de part et d'autre. La soie, relativement longue, s'effile vers le bas.



L'Isle-Bouzon, type i

- Fer
- Longueur totale : 60 mm ; largeur maximale pointe : 9 x 7 mm ; largeur soie : de 5 à 7 mm ; poids : 20-22 g

Ce type présente aussi un profil pyramidal, de section carrée. La pointe est massive et l'ensemble trapu. L'inflexion entre la pointe et la soie de section rectangulaire se situe à mi-hauteur.

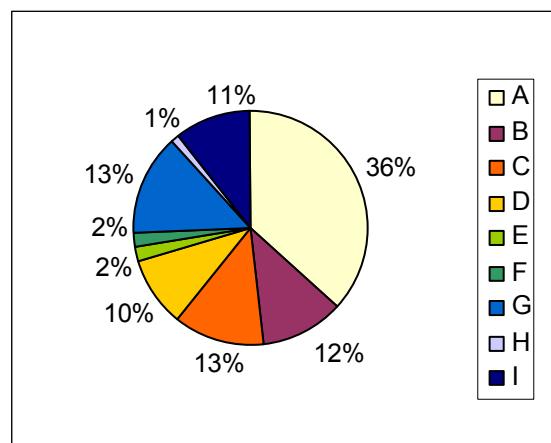


Figure 23. *L'Isle-Bouzon. Graphique de répartition des différents types*

Les types les plus représentés à l'Isle-Bouzon (sur un ensemble d'une centaine) sont les projectiles effilés de section carrée à monture à douille (type a, 36 %) ou à soie

(type g, 13 %). Par ailleurs, les pointes de flèche de section plate sont nombreuses (type c). L'occupation du site est datée par les fouilleurs entre 1170 et 1250.

g. Montségur

La forteresse de Montségur (Ariège, numéro de site 68) abritait une communauté cathare. Au début du XIII^e siècle, elle fut assiégée par les armées royales (1243-44). C'est de ce siège que les fouilleurs datent la plupart des 250 projectiles découverts *in situ*. Le château fut reconstruit pour être intégré au réseau fortifié royal. Quelques objets peuvent donc être plus tardifs. Le premier graphique (Montségur 1, annexe 2) qui permet de visualiser les données obtenues à partir des projectiles du site montre un classement des objets en fonction de leurs longueurs respectives. Les deux premiers objets sont *a priori* à mettre à part, car ils présentent des caractéristiques que l'on ne retrouve pas chez les autres individus (en particulier les deux critères que constituent la largeur de la pointe et le diamètre de la douille). Un second ensemble peut être distingué du reste par la largeur de leur pointe (en jaune sur le graphique) : il s'agit d'une trentaine d'individus situés en début de distribution qui présentent une longueur totale moyenne, voire faible. Les dimensions de leur douille ou de leur soie sont en revanche très disparates. Sur l'ensemble de la distribution, la seconde moitié des fers de trait, les plus longs donc, est plus homogène, en particulier par le diamètre de leur douille (situé entre 8 et 12 mm).

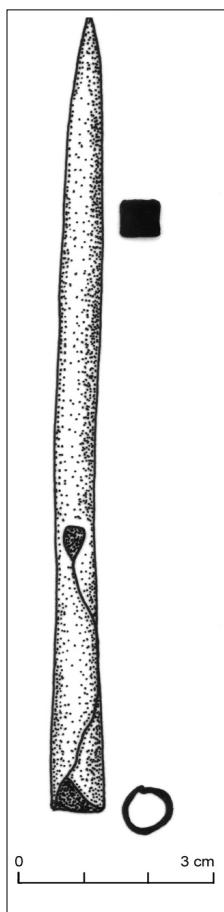
La clé de tri que nous avons utilisée pour réaliser le second graphique est le diamètre de la douille. Les diamètres de douille ou les largeurs de soie inférieurs à 8 sont peu nombreux (une douzaine d'individus). La plupart des emmanchements se situent entre 8 et 10 mm. Trois individus possèdent une douille de dimension supérieure à 15 mm. La distribution des rapports longueur/diamètre, semble aléatoire si on la compare à celle des diamètres. Nous avons pu cependant relever trois valeurs "aberrantes". Ce sont des pointes à la fois courtes et extrêmement effilées : il s'agit des trois premières valeurs de la distribution. En revanche, quelques fers de trait sont très trapus : il s'agit des derniers du classement. Ils présentent un fort diamètre et certains sont très courts.

L'histogramme suivant permet de visualiser le rapport entre les dimensions de la pointe : la plupart des fers de trait présentent un rapport de 1, ce qui signifie qu'elles sont, soit de section carrée, soit de section triangulaire équilatérale. Très peu possèdent une section losangée, ou plate (rapports compris entre 1 et 8). Les projectiles à pointe de section en forme de losange sont les moins longs, mais présentent une pointe large (en jaune sur le graphique).

Deux distributions mettent en lumière les profils et les sections des pointes et des emmanchements. La première permet de visualiser les soies, cinq exemplaires, qui sont de section carrée et effilée vers le bas. Sur le site de Montségur, les douilles sont coniques (parfois cylindriques) et toutes de section circulaire. Quant à la pointe de ces projectiles, le graphique suivant montre que la plupart des profils sont pyramidaux (88 %), losangiques (4 %) ou coniques (6 %). Les pointes sont, à une écrasante majorité, de section carrée (89 %). Le groupe des profils pyramidaux de section carrée est aussi le plus homogène.

Le dernier graphique montre un groupe de neuf individus qui semblent différents. Ils se caractérisent par un rapport élevé entre les dimensions de leur pointe. Il est aussi possible de dégager une tendance générale : le rapport longueur/diamètre augmente avec la longueur.

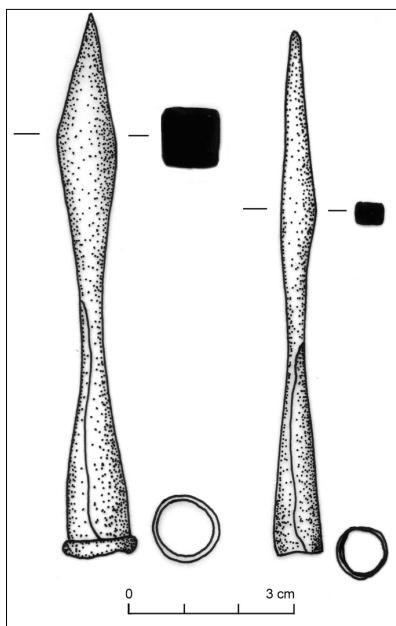
La moyenne des longueurs totales des fers de trait de Montségur est beaucoup plus élevée que la moyenne générale (108,4 au lieu de la moyenne de 81,3 mm). En revanche, toutes les autres dimensions sont inférieures à la moyenne : 5,5 mm pour la largeur de la pointe (au lieu de 11,4) et 9,4 mm pour le diamètre (contre 10,5). Nous pouvons d'ores et déjà en conclure que les projectiles de Montségur sont plus effilés que l'ensemble des fers de trait étudiés.



Montségur, type a

- Fer
- Longueur totale : entre 100 et 200 mm ; largeur pointe : 5 x 5 mm ; diamètre douille : entre 8 et 9 mm ; poids : 23-25 g

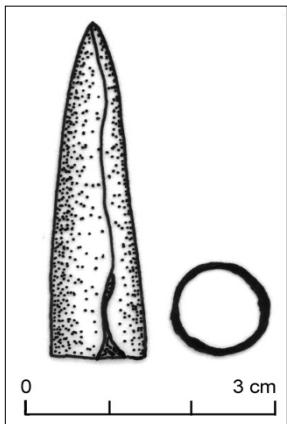
Ce fer de trait est le type le plus représenté sur le site de Montségur. Il présente une structure pyramidale régulière, s'inscrivant dans le prolongement de la douille, relativement plus large. Cette douille circulaire est nettement plus courte que la pointe. La forme générale est longue et effilée et ne présente pas de rétrécissement central marqué entre la pointe et la douille. Quelques variantes existent au sein de ce groupe et portent sur la hauteur de l'inflexion de la pointe vers la douille.



Montségur, type b

- Fer
- Longueur totale : de 78 à 100 mm ; largeur maximale pointe : de 5 x 5 à 7 x 7 mm ; diamètre douille : entre 8 et 11 mm ; poids : entre 12 et 20 g

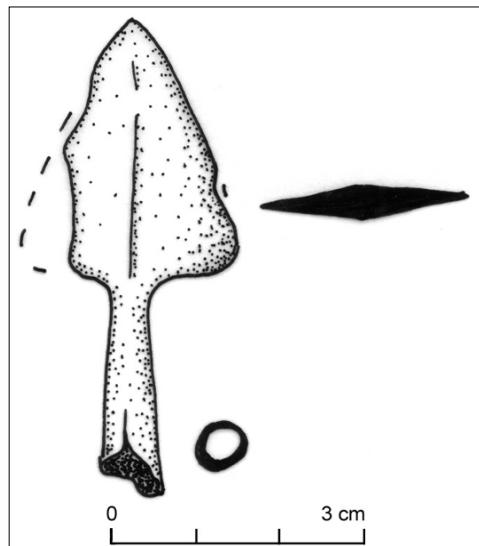
Ce carreau présente une pointe à profil losangique, de section carrée. La forme générale est effilée, bien que la douille conique, plus courte que le fer, s'évase largement vers le bas. Le diamètre de la douille peut être relativement important. Ce type présente en outre un net rétrécissement central.



Montségur, type c

- Fer
- Longueur totale : de 40 à 45 mm ; diamètre douille : de 10 à 13 mm ; poids : de 8 à 11 g

Ce carreau est un fer de trait de forme conique, à pointe affûtée portant parfois un trou de fixation à la base du cône. Sa douille est parfois large. Il est réalisé par enroulement de la tôle.

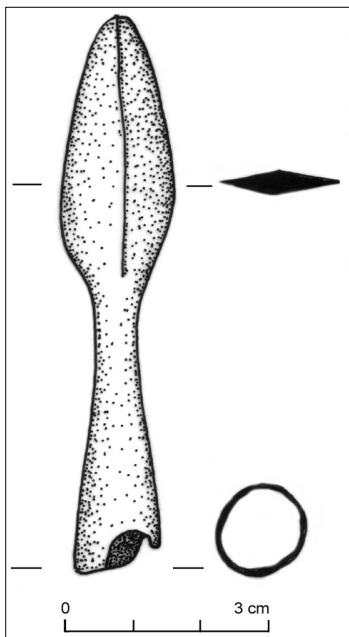


Montségur, type d

- Fer
- Longueur totale : 58 mm ; dimensions pointe : 27 x 4 mm ; diamètre douille : entre 8 mm ; poids : 8 g

Cette pointe de flèche présente un profil triangulaire, à ailettes, et possède une nervure centrale. La douille conique s'évase légèrement vers le bas. Elle est plus courte que le fer. L'étranglement entre la pointe et la douille est

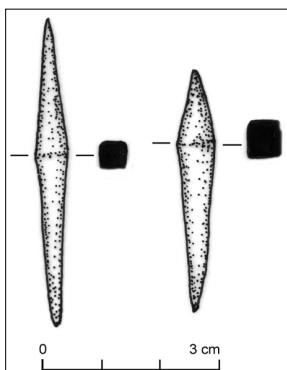
fortement marqué et la pointe s'en détache du fait de sa largeur.



Montségur, type e

- Fer
- Longueur totale : entre 64 et 77 mm ; largeur pointe : 12-16 x 3 mm ; diamètre douille : 12 mm poids : 10-14 g

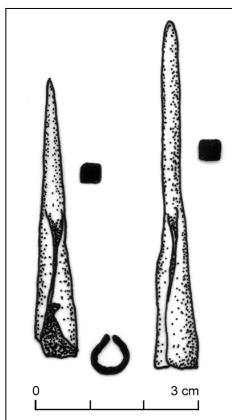
Ce fer de trait présente un profil foliacé, plus ou moins allongé, et une monture à douille. Il porte, dans certains cas, un trou de fixation à la base de la douille. La section de la pointe, en amande, est presque plate. Il possède un net rétrécissement central entre la pointe et la douille.



Montségur, type f

- Fer
- Longueur totale : entre 55 et 80 mm ; largeur pointe : de 7 à 8 mm ; largeur soie : 4 x 4 mm ; poids : 7 g

Ce type, court et effilé, présente une structure bipyramide sans rétrécissement marqué entre la pointe et la soie de section carrée. Ces fers de trait sont d'interprétation peu assurée ; ils présentent cependant une forte ressemblance avec d'autres fers de la même région (l'Isle-Bouzon).



Montségur, type g

- Fer
- Longueur totale : entre 50 et 65 mm ; largeur pointe : 3 x 3 mm ; diamètre douille : entre 8 et 9 mm ; poids : 8-10 g

Ce fer de trait présente une structure pyramidale régulière, la pointe de section carrée s'inscrit dans le prolongement de la douille tronconique, relativement plus large et nettement plus courte que le fer. La pointe est très effilée, sans inflexion au départ de la douille.

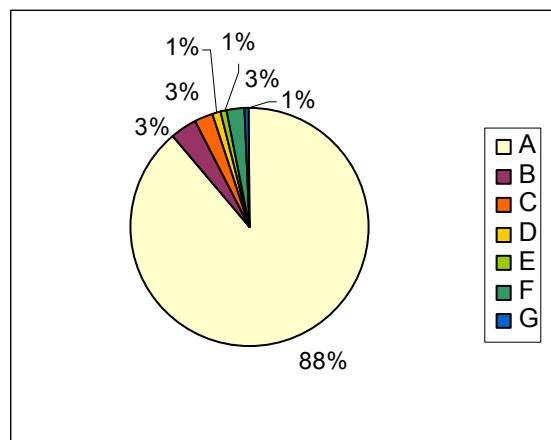


Figure 24. Montségur. Répartition des différents types de fers de trait

La grande majorité des fers de trait retrouvés à Montségur, presque 90 % sur un ensemble de 250 environ, est de type a. Le reste des projectiles est très disparate. Tous sont datés de 1241 ou 1244, période du siège du château par les armées royales et de l'installation des garnisons.

h. Ottrott-Rathsamhausen

L'existence de cet ensemble de Ottrott-Rathsamhausen (Bas-Rhin, numéro de site 14) remonte au XI^e siècle avec la construction d'une fortification de bois sur éperon barré. Le site primitif est abandonné à la fin du XII^e siècle avec la construction à l'ouest de l'actuel château de Rathsamhausen. Une partie de la soixantaine de projectiles est datée du siège de 1114, les autres sont plus tardifs (XIII^e et XIV^e siècles).

Le premier histogramme (Ottrott 1, annexe 2), réalisé à partir des mesures prises sur les fers de trait, montre, à première vue, une distribution assez disparate. Quelques groupes de 3 ou 4 individus semblent se distinguer (longueurs et largeurs égales, diamètres équivalents).

Dans la distribution suivante, dont la clé de tri est le diamètre de la douille, le même phénomène se produit. Des groupes de quelques individus se distinguent. Les quatre derniers individus de la distribution sont très homogènes. Ils présentent en outre un rapport longueur/diamètre très grand.

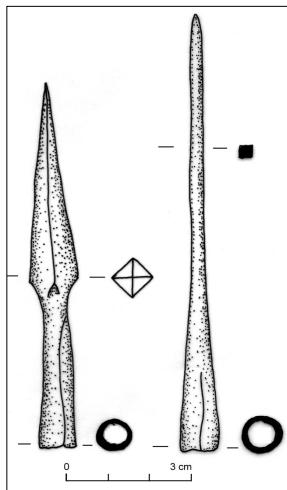
Le troisième graphique relatif aux dimensions de la pointe est plus explicite : quatre groupes de projectiles peuvent aisément être mis en évidence. Ceux dont la pointe est carrée ou presque (rapport compris entre 1 et 1,3) et trois ensembles dont la pointe est losangique à quasiment plate (rapports de 5,5-6,6 et 9).

L'histogramme suivant montre que la plupart des fers de trait possèdent un emmanchement à douille. Seuls 7 exemplaires présentent une soie (4 de 3 mm et 3 de 5 mm de large). Les diamètres des douilles s'échelonnent entre 8 et 16 mm.

La représentation graphique qui concerne le profil et la section des fers de trait montre une très grande diversité. La plupart des objets présentent un profil pyramidal (53 % d'entre eux) et un étranglement fortement marqué entre la pointe et la douille (65 % de l'ensemble des projectiles du site). Le deuxième ensemble, par le nombre, est celui des lancéolés (20 % du total). Les sections les plus communément rencontrées sur le site de Ottrott-Rathsamhausen sont carrées (30 %) et en forme de losange (38 %).

Dans le dernier graphique, six groupes semblent se distinguer nettement si l'on croise trois types de données longueur totale, rapports entre les dimensions de la pointe et longueur/diamètre.

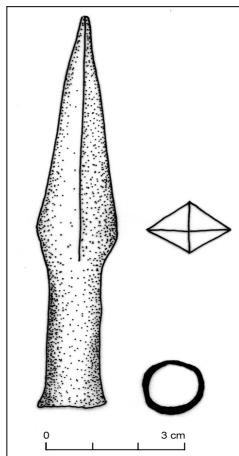
La moyenne des longueurs totales est assez proche de celle de l'ensemble du corpus (83,2 mm). La moyenne des largeurs de pointe est en revanche plus élevée : 16 au lieu de 11,4 mm. Le diamètre est conforme à la moyenne générale, autour de 10 mm.



Ottrott, type a

- Fer
- Longueur totale : entre 75 et 115 mm ; largeur pointe : de 4 x 4 à 10 x 10 mm ; diamètre douille : 9 mm ; poids : 10-12 g

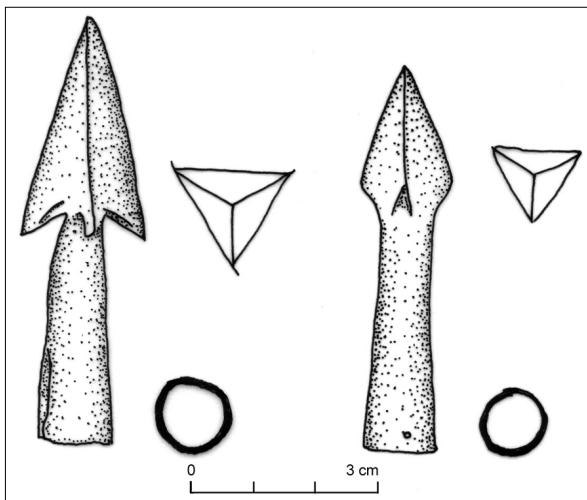
Il s'agit de projectiles présentant une structure pyramidale régulière et une pointe de section carrée qui s'inscrit dans le prolongement de la douille avec une inflexion marquée dans certains cas (exemplaire situé à gauche).



Ottrott, type b

- Fer
- Longueur totale : entre 70 et 100 mm ; largeur pointe : de 16 x 11 à 18 x 12 mm ; diamètre douille : de 13 à 15 mm ; poids : 20 g

Ce fer de trait présente une structure pyramidale régulière et une pointe de section carrée, massive, relativement plus large que la douille, de diamètre constant jusqu'à son extrémité.

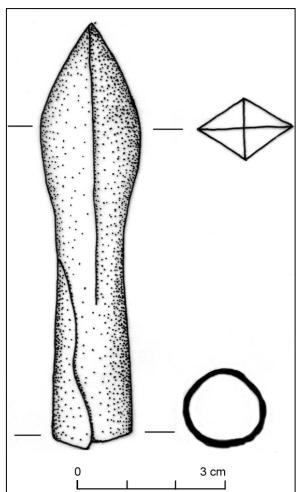


Ottrott, type c

- Fer
- Longueur totale : entre 70 et 75 mm ; largeur pointe : de 15 x 15 à 20 x 20 mm ; diamètre douille : de 12 à 14 mm ; poids : 30-40 g

Il s'agit d'un modèle relativement lourd qui présente un rétrécissement nettement marqué entre la pointe

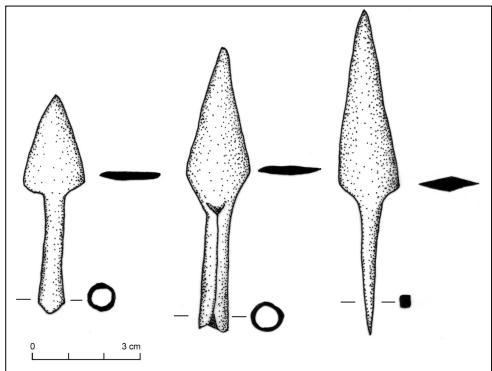
pyramidale de section triangulaire et la douille plus ou moins évasée selon les types. La pointe est souvent plus large que la douille.



Ottrott, type d

- Fer
- Longueur totale : entre 65 et 95 mm ; largeur pointe : de 11 x 8 à 20 x 13 mm (le rapport entre les deux dimensions est toujours compris entre 1,4 et 1,5) ; diamètre douille : de 10 à 16 mm ; poids : 40-45 g

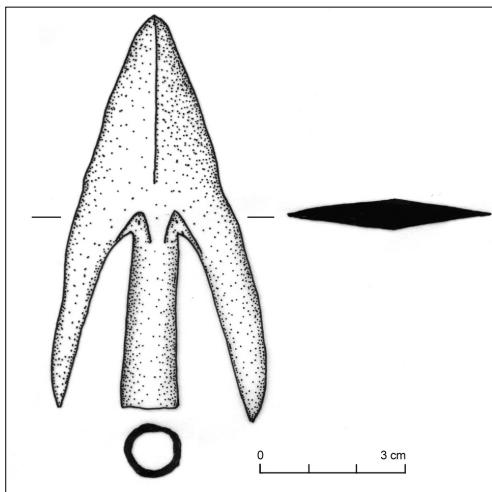
Ce type de fer de trait présente une pointe lancéolée, assez massive, plus ou moins large avec une monture à douille à large ouverture. La section de la pointe est losangique. L'inflexion entre la pointe et la douille est plus ou moins marquée. Il pourrait s'agir de fers de baliste du fait de leur poids considérable.



Ottrott, type e

- Fer
- Longueur totale : entre 60 et 90 mm (pour celle à soie) ; largeur pointe : de 17 x 3 mm ; diamètre douille : 7 mm (3 x 3 pour la soie) ; poids : 8-10 g

Ce type de fers de trait présente une pointe de profil losangique ou triangulaire avec une section plate et un rétrécissement nettement marqué entre la pointe et la douille qui s'évase légèrement vers le bas. Une variante avec emmanchement à soie existe.



Ottrott, type f

- Fer
- Longueur totale : 80 mm ; largeur pointe : 47 x 11 mm ; diamètre douille : 11 mm ; poids : 18-20 g

Cette pointe de flèche est de forme bipenne ou bifide et de section losangique, presque plate : le fer est large et mince. Les pennes sont étroites et longues et encadrent l'ensemble de la douille de part et d'autre, tout en étant bien dégagées. Les bords sont tranchants et tous les exemplaires présentent une nervure axiale sur chaque face. La douille, relativement longue, s'évase vers le bas.

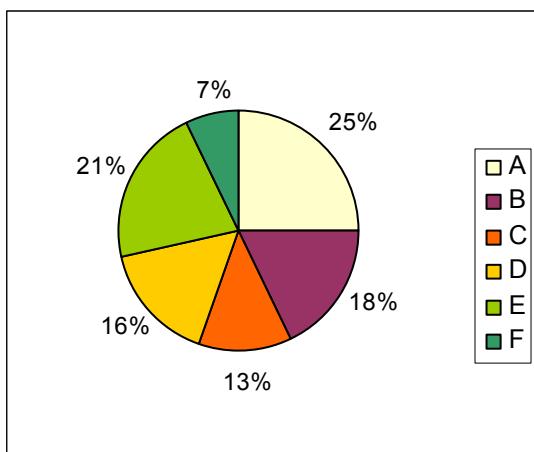


Figure 25. Ottrott. Répartition des différents types

Les fers de trait des différents types (soit un total d'une soixantaine) sont répartis à parts presqu'égales, sauf le type f qui est sous-représenté par rapport aux autres. Le site a été occupé sur le long terme, ce qui explique les écarts de datation des projectiles : les types a et f sont datés du XII^e siècle ou plus précisément du siège de 1114, le modèle le plus trapu du type c de la fin du XIII^e siècle et l'objet le plus effilé de ce même type, ainsi que ceux faisant partie du type d, du XV^e siècle. Le type f, le moins courant, a été découvert dans des niveaux d'occupation du XIV^e siècle, ce qui tendrait à prouver la pérennité de cette forme.

i. Pymont

La forteresse seigneuriale de Pymont (Jura, numéro de site 54) a livré des pointes dans deux unités stratigraphiques : l'une, datée du milieu du XIV^e siècle, et l'autre située vers 1250-1300.

Le premier graphique de répartition relatif aux fers de trait (Pymont 1, annexe 2) aide à visualiser le poids des projectiles en fonction de leur longueur. La tendance générale est effectivement un poids croissant en fonction de la taille. De nombreux individus pèsent entre 10 et 20 g. Deux valeurs marquantes ont pu être aussi relevées : 20 et 30 g. Deux projectiles sont plus lourds, 40 et 50 g. La moyenne pour l'ensemble des projectiles est de 23 g.

Le second histogramme permet de dissocier un certain nombre de groupes qui paraissent homogènes. Dans un premier temps, la présence ou l'absence de rapport pointe/douille pour chaque individu aide à distinguer les projectiles qui présentent, ou non, une inflexion entre la pointe et la douille. La tendance générale que nous pouvons noter concerne le diamètre de la douille qui, d'une façon générale, est très élevé par rapport aux autres collections. Deux ensembles comprennent un nombre d'individus important (ceux de 13 et de 15 mm de diamètre).

La clé de tri que nous avons utilisée pour le troisième graphique est le rapport longueur/diamètre. La plupart de ces rapports sont compris entre 5 et 10. Il est possible de retrouver les groupes homogènes du premier classement.

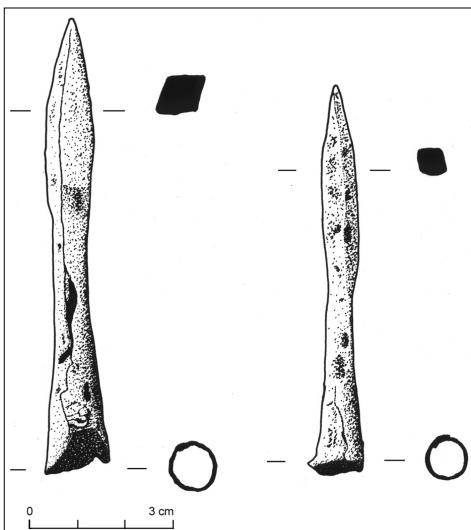
Le quatrième histogramme de répartition permet de visualiser le rapport entre les dimensions des pointes. La plupart des fers de trait sont situés autour de 1 (pointes carrées). Parmi ceux-ci, deux groupes se distinguent : les projectiles dont la longueur est de 80 mm environ et l'autre de 100 mm. En revanche, l'ensemble des pointes de section en forme de losange est moins homogène, elles sont toutes différentes. Il faut souligner que les rapports ne sont pas très élevés (le maximum est de 1,5), en sorte que les pointes restent relativement proches de la section carrée.

Le graphique suivant permet de visualiser tous les rapports qui ont été calculés à partir des mesures prises sur les projectiles. Le rapport longueur/diamètre, notamment, nous a permis de dissocier les projectiles trapus de ceux qui sont plus effilés (les derniers de la distribution, une demi-douzaine d'individus).

Le dernier histogramme, réalisé à partir des données recueillies sur le site de Pymont, permet de croiser deux types de données : le profil et la section de la pointe des fers de trait. La distribution est relativement simple et homogène. La plupart des projectiles présente un profil pyramidal (74 %) et lancéolé (16 %) avec une section carrée ou losangique (10 %).

La moyenne des poids du site de Pymont est quasiment la même que la moyenne générale (23 au lieu de 21,3 g). La longueur totale est en revanche supérieure

(91,4 mm). Les pointes sont plus effilées (7,9 mm pour la moyenne des largeurs maximales) et le diamètre supérieur (13,1 mm).

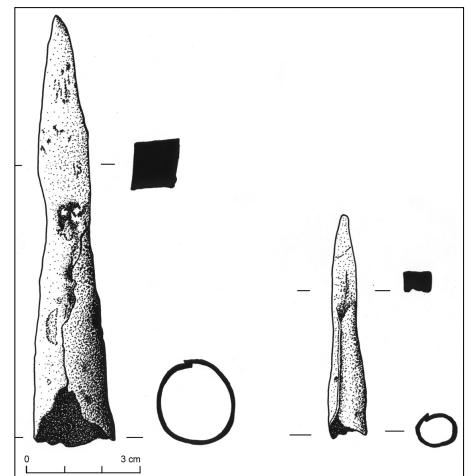


pointe et la douille.

Pymont, type a¹⁰

- Fer
- Longueur totale : de 75 à 96 mm ; largeur pointe : 11 x 9 mm (8 x 7 pour le plus petit) ; diamètre douille : entre 11 et 13 mm ; poids : 19 g (11,5 pour les petits gabarits)

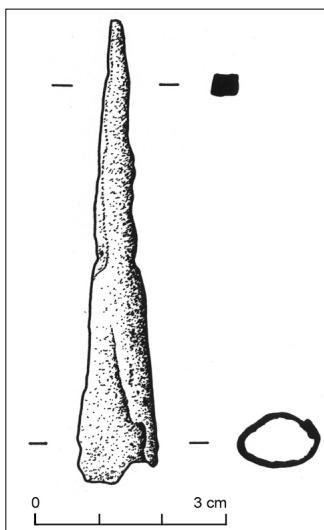
Ces projectiles présentent une pointe de forme ovale et de section losangique, dite "en feuille de saule", avec un rétrécissement marqué entre la



Pymont, type b

- Fer
- Longueur totale : 110 mm ; largeur pointe : 20 x 17 mm ; diamètre douille : 20 mm (60 mm ; 10 x 7 ; diamètre 10 mm pour le plus petit) ; poids : 35 g (20 pour les plus petits)

De forme bipyramidaire, ce fer de trait présente une pointe de section plus ou moins carrée avec un rétrécissement marqué entre la pointe et la douille. Le fer est fort et pesant.

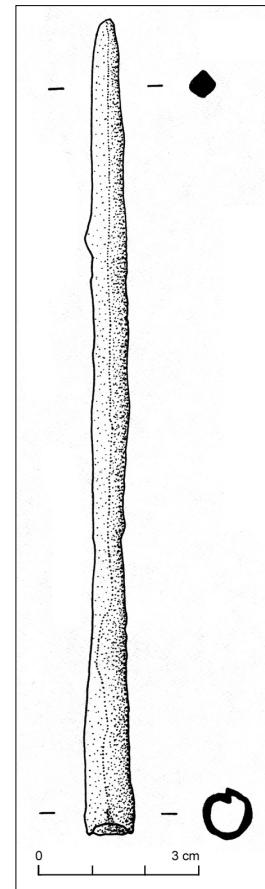


Pymont, type c

- Fer

- Longueur totale : 79 mm ; largeur pointe : 6 x 6 mm ; diamètre douille : 11 mm ; poids : 17 g

Ce type de fer de trait présente une structure pyramidale régulière de section carrée dans le prolongement de la douille qui s'évase largement vers le bas.



Pymont, type d

- Fer

- Longueur totale : entre 150 et 156 mm ; largeur pointe : 5 x 5 mm ; diamètre douille : 9 mm ; poids : 27 g

Ces fers de trait présentent une forme parallélépipédique, de section plus ou moins carrée, très allongée et se rétrécissant en pyramide à plus ou moins 2 cm de l'extrémité de la pointe. Ils sont désignés comme "lames de miséricorde" au XIX^e siècle¹¹.

11. JEANJACQUOT (J.-C.), *Pymont, la forteresse oubliée (XIII^e, XIV^e siècles) entre les Vienne et les Châlon*, Lons-Le-Saunier, 1994. Leur interprétation comme fer de trait est cependant litigieuse.

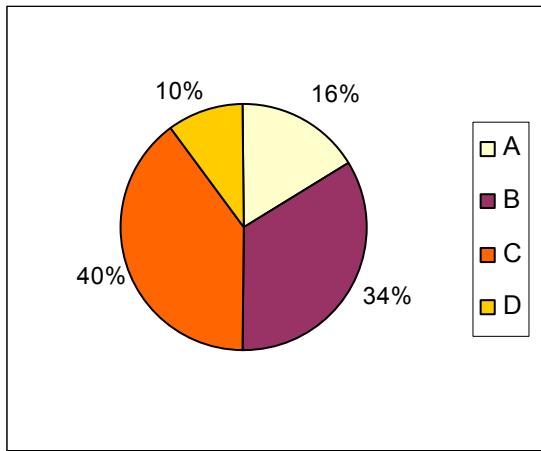


Figure 26. Pymont. Répartition des différentes types de fers de trait

Les types b et c sont les plus représentés sur un total de 75 objets environ. Les projectiles appartenant aux modèles a, b, et c ont été découverts dans l'unité stratigraphique 3, datée du milieu du XIV^e siècle. En revanche, le type d a été mis au jour dans des niveaux plus anciens (US 13, de la seconde moitié du XIII^e siècle).

j. Rougemont-le-Château

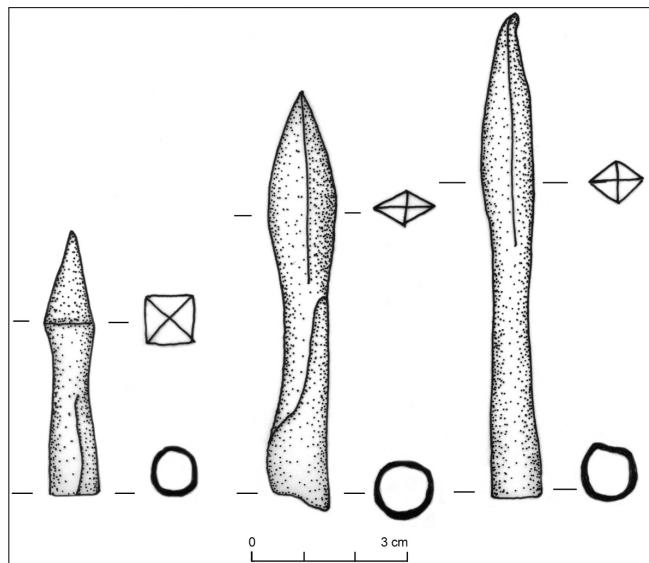
Le premier état d'occupation de Rougemont (Territoire de Belfort, numéro de site 55) se situe entre 1180 et 1300 environ. La seconde phase débute immédiatement après la reconstruction, vers 1300. Le *terminus post quem* est signalé dans les textes en 1375 et marque l'abandon définitif du site. La majorité des carreaux (800 sur plus de 1 000) se trouve dans ce niveau de destruction.

Les graphiques de Rougemont ont été réalisés de la même façon et à partir des mêmes critères que ceux mesurés ou relevés sur les fers de trait des autres sites. Cependant, le grand nombre de projectiles à représenter n'autorise pas l'impression de ces graphiques pour des raisons de format. Nous devons donc nous borner à détailler les graphiques qui sont dans la base de données, ceci afin de dégager les caractères discriminants qui ont permis de faire le classement.

La clé de tri utilisée pour le premier graphique est la longueur totale (Rougemont 1, annexe 2). Il n'existe visiblement pas de relation directe entre la longueur totale et le

diamètre de la douille. Les derniers projectiles représentés sur la distribution possèdent cependant les diamètres les plus élevés. Deux objets seulement présentent une monture à soie sur cet ensemble de plus d'un millier. La tendance générale constatée, une augmentation du rapport longueur/diamètre, est fonction de la longueur totale. L'histogramme suivant confirme le fait que les diamètres les plus importants se rencontrent dans les fers de trait les plus longs. Une grande uniformité est présente dans la série des 10 et 11 mm de diamètre (ce sont les plus nombreux). En revanche, la distribution est hétérogène pour les diamètres supérieurs à 12 et inférieurs à 9 mm. La plupart des pointes possèdent un profil lancéolé (91 %) ou pyramidal (7 %). Quelques-unes sont triangulaires, leur section est losangique (90 % environ), d'autres sont carrées (8 %), triangulaires (3 exemplaires) ou plates (2 %).

Par ailleurs, la moyenne des poids des projectiles de Rougemont est relativement similaire à la moyenne générale des poids (c'est-à-dire 21 g). Ils sont aussi très proches en terme de largeur de la pointe et de diamètre. En revanche, 5 mm les séparent de la moyenne des longueurs totales de l'ensemble de la base de données.



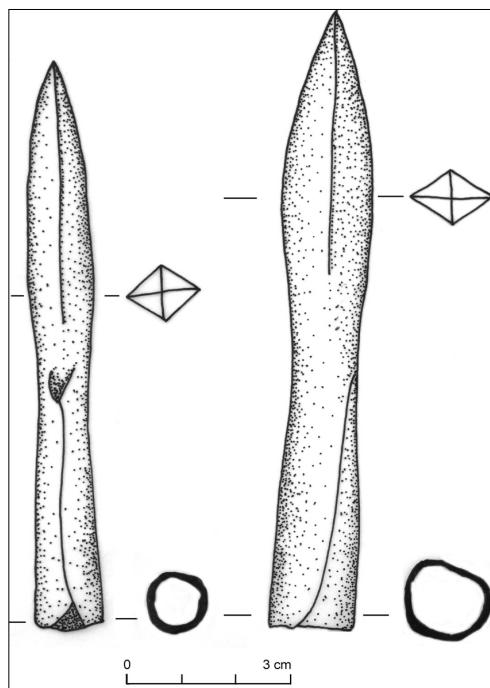
Rougemont, type a

- Fer
- Longueur totale : de 50 à 97 mm ; largeur pointe : de 10 x 6 à 14 x 8 mm ; diamètre douille : entre 10 et 12 mm ; poids : de 13 à 39 g

Le type de fers de trait a1 présente une structure bipyramide de section carrée avec un étranglement marqué entre la

pointe et la douille. Certains modèles sont très effilés. Ils ont été mis au jour dans les niveaux d'occupation les plus anciens. Les variantes a2 et a3 possèdent un profil plus lancéolé, parfois losangé, et leur section est losangique. Elles présentent parfois une

sorte de collerette obtenue par enroulement de la douille à son extrémité. Ils ont été retrouvés dans l'état 2, le plus récent.

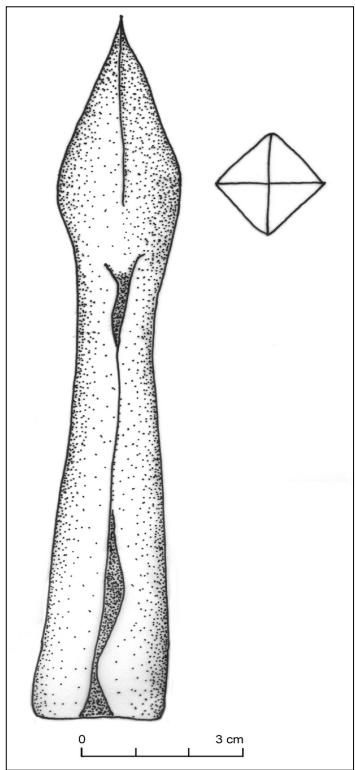


Rougemont, type b

- Fer

- Longueur totale : entre 60 et 100 mm ; largeur pointe : de 10 x 7 à 15 x 8 mm ; diamètre douille : de 9 à 13 mm ; poids : de 60 à 87 g

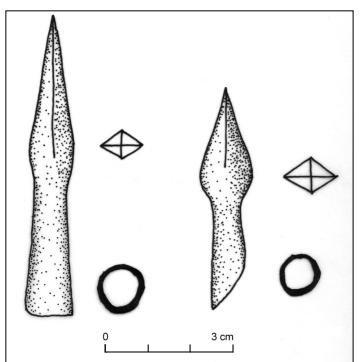
Ces carreaux imposants possèdent le même profil lancéolé que le modèle précédent, avec une section également carrée. Cependant les dimensions sont beaucoup plus importantes.



Rougemont, type c

- Fer
- Longueur totale : entre 130 et 145 mm ; largeur pointe : entre 18 x 18 et 20 x 20 mm ; diamètre douille : entre 22 et 24 mm ; poids : entre 150 et 175 g

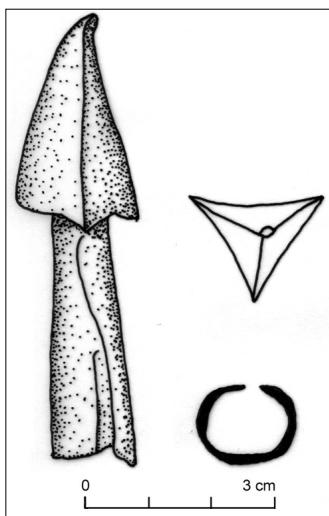
Ce type est constitué de trois pièces de grande taille retrouvées dans les couches de l'état 1. Les douilles sont longues par rapport à la pointe (rapport de 0,6) et de fort diamètre. Les pointes pyramidales possèdent une section carrée. Leur fabrication est peu soignée. Cependant l'ensemble des trois pièces possède une grande unité morphologique. Leur origine commune ne semble faire aucun doute. La taille et le poids de ces projectiles sont tels qu'ils n'ont pu être tirés que par une arme de siège.



Rougemont, type d

- Fer
- Longueur totale : de 35 à 50 (d2) et de 50 à 67 mm (d1) ; largeur pointe : de 7 x 7 à 15 x 15 mm ; diamètre douille : de 7 à 12 mm ; poids : de 17 à 31 g

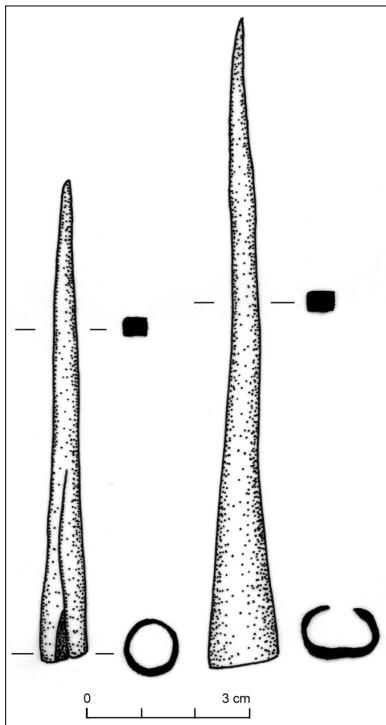
Le type d1 se caractérise par une pointe pyramidale effilée étant plus ou moins marquée par rapport à la douille par un étranglement. La section est carrée ou légèrement rectangulaire. Le second modèle est plus court et plus trapu.



Rougemont, type e

- Fer
- Longueur totale : entre 68 et 70 mm ; largeur pointe : entre 19 x 19 x 19 mm et 20 x 20 x 20 mm ; diamètre douille : entre 13 et 14 mm ; poids : entre 29 et 35 g

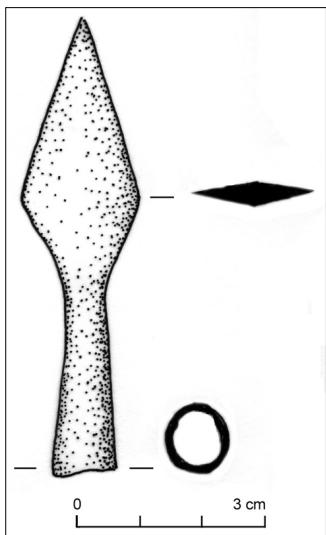
Ces carreaux sont peu nombreux (trois au total) et ont été exclusivement retrouvés dans les niveaux de l'état 2. La même remarque que pour le modèle c pourrait être valable : leur grande uniformité tend à prouver qu'ils sont contemporains et fabriqués par le même forgeron. La longueur de la douille est très légèrement supérieure à celle de la pointe. La pointe est pyramidale, de section triangulaire. Le métal fait saillie à chaque angle, ce qui indique qu'il a été étiré intentionnellement pour lui donner la caractéristique en "harpon".



Rougemont, type f

- Fer
- Longueur totale : de 60 à 160 mm ; largeur pointe : entre 5 x 4 et 7 x 6 mm ; diamètre douille : entre 8 et 12 mm ; poids : de 8 à 21 g

Il s'agit de dards de section carrée, très effilés qui se prolongent par une douille conique. La quasi-totalité a été retrouvée dans le bâtiment C, autour du foyer.



Rougemont, type g

- Fer
- Longueur totale : de 55 à 90 mm ; largeur pointe : de 12 x 2 à 25 x 4 mm ; diamètre douille : 9 mm ; poids : de 6 à 19 g

La pointe proprement dite de cette pointe de flèche est très plate et deux fois plus longue que la douille relativement étroite. D'autres modèles présentent des pointes moins anguleuses, plus foliacées que losangiques. Une des pointes retrouvées est une flèche à pennes latérales de 79 mm de long et de 29 mm d'envergure (vitrine du musée historique de Belfort).

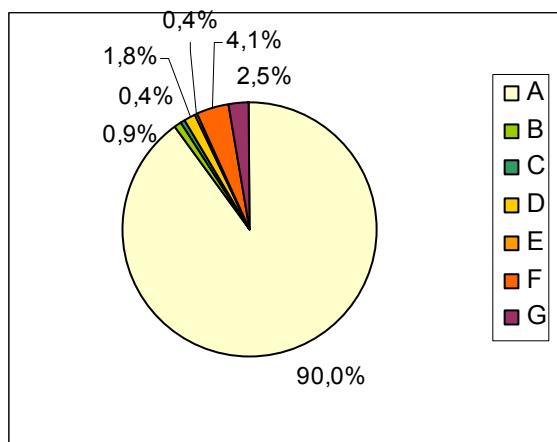


Figure 27. Rougemont. Types de fers de trait

La majorité des 1 042 fers de trait de Rougemont a été découverte dans l'état 2 du site (daté de 1300-1375 environ). C'est le cas de la plupart des projectiles de types a et e. Les fers de baliste, les plus grands, proviennent néanmoins du premier état (1180-1300). 90 % des fers de trait sont de même type (a) et présentent une grande homogénéité de formes.

k. Rougiers

Dans cet ensemble fortifié de Rougiers (Var, numéro de site 92), c'est le village déserté qui a fait l'objet du plus grand nombre de trouvailles se rapportant à l'armement, contrairement au château. L'occupation se situe de 1250 à 1450 environ. Trente-cinq traits bien conservés ont été étudiés sur un ensemble de 70 environ. Le premier graphique de répartition (Rougiers 1, annexe 2), relatif à la forme générale des fers de trait du site de Rougiers, montre une distribution homogène des objets en fonction de leur longueur : ceux situés autour de 60 mm, 70 mm et ceux qui dépassent 100 mm. En revanche, les diamètres des douilles sont beaucoup plus hétérogènes et oscillent entre 6 et 12 mm.

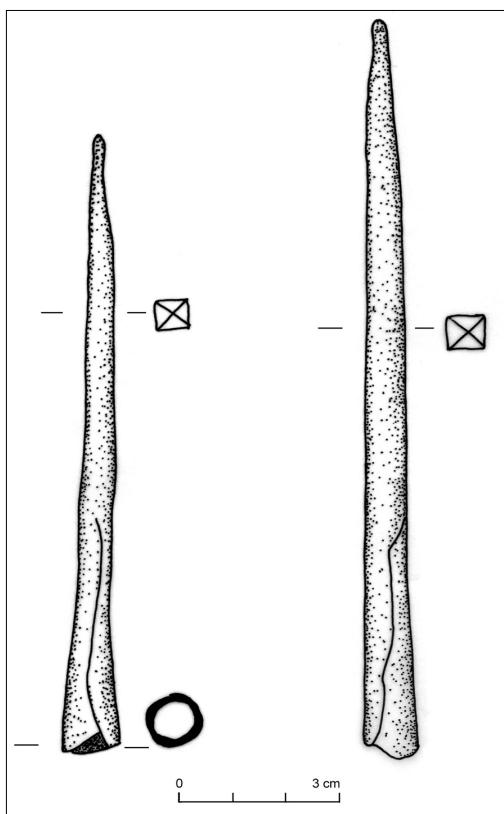
Pour le deuxième histogramme (Rougiers 1, annexe 2), la clé de tri utilisée est le diamètre. Trois groupes semblent assez homogènes : les diamètres de 8, 9 et 10 mm.

Sur la troisième représentation graphique, nous pouvons constater que la plupart des objets présentent un rapport entre les dimensions de leur pointe de 1 (pointes carrées ou triangulaires équilatérales). Quatre exemplaires seulement ont une pointe de section losangique, voire plate. Ce sont aussi celles qui possèdent les pointes les plus larges pour des longueurs totales les plus réduites.

Nous pouvons constater, dans le graphique suivant, pour la plupart des fers de trait, des rapports longueur/diamètre compris entre 6 et 8. Les fers de trait les plus longs (les derniers de la distribution) sont aussi les plus effilés : les rapports longueur/diamètre sont très élevés.

Le dernier histogramme de répartition résume la forme des sections et des profils de chaque pointe. Les plus nombreuses sont pyramidales (88 %) avec une section carrée (45 % d'entre eux) ou triangulaire (43 %). Les fers de section carrée sont les plus longs. Les pointes à profil triangulaire à pennes ont en revanche une section plate ou en forme de losange. Ces dernières sont les moins longues. La plupart des fers de trait de Rougiers possèdent un étranglement fortement marqué entre la pointe et la douille.

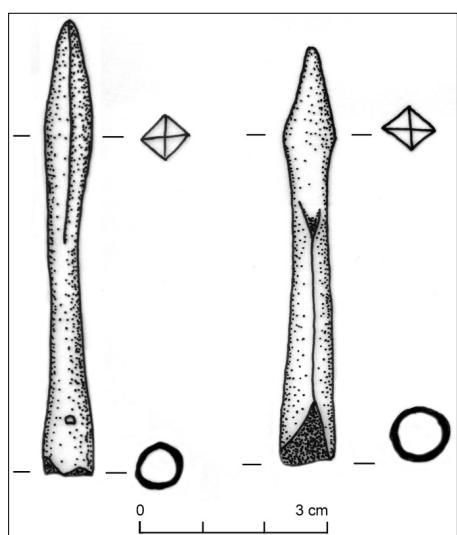
La moyenne des longueurs totales du site de Rougiers est inférieure à la moyenne générale (75,8 au lieu de 81,3 mm). Les pointes sont moins larges (8,4 mm de moyenne), ainsi que le diamètre de la douille (8,5 mm).



Rougiers, type a

- Fer
- Longueur totale : entre 64 à 86 et de 118 à 156 mm pour les plus grands ; largeur pointe : entre 5 x 5 mm et 7 x 7 mm ; diamètre douille : entre 7 et 10 mm ; poids : entre 20 et 30 g

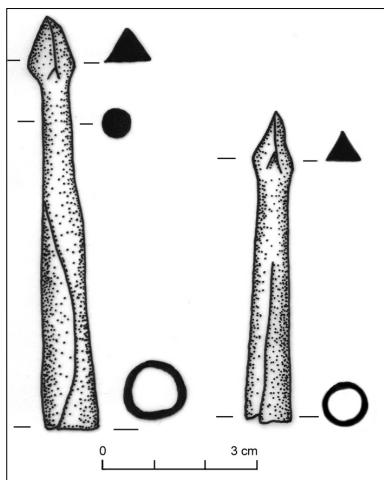
Ce fer de trait présente une structure pyramidale régulière, de section carrée, s'inscrivant dans le prolongement de la douille, relativement plus large. La forme générale est longue et effilée sans rétrécissement central marqué entre la pointe et la douille. Pour les variantes, seule la taille change, la forme générale reste la même.



Rougiers, type b

- Fer
- Longueur totale : entre 60 à 96 mm pour les plus grands ; largeur pointe : entre 5 x 5 mm et 7 x 7 mm ; diamètre douille : entre 7 et 10 mm ; entre 12 et 15 g

Ces projectiles présentent une pointe de forme foliacée et de section losangique dite "en feuille de saule" avec un rétrécissement marqué entre la pointe et la douille.

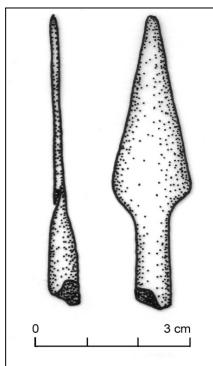


Rougiers, type c

- Fer

- Longueur totale : entre 50 et 84 mm ; largeur pointe : de 6 x 6 x 6 mm à 8,5 x 8,5 x 8,5 mm ; diamètre douille : entre 9 et 12 mm ; poids : entre 16 et 20 g

Ces fers de trait présentent une pointe courte et ramassée, mais bien dégagée, de profil pyramidal et de section carrée. La douille, conique, est beaucoup plus longue.

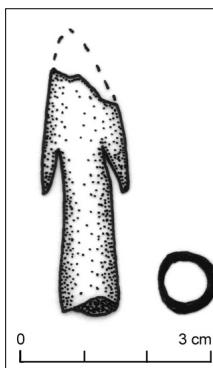


Rougiers, type d

- Fer

- Longueur totale : 62 mm ; largeur pointe : 15 x 3 mm ; diamètre douille : 6 mm ; poids : entre 10 et 12 g

Ce type de fers de trait présente une pointe de profil losangique avec une section plate et un rétrécissement nettement marqué entre la pointe et la douille qui s'évase légèrement vers le bas.



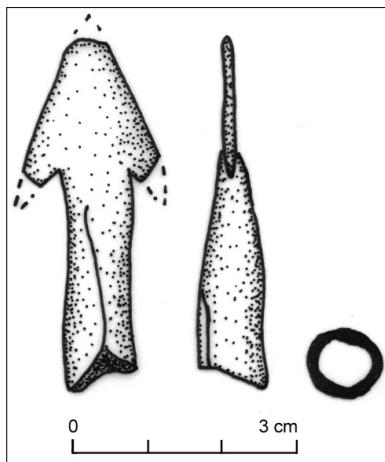
Rougiers, type e

- Fer

- Longueur totale : 47 mm ; largeur pointe : 15 x 3 mm ; diamètre douille : 9 mm ; poids : 12-15 g

Cette pointe de flèche présente un profil triangulaire bifide avec une section plate et un rétrécissement nettement marqué entre la pointe et

la douille qui s'évase légèrement vers le bas. Les pennes se situent le long de la douille et sont très peu écartées.

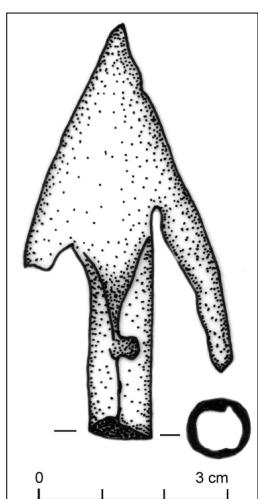


Rougiers, type f

- Fer
- Longueur totale : 48 mm ; largeur pointe : 21 x 3 mm ; diamètre douille : 9 mm ; poids : 10-12 g

Ce projectile est une variante du précédent. Il présente un profil triangulaire bifide avec une section plate et un rétrécissement nettement marqué entre la pointe et la douille qui s'évase légèrement vers le bas. Les pennes

se situent le long de la douille et sont légèrement écartées.



Rougiers, type g

- Fer
- Longueur totale : 69 mm ; largeur pointe : 38 x 3 mm ; diamètre douille : 10 mm ; poids : 15-20 g

Cette pointe de flèche est de forme bipenne ou bifide et de section losangique, presque plate : le fer est large et mince. Les pennes sont étroites et longues et encadrent l'ensemble de la douille de part et d'autre, tout en étant bien dégagées. Les bords sont tranchants et cet exemplaire est dépourvu de nervure axiale. La douille, relativement longue, présente un diamètre constant jusqu'à l'ouverture.

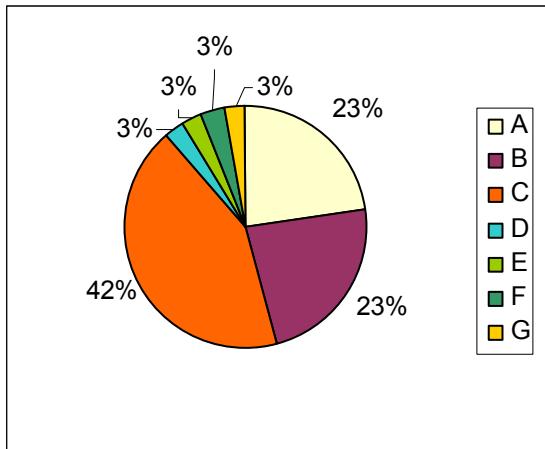


Figure 28. Rougiers. Répartition des différents types de fers de trait

Sur un ensemble d'une quarantaine de fers de trait étudiés, ceux du type c sont les plus représentés. Les catégories a et b apparaissent en second, par le nombre d'individus. Les pointes de flèche sont datées de la fin du XIII^e siècle. Les carreaux à pointe pyramidale de section carrée ou ceux de section triangulaire semblent avoir été en usage à Rougiers dès la fin du XIII^e, mais plus probablement encore au début du XIV^e siècle.

1. Saint-Romain

La plupart des projectiles de Saint-Romain (Côte-d'Or, numéro de site 34), sur une centaine environ, ont été découverts dans une couche de destruction datée de l'an Mil environ. Le premier histogramme (Saint-Romain 1, annexe 2), réalisé à partir des mesures prises sur les fers de trait de ce site, montre une certaine disparité de l'ensemble des objets, si la clé de tri utilisée est la longueur totale. La tendance générale est cependant à une augmentation du diamètre en fonction de la taille du projectile.

Dans le deuxième graphique, les projectiles sont classés en fonction de leur diamètre respectif. La majorité d'entre eux se situe entre 8 et 10 mm. Les fers de trait les plus longs atteignent 9 mm.

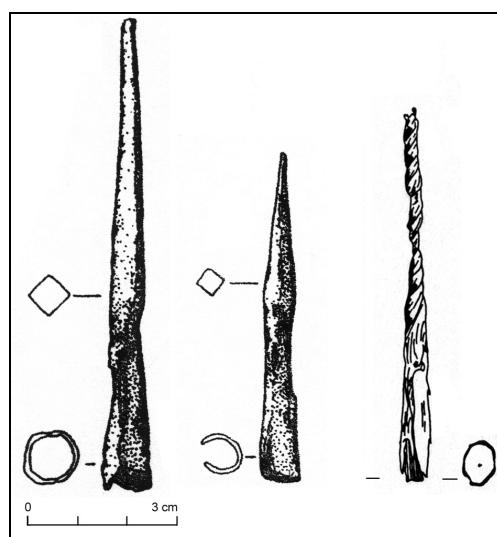
Sur la représentation graphique suivante, nous pouvons constater pour la majorité des projectiles un rapport de 1/1 entre les dimensions de la pointe (les pointes

sont donc carrées ou triangulaires équilatérales). Un petit groupe est losangique, c'est-à-dire que les fers de trait présentent un rapport compris entre 1 et 2. Tous les rapports supérieurs permettent d'assimiler les pointes à des sections quasiment plates. Ces dernières sont à la fois les plus courtes et celles qui présentent les pointes les plus larges. Deux d'entre elles possèdent une monture à soie.

Pour le graphique suivant, la clé de tri que nous avons utilisée associe le rapport longueur/diamètre et le rapport pointe/douille. Ce classement n'est pas significatif : les pointes plates, dont le rapport entre les dimensions de leur pointe est élevé, sont disséminées tout le long de la distribution.

L'histogramme qui permet de croiser les données relatives aux profils et aux sections des pointes des fers de trait de Saint-Romain montre que la plupart des profils sont pyramidaux (54 %) ou triangulaires (20 %). La majorité présente une section carrée (71 %) ou irrégulière (14 %).

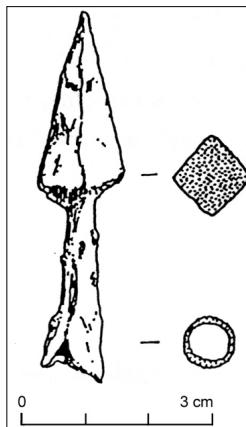
La longueur moyenne des fers de trait de Saint-Romain est nettement inférieure à la moyenne générale (64 mm de long au lieu de 81,3). Les largeurs des pointes (8,6 mm) ainsi que leurs diamètres (8,8 mm) sont bien moindres par rapport aux moyennes calculées sur l'ensemble de la base de données.



Saint-Romain, type a¹²

- Fer
- Longueur totale : de 70 à 98 mm ; largeur pointe : de 6 x 6 à 10 x 10 mm ; diamètre douille : de 8 à 10 mm ; poids : 10-15 g

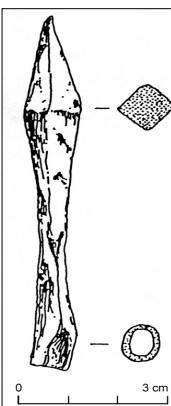
Ces fers de trait possèdent une pointe longue et effilée de section carrée qui se situe dans le prolongement de la douille avec cependant une légère inflexion. Une variante de ce type est torsadée.



Saint-Romain, type b

- Fer
- Longueur totale : 58 mm ; largeur pointe : de 6 x 6 à 10 x 10 mm ; diamètre douille : de 8 à 9 mm ; poids : 12-15 g

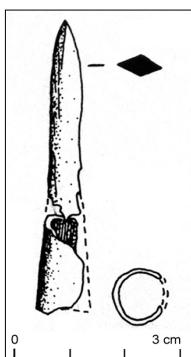
Ce type est plus court et plus trapu que le précédent. Il possède une pointe avec un renflement situé près de la douille. Sa structure pyramidale régulière présente une section carrée.



Saint-Romain, type c

- Fer
- Longueur totale : 80 mm ; largeur pointe : 12 x 12 mm ; diamètre douille : 9 mm ; poids : 12-15 g

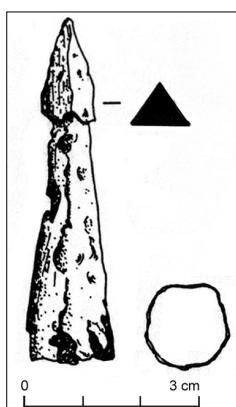
Ce carreau présente un profil bipyramidal à quatre faces. Comme le précédent, la pointe est relativement plus large que la douille. L'infexion entre la pointe et la douille est légèrement marquée.



Saint-Romain, type d

- Fer
- Longueur totale : 58 mm ; largeur pointe : 9 x 7 mm ; diamètre douille : 11 mm ; poids : 10-12 g

Contrairement au précédent, ce carreau possède un profil lancéolé avec une pointe relativement plus étroite que la douille. La section de la pointe est losangique. Ce modèle est peu courant à Saint-Romain.

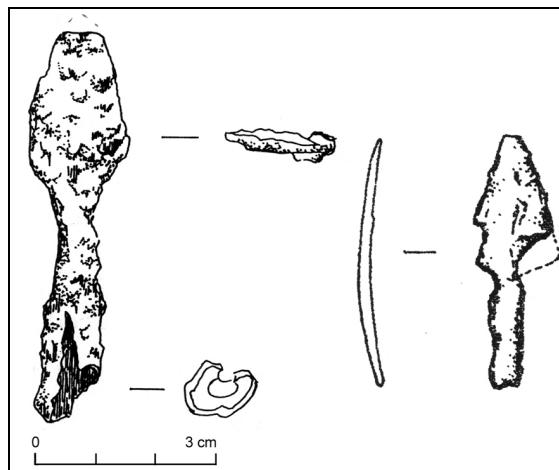


Saint-Romain, type e

- Fer
- Longueur totale : 80 mm ; largeur pointe : 10 x 10 x 10 mm ; diamètre douille : 15 mm ; poids : 15-20 g

Ce fer de trait présente une pointe pyramidale de section triangulaire. Elle est relativement plus étroite que la douille, massive.

Ce modèle a été trouvé sur le site du château, ce qui tendrait à prouver qu'il s'agit d'un projectile destiné à la guerre.

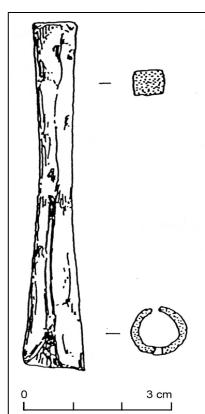


Saint-Romain, type f

- Fer

- Longueur totale : 65 mm ; largeur pointe : 17 x 4 mm ; diamètre douille : 11 mm ; poids : 6-8 g

Ces pointes de flèche présentent un profil losangique et une section plate. Le fer est très mince et le rétrécissement entre la pointe et la douille (une soie pour la variante) est marqué.



Saint-Romain, type g

- Fer

- Longueur totale : 80 mm ; largeur pointe : 9 x 9 mm ; diamètre douille : 12 mm

Ce fer de trait de type "matras" possède une pointe à l'extrémité plate de section carrée et un rétrécissement faiblement marqué entre la pointe et la douille relativement évasée.

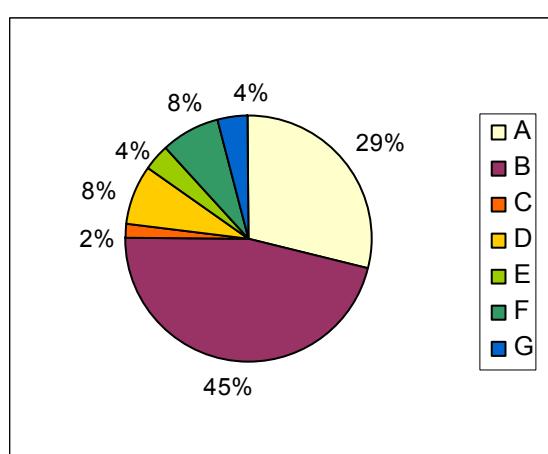


Figure 29. *Saint-Romain. Répartition des différents types*

Les types a et b sont les mieux représentés (ils incluent les trois-quarts du mobilier découvert, sur plus d'une centaine d'objets). Les projectiles ont été mis au jour dans une couche d'incendie (X^e-XI^e), principalement dans un bâtiment attaqué et

incendié vers l'an Mil au lieu-dit "le Verger". Le site est ensuite réoccupé à partir du XIV^e siècle.

m. Tours

Ce sont les fouilles des cuisines du château de Tours (Indre-et-Loire, numéro de site 44), résidence des comtes d'Anjou, qui ont permis de mettre au jour plus de 150 projectiles dans des niveaux qui s'échelonnent du XI^e au XV^e siècle.

Le premier graphique permet de visualiser la forme générale des fers de trait de Tours (Tours 1, annexe 2). À première vue, l'ensemble est très hétérogène, bien que la majorité de ceux-ci présente une longueur totale comprise entre 60 et 80 mm, avec un diamètre situé entre 9 et 11 mm. Sur ce site, les pointes semblent plus larges que dans la moyenne des autres sites. La longueur paraît cependant inversement proportionnelle au diamètre : ainsi quelques fers sont très trapus (les premiers de la distribution), tandis que d'autres, les derniers du graphique, sont effilés.

Le second histogramme (Tours 2, annexe 2) confirme la première interprétation : le diamètre est croissant alors que le rapport longueur/diamètre décroît régulièrement dans la distribution.

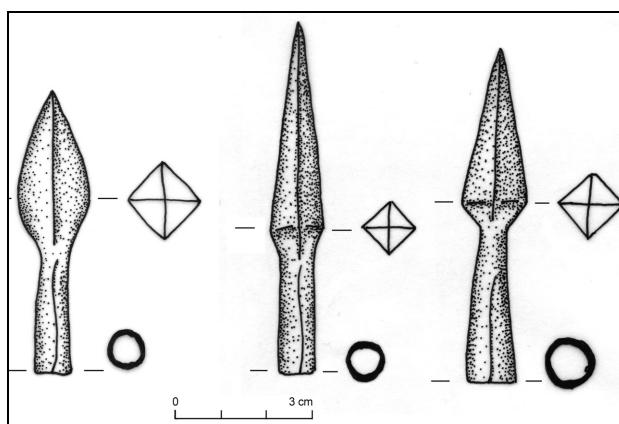
Le troisième graphique permet de voir qu'il n'existe qu'un emmanchement à soie sur le site de Tours. La plupart des fers de trait présentent une section carrée ou triangulaire équilatérale (rapport de 1). Les pointes les plus larges, en revanche, sont de section losangique ou plate (rapport pouvant aller jusqu'à 11).

L'avant-dernier histogramme (Tours 4, annexe 2) montre que le rapport longueur/diamètre paraît aller de pair avec la longueur totale (les deux sont croissants dans la distribution). En revanche, ils ne présentent aucun lien direct avec le rapport entre les dimensions de la pointe.

Le dernier graphique croise les données relatives au profil et à la section de la pointe. La première remarque qui s'impose est l'extrême diversité des variantes qui existent sur le site de Tours. De nombreuses pointes sont cependant pyramidales (40 %)

ou losangiques (22 %) de section carrée (50 % des fers de trait de Tours). Le groupe des fers foliacés de section plate est important (30 % de l'ensemble).

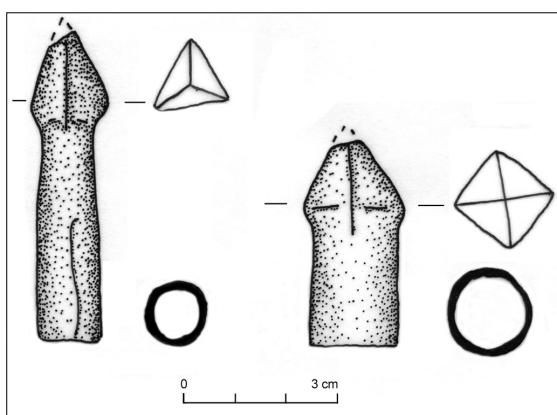
La moyenne des longueurs totales des fers de trait de Tours est légèrement inférieure à la moyenne générale (67,7 au lieu de 81,3 mm). La largeur maximale des pointes est en revanche bien supérieure (15,6 mm), alors que la moyenne des diamètres est presque similaire (10,3 mm).



Tours, type a

- Fer
- Longueur totale : entre 65 et 80 mm ; largeur pointe : entre 12 x 12 mm et 17 x 17 mm ; diamètre douille : entre 8 et 11 mm ; poids : 12-15 g

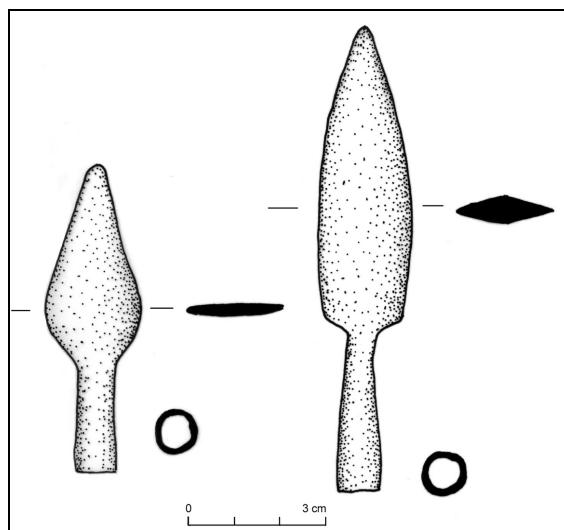
Ce type de fers de trait présente un profil bipyramidal plus ou moins anguleux avec un rétrécissement marqué entre la pointe et la douille évasée. La pointe, de section carrée, est pesante.



Tours, type b

- Fer
- Longueur totale : 71 mm ; largeur pointe : 15 x 15 x 15 mm ; diamètre douille : 12 mm ; poids : 30-35 g
- 42 mm ; 21 x 21 et 19 mm pour le second modèle

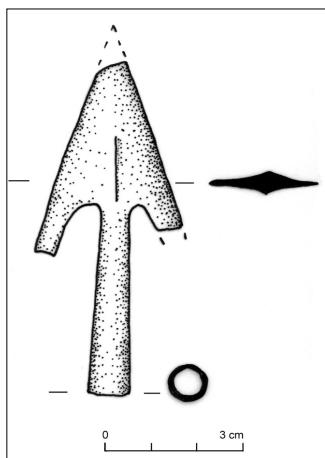
Ces fers de trait présentent un profil ogival plus ou moins trapu selon le modèle. Le premier possède une pointe pyramidale de section triangulaire alors que le deuxième, le plus court et le plus pesant, a une pointe de section carrée.



Tours, type c

- Fer
- Longueur totale : entre 68 et 102 mm ; largeur pointe : entre 22 x 4 mm et 20 x 5 mm ; diamètre douille : 9 mm ; poids : 8-10 g

Ce type de fers de trait présente une pointe de profil losangique ou triangulaire avec une section plate et un rétrécissement nettement marqué entre la pointe et la douille qui s'évase légèrement vers le bas.

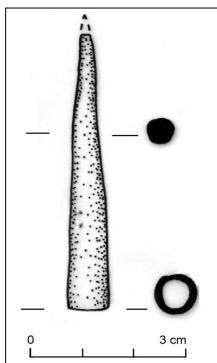


Tours, type d

- Fer
- Longueur totale : 84 mm ; largeur pointe : 34 x 4 mm ; diamètre douille : 8 mm ; poids : 9-10 g

Cette pointe de flèche est de forme bipenne ou bifide et de section losangique, presque plate : le fer est large et mince. Les pennes, brisées sur cet exemplaire, sont étroites et

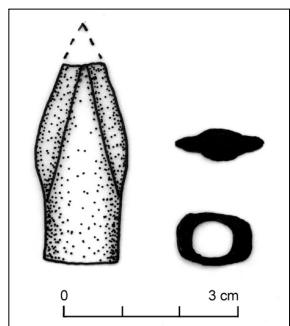
longues et encadrent l'ensemble de la douille, de part et d'autre tout en étant bien dégagées. Les bords sont tranchants et cet exemplaire présente une nervure axiale sur chaque face. La douille, relativement longue, a un diamètre constant jusqu'à l'ouverture.



Tours, type e

- Fer
- Longueur totale : 60 mm ; diamètre douille : 9 mm ; poids : 5-6 g

Ce fer de trait se présente sous la forme d'un cône de fer creux avec une pointe de section circulaire dans le prolongement de la douille.



Tours, type f

- Fer
- Longueur totale : 40 mm ; largeur pointe : 16 x 5 mm ; diamètre douille : 13 mm ; poids : 12 g

Ce fer de trait court et trapu présente une pointe de section ovale à pédoncules, plus large que la douille. Son profil général se rapproche des fers de trait en "balle de fusil".

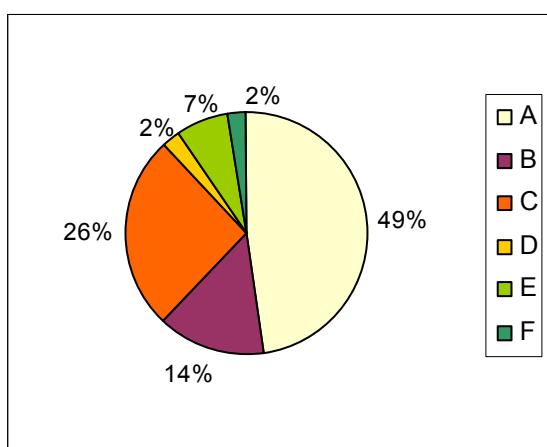


Figure 30. Tours. Répartition des différents types

Le corpus représente plus de 150 objets et chaque projectile découvert sur ce site se trouve en contexte stratigraphique fiable. Il s'échelonne du XI^e au XV^e siècle. Certains projectiles du type a, les plus effilés, ainsi que ceux des modèles b, c et f sont datés de 1050-1125 environ. Les fers de trait du second type sont attribués par les fouilleurs au début du XIV^e siècle.

L'analyse de chacun des sites qui présentaient un nombre suffisant d'objets, de manière indépendante, a permis d'en saisir l'originalité. Elle amène aussi à proposer une synthèse des données provenant des diverses fouilles, ceci selon deux procédures : en les confrontant entre elles, mais aussi en calculant leur rapport à la moyenne des données statistiques. Par exemple, la part des flèches, au regard de celle des carreaux, diffère sensiblement d'un site à un autre. Nous avons ainsi isolé, de manière probante, des critères significatifs pour établir une classification de ces différents fers de trait. Dans la plupart des cas, nous avons remarqué que les caractères les plus discriminants sont les profils et les sections des pointes, la combinaison des deux critères étant encore plus pertinente alors que la longueur et le poids, variant sensiblement d'un objet à un autre, ne l'est pas. Cette démarche permet un classement définitif, après croisement avec des données mesurées. Par ailleurs, la mesure exacte du diamètre de la douille s'est révélée déterminante, car celui-ci conditionne le gabarit des fûts de bois sur lesquels les fers s'emmangent. D'une manière générale, les diamètres les plus élevés se situent dans les groupes de fers de trait les plus longs. Il existe une grande uniformité dans les projectiles de petit diamètre, ce qui est moins vrai pour les ouvertures plus importantes. Nous pouvons d'ores et déjà mettre en évidence quelques anomalies, comme les 75 % de fers de trait de section triangulaire sur le site de Fréteval (Loir-et-Cher), alors que la moyenne de l'ensemble des sites est de 5 % environ ou bien la part importante des fers à monture à soie sur le site de l'Isle-Bouzon (Gers, n° 69). Cette première analyse site par site a permis de répertorier les grands types que nous avons retenus dans la typologie définitive, en synthétisant cette fois-ci l'ensemble des fers de trait analysés. Les deux groupes, pointes de flèche et carreaux d'arbalète, qui ont pu être mis en évidence grâce à

leurs principales caractéristiques¹³ ont été subdivisés entre divers types morphologiques à partir de l'étude statistique que nous avons menée.

B. Classification générale

a. Critères de classement¹⁴

L'épineux problème de différenciation entre pointe de flèche et carreau d'arbalète semble en passe d'être résolu. Les fûts conservés permettent à coup sûr de les différencier. Ce qu'il semble important de retenir pour l'interprétation est le centre de gravité du projectile, une fois la pointe goupillée, pour un bon comportement en vol et une efficacité satisfaisante. La longueur totale et le poids de la pointe des projectiles ne sont pas à eux seuls des critères pertinents pour distinguer les pointes de flèche des carreaux d'arbalète, bien qu'un faible poids plaide généralement en faveur de la pointe de flèche. La section de la pointe, en revanche, permet de proposer des éléments de différenciation probants. En effet, le carreau possède généralement une pointe de section carrée, plus trapue et plus pesante que celle de la pointe de flèche, de section plate, rectangulaire ou losangique. Pour les pointes de flèche de section losangée, le profil se rapproche souvent de celle des carreaux d'arbalète. La présence d'une soie semble caractériser la pointe de flèche, contrairement aux éléments de comparaison étrangers étudiés¹⁵. Toujours concernant le problème de différenciation du carreau et de la pointe de flèche, les éléments de comparaison étrangers dont le fût est conservé peuvent nous aider à interpréter notre propre mobilier (voir le mobilier du château de Habsburg en Suisse, *infra* fig. 33 et 34)¹⁶.

Les pointes de flèche ne semblent répondre que, dans une très faible mesure, à des normes de standardisation, contrairement aux carreaux qui se présentent en général sous la forme de séries, en particulier lorsqu'ils proviennent d'un même site et

13. Définies *supra* dans la première partie.

14. Voir typologies en **annexe 6**.

15. Voir la planche typologique des fers de trait polonais annexe.

16. Un lot de carreaux complets, daté du XIV^e siècle a été découvert dans ce château à l'occasion de travaux de restauration en 1949. Cette quarantaine de fers de trait est déposée au musée archéologique du canton d'Argovie. Voir Zimmermann, 2000, *op. cit.*, p. 19 pour la problématique de différenciation entre pointes de flèche et carreaux d'arbalète.

témoignent alors d'une unité de fabrication, sinon dans le temps, du moins dans une zone géographique précise. Cette constatation est donc valable pour les comparaisons entre sites d'une même région. L'Alsace, par exemple, illustre bien cette observation. Il suffit pour s'en convaincre de comparer la typologie des pointes de flèche à celle des carreaux. La première présente un nombre de types quasiment similaire pour un ensemble d'objets étudiés beaucoup plus réduit. Une exception peut être avancée pour les carreaux d'arbalète ou les fers de baliste de section losangée (variantes H et I). En effet, il est beaucoup plus difficile, à la forge, d'obtenir toujours la même section calibrée de la même manière, problème qui ne se pose pas dans le cas des sections carrées.

D'une façon générale et pour conclure sur cette analyse des projectiles, les éléments qui caractérisent la pointe de flèche sont la faible épaisseur de la pointe et sa légèreté : plus elle est large et mince, plus cela augmente ses capacités de vol et sa portance. Les profils les mieux adaptés à de tels usages sont triangulaires, équilatéraux ou isocèles (type C et D), possédant ou non une nervure centrale (la tôle est facettée au moment du forgeage), ou foliacés (type A). Les pointes de flèche tirent aussi leur efficacité de leur tranchant : la section plate, les bords limés pour être plus performants sont des critères pour caractériser ces objets (types flèches A, B et C). En effet, la force de propulsion doit être faible afin que la pointe ne subisse ni cassure, ni déformation. Les têtes larges provoquent des déchirures internes et les projectiles à pennes latérales ne peuvent être retirés sans provoquer de graves lésions internes (types E et F). Le diamètre de la douille est généralement faible, la hampe en bois sur laquelle est montée la pointe étant mince pour les différentes raisons déjà évoquées¹⁷. L'emmachement à soie semble être caractéristique des pointes de flèche utilisées sur le territoire français (du type H à M). En effet, toutes les pointes qui sont montées à l'aide de ce procédé présentent des lames minces et plus ou moins effilées (type H). Les projectiles s'emmangkanant par ce moyen sont beaucoup moins nombreux que les autres, mais présentent une aussi grande variété de types. Ils sont donc beaucoup moins standardisés.

17. Voir *supra* partie 1, le chapitre consacré aux propriétés techniques.

Il s'est avéré intéressant de comparer ces fers de trait à ceux trouvés dans le reste de l'Europe afin de savoir si ce caractère se retrouvait ailleurs.

Le carreau, quant à lui, se caractérise par une forme trapue, parfois globuleuse de par sa section carrée. Il est aussi plus lourd que la pointe de flèche, la puissance d'impact et la résistance au choc étant le principal but recherché. Pour les grandes distances, les carreaux lourds sont exclus (comme les types E, H et I). Avec de tels prototypes, la force d'impact à courte distance est recherchée. Dans le cas du vireton (type K), le carreau tourne autour de son point d'équilibre et ne dévie pas de sa trajectoire. Cela implique une perte d'énergie cinétique et donc une portée plus réduite. Les projectiles enflammés ne doivent pas être lancés trop vivement pour ne pas s'éteindre (type A2). Les pointes de petit diamètre nécessitent moins de vitesse d'impact pour être efficace (en effet, l'énergie se concentre sur une plus faible surface) ; cela semble expliquer une augmentation de la taille des projectiles dans le temps, au sein d'un même type morphologique, en fonction de la croissance de la puissance des arbalètes (exemple du type D). Nous avons ainsi constaté que la plupart des formes de carreaux et de pointes de flèche sont apparues très tôt (dès le XI^e siècle pour les carreaux et bien avant pour les flèches), car chaque morphologie était déjà adaptée à des usages et des cibles spécifiques. Cette remarque ne s'est pas vérifiée pour les types de taille importante (H et I notamment). La majorité des profils a donc peu évolué, une fois le bon équilibrage obtenu et les qualités requises suffisantes, la taille augmentant cependant en fonction de la puissance respective des différents modèles d'arbalète. Les arcs et les flèches ont néanmoins peu varié. Ce sont la force et l'adresse de l'archer qui conditionnent en effet la puissance et l'efficacité du tir. Les aménagements techniques dont cette arme a pu faire l'objet sont donc relativement restreints ; la puissance ne pouvait être accrue indéfiniment, même par un entraînement intensif.

b. Catalogues

Deux typologies distinctes sont présentées de manière différenciée : celle des carreaux d'arbalète et celle des pointes de flèche. Les types individualisés et représentatifs des ensembles de carreaux ou de pointes de flèche dénombrés sont classés

en fonction de leur forme respective (voir catalogue *infra*) : 21 types pour les carreaux et 14 pour les flèches, classés selon leur section et leur forme générale. Pour chacun d'eux leur origine, ainsi que leur datation, sont spécifiées. Pour cela, les objets sont datés d'après leur contexte de découverte. Les unités stratigraphiques, définies par les archéologues ayant fouillé le site, sont calées dans le temps de diverses manières : en chronologie relative ou absolue par le mobilier, comme la céramique et les monnaies, ou par des méthodes de datation en laboratoire (C 14, lorsque des restes en quantité suffisante le permettent, dendrochronologie, thermoluminescence...). Le catalogue raisonné des sites qui ont livrés le mobilier sélectionné pour cette étude précise ce genre d'information et met ainsi en lumière des similitudes chronologiques entre objets d'un même type. Ainsi, tous les objets n'ont pas la même fiabilité quant à leur calage précis dans le temps.

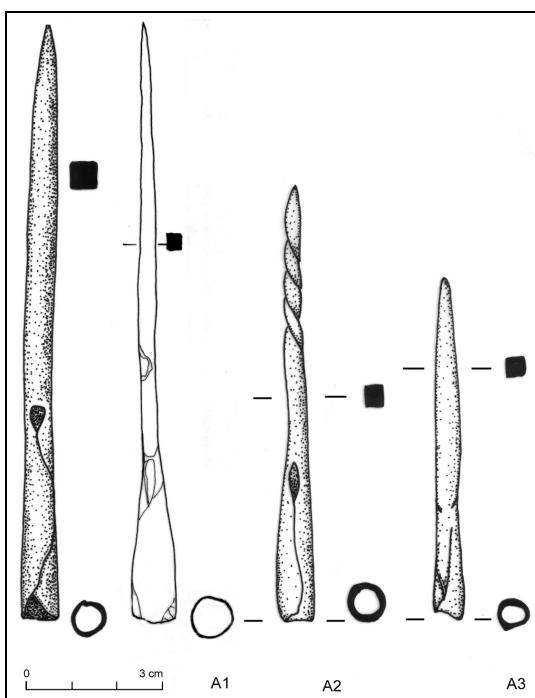
Chaque type défini est décrit individuellement. L'étendue du corpus d'objets étudiés a permis de confirmer les hypothèses avancées quant à l'usage différencié des divers projectiles et de dégager éventuellement des constantes de fabrication, régionales et chronologiques. Le modèle est toujours représenté par un exemplaire aux formes réellement caractéristiques. Pour la clarté du propos, des types de pointes de flèche relativement dissemblables, mais appartenant à une même "famille morphologique", ont été regroupés (comme le type H et ses variantes) pour éviter de fractionner exagérément en une multitude de catégories. Il convient de souligner que toutes les références bibliographiques relatives à la fouille de sites étrangers figurent en notes de ce chapitre. En revanche, pour ne pas surcharger le texte, celles concernant les sites français figurent dans le catalogue des sites en **annexe 5**.

Typologie des carreaux d'arbalète

I- Carreaux à douille

I-1 Carreaux à pointes de section carrée, profil lancéolé, pyramidal : types A, B, C, D, E, F, G

I-1-1 Carreau d'arbalète, type A



- Fer
- Longueur totale : entre 100 et 175 mm ; largeur pointe : 5 x 5 mm ; diamètre douille : 8-9 mm ; poids : entre 20 et 30 g (70 mm et 10-15 g pour les plus petits)

Ces fers de trait sont les plus représentés dans le corpus retenu. Il présente une structure pyramidale régulière, s'inscrivant dans le prolongement de la douille, légèrement plus large. Cette douille, circulaire, formée par l'enroulement d'une feuille de métal, est nettement plus courte que la pointe, de section quadrangulaire. La forme générale est longue, effilée et ne présente pas de rétrécissement central marqué entre la pointe et la douille. Nous avons pu noter une très grande uniformité de la forme

générale de ce carreau, ceci sur les différents sites étudiés. Quelques variantes de ce type ont néanmoins pu exister. Celles-ci portent sur la hauteur de l'infexion de la pointe vers la douille (ce que nous avons appelé rapport pointe/douille et systématiquement calculé pour tous les types de carreaux). Une première variante (A1) porte sur la dimension de la pointe très effilée, sa section n'excédant pas 4 x 4 mm (souvent 3 x 3 mm). Certains fers atteignent jusqu'à 210 mm de longueur totale. Cette pointe est donc d'une extrême finesse. Certains de ces carreaux pourraient être confondus avec des dents de peigne à carder (le lin en particulier). En effet, ceux-ci ressemblent à s'y méprendre à ces pointes en fer qui s'emmanchent sur une armature de bois, support des différents pics.

Les traits les plus grands sont attribuables aux XIII^e et XIV^e siècles (une majorité a été mise au jour dans des niveaux datés entre 1250 et 1350). En effet, ces carreaux sont en usage à cette époque sur le site de Montségur (Ariège). À la même période, ces pointes sont largement utilisées sur d'autres sites comme au *Castlar* de Durfort, au *Castellar* de Fréjeville (Tarn), au *castrum* de Cabaret, à Lasbordes et Peyrepertuse (Aude), Lourdes (Hautes-Pyrénées), l'Isle-Bouzon (Gers), Rougiers (Var), Pymont (Jura, type d), Rougemont (Territoire de Belfort, type f), Saint-Romain (Côte-d'Or), Gironville (Ain, type d), Ottrott (Bas-Rhin, type a) et à Mont-Vireux (Ardennes), où les projectiles ont été mis au jour dans la couche d'incendie datée des premières années du XIV^e siècle (US 102 correspondant à l'éboulis du mur d'enceinte), ainsi qu'à Hargnies et Boulzicourt dans le même département. La même chronologie est fournie par tous ces sites qui sont répartis sur l'ensemble du territoire français (régions Midi-Pyrénées, Rhône-Alpes, Provence-Alpes-Côte d'Azur, Franche-Comté, voir les différentes cartes régionales en annexe 1). La deuxième variante présentée (A2), dont la pointe pyramidale est torsadée à la forge 2 à 14 fois, constitue une exception dans l'ensemble des sites étudiés. En effet, seuls quelques exemplaires ont été mis au jour lors des fouilles de Charavines (Isère) et de Saint-Romain (Côte-d'Or, variante du type a) dans des niveaux de l'an Mil environ. D'après Michel Colardelle, ce serait très probablement "des fers incendiaires adaptés à la fixation d'étope imprégnée d'un

produit combustible". Ils sont tous attribuables au XI^e siècle¹⁸. Le dernier modèle présente une taille plus réduite (longueur généralement comprise entre 60 et 96 mm) mais, ayant les mêmes caractéristiques morphologiques, il correspond à une période plus ancienne (variante A3). Tous les exemplaires de ce dernier type peuvent être datés des XI^e-XII^e siècles. Ils sont en usage à cette époque, sur les sites de Charavines (Isère), Saint-Romain (Côte-d'Or), les mottes de Mourrel et Puy-Redon (Aude). D'après leur taille réduite et la nature des sites dans lesquels ils ont été mis au jour, ce sont très certainement des traits d'arbalète de chasse.

Ce fer possède un très grand pouvoir de pénétration, du fait de la faible surface d'impact sur laquelle se concentre toute l'énergie cinétique de la flèche. Cette forme, particulièrement effilée, devait considérablement améliorer l'aérodynamique du vol et augmenter la trajectoire du carreau. L'interprétation d'Oliver Jessop, comme un trait destiné à transpercer les armures nous paraît donc amplement justifiée¹⁹. Les proportions de ces fers et le diamètre de la douille recevant une hampe en bois et s'insérant elle-même dans la rainure de l'arbrier laissent supposer qu'ils ont été utilisés avec une arbalète portative (et non une arbalète de siège). La vocation des sites dans lesquels ont été mis au jour les carreaux de plus grandes dimensions est essentiellement défensive. Nous pouvons donc en déduire que les carreaux de type A de grande dimension sont destinés, avec une grande probabilité, à la guerre.

Éléments de comparaison étrangers

Ce carreau français de type A correspond au type T 1-3 de l'ouvrage de Zimmermann (pl. 4, p. 41-42 et annexes p. 152-170). L'auteur semble conclure que certains de ces fers de trait, découverts en association avec des types T 1-1, pourraient dater des X^e-XII^e siècles. Des sites suisses comme Altenberg, Balm, Lägern (sur lequel ont été découverts des fers torsadés) et Ödenburg ont livré ce type de carreaux d'arbalète. En Allemagne, le phénomène est perceptible sur les sites de Baldenstein,

18. Des fers de trait incendiaires ont été mis au jour en Italie, ils présentent cependant un profil différent. La pointe possède des pennes latérales. La partie centrale est torsadée de la même manière à la forge. Voir FOSSATI (A.), MURIALDO (G.), "Il castrum tardo-antico di San Antonino di Pertì, Finale Ligure (Savona), fasi stratigrafiche e reperti dell'area D seconde notizie preliminari sulle campagne di scavo 1982-87", *Archeologia Medievale*, 15 (1988), n° 5, pl. XVIII, p. 383.

19. JESSOP (O.), "A new artefact typology for the study of medieval arrowheads", *Medieval Archaeology*, 40 (1996), p. 198.

Bühringen, Hertenberg... Le parallèle peut être fait avec les projectiles mis au jour sur le site d'Ottrott (Bas-Rhin). Les formes de dimensions réduites que nous avons mises en évidence semblent concorder avec cette estimation. Les autres exemplaires de taille plus importante se trouvent dans des niveaux des XIII^e et début XIV^e siècles.

Ce type correspond au type M7 (XI^e-XIV^e siècles) mis en évidence par le chercheur anglais Oliver Jessop²⁰. Au Royaume-Uni, les archéologues ont mis au jour, sur le site de Goltho (Lincolnshire), des fers de trait de ce type dans des niveaux fin XI^e-début XII^e siècle²¹, aux châteaux d'Acre (Norfolk) dans des niveaux du XII^e siècle²², de Rumney (Glamorgan, Pays de Galles)²³, Dryslwyn (Dyfed, Pays de Galles, milieu XIII^e et XIV^e siècles)²⁴, Montgomery (Pays de Galles)²⁵, Rhuddlan (Clwyd, Pays de Galles, XIII^e siècle)²⁶, Brandon (Warwickshire, Midlands west)²⁷, Bramber (Sussex, milieu du XIII^e siècle)²⁸, Caergwrle (Clwyd, Pays de Galles)²⁹, Weoley³⁰, Winchester (Hampshire, niveaux des XI^e-XII^e siècles)³¹, Wharram (Yorkshire)³² et Rattray (Aberdeenshire)³³.

20. JESSOP (O.), "A new artefact typology...", *op. cit.*, M7, fig. 1, p. 194. WARD PERKINS (J. B.), *London Museum Medieval Catalogue*, t. 7, Londres, 1940, type 7, fig. 16, p. 65.

21. GOODALL (I. H.), "Weapons" dans BERESFORD (G.), "Goltho. The development of an early medieval manor, 850-1150", *Archaeological Report*, 4 (1987), Londres, p. 185-186, n° 185-87.

22. GOODALL (I. H.), "Iron Object" dans GOAD (G.), STREETE (A. D. F.), "Excavations at Castle Acre Castle, Norfolk, 1972-77", *Archaeological Journal*, 139 (1982), fig. 42, p. 236, n° 152-155.

23. LLOYD-FERN (S.), SELL (S. H.), "Objects of iron, bronze and bone" dans LIGHTFOOT (K. W. B.), "Rumney Castle, a ringwork and manorial center in south Glamorgan", *Medieval Archaeology*, 36 (1992), p. 134-135, n° 11. Ces objets sont datés du XIII^e siècle.

24. JESSOP (O.), "Weapons" dans CAPLE (C.) et WEBSTER (P.), *Excavations at Dryslwyn Castle, Dyfed* (à paraître) ; "A new artefact typology...", *op. cit.*, note 81, p. 202.

25. LEWIS (J. M.), "The excavation of the new building at Montgomery Castle", *Archaeologia Cambrensis*, 117 (1968), p. 149-150, n° 10.

26. GOODALL (I. H.), "Arrowheads" dans QUINNELL (H.) *et al.*, "Excavations at Rhuddlan, Clwyd 1969-75, Mesolithic to medieval", *C. B. A. Res. Rep.*, 95 (1994), 188-189, n° 143.

27. CHATWIN (P. B.), "Brandon Castle, Warwickshire", *Trans. Birmingham Archaeol. Soc.*, 73 (1955), p. 81-82, pl. 7.

28. BARTON (K. J.), HOLDEN (E. W.), "Excavations at Bramber Castle, Sussex, 1966-67", *Archaeological Journal*, 134 (1977), Londres, n° 1-2, fig. 19, p. 61-62.

29. COURTNEY (P.), "Metal Objects" dans MANLEY (J.), "Excavations at Caergwrle Castle, Clwyd, North Wales : 1988-1990", *Medieval Archaeology*, 38 (1994), p. 112-113, n° 10, fig. 15.

30. OSWALD (A.), "Excavation of a 13th century wooden building at Weoley castle", *Medieval Archaeology*, 6-7 (1962-63), p. 131-132, n° 17.

31. GOODALL (I. H.), "Arrowheads", dans BIDDLE (M.), "Object and economy in medieval Winchester", *Winchester studies*, 7 (1990), Oxford, p. 1073, n° 4009.

32. ANDREWS (D. D.), MILNE (G.), *Wharram, a study of settlements on the Yorkshire wolds, vol. 1 : Domestic settlement*, Londres, The society for medieval archaeology, 1979 (Monograph series, 8), n° 62, fig. 63, p. 120.

33. MURRAY (H. K.) and MURRAY (J. C.), "Excavations at Rattray, Aberdeenshire. A scottish deserted burgh", *Medieval Archaeology*, 37 (1993), n° 179, fig. 39, p. 187.

De nombreux sites italiens ont livré ce type de carreau, en particulier Montaldo di Mondovì (Piémont)³⁴, Castel Bosco (Trentin, près de Civezzano)³⁵, Castel Savaro (Trentin)³⁶, Castel Zuccola (Frioul)³⁷, Castel Drusco (Émilie-Romagne, près de Parme)³⁸, Zignago (Ligurie)³⁹ et Ponte Nepesino (Latium)⁴⁰. Tous les horizons chronologiques semblent converger, comme pour le territoire français, vers les XIII^e-XIV^e siècles. Un site fortifié de Lombardie, Ibligo-Invillino, occupé dans les premières années du Moyen Âge (peut-être au VI^e siècle) a livré des fers de trait similaires. Dans le domaine italien, ils sont traditionnellement interprétés comme fers de trait de type "byzantin"⁴¹. En Italie du Nord et dans les Alpes, plusieurs sites de l'Antiquité tardive et du haut Moyen Âge ont livré des objets similaires⁴².

34. MICHELETTO (E.), GAMBARI (M. V.), *Montaldo di Mondovì. Un insediamento protostorico. Un castello. Quaderni della Soprintendenza Archeologica del Piemonte. Monografie 1*, Rome, 1992, type B. 2, n° 7, pl. 113, p. 205. Les auteurs s'appuient sur d'autres exemples pour les dater du XIV^e siècle.

35. CAVADA (E.), PASQUALI (T.), "Aspetti di cultura materiale medievale a Castel Bosco presso Civezzano (Trento)", *Studi Trentini di scienze storiche*, 61-1 (1982).

36. PASQUALI (T.), "Note su Castel Savaro", *Studi Trentini di scienze storiche*, 60-1 (1981), p. 176, fig. 5, n° 9.

37. FAVIA (L.), "Le campagne di scavo al castello di Zuccola in cividale del Friuli, reperti metallici", *Archeologia medievale*, 19 (1992), p. 263-267. Dix exemplaires ont été mis au jour, les auteurs les ont interprétés comme étant de type "byzantin" (*B1, cuspidi con gorgia con punta a sezione quadrata*). Ces pointes sont datées du milieu du XIV^e siècle.

38. GARDINI (A.), MAGGI (R.), "Un ripostiglio di cuspidi di freccia nell'alta valle del ceno (Parma)", *Archeologia medievale*, 7 (1980), 1-8 et 11-12, pl. 1, p. 556.

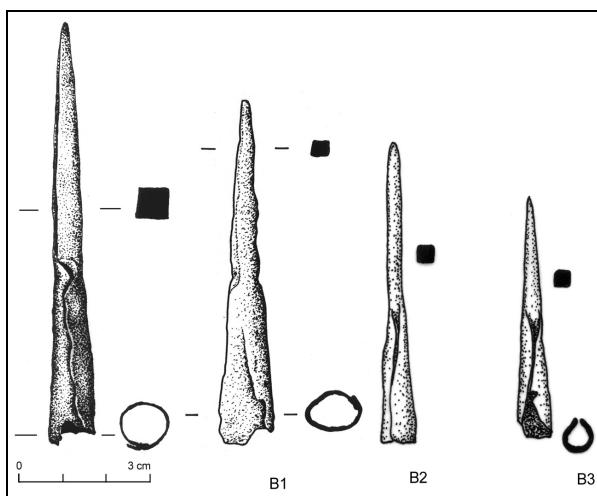
39. BOATO (A.) et al., "Scavo dell'area est del villaggio abbandonato di Monte Zignago : Zignago. 4", *Archeologia Medievale*, 17 (1990), n° 17, pl. X, p. 390 et n° 33, pl. 11, p. 390, n° 71, pl. XIV, p. 400.

40. CAMERON (F.), JOHNS (C. M.), LEIGHTON (T.), SHEPHERD (J. D.), STONE (M. J.), "Il castello di ponte Nepesino e il confine settentrionale del ducato di Roma", *Archeologia medievale*, 11 (1984), 1 et 2 fig. 36 p. 124. De tels fers de trait ont été mis au jour à Leopolis-Cencelle (CC 95, n° 55 (US 1011), n° 56 (US 1020), à propos des fouilles de ce site, lire BOUGARD (F.), *Fouilles de l'École Française de Rome à Leopolis-Cencelle*, Comptes rendus de l'Académie des inscriptions et Belles-Lettres, Paris, De Boccard, 1997.

41. FINGERLIN (G.), GARBSCH (J.), WERNER (J.), "Die Ausgrabungen im langobardischen Kastell Ibligo-Invillino (Friaul). Vorbericht über die Kampagnen 1962, 1963 und 1965", *Germania*, 46 (1968) et FINGERLIN (G.) et al., "Gli scavi nel castello longobardo di Ibligo Invillino (Friuli) : relazione preliminare delle campagne del 1962-1963, 1965", *Aquilea Nostra*, 39 (1968), p. 113-114 et p. 121. BIERBRAUER (V.), *Invillino-Ibligo in Friaul I. Die Römische Siedlung und das Spätantik-Frühmittelalterliche Castrum*, München, 1988, p. 170-171, pl. 58-59.

42. Voir *Tüllengeschossspitzen in der Art von Typ T 1-3 aus römischen und frühmittelalterlichem Fundzusammenhang* dans ZIMMERMANN (B.), "Mittelalterliche Geschossspitzen. Kulturhistorische, archäologische und archäometallurgische Untersuchungen", Bâle, 2000 (*Schweizer Beiträge zur Kulturgeschichte und Archäologie des Mittelalters*, 26) p. 44.

I-1-2 Carreaux d'arbalète, type B



- Fer

- Longueur totale : de 80 à 90 mm en moyenne (entre 60 et 70 pour les variantes de tailles plus réduites) ; largeur pointe de 4 x 4 à 6 x 6 mm ; diamètre douille : de 8 à 10 mm ; poids : 35 g (10 g pour les plus petits)

Ce fer de trait présente une structure pyramidale régulière. La pointe de section carrée s'inscrit dans le prolongement de la douille tronconique relativement plus large et légèrement plus courte que le fer. Ce carreau est caractérisé par un fer assez effilé. Il ne possède pas de rétrécissement marqué entre la pointe et la douille, cette dernière étant formée par l'enroulement d'une feuille de métal issue de la pointe. Il se différencie des autres traits de type A, par exemple, par sa forme générale beaucoup plus ramassée et son rapport pointe/douille. Celui-ci est proche de 1 : cela se caractérise par un équilibre dans les proportions des deux parties constitutives du carreau. Deux variantes sont présentées (B1 et B2). Malgré une similitude dans la forme générale de ces carreaux avec les autres fers du même type, nous avons pu constater une différence de taille, certains objets présentant une dimension moins importante que d'autres (la longueur est souvent comprise entre 50 et 65 mm et la section de la pointe n'excède généralement pas 3 x 3 mm).

Des exemplaires de ce type ont été découverts sur le site de Pymont (Jura, type c), Villy-le-Moutier (Côte-d'Or), Gironville (Ain, type b), Labrit (Landes, US 3119), Lourdes (Hautes-Pyrénées), Frévent (Nord-Pas-de-Calais), Château-Gaillard (Eure), le Guildo (Côte-d'Armor), du Lichtenberg et du Haut-Koenigsbourg (Bas-Rhin). La même chronologie est fournie par les deux premiers sites à peu près contemporains. Dans le premier, l'US 3 dans laquelle ont été mis au jour ces projectiles, est datée du milieu du XIV^e siècle, l'occupation du second est brève et se situe dans le deuxième quart du XIV^e siècle. Les autres sites concernés confirment cette hypothèse de datation. À une époque antérieure, entre le XII^e et le XIII^e siècle, les fers de plus petites dimensions sont utilisés à Montségur (Ariège) et l'Isle-Bouzon (Gers). Les autres objets provenant de ces mêmes fouilles peuvent être datés du milieu du XIII^e siècle.

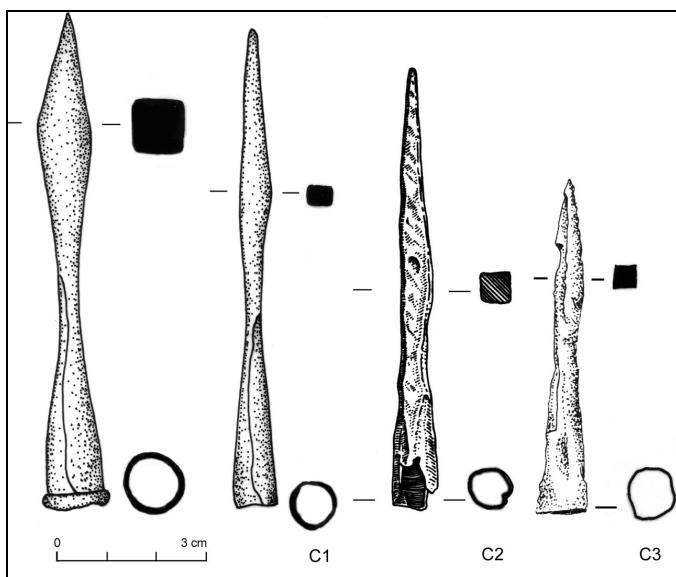
La technique de fabrication est la même que pour le modèle précédent. La douille est formée par l'enroulement d'une feuille de métal issue de l'aplatissement du lingot originel. Le forgeron façonne la pointe, de façon générale, après la douille pour une meilleure préhension avec sa pince. La section carrée ne présente pas de difficulté majeure à forger et ne nécessite pas de gabarit.

Éléments de comparaison étrangers

Il ne semble pas exister d'éléments de comparaison pour la Suisse et l'Allemagne. Ces projectiles ne figurent pas, sauf erreur de notre part, dans l'ouvrage de Bernd Zimmermann. En Italie, ce type a été mis au jour sur le site de Montereale Valcellina (Frioul)⁴³.

43. PIUZZI (F.), "Oggetti di metallo e altri reperti rinvenuti negli scavi" dans ANDREWS (D.) *et al.*, "Ricerche archeologiche nel castello di Montereale Valcellina (Pordenone) ; campagne di scavo del 1983, 1984, 1985, 1986", *Archeologia medievale*, 14 (1987), 4 et 5 pl. 1, p. 143. Ces pointes sont datées des XIII^e-XIV^e siècles.

I-1-3 Carreaux d'arbalète, type C



- Fer
- Longueur totale : entre 60 et 100 ; largeur pointe : entre 6 x 6 et 8x 8 (10 x 10 pour les plus grands) ; diamètre douille : de 8 à 11 mm ; poids : 12 à 20 g

Ce fer de trait présente une pointe à profil en forme de losange, parfois pyramidal, avec un renflement à la base. La section de ces pointes est toujours carrée. La forme générale est effilée bien que la douille conique, plus courte et relativement plus large que le fer, s'évase largement vers le bas. Le diamètre de la douille est donc assez important et devait recevoir une hampe puissante. Par ailleurs, ce type de carreau montre un net rétrécissement central, correspondant à l'inflexion de la pointe vers la douille qui souligne l'évasement de la douille et le renflement de la pointe, situé à environ la moitié de sa hauteur. La première variante C1 présente une pointe plus effilée que le modèle-type. C2 se différencie par le profil général de sa pointe, non plus losangique mais pyramidal, avec un renflement situé immédiatement dans le prolongement de la douille, après un léger rétrécissement. De plus, la douille présente un diamètre plus restreint. Une troisième variante (C3) correspond à un type aux dimensions plus réduites. La longueur de la pointe est sensiblement égale à celle de la douille, celle-ci étant de diamètre supérieur aux autres variantes. Ce carreau, grâce à ses

proportions équilibrées devait avoir une bonne stabilité en vol. Il est parfois identifié, à tort, comme une pointe de flèche⁴⁴.

Pour la période des X^e et XI^e siècles, cette forme est attestée sur les sites de Teulet (Hérault), Saint-Romain (Côte-d'Or), Andone (type d) et Agris (Charente). Pour ce dernier site, il pourrait s'agir de pointes de flèche, car elles sont de petites dimensions. Des niveaux de la fin du XII^e ou du début du XIII^e siècle ont, par ailleurs, livré ce type de mobilier. Il s'agit des sites du Petit-Ringelsberg (Bas-Rhin) et de Wineck (Haut-Rhin). De nombreux exemplaires de ce type proviennent de couches correspondant à une occupation qui se situe pendant les XIII^e et XIV^e siècles. Il s'agit d'un fer de trait très répandu à cette époque, comme le montrent les nombreuses trouvailles sur différents sites notamment à Rougiers (Var), Lourdes (Hautes-Pyrénées), Cabaret (Aude), Montségur (Ariège), Essertines (Loire), Labrit (Landes), Auberoche (Dordogne), Châtelneuf (Jura), Lille (Nord), Villy-le-Moutier (Côte-d'Or), Brandes-en-Oisans (Isère), Lichtenberg et Grand-Geroldseck (Bas-Rhin).

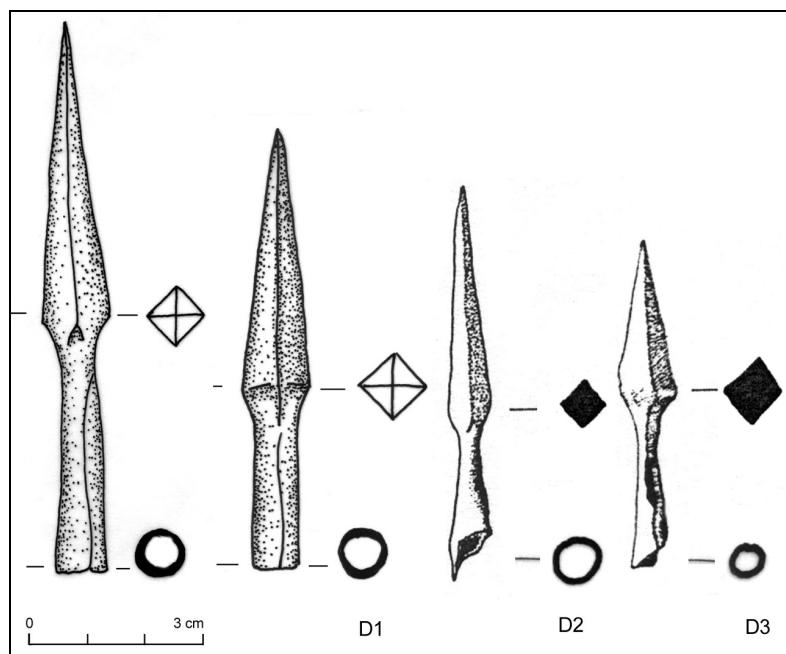
Cependant, ces carreaux d'arbalète ont pu être utilisés postérieurement à cette période. En effet, des fers de trait de ce type ont été mis au jour dans des niveaux plus tardifs sur les sites des châteaux de Mâlain (Côte-d'Or), du Vuache (Haute-Savoie) et d'Essertines (Loire), mais paraissent cependant plus anciens que la période d'enfouissement. D'autre part, il s'agit d'une forme qui se caractérise par sa grande diffusion et sa pérennité. Cette forme de fer de trait (pour les gabarits les plus réduits) a pu être emmanchée sur des flèches destinées aux arcs. Ce type de carreau d'arbalète nécessite un travail à la forge un petit peu plus long que pour les exemplaires précédents, à savoir les modèles A et B. En effet, la pointe présente un profil plus travaillé avec un amincissement central.

44. HALBOUT (P.), PILET (C.), VAUDOUR (C.) (dir.), "Corpus des objets domestiques et des armes en fer de Normandie du I^{er} au XV^e siècle", *Cahier des Annales de Normandie*, 20 (1987).

Éléments de comparaison étrangers

Ce type C correspond au type T 1-4 défini par Zimmermann (pl. 5, p. 45). L'auteur le date de la fin du XII^e et du début du XIII^e siècle à partir du contexte stratigraphique d'un seul site suisse, le château de Nänikon-Bühl, qui a livré plus de 200 fers de trait. En Italie, ce type est présent sur le site de Castel Delfino (Ligurie)⁴⁵, de Zignago (Ligurie)⁴⁶, Montaldo di Mondovì (Piémont)⁴⁷, mais aussi à *Leopolis*-Cencelle (Latium)⁴⁸.

I-1-4 Carreaux d'arbalète, type D



- Fer
- Longueur totale : entre 65 et 70 mm ; largeur pointe 6 x 6 ; diamètre douille : 8-9 mm ; poids : de 6 à 12 g

45. MILANESE (M.), "Lo scavo archeologico di castel Delfino (Savona)", *Archeologia medievale*, 9 (1982), n° 30 bis, pl. III, p. 89, n° 62, pl. V, p. 95 et n° 159, pl. IX, p. 103.

46. FERRANDO CABONA (I.), GARDINI (A.), MANNONI (T.), "Zignago 1 : Gli insediamenti e il territorio", *Archeologia medievale*, 5 (1978), p. 303-304.

47. MICHELETTO (E.), GAMBARI (M. V.), *Montaldo di Mondovì, op. cit.*, type B1.2, pl. 113, p. 205.

48. (CC 96, n° 157, n° 159 et n° 135 (US 1150) voir BOUGARD (F.), *Fouilles de l'École Française de Rome...op. cit.*

Ce type de fer de trait est beaucoup plus court et trapu que le précédent. La pointe à section carrée et profil pyramidal à quatre faces possède un renflement situé près de la douille, au-dessus d'un étranglement relativement prononcé. Cette douille, quasiment circulaire, est formée par l'enroulement d'une feuille de métal battue, issue de la pointe qui est un peu plus longue que la hampe (le rapport pointe/douille est de 1,4 environ pour tous les exemplaires mis au jour). La forme générale de la variante D1 reste la même, bien que les dimensions soient légèrement moindres et la douille moins évasée. Nous avons pu noter quelques variantes portant sur l'infexion entre la pointe et la douille beaucoup plus marquée, le renflement de la pointe étant d'autant plus net. Les types D2 et D3 présentent un renflement de la pointe plus marqué. La douille est conique et non plus circulaire. D'autres exemplaires trouvés en fouille présentent une forme plus ramassée, plus trapue. La structure pyramidale de la pointe est très nette et le fer assez fort (10 mm en moyenne, comme sur le site du Haut-Koenigsbourg).

Les fers de petite taille qui appartiennent à ce type sont relativement peu nombreux sur l'ensemble des sites étudiés et semblent être les plus anciens puisqu'ils ont été mis au jour dans des niveaux stratigraphiques attribuables au XI^e siècle. Les pointes, au renflement bien marqué et de petites dimensions, sont utilisées de façon localisée sur la motte de Décines-Charpieu (Rhône)⁴⁹ et ce type se retrouve sur les sites voisins et à peu près contemporains de Chirens, Charavines (Isère, dans des niveaux de 1000-1040)⁵⁰, mais aussi Saint-Romain (Côte-d'Or, type a)⁵¹. Montcy (Ardennes) et Tours (Indre-et-Loire) et le Plessis-Grimoult (Calvados)⁵² plus éloignés géographiquement, paraissent confirmer cette même datation. À une époque plus récente, les exemplaires de ces fers de trait, dont la pointe se trouve dans le prolongement de la douille, ont cependant été en usage sur le site de Rougemont-le-Château (Territoire de Belfort) à la fin du XII^e et au début du XIII^e siècle, durant la première phase d'occupation du site. Ils ont aussi été en usage à Albon (Drôme), l'Isle-Bouzon (Gers), Ottrott (type a, Bas-

49. Ces objets pèsent entre 15 et 25 g pour une longueur comprise entre 4,4 et 6,9 cm. BOUVIER (A.), FAURE (E.), BOUCHARLAT (E.), MONNIER (J.), "La motte de Décines-Charpieu (Rhône)", *Archéologie Médiévale*, 22 (1992), p. 131-309.

50. COLARDELLE (M. et R.), "L'habitat médiéval immergé de Colletière à Charavines (Isère). Premier bilan des fouilles.", *Archéologie Médiévale*, 10 (1980), p. 168-269, 167, fig. 38-7.

51. *Bourgogne médiévale, la mémoire du sol : 20 ans de recherches archéologiques*, Catalogue de l'exposition, Mâcon, 1987.

52. HALBOUT (P.), PILET (C.), VAUDOUR (C.) (dir.), "Corpus des objets domestiques...", *op. cit.*

Rhin), Haut-Eguisheim, Rubercy (Calvados) dans des niveaux de la fin du XII^e et du début du XIII^e siècle. Au XIII^e siècle toujours, ils sont en usage sur les sites de Blanzy (Saône-et-Loire), d'Obersteinbach, et d'Ortenberg (Bas-Rhin, numéro d'inventaire AA47). Au château du Guildo (Côtes-d'Armor), la forme est beaucoup plus trapue, même si elle reste globalement la même (niveaux stratigraphiques datés de 1475-1500 environ). Ces deux dernières variétés de carreaux (D2 et D3) sont des pièces bien connues sur tous les sites castraux des abords de l'an Mil, en particulier de la région Rhône-Alpes. Les différentes formes que peuvent prendre ce même modèle ne seraient donc pas dues à une évolution chronologique, mais semblent plutôt correspondre à des cibles différentes ou plus certainement à des armes de divers gabarits. La petite taille et la légèreté de ces traits peuvent surprendre, en particulier celles des deux dernières variantes. En effet, les carreaux présentés ici sont très différents des lourds fers de trait tirés à l'aide d'arbalètes métalliques que l'on utilise sur les champs de bataille européens aux XIV^e et XV^e siècles. Cependant, nous maintenons l'interprétation de ces pièces d'armement comme carreaux d'arbalète, du fait de leur différence avec les pointes de flèche découvertes sur les sites d'habitat des périodes immédiatement postérieures⁵³.

D'après Michel Colardelle, ces pointes doivent être ordinairement "réservées à la chasse de petits animaux". Les autres sites étudiés pour lesquels la chasse reste une activité marginale et la fonction militaire est bien représentée semblent néanmoins infirmer cette hypothèse. Des exemplaires de ces fers, similaires, ont peut-être pu présenter des fonctions polyvalentes. Certains exemplaires présentent une douille creuse vraisemblablement réalisée par poinçonnage à chaud. Pour un projectile de Rubercy (Calvados), l'analyse a montré que cet objet, constitué de fer pur à très gros grains contenait de nombreuses scories ; il ne présente pas de durcissement de la pointe par carburation.

Éléments de comparaison étrangers

53. (*Un*) *Village au temps de Charlemagne, moines et paysans de l'abbaye de Saint-Denis du VII^e siècle à l'An Mil*. Catalogue de l'exposition, Paris, Réunion des musées nationaux, 1988.

Les variantes de petit format correspondent au type T 1-1 (Zimmermann, 2000, p. 35)⁵⁴. En effet, ils ont été mis au jour sur des sites fouillés, ou conservés dans des arsenaux des pays limitrophes comme l'Allemagne et la Suisse. Plusieurs sites ont fait l'objet de fouilles déjà anciennes. Certains ont une occupation brève et bien datée. Parmi ceux-ci, peuvent être cités les sites fortifiés de Entersburg, Hildagsburg (Allemagne) et les châteaux de Ordensburg⁵⁵, Mörsburg, Schönenwerd, Grenchen (Suisse). Cet auteur date les projectiles de ce type des X^e-XII^e siècles. Cette interprétation confirme celle que nous avons émise ; ce serait donc le type le plus ancien utilisé au Moyen Âge en Europe occidentale. En effet, il est attesté sur ces fouilles, en même temps que des éléments d'arbalète dans des niveaux du X^e-XI^e siècle. Il est souvent retrouvé en relation avec les exemplaires du type A, en forme d'alène de petit format⁵⁶. En Allemagne, ont été mis au jour sur les sites fortifiés du *limes*, datés des II^e et III^e siècles ap. J.-C., une multitude de ces carreaux de petit format (voir fig. 31, les carreaux des sites romains de Rheingönheim et Saalburg)⁵⁷. Ces séries sont suffisamment importantes pour que l'on s'y attarde. Elles tendraient à confirmer l'utilisation intensive de l'arbalète au Bas-Empire en contexte militaire et remettraient en question la conception du carreau d'arbalète comme une pure innovation du Moyen Âge. En France, il n'existe pas à notre connaissance de découvertes similaires pour ces périodes. La présence de tels objets sur le *limes* serait peut-être à mettre en relation avec l'intervention de troupes auxiliaires à l'armée romaine.

54. ZIMMERMANN (B.), "Mitteralterliche Geschoss-spitzen...", *op. cit.* La typologie de ce chercheur est difficilement manipulable et parfois incomplète, même si elle se veut exhaustive (manque de transparence dans les références stratigraphiques, problèmes de localisation des sites, difficile maîtrise de la synthèse historique). Nous la citons systématiquement, car c'est la seule existante pour la période médiévale.

55. BITTERLI (T.), GRÜTTER (D.), "Alt-Wädenswil. Vom Freiherrenturm zur Ordensburg", Bâle, 2001 (*Schweizer Beiträge zur Kulturgeschichte und Archäologie des Mittelalters*, 27), n° 318 fig. 30.

56. Le mobilier mis au jour par Dieter BARTZ à Schlössel en Rhénanie en est une bonne illustration.

57. À propos des fers de trait de Saalburg, voir ERDMANN (E.), "Vierkantige Pfeilspitzen aus Eisen von der Saalburg", *Saalburg Jahrbuch*, 38 (1982), p. 5 et MANNING (H.), *Catalogue of the romano-british iron tools, fitting and weapons in the British Museum*, Londres, 1985, pl. 82-85. Pour ceux de Rheingönheim voir ULLBER (G.), "Das frührömische Kastell Rheingönheim. Die Funde aus den Grabungen 1912 und 1913", *Limesforschungen*, 9 (1969), Berlin, pl. 46, 9-13 et 16-23.

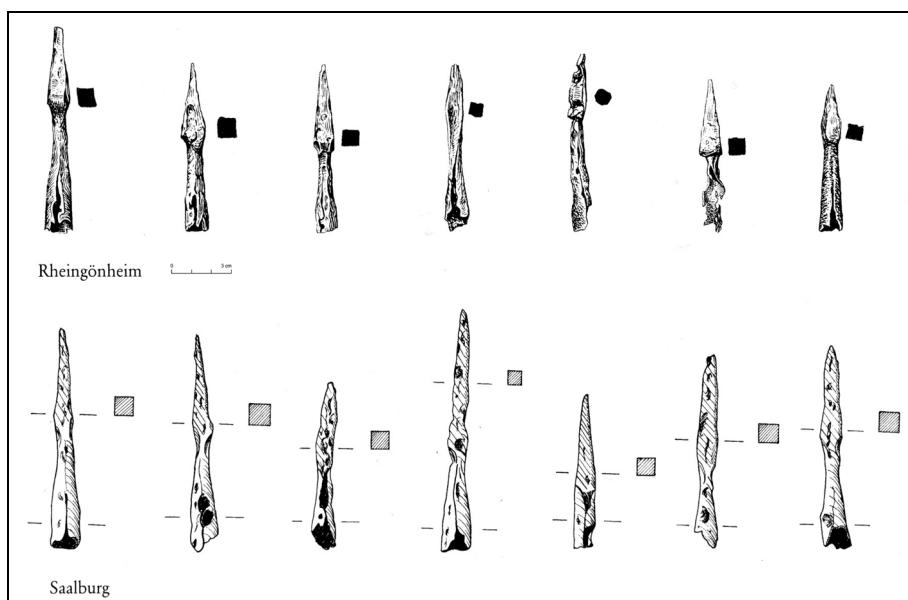


Figure 31. *Projectiles de Rheingönheim et Saalburg (Allemagne, Bas-Empire)*

En Angleterre, le site de Goltho (Lincolnshire), qui a fait l'objet de fouilles de sauvetage de 1971 à 1974, a permis de mettre au jour des restes de bâtiments fortifiés de type "motte and bailey". Des pointes de type D ont été découvertes dans des niveaux calés entre 1080 et 1150. Le site de Baile Hill à York, occupé durant la seconde moitié du XI^e a aussi livré ce type de pointe⁵⁸, ainsi que Acre Castle (Norfolk)⁵⁹. Les objets de plus grande taille pourraient être assimilées au type Jessop M8⁶⁰. Il a été mis au jour sur les sites fortifiés de Loughor, Criccieth, Castell-y-Bere (Pays de Galles)⁶¹, Dryslwyn (Dyfed, Pays de Galles, fin XIII^e-XV^e siècles)⁶², Montgomery (Pays de Galles)⁶³, Dysert⁶⁴, The Mount (Buckinghamshire)⁶⁵, Doonbought Fort (Ulster)⁶⁶, Urquhart

58. ADDYMAN (P. V.), PRIESTLEY (J.), "Baile Hill, York : a report on the institute's excavations", *Archaeological Journal*, 134 (1977), Londres, n° 19-25, fig. 10, p. 138.

59. GOODALL (I. H.), "Iron Object" dans GOAD (G.), STREETE (A. D. F.), "Excavations at Castle Acre Castle...", *op. cit.*, fig. 42, p. 236, n° 160-162.

60. JESSOP (O.), "A new artefact typology...", *op. cit.*, M8, fig. 1, p. 194.

61. Les fers de trait sont conservés au Musée National du pays de Galles et ne sont pas publiés.

62. JESSOP (O.), "Weapons" dans CAPLE (C.) et WEBSTER (P.), *Excavations at Dryslwyn Castle...*, *op. cit.* ; "A new artefact typology...", *op. cit.*, note 81, p. 202.

63. KNIGHT (J. K.), "Excavations at Montgomery castle", *Archaeologia Cambrensis*, 142 (1993), p. 226-228, n° 10-14.

64. GLENN (T. A.), "Prehistoric and historic remains at Dysert castle", *Archaeologia Cambrensis*, 15 (1915), p. 63-64.

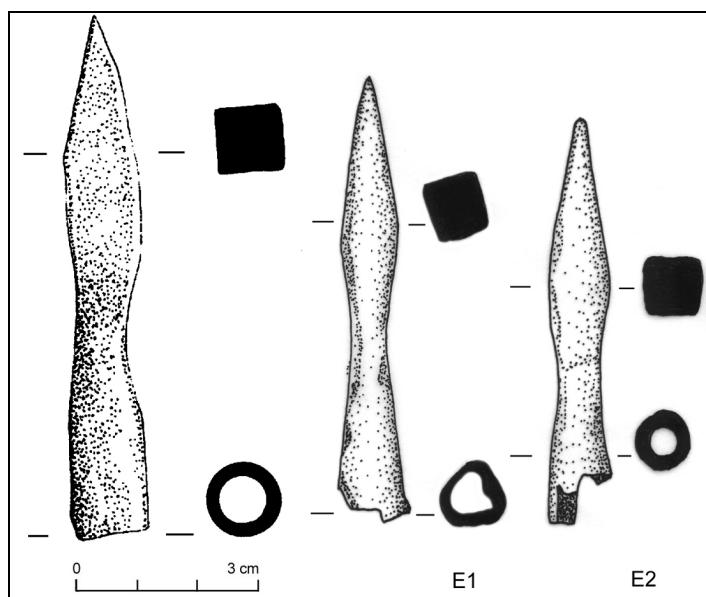
65. PAVRY (F. H.), KNOCKER (S. M.), "The mount, princes Risborough", *Records of Buckinghamshire*, 16 (1957-58), p. 160, n° 4.

66. Mc NEILL (T. E.), "Excavations at Doonbought, Co. Antrim", *Ulster J. Archaeol.*, 40 (1977), p. 77-78, n° 19.

(Écosse)⁶⁷, Rhuddlan (Clwyd, Pays de Galles, XIII^e siècle)⁶⁸. Tous ces sites des îles Britanniques confirment la datation milieu XIII^e-XV^e siècles avancée par Oliver Jessop.

En Italie, des fers de trait similaires ont été mis au jour sur les sites fortifiés de Montaldo di Mondovì (Piémont) et San Giorgio (dans des niveaux des XI^e et XII^e siècles). Ce dernier site a été particulièrement riche en trouvailles de ce type⁶⁹.

I-1-5 Carreaux d'arbalète, type E



- Fer
- Longueur totale : entre 65 et 85 mm ; largeur pointe : 11 x 11 mm ; diamètre douille : entre 11 et 12 mm ; poids : entre 21 et 25 g

Ce carreau présente une pointe au profil losangique parfois foliacé, de forte section carrée. La forme générale est relativement trapue, bien qu'un étranglement assez marqué soit perceptible entre la pointe et la douille. Le diamètre de la douille est important et doit recevoir une hampe puissante. Ce nouveau type pourrait être rapproché

67. SAMSON (R.), "Finds from Urquhart Castle", *Proc. Soc. Antiq. Scot.*, 112 (1982), p. 466-69, n° 26-28.

68. GOODALL (I. H.), "Arrowheads" dans QUINNELL (H.) *et al.*, "Excavations at Rhuddlan, Clwyd 1969-75, Mesolithic to medieval", *C. B. A. Res. Rep.*, 95 (1994), p. 188-189, n° 146, 150-52.

69. MICHELETTO (E.), GAMBARI (M. V.), *Montaldo di Mondovì...*, *op. cit.*, pl. 113, n° 4-5, p. 205. FERRANDO CABONA (I.), GARDINI (A.), MANNONI (T.), "Zignago 1...", *op. cit.*, p. 309-358.

du type H, mais il se distingue de ce dernier modèle par la section de son fer, carrée et non plus en forme de losange. Les proportions de ces carreaux ne laissent planer aucun doute quant à leur vocation militaire : ces fers tirent leur efficacité de leur poids et de leur force d'impact. La variante présentée ci-dessus (E1) offre une pointe au profil losangé, lui donnant un aspect plus découpé. Le diamètre de la douille, ainsi que la longueur totale, sont moindres mais la section de la pointe conserve les mêmes dimensions. Un dernier modèle présente des dimensions plus réduites associé à un profil général similaire.

Nous ne disposons malheureusement que d'un petit nombre d'échantillons qui se répartissent entre quelques sites : Notre-Dame-de-Gravéchon (Seine-Maritime), Châtelneuf (Jura), Artus (Saône-et-Loire), Warthenberg (Bas-Rhin) et l'Isle-Bouzon (Gers, type b). Pour la majorité des sites, ces objets peuvent être rattachés à des contextes des XIII^e et XIV^e siècles. Des projectiles font exception au Plessis-Grimoult (Calvados), à Olby (Puy-de-Dôme) et au Troclar à Lagrave (Tarn) puisqu'ils ont été mis au jour dans des niveaux archéologiques des XI^e et XII^e siècles.

Éléments de comparaison étrangers

Des exemplaires de ce type ont été mis au jour en Suisse (Zimmermann 2000, p. 40-41, type T 1-2), en particulier dans les châteaux comme Neuenburg, Freudenberg, Lötschenpass (site particulièrement intéressant sur lequel des fûts de bois conservés ont été retrouvés)⁷⁰, Alt-Regensberg, Oldenburg⁷¹ et en Allemagne du Sud-Ouest sur les sites de Achalm, Albeck "Geroldseck", Hirschhorn⁷². Ce type est en usage au XIV^e et XV^e siècles en Allemagne et en Suisse, mais n'a visiblement pas été utilisé de façon massive en Alsace. En revanche, le n° 1814 (pl. 6, p. 55) pourrait se rapprocher d'un exemplaire découvert à Kaysersberg (Haut-Rhin, voir fig. 32).

70. Voir MEYER (W.), "Armbrustbolzen im Gletschereis. Versuche einer waffenkundlichen und historischen Deutung", *Nachrichten des Schweizerischen Burgenvereins*, 4 (1995), p. 128.

71. Oldenburg : BITTERLI (T.), GRÜTTER (D.), "Alt-Wädenswil. Vom Freiherrenturm zur Oldenburg...", *op. cit.*, fig. 30 n° 327 à 332.

72. Des exemplaires de ce type provenant de lots bien conservés ont été mis en évidence par Bernd Zimmermann. Ils sont conservés en Suisse au Musée historique de Luzern et au Musée régional de Zürich. Ils sont datés grâce aux inventaires d'arsenaux des forteresses dans lesquels ils ont été découverts.

Figure 32. Variantes des types Zimmermann T 1-2 et T 1-5s

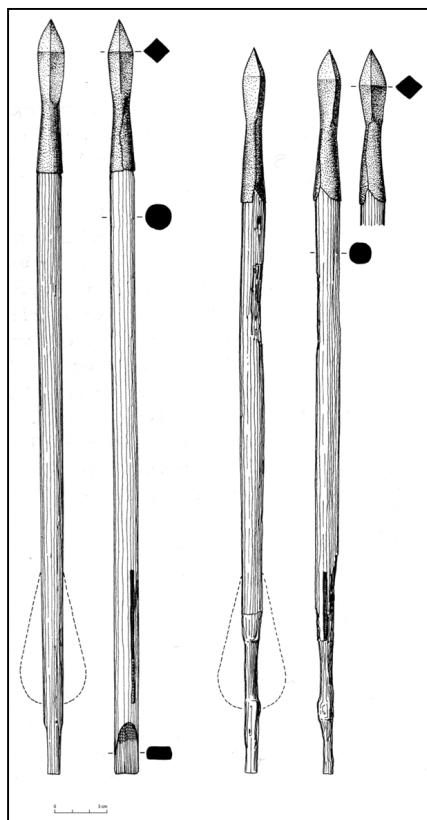
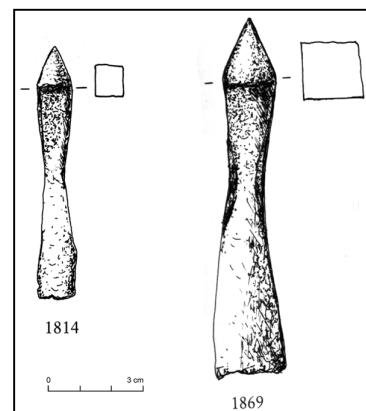


Figure 33. Carreaux du site de Habsburg, Suisse, canton d'Argovie (type Zimmermann T 1-5l)

Il est en usage en Italie sur le château de Ripafratta, situé près de Pise (Toscane)⁷³. Il apparaît dans un ensemble d'une centaine de fers de trait mis au jour. Le même type se retrouve sur le site de Scribla (Calabre)⁷⁴ et de Castel Delfino (Ligurie)⁷⁵ où il paraît avoir été en usage du XIII^e au XIV^e siècle. Des fers de trait de ce type ont été mis au jour en Belgique, à Liège, lors d'un dragage de la Meuse au XIX^e siècle⁷⁶.

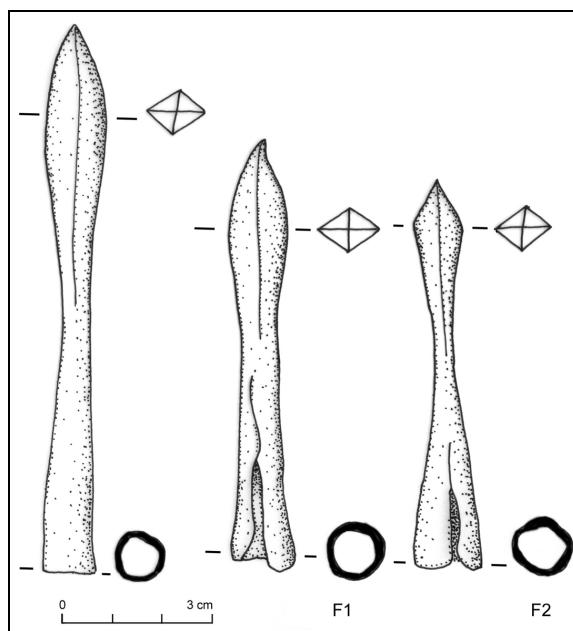
73. AMICI (S.), "I reperti metallici..." dans BERNARDINI ABELA (E.) et al., "Ripafratta (Pisa). 3", *Archeologia Medievale*, 16 (1989), fig. 15, 14-15 et REDI (F.), VANNI (F. M.), "Ripafratta (Pisa). Rapporto Preliminare, 1983-1986", *Archeologia Medievale*, 14 (1987).

74. FLAMBARD (A.-M.), *Le château de Scribla et la basse vallée du Crati du XIII^e au XV^e siècle, Contribution à l'étude historique et archéologique de l'habitat fortifié en Italie méridionale*, Thèse de doctorat troisième cycle en archéologie médiévale, de M. de Boüard (dir.), Université de Caen, 1983, n° 5, pl. 53.

75. MILANESE (M.), "Lo scavo archeologico di castel Delfino (Savona)...", *op. cit.*, n° 143, pl. VIII, p. 101.

76. Ces projectiles conservés au musée Curtius à Liège ont été publiés par GAIER-LHOEST (J.), "Pointes de flèche et carreaux du bas Moyen Âge trouvés dans le lit de la Meuse à Liège", *Armi Antiche*, 9 (1962), p. 83-92. Ils sont datés des XIV^e-XV^e siècles.

I-1-6 Carreaux d'arbalète, type F



- Fer
- Longueur totale : entre 79 et 106 mm ; largeur pointe : entre 10 et 14 mm ; diamètre douille : 10-12 mm ; poids : entre 15 et 20 g

Ce fer de trait présente une forme générale très élancée. Sa pointe à profil foliacé, de section carrée ou légèrement losangée (rapport proche de 1), est située dans le tiers supérieur de sa hauteur. La forme est effilée bien que la douille conique soit parfois relativement plus large que le fer. Le diamètre de la douille est cependant assez restreint. Par ailleurs, ce type de carreau montre un net rétrécissement central, correspondant à l'inflexion de la pointe vers la douille accentué par l'évasement de cette dernière. Une première variante (F1) correspond à un type aux dimensions plus réduites, bien que la forme générale reste la même. Ce carreau, grâce à ses proportions équilibrées, devait avoir une bonne capacité de perforation. La seconde variante (F2) se différencie par le profil général de sa pointe, non plus foliacé, mais losangique avec des angles beaucoup plus marqués. De plus, la douille présente un diamètre plus important que la largeur de la pointe.

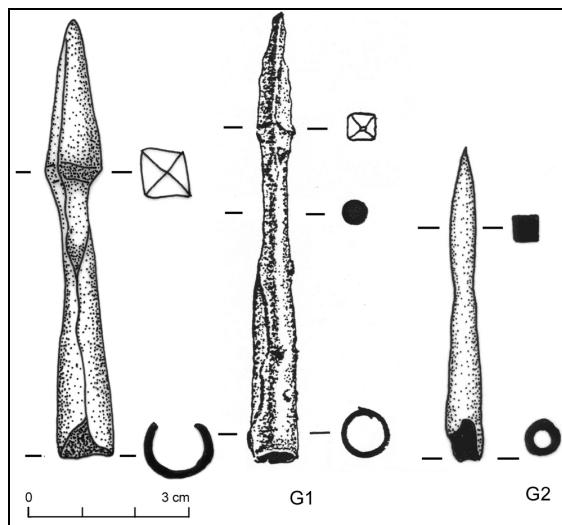
Ces objets se rencontrent fréquemment sur les sites du Haut et du Bas-Rhin comme Weyersheim, Ortenberg, Landsberg, Hohenfels, Haut-Eguisheim, Birkenfels, Castelnaud, Lichtenberg, mais aussi à Lützelbourg (Moselle), Castelnaud (Dordogne) Albon (Drôme), Guildo (Côtes-d'Armor), Labrit (Landes), Montaigut (Tarn) et Saint-Romain (Côte-d'Or). Ces traits sont en usage aux XII^e et XIII^e siècles sur l'ensemble du territoire, sauf au Guildo (XV^e siècle).

La technique de fabrication est la même que pour les exemplaires précédents. La feuille de métal dont l'enroulement forme la douille est parfois non jointive.

Éléments de comparaison étrangers

Ce type pourrait se rapprocher de certains fers de trait du type T 2-5s (n° 1544, p. 53) défini par Zimmermann. L'auteur les situe aux XIV^e et XV^e siècles. Plus probablement, il faudrait classer les plus grands exemplaires comme fers de baliste.

I-1-7 Carreaux d'arbalète, type G



- Fer
- Longueur totale : entre 59 et 84 mm ; largeur pointe : entre 6 x 6 et 10 x 10 ; diamètre douille : entre 6 et 10 ; poids : 12 à 15 g

Ce type de fer de trait présente une pointe courte, effilée, mais dissociée de la douille par un étranglement. Cette pointe possède une section carrée et un profil pyramidal à quatre faces. La douille est relativement longue et s'évase vers le bas. Nous avons pu noter deux variantes portant sur l'infexion de la pointe vers la douille, cette dernière étant moins marquée ou située légèrement plus bas. La longueur totale de la première variante (G1) est plus élevée, mais les dimensions de sa section sont moindres. La seconde variante présente le même profil général.

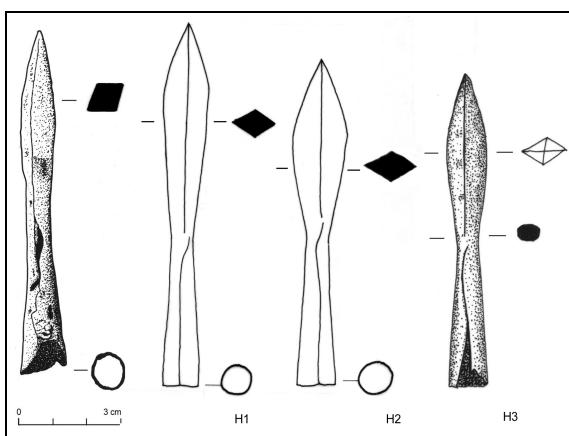
Ces projectiles ont été utilisés sur les sites d'Orgueil (Lot) et de l'Isle-Bouzon (Gers, type a), Haut-Koenigsbourg (Bas-Rhin, type d) et Tours (Indre-et-Loire). Mais, en l'absence d'un corpus suffisant d'objets, il ne nous est pas possible d'affirmer que ces fers ont été en usage dans une zone géographique particulière. D'après les données stratigraphiques issues de la fouille, ces variétés de carreaux appartiendraient au contexte des XIII^e et XIV^e siècles.

Éléments de comparaison étrangers

Bernd Zimmermann n'a pas mis en évidence de tels types en Suisse et en Allemagne du Sud-Ouest (Bade-Württemberg).

I-2 Carreaux à pointe de section losangique, profil lancéolé, pyramidal : types H, I

I-2-1 Carreaux d'arbalète, type H



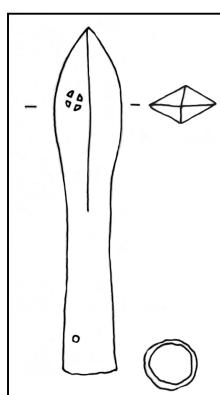
- Fer
- Longueur totale : entre 75 et 98 mm ; largeur pointe : de 10 à 15 mm ; diamètre douille : de 10 à 14 ; poids : entre 20 et 30 g

Ce type de fers de trait présente des dimensions imposantes, mais avec une forme générale relativement élancée. L'infexion centrale entre la pointe et la douille est bien marquée. Ce carreau possède une pointe dite "en feuille de saule" de profil ovale et une section en losange. Celle-ci, en forme d'amande plus ou moins allongée, est relativement lourde. Sa douille tronconique est formée par l'enroulement d'une feuille de métal et présente un diamètre relativement constant entre les divers exemplaires répertoriés.

Ce fer de trait est bien représenté dans l'ensemble du corpus d'objets étudiés. Il peut être attribué, en grande partie, au XIV^e et au début du XV^e siècle. En effet, la même chronologie est fournie par les différents sites. À cette époque, il est largement utilisé dans de nombreux châteaux alsaciens (en particulier sur le site de Rougemont, voir carte 9, type H en vert clair), mais aussi de façon plus épars à Mont-Vireux (Ardennes), Gironville (Ain, type c), Albon (Drôme), Guildo (Côtes-d'Armor), Castelnau (Dordogne), Saint-Vaast-sur-Seulles (Calvados) et Toulouse (Haute-

Garonne). De façon générale, le type H est caractéristique des régions orientales pour la fin de la période médiévale.

Les proportions de ces carreaux ne laissent planer aucun doute quant à leur vocation militaire et il est à supposer qu'ils sont utilisés avec une grande arbalète de guerre portative. Ces fers, grâce à leurs qualités propres, tirent leur efficacité de leur poids et de leur force d'impact. Par ailleurs, la forme lancéolée et la section plus ou moins aplatie permettent d'augmenter sa portance et de contrebalancer son poids élevé qui est un obstacle à des tirs de longue distance. Certains projectiles de ce type présentent une marque d'artisan, un poinçon sur une des facettes de la pointe. Cet



exemplaire, découvert au château de Haut-Barr (Alsace) et conservé au musée de Saverne est daté des XIV-XV^e siècles. Il montre un trou de fixation à la base pour assujettir cette pointe sur le fût de bois à l'aide d'un clou. Il s'agit vraisemblablement d'un projectile réservé à l'épreuve des armures. Autrement pourquoi l'artisan aurait-il pris la peine de le distinguer des autres ? La mise au jour d'un tel objet dans ce contexte est pour le moins étonnant.

Éléments de comparaison étrangers

Ce carreau présente des variantes de formats divers. Les types Zimmermann T 2-4 et T 2-51 pourraient correspondre aux modèles petits formats présents dans notre corpus (en particulier sur le site de Rougemont). L'auteur a répertorié ce carreau sur de nombreux sites suisses⁷⁷, mais n'en donne pas de chronologie précise. Il assure que cet objet se caractérise par sa relative pérennité sans pour autant établir de distinction entre les carreaux de formes légères, effectivement en usage au XII^e siècle et les carreaux les plus lourds, utilisés aux XIV^e et XV^e siècles. Le type Zimmermann T 2-5s (*Schwere Form*) est interprété par l'auteur comme fer de baliste et concorde avec notre propre interprétation. Il regroupe des fers de trait que nous avons classés en deux types : les H

77. Voir ZIMMERMANN (B), "Vergleichsfunde aus der Literatur", *Mitteralterliche Geschoss-spitzen...*, op. cit., p. 50. Ces fers de trait ont été mis au jour en Suisse sur le site de Meilen-Friedberg, MÜLLER (F.), "Die Burgstelle Friedberg bei Meilen am Zürichsee", *Zeitschrift für Archäologie des Mittelalters*, Bâle, n° 34-41, fig. 20, p. 36 et Ordensburg : BITTERLI (T.), GRÜTTER (D.), "Alt-Wädenswil. Vom Freiherrenturm zur Ordensburg...", op. cit., fig. 30, n° 323 et 324.

et les I de grandes dimensions. La fouille de châteaux en République tchèque a permis de mettre au jour de tels fers⁷⁸.

En Angleterre, plusieurs sites ont livré des fers de trait de ce type. Il correspond à deux modèles définis par Oliver Jessop : M9 et M10 pour les projectiles de petites dimensions⁷⁹. Le premier type (100-140 mm) a été mis en évidence lors des fouilles des châteaux de Carrisbrooke⁸⁰, Dryslwyn (Dyfed, Pays de Galles, milieu XIII^e-XV^e siècles)⁸¹, Milton Keynes (Buckinghamshire)⁸², Rumney (Glamorgan, Pays de Galles)⁸³, Castell-y-Bere (Pays de Galles)⁸⁴, Urquhart⁸⁵. Le second modèle (30-80 mm)⁸⁶ a été individualisé sur les sites fortifiés de Castell-y-Bere (XIII^e siècle), Criccieth⁸⁷, Dryslwyn (Dyfed, fin XIII^e-XV^e siècles), Pevensey⁸⁸, Llandough (Pays de Galles, XIII^e siècle)⁸⁹, Montgomery (Pays de Galles)⁹⁰, The Mount (Buckinghamshire)⁹¹, Urquhart⁹². Ils sont interprétés par le chercheur anglais comme des projectiles destinés à transpercer les armures.

Des exemplaires de formes relativement légères ont été mis en évidence à Castel Zuccola (Frioul, Italie)⁹³.

78. KOURIL (P.), "Die Burg Freudenstein in Schlesien und ihr Hinterland", *Život v° archeologii středověku*, Prague, 1988, n° 7-12, fig. 4, p. 391.

79. JESSOP (O.), "A new artefact typology...", *op. cit.*, M9 et M10, fig. 1, p. 194.

80. FAIRBROTHER (M.), "Objects of iron" dans YOUNG (C.), "Excavations at Carrisbrooke Castle", *English Heritage Archaeol. Rep.*, à paraître voir JESSOP (O.), "A new artefact typology...", *op. cit.*, note 115, p. 203.

81. JESSOP (O.), "Weapons" dans CAPLE (C.) et WEBSTER (P.), "Excavations at Dryslwyn Castle...", *op. cit.* ; "A new artefact typology...", *op. cit.*, note 81, p. 202.

82. GOODALL (I. H.), "Weapons" dans MYNARD (D. C.), "Excavations on medieval and later sites in Milton Keynes, 1972-80", *Buckingham Archaeol. Soc. Mono. Ser.*, 6 (1994), p. 78-83, n° 64.

83. LLOYD-FERN (S.), SELL (S. H.), "Objects of iron, bronze and bone" dans LIGHTFOOT (K. W. B.), "Rumney Castle...", *op. cit.*, fig. 13, p. 135, n° 17.

84. Les fers de trait mis au jour sur ce site sont conservés au Musée National du pays de Galles et ne sont pas publiés.

85. SAMSON (R.), "Finds from Urquhart Castle...", *op. cit.*, p. 466-69, n° 24.

86. WARD PERKINS (J. B.), *London Museum Medieval Catalogue*, t. 7, Londres, 1940, types 8 et 10, fig. 16, p. 65.

87. O'NEIL (B. H.), "Criccieth Castle-Caernarvonshire", *Archaeologia Cambrensis*, 98 (1945), p. 40-41, n° 3-4.

88. Les objets n'ont pas été encore publiés et sont conservés au British Museum.

89. BREWER (R. J.), LEWIS (H. J.), "Ironwork", dans ROBINSON (D.), "Biglis, Caldicot and Llandough : 3 Late Iron Age and romano-british sites in southeast Wales, excavated 1977-79", *British Archaeol. Rep. British Ser.*, 188 (1988), p. 173-74, n° 11.

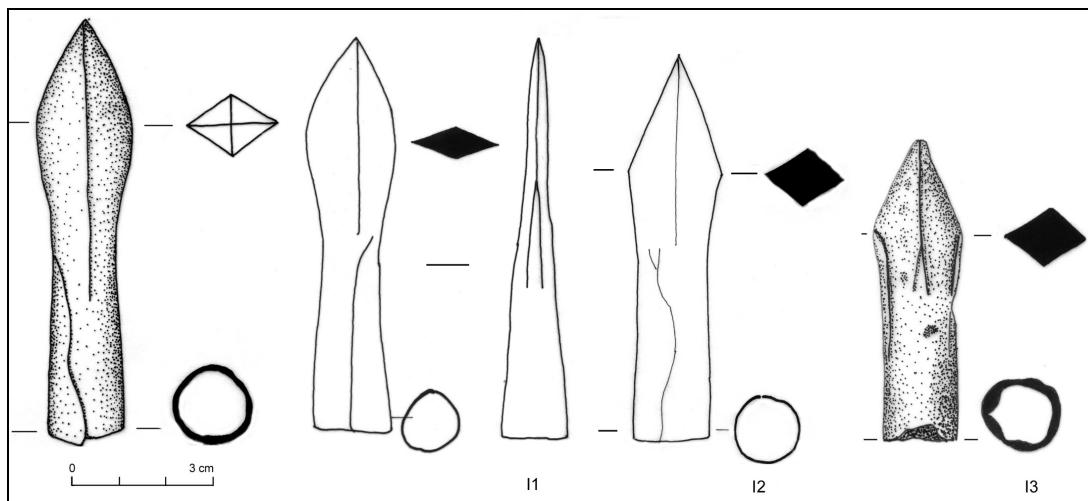
90. KNIGHT (J. K.), "Excavations at Montgomery castle...", *op. cit.*, p. 226-228, n° 22.

91. PAVRY (F. H.), KNOCKER (S. M.), "The mount, princeps Risborough", *Records of Buckinghamshire*, 16 (1957-58), p. 160, n° 2.

92. SAMSON (R.), "Finds from Urquhart Castle...", *op. cit.*, p. 466-69, n° 23, 25, 29.

93. Les niveaux stratigraphiques sont datés de 1200 à 1364. FAVIA (L.), "Le campagne di scavo al castello di Zuccola...", *op. cit.*, n° 7, pl. 7, p. 266.

I-2-2 Carreaux d'arbalète, type I



- Fer
- Longueur totale : de 65 à 85 mm en moyenne ; largeur pointe : de 10 à 15 mm ; diamètre douille : de 10 à 14 ; poids : de 45 à 55 g

Ce type de carreau présente une forme générale massive. Très lourd et trapu, il possède un rétrécissement marqué entre la pointe et la douille. La pointe, au profil en amande, montre une section losangée. Celle-ci est relativement plus large que la douille quasiment cylindrique qui s'évase très légèrement vers le bas. Son diamètre est important et devait recevoir une hampe en bois très puissante. Trois variantes (I1, I2 et I3) existent. La première variante de ce type présente une pointe toujours aussi large et de même profil, mais beaucoup plus plate. La seconde différence se situe au niveau de la pointe : sa forme générale est beaucoup plus anguleuse et possède un profil presque en losange et non plus foliacé. La troisième variante peut être établie à partir de la section de la pointe toujours en losange, mais beaucoup plus plate, se rapprochant de celles des pointes de flèche et jouant par leur tranchant et leur capacité de vol autant que par leur force d'impact. Des objets aux dimensions beaucoup plus imposantes existent : les longueurs peuvent aller jusqu'à 140, 150 mm pour un diamètre de la douille équivalant fréquemment à 25 mm. Ceux-ci présentent la même forme générale mais la pointe, mieux dégagée, est de section carrée. Ils ont été mis au jour à Chastel-Messire-Girard (Haute-Saône) et dans le Territoire de Belfort (trois exemplaires à Rougemont,

type c). Ce type de carreaux très lourd et très long est vraisemblablement décoché par une grande arbalète, peut-être fixée sur un châssis (comme les balistes ou espringales). Du fait de ses dimensions imposantes, son efficacité tient dans sa puissance d'impact ; il est donc particulièrement meurtrier. Cette forme de projectile aurait pour origine, selon Pierre Walter, "les confins germaniques de notre territoire" et demeure en usage à la fin du XIII^e et au début du XIV^e siècle. Ce fer de trait est cependant peu répandu à cette époque, puisqu'il n'en a pas été retrouvé d'autres exemplaires sur des sites plus éloignés géographiquement.

Ce type de carreaux est utilisé sur une demi-douzaine de sites alsaciens, à la même époque, en particulier sur les sites de Dabo, Fleckenstein, Ottrott-Rathsamhausen (type d), Haut-Koenigsbourg, Hohenfels, Lichtenberg et Ortenberg, où il est attesté dans des niveaux de 1290 environ.

Éléments de comparaison étrangers

Des fers de trait de cette variété ont été mis au jour dans le domaine germanique (Suisse et Allemagne, aux châteaux de Mülenen, Wartenberg par exemple). Ils correspondent au type Zimmermann T1-51 (pl. 5, p. 47) et T 2-6 (provenant du dépôt du château de Habsburg, pl. 11, p. 54). L'auteur date le premier type de la seconde moitié du XIII^e et des XIV-XV^e siècles et le second des XIV-XV^e siècles (pour preuve les inventaires d'arsenaux dont il a pu disposer, qui correspondent aux collections aujourd'hui conservées dans les musées suisses et allemands). Des projectiles similaires ont été identifiés sur le site de la bataille de Wisby (Suède, 1361)⁹⁴.

94. THORDEMAN (B.), *Armour from the battle of Wisby 1361*, Stockholm : Kungl Vitterhets Historie och Antikvitets Akademien, 1939.

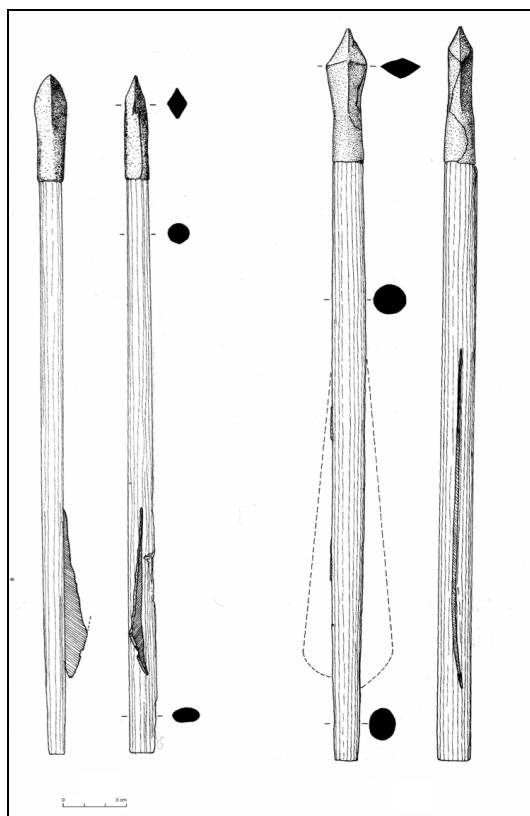
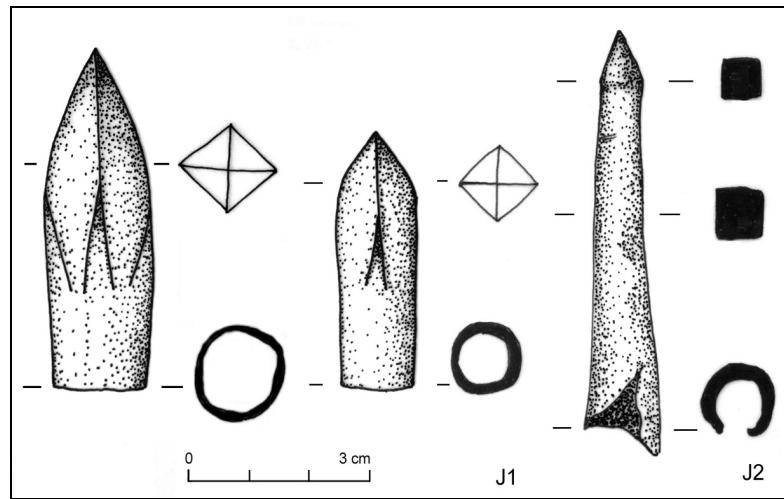


Figure 34. Carreaux du site de Habsburg, Suisse, canton d'Argovie (type Zimmermann T 2-6)

I-3 Carreaux à pointes de profil conique : types J, K, L

I-3-1 Carreaux d'arbalète, type J



- Fer

- Longueur totale : de 35 à 45 mm pour les plus petits jusqu'à 70 mm ; largeur maximale pointe : de 15 x 11 à 18 x 12 mm ; diamètre douille : de 10 à 15 mm ; poids : 40 g pour les plus gros.

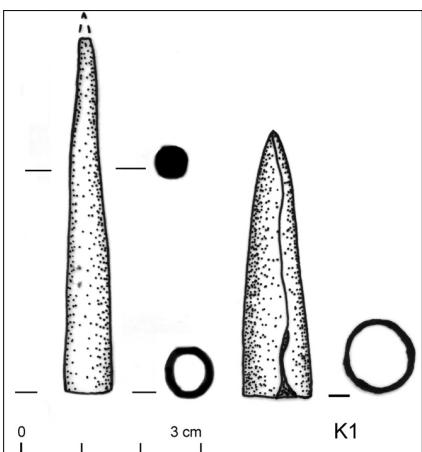
Le modèle J possède un profil en ogive et de section carrée, sans rétrécissement marqué entre la pointe et la douille. Il se rapproche du profil "en forme de balle de fusil". L'essentiel du carreau est constitué par une pointe à quatre pans, vraisemblablement limée après forgeage. La douille, relativement plus courte, est circulaire quoique se rétrécissant légèrement vers le bas. La première variante présente le même profil général, mais des dimensions plus réduites. La variante J2 présente une forme générale beaucoup plus élancée, la douille constituant l'essentiel du carreau, la pointe pyramidale, immédiatement située dans son prolongement, ne coiffe que l'extrémité du projectile. Les pointes sont limées après forgeage. La force de pénétration de ces projectiles, courts et droits, devait être exceptionnelle.

Ce type de modèle a été mis au jour sur les sites de Castelnau (Dordogne, type a et b), l'Isle-Bouzon (Gers, type f), Boulzicourt (Ardennes), Fréteval (Loir-et-Cher), Mâlain (Côte-d'Or), Tours (Indre-et-Loire, type b). Il faut noter la forte concentration de ces traits dans des sites d'Alsace et de Lorraine : Haut-Koenigsbourg (type a), Landsberg, Birkenfels, Hohenfels, Warthenberg (Bas-Rhin), Epinal (Moselle), Richardménil (Meurthe-et-Moselle)...

Éléments de comparaison étrangers

Il est très surprenant que ce type, extrêmement fréquent en Alsace, ne se retrouve pas dans la typologie établie par Bernd Zimmermann pour la Suisse et le Bade-Württemberg.

I-3-2 Carreaux d'arbalète, type K



- Fer

- Longueur totale : de 35 à 45 mm pour les plus petits jusqu'à 70 mm ; largeur maximale pointe : de 15 x 11 à 18 x 12 mm ; diamètre douille : de 10 à 15 mm ; poids : entre 8 et 11 g

Ce carreau est un fer de trait de forme conique, à pointe affûtée pour quelques exemplaires, portant parfois un trou pour la fixation à la base du cône, la douille n'étant pas assez longue pour maintenir correctement le carreau sur le fût de bois.

Quelques objets de ce type sont forgés sans pliage (réalisés par poinçonnage à chaud pour certains). Pour d'autres exemplaires, l'ensemble du carreau est formé par l'enroulement d'une feuille de métal, cette caractéristique le rendant encore plus léger. Il se rapproche, comme le modèle J, du profil en forme de balle. Ce modèle possède une douille relativement large, en particulier pour la variante K1, et ne présente aucun étranglement entre la pointe et la douille. Les diamètres des emmanchements sont dictés par la nécessité d'adapter rigoureusement le trait à la rainure de l'arbrier qui doit être relativement large. Selon Pierre Walter, il doit coiffer la hampe "tel un dé à coudre". Ils sont parfois interprétés comme des coiffes de bourdon de pèlerin. Ce type K, comme le J, ne présente aucune résistance à l'air et pourrait être assimilé aux fers des viretons dont le fût en bois est pourvu d'empennages hélicoïdales.

Ce type a été mis en évidence à Tours (Indre-et-Loire, type e), Auberoche (Aquitaine) et la Salvetat-de-Serres (Haute-Garonne) dans des niveaux des XII^e et XIII^e siècles. Des exemplaires de ce type ont été aussi mis au jour dans la salle théologique du Palais des Papes d'Avignon (Vaucluse) et à Vallergues (Corrèze), Labrit (Landes), Frévent (Pas-de-Calais), Saint-Vaast (Calvados), Guildo (Côtes-d'Armor), Épinal (Vosges), Lichtenberg (Bas-Rhin), Fréteval (Loir-et-Cher, type f), Montségur (Ariège, type c) et Correns (Var), dans des niveaux plus tardifs datés des XIII^e et XIV^e siècles.

Éléments de comparaison étrangers

Cette forme correspond au type Zimmermann T 6-7d. L'auteur les décrit comme extrêmement rares sur les sites suisses et du sud-ouest de l'Allemagne.

En Angleterre, cette forme correspond à deux types définis par Oliver Jessop : le M6 et le MP9 de petit format⁹⁵. Le premier (50-70 mm) est utilisé, d'après l'auteur, entre le XI^e et le XIV^e siècle ; il est destiné à transpercer des armures. Il a été mis au jour sur les sites de Dryslwyn (Dyfed, Pays de Galles, fin XII^e-XIV^e siècles)⁹⁶, au château d'Acre (Norfolk, XII^e siècle)⁹⁷, Llantithyd (Pays de Galles)⁹⁸, Northholt manor (Middlesex, XIII^e siècle)⁹⁹, Hereford (XIII^e-XV^e siècles)¹⁰⁰, Brandon (Warwickshire)¹⁰¹, Goltho manor (Lincolnshire, XI^e siècle)¹⁰². L'usage du second (15-35 mm) se situe entre le XII^e et le XV^e siècle. Il a été mis en évidence sur les sites fortifiés de Baile Hill (Yorkshire, fin de la période médiévale)¹⁰³, Huish (Wiltshire, XV^e-XVI^e)¹⁰⁴, Kildrummy (Aberdeenshire)¹⁰⁵, Great Linford (Buckinghamshire)¹⁰⁶, Lydford (Buckinghamshire)¹⁰⁷, l'abbaye St Augustines (Kent)¹⁰⁸, Sandal (Yorkshire)¹⁰⁹, Rivenhall¹¹⁰, Nottingham (Nottinghamshire, milieu XVI^e siècle)¹¹¹ et le monastère St

95. JESSOP (O.), "A new artefact typology...", *op. cit.*, M6 et MP9, fig. 1, p. 194.

96. JESSOP (O.), "Weapons" dans CAPLE (C.) et WEBSTER (P.), *Excavations at Dryslwyn Castle...*, *op. cit.* ; "A new artefact typology...", *op. cit.*, note 81, p. 202.

97. GOODALL (I. H.), "Iron Object" dans GOAD (G.), STREETE (A. D. F.), "Excavations at Castle Acre Castle...", *op. cit.*, fig. 42, p. 236, n° 156-159.

98. Les fers de trait mis au jour sur ce site sont conservés au Musée National du pays de Galles et ne sont pas publiés.

99. HURST (J. G.), "The kitchen area of Northolt manor, Middlesex", *Medieval Archaeology*, 5 (1961), p. 289-90, n° 5.

100. SHOESMITH (R.), "Hereford city excavations, 3, the finds", *C. B. A. Res. Rep.*, 56 (1985), p. 4-7, n° 2-8.

101. CHATWIN (P. B.), "Brandon Castle, Warwickshire", *Trans. Birmingham Archaeol. Soc.*, 73 (1955), p. 81-82, n° 7.

102. GOODALL (I. H.), "Weapons" dans BERESFORD (G.), "Goltho. The development of an early medieval manor, 850-1150", *Archaeological Report*, 4 (1987), Londres, p. 185-186, n° 183-84.

103. ADDYMAN (P. V.), PRIESTLEY (J.), "Baile Hill, York : a report on the institute's excavations", *Archaeological Journal*, 134 (1977), Londres, n° 29-49, fig. 10, p. 138.

104. THOMPSON (N. P.), "Excavations on a medieval site at Huish, 1967-68", *Wiltshire archaeol. Natur. Hist. Magazine*, 67 (1972), 120-21, n° 26.

105. APTED (M. R.), "Excavation at Kildrummy Castle, Aberdeenshire", *Proc. Soc. Antiq. Scot.*, 96 (1963-64), 231-32, n° 44.

106. MYNARD (D. C.), ZEEPVAT (R. J.), "Excavations at Great Linford, 1974-80", *Buckinghamshire Archaeol. Soc. Mono. Ser.*, 3 (1991), 203-204, n° 387.

107. GOODALL (I. H.), "Iron objects" dans SAUNDERS (A. D.), "Lydford Castle, Devon", *Medieval Archaeology*, 24 (1980), fig. 19, p. 168, n° 13-14.

108. HENIG (M.), WOODS (H.), "Small finds" dans SHERLOCK (D.) *et al.*, "St Augustines Abbey, Report on Excavations 1960-78", *Kent archaeol. Soc. Mono. Ser.*, 4 (1988), p. 223-25, n° 126.

109. CREDLAND (A. G.), "Military finds" dans MAYES (P.), BUTLER (L.), *Sandal Castle excavations, 1964-1973, a detailed archaeological report*, Wakefield, 1983, p. 265-66, n° 35.

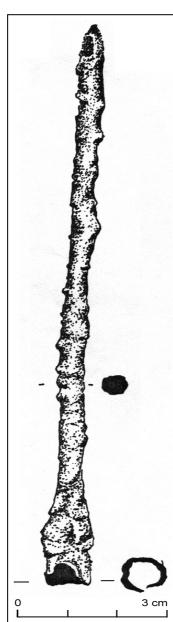
110. RODWELL (K. A.), "Objects of iron" dans RODWELL (W. J. et K. A.), "Rivenhall : investigation of a villa, church and village 1950-77", *C. B. A. Res. Rep.*, 80 (1993), p. 44-46, n° 23

111. DRAGE (C.), "Nottingham Castle-a place full royal", *Trans. Thoroton Soc. Nottinghamshire*, 93 (1990), p. 125-26, n° 46.

Frideswide (Oxfordshire)¹¹². Les sites de Winchester (Hampshire, XV^e-XVII^e siècle)¹¹³, Barry Village (Glamorgan)¹¹⁴, Hereford (XV^e-XVI^e siècles)¹¹⁵ ont livré des fers de trait de ce type.

En Italie, cette catégorie a été mise au jour sur les sites de Zignago (Ligurie)¹¹⁶, au castello di Montereale Valcellina (Frioul)¹¹⁷, Ripafratta (Toscane)¹¹⁸ et Castel Delfino (Ligurie)¹¹⁹.

I-3-3 Carreaux d'arbalète, type L



- Fer
- Longueur totale : entre 132 et 190 mm ; diamètre pointe : 5-6 mm ; diamètre douille : 9 mm ; poids : de 19 à 30 g

Ce type de carreau possède une douille circulaire qui se prolonge, sans étranglement, par une pointe longue et effilée, de section circulaire. La forme générale de ce trait est caractérisée par un profil pyramidal régulier, le diamètre de la douille est plus large que le fer. Cette douille possède un diamètre important par rapport à la pointe et devait recevoir une hampe en bois relativement puissante. Leur taille est telle qu'ils n'ont pu être tirés que par une arbalète à tour. Des exemplaires d'un type, aux dimensions imposantes, puisqu'ils mesurent en moyenne 170 mm pour un diamètre de douille de 10 mm, ont été mis au jour sur le site de Montségur. Cependant, ils ne sont pas clairement attestés comme carreaux d'arbalète. Ils sont parfois assimilés à des fers de lance, mais cette hypothèse ne nous séduit pas davantage, car la hampe d'une arme d'hast présenterait alors un diamètre plus important que celui

112. GOODALL (I. H.), "Iron objects" dans BLAIR (J.), *St Fridewide's Monastery at Oxford, archaeological and architectural studies*, Gloucester, 1990, p. 43-44, n° 10-11.

113. GOODALL (I. H.), "Arrowheads", dans BIDDLE (M.), "Object and economy in medieval Winchester", *Winchester studies*, 7 (1990), Oxford, p. 1074, n° 4016.

114. LEWIS (H. J.), SELL (S. H.), " Objects of metal and bone" dans THOMAS (H. J.), DOWDELL (G.), "A shrunken medieval village at Barry, South Glamorgan", *Archaeologia Cambrensis*, 136 (1987), p. 128-29, n° 3.

115. SHOESMITH (R.), "Hereford city excavations, 3, the finds", *C. B. A. Res. Rep.*, 56 (1985), p. 4-7, n° 2-9, 2-13.

116. BOATO (A.) *et al.*, "Scavo dell'area est del villaggio abbandonato di Monte Zignago : Zignago. 4...", *op. cit.*, n° 13, pl. IX, p. 388 et n° 37, pl. XI, p. 393.

117. PIUZZI (F.), "Oggetti di metallo e altri reperti rinvenuti negli scavi" dans "Ricerche archeologiche nel castello di Montereale...", *op. cit.*, n° 6, pl. 1, p. 143.

118. BERNARDINI ABELA (E.) *et al.*, "Ripafratta (Pisa). 3", *Archeologia Medievale*, 16 (1989), p. 461, pl. XV, 10-13.

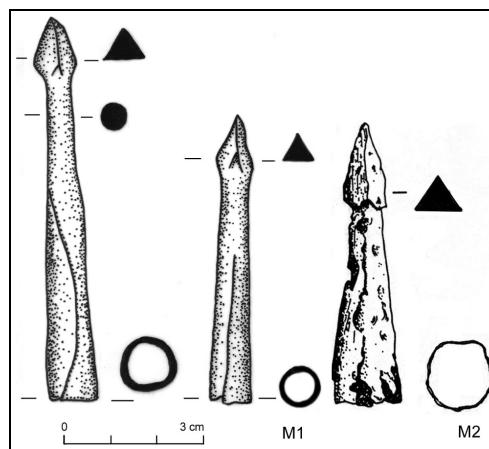
119. MILANESE (M.), "Lo scavo archeologico di castel Delfino (Savona)", *op. cit.*, pl. VIII, p. 142.

de cette pointe. Ces projectiles sont relativement lourds ; décochés par des arbalètes de siège, ils devaient emmagasiner énormément d'énergie en début de vol et bénéficier ainsi d'une très longue portée. L'inconvénient majeur est que, lancés à une vitesse trop vive, ils risquent de se déformer en bout de course, contre la cible visée.

Ces objets ont été découverts, en particulier, sur le site de la bastide de Gironville (Ain, type d) et peuvent être datés du XIV^e siècle. Un exemplaire de ces fers a été mis au jour sur chacun des sites de l'Isle-Bouzon (Gers), Lourdes (Hautes-Pyrénées) et Montségur (Ariège, lieux-dits le Pog et l'Aven du Trébuchet). Ils appartiennent tous à des niveaux datés des XIII^e et XIV^e siècles.

I-4 Carreaux à pointes de section triangulaire : types M, N, O

I-4-1 Carreaux d'arbalète, type M



- Fer
- Longueur totale : de 60 à 80 mm ; largeur pointe : de 8 à 12 mm ; diamètre douille : de 7 à 12 mm ; poids : de 16 à 24 g

Ce type de carreau d'arbalète présente un profil avec un étranglement marqué entre la pointe et la douille relativement plus longue. La pointe possède un profil pyramidal à trois faces et une section triangulaire équilatérale. Ce fer est associé à une douille conique, s'évasant sensiblement vers le bas et présentant un faible diamètre à la base. La première variante de ce type de carreau (M1) présente une pointe très courte et

triangulaire. Elle est assez peu dégagée. Ces fers sont associés à une douille longue et conique, s'évasant légèrement, mais toujours de faible diamètre à la base. Les quelques exemplaires qui possèdent une douille particulièrement effilée font ici figure d'exception. Ces formes se caractérisent par un net rétrécissement apparaissant dans la partie inférieure du fer, immédiatement à la suite de la douille, le plus souvent étroite et longue. La longueur totale peut atteindre jusqu'à 85 mm pour un diamètre qui n'excède pas 8 mm. La pointe pyramidale à trois pans de la seconde variante est beaucoup plus marquée et pesante. Leur douille longue et conique s'évase largement vers le bas, ayant pour conséquence un fort diamètre d'emmanchement. D'après les qualités de sa pointe, impliquant une force d'impact exceptionnelle, nous pouvons affirmer que ce carreau est destiné à la guerre. Des exemplaires de ce type ont été mis au jour lors d'un dragage de la Seine au Petit-Andelys (Eure). Il est donc difficile de le caler chronologiquement, mais les chercheurs qui ont étudié le mobilier affirment qu'il pourrait appartenir à un contexte se situant entre les XIII^e et XIV^e siècles. Nous avons constaté, à l'intérieur de ce type, de sensibles écarts dans la longueur totale du carreau. Plus le fer est long, moins le diamètre est important. Pour ce modèle, ce n'est pas la longueur totale qui a été un critère distinctif pertinent pour le classement.

Ces formes, apparemment usuelles en Provence et dans le Comtat-Venaissin sur les sites de Rougiers (Var, type c)¹²⁰, le *castrum* de Sainte-Madeleine (Var) et Avignon (Vaucluse), dans la seconde moitié du XIV^e et au début du XV^e siècle ne sont pas sans analogie avec des types en usage dans d'autres régions à la même époque (milieu du XIV^e siècle). C'est le cas du mobilier recueilli à Essertines (Loire, pour la partie castrale), Fréteval (Loir-et-Cher, type a, US de 1400-1425), Saint-Romain (Côte-d'Or, type e, US 1300-1400 pour la partie castrale datée du XIV^e-XV^e siècle)¹²¹, Château-Gaillard (Eure, dragages aux Andelys et remblais de comblement, US 38 datée de 1300-1400), Durfort (Tarn, chantier 7, numéro d'inventaire 908), Castelnaud (Dordogne), Frévent (Pas-de-Calais, XV^e siècle), Richardménil (Meurthe-et-Moselle), Lützelbourg (Moselle), Guildo (Côtes-d'Armor, dernier quart du XV^e siècle). Ce modèle a été mis au

120. DÉMIANS D'ARCHIMBAUD (G.), *Les fouilles de Rougiers (Var). Contribution à l'archéologie de l'habitat rural médiéval en pays méditerranéen*, CNRS, Valbonne, 1980, p. 1077, pl. 17 et 1078, pl. 18 et pl. 391, 21-34.

121. "Bourgogne médiévale, la mémoire du sol...", *op. cit.*, objet n° 500-501.

jour sur des sites du Bas-Rhin : Landsberg, Ottrott, Greifenstein, Ortenberg (niveaux de 1420-1470) et Hohenfels (cône-dépotoir de la fin du Moyen Âge). Tous les projectiles de ce type sont assez uniformément répartis dans des niveaux des derniers siècles du Moyen Âge.

Ce type de carreau est particulièrement intéressant du point de vue technique, car la structure de la pointe pyramidale à trois faces nécessite un gabarit au moment du forgeage, même si les bords sont limés par la suite. En effet, le forgeron doit ménager sur l'enclume, ou à part, une forme qui permette de d'aplatir l'une des faces sans écraser la zone de métal posée sur l'enclume.

Éléments de comparaison étrangers

Ce carreau correspond au type Zimmermann T 3-7 c. Ces modèles ont été mis au jour sur des sites des Alpes du Sud (en particulier dans le Tessin suisse), à Löwenburg (canton de Lucerne, niveaux des XIV^e-XV^e siècles).

Il est aussi largement représenté sur les sites italiens occupés pendant les derniers siècles du Moyen Âge (XIV^e, XV^e et début XVI^e siècle) : au castello de Molassana (Ligurie)¹²², Santa Maria di Castello et San Silvestro (près de Gênes, Ligurie)¹²³, castello di Ripafratta (Toscane)¹²⁴, castellaro di Zignago (en Ligurie, ces formes datées du XIV^e siècle sont très proches de celles mises au jour à Rougiers, Var, avec une douille très longue)¹²⁵ et à Drusco (Émilie-Romagne)¹²⁶.

122. BAZZURRO (S.) *et al.*, "Lo scavo del castello di Molassana", *Archeologia medievale*, 1 (1974), p. 34, n° 38 et p. 43. Ce site qui se trouve à une dizaine de kilomètres de Gênes (Ligurie) a livré plusieurs de ces pointes de flèche dans des niveaux "tardomédiévaux", des XIV^e-XV^e siècles.

123. GARDINI (A.), "Resti di vetrare medievali da un saggio di scavo in Santa Maria di castello a Genova", *Archeologia medievale*, 3 (1976), n° 13-14, pl. II, p. 173. ANDREWS (D.), "Vetri, metalli e reperti minori dell'area sud del convento di San Silvestro a Genova", *Archeologia medievale*, 4 (1977), n° 71, pl. XLIII, p. 199. Ce type est daté du XIII^e siècle.

124. BERNARDINI ABELA (E.) *et al.*, "Ripafratta (Pisa). 3", *Archeologia Medievale*, 16 (1989), p. 461, pl. XV, 1-9. 22 de ces pointes ont été mises au jour sur le site.

125. BOATO (A.) *et al.*, "Scavo dell'area est del villaggio abbandonato di Monte Zignago: Zignago. 4...", *op. cit.*, n° 64, pl. XIV ; GAMBARO (L.), "Reperti metallici : tipologia" dans BIASOTTI (M.) *et al.*, "Scavo dell'area Ouest del villaggio abbandonato di Monte Zignago: Zignago. 3", *Archeologia Medievale*, 12 (1985), n° 14, pl. VIII, p. 227.

126. GARDINI (A.), MAGGI (R.), "Un ripostiglio di cuspidi di freccia nell'alta valle del ceno (Parma)", *Archeologia medievale*, 7 (1980), 10 pl. 1, p. 556.

Il a été aussi mis au jour à Castel Zuccola (Frioul)¹²⁷, San Pietro (Tessin)¹²⁸, Gubbio (Ombrie)¹²⁹, Castronovo di Salino (Ligurie)¹³⁰, Scribla (Calabre)¹³¹, *Leopolis-Cencelle* (Latium)¹³², Montaldo di Mondovì (Piémont)¹³³ et à Brucato (Sicile)¹³⁴.

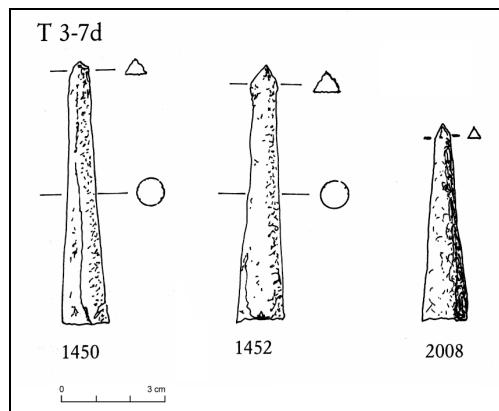


Figure 35. Variantes des types Zimmermann T 3-7d

Sur le territoire français, il n'existe pas, à notre connaissance, de variante T 3-7d (fig. 35). Ces carreaux présentent un profil tronconique et régulier, sans étranglement entre la pointe et la douille relativement plus large. L'extrémité du fer est étroite et possède une section triangulaire. Ils ont été en revanche mis au jour à Montaldo di Mondovì (Piémont)¹³⁵, Scribla (Calabre)¹³⁶ et San Silvestro (Ligurie)¹³⁷.

127. FAVIA (L.), "Le campagne di scavo al castello di Zuccola...", *op. cit.*, n° 8-9, pl. 7, p. 266. BRESSAN (F.), "Le cuspidi di freccia nel museo di Cividale", *Forum Iulii*, 12-13 (1988-89), p. 69-70. RIGOBELLO (P. M.), "I metalli" dans "Il ritrovamento di Toretta", Venise, 1986, p. 195, pl. XI, n° 5-6. BIANCHIMANI (A. P.), "Studio dei materiali provenienti dallo scavo di Vitalba (Potenza)", *Archeologia medievale*, 14 (1987), p. 488, 503, pl. XI, fig. G. Ce modèle de pointe est traditionnellement daté du XIV^e siècle sur les sites italiens.

128. DE MARCHI (P. M.), "Indagine archeologica sulla collina di San Pietro nel comune di San Pietro (canto Ticino), I metalli", *Archeologia medievale*, 23 (1996), p. 129-205, n° 1 et 2, pl. II, p. 197.

129. WHITEHOUSE (D.), "La rocca posteriore di Gubbio. Lo scavo archeologico", *Archeologia medievale*, 3 (1976), n° 55-60, p. 264. Ces objets ont été mis au jour dans les derniers niveaux d'occupation du site.

130. MILANESE (M.), "Un castello militare della Liguria orientale : Castronovo di Salino (La Spezia)", *Archeologia medievale*, 5 (1978), n° 8-9, pl. II, p. 457.

131. FLAMBARD (A.-M.), *Le château de Scribla et la basse vallée du Crati...*, *op. cit.* Ils sont datés de la fin du XIV^e et du XV^e siècle.

132. CC 95, n° 54 (US 1011), CC 96 (n° 163 (US 1083, S III), CC 98 n° 100 (US 1350, S III), communiqués par François Bougard.

133. MICHELETTO (E.), GAMBARI (M. V.), *Montaldo di Mondovì*, *op. cit.*, types B 3-1 et B 3-2, n° 8-20, pl. 113, p. 205.

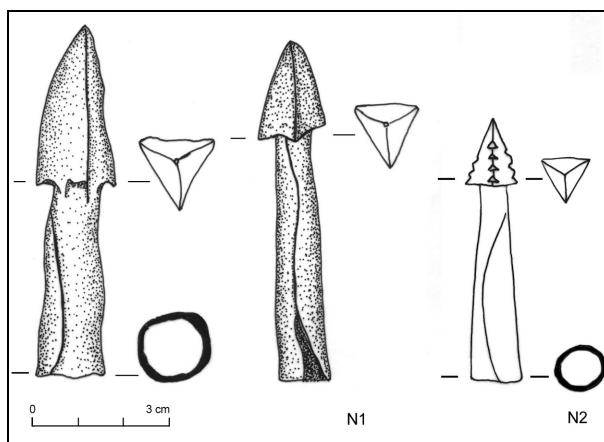
134. PIPPONNIER (F.), "Objets fabriqués autres que monnaies et céramiques" dans PESEZ (J.-M.) (dir.), *Brucato, histoire et archéologie d'un habitat médiéval en Sicile*, Rome, Collection École Française de Rome, 108, 1984, 12. 3. 19 à 12. 3. 30, pl. 84, p. 548 et 12. 3. 34 à 12. 3. 39, pl. 85, p. 549.

135. MICHELETTO (E.), GAMBARI (M. V.), *Montaldo di Mondovì*, *op. cit.*, type B4, n° 23-26, pl. 113, p. 205.

136. FLAMBARD (A.-M.), *Le château de Scribla et la basse vallée du Crati...*, *op. cit.*, n° 14-15, pl. 53.

137. FRANCOVICH (R.) et al., "Un villaggio di minatori e fonditori di metallo nella Toscana del Médiéval : San Silvestro (Campiglia Marittima)", *Archeologia medievale*, 12 (1985), 11-13 p. 355. Les fers de trait ont été retrouvés dans la phase IV de l'aire 3000 datée de la fin du XIV^e siècle et des premières années du XV^e siècle.

I-4-2 Carreaux d'arbalète, type N



- Fer
- Longueur totale : de 70 à 80 en moyenne ; largeur pointe de 15 x 15 x 15 mm à 25 x 25 x 25 mm ; diamètre douille : de 13 à 23 mm ; poids : entre 30 et 35 g et 47 g pour les plus gros

Ce fer de trait présente une pointe à profil pyramidal, avec trois faces de section triangulaire équilatérale. Sur certains modèles, le métal fait saillie à chaque angle, ce qui indique qu'il a été étiré intentionnellement et lui donne ainsi une caractéristique "en harpon". Le passage de la douille conique, de section circulaire, à la pointe est marqué par un très fort étranglement. Le fer est relativement plus court que la douille (le rapport pointe/douille est fréquemment proche de 0,5). La douille s'évase assez peu mais le diamètre, constant, est relativement important. Ces objets, par leur poids et leurs dimensions imposantes, doivent être redoutables. Ils sont vraisemblablement décochés par de grosses arbalètes de siège et tirent leur efficacité de leur force d'impact plus que de leur aptitude à la pénétration.

Le modèle le plus grand a été mis au jour sur les sites de Rougemont-le-Château (type e, deuxième état, *terminus post quem* 1375), et sur quelques sites du Bas-Rhin : Haut-Koenigsbourg (type c), Ottrott (type c, XIV^e et XV^e siècles), Haut-Barr, Landsberg (XIV^e), Ortenberg (1420-1470) et Fleckenstein (Zone A, US 2000, vers 1500), Hohenfels (cône-dépotoir des XIV^e et XV^e siècles) Haut-Barr, Lützelbourg

(Moselle) et Sedan (Ardennes). La longueur totale n'excède généralement pas 75 mm. La douille, de fort diamètre (pouvant aller jusqu'à 20 mm) présente une longueur légèrement supérieure à celle du fer. Tous les exemplaires connus proviennent de cette zone orientale constituée par l'Alsace et le Territoire de Belfort, les autres régions étudiées n'ont visiblement pas livré ce genre de matériel militaire qui a dû être employé dans de rares cas spécifiques.

La variante N1 présente une forme similaire mais possède des dimensions plus réduites avec une pointe très courte par rapport à la douille longue et plus effilée (le rapport pointe/douille est bien moindre). Ce type de carreaux est utilisé en Alsace au XV^e siècle sur les sites du Haut-Koenigsbourg (type c), Landsberg, Lichtenberg (XIV^e siècle), Hohenfels, Obersteinbach et Spesbourg (Bas-Rhin). La variante N2 n'est attestée que sur le site de Ortenberg (Bas-Rhin). Ce carreau à tête pyramidale présente quatre indentations sur chacune des trois arêtes de la pointe¹³⁸. Ce dispositif a vraisemblablement pour effet de déchirer, plus efficacement encore que les projectiles au profil plus courant, les chairs dans lesquelles il est censé pénétrer.

Éléments de comparaison étrangers

Ce type correspond à celui défini par Zimmermann (T 3-7 a et b). Comme les autres carreaux de section triangulaire, l'auteur a mis en évidence ces artefacts en Suisse de façon préférentielle, dans les Alpes du Nord (en particulier dans les cantons des Grisons, du Tessin et du Valais¹³⁹) dans des niveaux datés des derniers siècles du Moyen Âge (XIV^e - XV^e). Ce type, comme le précédent, est bien représenté sur les sites italiens comme Monte Ingino (près de Gubbio, Ombrie)¹⁴⁰, Montaldo di Mondovì (Piémont)¹⁴¹ et le site de Techia de Equi (Ligurie) dans des niveaux du XV^e siècle, datés grâce aux monnaies¹⁴². Des exemplaires de ce type ont été découverts par J. Mertens sur

138. RIEB (J.-P.), SALCH (Ch.-L.), *Aspects de la vie au Moyen Âge et à la Renaissance, 10 ans de fouilles*, Centre d'Archéologie Médiévale de Strasbourg, 1973 (n° 33, pl. IV). Il a été mis au jour dans une unité stratigraphique datée de 1420-1470.

139. Voir Zimmermann (B.), *Vergleichsfunde aus der Literatur*, dans "Mitteralterliche Geschoss-spitzen...", *op. cit.*, p. 58-59 et catalogue p. 152-170.

140. WHITEHOUSE (D.), "La rocca posteriore di Gubbio. Lo scavo archeologico", *Archeologia Medievale*, 3 (1976), p. 252-267.

141. MICHELETTO (E.), GAMBARÌ (M. V.), *Montaldo di Mondovì, op. cit.*, B 3.3, n° 21-22, pl. 113, p. 205.

142. GARDINI (A.), "I Santuari "d'Abri" nelle Apuane e i livelli medievali della tecchia d'Equi (Prov. Massa e Carrara)", *Archeologia Medievale*, 2 (1975), p. 367.

le site belge de Florenville dans des niveaux datés par le fouilleur de la seconde moitié du XIV^e siècle¹⁴³.

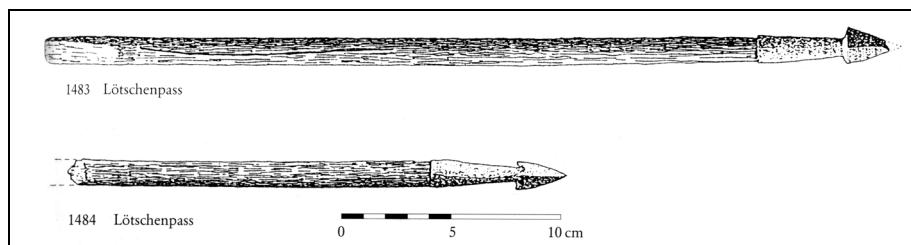
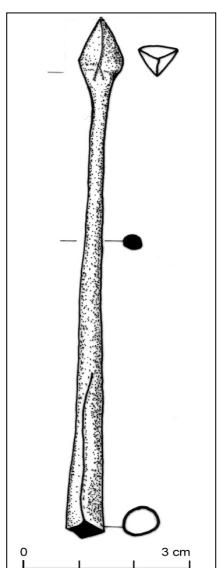


Figure 36. Carreaux trouvés au château de Lötschenpass (Canton du Valais, Suisse)¹⁴⁴

I-4-3 Carreaux d'arbalète, type O



- Fer

- Longueur totale : de 85 (incomplet) à 112 mm ; largeur pointe : 8 x 8 x 8 mm ; diamètre douille : 8 mm ; poids : 20 g

Ce fer de trait possède une tête tétraédrique, de section triangulaire équilatérale, courte et bien dégagée. La base de la pointe présente un fort étranglement et se prolonge en une tige longue et circulaire, de diamètre restreint. Cette tige se termine elle-même en une douille, circulaire et relativement plus large qu'elle, obtenue par enroulement d'une feuille de métal, obtenue grâce à l'aplatissement du fer en réserve.

Trois exemplaires de ce type ont été, à ce jour, découverts dans le sud-ouest de la France, sur les sites de Montségur (Ariège), Lourdes (Pyrénées-Orientales, la section varie mais la forme générale reste la même) et à la Salvetat-de-Serres (Haute-Garonne) dans des niveaux des XII^e-XIII^e siècles. Cependant, l'interprétation couramment admise comme carreau d'arbalète est généralement mal argumentée. Des éléments de comparaison étrangers semblent en revanche confirmer cette version. En effet, la

143. MATTHYS (A.), DE RÉMONT (J.), "Le château des seigneurs de Florenville", *Archaeologia Belgica*, 139 (1972), p. 45, fig. 17.

longueur de l'emmarchement nous paraît trop importante pour qu'il ait été utilisé comme fer de trait. D'après les fouilleurs de Montségur, il n'a pas été fabriqué sur place (aucune mention dans les textes et aucun autre exemplaire retrouvé jusqu'alors) et aurait donc fait l'objet d'une importation, peut-être en provenance de pays nordiques.

Éléments de comparaison étrangers

Un objet similaire, provenant d'Alsnö Hus (Suède), est décrit dans le *Medieval Catalogue* comme un exemplaire rare et semble appartenir à la fin du XIV^e siècle. Les fouilleurs de Montségur s'appuient sur cette découverte pour justifier leur interprétation.

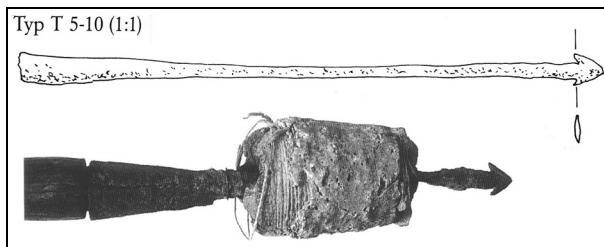


Figure 37. Type Zimmermann T 5-10

Le type Zimmermann T 5-10, mis en évidence par ce chercheur suisse-allemand, est un carreau incendiaire (type Wildberg)¹⁴⁵. Bien qu'il présente une section différente, le profil général est très proche. En Italie, des objets similaires ont été mis au jour à Drusco (Émilie-Romagne, près de Parme)¹⁴⁶, Zignago (Ligurie)¹⁴⁷ et à Molassana (Ligurie)¹⁴⁸.

144. Voir BELLWALD (W.), "Drei spätmittelalterliche Armbrustbolzen vom Lötschenpass", *Nachrichten des Schweizerischen Burgenvereins*, 4 (1995), p. 126 et MEYER (W.), "Armbrustbolzen im Gletschereis...", *op. cit.*

145. Plusieurs chroniques allemandes du XV^e siècle représentent de tels types de fers de trait, voir *infra*, au chapitre consacré à l'analyse des œuvres figuratives. Le fer auquel l'étope est encore fixée est conservé au musée historique de Berne, le second a été mis au jour lors de fouilles au château de Wildberg (Suisse, canton de Zurich). Il daterait du XIII^e-XV^e siècle et il est conservé au musée de Zurich.

146. GARDINI (A.), MAGGI (R.), "Un ripostiglio di cuspidi di freccia nell'alta valle del ceno (Parma)", *Archeologia medievale*, 7 (1980), pl. 1, p. 556. Cette pointe de 120 mm environ a été retrouvée dans des niveaux datés par la céramique des XIII^e-XIV^e siècles.

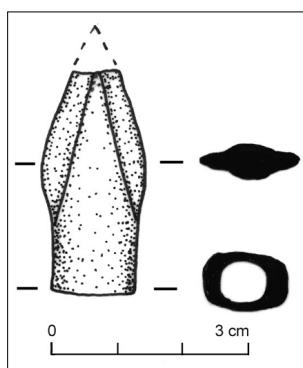
147. BOATO (A.) *et al.*, "Scavo dell'area est del villaggio abbandonato di Monte Zignago : Zignago. 4", *op. cit.*, n° 5, pl. IX, p. 388 et 87, pl. XV, p. 403 et CABONA (I. F.), GARDINI (A.), MANNONI (T.), "Zignago 1...", *op. cit.*, n° 49, pl. XIII, p. 358.

148. BAZZURRO (S.) *et al.*, "Lo scavo del castello di Molassana", *op. cit.*, p. 34 n° 39.

II- Carreaux à soie et autres

II-1 Carreaux à douille, pointe particulière

II-1-1 Carreaux d'arbalète, type P



- Fer
- Longueur totale : entre 40 et 48 mm ; largeur pointe : 16 et 18 x 5 mm ; diamètre douille : 13-14 mm

Ce carreau présente une forme générale conique, avec deux ailettes latérales. Il possède une douille relativement large et ne présente aucun étranglement entre la pointe et la douille. La section de la pointe est ovale à pédoncules. Comme les types J et K, il doit coiffer la hampe "tel un dé à coudre". Ce type de projectile devait être particulièrement meurtrier, jouant du fait de son tranchant, plus que de sa force d'impact.

Deux exemplaires ont été retenus dans le corpus présenté : il s'agit des objets mis au jour sur les sites de Tours (Indre-et-Loire), peut-être en contexte de chasse, et de Château-Gaillard (Eure) dans des niveaux des XIII^e-XIV^e siècles.

Ce modèle est fabriqué comme la plupart des carreaux. La douille est formée par l'enroulement d'une feuille de métal, la pointe est forgée comme une pointe ovale classique, puis les bords sont amincis.

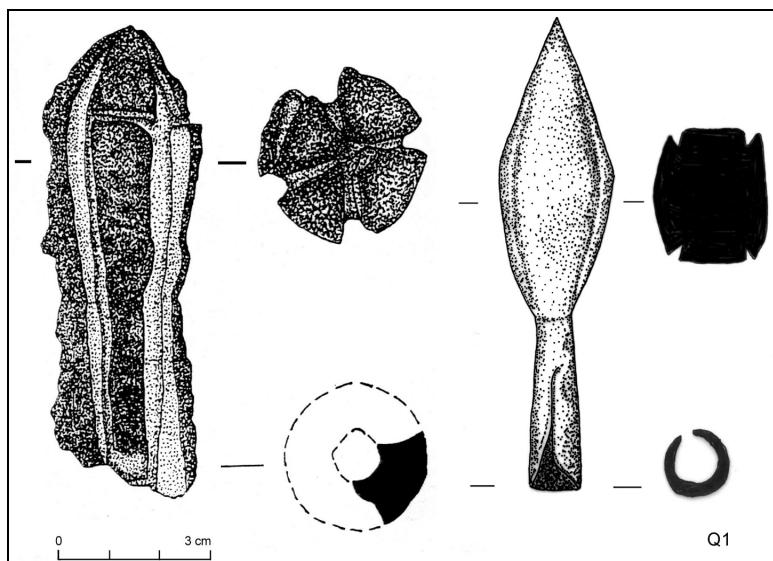
Éléments de comparaison étrangers

Cet exemplaire, extrêmement rare sur le territoire français paraît avoir été d'un usage plus généralisé en Angleterre. Trois variantes de cette même forme ont été mises en évidence par Oliver Jessop. Deux modèles sont particulièrement proches ; il s'agit des types M1 (fin du XIV^e siècle, longueur comprise entre 25 et 45 mm) et M3 (fin de la période médiévale, 22-40 mm)¹⁴⁹. Ces projectiles ont été mis au jour lors des fouilles

149. JESSOP (O.), "A new artefact typology...", *op. cit.*, M1 et M3, fig. 1, p. 194.

des châteaux de Leith (Écosse, XV^e siècle)¹⁵⁰, Carrisbrooke¹⁵¹, Pevensey¹⁵², Lydford (Devon)¹⁵³ et Sandal (Yorkshire)¹⁵⁴. La variante définie par Oliver Jessop et présentant un rétrécissement central a été mis au jour dans les châteaux de Sandal (Yorkshire)¹⁵⁵, Urquhart (fin du Moyen Âge)¹⁵⁶, Salisbury (Hampshire)¹⁵⁷, Pevensey¹⁵⁸, Glenluce (Wigtownshire)¹⁵⁹ et Woodperry¹⁶⁰. Tous ces objets sont interprétés par le chercheur anglais comme des projectiles destinés à la guerre.

II-1-1 Carreaux d'arbalète, type Q



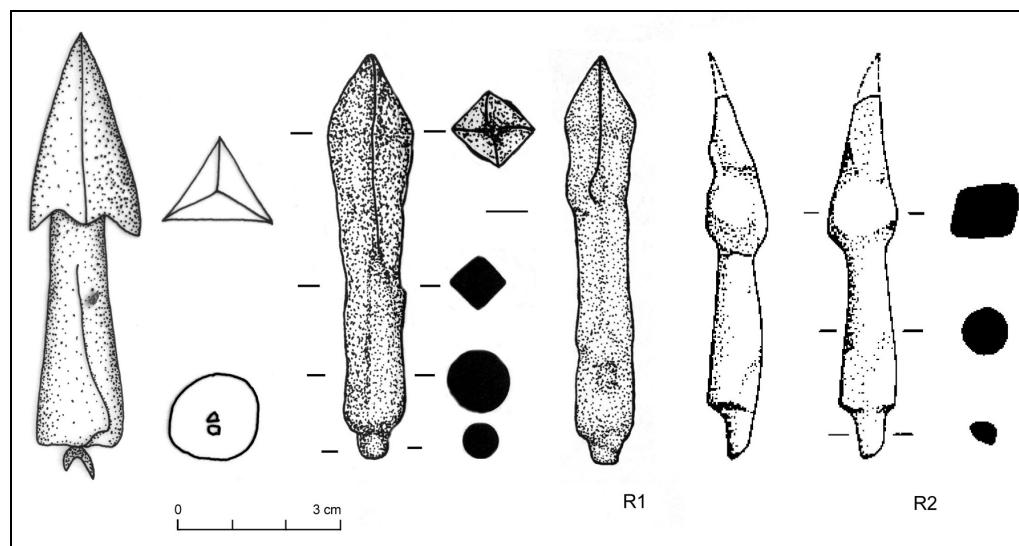
- Fer
- Longueur totale : 92-93 mm ; largeur pointe : 34 et 22 mm pour la variante ; diamètre douille : 28 mm pour le plus trapu et 12 mm ; poids : 45-50 g

-
150. HOLMES *et al.*, "Excavations south of Bernard Street, Leith, 1980", *Pro. Soc. Antiq. Scot.*, 115 (1985), p. 420-21, n° 3.
151. FAIRBROTHER (M.), "Objects of iron" dans YOUNG (C.), "Excavations at Carrisbrooke Castle", *English Heritage Archaeol. Rep.*, à paraître voir JESSOP (O.), "A new artefact typology...", *op. cit.*, note 115, p. 203.
152. Les objets n'ont pas été encore publiés et sont conservés au British Museum à Londres.
153. GOODALL (I. H.), "Iron objects" dans SAUNDERS (A. D.), "Lydford Castle, Devon...", *op. cit.*, fig. 19, p. 168, n° 11.
154. CREDLAND (A. G.), "Military finds" dans MAYES (P.), BUTLER (L.), *Sandal Castle excavations, 1964-1973, a detailed archaeological report*, Wakefield, 1983, p. 265-66, n° 38.
155. CREDLAND (A. G.), "Military finds", *op. cit.*, p. 265-66, n° 37.
156. SAMSON (R.), "Finds from Urquhart Castle...", *op. cit.*, p. 466-69, n° 4.
157. BORG (A.), "Arms and armour" dans SAUNDERS (P. et E.), *Salisbury Museum Medieval Catalogue*, t. 1, Salisbury, 1991, p. 84, n° 93.
158. Les objets n'ont pas été encore publiés et sont conservés au British Museum à Londres.
159. JOPE (E. M.), JOPE (H. M.), "A hoard of fifteenth century coins from Glenluce sand-dunes and their context", *Medieval Archaeology*, 3 (1959), n° 12, fig. 94, p. 268.
160. Les objets n'ont pas été encore publiés et sont conservés à l'Ashmolean Museum.

Le premier modèle présente une pointe de profil ogival dans le prolongement de la douille, sensiblement de même diamètre. La pointe et la douille sont rayées de 4 échancrures de 3 à 4 mm de profondeur et de 5 à 6 mm de largeur. Ces rainures longitudinales lui donnent une section "en étoile". Il s'agit d'un type de projectile particulièrement meurtrier (comme les balles dites "dum-dum", du nom de l'arsenal situé dans un quartier de Calcutta), d'autant plus si les empennages sont montés de façon hélicoïdale, ce qui aurait pour effet de faire tourner le trait comme un vireton. Il a été mis au jour sur le site de Fleckenstein (Amsace, dans des niveaux situés entre 1400 et 1550 environ). Le second modèle présente une pointe de profil ovale et un net rétrécissement entre la pointe et la douille de diamètre relativement restreint.

II-2 Carreaux à soie ou accroche

II-2-1 Carreaux d'arbalète, type R



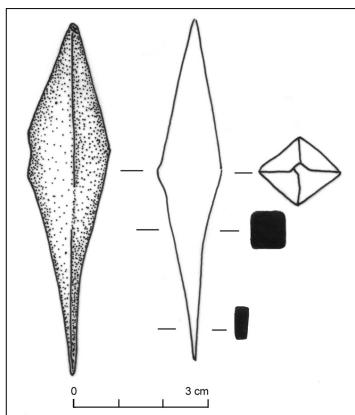
- Fer
- Longueur totale : 74-75 mm ; largeur pointe : 18-20 x 13-14 mm ; diamètre douille : entre 12 et 18 mm ; poids : entre 30 et 40 g

Ce fer de trait présente une pointe à profil pyramidal à trois faces, de section triangulaire équilatérale. Le passage de la douille conique, de section circulaire, à la pointe est marqué par un très fort étranglement. Le fer est plus court que la douille

légèrement évasée, de diamètre relativement important. Le projectile est très lourd. En effet, sa douille est remplie d'un métal de forte densité, peut-être du plomb, qui a été coulé à l'intérieur (découvert sur le site du Haut-Barr, conservé au musée de Saverne). Dans cette masse métallique a été fiché un anneau de fer aujourd'hui cassé. Vraisemblablement, ce dispositif consistait à mettre un lien dans l'anneau en question pour pouvoir récupérer le projectile après le tir.

Les modèles R1 et R2, même si la forme de leur pointe diffère, présentent un profil général similaire, assez massif. Très lourds et trapus, ils possèdent un rétrécissement marqué entre la pointe et la douille. La pointe, au profil en amande, montre une section carrée pour le premier et losangée pour le second. Celle-ci est relativement plus large que la "douille" quasiment cylindrique. En fait, l'emmanchement de ce carreau s'effectue à l'aide d'une soie qui n'est que l'extension d'une "douille" pleine. La partie métallique à l'extérieur de la hampe de bois était ainsi très longue et devait déséquilibrer le carreau en vol. De plus, ce procédé de mise en forme n'est pas très économique en matière première. Pour ces raisons, nous ne comprenons pas très bien l'intérêt d'un tel dispositif.

II-2-2 Carreaux d'arbalète, type S

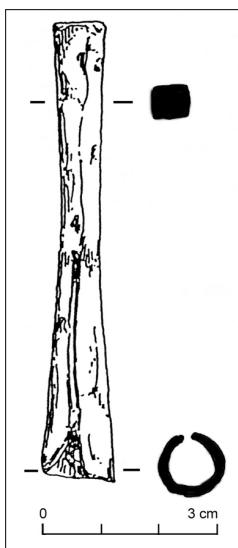


- Fer
- Longueur totale : 80 mm ; largeur maximale pointe : 13 x 13 mm ; largeur soie : 4 x 8 mm ; poids : 32,5 g

Ce fer de trait présente une forme générale losangée et une soie comme mode d'emmanchement. La pointe pesante est de section losangique. Ses dimensions imposantes nous ont conduit à classer ce fer de trait dans la catégorie des carreaux d'arbalète. L'inflexion avec la soie est nettement marquée, la section de celle-ci est rectangulaire. Le seul exemplaire de ce type que nous ayons répertorié provient du site du Haut-Koenigsbourg (type f). Du fait de la faible fiabilité du contexte stratigraphique, il doit donc être considéré avec circonspection.

II-3 Autres

II-3-1 Carreaux d'arbalète, type T



- Fer
- Longueur totale : 80 mm ; largeur pointe : 9 x 9 mm ; diamètre douille : 12 mm

Ce fer de trait de type "matras" ou heurtoir possède une pointe à l'extrémité plate de section carrée et un rétrécissement faiblement marqué entre la pointe et la douille qui s'évase légèrement vers le bas. Ce type de carreau est extrêmement rare sur les sites médiévaux. En effet, le seul exemplaire de ce type a été découvert sur le site de Saint-Romain (US du XI^e siècle) et n'est pas sans analogie avec les projectiles en bois mis au jour sur le site de Charavines (voir figure 48). Le fait qu'il n'ait pas toujours été façonné en métal expliquerait la relative pauvreté des sites en mobilier de ce type, alors qu'il est clairement représenté sur une multitude de manuscrits¹⁶¹. Cela confirme sa vocation à assommer et son utilisation à la chasse, en particulier du gibier à plumes de petite taille.

Quant à la technique de forgeage, ce type de carreau nécessite un aplatissement de la pointe avant le façonnage de la douille ou bien l'emmanchement de cette dernière, une fois la tôle enroulée, sur un gabarit à son diamètre.

Éléments de comparaison étrangers

Un exemplaire de plus petites dimensions (46 mm pour un poids de 5,5 g) a été découvert sur un site suisse, le château de Lägern (canton de Zürich). Les sites allemands (Wartenberg)¹⁶² et italiens (Castel Delfino, Ligurie)¹⁶³ ont livré des fers de

161. Voir *infra*, le chapitre consacré à l'étude archéologique des éléments en bois et celui traitant de l'analyse iconographique.

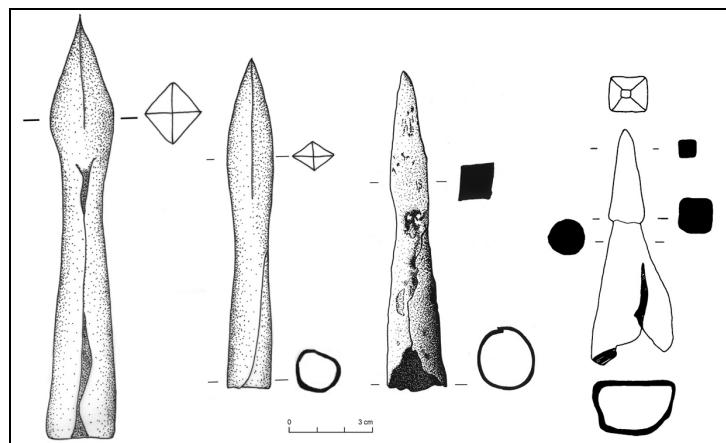
162. MAURER (K.), BAUER (W.), "Burg Wartenberg bei Angersbach/Oberhessen. A. Bericht über die Ausgrabungen. B. Die Funde", *Prähistorische Zeitschrift*, 39 (1961), p. 259, pl. XI, fig. 10.

163. MILANESE (M.), "Lo scavo archeologico di castel Delfino (Savona)", *op. cit.*, n° 83, pl. VI, p. 97. Cet article confirme son utilisation à la chasse : "Cuspide di freccia con testa arrotondata e ribattuta, non acuminata. Si tratta di una freccia per arco, probabilmente apposita per ottundere i volatili".

trait similaires et semblent confirmer la datation des XII^e-XIII^e siècles proposée par Bernd Zimmermann¹⁶⁴.

En Angleterre, Oliver Jessop a mis en évidence une forme similaire, de petite longueur (20-45 mm) datée des XII^e-XIII^e siècles¹⁶⁵.

II-4 Baliste



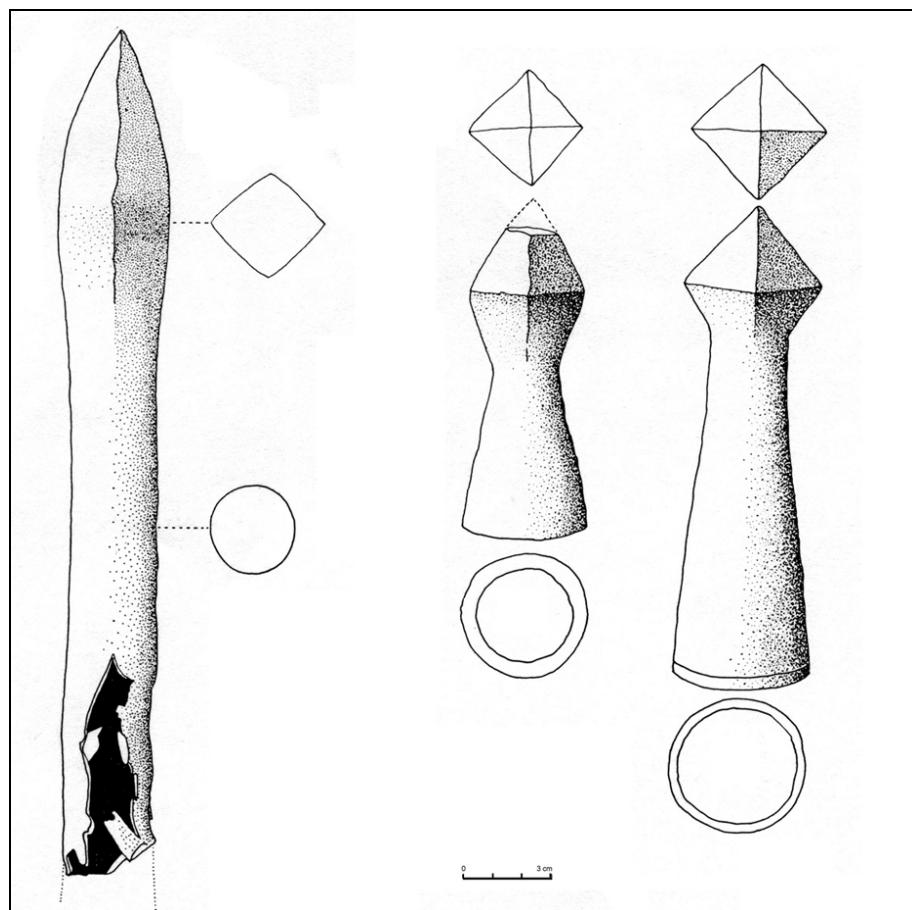
Des fers de trait de grandes dimensions sont utilisés aux confins nord et est du territoire français à partir du XIII^e siècle, mais semblent se développer plutôt à partir du XIV^e siècle. Leur taille importante semble plaider en faveur de l'hypothèse d'une arbalète de grande dimension, vraisemblablement installée sur un châssis de bois. Cette remarque est particulièrement pertinente pour le premier modèle, trouvé à plusieurs exemplaires sur le site de Rougemont-le-Château (type c, son poids varie de 150 à 175 g). Frévent et Pymont ont livré des objets de dimensions plus réduites (variantes).

Bernd Zimmermann a mis en évidence des modèles de grandes dimensions sur des sites allemands et suisses (entre 10 et 16 cm pour un poids supérieur à 100 g pouvant aller jusqu'à 175 g, diamètre compris entre 20 et 29 mm, type T 1-5s, p. 47). Ils

164. T 6-12, ZIMMERMANN (B.), "Mitteralterliche Geschoß-spitzen...", *op. cit.*, p. 70.

165. *Blunt-ended arrowhead* destinée à la chasse au lapin ou aux oiseaux voir JESSOP (O.), "A new artefact typology...", *op. cit.*, H5, fig. 1, p. 194. Voir BLACKMORE (H. L.), *Hunting weapons*, Londres, 1971, p. 148 et BISE (G.), *Medieval hunting scenes from "The hunting Book" by Gaston Phoebus*, Londres, 1978, p. 97-98.

auraient été mis au jour dans des niveaux mi-XIV^e et XV^e siècle. En France, les projectiles de ce type découvert à Rougiers sont datés du XIII^e siècle.



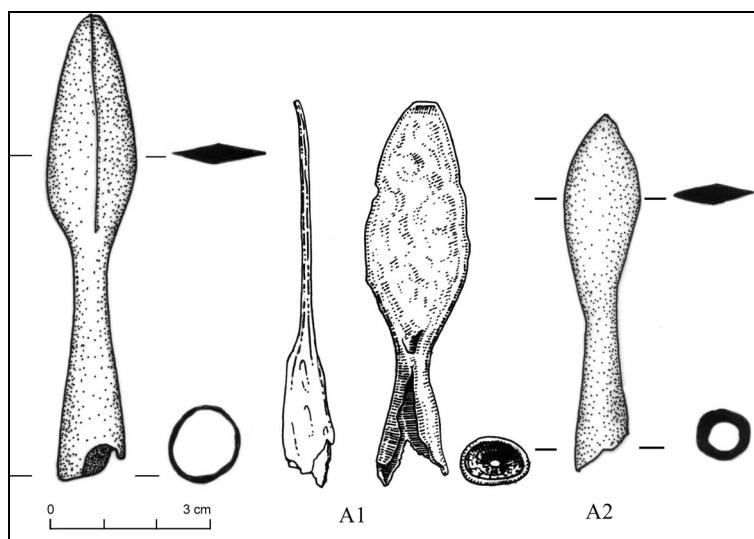
Les fers de baliste découverts sur le site du Palais des Papes (Avignon) dans des niveaux du XIV^e siècle présentent des dimensions beaucoup plus imposantes que les précédents. Le but de tels dispositifs (pointes globuleuses et saillantes, de section carrée) est la force d'impact et non de perforation, en particulier pour les deux variantes, plus trapues et plus ramassées. Les diamètres des ouvertures qui conditionnent ceux des fûts sont importants (plus de 30 mm). Même si le profil s'amenuise vers l'extrémité, il n'en reste pas moins un fort diamètre à l'emmanchement.

Typologie des pointes de flèche

I- Pointes de flèche à douille

I-1 Pointes apennes foliacées, losangiques et triangulaires : types A, B, C et D.

I-1-1 Pointes de flèche foliacées, type A



- Fer
- Longueur totale : entre 60 et 77 mm ; largeur pointe : de 12 à 16 mm ; épaisseur pointe : 3-4 mm ; diamètre douille : 10-12 mm ; poids : entre 10 et 14 g

Ce fer de trait présente un profil foliacé, en forme de "feuille de saule" plus ou moins allongée et à monture à douille. Il porte, dans certains cas, un trou pour la fixation à la base de la douille. Sa section est en amande, presque plate. Il possède un net rétrécissement central entre la pointe et la douille. Les dimensions de ce fer de trait pourraient laisser supposer qu'il se rapporte à la catégorie des carreaux d'arbalète, mais sa faible épaisseur infirme cette hypothèse. En effet, la force de propulsion devait être faible, afin que la pointe ne subisse ni cassure, ni déformation. Ce type de pointe de flèche devait tirer son efficacité de ses capacités de vol et de son tranchant. Peut-être était-il utilisé dans un contexte militaire. La variante A1 présente une pointe plus courte,

toujours en forme d'amande, mais bien dégagée, dissociée de la douille longue et effilée par un net rétrécissement. Le diamètre à la base est nettement plus faible. La seconde variante est moins large et l'inflexion de la pointe vers la douille est située plus haut (rapport de 1).

Ces projectiles, apparemment usuels sur les sites de Montségur (Ariège) et de l'Isle-Bouzon (Gers) dans la première moitié du XIII^e siècle et sur celui de Montaigut (Tarn) entre la fin du XII^e et le début du XIII^e siècle¹⁶⁶, ne sont pas sans analogie avec des formes plus anciennes découvertes sur les sites de Charavines, Chirens, Brandes¹⁶⁷ (Isère), Saint-Romain (Côte-d'Or), Andone (Charente), la Laigne (Charente-Maritime) et datées du XI^e siècle. Des sites occupés avant l'an Mil ont livré des pointes de flèche de cette sorte : Villiers-le-Sec, Baillet-en-France, Ensisheim, Agris.

Éléments de comparaison étrangers

Les îles Britanniques ont livré des pointes de flèche de ce type. Oliver Jessop les a individualisées en plusieurs types. Celui-ci pourrait correspondre au type MP4 défini par le chercheur anglais, daté du milieu du XIII^e siècle¹⁶⁸. Plusieurs fouilles ont permis de mettre au jour ce type de mobilier : Winchester (Hampshire, milieu du XIII^e siècle)¹⁶⁹, les châteaux de Rayleigh (Essex)¹⁷⁰, Cledemutha (Pays de Galles)¹⁷¹ et Portchester¹⁷².

Des pointes de flèche de ce type ont été mises en évidence sur le site de Scribla (Calabre), Brucato (Sicile)¹⁷³, San Silvestro a Genova (Ligurie)¹⁷⁴ et Vitalba

166. HENSEL (W.) *et al.*, "Dans l'Albigeois, le château et le village de Montaigut (Tarn). Archéologie du village déserté", *Cahiers des Annales*, 27 (1970), EPHE, fig. 27-11 et 29-5.

167. (*Des*) *Burgondes à Bayard, mille ans de Moyen Âge*. Catalogue de l'exposition, Grenoble, 1981, Lyon, 1984, fig. 422, p. 166, XII^e-XIII^e siècles.

168. JESSOP (O.), "A new artefact typology...", *op. cit.*, MP4, fig. 1, p. 194. Voir WARD PERKINS (J. B.), *London Museum Medieval Catalogue*, *op. cit.*, type 4, fig. 16, p. 65.

169. GOODALL (I. H.), "Arrowheads", dans BIDDLE (M.), "Object and economy in medieval Winchester", *Winchester studies*, 7 (1990), Oxford, p. 1071, n° 4001.

170. FRANCIS (E. B.), "The excavation of Raleigh Castle", *Trans. Essex Archaeol. Soc.*, 12 (1913), p. 169, n° 6.

171. MANLEY (J.), "Cledemutha : a late saxon burh in north Wales", *Medieval Archaeology*, 31 (1987), n° 2, fig. 2, p. 34.

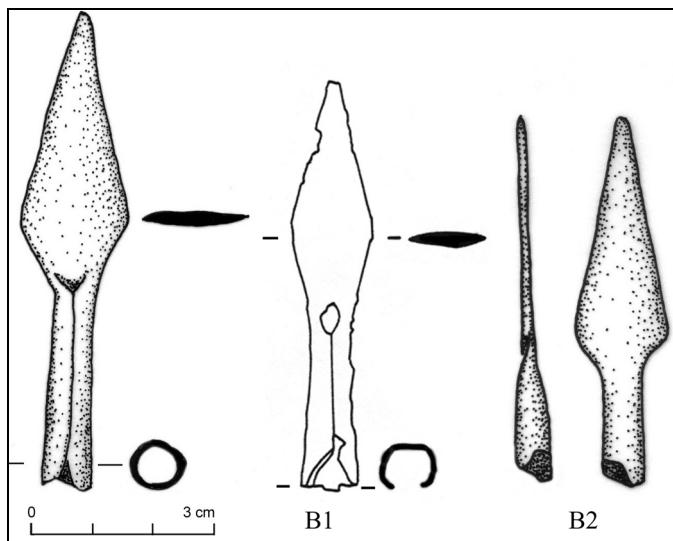
172. HINTON (D. A.), "Object of iron" dans CUNLIFFE (B.), "Excavations at Portchester Castle, 3, Medieval, the outer bailey and its defences", *Soc. Antiq. London Res. Rep.*, 34 (1977), p. 198-99, n° 23.

173. PIPPONNIER (F.), "Objets fabriqués autres que monnaies et céramiques" dans PESEZ (J.-M.) (dir.), *Brucato...*, *op. cit.*, 12. 3. 7 à 12. 3. 12, pl. 84, p. 548.

174. ANDREWS (D.), "Vetri, metalli e reperti minori dell'area sud del convento di San Silvestro a Genova...", *op. cit.*, n° 72, pl. XLIII, p. 199.

(Basilicate)¹⁷⁵. Elles sont datées de la fin du XIII^e et du début du XIV^e siècle. À Molassana (Ligurie), le chercheur italien les a mises en évidence dans la phase "tardo-médiévale" datée des XIV^e-XV^e siècles¹⁷⁶.

I-1-2 Pointes de flèche losangées, type B



- Fer
- Longueur totale : entre 65 et 90 mm ; largeur pointe : de 14 à 18 mm ; épaisseur pointe : 3 mm diamètre douille : de 7 à 10 mm ; poids : entre 10 et 15 g

Cette pointe de flèche présente un profil foliacé, mais moins allongé que celui du type précédent. Dans certains cas, il est presque losangique. La pointe possède une section en amande, aplatie, mais il n'est pas exclu que ses faces aient possédé une nervure centrale (la pointe est facettée au moment du forgeage). Dans les exemplaires que nous avons étudiés, bien que la pointe soit généralement émoussée, nous pouvons affirmer que celle-ci devait posséder des bords tranchants. La douille est tronconique, s'évasant légèrement vers le bas. Le rapport entre pointe et douille est équilibré et le rétrécissement entre les deux parties relativement marqué. La première variante (B1)

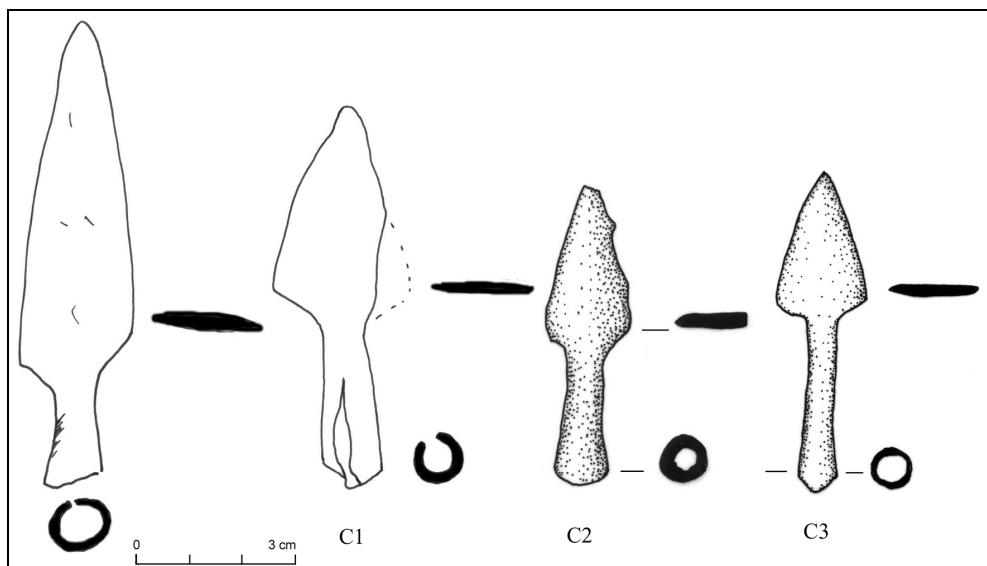
175. BIANCHIMANI (A. P.), "Studio dei materiali provenienti dallo scavo di Vitalba (Potenza)", *Archeologia medievale*, 14 (1987), f. pl. XI, p. 502.

176. BAZZURRO (S.) et al., "Lo scavo del castello di Molassana", *op. cit.*, p. 37, n° 92.

présente une pointe découpée, de forme losangique mais moins large. La douille est parfois plus courte que la pointe (B2).

Ces objets ont été mis au jour sur les sites de Rougemont (premier état daté du XIII^e siècle, Territoire de Belfort), l'Isle-Bouzon (fin XII^e-début XIII^e siècles, Gers), Durfort (XIII^e-XIV^e siècles, Tarn), Riedisheim (XI^e-XII^e siècles, Alsace), Montcy, la Laigne et Tours aux mêmes périodes. À Notre-Dame-de-Gravanchon, les niveaux archéologiques sont datés du XII^e siècle (Seine-Maritime), ainsi qu'à Ottrott (Bas-Rhin). En l'absence d'un corpus suffisant d'objets, il nous est impossible d'établir des limites chronologiques et géographiques fiables. Cependant, ce type semble avoir été utilisé sur la longue durée et en des endroits éloignés.

I-1-3 Pointes de flèche triangulaires, type C



- Fer
- Longueur totale : entre 50 et 83 mm ; largeur pointe : de 15 à 24 mm ; épaisseur pointe : entre 3 et 4 mm ; diamètre douille : entre 6 et 8 mm ; poids : entre 10 et 12 g

Ce fer de trait présente un profil triangulaire isocèle, parfois équilatéral, certains modèles possédant une nervure centrale. La pointe est large et mince, sa section étant quasiment plate. Ses bords sont tranchants. La douille est étroite et relativement courte. L'étranglement entre la pointe et la douille est plus ou moins marqué selon les cas. Les

trois variantes sont de taille plus réduite. Elles présentent une pointe moins longue par rapport à la douille, mais toujours plate et mince, de profil triangulaire isocèle, bien dégagée de l'emmarchement et sensiblement plus courte que lui.

Les quelques exemplaires étudiés sont dispersés sur de nombreux sites : parmi eux, l'Isle-Bouzon (fin XII^e-début XIII^e siècles, Gers), Labrit (Landes), Rougiers (deuxième moitié du XIII^e siècle, Var)¹⁷⁷, mais aussi en Normandie (dans le Calvados : le Plessis-Grimoult¹⁷⁸, Saint-Ursin-de-Courtisigny, XIII^e-XIV^e siècles, Rubercy¹⁷⁹ et Saint-Vaast-sur-Seulles). L'Alsace a livré quelques échantillons de ce type : Hohenfels (XIV^e siècle), Ottrott et Riedisheim (XII^e siècle), ainsi que la région Champagne-Ardennes (Warcq, Montcy et Boulzicourt).

Éléments de comparaison étrangers

Les types de flèches que nous avons dissociés en trois groupes A, B et C sont regroupés dans le type Zimmermann T 5-4. L'auteur les date des XI^e-XII^e siècles, d'après l'étude des fouilles publiées en Allemagne et en Suisse, et des contextes stratigraphiques des objets qu'il a répertoriés. Cela concerne en particulier les sites de Erlinsburg, Frohburg (canton de Soleure), Schlossel (Rhénanie) et le Chételat (Jura suisse). Le type Zimmermann T 5-5 regroupe des pointes de flèche que nous avons classées dans les types A et B. Ces formes ont été mises en évidence sur quelques sites allemands et suisses dans des niveaux des XIII^e-XIV^e siècles. Des pointes de flèche de ce type ont été mises au jour en Italie dans des niveaux archéologiques du haut Moyen Âge¹⁸⁰.

177. DÉMIANS D'ARCHIMBAUD (G.), *Les fouilles de Rougiers (Var). Contribution à l'archéologie de l'habitat rural médiéval en pays méditerranéen*, CNRS, Valbonne, 1980, fig. 426-2, p. 445-446.

178. ZADORA-RIO (E.), "L'enceinte fortifiée de Plessis-Grimoult (Calvados) ; Contribution à l'étude historique et archéologique de l'habitat seigneurial au XI^e siècle", *Archéologie Médiévale*, 3-4 (1973-74), fig. 40-3, p. 230, p. 234-237.

179. LORREN (C.), "Le château de Rubercy (Calvados). Étude de la demeure principale", *Archéologie Médiévale*, 7 (1977), p. 109-178, fig. 28, 13-15, p. 168-169 du XII^e siècle.

180. PAOLUCCI (G.), "Nuovi materiali alto medievali dal territorio di Chiusi", *Archeologia medievale*, 12 (1985), p. 695-696. Des pointes du VII^e siècle sont conservées au musée archéologique de Sienne et proviennent de nécropoles lombardes. Voir STURMAN CICCONE (C.), *Reperti longobardi e del periodo longobardo della provincia di Reggio Emilia*, Reggio Emilia, 1977 et PANAZZA (G.), "Materiale barbarico del Bresciano. Problemi della civiltà e dell'economia longobarda", *Biblioteca della rista Economia e storia*, 12 (1964). PAROLI (L.) (dir.), "Relazioni culturali e scambi commerciali nell'Italia centrale romano-longobarda alla luce della Crypta Balbi in Roma", *L'Italia centro-settentrionale in età longobarda*, Florence, 1997, fig. 5, n° 24, p. 254 et VON HESSEN (O.), "Die langobardische Funde aus dem Gräberfeld von Testona", *Memorie Accademia delle Scienze di Torino*, IV^e série, 23 (1971), fig. 21, p. 200.

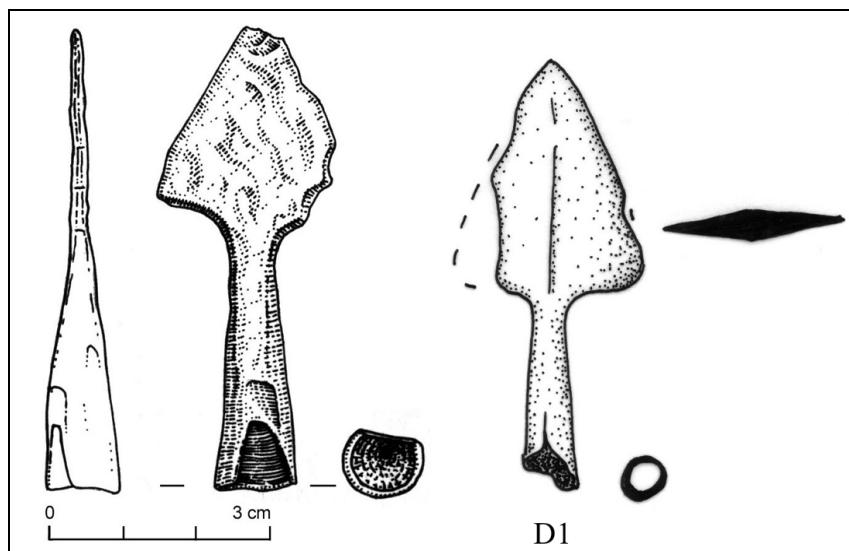
En Grande-Bretagne, les formes que nous avons regroupées dans le type C sont dissociées par Oliver Jessop en trois types : MP1, MP2 et MP3¹⁸¹. Ces projectiles sont présents dans des niveaux allant du X^e au XVI^e siècle. Les sites anglais particulièrement riches en MP1 sont : Winchester (Hampshire, XII^e-XIV^e siècles)¹⁸², Llantrithyd (Pays de Galles)¹⁸³, Goltho (Lincolnshire, XI^e siècle)¹⁸⁴, Rivenhall¹⁸⁵, les châteaux d'Acre (Norfolk, XII^e siècle)¹⁸⁶, Rumney (Glamorgan, Pays de Galles)¹⁸⁷, Bramber (Sussex, XIII^e-XIV^e siècles)¹⁸⁸, Castleskreen (Ulster, fin XII^e-XIII^e siècles)¹⁸⁹ et Rattray (Aberdeenshire)¹⁹⁰. Le type MP2 a été mis en évidence sur les mêmes sites mis à part Castleskreen et Acre. D'autres sites ont livré ce type de forme : Salisbury (Hampshire)¹⁹¹, Cumnor (Oxfordshire)¹⁹², Portchester¹⁹³, Hereford (XIII^e-XIV^e siècles)¹⁹⁴ et Urquhart¹⁹⁵. Le troisième type (MP3) a été découvert sur les sites de Durham (X^e-XI^e siècles)¹⁹⁶, le prieuré du château d'Acre (Norfolk, XII^e- XIII^e siècles)¹⁹⁷, la tour de Glastonbury (Somerset, XII^e siècle)¹⁹⁸, Hereford (XIII^e-XIV^e

-
181. JESSOP (O.), "A new artefact typology...", *op. cit.*, MP1, MP2, MP3, fig. 1, p. 194. WARD PERKINS (J. B.), *London Museum Medieval Catalogue*, *op. cit.*, type 1, 2 et 3, fig. 16, p. 65. Le premier serait destiné à la chasse, le second n'est pas clairement interprété comme flèche de chasse et le troisième, d'une forme extrêmement commune, serait polyvalent.
182. GOODALL (I. H.), "Arrowheads" dans BIDDLE (M.), *op. cit.*, p. 1070-71, n° 3991, 3994, 3997.
183. Les fers de trait sont conservés au Musée National du pays de Galles et ne sont pas publiés.
184. GOODALL (I. H.), "Weapons" dans BERESFORD (G.), "Goltho. The development of an early medieval manor, 850-1150", *Archaeological Report*, 4 (1987), p. 185-186, n° 178.
185. RODWELL (K. A.), "Objects of iron" dans RODWELL (W. J. et K. A.), "Rivenhall : investigation of a villa, church and village 1950-77", *C. B. A. Res. Rep.*, 80 (1993), p. 44-46, n° 20.
186. GOODALL (I. H.), "Iron Object" dans GOAD (G.), STREETE (A. D. F.), "Excavations at Castle Acre Castle...", *op. cit.*, fig. 42, p. 236, n° 145-149.
187. LLOYD-FERN (S.), SELL (S. H.), "Objects of iron, bronze and bone" dans LIGHTFOOT (K. W. B.), "Rumney Castle...", *op. cit.*, fig. 13, p. 135, n° 2-4.
188. BARTON (K. J.), HOLDEN (E. W.), "Excavations at Bramber Castle, Sussex, 1966-67", *Archaeological Journal*, 134 (1977), p. 62, n° 4-7, fig. 19.
189. DICKINSON (C. W.), WATERMAN (D. M.), "Excavation of a Rath and Motte at Castle Skreen, Co. Down", *Ulster J. Archaeol.*, 22 (1959), p. 78, n° 7.
190. MURRAY (H. K.), MURRAY (J. C.), "Excavations at Rattray, Aberdeenshire", *op. cit.*, n° 174-177, fig. 39, p. 187.
191. BORG (A.), "Arms and armour" dans SAUNDERS (P. et E.), *Salisbury Museum Medieval Catalogue*, *op. cit.*, p. 82, n° 45.
192. ALLEN (L.), "Small finds", dans ALLEN (T.) *et al.*, "A medieval grange of Abingdon Abbey at Dean Court Farm, Cumnor, Oxford", *Oxoniana*, 59 (1994), p. 367-68, n° 55.
193. HINTON (D. A.), "Object of iron" dans CUNLIFFE (B.), "Excavations at Portchester Castle, 3, Medieval, the outer bailey and its defences", *Soc. Antiq. London Res. Rep.*, 34 (1977), p. 198-99, n° 21.
194. SHOESMITH (R.), "Hereford city excavations, 3, the finds", *C. B. A. Res. Rep.*, 56 (1985), p. 4-7, n° 2-3, 2-7.
195. SAMSON (R.), "Finds from Urquhart Castle...", *op. cit.*, p. 466-69, n° 16.
196. CARVER (M. O. H.), "Three saxo-norman tenements in Durham City", *Medieval Archaeology*, 23 (1979), n° 174/1659, fig. 13, p. 18.
197. WILCOX (R.), "Castle Acre priory excavations, 1972-76", *Norfolk Archaeol.*, 37 (1980), p. 265-66, n° 4.
198. RAHTZ (P.), "Excavations on Glastonbury Tor, Somerset, 1964-66", *Archaeological Journal*, 127 (1970), p. 52-53, n° 15.

siècles)¹⁹⁹, Llantrihyd²⁰⁰, la chapelle de Beckery²⁰¹, Wharram (Yorkshire)²⁰² et Salisbury (Hampshire)²⁰³.

En Italie, ces mêmes types sont datés des XIII^e et XIV^e siècles, en particulier sur les sites de Castel Delfino (Ligurie)²⁰⁴, Montereale (Frioul)²⁰⁵, Rocca di Rivoli Veronese (Trentin-Haut-Adige)²⁰⁶, Montaldo di Mondovì (Piémont)²⁰⁷ (les types A.1.1 et A.1.2 du XIII^e siècle, que les auteurs rapprochent des pointes de flèche de la Tène III²⁰⁸, correspondent à notre type C et le type A2, n° 3 pl. 113 correspond au type B). À Castel Zuccola (Frioul), ils sont datés des XIII^e-XIV^e siècles²⁰⁹.

I-1-4 Pointes de flèche, type D



199. SHOESMITH (R.), "Hereford city excavations, 3, the finds", *C. B. A. Res. Rep.*, 56 (1985), p. 4-7, n° 2-4.

200. Les fers de trait sont conservés au Musée National du pays de Galles et ne sont pas publiés.

201. RAHTZ (P.), HURST (S.), "Beckery Chapel, Glastonbury 1967-68", *Glastonbury Antiq. Soc.*, 1974, p. 61-62, n° 7.

202. ANDREWS (D. D.), MILNE (G.), *Wharram, a study of settlements...*, op. cit., n° 61, fig. 63, p. 120.

203. BORG (A.), "Arms and armour" dans SAUNDERS (P. et E.), *Salisbury Museum Medieval Catalogue*, op. cit., p. 83, n° 63.

204. MILANESE (M.), "Lo scavo archeologico di castel Delfino (Savona)", op. cit., n° 83, pl. VI, p. 96, datée du XIII^e siècle.

205. PIUZZI (F.), "Ogetti di metallo e altri reperti rinvenuti negli scavi" dans "Ricerche archeologiche nel castello di Montereale...", op. cit., 2 pl. I, datés des XIII^e-XIV^e siècles.

206. HUDSON (P.), LAROCCA (C.), *Rocca di Rivoli. Storia di una collina nella valle dell'Adige tra preistoria e medioevo*, 1982, fig. 13, 13, p. 50.

207. MICHELETTI (E.), GAMBARI (M. V.), *Montaldo di Mondovì*, op. cit. Les pointes de ce type ont été retrouvées dans la phase 2 du site de la zone VII. Elles sont datées du XIV^e siècle et interprétées comme pointes de flèche.

208. DUVAL (A.), "Les pointes de flèches d'Alésia du musée des Antiquités Nationales", *Antiquités Nationales*, 2 (1970), p. 35-51, type E, 5 et 7, fig. II.

209. FAVIA (L.), "Le campagne di scavo al castello di Zuccola...", op. cit., n° 11, pl. 7, p. 266.

- Fer

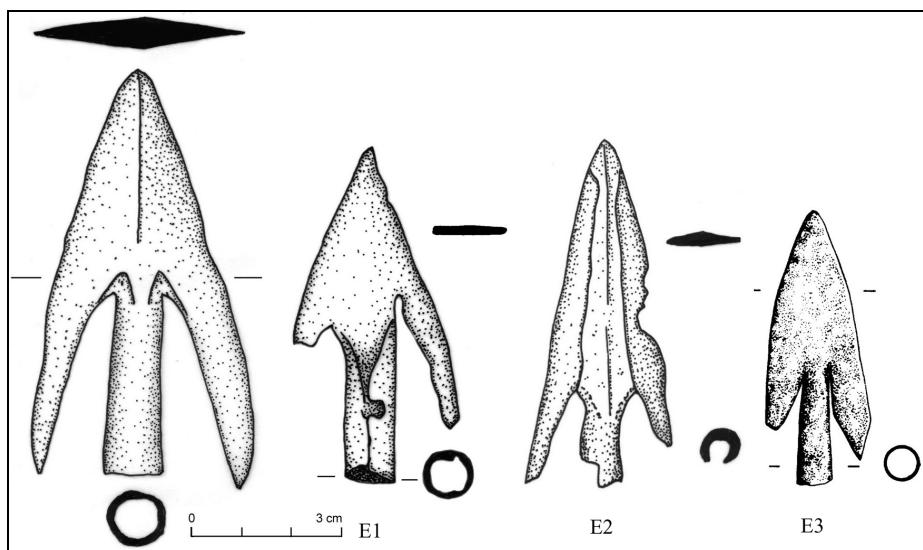
- Longueur totale : 60-65 mm ; largeur pointe : 25-27 mm ; épaisseur pointe : 4-6 mm ; diamètre douille : de 7 à 10 mm ; poids : entre 8 et 10 g

Cette pointe de flèche présente un profil triangulaire équilatéral et possède parfois une nervure centrale, la pointe a donc pas été facettée à la forge. Sa section est losangique. La pointe est large et mince, son épaisseur est très faible. Ses bords sont tranchants. La douille conique, évasée légèrement vers le bas, est plus longue que le fer. La première variante présente une pointe de même longueur que la douille. L'étranglement entre pointe et douille est fortement marqué et la pointe dissociée du reste du fait de sa largeur.

La plus longue de ces pointes de flèche a été mise au jour à Andone (Charente, X^e-XI^e siècles). L'un des exemplaires, provenant du site de Montségur (Ariège), est très proche du type II du *Medieval Catalogue* daté des XII^e et XIII^e siècles. D'après les chercheurs anglais, ce modèle disparaît au fur et à mesure de la diffusion de l'armure de plate.

I-2 Pointes de flèche bipennes : types E, F et G

I-2-1 Pointes de flèche, type E



- Fer
- Longueur totale : entre 45 et 70 mm ; largeur pointe : entre 18 et 40 mm ; épaisseur pointe : 4-7 mm ; diamètre douille : entre 8 et 10 mm ; poids : entre 12 et 18 g

Cette pointe de flèche est de forme bipenne et plate, le fer est large et mince. Les pennes sont étroites et longues, encadrant la partie supérieure de la douille, de part et d'autre. Les bords sont tranchants et certains exemplaires présentent une nervure axiale sur une face. Les pennes sont bien dégagées et dissociées de la douille. Celle-ci, parfois incomplète, s'évase vers le bas. La première variante est de forme similaire, mais beaucoup plus petite. La deuxième variante (E2) présente deux nervures axiales de chaque côté. La troisième (E3) offre au contraire des pennes étroites qui sont plaquées contre l'extrémité supérieure de la douille. Les pointes de flèche à pennes latérales sont généralement considérées comme appartenant à des armes utilisées pour la chasse. Elles semblent d'usage ancien puisque des niveaux gallo-romains ont livré ce type de mobilier.

Des exemplaires de ce type ont été mis au jour sur les sites dans des niveaux du XI^e siècle comme Andone (Charente), Tours (Indre-et-Loire), Saint-Vaast-sur-Seulles et

Cherbourg (Manche). Des échantillons de ce type ont été mis en évidence à l'Isle-Bouzon (XII^e, XIII^e siècles, Gers), Notre-Dame-de-Gravanchon (XII^e, Seine-Maritime)²¹⁰, Vernon (Eure, seconde moitié du XII^e siècle), Rougemont (Territoire de Belfort), Rougiers (Var, dans des niveaux du début du XIII^e siècle)²¹¹. Il paraît difficile de tirer des conclusions quant à l'utilisation de ce type de pointes de flèche à la chasse ou à la guerre et relatives aux cibles visées, en particulier sans confronter ces données archéologiques avec d'autres sources. Cependant, ce modèle ne paraît pas avoir été utilisé après le XIII^e siècle.

Éléments de comparaison étrangers

Les pointes de ce type correspondent au type Zimmermann T 5-8 (pl. 18, p. 64). Elles ont été mises en évidence dans des niveaux des premiers siècles du Moyen Âge en Suisse au château de Schiedberg (canton des Grisons) dans des niveaux datés par Werner Meyer du VII^e siècle²¹². Au château de Habsburg (canton d'Argovie), la datation des XI^e-XII^e siècles est avancée, ainsi qu'au château d'Altenberg (canton de Berne). Les sites allemands publiés confirmant cette datation, la plus répandue, des XI^e-XIII^e siècles²¹³.

210. HALBOUT (P.), PILET (C.), VAUDOUR (C.) (dir.), "Corpus des objets domestiques...", *op. cit.*, p. 217.

211. DÉMIANS D'ARCHIMBAUD (G.), *Les fouilles de Rougiers (Var)...*, *op. cit.*, p. 1074, pl. 16, pl. 391, 3-3B.

212. Le chercheur avance la même datation pour la fouille du château de Castel Grande (canton du Tessin, Suisse). À propos de la diffusion de ce modèle pendant les premiers siècles du Moyen Âge, voir Zimmermann (B.), *Zu den Flügelgeschoss spitzen des Frühmittelalters* dans "Mitteralterliche Geschoss-spitzen...", *op. cit.* p. 66.

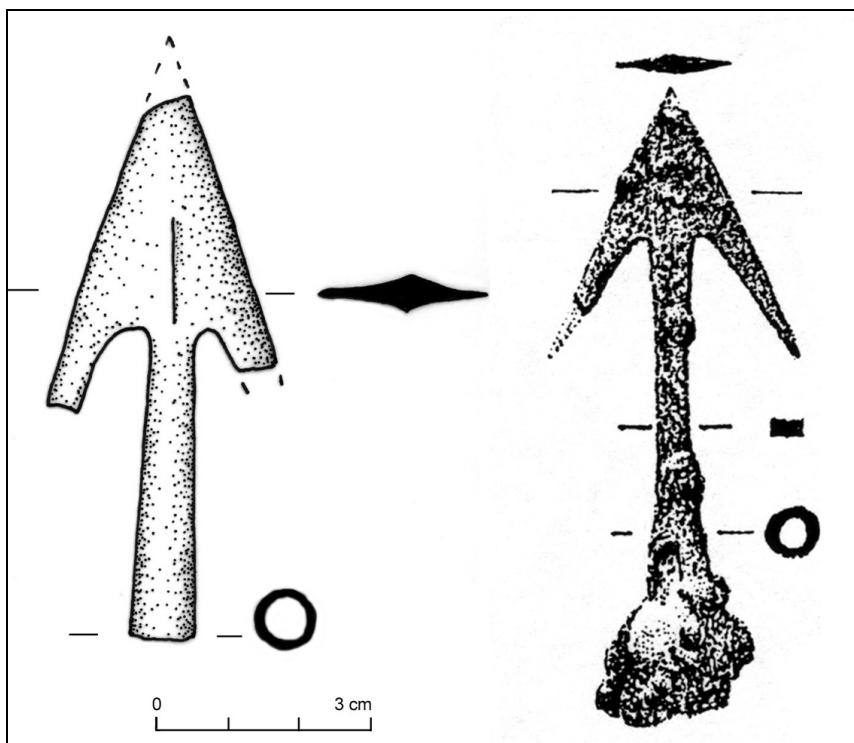
213. Voir ZIMMERMANN (B.), *Vergleichsfunde aus der Literatur* dans "Mitteralterliche Geschoss-spitzen...", *op. cit.* p. 65 et le catalogue p. 152-170.

Des pointes de flèche "à barbes" ont été trouvées en Angleterre. Oliver Jessop²¹⁴, en raison de leur abondance dans les îles Britanniques, les a dissociées en un grand nombre de types : H3, H4 (deuxième moitié XIII^e et XIV^e siècles)²¹⁵, MP7²¹⁶ et MP8. H3 a été mis au jour sur les sites de Caergwrle (Clwyd)²¹⁷, Eltham Palace (Middlesex)²¹⁸, Christchurch (Dorset, XIII^e)²¹⁹, Clarendon Palace²²⁰, Low Petergate (Yorkshire)²²¹, Woodperry²²² et H4 lors des fouilles de Customs House (Middlesex)²²³, Usk²²⁴, au château d'Okehampton (Devon, XV^e-XVI^e siècles)²²⁵, Westbury (Buckinghamshire)²²⁶, Woodperry²²⁷, Clarendon Palace²²⁸ et New Romney (Kent)²²⁹. Les deux derniers types, MP7 et 8, présentent des barbes moins longues que la douille et datent de la première moitié du XIII^e siècle. MP7 a été mis en évidence sur les sites de Christchurch (Dorset, XIII^e)²³⁰, Woodperry²³¹, les châteaux de Dyserth (Pays de Galles, milieu XIII^e)²³², Brandon (Warwickshire)²³³, Sandal (Yorkshire)²³⁴, Lurk Lane²³⁵, Urquhart²³⁶ et Glenluce (Wigtownshire)²³⁷. MP8 a été identifié à Dryslwyn (Dyfed,

-
214. JESSOP (O.), "A new artefact typology...", *op. cit.*, fig. 1, p. 194. WARD PERKINS (J. B.), *London Museum Medieval Catalogue*, *op. cit.*, type 7, fig. 16, p. 65.
215. WARD PERKINS (J. B.), *London Museum Medieval Catalogue*, *op. cit.*, types 14 et 15, fig. 16, p. 65.
216. WARD PERKINS (J. B.), *London Museum Medieval Catalogue*, *op. cit.*, type 13, fig. 16, p. 65.
217. COURTNEY (P.), "Metal Objects" dans MANLEY (J.), "Excavations at Caergwrle Castle...", *op. cit.*, p. 112-113, n° 5, fig. 15.
218. WOODS (H.), "The excavation at Eltham Palace, 1975-79", *Trans. London Middlesex Archaeol. Soc.*, 33 (1982), p. 259-60, n° 26.
219. GOODALL (I. H.), "The small finds" dans JARVIS (K. S.), "Site XI, excavations in Christchurch 1969-80", *Dorset Natur. Hist. Archaeol. Soc. Mono.*, 5 (1983), p. 76-77, n° 52.
220. GOODALL (I. H.), "Arrowheads" dans JAMES (T. B.) and Ashmolean Museum Robinson, "Clarendon Palace", *Soc. Antiq. London Res. Rep.*, 45 (1988), p. 222-23, n° 125-126.
221. WENHAM (P.), "Excavations in Low Petergate, York, 1957-58", *Yorkshire Archaeol. J.*, 44 (1972), p. 94, n° 2.
222. WILSON (J.), "Antiquities found at Woodperry, Oxon", *Archaeol. J.*, 3 (1846), p. 119-22, n° 5.
223. TATTON-BROWN (T.), "The excavations at the Customs House Site, City of London-1973", *Trans. London Middlesex Archaeol. Soc.*, 25 (1974), 189-90, n° 49.
224. MANNING (W. H.), "Iron" dans COURTNEY (P.), *Report on excavations at Usk, medieval and later Usk*, Cardiff, 1994, p. 73-74, n° 3.
225. GOODALL (I. H.), "Iron objects" dans "HIGHAM (R. A.) et al.", "Excavations at Okehampton Castle, Devon. Part. 2, The Bailey", *Prov. Devon Archaeol. Soc.*, 40 (1982), p. 105-106, n° 14.
226. MILLS (J. M.), "Arrowheads" dans IVENS (R. J.) et al., "Tattenhoe and Westbury. Desereted medieval Settlements in Milton Keynes", *Buckingham, Buckinghamshire Archaeological Society*, 1995 (Monograph Series, 8), p. 337-40, 364, n° 1111.
227. WILSON (J.), "Antiquities found at Woodperry, Oxon", *Archaeol. J.*, 3 (1846), p. 119-22, n° 6.
228. GOODALL (I. H.), "Arrowheads" dans JAMES (T. B.) and Ashmolean Museum Robinson, "Clarendon Palace", *Soc. Antiq. London Res. Rep.*, 45 (1988), p. 222-23, n° 119121, 119123, 119124.
229. GROVE (L. R. A.), "Reserches and discoveries in Kent, New Romney", *Archaeologia Cantiana*, 82 (1968), p. 296-297.
230. GOODALL (I. H.), "The small finds" dans JARVIS (K. S.), "Site XI, excavations in Christchurch 1969-80", *Dorset Natur. Hist. Archaeol. Soc. Mono.*, 5 (1983), p. 76-77, n° 51-52.
231. Conservés à l'Ashmolean Museum, non publiés.
232. GLENN (T. A.), "Prehistoric and historic remains at Dyserth castle...", *op. cit.*, p. 63-64, 250-51.
233. CHATWIN (P. B.), "Brandon Castle, Warwickshire", *Trans. Birmingham Archaeol. Soc.*, 73 (1955), p. 81-82, n° 8.
234. CREDLAND (A. G.), "Military finds" dans MAYES (P.), BUTLER (L.), *Sandal Castle excavations, 1964-1973, a detailed archaeological report*, Wakefield, 1983, p. 265-66, n° 35.
235. GOODALL (I. H.), "The Ironwork", dans ARMSTRONG (P.) et al., "Excavations at Lurk Lane Baverley, 1979-82", *Sheffield Exc. Rep.*, 1 (1991), p. 135-146, n° 573.
236. SAMSON (R.), "Finds from Urquhart Castle...", *op. cit.*, p. 466-69, n° 13.
237. JOPE (E. M.), JOPE (M.), "A hoard of fifteenth century coins from Glenluce...", *op. cit.*, n° 10 et 14, fig. 94, p. 268.

Pays de Galles, fin XIII^e-XIV^e)²³⁸, Lurk Lane²³⁹, Loughor (Pays de Galles)²⁴⁰, Beckery Chapel (Glastonbury, Somerset)²⁴¹, Rivenhall²⁴², Urquhart²⁴³, Clough (Ulster)²⁴⁴, Montgomery (Pays de Galles, XIII^e)²⁴⁵, Seafin (Ulster)²⁴⁶ Acre Castle (Norfolk)²⁴⁷, Portchester²⁴⁸ et Rattray (Aberdeenshire)²⁴⁹.

I-2-2 Pointes de flèche, type F



238. JESSOP (O.), "Weapons" dans CAPLE (C.) et WEBSTER (P.), *Excavations at Dryslwyn Castle...*, op. cit., à paraître), n° 3, 5 ; "A new artefact typology...", op. cit., note 81, p. 202.
239. GOODALL (I. H.), "The Ironwork", dans ARMSTRONG (P.) et al., "Excavations at Lurk Lane Baverley...", op. cit., p. 135-146, n° 572.
240. Les fers de trait sont conservés au Musée National du pays de Galles et ne sont pas publiés.
241. RAHTZ (P.), HURST (S.), "Beckery Chapel, Glastonbury 1967-68", *Glastonbury Antiq. Soc.*, 1974, p. 61-62, n° 6.
242. RODWELL (K. A.), "Objects of iron" dans RODWELL (W. J. et K. A.), "Rivenhall : investigation of a villa, church and village 1950-77", *C. B. A. Res. Rep.*, 80 (1993), p. 44-46, n° 21.
243. SAMSON (R.), "Finds from Urquhart Castle...", op. cit., p. 466-69, n° 17.
244. WATERMAN (D. M.), "Excavations at Seafin castle and Mallyroney motte and bailey", *Ulster J. Archaeol.*, 18 (1955), p. 141, n° 1.
245. KNIGHT (J. K.), "Excavations at Montgomery castle...", op. cit., p. 226-228, n° 17.
246. WATERMAN (D. M.), "Excavations at Seafin castle ...", op. cit., p. 141, n° 14.
247. GOODALL (I. H.), "Iron Object" dans GOAD (G.), STREETE (A. D. F.), "Excavations at Castle Acre Castle...", op. cit., fig. 42, p. 236, n° 164-166
248. HINTON (D. A.), "Object of iron" dans CUNLIFFE (B.), "Excavations at Portchester Castle, 3, Medieval, the outer bailey and its defences", *Soc. Antiq. London Res. Rep.*, 34 (1977), p. 198-99, n° 22. L'objet date vraisemblablement du XIII^e siècle.
249. MURRAY (H. K.) et MURRAY (J. C.), "Excavations at Rattray, Aberdeenshire...", op. cit., n° 169-173, fig. 39, p. 187.

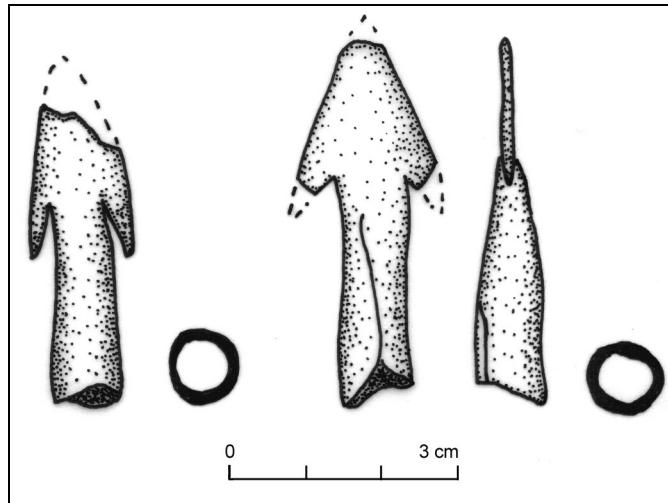
- Fer

- Longueur totale : 80-85 mm ; largeur pointe : 35 mm ; épaisseur pointe : 5 mm ; diamètre douille : 7 mm ; poids : 9-10 g

Ce type de pointes de flèche présente des pennes latérales étroites, bien dégagées et dissociées de la douille, mais encadrant largement celle-ci de part et d'autre. Les bords sont tranchants. La section de la pointe est losangique et plus épaisse que celle des types décrits précédemment. Le fer est large et mince, la douille rectangulaire devient tronconique en s'évasant vers le bas : l'extrémité est constituée d'une feuille de métal enroulée destinée à recevoir la hampe en bois. Cette douille est relativement plus longue que la pointe.

Les exemplaires étudiés proviennent des sites d'Ensisheim (Alsace), de la Salvetat-de-Serres (XIII^e siècle, Haute-Garonne) et de Tours (fosse-dépotoir, US 8118, datée de 1300-1350).

I-2-3 Pointes de flèche, type G



- Fer

- Longueur totale : 47-55 mm ; largeur pointe : de 14 à 20 mm ; épaisseur pointe : 3-4 mm ; diamètre douille : 9-10 mm poids : 12 g

Cette pointe de flèche est de forme bipenne. Le fer est évasé et mince, la section plate. Les pennes sont étroites et courtes, encadrant la partie supérieure de la douille, de part et d'autre, presque plaquées contre celle-ci. La douille est cylindrique et de diamètre constant. La variante est de forme similaire, mais légèrement plus longue, et présente des pennes étroites bien dégagées de la douille. Des exemplaires de ce type ont été mis au jour sur le site de Rougiers (Var, seconde moitié du XIII^e siècle).

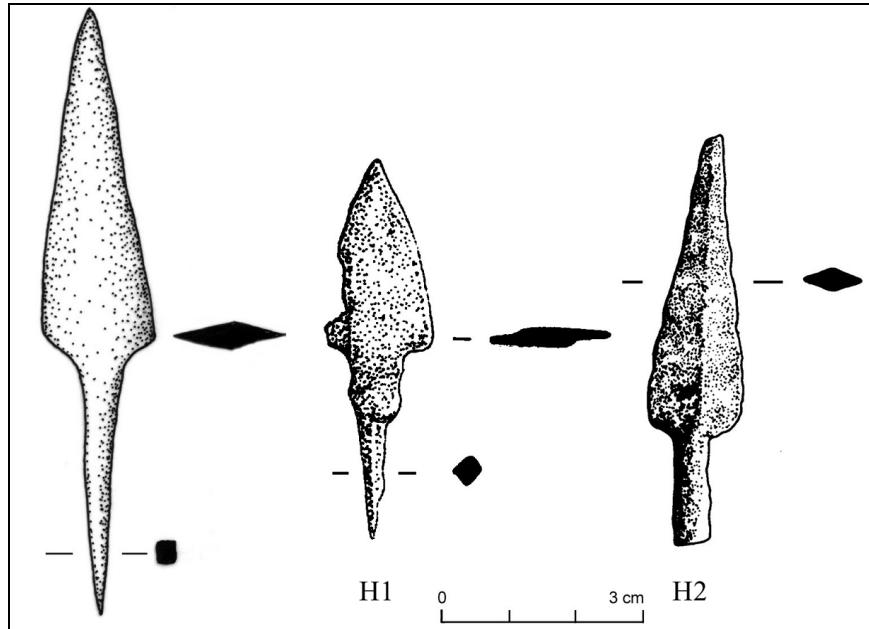
Éléments de comparaison étrangers

Ce type de pointes de flèche à soie a été mis en évidence par Oliver Jessop sur le site Glenluce (Wigtownshire)²⁵⁰.

II- Pointes de flèche à soie

II-1 Pointes de flèche à soie, section carrée ou rectangulaire : types H, I et J

II-1-1 Pointes de flèche, type H



250. JESSOP (O.), "A new artefact typology...", *op. cit.*, T3, fig. 1, p. 194. JOPE (E. M.), JOPE (M.), "A hoard of fifteenth century coins from Glenluce...", *op. cit.*, n° 12, fig. 94, p. 268.

- Fer

- Longueur totale : de 56 à 90 mm ; largeur pointe : de 15 à 20 mm ; épaisseur pointe : 4-5 mm ; section soie : de 4 à 6 mm ; poids 10 g, 4-5 g pour les plus petites

Cette pointe de flèche présente un profil triangulaire. Sa section est losangique, à double tranchant. La soie de section carrée, un peu plus courte que le fer, se rétrécit légèrement vers le bas. L'étranglement entre pointe et soie est fortement marqué et la pointe dissociée du reste du fait de sa largeur. La variante HI présente des dimensions plus réduites et un renflement visible au niveau de l'inflexion de la pointe vers la soie. La soie est de section carrée. La deuxième variante présente une nervure axiale.

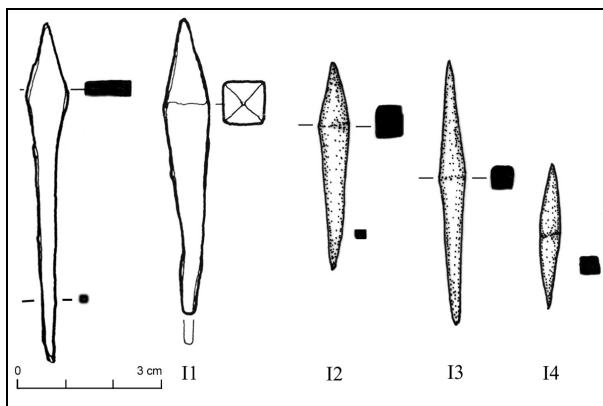
Les exemplaires appartenant à ce type ont été mis au jour sur les sites de Saint-Romain (X^e et XI^e siècles, Côte-d'Or), Rubercy (Calvados, deuxième moitié du XII^e siècle) et Caen (Calvados, XIII^e siècle pour la première variante). Une trouvaille fortuite a été effectuée lors d'un dragage de la Seine au Petit-Andelys (Eure). À Ottrott, des objets de ce type ont été découverts dans des niveaux datés des premières années du XII^e siècle.

Éléments de comparaison étrangers

Ce type de pointes de flèche à soie a été mis en évidence par Oliver Jessop sur le site Dyserth Castle Pays de Galles). Le chercheur le date des XII^e-XIII^e siècles²⁵¹.

251. JESSOP (O.), "A new artefact typology...", *op. cit.*, T3, fig. 1, p. 194. Voir GLENN (T. A.), "Prehistoric and historic remains at Dyserth castle...", *op. cit.*, p. 63-64, 250-51.

II-1-2 Pointes de flèche, type I

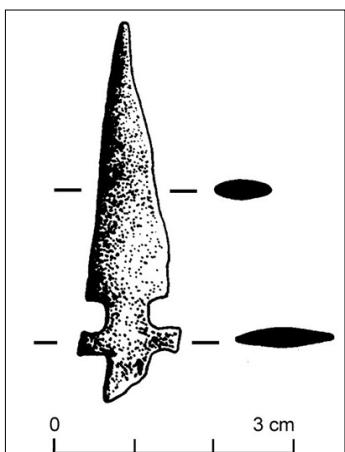


- Fer
- Longueur totale : de 55 à 80 mm ; largeur pointe : de 5 à 10 mm ; section soie : 4 x 4 mm ; poids : 20 g pour les plus épaisses, 7-8 g pour les autres

Compte tenu de la disparité des exemplaires présentés, la description séparée des différentes variantes s'avère nécessaire. Le type I est long et effilé. Il présente un profil losangique et une monture à soie. La section de la pointe est rectangulaire et celle de la soie carrée. La pointe est dissociée de la soie par un léger étranglement. La première variante (I1) possède un profil pyramidal et une pointe de section carrée. La soie, légèrement plus longue que le fer se situe dans son prolongement. Elle est de section carrée et se rétrécit vers le bas. Les trois dernières variantes sont à la fois plus courtes et plus effilées. La section de leur pointe et de leur soie est carrée.

Les exemplaires de ce type ont été mis au jour sur le site de Montcy-Notre-Dame (Ardennes, XI^e siècle), mais aussi à Montségur (Ariège), Montaigut (Tarn), l'Isle-Bouzon (Gers), Durfort (Tarn), Orgueil (Lot), Auberoche (Dordogne) et Birkenfels (Bas-Rhin) dans la seconde moitié du XIII^e et au XIV^e siècles

II-1-3 Pointes de flèche, type J



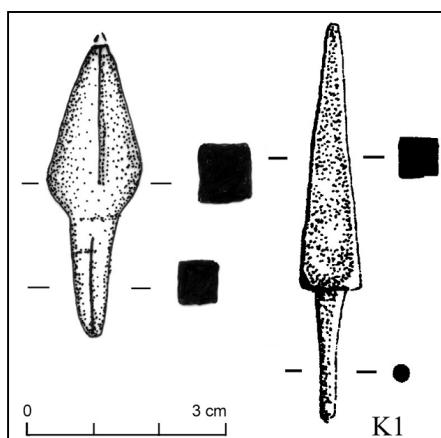
- Fer
- Longueur totale : 40 mm ; largeur pointe : 10 mm ; section soie : 5 mm ; poids : 5 g

Ce type de pointes de flèche possède un fer à profil triangulaire, de section ovale. Sa pointe est relativement effilée et séparée de la soie, de section plate, par un fort étranglement. Cette soie est pourvue d'ailerons débordant de part et d'autre. La fonction de cet aménagement ne nous est pas connue. Cependant, un tel dispositif devait permettre à la pointe de la flèche de ne pas s'enfoncer trop profondément dans la cible à atteindre.

Le seul exemplaire répertorié a été mis au jour à Caen (Calvados), à l'occasion des fouilles urbaines dites de l'Hôtel de Ville. Il serait attribuable au XIII^e siècle. Il s'agit d'une feuille de métal qui a été découpée pour lui donner ce profil "en harpon". Une telle pointe est très légère et devait se tordre facilement. Sa qualité première est sa faculté de perforation.

II-2 Pointes de flèche à soie de section circulaire : types K et L

II-2-1 Pointe de flèche, type K

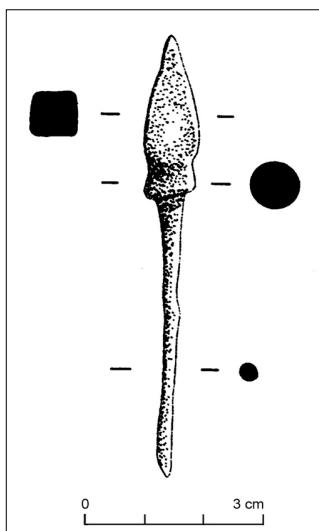


- Fer
- Longueur totale : de 45 à 60 mm ; largeur pointe : de 9 à 15 mm ; section soie : de 2 à 4 mm ; poids : 9-15 g

Cette pointe de flèche présente un profil pyramidal régulier et une section carrée. Elle est montée sur une soie de section quadrangulaire, relativement courte et peu épaisse. La douille est séparée de la pointe par un fort étranglement. La variante présente une section de moindres dimensions, la soie est de section circulaire. Le seul exemplaire connu de cette

variante provient d'une trouvaille fortuite effectuée lors d'un dragage de la Seine au Petit-Andelys (Eure). Le premier exemplaire a été mis au jour sur le site de Tours. De taille plus réduite, il serait cependant à rapprocher du carreau de type S (type b Fréteval).

II-2-2 Pointe de flèches, type L



- Fer
- Longueur totale : 80 mm ; largeur pointe : 8 mm ; section soie : 3 mm.

Ce type de pointes de flèche possède un profil pyramidal de section carrée. La forme présente un net rétrécissement central, entre la pointe et la soie, que souligne le renflement de la pointe de section circulaire, à la base de celle-ci. La soie est nettement plus longue et effilée que la pointe et présente une section ronde.

Ce type est représenté par un seul objet provenant d'un dragage de la Seine au Petit-Andelys (Eure). Cette pointe de flèche ne possède donc pas de contexte stratigraphique fiable.

Éléments de comparaison étrangers

Les types K et L correspondent au type Zimmermann T D1-1. Plusieurs sites suisses ont livré ce type de formes : les châteaux de Rickenbach (canton de Soleure), Ödenburg et Riedfluh (canton de Bâle)²⁵². Ils sont datés du XIII^e siècle. La fouille du site de Gommerstedt (Allemagne)²⁵³ confirme cette datation. En Italie, les sites de Castel Bosco (Trentin)²⁵⁴ et Castel Zuccola (Frioul)²⁵⁵ avancent des datations fin XIII^e-début XIV^e siècles.

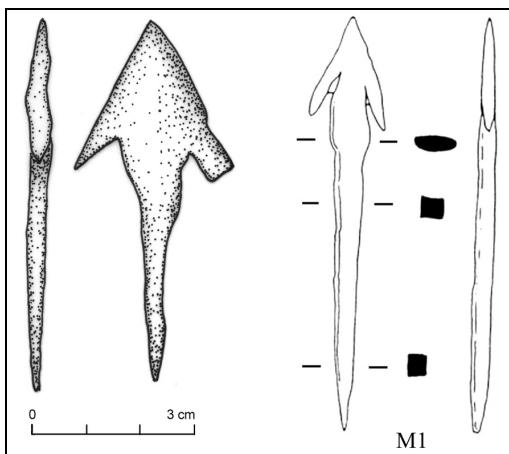
252. Ce type est attesté sur des sites antiques, il est parfois interprété comme poinçon.

253. TIMPEL (W.), "Gommerstedt, ein mittelalterlicher Herensitz in Thüringen", *Weimarer Monographien zur Ur- und Frühgeschichte*, 5 (1982), p. 77, pl. 45 (n° 7, 10, 12).

254. CAVADA (E.), PASQUALI (T.), "Aspetti di cultura materiale medievale a Castel Bosco...", *op. cit.*, p. 146, fig. 6-3.

255. FAVIA (L.), "Le campagne di scavo al castello di Zuccola...", *op. cit.*, (n° 13, pl. 7), p. 266.

II-2-3 Pointe de flèches, type M

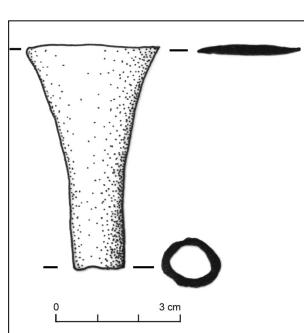


- Fer
- Longueur totale : de 68 à 78 mm ; largeur pointe : de 14 à 30 mm ; section soie : 5 mm ; poids : 5 g

Ce type de pointes de flèche présente des pennes latérales étroites, courtes, bien dégagées et dissociées de la soie, mais encadrant celle-ci de part et d'autre. Les bords sont tranchants. La section de la pointe est mince. La soie, longue, est de section carrée. Elle s'effile vers le bas. La variante présente une forme générale similaire, mais plus longue et mince avec une pointe beaucoup moins large.

Ces objets ont été mis au jour sur les sites de Lourdes (Hautes-Pyrénées) et l'Isle-Bouzon (Gers) et sont datés des XIII^e et XIV^e siècles.

II-2-4 Pointe de flèches, type N



- Fer
- Longueur totale : 56 mm ; largeur pointe : 36 mm ; section douille : 15 mm

Cette pointe de flèche à douille présente une pointe en croissant dont le bord tranchant se trouve dans la partie supérieure. Cette pointe s'évase largement vers le haut. Le diamètre de la douille est relativement important et devait recevoir une hampe

puissante. Pour cette raison, son classement dans les formes de projectiles destinés aux arcs peut être discuté. Cependant, les exemples étrangers sont systématiquement classés dans cette catégorie.

Des exemplaires de ce type sont conservés au musée de Castelnaud (Dordogne). Il pourrait s'agir de fers de trait anglais.

Types de fers de trait étrangers

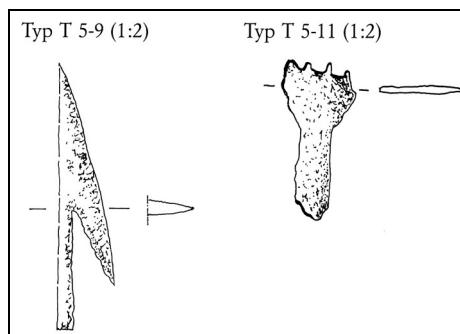


Figure 38. *Types Zimmermann T 5-9 et 11*

Le type T 5-9 présente un profil à penne, dissymétrique. Zimmermann ne lui donne aucune attribution définitive quant à sa fonction et à sa chronologie. Il a été mis au jour lors de fouilles au château de Sinsheim (Bade-Württemberg) dans des niveaux mal datés²⁵⁶. Le fer de trait de type T 5-11 se caractérise par son extrême rareté dans les fouilles de châteaux médiévaux, sauf dans celui de Lägern (Suisse, canton de Zürich), et pourrait être daté des XII^e-XIII^e siècles. Les fouilles de l'ensemble fortifié de Kleinhöchstetten (Suisse, canton de Berne) ont livré ce type de fers de trait. L'auteur de la publication l'interprète comme étant destiné à la pêche et date ce type du XIII^e siècle²⁵⁷. Pour notre part, nous ne les aurions pas identifiés comme fers de trait, en l'absence d'autres sources comme des œuvres figuratives par exemple.

256. CHRISTLEIN (R.), "Das alamannische Reihengräberfeld von Marktoberdorf im Allgäu", *Materialhelfe zur Bayerischen Vorgeschichte*, 21 (1966). L'auteur suppose que ces fers de trait pourraient appartenir à un horizon chronologique situé entre le XI^e et le XII^e siècle.

257. HOFER (P.), *Kleinhöchstetten. Ergebnis einer Ausgrabung*, Berne, 1955, p. 12 (4-3).

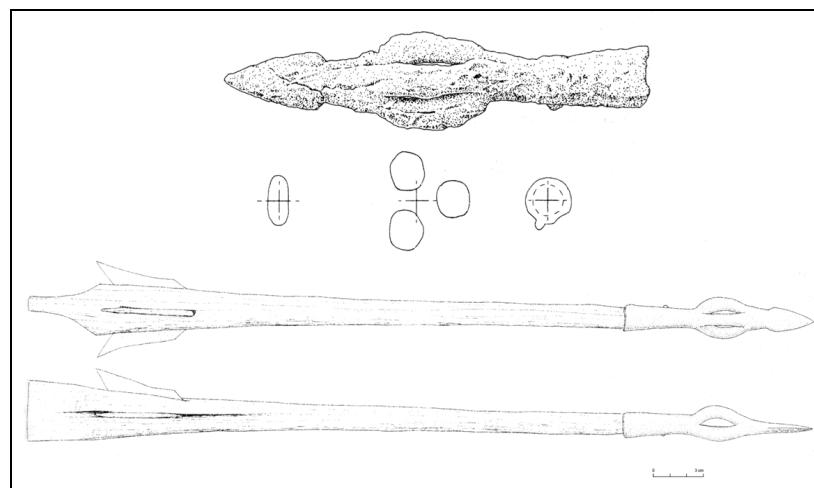


Figure 39. *Projectiles enflammés. Dura-Europos (Syrie)*²⁵⁸

Ce type de projectiles, attestés sur des sites de l'Antiquité et décrit dans des ouvrages antiques de poliorcétique, a été mis en évidence sur des sites suisses à Bar Hill (Bas-Empire) et clairement attesté dans la forteresse médiévale de Altbüron (canton de Lucerne). Son utilisation avec des balistes est, de notre point de vue, fortement probable.

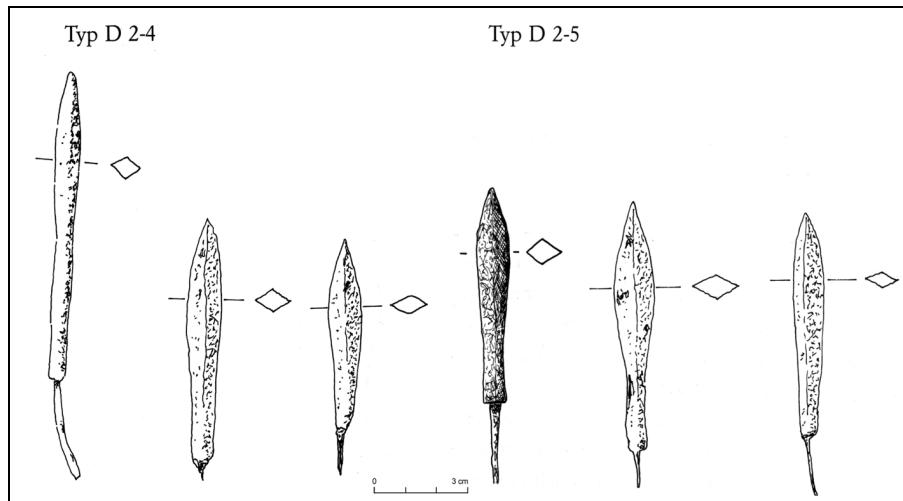


Figure 40. *Types Zimmermann D 2-4 et D 2-5*

258. Voir ZIMMERMANN (B.), "Mitteralterliche Geschoss-spitzen...", *op. cit.*, p. 68-69 ; JAMES (S.), "Archaeological evidence for Roman incendiary projectiles", *Saalburg Jarhburg*, 39 (1983), p. 143, fig. 4. Sur l'arbalète romaine voir BAATZ (D.), "Die Römische Jagdarmbrust", *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 21-2 (1991), Mayence, p. 283-290.

Des fers de trait de type D 2-4 ont été mis en évidence en Suisse (château de Frohburg, canton de Soleure), utilisés vraisemblablement aux XIII^e-XIV^e siècles. Ceux de type D 2-5 ont été mis au jour en Suisse, en Allemagne, en Autriche et en Italie²⁵⁹ et confirment les mêmes datations. Ces deux catégories de projectiles sont aussi fréquents en Pologne et en Slovaquie sur de nombreuses fouilles²⁶⁰. En revanche, les sites des îles Britanniques infirment cette datation. Oliver Jessop situe ces fers de trait aux IX^e-XI^e siècles²⁶¹ ; ils ont été découverts sur le site de Coppergate²⁶² et sont décrits par le chercheur comme anglo-scandinaves.

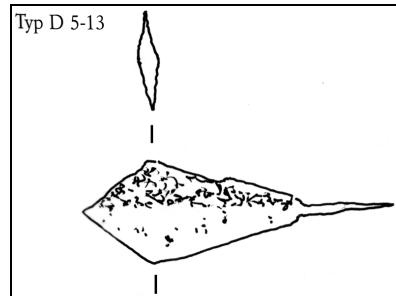


Figure 41. *Types Zimmermann D 5-13*

Cette pointe de flèche présente une pointe en forme de losange dissymétrique qui se prolonge par une soie. Elle est facettée et montre une nervure centrale. Ce type mesure entre 4 et 6 cm pour un poids n'excédant pas 6 à 10 g. Ces formes ont été mises au jour en Allemagne, mais aussi en Suisse dans les châteaux de Grimenstein (canton de Berne), de Schiedberg (canton des Grisons). Elles auraient une origine magyare ou morave et sont datées du X^e siècle, ce qui en ferait l'un des types les plus anciens. Elles ne sont pas sans analogie avec les pointes de flèche polonaises et slovaques²⁶³. Des fers

259. Au Castel Savaro et Castel Zuccola, voir PASQUALI (T.), "Note su Castel Savaro...", *op. cit.*, p. 177, fig. 5, 6, 7. L'auteur les interprète comme carreaux d'arbalète et FAVIA (L.), "Le campagne di scavo al castello di Zuccola...", *op. cit.*, p. 266 (n° 12, pl. 7).

260. KOUŘIL (P.), "Die Burg Freudenstein in Schlesien und ihr Hinterland", *Život v° archeologii středověku*, Prague, 1988, 1-6 table 4, p. 391, **annexe 13, figure 16**. RUTTKAY Alexander, "Waffen und Reiterausrüstung des 9. bis zur ersten Hälfte des 14. Jahrhunderts in der Slowakei", *Slovenska Archeologia*, 23 (1975), 9-11 et 13-14, 19, 21 pl. 19, p. 189.

261. JESSOP (O.), "A new artefact typology...", *op. cit.*, type T1, fig. 1, p. 194.

262. OTTAWAY (P.), "Anglo-scandinavian Ironwork from 16-22 Coppergate", *The Archaeol. of York*, 17 (1992), p. 710-15, n° 3905-30. Voir **annexe 13, figure 11**, schéma tiré de JESSOP (O.), "European Iron Arrowheads...", *op. cit.* Cette forme est interprétée comme étant de style viking et est utilisée à la guerre comme à la chasse. Elle a été mise au jour en Suède, au Danemark, en Angleterre, en Irlande...

263. Voir *supra* première partie et la typologie de RUTTKAY qui date de 1975. Il a travaillé sur 415 fers de trait de plus d'une centaine de sites de Slovaquie, **annexe 13, figure 13** (type B 2-a).

de ce profil se retrouvent aussi dans les typologies établies par Aleksandr Filippovich Medvedev²⁶⁴ à partir de plus de 7 000 traits du VIII^e au XIV^e siècle et dans celles de Andrzej Nadolski²⁶⁵ à partir de 146 fers de trait dont une quarantaine présente une soie.

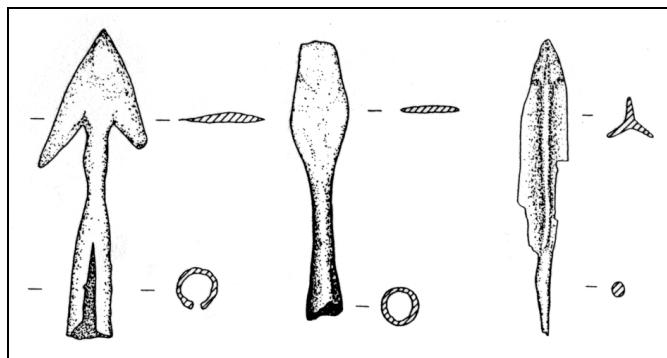


Figure 42. Pointes de flèche antiques²⁶⁶

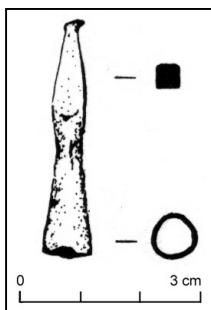


Figure 43. Fer de trait du château de Montereale Valcellina (Frioul, Italie)²⁶⁷

Ce type de carreau est très proche de ceux que l'on retrouve sur le territoire français (type D), mais il présente des dimensions très faibles.

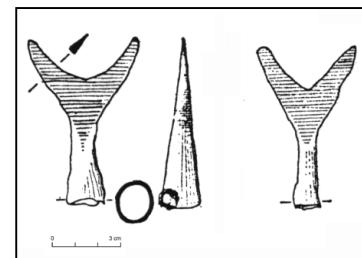


Figure 44. Fers de trait de Basing House, Hampshire (Angleterre)²⁶⁸

264. MEDVEDEV (A. F.), "Rucno metatelenoe oruzie (luk, strelly, samostrel) VIII-XIV vv", *Archeologija USSR*, 36 (1966), Moscou.

265. Publié à Łódź sous la dir. de Andrzej NADOLSKI : *Studio nad uzbrojeniem polskim w X, XI i XII wieku* [Etude de l'armement polonais des X, XI et XII^e siècles, résumé en anglais], *Acta archaeologica Universitatis Lodzienensis*, 3 (1954), voir aussi IRAS-MELIS (K.), "Les trouvailles de l'époque de la conquête hongroise du mont Tüzköhegy de Budaörs", *Budapest Régi ségei*, 29 (1992), fig. 2 et 6, p. 97-98.

266. FOSSATI (A.), MURIALDO (G.), "Il castrum tardo-antico di S. Antonino di Pertii...", *op. cit.*, p. 380-386, 3, pl. 1, p. 143. Le modèle à trois ailettes est interprété comme un type avaré, voir PAROLI (L.) (dir.), "Relazioni culturali e scambi commerciali nell'Italia centrale romano-longobarda", *op. cit.*, fig. 5, n° 23, p. 254.

267. PIUZZI (F.), "Oggetti di metallo e altri reperti rinvenuti negli scavi" dans "Ricerche archeologiche nel castello di Montereale...", *op. cit.*, n° 3, pl. 1, p. 143. Voir aussi DE MARCHI (P. M.), "Indagine archeologica sulla collina di San Pietro nel comune di San Pietro (canto Ticino), I metalli", *Archeologia medievale*, 23 (1996), 3 pl. II, p. 197 et CABONA (I. F.), GARDINI (A.), MANNONI (T.), "Zignago 1...", *op. cit.*, n° 53-56, pl. XIII, p. 358.

268. Correspond au types H1 et H2 dans JESSOP (O.), "A new artefact typology...", *op. cit.*, p. 198. MOORHOUSE (S.), "Finds from basing house, Hampshire (c. 1540-1645) : part two", *Post medieval archaeology*, 5 (1971), n° 136 et 137, fig. 23, p. 53.

Ces pointes de flèche sont généralement interprétées, en Angleterre, comme des projectiles destinés à la chasse aux oiseaux. Elles sont conçues pour atteindre les pattes fines de ces petits animaux et les faire chuter. La lame présente une courbure soit en demi-lune, soit en V, plus anguleuse probablement à la suite de réaffutages successifs²⁶⁹. Ce type de pointes a été mis au jour dans des niveaux tardifs du Moyen Âge, parfois même dans des couches d'occupation modernes, comme à Humberstone (Leicestershire)²⁷⁰ dans un contexte XVI^e-XVII^e siècles, à Glenluce (Wigtownshire, XV^e)²⁷¹, à Blenheim Park (Oxfordshire).

Les dépôts de munitions dans les châteaux suisses et allemands

Ces dépôts, composés souvent de plusieurs centaines de projectiles, ont souvent résisté à l'épreuve du temps. Cela implique, pour quelques-uns, que les éléments constitués de matière première périssable ont été conservés ; ils constituent des documents historiques de tout premier plan. Au-delà du fait qu'ils sont extrêmement bien datés par les inventaires d'arsenaux et qu'ils fournissent des éléments de comparaison relatifs à la datation du mobilier retenu dans notre corpus, ils permettent d'étudier les fûts en bois sur lesquels les pointes en fer sont goupillées ou parfois enfoncées et les empennages divers. Cet aspect de la recherche dans le domaine des projectiles sera développé dans le chapitre consacré aux restes archéologiques, autres que métalliques.

Nous avons déjà évoqué les découvertes d'ensembles exceptionnels provenant d'arsenaux et dont l'intégralité des carreaux et des flèches est conservée, en particulier le dépôt du château de Habsburg²⁷². Ce cas se retrouve dans les châteaux de chevaliers teutoniques en Prusse orientale, aujourd'hui situés en Mazurie, Pologne). En Suisse et en Allemagne, quatre ensembles entreposés dans des châteaux, dont celui de Habsburg, ont été mis au jour lors de travaux récents ou plus anciennement. Des carreaux d'arbalète

269. Ce type de pointe en forme de fourche "with forked heads" est citée dans une œuvre de Shakespeare datée de 1593 : "As you like it", éd. par QUILLER-COUCH (A.), DOVER-WILSON (J.), Cambridge, 1948, Acte II, scène I, ligne 21-5.

270. RAHTZ (P.), "Humberstone Earthwork, Leicester", *Trans. Leic. Arch. Hist. Soc.*, 35 (1959), p. 18, fig. 13, n° 4.

271. JOPE (E. M.), JOPE (H. M.), "A hoard of fifteenth century coins from Glenluce...", *op. cit.*, n° 11, fig. 94, p. 268.

272. Voir *supra* fig. 33 et 34.

emmâchés sur leur fût (la majorité étant composée de types F, H et I), des pointes de flèche entières ou seulement leur fût.

Le lot de 212 traits provenant du château de Nänikon-Bühl (canton de Zürich) est daté des XII^e-XIII^e siècles. Il a été mis au jour dans une tour résidentielle lors de travaux effectués en 1992²⁷³. Dans les années 1930, la fouille du château du Mont Terri a aussi donné lieu à la découverte d'un lot important (environ 200 traits conservés à l'office du patrimoine historique de Porrentruy, Jura suisse). Ils sont datés de la première moitié du XIII^e siècle²⁷⁴. Pour l'ensemble découvert lors de la rénovation de la forteresse de Habsburg (canton d'Argovie) en 1949, une datation du XI^e-XIII^e est avancée. Les fûts en bois des flèches sont conservés (ils mesurent entre 62,8 et 64,5 cm pour un poids avoisinant 22-26 g). Le mobilier peut être comparé aux célèbres flèches romaines du Bas-Empire (IV^e-V^e siècles), trouvées dans les tourbières sur le site de Nydam, dans le Schleswig (Haute vallée du Rhin, Danemark)²⁷⁵.

c- La cartographie des données : un outil heuristique

Répartition géographique

Les cartes 9 et 10, en annexe, montrent la répartition, par type, des carreaux d'arbalète et pointes de flèche sur l'ensemble du territoire français.

Sur la carte consacrée aux projectiles d'arbalète, la première remarque qui s'impose concerne la grande variété de types morphologiques symbolisés chacun par une couleur (22 au total). Cependant, cela ne masque pas l'extrême homogénéité de certains grands types que représente un nombre important d'objets : il s'agit en particulier des variantes A (en jaune), D (en rouge) et H (en vert clair). À eux seuls, ces trois types de fers de trait représentent 52 % du total. La diversité des autres modèles est

273. ZIMMERMANN (B.), "Geschoss spitzen und Truhenbestandteile ; sonstige Eisenfunde", *Monographien der Kantonsarchäologie*, 26 (1995), Zürich, p. 40-46.

274. ZIMMERMANN (B.), "Geschoss spitzen und Truhenbestandteile..", *op. cit.*, p. 40. PAJOT (F.), "Recherches sur l'origine de la tour du Mont Terri", *Bulletin de la Société belfortaine d'émulation*, 21 (1902), p. 234.

275. RADDATZ (K.), "Pfeilspitzen aus dem Moorfund von Nydam", *Offa*, 20 (1963), p. 49-55. Les dessins des fûts se trouvent en annexe 13, figure12.

importante, mais chaque type ne représente qu'un faible nombre d'objets. Le type A est majoritaire sur les sites du sud-ouest de la France, où il témoigne d'une remarquable uniformité d'un site à un autre. Il est aussi présent dans le nord de la France (Champagne-Ardennes) sur plusieurs sites. On le retrouve aussi sur le site d'Ottrott (Bas-Rhin). Le type D est mis au jour de façon préférentielle au sud de la Loire avec cependant un foyer en Normandie qui regroupe les modèles de tailles les plus réduites, tous rattachés à des niveaux stratigraphiques situés autour de l'an Mil. Ce sont les premières formes de carreaux pour le Moyen Âge.

Le quart sud-ouest de la France regroupe aussi beaucoup d'exemplaires de types A, B, C et D (apparaissant en jaune, orange et rouge sur le graphique) qui possèdent des formes plutôt effilées, à pointe de section carrée. Les types B et C sont présents, outre dans le Centre-Est, dans une autre zone géographique située au sud et à l'ouest de la France (Aquitaine et Poitou-Charentes). Toujours dans la zone regroupant les régions Rhône-Alpes et Bourgogne, nous pouvons constater que les autres variantes de section carrée ne sont pas bien représentées : il s'agit des types E, F, G (en vert sur la carte), sauf peut-être sur le site d'Albon (Drôme), qui reste malgré tout très méridional. Il pourrait se rattacher à d'autres zones d'influence. En revanche, le type H (en vert d'eau sur la carte) est présent dans le nord de cet ensemble géographique (Franche-Comté et Bourgogne), se rapprochant en cela de l'Alsace. Cette variante apparaît aussi en Bretagne et en Normandie sur des sites plus tardifs. Ces carreaux de types H et I, de plus grande taille, semblent caractéristiques des contrées les plus orientales. Les types I et J sont concentrés en grande partie en Alsace et sur deux sites présentant des corpus d'objets importants : Tours et Castelnau. Les fers de trait mis au jour sur le site du Palais des Papes (Avignon) montrent des similitudes attestées avec les objets alsaciens. Les types K et L sont concentrés dans l'ouest de la France. Les variantes M et N, de section triangulaire, sont situées en Alsace, dans le nord et l'extrême-sud de la France. Les modèles de type O ont été mis au jour sur des sites du Sud-Ouest (en rose sur la carte). Les autres modèles de carreaux d'arbalète ne sont pas suffisamment nombreux pour pouvoir tirer des conclusions d'après l'observation de leur répartition géographique. Les fers de baliste ont été mis au jour essentiellement sur les sites du nord et de l'est de la France (Alsace, Franche-Comté). Avignon apparaît comme une

exception notable d'un point de vue géographique, mais il est vrai qu'il est difficilement comparable avec les autres sites.

Pour résumer, deux régions paraissent particulièrement homogènes : le Sud-Ouest et l'Alsace. Un site apparaît cependant comme singulièrement différent : il s'agit d'Ottrott (n° 14). La diversité des types s'explique peut-être par le fait qu'il a été occupé sur une longue période. Malgré leur faible nombre, nous pouvons noter à la fois l'originalité, mais aussi l'homogénéité des sites du sud-est de la France.

La carte 10 permet de visualiser la localisation des différents types de pointes de flèche. La première remarque que nous pouvons avancer concerne le gradient de répartition est-ouest. En effet, la carte montre une concentration de sites ayant livré des fers de flèche dans l'ouest du pays, alors que si l'on observe attentivement la carte générale des sites étudiés (n° 1), la distribution est relativement homogène, avec cependant un vide significatif pour le centre de la France, les Pays-de-Loire et la Bretagne, du fait d'un nombre plus restreint de sites fouillés.

La seconde remarque concerne le gradient de répartition nord-sud : les types B et C se situent en grande majorité au nord de la Loire (Nord, Ardennes, Alsace, Normandie) et le type A dans les deux-tiers supérieurs du territoire français. Le type D n'est présent que sur deux sites du Sud-Ouest, mais en nombre important. Une majorité des projectiles de type E provient de l'ouest de la France : en Normandie, Poitou-Charentes et Aquitaine. Les pointes de flèche à pennes et à monture à douille (types F et G) ont été mises au jour en Alsace, mais aussi à Rougiers. Le type H, à emmanchement à soie, est situé en Normandie et à Saint-Romain. Le type I (figurant en couleur prune sur la carte) se concentre, de façon quasi exclusive, dans le sud-ouest de la France. En revanche, les types J et K semblent être groupés dans le centre et à l'ouest : Centre, Auvergne et Normandie. Les variantes qui présentent des caractéristiques atypiques (L, M et N) sont, comme beaucoup d'autres formes, se trouvent de manière préférentielle dans le Sud-Ouest.

Ces diverses remarques sur la répartition géographique des types de projectiles nous conduisent à reconnaître plusieurs orientations distinctes, relatives à la

détermination de foyers de production et à l'utilisation différenciée des carreaux d'arbalète et des pointes de flèche. Cependant, il faut nuancer ces premières observations et bien tenir compte des variantes à l'intérieur de chaque grande catégorie, car des écarts chronologiques importants existent parfois entre deux formes regroupées au sein d'une même famille. Il ne faudrait pas non plus oublier les variantes notables souvent dues aux techniques et aux savoir-faire mis en œuvre par les différents ateliers de forge ou les divers artisans. Pour cette raison, la confrontation des données de la carte de répartition des types avec la série de cartes relatives aux données présentées de façon chronologique s'est avérée indispensable. Par ailleurs, même si des tendances de répartition peuvent être dégagées, il ne faudrait pas oublier que ces projectiles ont pu voyager, d'autant plus que la quantité des commandes était importante ; déplacement rendu nécessaire par le nombre acheté mais aussi par le caractère particulier de ces artefacts (les campagnes militaires peuvent être aussi responsables de cet état de fait). Cette étude relative à la cartographie des types de fers de trait, selon des critères de répartition géographiques, n'a donc constitué qu'une étape du raisonnement et leur confrontation avec les données fournies par l'analyse stratigraphique des niveaux archéologiques dans lesquels ils ont été mis au jour s'est imposée.

Répartition chronologique²⁷⁶

Les fers de trait datés du haut Moyen Âge, des pointes de flèche pour l'essentiel, sont trop peu nombreux pour permettre d'établir des données fiables, relatives à la répartition géographique. Ils sont en revanche nécessaires pour saisir l'évolution des formes au cours du temps. Il semblerait que la morphologie des pointes de flèche n'ait pas évolué de manière significative entre les premiers siècles du Moyen Âge et l'an Mil. Aux X^e et XI^e siècles, la majorité des carreaux est représentée par les types A et D (en particulier les variantes de petit format correspondant aux types Zimmermann T 1-1 et T 13) et quelques objets du type C. Le modèle K, de loin le plus facile à forger, est aussi présent dans des niveaux de l'an Mil, mais il semble perdurer au XII^e siècle. Le site de Tours (n° 44) se distingue : dans des niveaux du XI^e siècle et du début du XII^e siècle

276. Annexe 8.

(*terminus post quem* situé vers 1125) ont été mis au jour des modèles que l'on ne retrouve pas sur les autres sites occupés à la même époque. Pourquoi ? Peut-être est-ce dû en partie au contexte qui privilégie la découverte de mobilier se rapportant à la chasse. Le même argument pourrait être avancé pour la variante T de Saint-Romain (site n° 34/35). Les carreaux de section triangulaire apparaissent au XII^e siècle à la lisière de la Lorraine et de l'Alsace, E se développe dans le Sud-Ouest et D dans l'Est. Des modèles de petites dimensions (types A et D) subsistent en Alsace et en Rhône-Alpes. K est utilisé de manière préférentielle dans le sud de la France et E dans le Sud-Ouest.

Au XIII^e siècle, les tendances se précisent, des foyers de production semblent se dessiner. La plupart des carreaux d'arbalète sont utilisés au sud d'une diagonale sud-ouest/nord-est. Dans le Sud-Ouest, il s'agit en majorité des types A, B, C, G (pointes de section carrée) et de quelques K (section circulaire). La plupart des C se trouvent cependant dans la moitié est de la France. À cette période, les variantes du type D figurent en Alsace et Franche-Comté. Le quart nord-est regroupe, au XIII^e siècle, les modèles du type F et H (section carrée à losangée), ainsi que les modèles I et J (ogivaux plus ou moins trapus qui n'apparaissent qu'à cette période). Au XIV^e siècle, l'ensemble des types paraît réparti plus également, les variantes de grand format se généralisent (types I et N), ainsi que les fers de baliste. Les carreaux découverts sur le site du Palais des Papes d'Avignon se rapprochent de ceux des sites alsaciens : ils ont vraisemblablement fait l'objet d'importations à longue distance, du fait des quantités commandées et des moyens financiers consentis pour leur achat²⁷⁷. Il convient toutefois de souligner le caractère très particulier de ce site qui ne saurait être comparé aux autres. Le même type de production qu'au siècle précédent est perceptible dans le nord de l'Alsace. Au sud de la France, aucun site n'a livré de mobilier dans des niveaux datés de cette période. Le type A, présent seulement dans le Sud jusqu'à présent, semble se diffuser dans l'Est et le Nord (Ardennes, Rhône-Alpes). H a gagné toutes les régions, alors qu'il était localisé en Alsace, avec un développement particulier dans les territoires limitrophes, comme la région Rhône-Alpes. M et N semblent être produits et utilisés

277. Voir partie 4 *infra*, consacrée à l'étude des documents comptables.

aussi hors de leur zone d'apparition, c'est-à-dire dans le sud de la France. Au XV^e siècle, les carreaux de section triangulaire prennent une place importante (M et N) par rapport aux autres de sections losangées (H) ou de profils ogivaux (J) ; c'est en Alsace et en Lorraine qu'ils sont les mieux représentés.

La première remarque relative à la série de cartes qui classe les pointes de flèche en fonction de leur datation concerne certaines formes qui se caractérisent par leur pérennité. Elles ont manifestement été utilisées pendant toute la période médiévale, contrairement aux modèles de carreaux d'arbalète qui se sont renouvelés par leur taille, sinon par leur morphologie. Cela semble vraisemblable, puisque l'évolution des profils de carreaux est dictée par de nouveaux modèles d'armes. Aux X^e et XI^e siècles, la plupart des flèches se situent au nord d'une ligne sud-ouest/nord-est : il s'agit en majorité des types A, B, C et E. Au XII^e siècle, les mêmes types se retrouvent dans la moitié ouest de la France. Le type I, à soie, apparaît au Sud-Ouest. L'Alsace rassemble des sites sur lesquels ont été mis au jour des types B et C (profils de pointes losangiques et triangulaires). Au XIII^e siècle, deux foyers se dessinent : le Sud-Ouest (composé à parts égales de flèches à emmanchement à douille et à soie) et la Normandie (à majorité à soie H, K, L ou bipenne de type E). Au XIV^e siècle, B et C sont disséminés sur l'ensemble du territoire. Les flèches bipennes de type E sont présentes tout au long de la période étudiée. Les niveaux du XV^e siècle ont livré très peu de pointes de flèche. On peut noter cependant la pérennité des I et des C.

En revanche, quelques remarques s'imposent, relatives aux travaux de nos confrères étrangers ayant analysé le même type de mobilier (voir graphiques de comparaison en **annexe 7**). Pour l'Allemagne et la Suisse, beaucoup des types mis en évidence sur le territoire français se recoupent avec ceux présentés par Bernd Zimmermann dans sa dernière publication. En effet, plusieurs zones géographiques prises en considération, ont historiquement fait partie des terres de l'Empire germanique. Il semblerait cependant que quelques divergences se fassent jour quant à leur datation. Si parfois, la plage chronologique mise en évidence correspond à celle de notre collègue allemand, souvent elle se révèle être plus précise pour les carreaux d'arbalète (A, A', D', E...). Nous avons noté le fait qu'il ne distingue pas les différentes unités

stratigraphiques sur un même site archéologique mais, qu'en revanche, il tenait compte de toute la période d'occupation du château, puisqu'il n'a pris en considération que des sites castraux. D'autres fois, nos interprétations correspondent parfaitement (types M et N) ou bien, au contraire, sont totalement divergentes (C' et T). Nous reconnaissons le degré de fiabilité statistique moindre pour ces deux derniers types morphologiques puisque le nombre d'individus ayant retenu notre attention est très faible : ils sont en effet peu représentés sur le territoire français. De façon générale, le chercheur allemand a tendance à dater ses objets de périodes plus tardives et à ne retenir que les estimations basses. Il est à noter cependant que notre éventail de sites, relatif aux types d'occupation, étant plus ouvert, cela a pu peser sur les interprétations finales. Il est également fort possible que, dans les zones orientales, les types morphologiques que nous avons mis en évidence révèlent une plus grande pérennité. La même remarque demeure valable pour les pointes de flèche avec cependant un hiatus chronologique très important pour un type dont les datations ne se recoupent pas, à savoir le groupe des pointes de flèche C, bien attesté sur le site de Rougiers (Var) pendant les XIII^e-XIV^e siècles.

Si la comparaison est possible avec le travail du chercheur allemand, elle est en revanche beaucoup plus épineuse avec celui d'Oliver Jessop, notre confrère britannique ; il semblerait que ce ne soit plus, cette fois-ci, pour des raisons d'ordre méthodologique. En effet, le mobilier français est très dissemblable de celui mis au jour en Angleterre, sauf sur quelques sites normands (6 types de carreaux et 3 de pointes de flèche se recoupent). Mais, de nombreux types de projectiles anglo-scandinaves n'apparaissent pas dans notre typologie.

C. Le processus sidérurgique : apport des analyses en laboratoire

a. Travail du métal : quelques notions fondamentales

Le processus sidérurgique

En préalable à la présentation des analyses et de leurs résultats, il est nécessaire de préciser quelques termes, (cf. glossaire des termes techniques) dans la perspective large de l'histoire des techniques et de définir rapidement les grands principes de métallurgie. Le processus sidérurgique comprend plusieurs étapes importantes. Elles sont résumées dans le tableau ci-dessous (figure 45, *infra*).

Outre la préparation que le minerai doit subir, et qui ne sera pas détaillée ici, traitements physiques (lavage, concassage, broyage, triage, calibrage...), mais aussi chimiques (grillage des sulfures, calcination des carbonates), celui-ci fait l'objet d'une *réduction*. Le carbone possède la double fonction d'agent thermique et de réducteur. Théoriquement, la réduction des oxydes de fer est possible à partir de 700° C. Dans le cas de la *filière directe*, on passe directement du minerai au fer (ou à l'acier). Le produit issu de la réduction est à l'état solide (d'aspect pâteux). La gangue du minerai se transforme en scorie plus ou moins liquide. La *loupe* obtenue est composée d'agglomérats relativement compacts de métal, de scories et de charbon de bois. L'épuration de cette masse compacte se fait par martelage à chaud (*cinglage*).

Dans le cas de la *sidérurgie indirecte*, il s'agit d'une réduction avec fusion. La fonte est obtenue à l'état liquide. La gangue est liquéfiée sous forme de *laitier*. Cette liquéfaction est facilitée par l'ajout de fondants. La différence de densité entre le métal et le laitier est telle que les deux éléments se séparent d'eux-mêmes. Cette fonte peut être utilisée directement ou bien transformée en acier par *affinage*.

Les caractéristiques du métal, structure et composition, peuvent être modifiées en fonction des différents traitements qu'on lui fait subir, qu'ils soient d'ordre mécanique, thermique ou chimique.

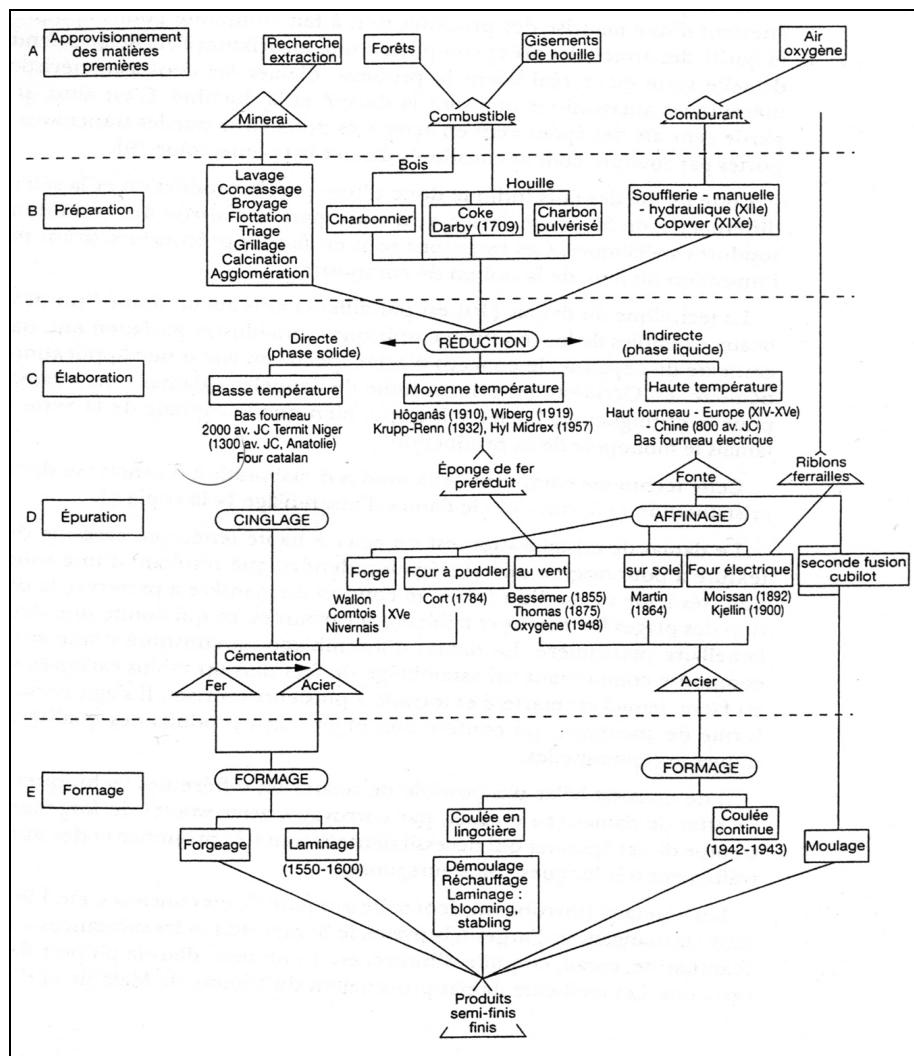


Figure 45. Le processus sidérurgique²⁷⁸

Définition et principes de métallurgie

Au Moyen Âge, on emploie principalement des procédés de mise en forme par *forgeage*. Le matériau de départ utilisé par le forgeron pour mettre en forme ses objets peut être un lingot ou une pièce de métal correspondant à l'ébauche de l'objet à produire ou un lopin issu du recyclage de différents fragments de métal. Le travail à faible

278. D'après FLUZIN (Ph.), "Le processus sidérurgique : évolution historique et indices archéométriques" (traduction française du chapitre VI de l'ouvrage *La miniera perduta. Cinque anni di ricerche archeometallurgiche nel territorio di Bienna*), Gênes, 1999. FLUZIN (Ph.), "Histoire des techniques. Notions élémentaires historiques de sidérurgie", *Mémoires de la société des Africaniastes*, 9 (1983), p. 13-44.

température du fer, appelé *écrouissage*, pour accroître sensiblement sa dureté et sa résistance mécanique, est couramment utilisé (à des températures inférieures à 100° C). De même, le travail à chaud, dit *corroyage*, permet de souder entre elles différentes pièces par martelage ou forgeage à chaud, le fer étant ainsi plus malléable.

Les propriétés mécaniques de l'acier dépendent en grande partie de sa pureté, mais peuvent être sensiblement améliorées par les *traitements thermiques*, c'est-à-dire sans modifier sa composition chimique. Parmi les différents traitements que l'on fait subir à l'objet en fer, c'est l'un des plus fréquents. Il comprend trois phases distinctes : chauffage, maintien à une température constante pendant un temps défini suivi d'un refroidissement plus ou moins rapide. Ce traitement permet notamment d'améliorer sa résistance à la déformation, au choc, à l'usure ou à l'oxydation. Des modifications sont ainsi amenées dans sa *structure cristalline* et dans la répartition des différentes *phases* du métal. Un refroidissement rapide donne naissance à un certain nombre de constituants hors d'équilibre, dont l'existence dépend de la vitesse de refroidissement (troostite, bainite, martensite dans le cas de l'acier). La présence ou l'absence de ces divers éléments est de ce fait repérable par l'analyse. Un certain nombre de diagrammes permettent de préciser aujourd'hui ces différentes notions en fonction de la température, du taux de carbone... L'un des principaux est le diagramme fer/C qui précise, d'une part, la distinction entre les différents types d'acier et les fontes et, d'autre part, les températures de fusion et de traitement thermochimique.

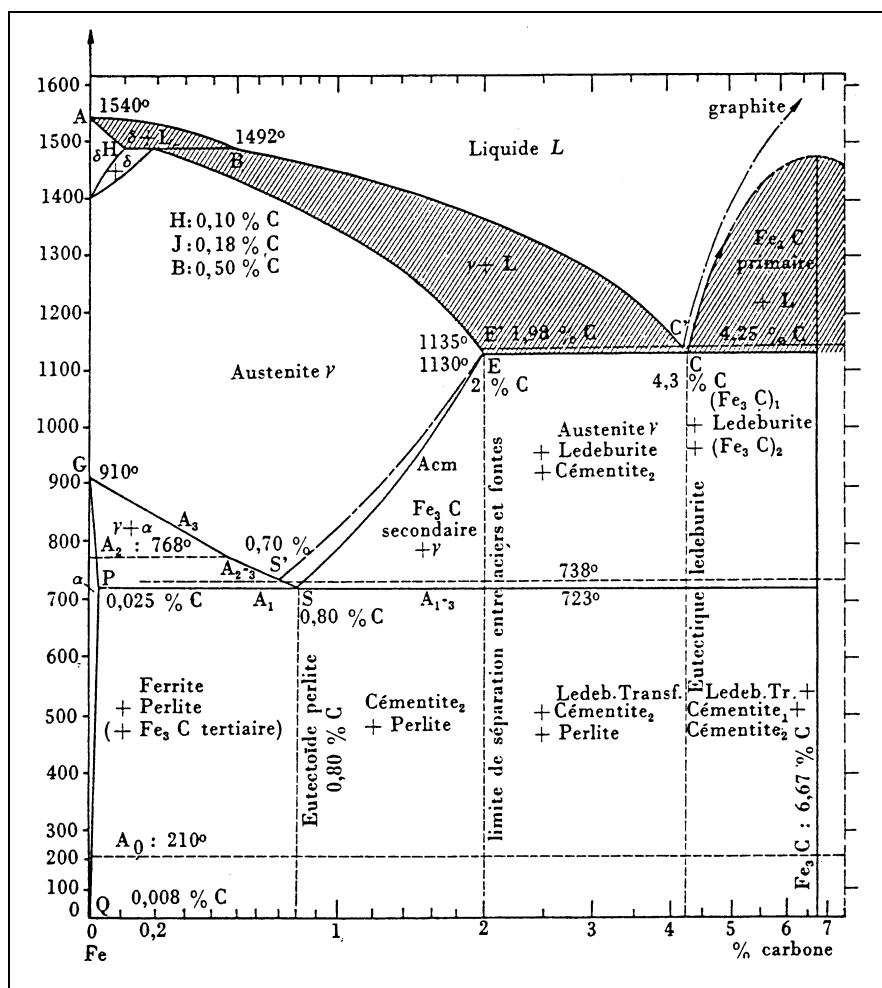


Figure 46. Diagramme d'équilibre fer-carbone. Source : BONDY (Ch.), GOBIN (F.), *Métaux et alliages*, Paris, Armand Colin, 1971.

Parmi ces divers traitements thermiques, la *trempe* a toujours joué un rôle important. Ce procédé est connu et utilisé au Moyen Âge. À cette époque, une grande part d'empirisme entre dans la pratique de celle-ci et la qualité du produit tient en grande partie à l'habileté du forgeron, ainsi qu'à la nature des fluides utilisés pour le refroidissement. Le problème majeur est cependant de maintenir les différentes pièces de métal à des températures stables (favoriser l'homogénéisation de la structure) et de pouvoir contrôler leur refroidissement, celui-ci devant être rapide, ce qui empêche le développement de perlite et donne naissance à la martensite. Ce traitement confère une grande dureté à l'acier.

Le *revenu* est un traitement pratiqué après la trempe. Ce procédé permet de pondérer la fragilité de la pièce tout en diminuant cependant quelque peu la dureté. L'objet est à nouveau amené à une température comprise entre 180 et 721° C, maintenue à cette température, puis refroidi assez lentement.

Le *recuit* est, quant à lui, un traitement destiné à ramener un acier à une structure d'équilibre. Il comporte généralement un chauffage à une température supérieure à celle du début de la transformation du fer (721° C), un maintien à cette température et un refroidissement lent à l'air.

L'artisan choisit parfois de modifier la composition superficielle de ces objets par un environnement ayant des propriétés chimiques adaptées (cémentation, nitruration). Les traitements chimiques basés sur la diffusion des éléments dans le fer sont toujours superficiels, la *cémentation* est l'un de ces procédés. Cette opération consiste à obtenir une carburation en surface du fer, par chauffage dans un milieu solide (charbon de bois et sel) ou liquide chauffé (cyanure de potassium) susceptible de lui céder du carbone. Cette opération se double généralement d'une trempe, la couche superficielle étant ainsi durcie par transformation martensitique. Cette méthode est longue et particulièrement délicate à mettre en œuvre. La *nitruration* consiste à durcir superficiellement une pièce en faisant agir une matière azotée à température relativement basse (500-550° C). C'est cette phase chimique d'apport et de diffusion de l'azote qui provoque le durcissement.

Pour le Moyen Âge, on peut parler d'une véritable métallurgie pré-industrielle, du fait de la quantité des objets commandée²⁷⁹, mais encore empreinte d'un certain empirisme. En effet, la plupart des procédés utilisés en vue d'améliorer la qualité des objets manufacturés sont connus, mais la difficile maîtrise de ceux-ci, due à une méconnaissance certaine des phénomènes physico-chimiques, constitue un obstacle à une production en série²⁸⁰. En effet, la reproductibilité garantit alors la valeur de ce type

279. Voir la partie 4 *infra*.

280. FRANCE-LANORD (A.), Le fer à travers les âges, *Annales de l'est*, Nancy, 1956 ; SALIN (E.), *La civilisation mérovingienne d'après les sépultures, les textes et le laboratoire*, 4 vol., Paris, 1949-59 ; FIN© (J. F.), "Notes sur la production du fer et la fabrication des armes en France au Moyen Âge", *Gladius*, 3 (1964), p. 47-66.

de produits finis, qui n'a de valeur que pris dans un ensemble d'objets similaires. Cet aspect apparaît comme particulièrement intéressant dans le cas des carreaux d'arbalète dont l'efficacité tient en grande partie à leur parfaite adaptation aux propriétés de l'arme et à leur homogénéité une fois les paramètres obtenus (calibrage en module et équilibrage du centre de gravité) pour une utilisation optimale, c'est-à-dire pour un tir le plus précis possible.

La caractérisation des structures énumérées ici est assez précise et cette nomenclature permet, par la mise en évidence des procédés de mise en forme des objets, d'individualiser certaines productions (ateliers, degré de compétence des artisans).

b. Échelles d'observation en métallographie

La paléométallurgie dispose actuellement de tout un éventail de méthodes expérimentales qui permettent de lire la matière, à différentes échelles, à partir de la structure des métaux anciens.

Dans le cas de ces fers de trait, l'analyse consiste à déceler toutes particularités structurales qui peuvent avoir une influence sur leur comportement en service. L'une des préoccupations fondamentales est d'établir la relation entre propriétés et microstructures, de mettre en évidence la composition chimique et des conditions de traitements thermiques, mécaniques mis en œuvre afin d'améliorer les propriétés du matériau qui les composent. Le principe de base consiste en une observation du métal au microscope qui permet de révéler la *structure métallographique* (arrangement polycristallin résultant de la solidification, disposition des inclusions, déformation des grains correspondant à diverses actions thermo-mécaniques...). La définition de cette structure va dépendre de l'échelle à laquelle on l'observe, qu'elle soit *macrographique* (à l'œil nu ou à faible grossissement x 100) ou *micrographique* (voir tableau suivant).

Le recours à des méthodes d'examen destructives s'avère nécessaire pour ce type précis d'analyses. L'intégrité de la pièce n'est donc pas préservée, problème majeur dès lors qu'il s'agit de vestiges archéologiques. Quelques objets ont donc dû être sacrifiés pour les besoins de l'étude, en vue d'obtenir ces précieuses informations sur leur

technique de fabrication. Cependant, les nombreux travaux de ce type ont montré depuis longtemps que l'information contenue dans le métal est complémentaire de celle qui peut être décelée par son aspect extérieur. Par ailleurs, il convient de rappeler que ces objets, suivant leurs conditions de conservation, risquent de disparaître, à terme, sous l'effet de la corrosion à moins de subir une opération de stabilisation coûteuse, pas toujours envisagée pour ce type d'artefacts.

Le protocole toujours utilisé pour l'analyse est le suivant : les exemplaires choisis doivent faire l'objet d'une préparation spécifique avant de pouvoir être observés.

Préparation des échantillons

Avant toute intervention sur ces objets, nous les avons soigneusement décrits, pesés, dessinés et photographiés (voir catalogue en annexe). Tous les échantillons destinés à l'observation au microscope optique doivent subir une préparation particulière. Celle-ci a nécessité, pour ces quelques objets, plusieurs jours²⁸¹. La partie examinée doit être polie et présenter une surface de quelques centimètres carrés pour une bonne observation. L'échantillon choisi doit être représentatif de l'objet étudié, dans le cas des pointes de flèche et des carreaux d'arbalète, la totalité de la section a pu être prise en considération étant donné la petite taille des objets. La pointe a donc été privilégiée. La difficulté majeure est alors le tronçonnage de la pièce dans le sens de la longueur. Cela nécessite, préalablement et de manière générale, un enrobage dans une résine thermodurcissante pour une meilleure préhension, ainsi qu'un maintien de la cohésion de ces objets. Tout échauffement excessif lors du découpage doit être évité afin ne pas changer la structure du métal étudié. Avant toute observation au microscope optique, la surface doit être soigneusement polie. Elle doit être parfaitement plane et ne pas présenter de rayures. Ce travail long et fastidieux est nécessaire à tout examen ultérieur. Le polissage mécanique se fait sur un disque recouvert de papier abrasif. La finition du polissage se fait à l'aide de feutre imbibés d'une suspension abrasive (type

281. Cette tâche aurait été un peu fastidieuse sans l'aide de Michel Aubert, technicien au laboratoire Métallurgie du fer et Cultures, Belfort, UMR 5060 CNRS, dont l'aide a été précieuse pour le polissage des échantillons.

pâte diamantée), les abrasifs étant de plus en plus fins jusqu'à une granulométrie d'un micromètre.

Une fois la surface polie, la structure peut être observée au microscope. Il est rare que la structure du métal soit révélée dès la première observation, sauf peut-être pour certains défauts comme les fissures, avant que la surface n'ait été attaquée par un réactif chimique comme le Nital (3 % d'acide nitrique dans l'alcool). Celui-ci attaque de manière préférentielle certaines phases et permet de mettre en évidence les hétérogénéités de la structure.

Microscopie optique : techniques d'examen des surfaces obtenues

Le microscope métallographique permet d'observer les surfaces polies des fers de trait par réflexion. De nombreux procédés optiques sont utilisés pour une meilleure interprétation des structures alors mises en évidence.

On distingue traditionnellement la *macrographie*, qui permet de révéler des hétérogénéités de structure à très faibles grossissements, de la *micrographie*, qui a pour but d'examiner les détails de cette structure. L'éclairage en lumière incidente normale est souvent utilisé ; il est cependant parfois utile de travailler en lumière polarisée, notamment pour mettre en évidence et identifier les inclusions non métalliques.

MACROGRAPHIE	MICROGRAPHIE
<ul style="list-style-type: none"> - analyse d'image <ul style="list-style-type: none"> • répartition des porosités (densité, morphologie...) • propreté inclusionnaire et répartition des inclusions (métalliques, non métalliques) • localisation des différentes phases • quantification relative des différents constituants - stratification - alignements d'impuretés - corroyages - soudures-assemblages - fissures 	<ul style="list-style-type: none"> - typologie structurale des différentes phases (identification : ferrite, perlite, martensite, silicates...) - morphologie structurale (homogénéité/hétérogénéité) <ul style="list-style-type: none"> • faciès de solidification (équiaxe, dendrite, globules, chapelets, monocristaux, polycristaux, dimension des grains...) • déformation (écrouissement), orientation préférentielle • recristallisation • traitement thermique • traitement thermochimique • précipitation, ségrégation et défauts cristallins - contexte structural <ul style="list-style-type: none"> • carburation, décarburation • oxydation-réduction (degrés d'oxydation) • liaison avec la matrice - analyse inclusionnaire <ul style="list-style-type: none"> • nature/affinité (monophasée, polyphasée) • genèse origine (primaire : endogène, exogène, mixte-secondaire) • distribution (morphologie, localisation, piégeage) • identification et comptage • relations inclusions/propriétés (malléabilité...) - microureté <ul style="list-style-type: none"> • par structure type • profil

Figure 47. Tableau résumant les divers phénomènes que l'on peut examiner aux différentes échelles d'observation (d'après Ph. Fluzin)

Nous avons complété généralement ces observations par des évaluations de microureté qui permettent de mettre en évidence les caractéristiques mécaniques et confirment souvent l'interprétation des textures. La *dureté*, c'est-à-dire l'enfoncement d'un pénétrateur sous l'action d'une charge prédéterminée, peut être mesurée par diverses méthodes. L'essai de dureté Vickers est généralement employé, le pénétrateur étant un diamant pyramidal à base carrée.

Comme le montrent les différents croquis des surfaces polies figurant sur chaque fiche, les fers de trait sont analysés à divers endroits. La pointe est examinée de manière préférentielle, car elle constitue la zone la plus susceptible d'avoir fait l'objet de traitements thermiques ou thermochimiques.

En dehors de la structure du métal, on s'intéresse également à de multiples "défauts" insérés dans le métal. Parmi ceux-ci, les inclusions sont d'un grand intérêt

scientifique. Elles ont déjà fait l'objet de nombreuses recherches²⁸². Les *inclusions exogènes* sont des phases non métalliques qui apparaissent généralement lors du processus de réduction ou de traitements thermomécaniques ultérieurs. Ces impuretés contenues dans la matrice de fer sont discriminantes pour caractériser l'un ou l'autre processus de réduction, *direct* (température du four inférieure à celle de la fusion du fer) ou *indirect*. Le passage du premier au second de ces deux procédés de réduction constitue l'une des innovations technologiques fondamentales du Moyen Âge. Aussi, l'analyse d'objets archéologiques pouvant être issus de ces deux différentes chaînes opératoires peut apporter des informations capitales pour l'histoire des techniques. Le but d'une telle étude est de mettre en évidence les *éléments traces* (le type de minerai utilisé pouvant avoir une incidence sur la composition des inclusions) et la *structure des phases* présentes dans ces inclusions (les différences de conditions thermodynamiques dans les fours de réduction peuvent amener des différences de cristallisation, bien que la composition d'origine ait été la même).

L'examen métallographique d'objets comme ces carreaux d'arbalète susceptibles d'appartenir à la phase de transition entre procédé direct et indirect (voir phases stratigraphiques du site de Rougemont, **annexe 9**) est riche d'enseignements sur les procédés techniques de mise en forme et le type de métal utilisé pour la confection de ces projectiles. Dans le cas du procédé direct, les inclusions sont des résidus de scories piégés dans la loupe lors de la sortie du bas-fourneau. L'opération qui consiste à épurer cette loupe permet d'éliminer la plupart de ces scories. Du soin apporté à cette opération dépend en grande partie la propreté inclusionnaire ultérieure de la matrice métallique du lingot. La fonte, en revanche, obtenue par le moyen du procédé indirect, comporte très peu d'inclusions, car les résidus non métalliques de la réduction (laitier), de moindre densité, flottent à la surface du métal en fusion. Les inclusions que l'on est susceptible

282. DILLMANN (Ph.), FLUZIN (Ph.), BENOÎT (P.), "Du fer à la fonte. Nouvelles approches archéométriques", dans *L'innovation technique au Moyen Âge*. Actes du VI^e congrès international d'archéologie médiévale, P. Beck (dir.), Paris, Errance, 1998 ; DILLMANN (Ph.) et al., "Microdiffraction du rayonnement synchrotron. Identification de phases non métalliques dans les fers anciens", *La revue de métallurgie-CIT/science et génie des matériaux*, février 1997, p. 267-268 ; DILLMANN (Ph.) et al., "Microdiffraction du rayonnement synchrotron. Identification de phases non métalliques dans les alliages ferreux", *Comptes-rendus de l'Académie scientifique. Section Physique Appliquée*, juillet 1997, p. 763-771 ; BENOÎT (P.), DILLMANN (Ph.), FLUZIN (Ph.), "Iron, cast iron and bronze, new approche of the artillery history", *The importance of iron making*. Actes de la conférence internationale de Norberg, t. 2, p. 241-257.

de trouver dans les objets issus de cette filière proviennent de l'affinage (opération qui permet, entre autre, de décarburer la fonte). Au Moyen Âge et à l'Époque moderne, cette opération se déroule à l'état solide. Le produit de l'affinage est une masse de fer contenant plus ou moins de scories qu'il faut épurer. La taille de ces inclusions qui sont restées piégées est très variable et va de quelques microns à quelques centaines de microns, les plus courantes étant les silicates et les oxydes de fer (wüstite, fayalite). La méthode de microanalyse traditionnelle ne suffit donc plus à l'observation de ces inclusions, de trop petites tailles. Une nouvelle méthode d'examen, mise au point récemment par des chercheurs, repose sur le couplage du principe de microdiffraction avec la microfluorescence X du rayonnement synchrotron, ainsi que sur les possibilités de focalisation de ce rayonnement par les lentilles de Bragg Fresnel (LURE, Orsay)²⁸³.

c. Choix des objets et analyse

Préalablement à toute préparation en vue d'analyses métallographiques²⁸⁴, il a fallu sélectionner les objets à étudier de façon pertinente. Le nombre devait être suffisamment important et les projectiles nécessitaient d'avoir été découverts dans un contexte stratigraphique fiable, ceci afin de pouvoir ensuite élargir les conclusions dans une perspective historique.

Le choix des objets du site de Rougemont-le-Château (Territoire de Belfort) pour une analyse paléométallurgique s'est imposé pour deux raisons²⁸⁵. L'une tenait à une démarche scientifique raisonnée, l'autre a été dictée par des nécessités d'ordre déontologique. En effet, l'ensemble des fers de trait de Rougemont, carreaux d'arbalète pour la plupart, ont permis de définir une problématique de recherche sur un ensemble statistiquement intéressant par leur nombre, mais aussi par le contexte historique. En effet, 1 042 fers de trait ont été découverts sur le site, dont 966 à l'intérieur de l'enceinte. Cette fouille a d'ores et déjà été présentée et la problématique développée dans le chapitre consacré aux sites, ainsi que la typologie des projectiles qui a découlé de

283. Faute de temps, nous n'avons pu faire procéder à de telles analyses.

284. Laboratoire de "Métallurgie et Cultures", Université de Technologie de Belfort Montbéliard (Territoire de Belfort), UMR 5060 du CNRS. Cette étude fait suite à un stage du CNRS dans ce laboratoire sur la paléométallurgie du fer en février 1996.

285. Voir **annexe 9**.

l'étude. Il est cependant nécessaire, à ce stade, de rappeler que Rougemont présente deux périodes d'occupation distinctes, bien définies chronologiquement. Le deuxième atout d'une telle fouille est d'avoir livré plus d'un millier de fers de trait qui présentent une variété morphologique relativement grande. Le fait d'en sacrifier quelques-uns pour les besoins de l'analyse n'a donc pas posé de problèmes éthiques majeurs.

Le premier état du château de Rougemont, que l'on peut situer entre 1200 et 1300, comprend 150 fers de trait environ, tous retrouvés à l'intérieur de l'enceinte, à moins de 10 mètres du mur sud. Ils pourraient constituer les seuls témoins d'un assaut par le côté le plus faible du château.

La seconde période d'occupation du site, comprise entre 1300 et 1375, a livré 820 projectiles, répandus sur l'ensemble du site (le pic de probabilité le plus fort pour la datation de ces objets se situant en 1375, année de la bataille ayant entraîné la destruction du site). Une telle concentration est le signe d'une action militaire d'envergure et témoigne de la généralisation des combats dans l'enceinte du château. Il est alors possible d'affirmer, sans grand risque d'erreur, que la plupart des projectiles mis au jour ont été tirés par les assaillants de la forteresse, puis abandonnés suite à l'attaque. Les objets susceptibles d'avoir été perdus par les assiégés ne constituent alors qu'un phénomène marginal.

Par ailleurs, l'un des premiers obstacles a été la détermination de la fiabilité du contexte stratigraphique dans lequel ces objets ont été mis au jour. Cette enquête sur les projectiles de Rougemont a été réalisée en étroite collaboration avec Pierre Walter qui a dirigé les fouilles de 1977 à 1989. Le dépouillement systématique de l'ensemble des cahiers et des notes de fouille s'est avéré nécessaire²⁸⁶. Tous les objets mis au jour sur le site y sont méticuleusement répertoriés et dessinés, leur unité stratigraphique, ainsi que leur carré de fouille sont chaque fois mentionnés. Malgré l'ensemble des précautions que peut prendre un archéologue travaillant sur des collections de mobilier archéologique, il est implicitement confronté aux données fournies par le fouilleur et à

286. Cette démarche, pourtant indispensable, n'a pas toujours été possible dans l'étude des autres collections de fers de trait, du fait de l'accès limité à ce type d'informations.

son interprétation de la stratigraphie du site. La réflexion sur le contexte de la découverte, des fers de trait dans ce cas précis, comporte toujours une part de subjectivité. Elle a été, grâce à de nombreuses confrontations, aussi réduite que possible.

L'analyse paléométallurgique des fers de trait du site de Rougemont a été possible grâce à l'accueil de Philippe Fluzin dans son laboratoire et à son aimable soutien. Il a réalisé l'ensemble des clichés qui figurent dans le catalogue (**annexe 10**), ainsi que l'interprétation de ceux-ci. En effet, cette étude se veut le reflet d'une étroite collaboration entre l'archéologie dite "de terrain" et les sciences de laboratoire. Or, il convient de souligner que, encore aujourd'hui, la plupart des archéologues confient leurs objets et attendent des résultats immédiatement exploitables, qui s'inscriraient parfaitement dans leur étude, malheureusement sans avoir défini préalablement une problématique de travail avec le chercheur. Or, dans nombre de publications archéologiques, ces données issues des sciences exactes alourdissent bien souvent le propos et le compliquent plus qu'elles ne l'éclaircissent, faute d'une véritable confrontation interactive des compétences disciplinaires. Les archéologues se servent fréquemment des tableaux, des croquis comme simples illustrations, alors qu'il serait nécessaire, avant toute étude, de préciser le rôle de ces analyses et les buts recherchés. Dans ce cas précis, l'intérêt de telles analyses est de pouvoir appréhender le degré de technicité mis en œuvre pour la fabrication de tels objets (les compétences, les connaissances, les moyens techniques des forgerons). Elles permettent aussi de connaître la qualité des matériaux de base utilisés en fonction du degré d'épuration, ainsi que les qualités diverses des objets dans l'ensemble de la production. Le but est de saisir par ce moyen des notions qui touchent à l'organisation du travail, comme la rationalisation ou la spécialisation. La restitution de la chaîne opératoire à partir de ces vestiges archéologiques constitue la piste que nous avons suivie, car elle nous semblait pertinente. Le passage du procédé de sidérurgie directe à celui de la réduction indirecte soulève notamment un problème historiquement très intéressant. Ainsi, les prémisses de la méthode de réduction indirecte du minerai apparaissent à la fin du XIV^e siècle dans cette région ; il nous a paru tentant d'en préciser la chronologie, d'autant plus que son utilisation paraît certaine vers 1340 dans la région de Liège. Par l'examen de ces objets, la localisation des activités peut être aussi mise en évidence. En effet, une forge est

attestée sur le site, mais la quantité de projectiles et d'objets en métal trouvée indique fort probablement une provenance d'ateliers spécialisés dans ce genre de production ; qui plus est, la majorité de ces projectiles a été tirée par des belligérants étrangers au site. De tels produits manufacturés, comme ces carreaux d'arbalète, peuvent donc constituer (tout comme certaines matières premières) des marqueurs de circuits d'échange.

La première phase du travail a consisté à sélectionner un échantillonnage représentatif en vue de l'analyse. Ce type d'étude nécessitant une longue préparation des échantillons, le nombre d'objets sélectionnés devait être inévitablement réduit, sous peine de devoir y consacrer un temps beaucoup trop long. Cette étape a consisté à distinguer d'un point de vue métrologique et à classer ces fers de trait en grandes catégories morphologiques (typologie de mise en forme). Dans ce genre de production dite proto-industrielle, chaque objet présente des nuances de forme. Il ne faut donc pas subdiviser à l'infini en sous-famille, au risque de ne pas percevoir les écarts au sein d'un même groupe fonctionnel. Ce classement a donné lieu à l'établissement de sept grandes familles morphologiques, qui semblent correspondre à des usages spécifiques (utilisés avec un arc ou une arbalète) ou bien encore à différents calibres d'arbalète (de guerre, de chasse). La morphologie des projectiles de Rougemont, comme tous les autres fers de trait étudiés, peut découler soit de principes fonctionnels adaptés à ces différents usages, soit de la variation dans le temps de ces caractéristiques (notamment augmentation de la puissance des armes de trait dans le temps parallèlement à l'amélioration des techniques de bandage). La démarche est alors de classer ces artefacts par similitudes de formes et de ne consulter qu'ensuite les données stratigraphiques pour ne pas être tenté de faire des classements *a priori*.

Dans un premier temps a été isolé, en vue de l'analyse, un individu appartenant à chaque famille afin de déterminer les relations entre typologie morphologique et typologie structurale. Treize projectiles représentatifs ont été choisis et analysés ensuite suivant le même protocole. La seconde phase d'investigation a consisté à corroborer les premiers résultats obtenus par l'examen de plusieurs autres individus au sein d'un même type morphologique et de réorienter l'analyse en fonction des questions soulevées par

l'étude des premiers échantillons. Cette démarche a pour but de préciser le degré de standardisation des objets, reflété par le travail de forge (qui traduit la forme générale) et les procédés métallurgiques mis en œuvre (notamment par les traitements thermomécaniques). Ces analyses en série au sein d'une même famille morphologique permettent de préciser et de caractériser les procédés employés.

Or, il est significatif de constater que, dans les publications d'archéologie médiévale²⁸⁷, les rares articles qui font mention d'examens métallographiques de fers de trait se risquent à avancer des interprétations qui ne reposent, bien souvent, que sur l'observation d'un seul objet de cette catégorie. La démarche que nous avons adoptée n'a bien évidemment de valeur que par la réalisation d'un ensemble d'analyses cohérent. Ce n'est qu'après l'étude d'un corpus suffisamment important que des recoupements et des différenciations, dans les procédés de mise en œuvre et de fabrication, peuvent être avancés dans une perspective historique.

Une problématique a été mise en place préalablement à l'étude des échantillons sélectionnés. Existe-t-il un lien entre les traitements métallurgiques, en dehors du travail de mise en forme lui-même (variant suivant les artisans, leur savoir-faire, leur capacité à reproduire) et le profil de ces fers de trait ? En d'autres termes, y a-t-il concordance entre les procédés mis en œuvre en vue de l'amélioration des propriétés de ces armes et leur forme ? Peut-on caractériser les procédés de fabrication par groupe d'objets ? Apporte-t-on un plus ou moins grand soin aux objets destinés à divers usages ? Ces objets sont-ils spécialisés dès leur conception ? Quelle est la qualité de la matière première pour un objet censé être à usage unique ? Les différences de formes et de procédés ne seraient pas seulement dues à des habitudes d'artisans, mais plutôt à l'adaptation des traitements que l'on fait subir à l'objet en vue d'améliorer telle ou telle caractéristique technique. Peut-on caractériser des groupes distincts d'un point de vue

287. La validité d'une telle démarche reste cependant louable lorsque l'on connaît le coût de telles analyses. De plus, le but n'est bien souvent pas de caractériser ce type d'objet en particulier, mais d'avoir un large éventail d'analyses sur toutes sortes de mobiliers provenant d'un site. Il est cependant significatif de constater que ces études auraient acquis un tout autre intérêt si le nombre d'échantillons analysés avait été supérieur dans une même gamme d'objets. HUARD (F.), CZEŠKI (A.), "Montségur, étude micrographique d'un fer de trait", *Archéologie du Midi Médiéval*, 3 (1985), p. 173-176. DEBORD (A.), DIEUDONNÉ-GLAD (N.), "Andone (Charente) : Étude structurale d'outils et d'armes du X^e siècle; apport à la connaissance de l'artisanat du fer", *Archéologie Médiévale*, 23 (1993), p. 107-131.

technique, en dehors de considérations liées aux procédés de réduction du minerai (direct ou indirect, le changement ayant lieu durant la période d'occupation du site de Rougemont) et les mettre en parallèle avec les groupes de carreaux mis au jour dans les différentes phases d'occupation du site ? Peut-on appréhender, par ce moyen, des notions de travail en série : commandes en grand nombre venant de centres spécialisés dans la manufacture d'armes de ce type ou bien, au contraire, utilisation d'une forge locale comme celle attestée sur le site ?

Cette étude, pour être tout à fait complète, aurait impliqué que l'on analyse parallèlement à ces armes l'équipement défensif, telles que les plates d'armures mises au jour fréquemment sur les sites fortifiés du Moyen Âge dont l'occupation est attestée dès le XIII^e siècle. D'après Christophe Cousin, directeur du musée d'Art et d'Histoire de Belfort, les réserves ne sembleraient pas conserver de vestiges de cet ordre ou bien n'ont pas été encore identifiés comme tels, ce qui paraîtrait tout à fait plausible.

d. Résultats

Il faut rappeler en premier lieu, préalablement toute interprétation de l'analyse métallographique des fers de trait de Rougemont, que l'étude est statistiquement limitée pour deux raisons : en premier lieu, en raison du fait qu'elle est destructive et, d'autre part, le temps passé et le coût de certaines opérations ont limité le nombre d'échantillons qui ont pu être analysés. Il convient donc de tirer les conclusions avec la prudence qui s'impose. Par ailleurs, toutes les interrogations que nous avions suggérées n'ont pas toujours trouvé de réponses.

Les familles morphologiques et structurales définies ne correspondent pas toujours à celles mises en évidence par les données stratigraphiques du site. D'ailleurs, une première remarque concerne le nombre d'individus analysés pour chaque phase d'occupation du site. L'état 1, n'ayant livré que 15 % du total des carreaux, est représenté en grand nombre dans les échantillons analysés par rapport aux fers de trait de l'état 2 qui composent pourtant 85 % de l'ensemble. Cela tient au fait que, dans la seconde période d'occupation, les objets présentent une plus grande homogénéité dans leur forme (relativement longs, de section plus ou moins losangique). Cette standardisation a

été perceptible au moment de la mise en évidence des familles morphologiques (8 pour l'état 1 et 4 pour le second état). Les familles E et D (carreau "harpon"), appartenant aussi au second état, ne représentent cependant qu'un faible nombre d'individus (3 en tout). Deux familles possèdent des objets appartenant exclusivement au deuxième état (F2 et A3). Les exemplaires faisant partie de cette dernière famille sont, dans leur aspect général, très similaires.

Au terme de cette première phase d'analyse, trois grandes familles structurales ont pu être ainsi mises en évidence à partir de l'analyse de la structure du métal. Elles ne correspondent d'ailleurs pas toujours, comme nous l'avons souligné, aux familles morphologiques préalablement définies.

Le premier groupe structural présente une mauvaise, voire très mauvaise, propreté inclusionnaire. La grande majorité des fers de trait constituent le tout venant, composée d'acier doux. Ces pointes sont donc relativement peu résistantes au choc (ductiles). Cette caractéristique va notamment de pair avec une mauvaise propreté inclusionnaire (familles A2, A3 bis (908), C et G). La composition métallique du spécimen de la famille G (73), constituée de pointes de flèche à pointe large et de faible épaisseur, est essentiellement de l'acier doux. Elles ont pu être utilisées contre des combattants dépourvus de protection ou portant un faible équipement défensif. La majorité des exemplaires de qualité médiocre analysés ont été mis au jour dans le premier état d'occupation du château de Rougemont (XIII^e siècle). L'exemplaire 661 (famille A3) pourrait être rattaché à ce groupe structural, bien qu'appartenant à la seconde phase d'occupation du site. Il se différencie cependant des autres spécimens par une meilleure propreté inclusionnaire. C'est le carreau le plus atypique du lot d'échantillons. L'échantillon 47 fait aussi partie de cette famille structurale. Son taux de carbone est légèrement plus élevé (quelques îlots d'acier à 0,2 %) bien que les inclusions soient toujours aussi nombreuses.

Le second groupe structural est composé de fers de trait appartenant exclusivement à la famille A1 (les deux échantillons analysés se distinguent de l'ensemble). Il présente un compromis entre une mauvaise propreté inclusionnaire et une

composition en carbone relativement élevée (la partie périphérique de l'échantillon 2 présente un taux allant jusqu'à 0,7-0,8 % de C).

Le troisième regroupement d'échantillons analysés présente une bonne propreté inclusionnaire et un taux de carbone élevé. L'artisan a fait subir à l'exemplaire 33 (type E) une trempe soignée, totale ou peut-être seulement partielle. Ces carreaux montrent une qualité d'exécution remarquable. Il s'agit des échantillons 140 (D2, acier eutectoïde à 0,7 %), 812 (F2) et 33 (présence de martensite). L'exemplaire 453 (A3 bis) pourrait être rattaché à ce lot bien qu'il ne soit pas contemporain des autres objets de cette famille structurale, d'après les données stratigraphiques dont nous disposons.

Les familles morphologiques qui comportent le plus petit nombre d'individus présentent la meilleure qualité de métal, ainsi qu'un soin particulier dans leur traitement. Les objets les plus remarquables (en particulier une trempe très fine pour l'exemplaire 33, famille E) appartiennent à la phase d'occupation la plus récente du site. Le forgeage des fers de trait appartenant à cette catégorie morphologique, en plus des traitements conférés, a fait l'objet d'un soin particulier : la mise en forme de la pointe de section triangulaire implique en effet l'utilisation d'un gabarit aménagé sur l'enclume. Malgré sa petite taille (en particulier par rapport aux échantillons de la famille C), il pourrait être classé parmi les fers de baliste.

Le premier constat qu'il convient de souligner concerne la variété des traitements conférés à ce type d'objet par les artisans du Moyen Âge. Par ailleurs, les projectiles analysés présentent une assez grande hétérogénéité du point de vue de leur composition (taux de carbone) et de leur propreté inclusionnaire. A priori, on aurait pensé à une plus grande standardisation pour des produits très proches en terme d'utilisation. La finalité de ces procédés, d'un point de vue qualitatif, devrait consister à apporter une plus grande solidité aux pièces considérées comme devant le mieux résister aux contraintes (notamment améliorer la résilience, c'est-à-dire l'aptitude d'un matériau à résister aux chocs). À l'examen de ces projectiles, cet objectif ne nous est pas toujours apparu très clairement. Il est vraisemblable que ce soit pour des raisons de coût de production, et plus certainement de rapidité d'exécution, que les forgerons ont apporté un plus ou

moins grand soin à la réalisation de certains fers de trait. En effet, ces objets à usage unique devaient être exécutés dans l'urgence, pour faire face aux besoins immédiats.

Il convient de souligner une constante : pour tous ces fers de trait, le métal est, dans l'ensemble, relativement mal épuré (des inclusions non métalliques sont perceptibles sur presque tous les clichés, voir catalogue en **annexe 10**). Cela pourrait correspondre à la difficile maîtrise du nouveau procédé de réduction indirecte du minerai dont les prémisses se font sentir pendant l'occupation du site de Rougemont (les inclusions piégées dans le métal proviendraient alors de l'affinage qui permet de décarburer la fonte). Le procédé indirect, dans son étape de mise en forme de métal affiné, nécessite les mêmes compétences que le travail d'un métal issu du procédé direct, cette dernière hypothèse est donc à relativiser fortement. Par ailleurs, le métal à l'origine de la manufacture de ces armes, de médiocre qualité, pourrait très bien provenir de la récupération de déchets de forge d'origines multiples que l'on ne pouvait pas utiliser pour fabriquer des objets ou des outils de plus grandes dimensions. Cette idée va cependant à l'encontre des découvertes réalisées par les chercheurs d'Europe orientale²⁸⁸, celles que ces carreaux, même les plus médiocres en terme de qualité, étaient élaborés à partir de barres ou de petits lingots, au gabarit préalablement défini (demi-produit de médiocre qualité). Les différences de structures perceptibles à l'analyse d'un même objet pourraient être le signe que deux opérations différentes se sont succédé. La caractérisation de deux phases dans le travail de forge pourrait laisser supposer un travail réalisé "à la chaîne" par différents exécutants, ce qui se révélerait être très profitable en terme de rentabilité. Les commandes se faisant généralement par lots importants, cette notion de standardisation est cruciale pour comprendre les procédés manufacturiers à l'origine de la fabrication de ces fers de trait. Cependant, les quantités de ces "consommables" pour pouvoir tenir un siège ont dû être considérables²⁸⁹. Or, pour répondre à une telle demande, le commanditaire devait diversifier ses centres d'approvisionnement, ce qui relativise bien entendu la notion de

288. Voir chapitre suivant.

289. Les comptes mentionnent fréquemment des commandes de plusieurs centaines de milliers de ces projectiles, voir *infra* partie 4.

standardisation dans l'ensemble de la production, chaque atelier devant avoir ses procédés propres d'élaboration.

Les critères d'efficacité des projectiles tiennent à leur capacités de vol et à la puissance d'impact et de perforation d'un corps ou d'une cuirasse, mais aussi la sauvegarde de son intégrité après le choc (le projectile peut ricocher sans pénétrer et les tensions qui lui sont imposées peuvent entraîner sa fracture). Au Moyen Âge, les artisans ont dû mettre au point, dans la fabrication des projectiles, une série de compromis conciliant ces différents paramètres. Les fers de trait qui montrent la meilleure qualité d'exécution (trempe, cémentation de la pointe) appartiennent à la phase d'occupation la plus récente du site. Ils pourraient être mis en relation avec l'utilisation systématique de l'armure de plates. Les autres projectiles pouvaient peut-être être utilisés contre des combattants dépourvus de protection ou ayant un faible équipement défensif (réalisé à partir de cuir bouilli, par exemple).

L'étude paléométallurgique des fers de trait du site de Rougemont a été confrontée aux données stratigraphiques et chrono-typologiques. La typologie de formes a dissocié des objets qui après analyse ne présentaient pas de différences majeures (nature de la matière première employée, traitements subis). Ainsi, les données issues de l'analyse paléométallurgique ne corroborent pas les données de la fouille, mais apportent des éclaircissements supplémentaires. En effet, la majorité des fers de trait provenant de l'un ou l'autre état chronologique ne présentent pas, dans leur structure, d'importantes inégalités. Ils ne sont donc pas les témoins d'une amélioration technique entre le XIII^e et le XIV^e siècle. La permanence dans les techniques d'élaboration s'oppose en quelque sorte à la diversification de formes au cours du temps. Toutefois, quelques pièces témoignent d'une bonne maîtrise technologique, d'une adaptation à de nouveaux modes de combat et de protection que l'on connaît par ailleurs grâce aux sources écrites et iconographiques.

Pour résumer, les carreaux d'arbalète sont réalisés, pour une large part, dans un acier doux, l'artisan privilégiant la quantité à la qualité. En définitive, ceux-ci répondent à l'usage auquel ils sont destinés, au moindre coût et à l'approvisionnement le plus aisé. En opposition à ce lot majoritaire, quelques carreaux témoignent d'une surprenante

maîtrise technique. Objets rares et probablement onéreux, ils devaient être réservés à la perforation d'équipements défensifs lourds. Ils témoignent donc des prémisses d'une mutation de l'artillerie médiévale dans la recherche d'une plus grande puissance d'impact et de perforation. Une spécialisation de plus en plus accrue de l'équipement militaire et donc d'une augmentation de son coût.

II. Les éléments d'arcs et d'arbalètes : des matières premières et des mises en œuvre spécifiques

1. Les projectiles

La réalisation du carreau d'arbalète met en œuvre des techniques simples. Mais, en réalité, bien peu de données archéologiques, sur lesquelles nous avons pu nous appuyer, existent. Cependant, l'étude des matériaux et les principes de fabrication a dû nécessairement passer par l'examen direct des projectiles ; pour cela des exemples étrangers nous ont été d'un grand secours et ont permis de combler certaines lacunes.

A. Les pointes en fer

À partir d'un lingot de fer, destiné à faire une ou plusieurs pointes, une extrémité est aplatie en une feuille mince, alors que l'autre partie est formée en une pointe plus ou moins élancée. Puis, la partie amincie est enroulée sur elle-même, les deux extrémités se recouvrant en forme de cornet, vraisemblablement sur un gabarit à la dimension de la hampe. La pointe est, dans une dernière phase, affûtée à la lime.

La fouille d'une habitation médiévale polonaise en 1973, à Słoszwy (province de Brodnica), qui appartenait vraisemblablement à un fabricant de projectiles, apporte des compléments d'informations relatives à la fabrication du carreau d'arbalète en fer. L'ensemble mis au jour est composé de 784 pièces, réparties entre des modèles à montures à soie et d'autres à douille²⁹⁰. Les niveaux de destruction sont datés par les archéologues de 1414, période d'affrontement entre les Polonais et l'Ordre teutonique. À côté des carreaux terminés, près à être emmanchés, les fouilleurs ont découvert des lingots de fer de 90 mm de longueur et de 10 mm de largeur, de section polygonale. Par

290. KOLA (A.), WILKE (G.), "Zespół grotów beltów do kuszu z grodziska późnośredniowiecznego w Słoszach koło Brodnicy w świetle odkryć z 1973 roku", *Zapiski historyczne*, 41 (1976), p. 81-123, **annexe 13, figure 4**.

rapprochement et par expérimentation²⁹¹, les chercheurs Andrzej Kola et Gerard Wilke ont pu restituer le procédé de fabrication et en déduire que deux carreaux étaient forgés dans le même lingot. En effet, un exemplaire de cette barre de métal découverte a été battue aux deux extrémités jusqu'à obtenir deux feuilles minces, dispositifs destinés à former la douille tout en réservant le centre de la pièce pour forger les deux pointes. Dans une troisième phase, le milieu de la pièce est scindée en deux parties, afin de terminer les pointes, et les feuilles amincies sont enroulées pour former les douilles, vraisemblablement sur un gabarit. La finition de la pointe consistait en un limage ou un meulage. Comme nous l'avons souligné, la trempe n'est pas systématique. Cette pointe était parfois ajustée à chaud sur la hampe.

La forge médiévale reste mal connue et les seules données relatives à cet aspect du travail du métal proviennent de la fouille et de l'iconographie. Les foyers de forge sont des structures réduites qui présentent parfois un mur pour éviter le gaspillage de chaleur. Les foyers peuvent être surmontés ou non d'un bâti cylindrique ou parallélépipédique pour favoriser le tirage²⁹². L'archéologie expérimentale revêt, dès lors, une importance considérable. Le travail avec un forgeron contemporain, ayant reconstitué une forge et s'intéressant à l'armement ancien, confirme ce procédé de façonnage de la douille avant la pointe. Pendant le forgeage, la douille est plus facile à saisir à la pince afin de pouvoir façonner la pointe²⁹³. L'enclume présente parfois un gabarit, indispensable pour forger les pointes triangulaires.

B. Les fûts et les empennes

Les témoins archéologiques relatifs aux pièces constitutives des projectiles, indépendamment des pointes en fer, sont extrêmement ténus ; la raison majeure est leur

291. *Ibid*, un forgeron polonais contemporain, invité à participer à l'expérience, a réalisé une dizaine de carreaux à partir des lingots de fer. Un carreau à soie nécessite moins de temps que la réalisation d'un projectile à emmanchement à douille (3 min contre 4 min pour ce dernier).

292. BENOÎT (P.), CHIÈZE (V.), "Images de la forge dans les manuscrits de la bibliothèque nationale, XII^e-XVI^e siècle". Actes de la table ronde *L'image des mines et de la métallurgie du Moyen Âge à nos jours*, Université Paris I, Paris, 1990, p. 11-20. Les forges et les enclumes de camp, suivaient toujours les canons et les autres pièces d'artillerie (BNF, Paris, Ms Fr 388, fol. 63, XVI^e siècle).

293. Serge Adrover, forgeron à Bazauges. Voir [annexe 14, figure7](#). Cette hypothèse confirmée par les découvertes des archéologues polonais infirme les théories de chercheurs alsaciens RIEB (J.-P.), "Pointes de flèches et carreaux d'arbalète (technique et typologie)", *Opération Taupe* (Chantiers d'étude et de sauvegarde de l'architecture médiévale), 4 (1968). MALINOWSKI (T.), "Expérimentation en archéologie polonaise", *Expérimentation en archéologie : bilan et perspectives*, t. 1 Le feu : métal et céramique. Actes du colloque, Paris, 1991, p. 43. Vraisemblablement les deux techniques pouvaient être pratiquées.

constitution en matière organique. Les hampes de bois sont destinées à recevoir des pointes de flèche et des carreaux d'arbalète. Les carreaux entiers conservés mesurent moins de 400 mm de longueur (370 mm en moyenne) contre 720 pour la flèche d'arc (cette longueur est conditionnée par la physiologie du corps humain). Leur taille et leur structure sont différentes, car les contraintes qui leur sont imposées au moment du décochement ne sont pas les mêmes. La première différence entre carreau et pointe de flèche se situe au niveau des essences de bois employées. La pratique de l'arc exige une flèche dont le bois soit relativement souple afin de résorber le "paradoxe de l'archer" : en effet, au moment du décochement, la flèche se cintre en oscillant avant de rétablir sa trajectoire en ligne droite²⁹⁴. L'étude du mouvement de la flèche au moment du lâcher de corde permet de comprendre l'importance de cette rigidité. Tout archer expérimenté devait prendre un soin particulier de ses flèches, car elles jouent un rôle prépondérant dans la justesse du tir. Les bois analysés, souvent du chêne ou du hêtre, confirment la prise en compte de ce problème par les artisans²⁹⁵. Le déterminisme naturel, qui constraint l'homme à utiliser les matériaux immédiatement disponibles, n'étant pas à écarter, nous pouvons constater que ces deux dernières essences figurent dans les bois peu denses, mais d'une rigidité suffisante pour un tel emploi. De plus, les sources écrites mentionnent souvent des importations de cette matière première²⁹⁶. En revanche, le bois du carreau peut être plus rigide et plus lourd afin d'absorber la charge qui lui est imposée et supporter une pointe en fer plus lourde (30 à 40 g en moyenne comme nous l'avons démontré contre 6 à 8 g pour une pointe de flèche). Une fois grossièrement dégauchie, rabotée et lissée, la hampe des carreaux est parfois durcie au feu, puis leur armature en fer est montée "à force" et, dans certains cas, fixée au moyen d'un petit clou (comme sur certains exemplaires découverts en Alsace, voir typologie des fers de trait *supra*).

294. Aujourd'hui, le degré de rigidité de la hampe ou *spine* se mesure en suspendant un poids au milieu du fût. Il n'est pas exclu que comme pour l'arc, les artisans du Moyen Âge aient utilisés de tels procédés de façon empirique.

295. Divers prélèvements ont été réalisés sur le matériel provenant du site de Montségur par le Laboratoire Paléobotanique à l'Université des Sciences et Techniques du Languedoc à Montpellier. D'après les analyses effectuées, les bois les plus fréquemment retrouvés sont le pin, le mélèze, le frêne et le hêtre. En Alsace, le matériau le plus souvent retenu est le chêne. Ces données seront confortées par l'étude des textes, voir *infra*.

296. Voir *infra*, partie 4.

Pour le rainurage des fûts précédant le montage des empennes, on utilisait une empenneuse. Cet engin est décrit par une illustration accompagnée de son texte, tardive mais très explicite²⁹⁷. Rien ne permet de dire si ce système a été utilisé pour des périodes plus hautes, cependant la régularité des découpes des rainures sur des carreaux plus anciens tendraient à le prouver. Lorsque ce principe est adopté, le projectile est placé sur un évidement aménagé sur la pièce de bois principale du dispositif et maintenu par une vis qui fait pression sur le talon de la hampe. Le corps de l'engin est cintré et lorsque le rabot, muni de poignées et d'une lame de métal, prend ses bords pour guide et coulisse le long du corps de l'outil, il permet d'entailler une fente courbe sur le fût par pression. La même opération est réalisée de l'autre côté du carreau.

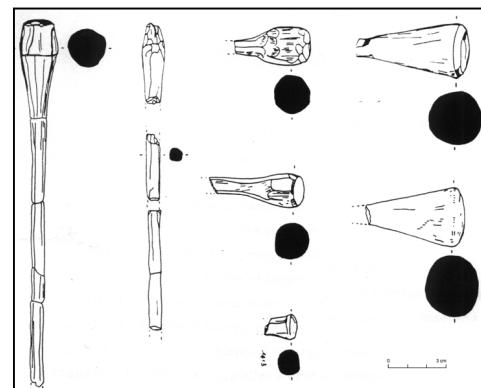
Les seules empennes qui subsistent, identifiées comme telles lors de la fouille et publiées, sont des ailerons en bronze et en fer étamé, bien que ces dernières soient moins nombreuses, pour des raisons de conservation différentielle. Elles proviennent de la fouille de la Salle de Théologie (Palais des Papes, Avignon) et sont destinées à garnir des fers de baliste, appelés aussi garrots. Ces ailettes sont découpées dans des feuilles de cuivre et de fer²⁹⁸. Des chutes de plaques de métal découpées à la cisaille ont été retrouvées sur la fouille. La fixation sur la hampe se fait au moyen de petits clous, leur nombre allant de 3 à 6 suivant les exemplaires (les trous qui sont destinés à la fixation sont bien visibles, dessins **annexe 13, figure 3**). Ces empennes de métal mesurent de 135 à 200 mm de longueur pour une largeur moyenne de 35 mm, au point le plus large. Ces dimensions qui, à première vue, peuvent paraître démesurées se justifient puisque les garrots métalliques destinés à coiffer la hampe de bois peuvent aller jusqu'à 160 mm de longueur (la moyenne est cependant bien inférieure, soit 90 mm environ) pour une largeur de pointe atteignant jusqu'à 40 mm et un poids de 630 g maximum.

297. Le texte qui l'accompagne a été transcrit dans : FELDHAUS (F. M.), "Waffentechnisches aus der Nürnberger Löfelholtz Handschrift von 1505", *Zeitschrift für historische Waffenkunde und Kostümkunde*, 6, VI (1938), p. 123-125. Voir *Régi magyar fegyverek*, Budapest, 1971, p. 147, **annexe 13, figure17**.

298. En 1356, il est fait mention de l'acquisition de presses pour laminer ces empennes, GAGNIÈRE (S.), GRANIER (J.), "Contribution à l'étude du palais des papes. La salle de théologie et les fouilles de 1967", *Mémoires de l'académie de Vaucluse*, 6e série, 2 (1968), pièce justificative n° 18.

Les plumes, qui par ailleurs sont commandées en quantité dans les comptes de la Chambre Apostolique, n'ont pas résisté à l'épreuve du temps. Si les fûts sont empennés avec des plumes, ces dernières sont fixées par simple collage et le rainurage des fûts n'est pas nécessaire. Au musée Unterlinden (Colmar), les empennes taillées dans de fines planchettes de bois, peut-être du bois de tilleul ou de peuplier sont insérées dans les rainures aménagées sur le fût en bois²⁹⁹. Sur le site de Colletière à Charavines (Isère), 44 fragments de traits ont été retrouvés dont 26 sont en frêne (*fraxinus*). Le reste se répartit entre diverses essences de bois : noisetier (*corylus*), saule (*salix*), érable (*acer*)... Il s'agit de fers de trait totalement en bois avec une extrémité aplatie, appelés aussi "matras"³⁰⁰. La longueur totale de ces fûts ne peut être connue puisqu'ils sont tous fragmentaires. Leur section est circulaire et s'échelonne entre 6 et 10 mm. Les embouts se présentent sous la forme de cônes à base convexe mesurant de 16 à 26 mm.

Figure 48. *Fers de trait en bois découverts à Colletière, Charavines (d'après Gaulon, pl. 35)*³⁰¹.



Éléments de comparaison étrangers

Plusieurs sites suisses et allemands ont livré des restes de bois. La fouille du château de Habsburg³⁰² (Suisse, canton d'Argovie) a permis de mettre au jour des fûts de carreaux et de pointes de flèche. Ces derniers mesurent entre 630 et 645 mm de longueur. Comme ils sont grossièrement dégauchis, le diamètre varie de 4 à 8 mm pour

299. Voir photographies, **annexe 14, figure 5**.

300. Inv. 90.14.151, 93.25.89, 91.33.84, 87.16.301, 87.16.319, 90.14.26, 87.16.307... Musée Dauphinois, Grenoble.

301. D'après GAULON (C.), *Inventaire raisonné des objets de bois du site de Charavines-Colletière (XI^e),* DEA dactylographié en archéologie médiévale, sous la direction de Jean-François Reynaud, Université Lumière Lyon II, sept. 1996, pl. 35

302. Voir figures 33 et 34 *supra* et **annexe 13, figure12**. Ce site n'est pas publié. Voir ZIMMERMANN (B.), "Mitteralterliche Geschoss-spitzen...", *op. cit.*, 7 pl. 81 et 27 pl. 82.

un même fût ; leur poids est de 26 g en moyenne. Il est à noter que les carreaux entiers sont très standardisés et mesurent entre 372 et 388 mm de longueur.

La fouille du site de Nydam³⁰³ (Bas-Empire) a été l'occasion de la mise au jour de fûts de bois dans des niveaux datés du IV^e siècle. Leur longueur est comprise entre 680 et 850 mm et leur diamètre moyen n'est pas supérieur à 6 mm. Ces fûts sont parfaitement rectilignes et les encoches sont bien visibles. Le fût est taillé dans sa partie sommitale, vraisemblablement pour recevoir des pointes à soie.

À Legnica (province de Wrocław, Pologne)³⁰⁴, 200 fûts de carreaux entiers ont été mis au jour ; ils mesurent 330 mm en moyenne. Les fentes taillées dans ces fûts et destinées à recevoir les empennages sont fraîches de façon hélicoïdale pour permettre le mouvement rotatif en vol. La manière de tailler ces fentes revêt une grande importance, car l'efficacité du projectile en dépend. Les entailles que l'on retrouve sur les fûts de Legnica présentent une grande uniformité (angle d'inclinaison, profondeur, courbure). L'engin utilisé pour faire les entailles est vraisemblablement la "table à empennner". Une plaque de métal servait de guide pour tailler chaque empennage à la dimension et à la symétrie voulues. Un second exemple de mécanisation est la machine à dégauchir, probablement utilisée pour calibrer les fûts (les fûts en bois de petit diamètre sont difficilement réalisables avec les tours à bois médiévaux, car ceux-ci doivent ployer sous la pression du couteau). Les empennages découvertes représentent au total une centaine de pièces : elles sont réalisées en tilleul, bois léger et résistant à l'usure, débité en fines planchettes. Elles sont destinées à être placées dans une gorge taillée sur la hampe. L'empennage hélicoïdal, dans ce cas présent, a une double fonction : stabiliser le projectile et le faire tourner autour de son axe.

303. RADDATZ (K.), "Pfeilspitzen aus dem Moorfund von Nydam", *Offa*, 20 (1963), p. 52 et 55. ZIMMERMANN (B.), "Mitteralterliche Geschoss-spitzen...", *op. cit.*, 28 pl. 83.

304. LEWANDOWSKI (M.), "L'atelier du fléchier dans la tour de pierre au château de Legnica", *Fasciculi Archaeologiae Historicae*, 1 (1986), p. 49-53.

2. Le mobilier relatif aux armes

A. Les noix d'arbalète

Les noix d'arbalète sont confectionnées en os ou en corne, notamment à partir des merrains de cerf qui sont les tiges principales du bois, les plus dures. Outre les ramures de cervidés, les métapodes, des os longs à parois épaisses, sont utilisés par les artisans pour façonner aussi les décors de l'arbrier. Cette matière première d'origine animale est plus facile à travailler fraîche, car elle est ainsi plus tendre. L'artisan devait tenir compte de sa structure au moment du façonnage, différente de celle du bois, pour que cette pièce charnière de l'arbalète ne se rompe pas sous la forte pression qui lui est imposée. En effet, ce matériau, outre l'avantage d'être imputrescible, présente aussi l'avantage d'être beaucoup plus solide que le bois. Les outils utilisés sont en revanche les mêmes que pour le travail du bois. Ce travail de tabletterie devait nécessiter l'intervention d'un spécialiste et les outils ont dû peu varier avec ceux que l'on connaît pour l'Antiquité³⁰⁵.

Le façonnage, dans un premier temps, permet d'obtenir des matrices selon des plans de découpe préétablis par l'artisan. L'ajustement se faisait en sciant les parties utiles : des stries, traces de sciage, sont quasiment toujours visibles sur les parois de la noix. Elles ne sont donc pas toujours polies, par abrasifs ou à la lime, en tout cas sur chacun des côtés. À celles grossièrement débitées, s'opposent à première vue, les noix tournées. Le tournage est un procédé d'enlèvement mécanique³⁰⁶. Ainsi, la matrice dégrossie est fixée sur un axe rotatif qui permet d'obtenir des surfaces régulières sur tout le pourtour de l'objet. Les noix sont ensuite forées de façon transversale, et des encoches sont aménagées, avant qu'elles ne soient définitivement installées dans le logement réservé sur l'arbrier. En effet, cette perforation, de part en part, permet de les fixer à l'arbrier à l'aide d'un axe métallique riveté ou par des ligatures de corde. Pour le

305. Nous pouvons d'ores et déjà affirmer qu'aucune donnée relative au travail de cette matière première apparaît dans les sources écrites et iconographiques (voir *infra* partie 4).

306. Une illustration du psautier d'Utrecht montre un tour à rotation continue, actionné par une manivelle. Il s'agit en fait d'une meule à aiguiseur, mais le principe est attesté dès l'époque carolingienne.

perçage, le trépan à archet a vraisemblablement été utilisé dans la plupart des cas. L'usage de cet outil nécessite que l'objet soit maintenu, sans doute dans un étau non métallique pour ne pas abîmer l'objet³⁰⁷. Chacun des côtés de la noix reçoit parfois des motifs incisés circulaires, comme la noix découverte à Wareham Castle (Dorset), dans des niveaux de la première moitié du XII^e siècle ou celle d'Andone (fig. 49) datée du XI^e siècle. Les noix provenant d'un même site présentent des diamètres assez réguliers mais, en revanche, leur épaisseur varie. Elles disposent toutes d'une large encoche pour le logement de la corde et d'une cavité de blocage de la détente. Une pression modérée sur le levier devait suffire à la faire basculer.

Le site d'Andone a livré trois noix de petit diamètre (entre 17 et 20 m de diamètre). Ces objets sont à rapprocher de ceux découverts à Charavines, Saint-Romain et Tours dans des niveaux stratigraphiques datés du XI^e siècle (diamètres variant de 17 à 22 mm). Ces noix correspondent à l'usage d'arbalètes de petit gabarit, vraisemblablement en bois et dites "à deux pieds".

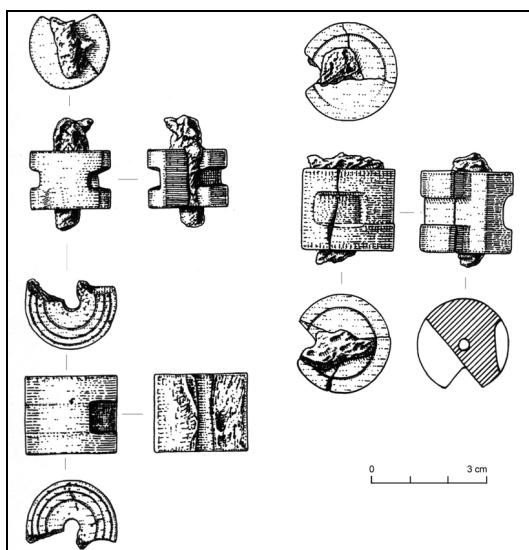


Figure 49. Noix du site d'Andone (dessins Jean-Claude Fossey).

307. MAC GREGOR (A.), *Bone, antler, ivory and horn. The technology of skeletal materials since the roman period*, Londres, 1985. (*Un*) *Village au temps de Charlemagne, moines et paysans de l'abbaye de Saint-Denis du VII^e siècle à l'an Mil*. Catalogue de l'exposition, Paris, Musée National des Arts et Traditions Populaires, Paris, 1988, "travail de l'os", p. 301-304. BIDDLE (M.), *Object and economy in medieval Winchester*, Oxford, 1990 (*Winchester studies*, 7).

À Rougemont-le-Château³⁰⁸, trois noix d'arbalète ont été mises au jour (dans la première phase d'occupation : état 1, bâtiment B et dans la seconde : angle est du bâtiment C). Les deux premiers objets mesurent 20 mm de diamètre. Leur forme est parfaitement cylindrique ; elles sont fabriquées par tournage et les traces sont bien visibles sur chacun des côtés. L'une des noix n'est pas terminée (elle ne comporte pas d'encoche dans laquelle se loge l'extrémité du mécanisme de déclenchement). La noix la plus grosse est aussi la plus récente (34 mm de diamètre et 38 mm de large). Elle est constituée en deux parties et les faces de contact de chacune des moitiés sont rainurées pour assurer une meilleure adhérence. Ces parties sont maintenues par des pièces métalliques.

Le site de Peyrepertuse³⁰⁹ a livré trois fragments de noix d'arbalète. L'un est en os, les deux autres en corne. Leur diamètre est de 30 mm environ, le trou d'axe mesure 4 mm de diamètre et l'encoche 6 mm de large. L'épaisseur totale de la noix est de 20 mm. À Montségur (Ariège), il s'agit du même modèle de noix (le diamètre est de 29 mm) ; il a été découvert dans le cône de déjection du "Pog" daté des XIII^e-XIV^e siècles³¹⁰. Les noix découvertes à Rougiers sont proches par la taille et par la chronologie³¹¹. L'une d'elles est en bronze, alors que l'autre est tournée dans un merrain de cerf. Elles ont été découvertes dans la partie centrale du village. Elles correspondent à l'emploi d'arbalètes de format moyen, armées à l'aide d'un étrier et d'un crochet de ceinture, comme ceux retrouvés dans la même zone d'habitation.

La noix découverte sur ce site de Lichtenberg (Bas-Rhin) est proche, par la taille et les techniques de fabrication, de celles mises au jour lors de la restauration du Haut-Koenigsbourg (Haut-Rhin) dans des niveaux de la fin du Moyen Âge. Ces noix, de très grandes dimensions, ont équipé des arbalètes à tour portatives. Ces objets ne sont pas publiés.

308. WALTER (P.), *Le vieux château de Rougemont*, Belfort, 1993, 1, 2 et 3 pl. 80, p. 130.

309. BAYROU (L.) (dir.), "Peyrepertuse, forteresse royale", *Archéologie du Midi Médiéval*, suppl. 3 (2000), 1 et 2 pl. 130, p. 198.

310. Cet élément est conservé au musée municipal sous le numéro d'inventaire 38c77. BARRÈRE (M.), REY-DELQUÉ (M.) (dir.), *Archéologie et vie quotidienne aux XIII^e-XIV^e siècles en Midi-Pyrénées*. Catalogue de l'exposition, Toulouse, 1990, notice 46 p. 102.

311. DÉMIANS D'ARCHIMBAUD (G.), "Dagues et armes de chasse en Provence médiévale d'après les données archéologiques", *La chasse au Moyen Âge*. Actes du colloque de Nice, Paris, 1980, 14 et 15, fig. 1, p. 135.

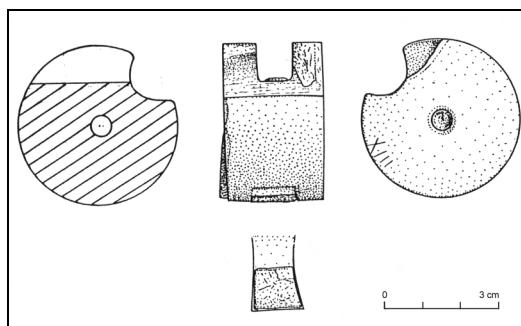


Figure 50. *Noix d'arbalète découverte à Lichtenberg (Bas-Rhin)*

Éléments de comparaison étrangers

La noix mise au jour sur le site d'Osnabrück (Allemagne)³¹² est confectionnée en corne, son diamètre est de 30 mm environ pour une largeur de 24 mm. Datée de 1200 environ, elle est conservée à Osnabrück (Kulturgeschichtliches Museum).

Certaines noix découvertes en Angleterre sont dites "à tête en forme de marteau" : il s'agit vraisemblablement d'un modèle romain qui s'est perpétué jusqu'au XI^e siècle. Elles ont été découvertes à Old Sarum, Buston Crannog (Ayrshire, conservée au National Museum of Antiquities, Edinburgh,) découverte dans des niveaux du VII-VIII^e siècles. Sur le site de Burbage (Wiltshire), elle a été découverte en 1893 dans une tombe datée du Bas-Empire, mais cette interprétation chronologique est sujette à caution. Ces noix présentent, comme toutes les autres, une encoche destinée à loger la corde, mais pas de cavité de blocage de la détente. Le déclencheur lui-même pourrait être l'extrémité de la noix qui, une fois redressée, permettait de libérer la corde.

Le site de Wareham Castle (Dorset) a livré une noix datée de la première moitié du XII^e siècle. À Goltho (Lincolnshire)³¹³, la noix est de même modèle que celle découverte à Wareham ; elle mesure 20 mm de diamètre.

312. KLUGE-PINSKER (A.), "Bogen und Armbrust", *Das Reich der Salier 1024-1125*. Catalogue de l'exposition du land Rheinland-Pfalz, Sigmaringen, 1992, notice 1, p. 98.

313. MAC GREGOR (A.), "Two antler crossbow nuts and some notes on the early development of the crossbow", *Proc. Soc. Antiquaries of Scotland*, 107 (1975-76), p. 317.

Quant à l'objet découvert à Castell-y-bere (Merioneth) a été mis au jour dans des niveaux datés entre 1221 et 1293. Celle de Sandal castle, Wakefield (Yorkshire) a été mise au jour dans des niveaux de la fin du Moyen Âge (1450-1500) et une même noix a été découverte à Urquhart castle³¹⁴ (Inverness-shire) sans que le niveau stratigraphique soit clairement défini (leur diamètre est respectivement de 32 et 33 mm). Les fouilles du site de Winchester (Hampshire) ont livré trois noix dans des unités stratigraphiques datées du XIII^e siècle (27-28 mm en moyenne).

À Trondheim (Norvège)³¹⁵ : trois noix d'arbalète ont été découvertes sur le site dans un contexte du XIII^e siècle. Elles sont en corne (ou peut-être en bois de cerf) et mesurent 24 mm de diamètre et 16 mm de largeur.

Pays	Site	Datation	Diamètre (mm)
Allemagne	Osnabrück	13	30
France	Andone	11	21
France	Andone	11	24
France	Andone	11	25
France	Charavines	11	20
France	Charavines	11	20
France	Charavines	11	17
France	Haut- Koenigsbourg	15	42
France	Haut- Koenigsbourg	15	43
France	Lichtenberg	14	35
France	Montségur	13	29
France	Peyrepertuse	13	30
France	Peyrepertuse	13	30
France	Peyrepertuse	13	30
France	Rougemont	14	34
France	Rougemont	14	20
France	Rougemont	14	20
France	Rougiers	13	25
France	Rougiers	14	26
France	Rougiers	14	28
France	Rougiers	14	28
France	Saint-Romain	11	20
France	Tours	11	22
Grande-Bretagne	Burbage	4	38
Grande-Bretagne	Buston Crannog	8	46
Grande-Bretagne	Castell-y-Bere	13	33

314. National Museum of Antiquities, Edinburgh, inv. n° HY 21.

315. CLIFFORD (D. L.), "Excavations in the medieval city of Trondheim, Norway", *Medieval Archaeology*, 19 (1975), n° inv. 10575, k. fig. 11, p. 29

Grande-Bretagne	Goltho	11	23
Grande-Bretagne	Sandal	16	32
Grande-Bretagne	Urquhart	16	33
Grande-Bretagne	Wareham	12	25
Grande-Bretagne	Winchester	13	27
Grande-Bretagne	Winchester	13	28
Norvège	Trondheim	13	24
Pologne	Chiapowo	14	30
Pologne	Koslow	14	32
Pologne	Kozmin	14	31
Pologne	Opole	13	31
Pologne	Pultusk	13	36
Pologne	Siedlatkow	15	26
Pologne	Sieratz	13	31
Pologne	Sieratz	13	31
Pologne	Stare Kolnie	15	38
Pologne	Szaflary	15	33
Pologne	Tum	12	32
Pologne	Wenecja	15	31
Pologne	Witkow	14	30
Pologne	Wizna ³¹⁶	15	30

Figure 51. Tableau récapitulatif des diamètres des noix par site et par datation

316. Pour tous les sites polonais, voir la synthèse WOJCIECHOWSKI (T.), "Znaleziska fragmentow kusz na ziemiach polskich", *Kwartalnik Historii Kultury Materiałnej*, 3-4 (1989), tabl. 1, p. 486.

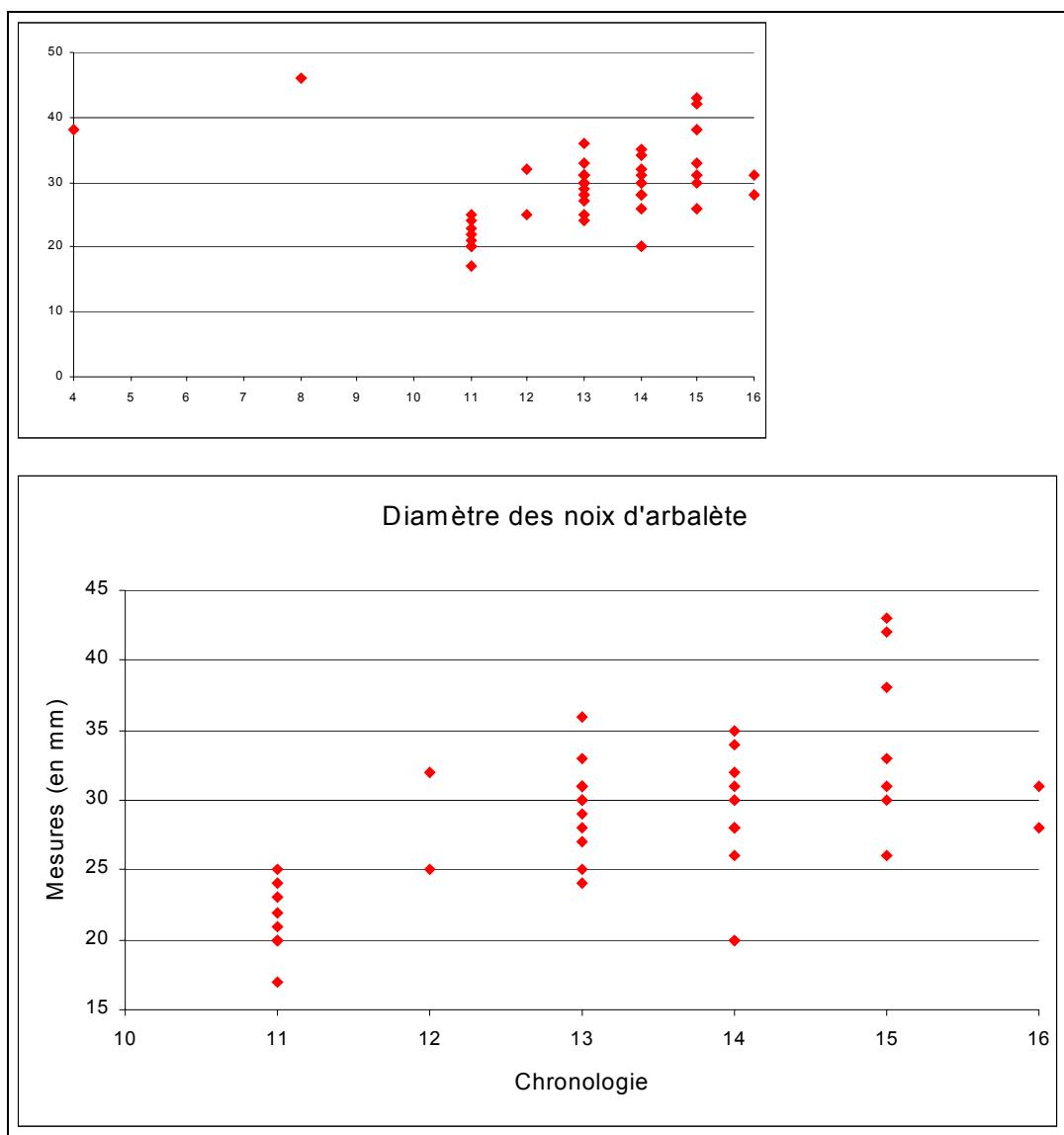


Figure 52. *Graphique de variation des diamètres des noix en fonction du temps*

Le graphique montre une tendance marquée à l'augmentation dans le temps de la taille des noix d'arbalète, ceci dans tous les pays européens au Moyen Âge ; elle correspond à l'accroissement de la puissance des arcs de ces armes. Un progrès est particulièrement perceptible au XV^e siècle, phénomène peut-être induit par l'emploi plus généralisé des arcs en métal sur les arbalètes. Des noix de petit diamètre (entre 20 et 25 mm) continuent cependant à être utilisées jusqu'au XIV^e siècle. Au XVI^e siècle, il est difficile de généraliser la tendance, au vu du petit nombre d'échantillons. Néanmoins, la

disparition progressive des arbalètes de guerre font que les noix sont plus petites, les arbalètes de chasse étant moins puissantes.

B. Les mécanismes d'armement des arbalètes : les crochets

Les indices archéologiques sont extrêmement réduits ; ils pourront cependant être complétés, dans la dernière partie de cette enquête, par les données iconographiques et les textes. À Durfort³¹⁷, dans le Tarn, un crochet a été mis au jour dans un dépotoir daté du XIV^e siècle. Sa longueur totale est de 130 mm pour une largeur de 30 mm et sa forme est très proche de ceux découverts à Rougiers et datés de la même période et découverts dans les parties centrale et occidentale du village³¹⁸. Dans leur partie basse, elles comportent un puissant crochet de section losangique forgé avec soin qui permettait de résister à la force de traction exercée par la corde de l'arbalète au moment de l'armement. Leur partie sommitale, séparée de la première par un nœud plus ou moins accentué, est divisée en deux branches, ce qui permet de ménager un orifice dans la partie centrale pour pouvoir passer une courroie d'attache, vraisemblablement un lien de cuir, et l'accrocher ainsi à la ceinture du tireur. Cette lanière, qui ne devait pas excéder 24 mm de largeur, enserre la partie supérieure, plane et mince. Le crochet double, à deux fourches, n'apparaît que plus tardivement³¹⁹. Un autre modèle, plus ramassé et plus large, a été trouvé à Pymont et mesure 80 mm de longueur et présente aussi un évidemment central.

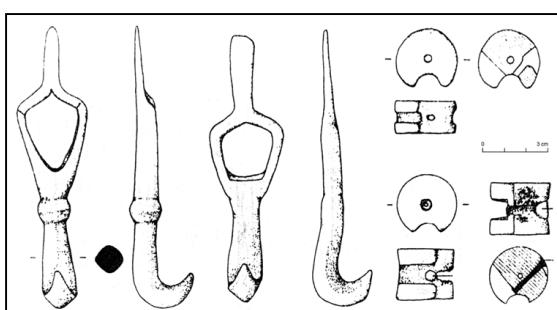


Figure 53. *Noix et crochets de ceinture, Rougiers (d'après G. Démians d'Archimbaud)*

317. BARRÈRE (M.), REY-DELQUÉ (M.) (dir.), *Archéologie et vie quotidienne...*, *op. cit.*, notice 45, p. 102.

318. DÉMIANS D'ARCHIMBAUD (G.), "Dagues et armes de chasse...", *op. cit.*, 12 et 13, fig. 1, p. 135 ; Les fouilles de Rougiers (Var). Contribution à l'archéologie de l'habitat rural médiéval en pays méditerranéen, Valbonne, CNRS, 1980, p. 428. Des exemplaires, de formes similaires mais de tailles diverses, et provenant d'Europe septentrionale, sont conservés au Musée National de Copenhague (variant de 103 à 380 mm de long).

319. Voir *infra* partie 4, le chapitre sur l'iconographie. Des exemples polonais peuvent être cités comme la typologie établie par WOJCIECHOWSKI (T.), "Znaleziska fragmentow kuszu...", *op. cit.*, fig. 5, p. 490.

C. Les éléments d'arcs et d'arbalètes

La corne utilisée pour les cornettes des arcs, ainsi que pour la confection des armes en matériaux composites, est développée dans la partie réservée aux sources écrites. Les données archéologiques manquent sérieusement pour la période médiévale, alors que divers éléments de renforts en corne d'arcs antiques ont été mis au jour³²⁰.

En revanche, des fragments en bois d'arcs et d'arbalètes sont conservés ; la plupart ont été découverts sur le site de Colletière à Charavines.

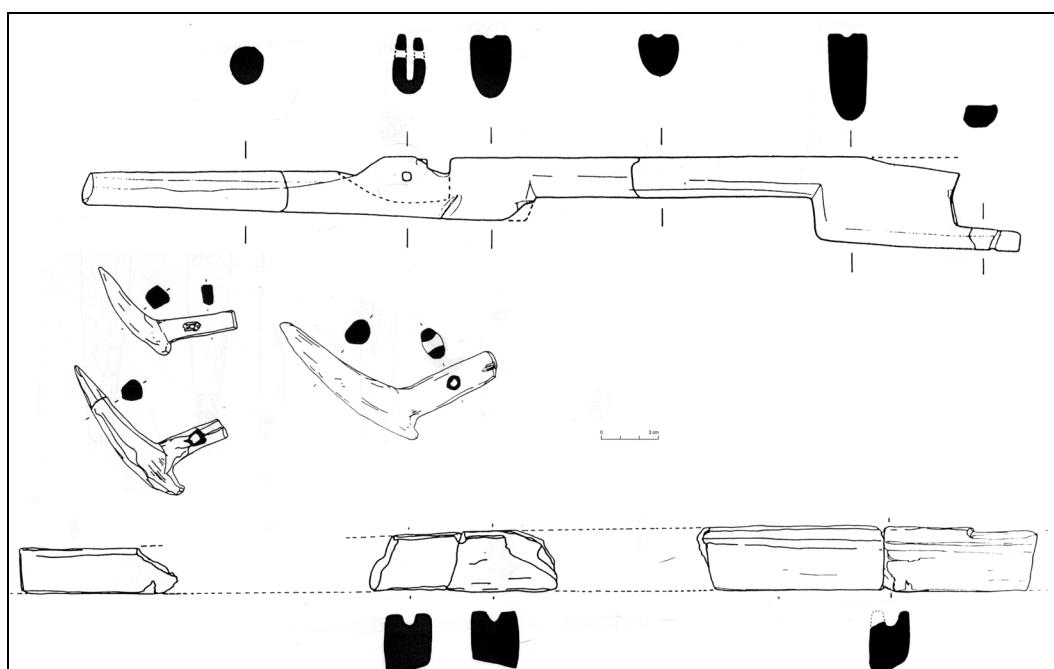


Figure 54. Charavines. Éléments d'arbalètes (d'après Gaulon, pl. 32)

En effet, un arbrier complet, parfaitement identifiable, a été mis au jour sur le site (Musée Dauphinois, n° inv. 80-91-112). Il est confectionné en hêtre et mesure 496 mm de longueur. Il est pourvu d'une rainure creusée dans le bois dans sa partie supérieure sur 200 mm de longueur environ. L'extrémité de l'arbrier, ou crosse, présente

320. BÉAL (J.-C.), GENIN (M.), "Éléments d'arc antique en bois de cerf découverts au Verbe Incarné à Lyon", *Art et Archéologie en Rhône-Alpes*, 3 (1987), p. 3-10. Les auteurs ont dressé une carte des fragments découverts sur l'ensemble de l'Europe.

une section circulaire d'approximativement 20 mm de diamètre ; elle s'étend sur environ 145 mm.

La partie centrale de l'arbrier est nettement plus large et une encoche est aménagée dans le bois pour le logement du dispositif destiné à retenir la corde (elle mesure 59 mm de long sur 4 mm de large et 24 mm de profondeur). À 9 mm du bord supérieur, les étroites parois sont percées, de chaque côté, d'orifice carré de 4 x 4 mm. Cependant, au vu de la faible largeur de cet espace, il interdit l'usage de noix traditionnelles : en effet, le mécanisme permettant de retenir et de déclencher la corde doit être très différent des noix d'arbalète plus traditionnelles, par ailleurs découvertes à Colletière et dont les dimensions dépassent largement celle du logement pratiqué dans le corps de cet arbrier. Celles-ci devaient s'adapter sur d'autres modèles d'armes, vraisemblablement de calibres plus importants. La pièce, servant de déclencheur, doit être plate et perforée de la même manière. Un axe permet de maintenir le tout de façon solidaire. L'arbrier présente une encoche profonde dans laquelle venait se loger la corde lorsque l'arme est bandée. Par une rotation du déclencheur, actionné par la détente, la corde se dégage ainsi de ce logement et propulse le trait. Nous proposons une hypothèse de restitution d'après les pièces découvertes à Charavines et selon un modèle inspiré d'exemples ethnographiques³²¹.

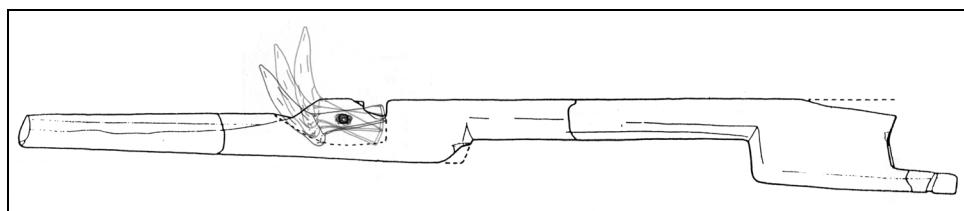


Figure 55. *Essai de restitution du mécanisme de déclenchement de l'arbalète, Charavines (V. Serdon)*

En effet, un groupe de trois objets est à mettre en relation avec le mécanisme de détente d'arbalète. Ces pièces sont morphologiquement identiques mais de gabarits

321. Musée de l'Homme, Paris, section Asie, responsable Annie Montigny.

différents : leur module varie de 79 à 114 mm d'envergure. Leur forme évoque le bec d'un oiseau. La partie terminale, amincie et de section rectangulaire, est percée d'un trou carré. Cela nous conduit donc à envisager la présence sur le même site de deux types distincts d'arbalètes utilisées de façon contemporaine ; elles pourraient correspondre alors à des usages différents. L'arbrier se termine par une partie beaucoup plus large dans laquelle est aménagée une encoche ; sa largeur conditionne celle de l'arc. Celui-ci est emboîté dans ce logement et fixé vraisemblablement par des ligatures. Quatre autres fragments de bois de diamètre similaire et dont une des faces est creusée d'une rainure nous amène à les interpréter comme des fragments d'arbriers.

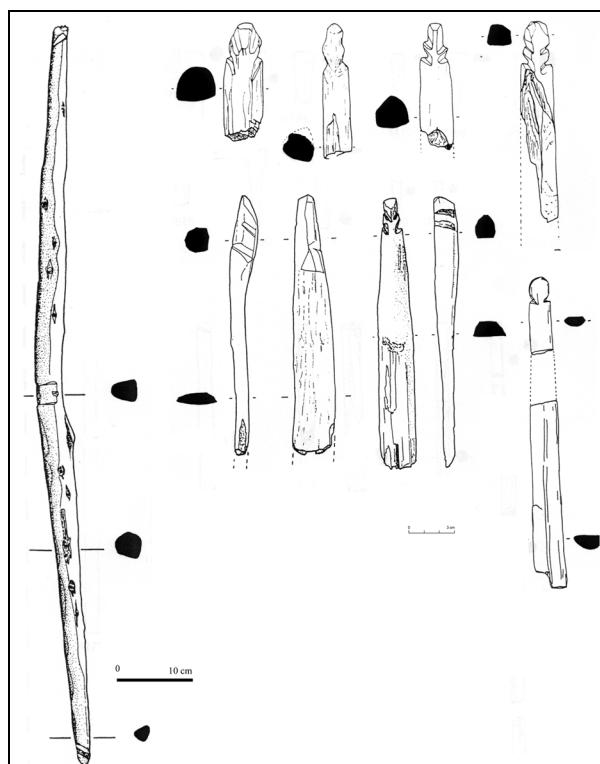


Figure 56. *Fragments d'arcs d'arbalète. Charavines*

Le seul arc d'arbalète complet mesure 980 mm d'envergure pour un diamètre moyen de 18 mm ; une telle arbalète devait avoir une puissance sinon considérable du moins plus élevé qu'un simple "arc à main". Sa section est triangulaire aux extrémités et devient circulaire, puis semi-circulaire au centre. Une encoche est aménagée sur l'arc pour permettre le passage du carreau. Par ailleurs, quinze éléments d'arcs ont été

découverts sur le site de Colletière. Ces fragments ont très probablement appartenu à des arcs d'arbalète, mais aucun exemplaire n'a conservé sa partie centrale qui montrerait sans ambiguïté la zone de contact avec l'arbrier. Cependant les diamètres et les profils sont similaires à ceux de l'exemplaire entier. Ils sont confectionnés en if (*taxus*) pour la plupart, mais aussi en hêtre (*fagus*), aulne (*ulmus*), noisetier (*corylus*)... La plupart des éléments présentent des coches sur les poupées d'arc, simples ou doubles, destinées à la fixation de la corde. Ce dispositif à double encoche sert vraisemblablement à régler la tension de la corde. Aucun renfort en corne n'était donc prévu.

Éléments de comparaison étrangers

Andy Halpin a publié des éléments d'arcs découverts en Irlande³²². Ces fragments d'arcs ne diffèrent pas de ceux mis au jour sur le territoire français. Des sources anglaises, bien que postérieures à la période qui nous préoccupe, méritent d'être développées. Une épave, celle du bateau la Mary Rose partit des côtes anglaises en 1545 et fut découvert et a fait l'objet d'une étude succincte en 1841. Il contenait 138 arcs droits, des carquois et des brassards. Dans l'épave, les fûts des flèches retrouvées sont en peuplier, les arcs longs (plus de 1,80 m) en bois d'ifs. Leur puissance n'a jamais été évaluée par des moyens spécifiques (en pendant un poids à la corde par exemple) de peur de les abîmer vraisemblablement.

322. HALPIN (A.), "Military archery in medieval Ireland : archaeology and history". Actes du colloque *Military studies in medieval Europe, Medieval Europe*, Bruges, vol. 11 (1997), p. 51-60. Voir **annexe13, figure 9**.

III. Les dispositifs de l'architecture militaire : une nécessaire adaptation à l'évolution des armes de trait

Dans l'ensemble de la bibliographie existante, la question de savoir si les croisades ont été l'occasion d'emprunts réciproques dans le domaine des techniques militaires, de la stratégie, ou bien de l'armement et de la fortification, reste toujours ouverte³²³. L'étude attentive des emplacements de tir, de l'angle d'ouverture des embrasures, en fonction de la portée respective de chaque arme et de la topographie générale du terrain, permet d'appréhender différemment la forteresse médiévale et d'apporter de nouveaux indices. C'est dans ce sens que cette enquête a été entreprise.

Il semblerait que, dès le début des croisades, les Francs ont eu recours de manière systématique, à l'aménagement de meurtrières dans la maçonnerie. Dans leur répartition, les archères sont disposées quasiment toujours en quinconce : les postes de tir sont ainsi mieux répartis et le champ battu par les projectiles est plus vaste. Ces ouvertures sont presque toujours pourvues d'une plongée dans leur partie inférieure : ce dispositif général permet donc trois types de tir : tendu, fichant ou parabolique³²⁴. Les Musulmans ont dû se servir de leur arme de trait, en particulier l'arc de type "composite" en tir tendu, dans une ligne sensiblement parallèle au niveau du sol, ce qui explique un moindre recours aux plongées dans les meurtrières et leur percée dans les étages inférieurs. D'autre part, dans les citadelles musulmanes, comme Bosra ou Damas (Syrie), les moyens défensifs sont concentrés en général au sommet : une plate-forme sommitale est aménagée, en haut d'imposantes tours carrées (ourlées de hourds ?), de mâchicoulis et des bretèches. La répartition des archères suivant un même plan vertical (constatée dans nombre de citadelles musulmanes) génère des zones non battues par le tir, donc des angles morts. Même s'il est possible de régler la portée des armes sur l'allonge de l'archer, les zones privées de projectiles augmentent cependant en fonction de la hauteur à laquelle se situent les archères. Cela ne veut pas dire que les systèmes de

323. D'après les études récentes, il semblerait plutôt que les antagonistes aient perfectionné leurs propres techniques de combat, plutôt qu'ils ne les aient modifiées en fonction de leur adversaire.

324. Voir **annexe 12, figure 14**.

défense arabes soit moins élaboré, tel que l'ont formulé certains auteurs, mais que l'essentiel de la défense était concentré sur le haut des courtines : les ouvertures ne présentent généralement pas de plongées, car le tir fichant est assuré à partir du couronnement³²⁵. Les ouvertures ménagées dans les bretèches répondent à des nécessités d'éclairage et d'observation. Le recours à l'armement individuel, notamment à l'arme de trait, était peut-être moins systématique, ceci au profit de l'armement collectif ; les Musulmans ont vraisemblablement développé un concept logistique fortement influencé par leurs contacts avec les byzantins. Au terme de cette enquête sur les ouvertures de tir dans les forteresses des croisés, il ressort une grande diversité des types³²⁶. La plupart des dispositifs aménagés dans la muraille conditionnent cependant l'utilisation des arbalètes à l'intérieur des niches, la hauteur n'étant pas suffisante pour l'emploi de l'arc (**figures 3 et 4, annexe 12**). La seconde remarque est relative aux zones battues par le tir des différentes armes de trait. En effet, la plupart des schémas qui consistent à prolonger les lignes de l'ébrasement intérieur vers l'extérieur, en respectant le même angle, s'avèrent être faux. Pourquoi ? Parce que le tireur, lors du tir, ne peut se plaquer contre les murs, du fait de l'envergure de l'arme dans le cas de l'arbalète et de la gestuelle du décochement lors de l'usage de l'arc. De fait, la visée est considérablement réduite de même que le champ couvert par le tir (**figures 6, 10 et 12, annexe 12**). Il convient donc de relativiser fortement l'efficacité de tels dispositifs.

325. **Annexe 12, figure 14.**

326. Planches 7-9, annexe 12.

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1. Graphique de répartition des profils des fers de trait.....	8
Figure 2. Graphique de répartition des sections de soies de projectiles.....	9
Figure 3. Graphique de répartition des profils des différents types d'emmarchement	9
Figure 4. Tableau de présentation des profils de pointes présents dans le corpus ..	10
Figure 5. Graphique de répartition des profils	11
Figure 6. Tableau de présentation des sections des pointes présentes dans le corpus	11
Figure 7. Graphique de répartition des sections	12
Figure 8. Tableau synthétisant les données quantitatives par critère	13
Figure 9. Histogramme de répartition des poids	13
Figure 10. Graphique de répartition des longueurs des projectiles	14
Figure 11. Répartition des rapports entre pointes et douilles (ou soies)	15
Figure 12. Largeurs des pointes	16
Figure 13. Histogramme de répartition des rapports entre les dimensions des pointes	17
Figure 14. Graphique de répartition des diamètres	18
Figure 15. Diagramme de répartition des rapports longueur totale/diamètre	19
Figure 16. Sites présentant des groupes d'objets statistiquement fiables	21
Figure 17. Andone. Part des différents types	27
Figure 18. Les différents types de fers de trait de Castelnaud	29
Figure 19. Castelnaud. Proportion de chaque type de fers de trait	32
Figure 20. Fréteval. Proportion de chaque type de projectiles.....	36

Figure 21. Répartition des fers de trait de Gironville.....	40
Figure 22. Haut-Koenigsbourg. Graphique de répartition des différents types	45
Figure 23. L'Isle-Bouzon. Graphique de répartition des différents types	50
Figure 24. Montségur. Répartition des différents types de fers de trait.....	56
Figure 25. Ottrott. Répartition des différents types.....	61
Figure 26. Pymont. Répartition des différentes types de fers de trait	65
Figure 27. Rougemont. Types de fers de trait.....	70
Figure 28. Rougiers. Répartition des différents types de fers de trait.....	75
Figure 29. Saint-Romain. Répartition des différents types	79
Figure 30. Tours. Répartition des différents types	83
Figure 31. Projectiles de Rheingönheim et Saalburg (Allemagne, Bas-Empire)..	102
Figure 32. Variantes des types Zimmermann T 1-2 et T 1-5s	105
Figure 33. Carreaux du site de Habsburg, Suisse, canton d'Argovie (type Zimmermann T 1-5l).....	105
Figure 34. Carreaux du site de Habsburg, Suisse, canton d'Argovie (type Zimmermann T 2-6).....	114
Figure 35. Variantes des types Zimmermann T 3-7d.....	122
Figure 36. Carreaux trouvés au château de Lötschenpass (Canton du Valais, Suisse)	125
Figure 37. Type Zimmermann T 5-10.....	126
Figure 38. Types Zimmermann T 5-9 et 11	153
Figure 39. Projectiles enflammés. Dura-Europos (Syrie)	154
Figure 40. Types Zimmermann D 2-4 et D 2-5	154
Figure 41. Types Zimmermann D 5-13.....	155
Figure 42. Pointes de flèche antiques.....	156
<i>Figure 43. Fer de trait du château de Montereale Valcellina (Frioul, Italie)</i>	156
Figure 44. Fers de trait de Basing House, Hampshire (Angleterre).....	156

Figure 45. Le processus sidérurgique.....	166
Figure 46. Diagramme d'équilibre fer-carbone. Source : BONDY (Ch.), GOBIN (F.), Métallurgie structurale, Paris, Armand Colin, 1971.	168
Figure 47. Tableau résumant les divers phénomènes que l'on peut examiner aux différentes échelles d'observation (d'après Ph. Fluzin)	173
Figure 48. Fers de trait en bois découverts à Colletière, Charavines (d'après Gaulon, pl. 35).....	190
Figure 49. Noix du site d'Andone (dessins Jean-Claude Fossey).	193
Figure 50. Noix d'arbalète découverte à Lichtenberg (Bas-Rhin).....	195
Figure 51. Tableau récapitulatif des diamètres des noix par site et par datation ..	197
Figure 52. Graphique de variation des diamètres des noix en fonction du temps	198
Figure 53. Noix et crochets de ceinture, Rougiers (d'après G. Démians d'Archimbaud).....	199
Figure 54. Charavines. Éléments d'arbalètes (d'après Gaulon, pl. 32).....	200
Figure 55. Essai de restitution du mécanisme de déclenchement de l'arbalète, Charavines (V. Serdon).....	201
Figure 56. Fragments d'arcs d'arbalète. Charavines.....	202