

F. BENZÉCRI

**Typologie de l'outillage préhistorique en
pierre taillée. Application à la définition
du type burin de Noailles**

Les cahiers de l'analyse des données, tome 2, n° 2 (1977),
p. 215-238

http://www.numdam.org/item?id=CAD_1977__2_2_215_0

© Les cahiers de l'analyse des données, Dunod, 1977, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « Les cahiers de l'analyse des données » implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques

<http://www.numdam.org/>

TYPLOGIE DE L'OUTILLAGE PRÉHISTORIQUE
EN PIERRE TAILLÉE. APPLICATION A LA DÉFINITION
DU TYPE BURIN DE NOAILLES

[BURINS]

par F. Benzécri ⁽¹⁾
d'après F. Djindjian ⁽²⁾

1. Introduction

La nomenclature des objets préhistoriques s'est établie empiriquement, au fur et à mesure des découvertes, d'après des analogies de forme ou de technique "la plupart des haches, gouges, scies, racloirs, coups de poing, tranchets n'ont jamais rempli, écrit A. Leroi-Gourhan, les fonctions qu'on leur attribue et le vocabulaire s'est chargé de dénominations erronées, mais qui font image et que la tradition maintient." (A.L.G. 1968, p. 241). Etablir une typologie basée non sur des analogies intuitives mais sur des critères liés aux procédés de débitage et de façonnage et soumis par là au "déterminisme tout-puissant de la matière et du geste" (ib. p. 242), telle nous semble être la tâche entreprise depuis une décennie en préhistoire. Citons, d'après M. Brézillon 1968 p. 31, les réflexions de J. Tixier devant une série de "burins de Noailles" : "La première impression se dégageant d'une prise de contact avec cette série est double : on est tout de suite frappé par la diversité morphologique et l'uniformité technique de ces burins ; diversité morphologique qui inciterait à établir des séries : pièces étroites ou larges, forme à élargissement distal ou basal, silhouette en "trapèze" ou "diabolo". Je crois que ce serait là une erreur, car il devient évident, après examen plus approfondi, que l'ouvrier n'a pas cherché une forme, mais a utilisé une technique qu'il a appliquée à des produits de débitage présentant une zone adéquate à l'adaptation de cette technique"

Les différents critères mis à jour à la lumière de l'expérience que les préhistoriens ont acquise de la taille du silex, devront être définis à l'aide d'un vocabulaire précis, dont la mise au point est encore à l'ordre du jour. L'ouvrage de M. Brézillon (1968 ; 2^e édition : 1971) marque un grand pas en avant dans cette voie et réalise cette gaure d'apprendre au profane à regarder un silex taillé ; ce dont ne saurait se passer le statisticien qui veut coder les données hétérogènes que constitue la description d'un outil (longueurs en 1/10 de mm., critères qualitatifs comme le type de plan de frappe : cassure ou tronçature ; l'état du support : extrémité distale ou proximale intacte, cassée ou tronquée ; position du biseau sur le support : droite ou gauche...).

Nous demanderons donc au lecteur d'observer avec nous quelques silex taillés (§ 2) afin de mieux comprendre les données de F. Djindjian et le codage qu'il a adopté (§ 3) en vue de plusieurs analyses factorielles dont nous exposerons les résultats (§ 4).

(1) Docteur ès sciences

(2) Ingénieur E.S.E. (Ecole Supérieure d'Electricité)

2. La taille du silex : débitage et façonnage.

Bien que de simples éclats de silex aient pu être utilisés tels quels par les hommes, on réserve le nom d'outil à des pierres débitées puis façonnées intentionnellement, L'analyse qui s'avère si fructueuse des traces de façonnage témoins des réponses de la matière aux gestes du fabricant d'outil se fonde, avons-nous dit, sur l'expérience que les préhistoriens ont acquise de la taille du silex. Nous donnons ici un aperçu de cette expérience en décrivant quelques pièces dont le processus de fabrication nous est connu, puisqu'elles ont été taillées par des préhistoriens de notre temps. Nous introduirons ainsi, à propos de ces pièces, la terminologie utilisée pour les burins qui font l'objet de cet article.

Dans nos régions, les silex propres à être taillés se trouvent généralement sous forme de rognons inclus dans les roches sédimentaires ou roulés au fond des rivières (*). Le silex est une roche dure qui éclate sous l'effet d'un choc ou d'une forte pression, en formant des surfaces nettes et des arêtes tranchantes. On utilise cette propriété pour débiter le silex en éclats ayant la forme et la dimension requises pour se prêter au façonnage qui en fera des outils ; et façonner c'est encore faire sauter des éclats ; mais ici on ôtera de petits éclats, voire de fines esquilles, là des éclats dont la dimension peut varier de 15 cm à 2 cm, et ces opérations nécessitent de la part de l'ouvrier des gestes bien différents.

2.1 Débitage : Le rognon de silex est d'abord dégrossi et mis en forme de manière à pouvoir en extraire les éclats ayant la forme et la dimension voulues. Le rognon ainsi mis en forme prend le nom de "nucleus préparé" : "Toute masse de matière débitée prend caractère de nucleus, mais les besoins de l'extraction conduisent généralement à donner au nucleus la forme et les proportions favorables au débitage (A.L.G. 1968 p. 248)."

"L'obtention des produits de débitage n'est pas soumise aux incertitudes de percussions anarchiques, écrit M. Brézillon (1971, p. 78). Dès l'apparition des plus anciens vestiges taillés, la présence d'un stéréotype implique un geste conscient". Les préhistoriens ont reconnu diverses techniques de débitage qu'ils décrivent en donnant la succession des opérations - ou chaîne opératoire - et ces techniques peuvent caractériser des cultures et même prendre valeur chronologique (on lit dans A.L.G. 1968 p. 114) "ce qui caractérise le paléolithique supérieur, c'est que son industrie dérive de lames tirées d'un nucleus approprié" (cf Fig 1)).

Ayant en vue une étude de burins, nous décrivons ci-dessous (Fig 1) le débitage d'un nucleus à lamelles de type paléolithique supérieur (cf Brézillon, 1968, p. 93).

La chaîne opératoire de préparation d'un nucleus se compose des opérations suivantes :

I - décortilage et épannelage : Le rognon primitif est débarrassé, au moins en partie, de son cortex par enlèvement d'une première rangée d'éclats : c'est le *décortilage* ; puis il est mis en forme (ici conique) par de nouveaux enlèvements : c'est l'*épannelage*. [Chaque enlèvement se

(*) Ces rognons de silex sont des concrétions siliceuses formées, sous l'action de micro-organismes, par précipitation de silice autour d'un centre au cours de la transformation en roche cohérente des boues sédimentaires. Les silex que l'on peut trouver en surface ont souvent été dégradés par le gel et rendus impropres à la taille.

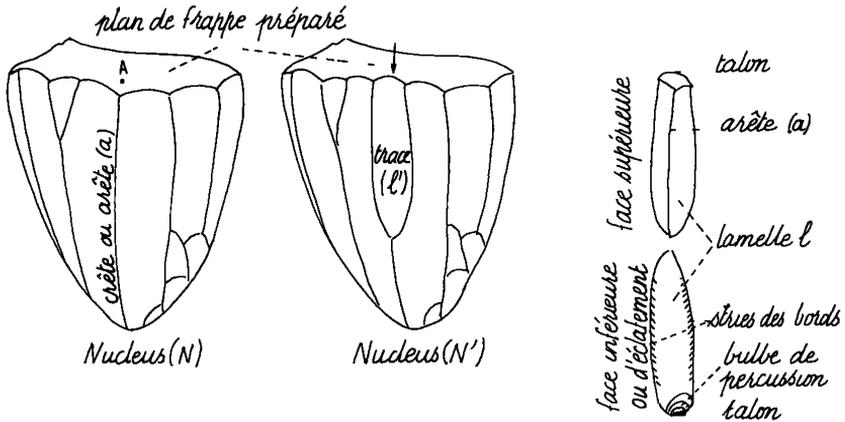


Figure 1 Nucleus à lamelles de type paléolithique supérieur (d'après M Brézillon)

fait en frappant le rognon en un point où la surface est à peu près plane sur une étendue qui peut être très petite ; cette portion de surface qui reçoit le choc est appelée *plan de frappe* ;

II - aménagement d'un "plan de frappe préparé" qui servira à tous les enlèvements de lames lors du débitage (sur notre figure, le plan de frappe préparé couvre toute une extrémité du nucleus) ;

III - aménagement d'une crête donnant la direction d'enlèvement de la première lame (sur notre figure, la crête (a) n'est autre qu'une arête formée par des enlèvements d'épannelage ; mais on peut être amené à faire apparaître la crête au moyen d'une série de facettes comme l'indique la figure 2 ci-dessous). Voici, d'après J. Tixier le rôle de la crête : "il est aisé de se rendre compte, par quelques expériences de taille, de la facilité accrue pour faire "filer" une lame quand une crête a été préalablement aménagée sur le nucleus. Ce n'est rien moins qu'une technique Levallois *sensu lato*" (d'après M. B. 1971, p. 97) ;

IV - début du débitage : enlèvement de la première lamelle. Un coup porté au point A du plan de frappe préparé proche de la crête (a) détache une lamelle (l), laissant sur le nucleus une trace (l') limitée par deux nouvelles arêtes qui permettront à leur tour le débitage d'autres lamelles. Ces enlèvements successifs de lamelles donnent au nucleus un aspect cannelé.

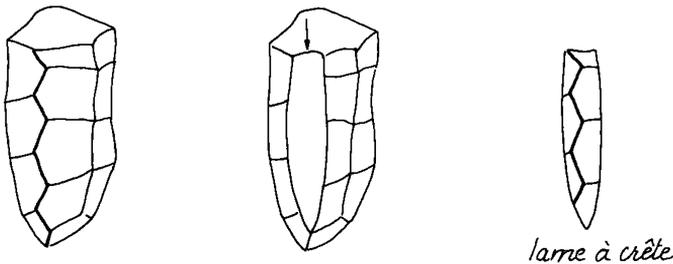


Figure 2 débitage d'une lame à crête

2.1.1. Produits de débitage : Observons la lamelle (1) (Fig 1). On distingue deux faces : la face supérieure (ou avers) qui faisait partie, avant l'enlèvement, de la surface du nucleus N et qui porte la crête (a); la face inférieure (ou revers, ou encore face d'éclatement) selon laquelle la lamelle s'est détachée du nucleus. Nette et lisse, la face inférieure porte les marques de la percussion : le talon, petite surface, ourlée d'une lèvre, où a porté le coup et qui n'est autre que la portion du plan de frappe emportée par l'éclat ; le bulbe de percussion, renflement strié de lignes d'ondes centrées au talon ; et enfin, le long des bords, de petites stries obliques dirigées vers le talon.

Les spécialistes reconnaissent généralement aux caractères du talon et du bulbe de percussion s'il s'agit d'un débitage par percussion ou par pression ou encore par percussion sur un ciseau intercalé (technique qui allie la force à la précision) et quelle est la nature du percuteur ou du ciseau (dur ou doux) et quel était le plan de frappe du nucleus d'où a été tiré l'éclat (i.e. si le coup a porté sur une surface lisse, une arête ou un sommet).

On oriente les éclats du talon vers l'autre extrémité ; sur un fragment d'éclat d'où le talon est absent, on reconnaît cette orientation aux lignes d'onde et aux stries des bords visibles à un oeil exercé sur la face d'éclatement. Pour tout éclat ou tronçon d'éclat, on appelle extrémité proximale celle qui, originellement, était le plus proche du talon, et distale celle qui en était le plus éloignée (cf Fig 3). On appelle axe de débitage l'axe défini par la force de percussion : c'est une droite passant par le talon, parallèle à la force de percussion et de même sens. Cet axe définit sur l'éclat la direction longitudinale.

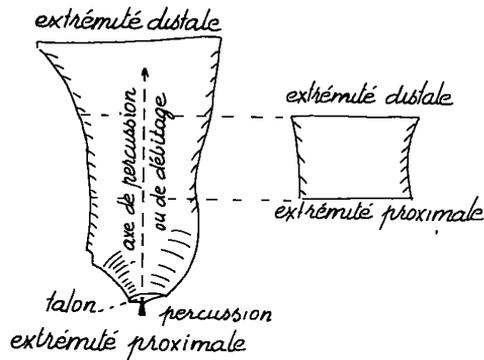


Figure 3. Extrémités proximale et distale d'un éclat et d'un fragment d'éclat

Ce sont ses proportions et ses dimensions qui font appeler lame, lamelle ou éclat un produit de débitage : on l'appelle lame si sa longueur prise selon l'axe de débitage est supérieure au double de sa largeur maximale prise perpendiculairement à l'axe de débitage.

2.2 Façonnage : On nomme ainsi l'ensemble des opérations qui entrent en jeu dans la transformation d'un éclat de débitage en outil. N'ayant toujours en vue que la fabrication des burins, nous nous bornerons à dire ce qu'on appelle une retouche, une tronçature et à distinguer des types de cassure.

2.2.1 *Retouche*. "Retoucher, c'est aménager, sculpter, transformer en outil un produit de débitage par percussion (directe, au ciseau, sur enclume) ou par pression. Les retouches - ou la retouche - sont les traces laissées par cette action... ou par une utilisation(*)" (J. Tixier d'après M. Brézillon 1971 p. 107). Ainsi l'on voit sur un outil retouché des écailles en creux alignées, constituant souvent des rangées se recouvrant partiellement, chaque rangée correspondant à une phase d'aménagement, les écailles devenant de plus en plus fines au fur et à mesure que le travail avance (Fig 4).

Figure 4 Rangées de retouches successives
(d'après A. Leroi-Gourhan)



Les retouches font l'objet d'études minutieuses : la régularité ; l'angle d'incidence des retouches avec la face inférieure de la pièce (10° pour les retouches rasantes, 70° pour les retouches abruptes, 90° pour les retouches verticales), l'étagement (Fig 4), l'étendue, la face de l'outil où elles sont visibles (en général la retouche entame la face supérieure et est dite directe, mais il existe aussi des retouches inverses qui entament la face inférieure).

Nous ne prétendons pas épuiser ici la longue liste des caractères que peuvent avoir ou non les retouches d'un outil. L'association sur une même pièce de certains de ces caractères peut être typique d'une culture (par exemple la retouche solutréenne, qui a produit ces élégantes feuilles de laurier aux proportions heureuses dont on admire la finesse).

2.2.2 *Troncature* : A.L.G. (1968 p. 259) dans un paragraphe consacré aux burins écrit : "La nomenclature des troncatures est applicable à toutes les pièces coupées transversalement par une série de retouches abruptes". Et l'on trouve dans M. B. 1971 p. 121 cette citation de J. Tixier : "nous n'avons droit de parler de troncature qu'en présence d'une ligne de retouches continues régulières, presque toujours abruptes, formant deux angles plus ou moins nets avec les bords de la lame ou de la lamelle (beaucoup plus rarement de l'éclat) qu'elle recoupe".

La troncature est souvent utilisée comme plan de frappe dans la technique de coups de burin (cf § 3.1). Nous le retrouverons à propos des burins de Noailles : on notera le dessin que fait la découpe par troncature (Tableau II' Annexe) et l'angle que font les retouches qui la composent avec la face d'éclatement. Cet angle est compris entre 70° et 90° (§ 3.3 Tableau I, angle A3).

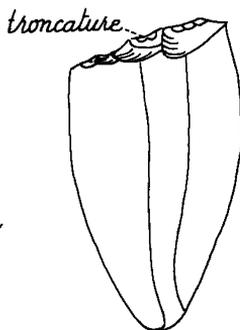


Figure 5 Pièce murue d'une troncature
constituant un plan de frappe pour un
enlèvement ultérieur de "coup de burin"
(cf infra § 3.1.)

(*) Il peut arriver que ce qu'on appelle retouche, sur un outil préhistorique, ne soit que des traces d'usure : "découvrir l'intention de l'homme derrière les vestiges muets de son activité, tel est l'éternel problème du préhistorien" note F. Djindjian non sans quelque mélancolie.

2.2.3 *Fractures*. On peut casser un éclat par percussion sur l'une de ses faces : ce type de cassure étant très rare dans le matériel que nous aurons à étudier, nous n'en parlons pas ici. On peut aussi par exemple procéder par flexion de l'éclat posé sur une de ses faces, en porte-à-faux sur une enclume présentant un angle dièdre ; on place l'éclat de sorte que l'axe de débitage soit perpendiculaire à l'arête de l'enclume (Fig 3). En faisant effort sur la partie de lame qui n'est pas soutenue, tout en maintenant l'autre en contact avec l'enclume, on brise l'éclat. Selon que l'éclat repose sur sa face inférieure (lisse) ou supérieure (bombée, à facettes), la cassure présente une charnière au niveau de la face inférieure (type A) ou une languette (ou un négatif de languette selon celui des deux fragments obtenus que l'on considère) au niveau de la face supérieure (type B). Mais un simple accident (comme le piétinement) peut provoquer sur une lame les mêmes types A et B de cassure et nous touchons ici encore "l'éternel problème du préhistorien" : il est difficile de reconnaître si une fracture est intentionnelle ou accidentelle.

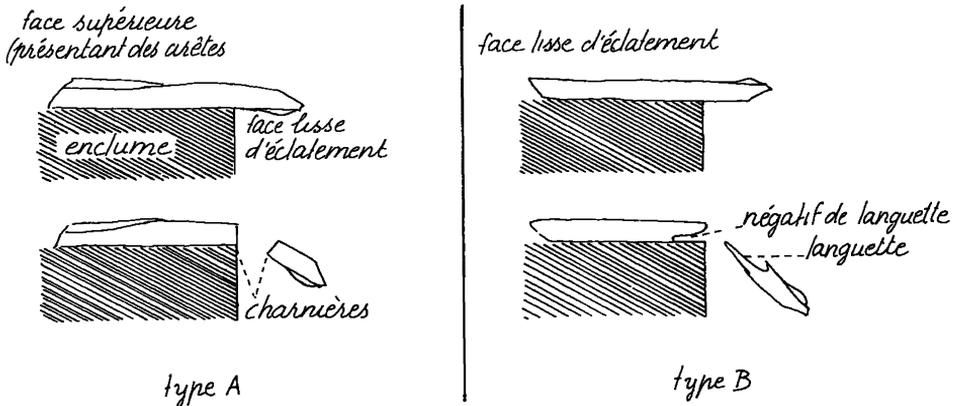


Figure 6 Deux types de cassure par flexion, selon la face comprimée lors de la fracture

3. Les burins : données relevées par F. Djindjian.

Nous définissons d'abord (§ 3.1) d'après les principes technologiques exposés au § 2 ce que le préhistorien entend par "burin" ; puis nous considérerons les problèmes qui se posent au sujet de la série de burins étudiée par F. Djindjian (§ 3.2), la description formalisée qu'il a adoptée pour ces outils (§ 3.3) ; enfin le codage logique de cette description en vue de l'analyse factorielle (§ 3.4).

3.1 Le coup de burin. D'un point de vue strictement technique, la conception d'un burin n'est pas différente de celle d'un nucleus (cf § 2.1) : à partir d'un "support" de débitage (qui peut être une lame ou un éclat) le tailleur aménage un plan de frappe (troncature ou cassure) transversal et à peu près normal à la face inférieure (lisse). Puis il abat l'un des bords longitudinaux (en général tranchant) en portant un coup, appelé *coup de burin*, sur le plan de frappe, longitudinalement, en un point proche de ce bord. Il enlève ainsi une chute (de section triangulaire si le bord est tranchant), dite *chute* (ou *lamelle*) de *coup de burin*, et crée sur la pièce un étroit biseau, angle dièdre déterminé par le plan de frappe et la trace d'enlèvement du coup de burin ; l'arête de ce dièdre est généralement normale à la face inférieure du support. Ultérieurement, on peut (par exemple pour affûter le biseau) donner un second coup de burin parallèlement au premier, sur la même troncature, en un point proche du biseau : on crée ainsi un nouveau biseau qui remplace l'ancien, tandis que l'on détache une chute de coup de burin (cette fois-ci de section trapézoïdale).

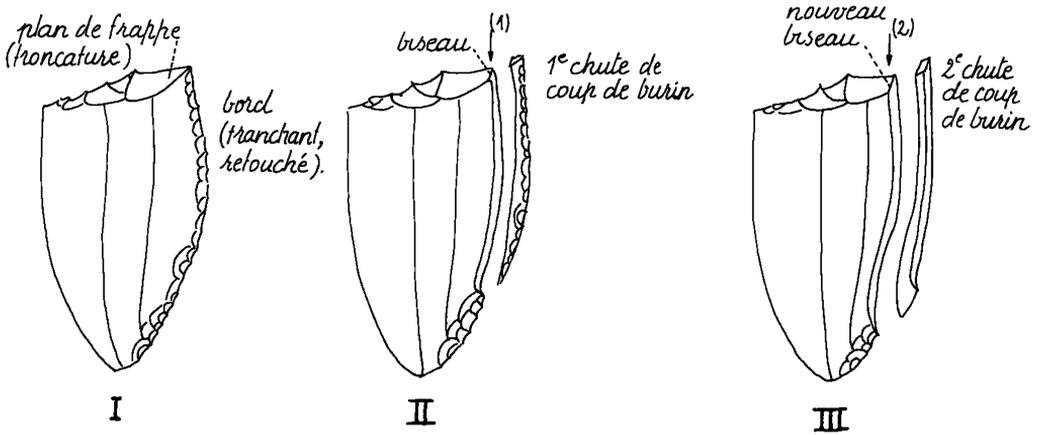


Figure 7 : I support où a été aménagé un plan de frappe par troncature
 II un premier coup de burin (1) enlève une chute de coup de burin de section triangulaire et crée un biseau
 III un second coup de burin (2) enlève une seconde chute de coup de burin de section trapézoïdale et crée un nouveau biseau

Le coup de burin peut provoquer divers phénomènes dont certains sont fâcheux et seront évités grâce à une préparation du support. L'enlèvement qui abat un bord peut rejoindre progressivement le bord, ou l'atteindre à sa sortie par une brusque courbure laissant sur la pièce "une sorte de crochet caractéristique" (J. Tixier) (Fig 8 b). Mais il peut pénétrer à l'intérieur de la pièce et sortir sur le bord opposé, amputant ainsi le support de toute une extrémité : cet accident de taille est nommé *enlèvement outrepassé* (Fig 8 1C). Enfin l'enlèvement peut être hélicoïdal (ou torse) [cf M. B. 1971 P 127]. On évite ces accidents en régularisant le bord à abattre par une ligne de retouches (l'enlèvement est comme guidé par le bord). En outre, on fixe l'endroit de sortie de l'enlèvement par une encoche. Toutefois, un enlèvement de coup de burin peut réussir sans préparation du bord et sans encoche (Fig 1 b) ci-dessous, divers types d'enlèvements de coup de burin sur des supports où le bord est, ou non, retouché et possède, ou non, une encoche :

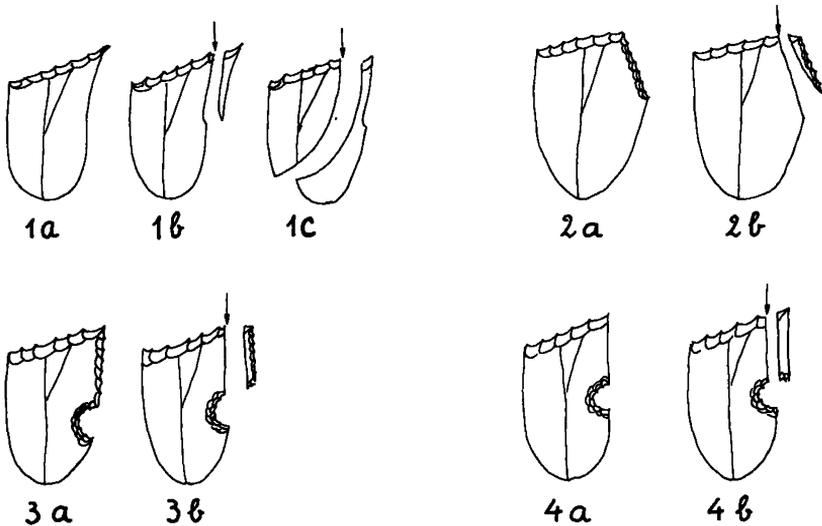


Figure 8 fabrication de burins sur tronçature

1. le bord du support n'est pas préparé ; 1c: enlèvement outrepassé .
2. le bord est retouché
3. le bord est retouché et possède une encoche
4. le bord n'est pas retouché mais possède une encoche .

3.1.1 *Les burins*. On se gardera de se représenter le burin paléolithique comme un outil moderne dont la forme, du manche au tranchant, change peu d'un outil à l'autre : les burins paléolithiques sont "des pièces étroites ou larges, [...], silhouette en trapèze ou diabolo", caractérisés par la seule présence d'un biseau obtenu par "un coup de burin" (cf § 3.1). Eventuellement, une même pièce peut présenter plusieurs de ces biseaux caractéristiques : on parlera alors de burin multiple. Dans la suite, pour désigner non l'outil entier - le burin - mais un biseau particulier, on parlera de coup de burin (étendant ainsi au résultat (le biseau) le nom qui appartient en propre à la cause (le coup porté pour créer l'outil).

3.2 Les burins de Noailles de la couche 10-11 de l'Abri du Facteur à Tursac (Dordogne) et les problèmes typologiques à résoudre

L'Abri du Facteur a fait l'objet d'une publication de H. Delporte (1968) : située sur la Vézère, entre Montignac et Le Bugue, au foyer de la préhistoire périgourdine, la commune de Tursac, déjà célèbre pour son abri de la Madeleine "qui a donné son nom à l'une des phases les plus importantes et les plus somptueuses du Paléolithique" cache, dans la falaise, "derrière un rideau de végétation touffue", l'Abri du Facteur, ainsi nommé en mémoire d'un légendaire facteur qui lors de ses tournées, aurait eu coutume de faire halte à cet endroit pour la prospérité de son petit commerce de pierre taillée... Les couches 10 et 11 sont les plus importantes du gisement ; elles ont fourni "près d'un millier de burins, plusieurs centaines d'autres pièces retouchées, parmi lesquelles près de 80 grattoirs"... (H. D. 1968 p. 69) - outillage d'une remarquable homogénéité d'industrie et comprenant un pourcentage exceptionnellement fort de burins. "La série des burins, écrit H. Delporte, est non seulement très abondante, elle est aussi très variée ; sa classification représente une opération complexe, par rapport à une suite de définitions qui [...] ne sont pas toujours indiscutées". Et, arrivant, dans son énumération aux burins sur troncature (cf fig 6), il note :

"les burins sur troncature sont de loin les plus nombreux... [leur] classification est conditionnée par la distinction du burin de Noailles"; H. Delporte énumère d'abord 7 caractères qui avaient pu sembler déterminants : "(1) outil de petite ou de très petite taille ; (2) outil aménagé sur petite lame fine ou lamelle ; (3) burin sur troncature retouchée généralement concave ; (4) le coup de burin a été porté parallèlement à l'axe de la lame ; (5) l'enlèvement est étroit et lamellaire ; (6) l'enlèvement a, le plus souvent, été arrêté par une fine encoche aménagée sur l'arête latérale de la lame ou de l'éclat ; (7) l'outil, enfin, est souvent multiple, double, triple ou même exceptionnellement quadruple (cf Fig 11)". Mais, après examen critique, H. Delporte ne retient que les caractères (3) et (5) : "Il apparaît donc conclut-il, que les seuls critères qui puissent être considérés comme déterminants soient l'existence de la troncature retouchée d'une part, et le caractère ultralamellaire (*) de l'enlèvement d'autre part ; les autres éléments morphologiques ne peuvent être que des éléments de confirmation". Suggérant alors de distinguer les burins de Noailles au sens large défini par les caractères (3) et (5) et les burins de Noailles au sens étroit qui auraient à peu près tous ceux des 7 caractères cités, H. Delporte ajoute : "Il faut dire d'ailleurs que ces distinctions risquent de ne pas correspondre à une réalité industrielle et de mener à une sorte de byzantinisme de la typologie. On peut même se demander si, en dehors de sa valeur comme fossile directeur d'un faciès périgordien le burin de Noailles représente un type individualisé".

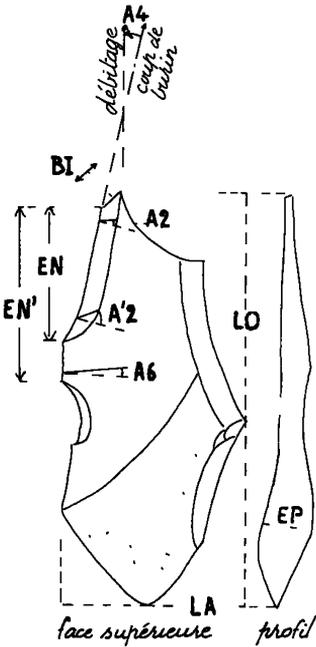
Voilà le problème posé. Citons maintenant F. Djindjian : "La série des burins de la couche 10-11 de l'Abri du facteur à Tursac contient d'après les décomptes de H. Delporte 439 burins de Noailles et 116 burins sur troncature [qui ne sont pas de Noailles] représentant respectivement 39% et 10% de l'outillage total. La difficulté, soulignée par l'auteur, de définir une cloison discriminant ces deux types de burins donne un décompte dont la précision ne dépasse pas 5%... Le but de notre étude est donc d'abord de mettre en évidence l'existence des deux types puis de les séparer avec une précision de l'ordre de 1%. Dans un deuxième temps il s'agit de définir un ensemble minimal de critères qualitatifs susceptibles de discriminer le plus efficacement possible les deux types, en supposant les outils suffisamment standardisés pour que cette distinction reste valable pour tous les gisements à burins de Noailles". (F. Dj. 1976 § 2 p. 35).

3.3 *Description des pièces*. Le choix des critères descriptifs est délicat : il faut qu'ils soient assez nombreux pour rendre compte de la nature du support, de la morphologie du plan de frappe, de la technique d'enlèvement qui entrent en jeu dans les diverses définitions des burins de Noailles proposées par différents auteurs. Mais écrit F. Djindjian "plus une liste descriptive est vaste et plus les mesures sont précises, plus alors l'utilisateur court le risque d'enregistrer des données incomplètes".

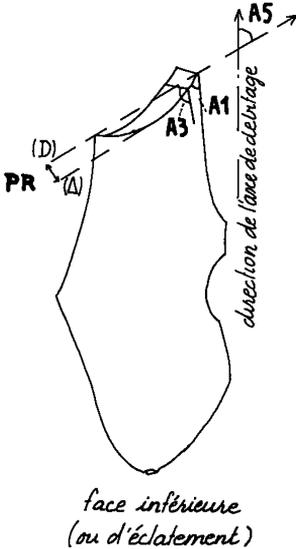
Nous donnons ci-dessous la liste des 19 variables dont on s'est servi pour décrire les burins. Tableau I : variables quantitatives - longueurs {LO, LA, EP, BI, EN} mesurées en 1/10 de mm ; angles {A1, A2, A3, A5, A6} mesurés en degrés ; en outre la longueur PR, l'angle A4 et la torsion, d'évaluation trop imprécise, ont été d'emblée éclatés en modalités. Tableau II : variables qualitatives (celles-ci sont reportées en appendice car l'explication en est délicate). Le système descriptif de F. Djindjian s'inspire d'études antérieures de plusieurs auteurs parmi lesquels on doit citer A. Leroi-Gourhan, M.L. Mövius et J. Tixier.

(*) Enlèvement d'une fine lamelle pratiqué très près du bord de la pièce.

Tableau I. Mesures prises sur l'outil.



LO et LA: le burin, posé sur sa face inférieure, s'inscrit dans un rectangle dont un côté est parallèle à l'axe de débitage; ce côté a pour longueur LO, l'autre LA.
 A6: angle dièdre des faces supérieure et inférieure (celle-ci est la face lisse d'éclatement); l'angle est pris au niveau du biseau.
 EP: épaisseur maximale
 EN: longueur de l'enlèvement de coup de burin
 EN': on mesure en outre la distance du biseau à l'encoche quand l'enlèvement de coup de burin ne l'a pas atteinte
 BI: largeur du biseau, intersection de l'enlèvement de coup de burin avec le plan de frappe
 A2 et A'2: angle dièdre de l'enlèvement de coup de burin et de la face d'éclatement, angle pris à deux niveaux (A2: au biseau; A'2 à l'extrémité opposée de l'enlèvement, ie distale)
 TO = A2 - A'2 mesure la torsion de l'enlèvement
 A4: angle orienté de la direction du burin et de l'axe de débitage, ces deux droites étant orientées vers l'extérieur de la pièce (sur la figure, A4 est positif).



Sur la face d'éclatement, le plan de frappe dessine une courbe; soit (D) la droite joignant les deux extrémités de cette courbe; (Δ) la tangente à la courbe parallèle à (D) (d'après Mörus, D est la direction de la tronçature)
 PR: distance entre D et Δ.
 A5: angle de la droite, D, avec la direction de l'axe de débitage, les deux droites étant orientées vers l'extérieur de la pièce
 A3: abrupt des tronçatures (angle dièdre du plan de frappe et de la face d'éclatement)
 A1: angle dièdre formant le biseau (cet angle apparaît sur la face d'éclatement qui est en général perpendiculaire à l'arête du biseau)

3.4 Le codage des données : codage disjonctif complet.

Soit I l'ensemble des coups de burin à analyser (une même pièce on l'a dit § 3.1, peut présenter plusieurs coups de burin). Cet ensemble I sera défini à propos de chaque analyse : ce sera, par exemple, l'ensemble de tous les burins simples ; ou encore l'ensemble des coups de burin de Noailles. Chaque pièce ou individu i de l'ensemble I est décrite par les réponses à un ensemble Q de 18 questions désignées chacune par un sigle à deux caractères (dont le premier est toujours une lettre) : e. g. LO, longueur ; A1, angle dièdre formant le biseau ; PF plan de frappe. Comme on le voit sur ces exemples, la réponse à une question $q \in Q$ peut être soit une quantité (longueur pour LO, angle pour A1), soit une qualité (ou bien cassure ou bien troncature pour PF). Afin d'obtenir un tableau homogène de données, F. Djindjian a réalisé un codage logique disjonctif complet dont nous rappelons le principe.

A chaque question q est assigné un ensemble fini J_q de modalités de réponse dont chacune est désignée par le sigle de la question suivi d'un chiffre : e.g. pour la question LO, on a $J_{LO} = \{LO1, LO2, LO3, LO4\}$. Si la réponse à la question q est qualitative, l'ensemble J_q s'impose : c'est l'ensemble des modes que peut revêtir la qualité en cause ; e.g. si $q = PF$, plan de frappe, on a deux réponses possibles : "sur cassure", PF1, ou "sur troncature", PF2 ; donc $J_{PF} = \{PF1, PF2\}$. Si la réponse à q est une quantité $x_q(i)$, il faut, pour lui donner forme qualitative décomposer l'intervalle continu de variation de x_q en une suite de sous-intervalles consécutifs ; par exemple pour LO, on a posé, dans l'analyse 1 :

$$\begin{aligned} LO1 : & \quad x_{LO} < 23,6 \text{ mm} \quad ; \quad LO2 : 23,6 \text{ mm} < x_{LO} < 29,3 \text{ mm} \\ LO3 : & \quad 29,3 \text{ mm} < x_{LO} < 38 \text{ mm} \quad ; \quad LO4 : 3,8 \text{ mm} < x_{LO} < 7,15 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dès lors si $x_{LO}(i) = 27 \text{ mm}$, on dira que la réponse de i à la question LO est LO2 etc...

Mais ici se pose un problème de codage : il faut choisir les bornes de ces intervalles consécutifs. A cette fin, on construit, pour l'ensemble I des burins à analyser, l'histogramme de chaque variable quantitative x_q .

Le programme STEAK de M. Roux (*) découpe automatiquement l'intervalle de variation en sous-intervalles consécutifs, correspondant sur l'histogramme à des classes de burins d'effectifs égaux. Mais l'utilisateur peut aussi définir lui même les sous-intervalles, par exemple en coupant l'intervalle de variation aux creux de l'histogramme (mais alors les classes correspondantes de burins ne sont pas nécessairement d'effectifs égaux). F. Djindjian a fait divers essais pour définir au mieux les intervalles.

On conçoit dès lors comment sera construit le tableau de données soumis à l'analyse de correspondance. Bien que dans une telle analyse les lignes et les colonnes jouent des rôles parfaitement symétriques, convenons pour fixer le langage que l'ensemble des lignes est l'ensemble I des individus ou coups de burin : à chaque individu i (coup de burin: $i \in I$) correspond un vecteur de description qui est une ligne du tableau. L'ensemble J des colonnes sera $J = \cup \{J_q \mid q \in Q\}$, réunion des ensembles J_q de modalités de réponse choisies pour chaque question q ; à chaque question q correspond dans le tableau de données, un bloc J_q de colonnes

(*) référence à l'article STEAK du m. n°.

consécutives dont le nombre $\text{Card } J_q$ n'est autre que le nombre de modalités afférentes à la question q . Soit $j \in J_q \subset J$ une modalité de réponse à la question q : on posera $k(i, j) = 1$ (et on inscrira 1 à l'intersection de la ligne i et de la colonne j) si l'individu i possède la modalité j de la qualité q . (e.g. pour $j = L03$, $k(i, L03) = 1$ si la longueur de i est comprise entre 29,3 mm et 38 mm) ; sinon on posera $k(i, j) = 0$.

Un tel codage est appelé codage logique sous forme disjonctive complète :

-logique parce que les contenus des cases sont des 1 ou des 0, représentant des "Oui" ou des "Non".

-disjonctif parce que deux modalités j et j' d'un même bloc J_q s'excluent mutuellement : on ne peut avoir à la fois $k(i, j) = k(i, j') = 1$ si j et j' appartiennent à un même J_q .

-complet parce que tout individu i possède effectivement une modalité dans chaque bloc J_q : en sorte que son vecteur de description (ligne du tableau) comprend dans chaque bloc J_q un signe 1 et un seul.

Le tableau I ci-dessus donne la liste des variables quantitatives. L'explication des variables qualitatives ainsi que le détail des bornes adoptées pour les modalités des variables quantitatives sont reportés en annexe.

4. Les analyses de données

Nous ne saurions rapporter en détail l'ensemble des analyses auxquelles ont été soumises les descriptions de burins, par F. Djindjian d'abord, puis à titre complémentaire par M. Jambu, tant ont été nombreuses les variantes (cf § 4.5) qu'on a tentées pour confirmer les conclusions proposées. Nous nous bornons ici à trois analyses dont l'enchaînement aboutit croyons-nous à valider le type "burin de Noailles" (cf § 4.4).

Les résultats ne concernent que les 359 burins simples de la collection à étudier. Des 19 variables on retire donc l'ordre de multiplicité : il reste 18 variables descriptives. Les données analysées s'inscrivent sur un tableau comprenant :

359 lignes correspondant aux 359 burins simples,

70 colonnes correspondant aux modalités des 18 variables.

Ce tableau a des lacunes en raison du mauvais état de certaines pièces, ou seulement de la difficulté de prendre sur tel burin telle mesure avec toute la rigueur nécessaire (en particulier la direction de l'axe de débitage est difficile à saisir). On considère d'abord le sous-tableau sans lacune, 274 x 70 relatif à tous les burins simples entièrement décrits de la collection.

4.1 Discrimination des burins de Noailles au sein des 274 burins décrits par les 18 variables : analyse 1.

On a soumis le tableau restreint 274 x 70 d'une part à l'analyse factorielle, d'autre part à la classification automatique ascendante hiérarchique des individus et des variables (cf Note § 4.5).

Puisque le préhistorien présume une dichotomie (noailliens \neq non-noailliens cf H. Delporte § 3.2) nous partirons des résultats de la classification automatique. Celle-ci met en évidence une dichotomie des 274 burins en deux classes dont l'une B - la moins nombreuse, formée de 46 burins - s'agrège à un niveau très bas, ce qui révèle l'homogénéité de cette classe.

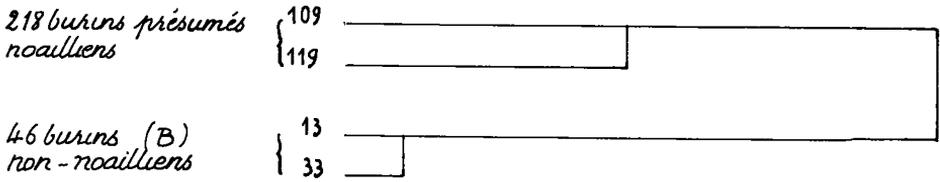


Figure 9: Classification automatique; agrégation d'après la variance; sur le tableau 274 x 70, 274 burins par 70 modalités. On distingue deux classes principales. la classe B (46 burins non-noailliens) se subdivise à un niveau très bas, la classe complémentaire (218 burins présumés noailliens) se subdivise à un niveau plus élevé

La classe B de 46 burins se retrouve dans le plan 1 x 2 de l'analyse factorielle à une extrémité de l'axe 1 ; une zone où les individus se font rares sépare ce groupe du second, plus nombreux, qui s'étale sur la portion de plan correspondant à la partie de l'axe 1 laissée libre par la classe B.

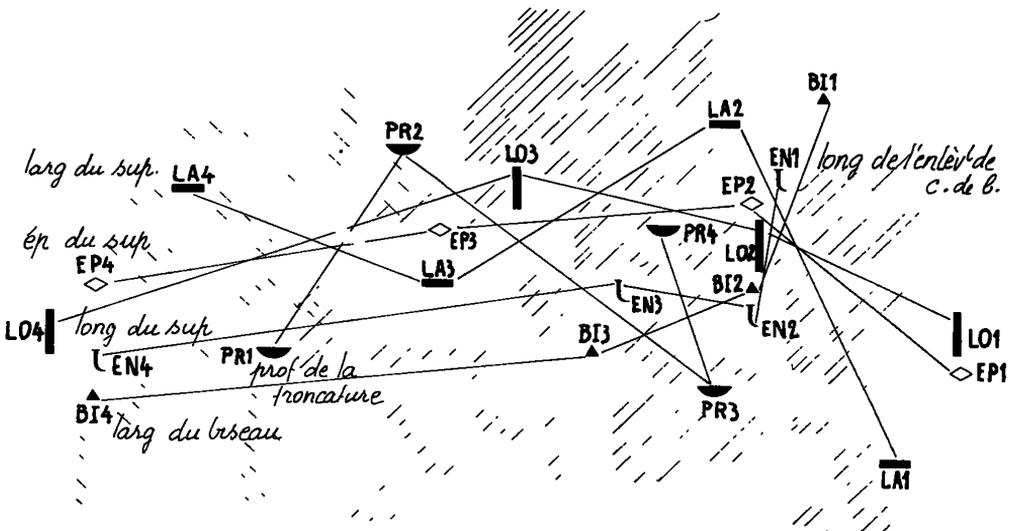


Figure 10: Analyse du tableau 274 x 70. On a schématisé par des hachures la partition des 274 burins en deux classes (B, classe des 46 burins présumés non noailliens hachurée à gauche). Seules sont placées les modalités de J auxquelles l'interprétation fait référence.

Ainsi la discrimination est faite principalement par le 1° facteur qui se détache nettement des suivants ; car il rend compte de 20% de l'inertie du nuage ($\tau_1 = 20\%$) tandis que le second n'atteint pas 7% ($\tau_2 = 7\%$). (Pour plus de précision, disons que si le nuage des 274 burins est concentré en deux points, centres de gravité des deux classes de 46 et 228 burins, 90% de l'inertie du système ainsi réduit est dans la direction du 1° axe et constitue sur cet axe 50% de λ_1 ; sur ces considérations de

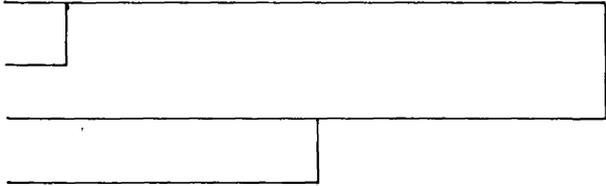
pourcentage, on consultera l'article [contributions mutuelles] in cahiers, Vol 1, n° 1, pp 77-sqq 1976).

Pour interpréter les classes d'individus ainsi séparées, on doit considérer l'ensemble des modalités de variables. Par la classification automatique, celles-ci sont également scindées en deux classes dont l'une, V, comprenant 7 modalités s'agrège à un niveau très bas ($v < \lambda_1/10$) :

$$V = \{EN4, LO4, CO2, BI4, EP4, LA4, PR1\}$$

= {grande longueur de l'enlèvement de c. de b., grande longueur de support, absence d'encoche, grande largeur de biseau, grande épaisseur, grande largeur de support, grande profondeur de troncature}.

V: 7 modalités caractérisant les 46 burins non-noailliens de B.



les 63 autres modalités

Figure 11. Classification automatique des 70 modalités d'après le tableau 274 x 70 (analyse 1) On distingue deux classes principales : la classe V (7 modalités) se subdivise à un niveau très bas ; sa complémentaire (63 modalités) se subdivise à un niveau plus élevé.

En projection sur le plan 1 x 2 de l'analyse factorielle, ces 7 modalités se trouvent situées du côté de la classe des 46 burins, qui est ainsi définie par elles. Les variables EN, LO, BI, EP, LA (ainsi que PR) sont des variables à 4 modalités allant des grandes tailles - 4 - aux petits - 1 - (pour PR le numérotage est inverse : 1 = grande profondeur). Dans le plan des axes 1 x 2, les modalités s'égrènent suivant leur ordre naturel dans la direction de l'axe 1 qui apparaît ainsi comme un axe de taille.

Reste maintenant à mettre en rapport la partition $274 = 46 + 228$ fournie par l'analyse des données avec le problème typologique que nous posions au § 3.2 d'après H. Delporte.

En bref les 46 burins sont de grosses pièces (cf interprétation de l'axe 1) sans encoche, auxquelles le spécialiste refuse l'appellation de burins de Noailles. L'ensemble complémentaire des 228 burins, malgré son polymorphisme apparu à la classification automatique constitue au contraire un ensemble de pièces dont la structure est compatible avec le type noaillien. On peut donc conclure en première approximation que l'analyse des données a retrouvé la dichotomie postulée par les préhistoriens.

Là ne se borne pas toutefois l'interprétation de F. Djindjian qui entend aussi rendre compte de la diversité du type burin de Noailles.

Le sous-ensemble des burins de Noailles s'étale selon l'axe 2 qui établit une gradation au sein de ceux-ci, sans jouer de rôle dans la partition en deux populations de l'ensemble des 274 burins. Deux variables ressortent avec une forte contribution : A2 (angle dièdre de l'enlèvement de c. de b. avec la face d'éclatement) et T0 (torsion). Sur le graphique, on voit s'associer avec un deuxième facteur positif les enlèvements "plans" (A23 : $A2 > 120^\circ$) et "très torsés" (T02 : $T0 > 30^\circ$) avec les petits débitages (EP1, etc..) et également avec les plans de frappe "obliques" (A52) et peu profonds (PR3). A l'opposé, avec un deuxième facteur négatif, on

trouve les grandes dimensions (pour les burins de Noailles) ainsi que A21 ($A2 < 100^\circ$) ; T01 (torsion négative) T04 (torsion nulle) ; A51 et PR1 (plan de frappe très oblique et profond). L'axe 2 met donc en évidence les variations de l'enlèvement (décrit principalement par A2 et T0) du plan de frappe (décrit par A5 et PR) en fonction des dimensions du support (LO LA EP).

4.2 Réduction du nombre des variables et discrimination des deux populations au sein des 359 burins : Analyse 2.

Afin de discriminer encore deux sous-populations au sein de la population complète des 359 burins, on cherche un sous-ensemble Q' de variables tel que d'une part aucune des 359 lignes du tableau de description ne comporte de lacunes dans les colonnes afférentes à Q', et que d'autre part ces variables suffisent à la discrimination désirée.

Pour celà, on a pris les variables qui contribuent le plus à l'axe 1 dans l'analyse factorielle 1 (274 x 70), soit : LO, EP, BI, CO, EN, LA (pour évaluer la contribution d'une variable q à un axe on fait la somme des contributions à cet axe des diverses modalités de q) ; ce sont, à l'exception de PR qui n'y figure pas, les variables qui fournissent les modalités de la classe V qui caractérise B.

Le tableau croisant les 359 burins avec les 24 modalités des 6 variables {LO, EP, BI, CO, EN, LA} ne comporte pas de lacunes : on l'a donc soumis à l'analyse factorielle et à la classification automatique.

Les résultats de l'analyse factorielle sont analogues à ceux issus de l'analyse 1 du tableau 274 x 70 (§ 4.1). Le facteur 1 est, comme précédemment un facteur de taille : les variables EN, LO, BI, EP, LA, variables à 4 modalités s'égrènent suivant leur ordre de taille naturelle dans la direction de l'axe 1 ; l'absence d'encoche, CO2, va avec les grandes tailles.

198 burins présumés
noailliens

99 individus
intermédiaires

62 burins
non-noailliens

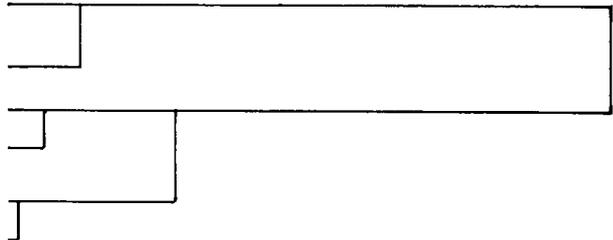


Figure 12 · Classification automatique sur le tableau 359x24 des descriptions réduites (analyse 2) ; il apparaît une classe intermédiaire de 99 individus.

Mais la classification automatique ne présente plus de dichotomie aussi caractérisée que précédemment. La classe comprenant les individus de grande taille (dont les 46 burins de la classe B des non-noailliens du § 4.1) se scinde en deux : d'une part une classe extrême de 62 individus qui comprend 37 des 46 burins de la classe B et qui sur le diagramme d'analyse factorielle est associée aux plus grandes tailles ; d'autre part une classe intermédiaire de 99 burins parmi lesquels 9 de la classe B trouvée au § 4.1. Du point de vue du préhistorien, on peut dire que des trois classes principales, la plus nombreuse (198 burins) se rattache vraisemblablement au type noaillien ; mais l'effectif de la classe intermédiaire (99 individus) témoigne que la dichotomie cherchée ne peut

sortir du tableau 359 x 24 analysé ici. D'où une alternative : ou bien la dichotomie très satisfaisante obtenue sur le tableau 274 x 70 n'est qu'un succès fortuit lié à un échantillon propice (les 274 burins), et l'adjonction d'un plus grand nombre de pièces comble le vide entre les deux classes qu'on avait cru séparer ; ou bien c'est la réduction trop grande des variables descriptives qui est à incriminer : les seules variables LO, EP, BI, CO, EN, LA ne suffisent pas à définir le type noaillien. Pour décider, nous ferons une nouvelle analyse.

4.3 Effet de la réduction du nombre des variables sur l'analyse des 274 burins : analyse 3.

On analyse le tableau 274 x 24 qui concerne les mêmes individus que l'analyse 1 du § 4.1, mais avec une description réduite aux 6 variables (soit 24 modalités) de l'analyse 2 du § 4.2. L'allure générale des résultats de l'analyse factorielle est inchangée ; mais la classification automatique présente comme au § 4.2 une classe intermédiaire. De façon précise, on a une classe extrême formée de 31 spécimens de grande taille,

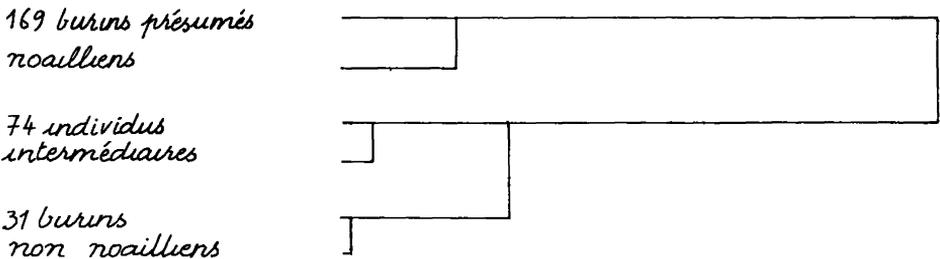


Figure 13. Classification automatique sur le tableau 274 x 24 des descriptions réduites (analyse 3). Il apparaît une classe intermédiaire de 74 individus.

dont 29 appartiennent à la classe B des non-noailliens reconnus dans l'analyse 1, et deux seulement sont classés noailliens dans cette même analyse 1 du § 4.1 (en fait, sur le plan 1 x 2 de l'analyse factorielle 1, on voit qu'il s'agit d'individus frontière). Quant à la classe intermédiaire de 74 individus issue de l'analyse 3 du tableau 274 x 24, elle contient encore 16 individus de la classe B issue de l'analyse 1, avec 58 autres qui, dans l'analyse 1, ont été classés noailliens. Reste une classe de 169 burins de taille plutôt petite que l'analyse 3 inciterait à étiqueter noailliens et parmi lesquels on ne trouve effectivement qu'un seul individu de la classe B (ici encore l'analyse factorielle, comme le retour au tableau des données, montrent qu'il s'agit d'un cas frontière).

4.4 Conclusion : validité de la dichotomie trouvée.

L'analyse 1 a fait clairement apparaître une dichotomie correspondant à celle annoncée par le préhistorien. L'analyse 2 ne révèle rien de si net. D'où la question : la réduction de la description ou l'accroissement de l'échantillon sont-ils en cause ? L'analyse 3 répond que la réduction de la description est seule à incriminer. On conclura donc que d'après nos données, la dichotomie noailliens, non-noailliens est nette. Mais les variables (6 variables de taille ainsi que l'absence d'encoche) retenues d'abord pour tenter une reconnaissance de type mettant en jeu une description simplifiée ne suffisent pas. Il y a certes de gros spécimens sans encoche qui ne peuvent être noailliens. Mais la reconnaissance des individus intermédiaires met en jeu des caractères de forme

que l'oeil du préhistorien saisit globalement et parmi lesquels le statisticien (d'après le plan 1×2 issu de l'analyse 1) distinguera particulièrement la modalité SU3 (le coup de burin est proximal ; l'extrémité opposée, distale, du support est intacte : caractère que l'analyse factorielle révèle non-noaillien) et deux variables angulaires A4 et A6 (A4 est l'angle de l'axe de débitage et du coup de burin, difficile à mesurer ; A6 est l'angle des faces inférieure et supérieure).

Nous ne tenterons pas ici de préciser le rôle de ces variables pour énoncer une définition plus précise du type noaillien. Mathématiquement parlant, une telle définition est fournie par l'analyse factorielle: puisque dans le plan 1×2 les burins non- noailliens remplissent une aire B nettement délimitée, on dira qu'un burin est noaillien si et seulement si le point figuratif de sa description tombe en dehors de l'aire B. Et il est facile, un nouvel individu étant donné par sa description, de le placer dans le plan 1×2 en calculant ses coordonnées (ses facteurs 1 et 2) suivant la formule usuelle des éléments supplémentaires ; formule dont l'application est particulièrement simple dans le cas de variables logiques (cf *Cahiers*, Vol 2, n° 1 [Pollution EDF] p. 87).

Si cette conclusion nous fait regretter l'absence d'une règle de discrimination plus facile, elle montre du moins que le labeur considérable de la collecte des données n'était pas vain. Il était nécessaire à la preuve statistique de la dichotomie ; de plus, F. Djindjian a pu, d'après les descriptions très complètes qu'il a collationnées, faire une sous-typologie des burins de Noailles (cf 4.1 in fine) qu'on n'a pu ici exposer en détail.

4.5 Note : les méthodes d'analyse.

Reportons-nous à l'Editorial du cahier n° 1 du Vol. II. D'après un tableau de description $I \times J$ sous forme disjonctive complète, on peut constituer un tableau $J \times J$ de cooccurrence des modalités de variables, appelé tableau de Burt. L'intérêt de ce tableau apparaît (cf Vol II Cahier 1 [Bin Mult] § 2', p. 59), lorsque l'on considère le cas limite, où d'après un échantillon très abondant il serait possible de subdiviser chaque variable en un nombre très grand de modalités. L'inertie des nuages construits d'après le tableau $I \times J$ croît alors indéfiniment et le pourcentage de cette inertie apporté par les facteurs interprétables décroît. Il n'en n'est pas ainsi dans l'analyse du tableau de Burt. Mais celle-ci ne fournit de facteurs que sur l'ensemble J des modalités. Pour calculer les facteurs F_α sur les individus, on peut mettre ceux-ci en lignes supplémentaires au tableau $J \times J$; mais alors la variance λ_α des facteurs ainsi calculés sur l'ensemble des individus correspond encore à une trace tendant vers l'infini avec la subdivision des variables. C'est pourquoi dans l'Editorial on considère les coordonnées $\lambda_\alpha^{1/2} F_\alpha(i)$ dont la variance est $\Lambda_\alpha = \lambda_\alpha^2$. Ce sont ces coordonnées qui ont servi ici également à la classification automatique. Plus précisément M. Jambu, qui a repris les données de F. Djindjian, a conservé les 7 premiers facteurs, représentant ainsi le nuage des individus dans un espace euclidien de dimension 7. Ajoutons que la présence ou l'absence de ces coefficients $\lambda_\alpha^{1/2}$ n'a pas eu, comme on s'en est assuré, d'influence considérable sur les résultats ; mais ce sont les résultats fondés sur les coordonnées $\lambda_\alpha^{1/2} F_\alpha(i)$ qui sont présentés ici parce qu'ils sont à la fois les plus légitimes en théorie et les plus clairs dans l'interprétation.

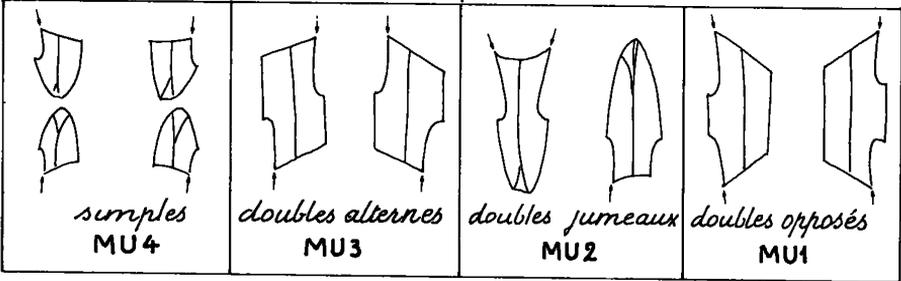
A N N E X E

1. Variables qualitatives : Tableau II

Soit i un coup de burin ; b(i) son support.

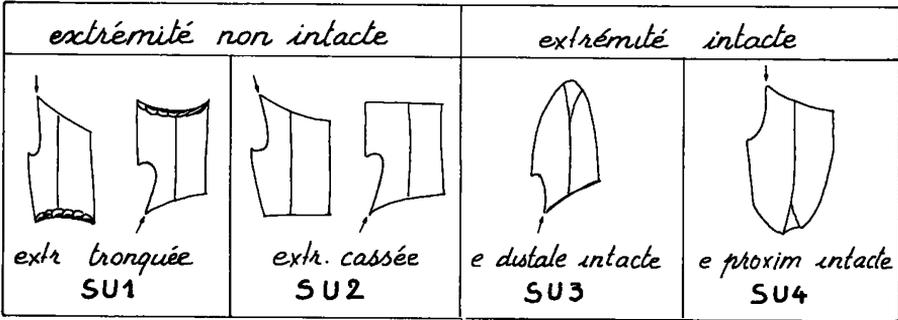
MU : ordre de multiplicité de la pièce b(i)

Dans l'ensemble du matériel étudié ici, il n'y a que quatre types possibles notés MU1, MU2, MU3, MU4 :



(On a figuré les faces supérieures des pièces, talon en bas)

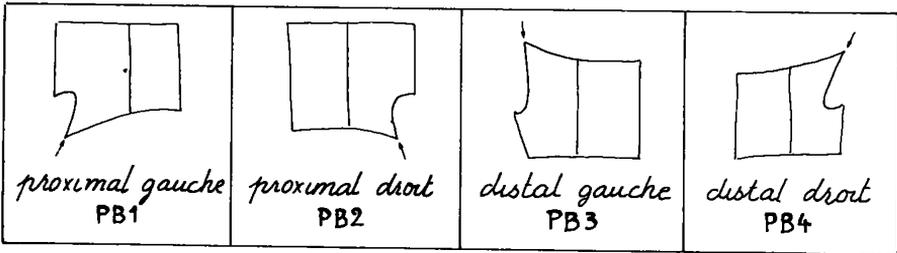
SU : état de l'extrémité de la pièce b(i) opposée au coup de burin i ; ou bien elle est intacte ; ou bien elle ne l'est pas :



PF : nature du plan de frappe (où a porté le coup de burin)

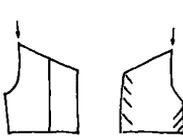
PF1 : cassure ; PF2 : troncature

PB : position du coup de burin i sur la pièce b(i)



(On a figuré les faces supérieures des pièces, talon en bas).

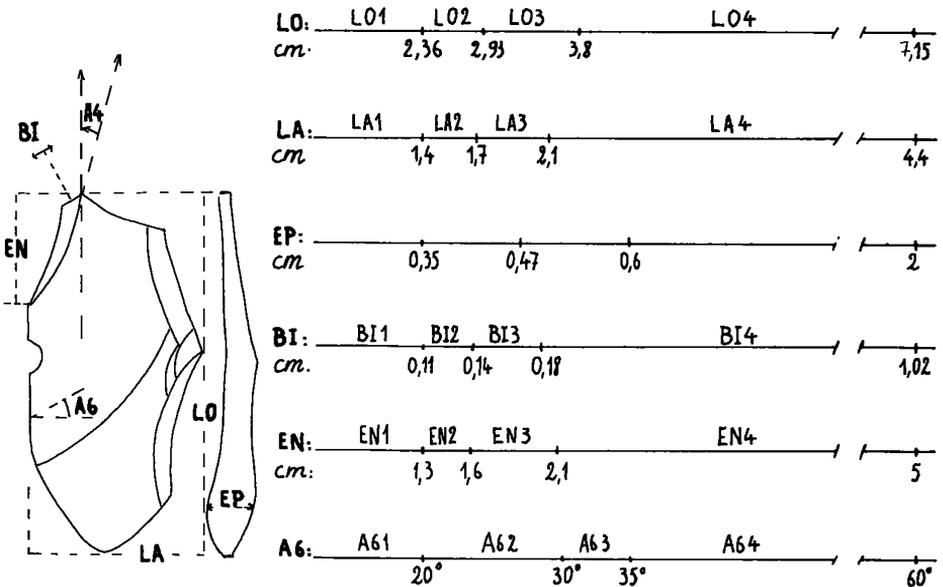
CO : encoche d'arrêt

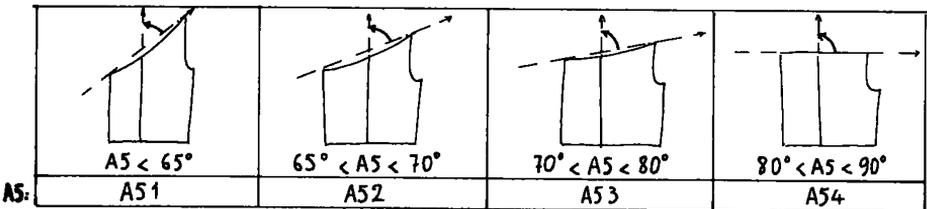
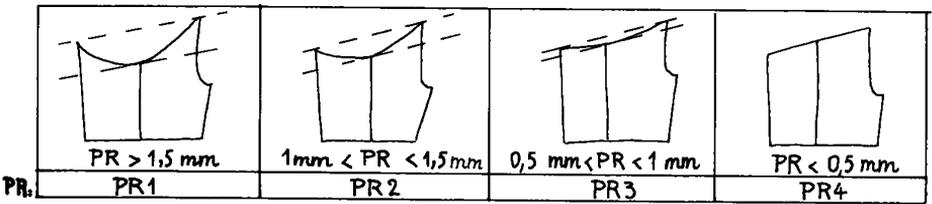
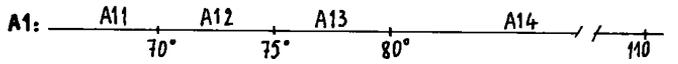
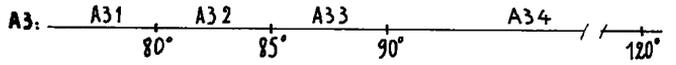
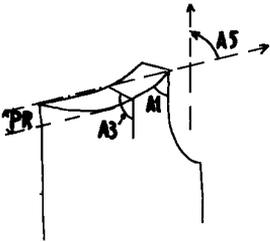
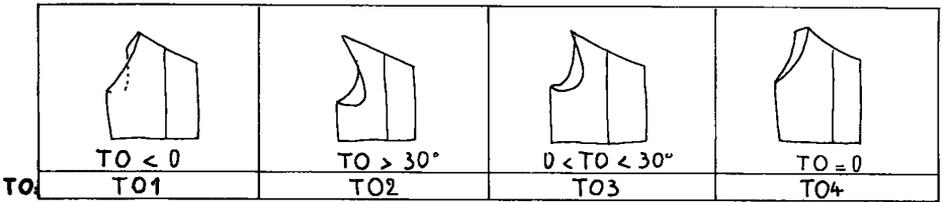
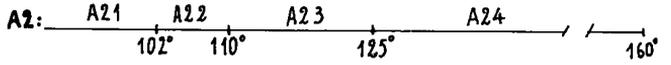
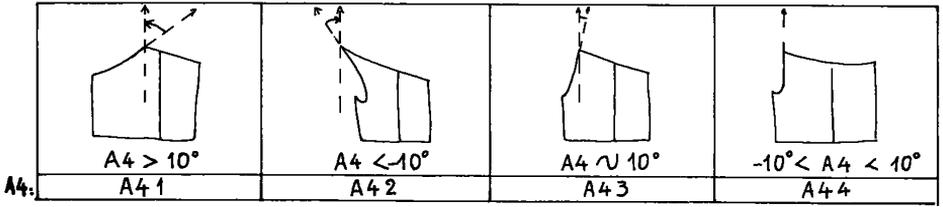
			
<i>encoche directe</i> C04	<i>encoche inverse</i> C03	<i>nulle encoche</i> C02	<i>doute</i> C01

CA : Cassure du support b(i) à l'extrémité opposée à i

<i>nulle cassure</i> CA4	<i>divers types de cassure</i>		
	CA3	CA2	CA1

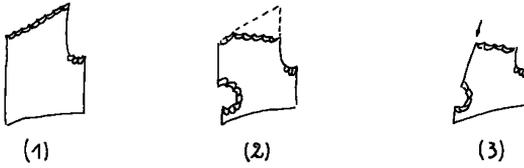
2. Variables quantitatives : Tableau III





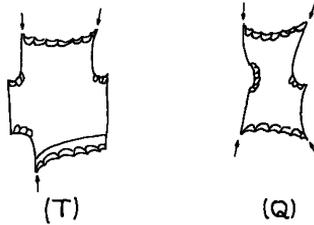
3. Observations complémentaires : Tableau II' : Outre les critères enregistrés que nous avons énumérés dans les tableaux I et II, on a noté, à propos de chaque pièce, le cas échéant :

L'existence d'un réavivage (RV) :

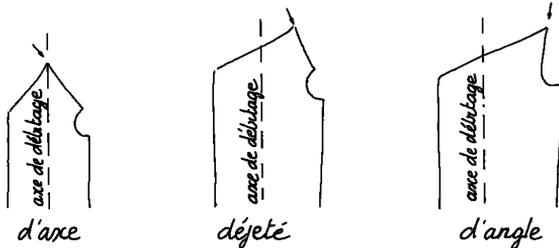


- (1) : burin
- (2) : préparation d'un nouveau plan de frappe et d'une encoche
- (3) : nouveau coup de burin

La multiplicité triple (T) ou quadruple (Q) :

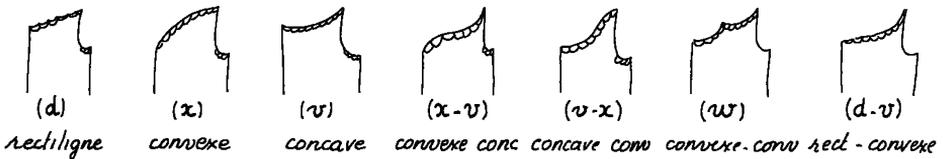


La position du coup de burin(i) rapport à l'axe de débitage du support :



L'ordre de fabrication des burins multiples, la présence de cortex ou d'une retouche sur la pièce.

La morphologie de la troncature (on note la courbure de la troncature, celle-ci étant décrite depuis le bord opposé à l'enlèvement de coup de burin (i) jusqu'au coup de burin (i)).



Ouvrages cités

- H. BREUIL et LANTIER 1951 : Les Hommes de la Pierre Ancienne, Payot 336p.
- M. BREZILLON 1968 : La Dénomination des Objets de Pierre Taillée.
IV° supplément à "Gallia Préhistoire" C N R S 411 p .
- H. DELPORTE 1968 : l'Abri du Facteur à Tursac, Gallia Préhistoire XI, I,
pp 1-145.
- F. DJINDJIAN 1976 : Contribution de l'Analyse des Données à l'Etude de
l'Outillage de la Pierre Taillée. Mémoire déposé à l'Universi-
té de Paris I.
- A. LEROI-GOURHAN 1968 : La Préhistoire P U F 366 p.
- D. de SONNEVILLE-BORDES 1961 : L'Age de la Pierre P U F 126 p.