

Zeitschrift: Cahiers d'archéologie romande
Herausgeber: Bibliothèque Historique Vaudoise
Band: 10 (1977)

Artikel: L'industrie lithique de la station littorale d'Yvonand : (exemple d'étude de typologie analytique)
Autor: Voruz, Jean-Louis / Jeanneret, Roland / Gallay, Alain
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-835627>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 17.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

CAHIERS D'ARCHÉOLOGIE ROMANDE

de la Bibliothèque historique vaudoise
collection dirigée par Hans Bögli et Colin Martin

N° 10

Jean-Louis VORUZ

L'INDUSTRIE LITHIQUE DE LA STATION LITTORALE D'YVONAND

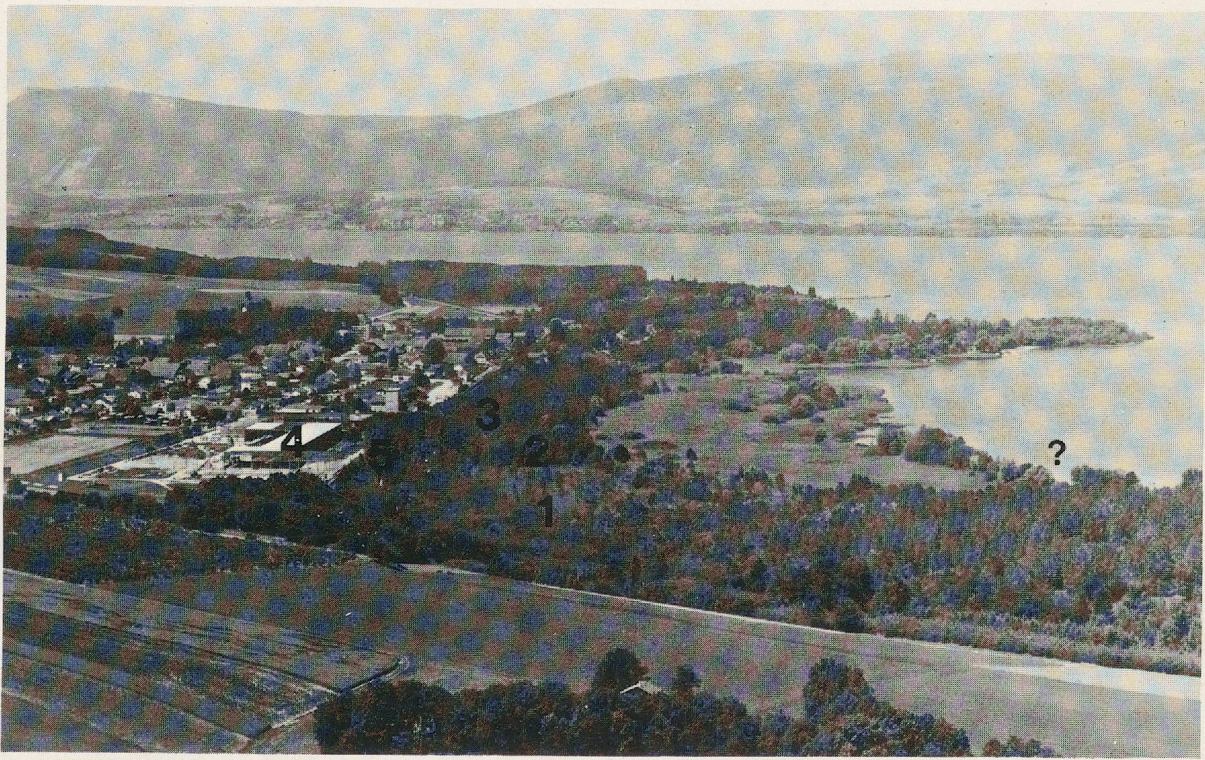
(EXEMPLE D'ÉTUDE DE TYPOLOGIE ANALYTIQUE)

En préambule :

Roland Jeanneret et Jean-Louis Voruz

LES STATIONS LITTORALES DE LA BAIE D'YVONAND
(Synthèse des fouilles et sondages 1973-1974)

Préface de Alain Gallay



LAUSANNE 1977

Page 1 de la couverture :
Vue générale de la baie d'Yvonand, sur la rive sud du lac de Neuchâtel.
Les chiffres indiquent l'emplacement approximatif des 5 stations
littorales sondées en 1973 - 74.

CAHIERS D'ARCHÉOLOGIE ROMANDE

de la Bibliothèque historique vaudoise
collection dirigée par Hans Bögli et Colin Martin

N° 10

Jean-Louis VORUZ

L'INDUSTRIE LITHIQUE DE LA STATION LITTORALE D'YVONAND

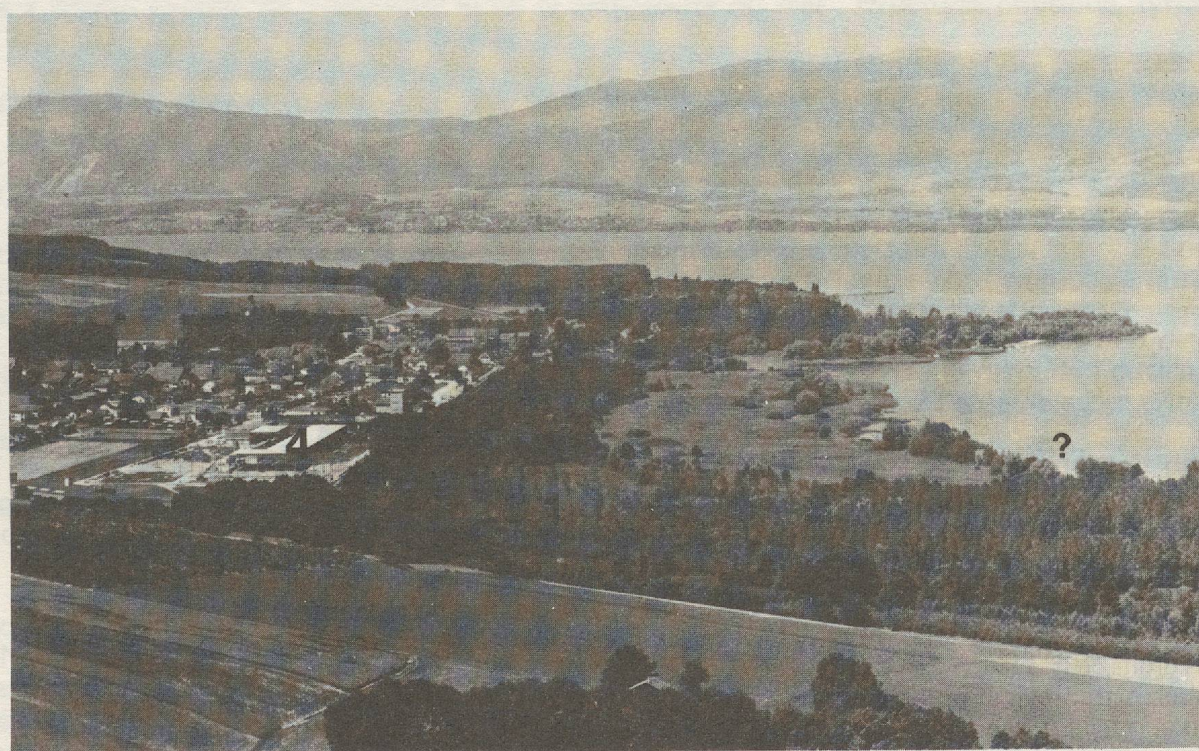
(EXEMPLE D'ÉTUDE DE TYPOLOGIE ANALYTIQUE)

En préambule :

Roland Jeanneret et Jean-Louis Voruz

LES STATIONS LITTORALES DE LA BAIE D'YVONAND
(Synthèse des fouilles et sondages 1973-1974)

Préface de Alain Gallay



LAUSANNE 1977

Code de citation préconisé :

J.-L. VORUZ :

«L'industrie lithique de la station littorale d'Yvonand (Vaud)»

(Bibliothèque historique vaudoise,

Cahiers d'Archéologie romande 9, Lausanne, 1977).

Les commandes et les demandes d'échange pour le présent fascicule doivent être adressées à la Bibliothèque historique vaudoise, M^e Colin Martin, Petit-Chêne 18, CH-1002 Lausanne

Tous droits de traduction, de reproduction et d'adaptation réservés pour tous pays.

1977, by Bibliothèque historique vaudoise, Lausanne.

no. ISBN 2-88028-010-9

Le but de cette publication est de présenter simultanément un ensemble industriel dynamique (3 phases d'évolution) et, au travers de cet exemple, une méthode d'étude des industries lithiques et osseuses préhistoriques encore inconnue en Suisse, la **typologie analytique**. L'objectif général de notre recherche est l'étude par l'application de cette méthode des outillages lithiques et osseux néolithiques des stations littorales du Jura, la recherche archéologique dans ce domaine n'étant que fort peu avancée et se limitant souvent à la simple étude empirique des fossiles directeurs.

L'échantillon étudié, 155 pièces en silex du néolithique récent (Horgen et Lüscherz) de la station littorale d'Yvonand 4 (Vaud) est supposé être représentatif de l'industrie d'Yvonand; de plus, ces pièces se répartissant selon 3 couches distinctes, elles sont étudiées selon un point de vue évolutif qui nous permet de la caractériser par sa **dynamique structurale**.

La typologie analytique, créée par G. Laplace, est l'application des règles de la méthode dialectique à la recherche typologique. Elle analyse d'abord et synthétise ensuite, par la recherche de hiérarchisations et d'associations entre les différents critères descriptifs observés et choisis. La synthèse de cette articulation (formule analytique) aboutit au concept de **type-primaire**, synthèse entre les caractères morphologiques résultant de la technique de façonnage (retouche) et de la forme des bords façonnés. L'étude se décompose ensuite en différentes structures interdépendantes propres à rendre compte de la diversité et de la complexité du réel : structures physique, typométrique, technique, modale et morphologique.

Les caractéristiques essentielles de l'industrie d'Yvonand sont exprimées par les figures 23 (histogrammes des classes typologiques), 66, 67 et 68 (diagrammes triangulaires). Elles se résument ainsi :

niveau 8 (Horgen) : forte domination des racloirs et des foliacés, particulièrement des foliacés bifaces à base tronquée, alors que les autres groupes sont faiblement représentés;

niveau 6 (Lüscherz) : pas de domination particulière (hormis une faible des lames à dos marginal), apparition de quelques nouveaux types, et légère augmentation des grattoirs et des lames à dos.

Les faits évolutifs les plus caractéristiques du passage 8-6, mis en évidence par l'emploi de la statistique descriptive, sont la forte dégression des racloirs et la montée des outils abrupts;

niveau 4 (Lüscherz) : disparition des racloirs marginaux, forte augmentation et domination des grattoirs, surtout des grattoirs plats frontaux, et des lames à dos, alors que le reste de l'outillage tend à s'équilibrer, les outils foliacés (retouche plates) étant en baisse. Sur l'ensemble des critères étudiés, le dynamisme évolutif le plus fort se situe entre les niveaux 8 et 6.

Les études des structures typométriques (mesures) et techniques (types de talons et de débitage) viennent préciser ces résultats, la qualité du débitage étant en constante régression, fait allant de pair avec la dégression de l'indice d'allongement et la progression de l'indice d'épaisseur.

En préambule, un article de Roland Jeanneret et l'auteur situe cette recherche. Dans le cadre d'une campagne de prospection archéologique effectuée en 1973 sur le tracé de l'autoroute N1, et lors d'une fouille de sauvetage, l'extension et la stratigraphie de 5 stations littorales inédites ont pu être reconnues. La baie d'Yvonand, sur la rive sud du lac de Neuchâtel, a été occupée de manière ininterrompue du néolithique moyen (Cortailod récent) au bronze final. La fouille des surfaces menacées par la construction de l'autoroute fournira ainsi des renseignements d'ordre paléolithologique et chronologique du plus haut intérêt.

Lo scopo di questa pubblicazione è quello di presentare simultaneamente un insieme dinamico (3 fasi evolutive) di industrie preistoriche (ind. litica e ossea) e il metodo col quale lo si è studiato : la **tipologia analitica**, finora mai applicata in Svizzera.

L'obiettivo generale della nostra ricerca è lo studio dei manufatti litici e ossei delle stazioni littorali del Giura; la ricerca essendo in questo settore ancora assai limitata o riducentesi alla pura analisi empirica dei fossili guida.

Si suppone che il campione studiato, 155 manufatti in selce del Neolitico recente (Horgen e Lüscherz) della stazione littorale di Yvonand 4 (Canton Vaud), sia rappresentativo dell'industria di Yvonand. I manufatti, ripartiti in 3 strati distinti, sono studiati da un punto di vista evolutivo per poter caratterizzare la loro **dinamica strutturale**.

La tipologia analitica, elaborata da G. Laplace, è l'applicazione delle regole del metodo dialettico alla ricerca tipologica. Essa si articola in due operazioni : l'analisi e la sintesi; quest'ultima risultante dalla ricerca di gerarchie e associazioni dei diversi criteri descrittivi osservati e scelti. La sintesi di questa articolazione (formula analitica) sfocia nel concetto di **tipo primario**, cioè nella sintesi dei caratteri morfologici (tecnica di lavorazione-ritocco e forma dei bordi lavorati). Lo studio si scompone in seguito in diverse strutture interdipendenti, proprie a rendere conto della complessità e diversificazione della realtà : strutture fisiche, tipometriche, tecniche, modali e morfologiche.

Le caratteristiche essenziali dell'industria di Yvonand sono espresse dalle figure 23 (istogrammi delle classi tipologiche) 66, 67 e 68 (diagrammi triangolari) e si riassumono nel modo seguente :

taglio 8 (Horgen) : forte diminuzione dei raschiatoi e dei foliati, in particolare i foliati bifacciali a base troncata, mentre gli altri gruppi sono debolmente rappresentati.

taglio 6 (Lüscherz) : nessuna dominanza particolare (salvo una debole delle lame a dorso marginale), apparizione di qualche tipo nuovo, leggero aumento dei grattatoi e delle lame a dorso. I fatti evolutivi più caratteristici del passaggio 8-6, evidenziati dall'applicazione della statistica descrittiva, sono la forte regressione dei raschiatoi e l'aumento degli strumenti erti.

taglio 4 (Lüscherz) : scomparsa dei raschiatoi marginali, forte aumento e dominanza dei grattatoi, soprattutto dei grattatoi frontali, e delle lame a dorso; mentre il resto degli strumenti tende a equilibrarsi, gli strumenti foliati (ritocchi piani) sono in diminuzione.

Sull'insieme dei criteri studiati, il dinamismo evolutivo più forte si situa tra il taglio 8 e 6.

Gli studi delle strutture tipometriche (misure) e tecniche (tipi di tallone e di taglio) precisano questi risultati. La costante regressione della qualità del taglio accompagna quella dell'indice di allungamento e la progressione dell'indice di spessore.

Nell'articolo di preambolo R. Jeanneret e l'autore presentano la situazione della ricerca : effettuata nel 1973 nel quadro di una campagna di prospezioni archeologiche sul tracciato della futura autostrada N. 1 e durante una campagna di scavi d'urgenza. L'estensione e la stratigrafia delle 5 stazioni littorali, finora inedite, hanno così potuto essere determinate. La baia di Yvonand, sulla riva sud del lago di Neuchâtel, è stata occupata ininterrottamente dal Neolitico medio (Cortailod recente) al Bronzo finale. Lo scavo delle superfici, minacciate dalla costruzione dell'autostrada, potrà fornire dati paleontologici e cronologici del più alto interesse.

Trad. R. Carazzetti

ZUSAMMENFASSUNG

Das Ziel dieser Publikation ist, gleichzeitig eine dynamische Sammlung von Feuersteingeräten (drei Entwicklungsphasen) und eine Studienmethode der prähistorischen lithischen- und knochengewerbe zu zeigen. Letztere, noch unbekannt in der Schweiz, nennt man **analytische Typologie**.

Das Hauptziel unserer Untersuchung ist, mit dieser Methode das Studium der neolithischen tierknochen- und lithischen Werkzeuge der Seeufersiedlungen des Juras. Die archäologische Forschung dieses Gebietes ist nur wenig fortgeschritten und beschränkt sich oft auf das Studium von einfachen, typischen Funden (fossile directeur).

Das untersuchte Muster, 155 Feuersteingeräte des **Spätneolithikums** (Horgen und Lüscherz) kommt aus der Seeufersiedlung von **Yvonand 4** (Waadt). Die Gegenstände wurden in drei verschiedenen Schichten gefunden. Wir untersuchen sie nach ihrer Entwicklung, und charakterisieren das Gewerbe durch seine **strukturierte Dynamik**.

Die analytische Typologie, erfunden von G. LAPLACE, ist die Anwendung der Regels der **dialektischen Methode** in der typologischen Untersuchung. Zuerst analysiert sie und fasst danach zusammen, durch die Untersuchung der Abstufungen und Zusammenfassungen zwischen den verschiedenen beobachteten und ausgeählten Kriterien. Diese Synthese (analytische Formel) nennt sich «Primartyp». Sie enthält die morphologischen Charaktere der Technik des Bearbeitens (Retouschieren) und der Form der bearbeiteten Ränder. Unterschiedliche Strukturen geben die Verschiedenheit und Vielseitigkeit der Realität wieder : physische, typometrische, technische, modale und morphologische Strukturen.

Die Abbildungen 23, 66, 67 und 68 zeigen die wichtigsten Grundzüge des Gewerbes von Yvonand :

Stufe 8 (Horgener Kultur) : starke Dominierung der Kratzer und der Blattformen (Flächenretusche).

Stufe 6 : keine spezielle Dominierung und Erscheinung neuer Typen (Schaber und Rückenklingen). Die Entwicklung von Stufe 8 zu 6, untersucht mit der beschreibenden Statistik, ist Charakterisiert durch die starke Abnahme der Kratzer und der Zunahme der schroffen Werkzeuge.

Stufe 4 : (Lüscherzgruppe) : Verschwinden der Randkratzer, starke Zunahme und Dominierung der Schaber, vorallem der frontalen Flachscherer und der Rückenklingen. Der Rest der Werkzeuge tendiert zu einem Ausgleich und die Blattformen nehmen ab. In der Gesamtheit der untersuchten Kriterien, findet sich **die stärkste Entwicklungsdynamik** zwischen den Stufen 8 und 6.

Die Untersuchungen der typometrischen (Masse) und technischen (Typen der Schlagbasen und Abschläge) Strukturen präzisieren diese Resultate : die Qualität des Abschlags vermindet sich konstant, begleitet von der Abnahme des Quotienten der Länge durch die Breite, und der Zunahme des Quotienten der Breite durch die Dicke.

Im Vorwort führt ein Artikel von R. Jeanneret und des Autors diese Untersuchung ein. 1973 und 1974 haben auf dem Gebiet der Autobahn N1 Lausanne-Bern eine Serie von Sondierungsgrabungen und eine Notgrabung stattgefunden. Die Ausdehnung und die Stratigraphie von 5 noch unveröffentlichten Seeufersiedlungen konnten untersucht werden. Die Bucht von Yvonand, am südlichen Ufer des Neuenburgsees, wurde ununterbrochen bewohnt, vom Cortaillod bis Spätbronzezeit.

Uebersetzung D. Kohlbrenner

Grâce à la libéralité de la Bibliothèque historique vaudoise la jeune archéologie romande dispose désormais (et nous l'espérons, longtemps encore) d'une voix pour se faire entendre; nous ne saurions trop insister sur le caractère stimulant et combien positif des solutions apportées au problème de la publication archéologique par nos collègues et amis de Lausanne. Grâce à eux il est désormais possible de diffuser certains travaux originaux, tant par la forme que par le contenu, souvent mal accueillis dans l'édition «officielle» enfermée dans des schémas de pensée traditionnels.

Les cahiers romands d'archéologie donnent la parole aujourd'hui à un jeune chercheur, Jean-Louis Voruz. L'étude qu'il nous présente témoigne d'une maturité certaine tant par la rigueur de l'exposé que par son souci constant d'allier les considérations les plus théoriques à un exemple pratique, l'étude de l'outillage lithique de la station d'Yvonand 4.

Ce travail suscite quelques réflexions, sur le plan des outils méthodologiques d'une part, sur le plan du contenu (résultats historiques) d'autre part. Nous retrouvons donc ici le dualisme des intentions de l'auteur.

1. Sur le plan de la méthode d'abord. Jean-Louis Voruz désire nous faire connaître une **méthode d'analyse** des outillages préhistoriques, la **typologie analytique** et nous propose une adaptation de cette méthode aux outillages lithiques du Néolithique (la typologie analytique avait jusqu'alors porté essentiellement sur l'industrie du Paléolithique et de l'Épipaléolithique). Formé à l'école d'André Leroi-Gourhan dans un contexte où la réalité humaine, proche, palpable, quotidienne, était constamment présente dans nos préoccupations de chercheurs, j'avoue avoir été longtemps totalement allergique au caractère technique des études de typologie analytique et à la phraséologie souvent irritante entourant ces recherches. J'éprouvais de grandes difficultés à jeter un pont entre les chiffres et les formules et l'objet de notre recherche que je voulais humainement plus proche. Je pense aujourd'hui - et la présente étude aura contribué à ce changement - qu'il faut avoir le courage de passer outre.

La typologie analytique nous propose une méthode d'analyse rigoureuse susceptible de multiples applications. Nous ne saurions trop insister sur ce dernier caractère qui distingue nettement l'approche proposée par Georges Laplace de toutes les autres tentatives d'analyse statistique fondées sur des «listes d'objets types». L'aspect doctrinal cède ici le pas à l'évaluation et au traitement de situations concrètes multiples et à l'évaluation de théories explicatives formulées dans des domaines extrêmement variés. Jean-Louis Voruz ouvre la voie dans le domaine du Néolithique. Souhaitons que les néolithiciens regardent cette étude avec toute l'attention qu'elle mérite car l'industrie lithique de cette période a toujours été mal étudiée et l'évaluation des différences morphologiques observées totalement anarchique et subjective. La leçon de rigueur que nous donne Jean-Louis Voruz peut du reste s'appliquer tout aussi bien à l'industrie lithique, qu'à l'industrie osseuse ou à la céramique.

2. Sur le plan du contenu historique maintenant. Peut-être n'est-il pas inutile de situer ce travail dans la problématique historique du Néolithique du lac de Neuchâtel. On saisira alors mieux l'apport possible de la méthode présentée. Les néolithiciens travaillant en Suisse romande sont je crois d'accord sur l'hypothèse suivante. L'ensemble du Néolithique du lac de Neuchâtel est homogène et témoigne de l'évolution locale du Néolithique d'origine méditerranéenne (complexe Chassey-Cortailod-Lagozza). Ce dernier se transforme lentement (phases de Port-Conty, Lüscherz et Auvernier) et la céramique perd progressivement les caractéristiques technologiques

et esthétiques propres aux productions des premiers colons méditerranéens de notre pays. Dans la deuxième partie de la phase d'Auvernier l'influence nord-orientale de la céramique cordée se fait sentir, influence due, soit à des contacts commerciaux, soit à l'arrivée de nouveaux occupants peu nombreux rapidement assimilés par la population locale. Depuis quelques temps pourtant de nouvelles découvertes perturbent ce schéma. Plusieurs sites, dont Yvonand 4, ont livré une céramique identique à la céramique de type Horgen de Suisse orientale. Si l'on s'en tient aux hypothèses proposées, la seule explication de ce phénomène tient en deux mots : cette céramique est intrusive et appartient à des paysans de Suisse orientale venus s'établir temporairement sur les rives du lac de Neuchâtel, elle ne s'inscrit pas dans la ligne évolutive dégagée pour cette région. On comprend dès lors l'intérêt des études portant sur les sites présentant un tel matériel, études axées sur la mise en évidence de continuités ou de discontinuités dans la culture matérielle.

L'étude de Jean-Louis Voruz s'inscrit dans cette problématique et montre que la situation est loin d'être aussi simple que les quelques lignes ci-dessus pourraient le faire croire. Ce site présente en effet 3 niveaux. Le niveau inférieur est attribué au Horgen (niveau 8); les deux niveaux supérieurs à la phase Lüscherz (niveaux 6 et 4). Les résultats obtenus sont surprenants car les caractéristiques culturelles des trois phases sont fortement imbriquées.

Si le dynamisme culturel le plus net décelable dans l'industrie lithique et la céramique est situé entre les niveaux 8 et 6 il paraît difficile de considérer cette transition comme une rupture totale. Les observations portant sur l'habitat militent du reste dans le sens contraire. On constate en effet que les deux niveaux inférieurs (8 et 6) appartiennent probablement au même village alors que, contrairement à toute attente, le niveau 4 suppose une réorganisation totale de la surface d'habitat.

Nous terminerons par un voeu en espérant que le caractère technique de cette étude ne rebute pas les préhistoriens et amateurs de préhistoire. Mais il est temps, je crois, de prendre conscience que la découverte du passé n'est pas une rêverie mais une discipline scientifique. Dans ce contexte aucune « technique », aucun « outil logique » ne doit être négligé à condition que l'on retombe sur terre, auprès des paysans nos ancêtres, à la fin de nos savantes démonstrations.

Alain Gallay

PRÉAMBULE

1974, de nombreux sondages et fouilles effectués dans la baie d'Yvonand. Ils permettent d'observer l'évolution de la géographie de 5 stations littorales inédites menacées dans un grand avenir par la construction de nouvelles digues, au côté de parties détruites par l'implantation d'une importante usine. Ces données sont présentées les

ROLAND JEANNERET ET JEAN-LOUIS VORUZ

LES STATIONS LITTORALES DE LA BAIE D'YVONAND (SYNTHÈSE DES FOUILLES ET SONDAGES 1973-1974)

SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Les stations lacustres d'Yvonand sont situées à l'intérieur d'une baie d'environ 1 km de longueur (cf. figure 1), formée par le delta de la Morrhue, importante rivière coulant dans une vallée parfois fort encaissée à travers le Gros de Vaux depuis le massif du Jorat, charriant et déposant à Yvonand une grande quantité d'alluvions : les limons divers et les sables mélangés d'érosion qui se sont déposés sur la station YD4 de la fin de l'âge du bronze au 20^e siècle atteignent une épaisseur de plus de 2 m. Ces stations sont groupées dans un espace fluvial possible au lac de 500 m de long et de 300 m de large (sans tenir compte de l'existence possible d'une station signalée par le Dr Hubacher au large de la Paupherie, mais que l'on n'a pu encore repérée précisément). C'est donc sur une surface relativement restreinte (cf. fig. 1), qui devait posséder des qualités géographiques originales que se sont installés les habitants durant tout le néolithique et l'âge du bronze, comme c'est le cas à Bellerive, Yverdon ou Portet.

Ces quelques caractéristiques, comme propres à l'implantation d'un village néolithique ne peuvent qu'être imaginaires pour l'instant.

«Éloignement relatif de la mer, protection à l'intérieur d'une baie contre l'action des vents et des vagues déferlantes, sols des dépôts de limons divers, dans le cas de l'implantation des pieux, proximité de l'eau de la mer et d'un grand port... » (J. J. B. L. 1975, p. 44)

INTRODUCTION

En 1973 et 1974, de nombreux sondages et fouilles archéologiques se déroulèrent dans la baie d'Yvonand. Ils permirent d'observer l'extension et la stratigraphie de 5 stations littorales inédites menacées dans un proche avenir par la construction de l'autoroute N1, ou déjà en partie détruites par l'implantation d'une importante usine. Le but de cet article est de présenter les principaux résultats de ces recherches.

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Les stations lacustres d'Yvonand sont situées à l'intérieur d'une baie d'environ 1 km de longueur (cf. figure 1), formée par le delta de la Menthue, importante rivière coulant dans une vallée parfois fort encaissée à travers le Gros de Vaud depuis le massif du Jorat, charriant et déposant à Yvonand une grande quantité d'alluvions : les limons divers et les sables molassiques d'érosion qui se sont déposés sur la station Yd4 de la fin de l'âge du bronze au 20^e siècle atteignent une épaisseur de plus de 2 m. Ces stations sont groupées dans un espace riverain parallèle au lac, de 800 m de long et de 300 m de large (sans tenir compte de l'existence probable d'une station signalée par le Dr Hübscher au large de la Peupleraie, mais que l'on n'a pas encore repérée précisément). C'est donc sur une surface relativement restreinte (cf. fig. II), qui devait posséder des qualités géographiques originales que se sont installés les habitants durant tout le néolithique et l'âge du bronze, comme c'est le cas à Auvernier, Yverdon ou Portalban.

Ces qualités considérées comme propices à l'installation d'un village préhistorique ne peuvent qu'être imaginées pour l'instant :

«Eloignement relatif de la rive, protection à l'intérieur d'une baie contre l'action des vents et des vagues destructrices lors des tempêtes, épais sédiment lacustre favorisant l'enfoncement des pieux, proximité de terrain de chasse et d'élevage propices, etc...» (KAENEL 1976, p. 44)



Figure 1 : Vue générale de la baie d'Yvonand, sur la rive sud du lac de Neuchâtel. Les chiffres indiquent l'emplacement approximatif des 5 stations littorales (Yd1 à Yd5), et le point d'interrogation sur la droite la position d'une station qui fut signalée par le Dr Hübscher en 1950, mais non repérée récemment. A gauche, le grand rectangle blanc est l'usine Geilinger en construction (mai 1974). Les stations 1 (Lüscherz et Auvernier), 2 (Bronze final) et 3 (Cortailod) sont situées sur le tracé de l'autoroute N1 Lausanne-Berne. (Photo R. Jeanneret)



Figure II : Plan de situation géographique montrant la baie d'Yvonand, le delta de la Menthe et l'extension des 5 stations littorales. Le traitillé indique l'axe du tracé de l'autoroute, entre les kilomètres 103 et 105.

HISTORIQUE DES RECHERCHES

L'attention des archéologues fut attirée dans la baie d'Yvonand pour la première fois en 1860, lorsque F. Troyon signala que «l'ancien golfe, comblé peu à peu par le torrent de la Mantue, avait aussi ses habitations lacustres, dont on a retrouvé les pilotis à 12 pieds de profondeur, en creusant des puits dans le hameau de Mordagne, près d'Yvonand. Bien qu'on n'ait pas recueilli d'objets d'industrie, on ne peut douter de la haute antiquité de ces restes de construction, situés à environ 1100 pieds de la rive actuelle du lac et recouverts de 10 à 12 pieds d'alluvions, sur lesquelles les romains ont bâti de riches villas». (F. TROYON : habitations lacustres des temps anciens et modernes, Lausanne 1860, p. 69).

En 1912, A. Schenk signala un «palafitte néolithique». (A. SCHENK : la Suisse Pré-historique. Lausanne 1912, p. 211). De même E. Mottaz parlait de «station lacustre (...) au large du territoire actuel d'Yvonand». (E. MOTTAZ : dictionnaire historique géographique et statistique du canton de Vaud (2 vol.), Lausanne 1914 et 1921, p. 853).

Cette station est peut-être celle qui fut signalée dans le lac par le Dr Hübscher en 1949, citant une lettre de Mottet qui écrivait : «En 1947, lorsque les eaux étaient les plus basses, j'ai retrouvé des têtes de pieux au nord de la station. J'ai fait des trous de sondages et retrouvé la couche archéologique à 20 cm environ de profondeur. Elle paraît assez épaisse et sans traces d'incendie; (...) actuellement cet endroit se trouve encore sous 1 m d'eau. (...)»

La première station à être signalée précisément fut «Yvonand 4», lorsqu'en 1920 et 1921 la pose de drains au lieu-dit «Le Marais» permit la découverte, signalée au Musée Cantonal d'Archéologie de Lausanne, de nombreux objets. Selon l'entrepreneur Rossi, auteur des drainages, on avait sur la station «120 à 150 cm de terre et de sable, 20 cm de couches archéologiques, reposant sur une couche de limon liquide, actuellement drainée et asséchée. Les pilotis pénétraient de 2 à 3 m dans cette couche. On distinguait nettement les emplacements des huttes, quadrangulaires avec un groupe de pilotis à chaque angle, foyer dans un angle. Beaucoup d'objets ont été découverts à cette occasion et dispersés».

En 1922, le Dr Pochon, le Prof. P.-L. Mercanton et M. Jacot-Guillermod effectuèrent une petite fouille de 2 x 2 m et firent une récolte «abondante» de matériel, qui ne fut signalée dans la littérature que six ans plus tard par D. Viollier (D. VIOLLIER : carte archéologique du canton de Vaud. Lausanne 1927, p. 365) puis par le même auteur et P. Vouga en 1930 dans leur rapport publié dans les «Pfahlbauten». (D. VIOLLIER et P. VOUGA : Pfahlbauten. 12. Bericht. MAGZ 30, Heft 7, 1930, p. 28).

En 1949, le Dr J. Hübscher entreprit un sondage au sud de la voie de chemin de fer, mettant en évidence sous 2 m de limons une couche archéologique de 40 cm d'épaisseur contenant de nombreux pilotis et un matériel archéologique qualifié d'«abondant» et attribué au «Néolithique moyen, stade de Horgen.» (J. HÜBSCHER : «Rapports des fouilles aux stations lacustres d'Yvonand» - 2 rapports dactylographiés déposés en 1949 et en 1950 aux Archives Cantonales Vaudoises). L'année suivante, il reprit ses fouilles en les étendant par une série de «petits» sondages au nord de la voie ferrée, le long du canal, (cf. figure III), et constata l'existence de deux autres stations, l'une du bronze final (Yd2) de faible étendue, l'autre du «néolithique» (sans précisions). Ce n'est qu'en 1974 que cette dernière station (Yd5), que l'on assimilait à Yd4 auparavant, put être distinguée et reconnue avec plus de précisions lors de la «fouille du canal» (cf. VORUZ 1974 -1- p. 2). Dans l'un de ses sondages, le Dr Hübscher découvrit de «petites lames courtes en silex brun», «trois haches», et quelques rares tessons, matériel qu'il attribua au Cortaillod, sans pouvoir se prononcer sur l'existence d'une station de cette époque, existence qu'il jugeait pourtant probable au voisinage en expliquant l'absence de céramique ainsi : «les habitants de la station Horgen voisine auront récupéré dans les ruines du pilotage de la station Cortaillod les éléments utilisables pour eux, entre autres les silex mis à découvert par les vagues» (HÜBSCHER 1950, p. 4).

C'est donc de cette manière que fut pressentie la découverte faite en 1973 de la station Cortaillod Yd3. (cf. KAENEL 1976).

TRAVAUX RECENTS

En effet, c'est durant cet hiver que commencèrent les premiers travaux de sondages le long du tracé de l'autoroute N1 Lausanne-Berne. Dûs à l'initiative de la Commission de Surveillance Archéologique des Routes Nationales, ils furent organisés par D. Weidmann, archéologue à l'Etat de Vaud qui se chargea de l'étude des documents antérieurs, et menés sur le terrain par les auteurs. (cf. D. WEIDMANN 1972 : «N1. Tracé Yverdon-Frontière Vd/Fr. Fouilles archéologiques sur le tracé et ses abords». Rapport dactylographié remis aux Archives de la Section des Monuments Historiques de l'Etat de Vaud).

Ils se déroulèrent en plusieurs phases :

1 - Sur les 12 km séparant Yverdon de la frontière Vd/Fr furent effectués des sondages mécaniques systématiques, leur densité variant en fonction de la présence ou non de vestiges archéologiques. (Un sondage tous les 10 m en moyenne). Dans les stations, relevés stratigraphiques et récolte de mobilier archéologique.

2 - Topographie des sondages, report sur le plan général de l'autoroute, premières interprétations, dessins sur le plan général de l'autoroute, au travers des stations. (Travail effectué par D. Glauser).

3 - Fouilles précises en surface de 3 caissons d'une quinzaine de m² chacun sur Yd1, Yd3, et Châble-Perron 2 (CP 2), de manière à préciser la stratigraphie fine, à reconnaître le mode de conservation des structures d'habitat, l'influence des lessivages, et à récolter un échantillon cohérent et complet de mobilier.

4 - Elaboration des résultats et rédaction d'un rapport détaillé, déposé en mars 1975 à l'Etat de Vaud mais non encore publié.

En même temps, le service archéologique apprit le projet de la maison Geilinger S.A. (Construction Métallique) d'implanter une nouvelle usine d'environ 10.000 m² à l'emplacement supposé de la station Horgen reconnue en 1950 (Yd4). Des sondages préliminaires permirent de définir son étendue exacte et son importance stratigraphique. D'entente avec les constructeurs, une fouille de sauvetage, qui dura 4 mois, fut organisée parallèlement aux travaux de génie civil. Quelques mois plus tard des sondages complémentaires et une nouvelle fouille exécutée à l'occasion du creusement d'une nouvelle tranchée (fouille du canal) permirent de préciser la stratigraphie générale du site et de mieux saisir, quoique de nombreux problèmes subsistent encore, l'organisation spatiale des 5 habitats de la baie (cf. fig. III).

Plusieurs fouilles ont déjà fait l'objet de publications. Ce sont :

- Yvonand 1 («Station de la Peupleraie») : Néolithique récent. Lüscherz et Auvernier. Chr. Strahm : «Die Ausgrabungen von Yvonand, la Peupleraie» - Annuaire de la Société Suisse de Préhistoire, vol. 58, Bâle 1975, pp. 7-17.
 - (- Yvonand 2 : Bronze final. Non publiée).
 - Yvonand 3 : Cortailod de type classique («Cortailod récent»). G. Kaenel : «La station néolithique d'Yvonand 3». - Annuaire de la Société Suisse de Préhistoire, vol. 59, Bâle 1976, pp. 43-57.
 - Yvonand 4 (fouilles de l'usine Geilinger) : Néolithique récent. Horgen et Lüscherz. Chr. Strahm : «Neue Kupferfunde aus der Wetschweiz» - Helvetia Archaeologica 21, 1975, pp. 16-21. S. Hefti : «Etude de la céramique d'Yd4». Mémoire de licence de l'université de Berne. J.-L. Voruz : «L'industrie lithique. Description». Archivio di Tipologia Analitica N° 3, Siena 1975.
 - (- Yvonand 5 (fouille du canal) : Néolithique récent. Lüscherz. Non publiée).
- De plus les sondages de l'autoroute, et les stations Yd4 et Yd5 ont fait l'objet de «rapports de fouilles» dactylographiés déposés à la bibliothèque du Musée Cantonal d'Archéologie de Lausanne, où ils peuvent être consultés.

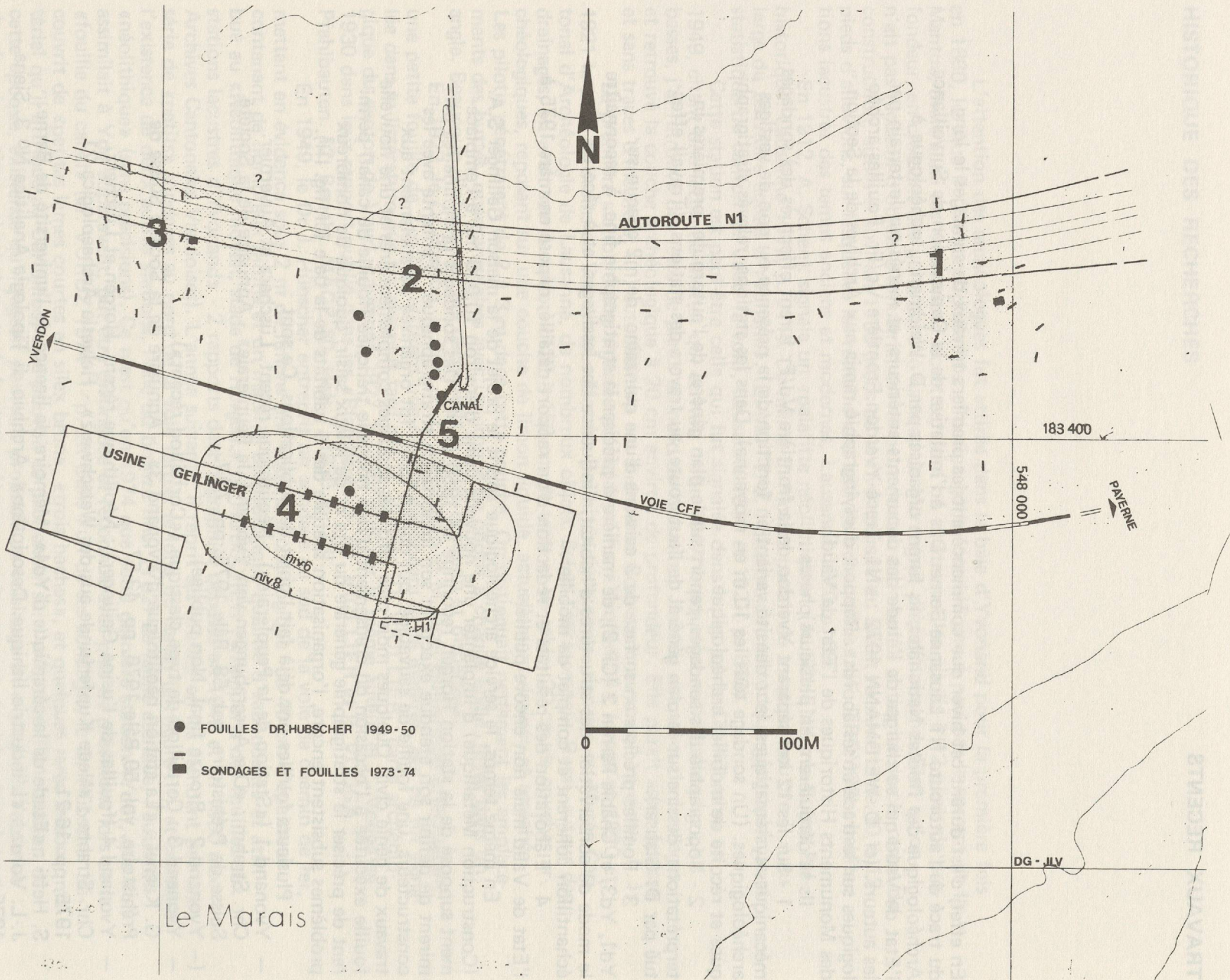


Figure III : Plan détaillé de la zone archéologique d'Yvonand montrant l'extension des stations et l'emplacement des sondages et des fouilles exécutés récemment.

PRESENTATION GLOBALE

La numérotation des stations (1 à 5) s'est faite par ordre chronologique de leur découverte en 1973 et 1974. La numérotation des principales couches s'est faite à partir de la fouille Geilinger de la manière suivante : un numéro impair est attribué aux dépôts stériles, témoins probables de phases d'abandon du site, tandis qu'un numéro pair caractérise les niveaux où subsistent des preuves d'occupation humaine. De ce fait, il est possible de donner un numéro à un niveau archéologique ayant théoriquement existé mais dont il ne subsiste plus aucune trace à un endroit donné. Par exemple, le numéro 14 a été attribué à la phase d'habitat dont les pilotis, plantés dans le niveau 15, sont tous rabotés par le dépôt des graviers du niveau 13 immédiatement sus-jacent au 15. (cf. fig. IV).

	FOUILLES GEILINGER 1974		SONDAGES ET FOUILLES AUTOROUTE 1973		
	Yd4	Yd5	Yd1	Yd2	Yd3
1	1	1	0 + 1a	1	2a à 2g
2	2	2	1b	BRONZE FINAL	?
3	—	—	—	—	—
—			2a AUVERNIER (GSR)		
4	4 LÜSCHERZ	4a } 4b } LÜSCHERZ 4cd }	2b à 2g LÜSCHERZ	—	—
5	5	—	—	—	—
6	6^a b LÜSCHERZ	—	—	—	—
7	—	—	—	—	—
8	8^a b HORGEN	—	—	—	—
9	9	—	—	—	—
c	8c HORGEN	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—
11	11	—	—	—	—
12	—	—	—	—	—
13	13	13	2h	13	sommet 3
14	(14)	(14)	—	—	3 CORTAILLOD 4 RECENT
15	15	15	3 et 4	15	4b

Figure IV : Schéma des concordances stratigraphiques et des attributions chronologiques des stations littorales d'Yvonand.

Si l'on se penche sur les coupes réalisées au travers des stations (coupes qui ne sont, rappelons-le, que des interprétations d'ensemble de nombreuses observations précises mais éparses), on constate que les hommes préhistoriques ont bâti leurs villages sur de légères buttes préexistantes (Yd1, Yd2, Yd3) ou sur des terrasses relativement planes par rapport à la déclivité générale du site (Yd4, Yd5). (cf. fig. V, VI et VII). Mais en l'absence d'études sédimentologiques ou autres, nous ne pousserons pas plus loin cette remarque.

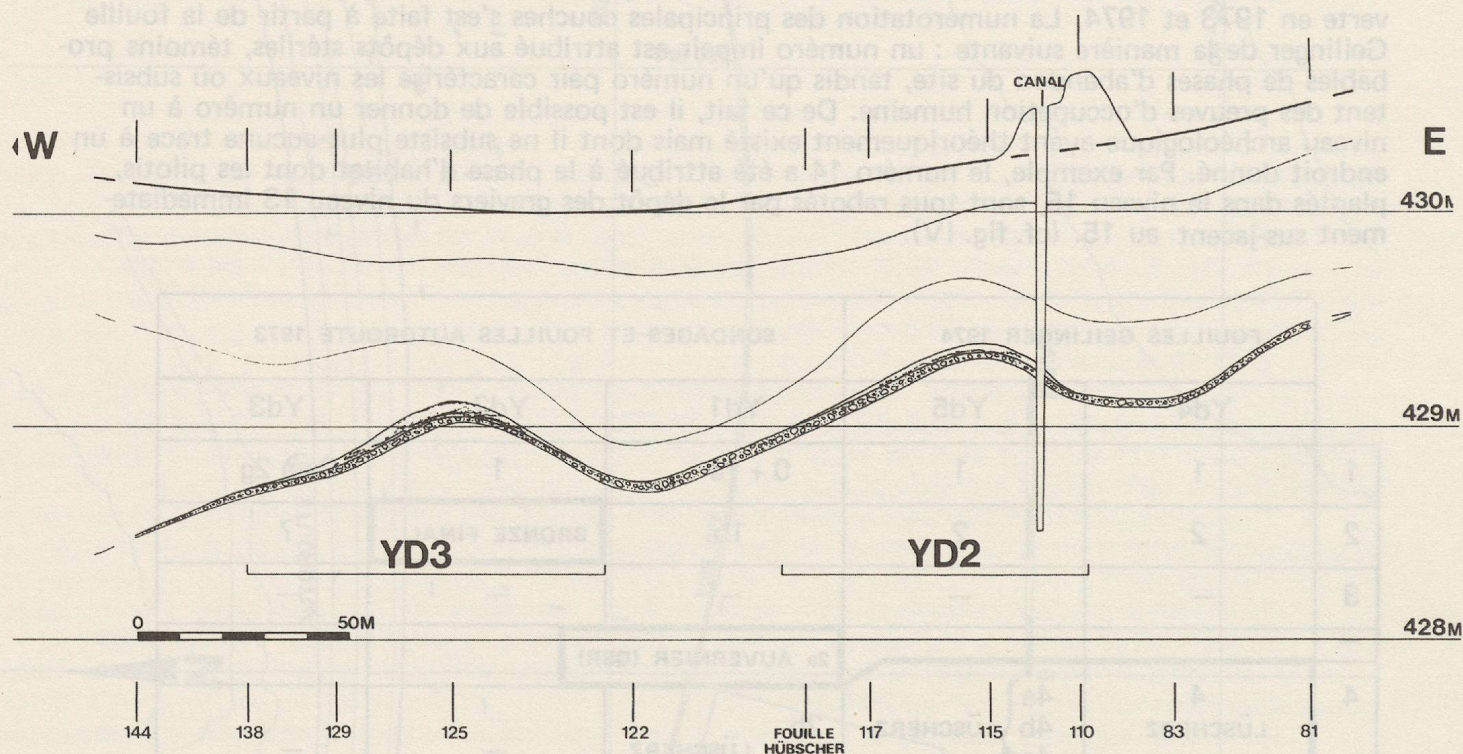


Figure V : Coupe longitudinale de la baie selon l'axe de l'autoroute (interprétation d'après les sondages de février 1973). Les stations Yd3 (Cortailod) et Yd2 (Bronze final) reposent directement sur le niveau 13 (graviers serrés).

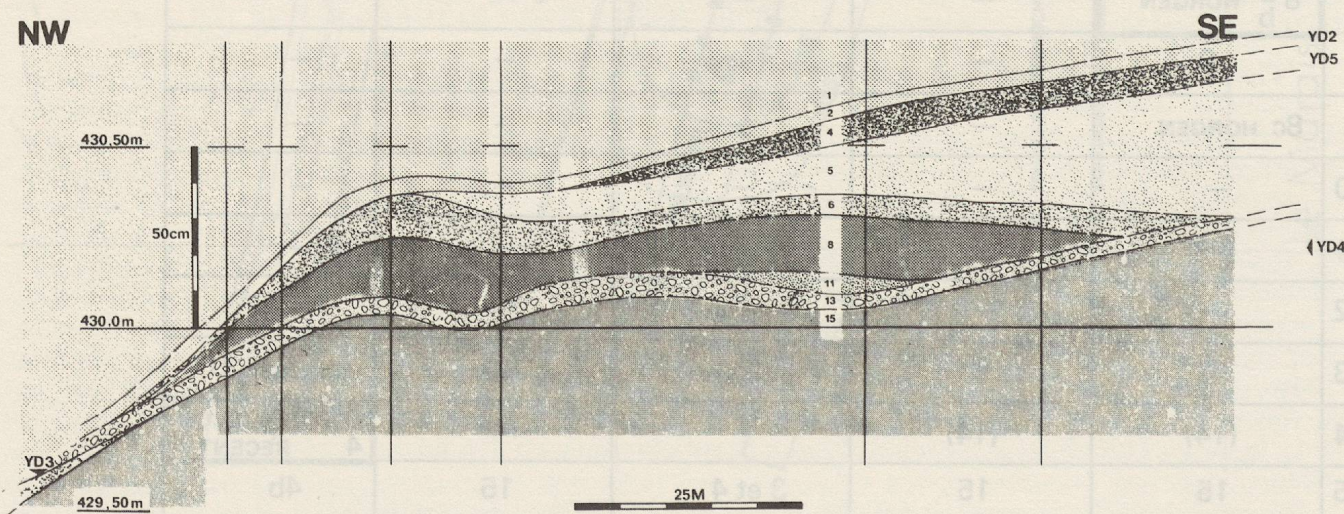


Figure VI : Coupe transversale de la baie du NW au SE.

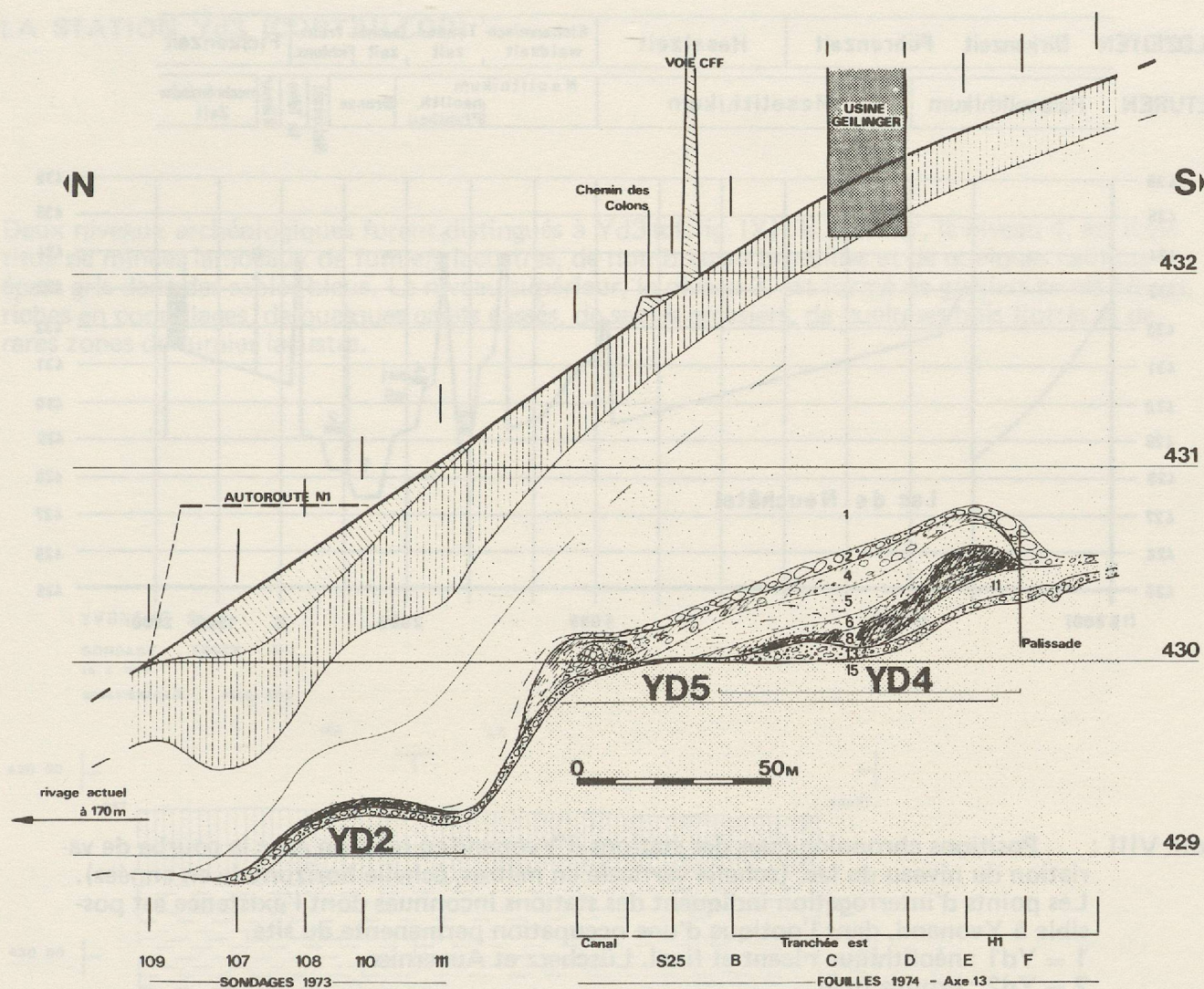


Figure VII : Coupe transversale de la baie le long du canal de drainage.

Les altitudes absolues des stations concordent relativement bien avec la courbe de variation des niveaux du lac, donnée par W. Lüdi en 1935 (cf. fig. VIII). Les niveaux archéologiques d'Yvonand se situent 50 cm à 1 m au-dessus du niveau du lac à l'époque, et se trouvaient donc entre 300 et 500 m du rivage. Aux périodes où le lac était très haut (433 m ou plus vers 2500 Av. J.C.) ou très bas (428 m vers 1500-1000 Av. J.C.), aucune station n'a été retrouvée, car aucune prospection récente ne s'est faite à ces altitudes. La station signalée dans le lac actuel pourrait donc être datée du Bronze Ancien-Moyen, tandis que, dans l'hypothèse d'une occupation permanente du site, une 7ème station (du Cortaillod tardif ou du groupe de Port-Conty par exemple) devrait se trouver plus en amont, plus près de l'actuel village d'Yvonand. Du reste, la présence de pilotis avait été signalée il y a quelques années lors de travaux de tranchées près de la gare CFF, c'est à dire 500 m à l'ouest d'Yvonand 4.

WALDZEITEN	Birkenzeit	Föhrenzeit	Haselzeit	Eichenmisch-waldzeit	Tannenzeit	Buchenzeit	frühe Fichtenz.	Fichtenzeit	
KULTUREN	Palaeolithikum		Mesolithikum		Neolithikum neolith. Pfahlbau		Bronze	Hallstatt La Tène Römer	nachrömische Zeit

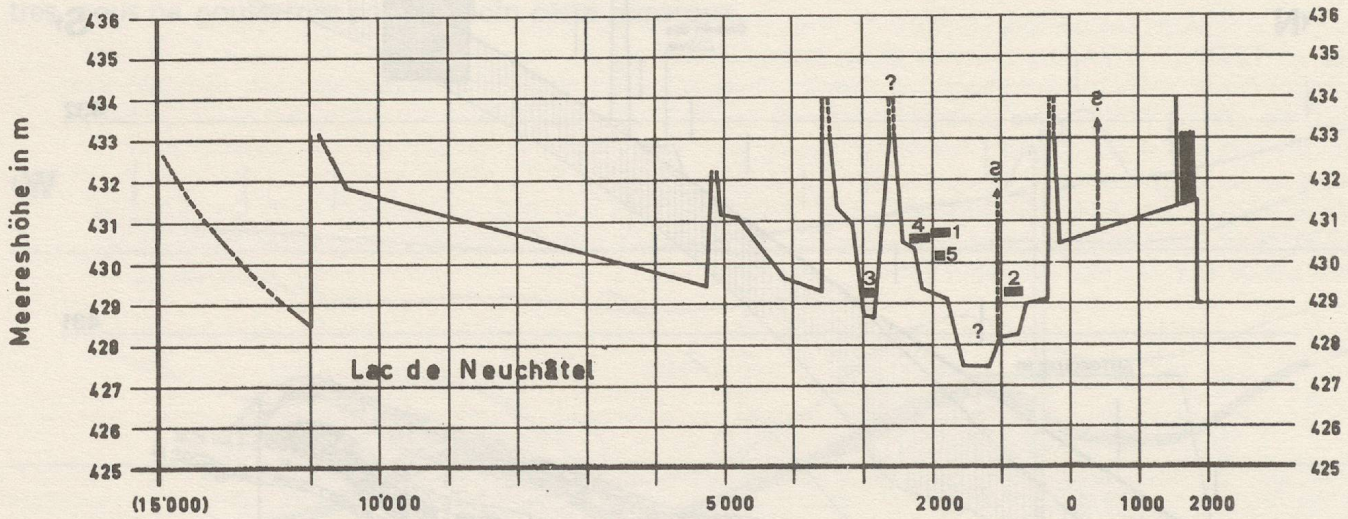


Figure VIII : Positions chronologiques des stations d'Yvonand en relation avec la courbe de variation du niveau du lac. (échelle verticale en mètres, échelle horizontale en années). Les points d'interrogation indiquent des stations inconnues dont l'existence est possible à Yvonand, dans l'optique d'une occupation permanente du site.

1 = Yd1 : néolithique récent et final. Lüscherz et Auvernier.
 2 = Yd2 : bronze final.
 3 = Yd3 : néolithique moyen. Cortaillod récent.
 4 = Yd4 : néolithique récent. Horgen et Lüscherz.
 5 = Yd5 : néolithique récent. Lüscherz.

(D'après le diagramme de W. Lüdi 1935, repris dans : R. Müller : « les niveaux des lacs du Jura », éditions Universitaires, Fribourg 1973, figure 1, p. 156).

La molasse de base n'a été retrouvée que dans un seul sondage géologique de Geilinger, à 14 m de profondeur. Epaisse de 8 m, supportée par une marne beige très dure et compacte, elle est gréseuse à grains grossiers, oxydée et altérée mais compacte. Au-dessus se trouve une épaisseur de 12 m d'argile limoneuse grise et de sable gris, bleu ou vert (niveau 15 sous-jacent aux couches archéologiques les plus anciennes, celles de la station Yd3 (niveau 14 - Cortaillod).

LA STATION Yd3 (CORTAILLOD)

Deux niveaux archéologiques furent distingués à Yd3 (cf. fig. IX) : le premier, le niveau 4, est constitué de minces lambeaux de fumiers lacustres, de nombreuses brindilles et de quelques cailloux épars gris dans des sables bleus. Le niveau supérieur, le niveau 3, est formé de graviers serrés blancs, riches en coquillages, de quelques galets cassés, de sables grossiers, de quelques bois flottés et de rares zones de fumier lacustre.

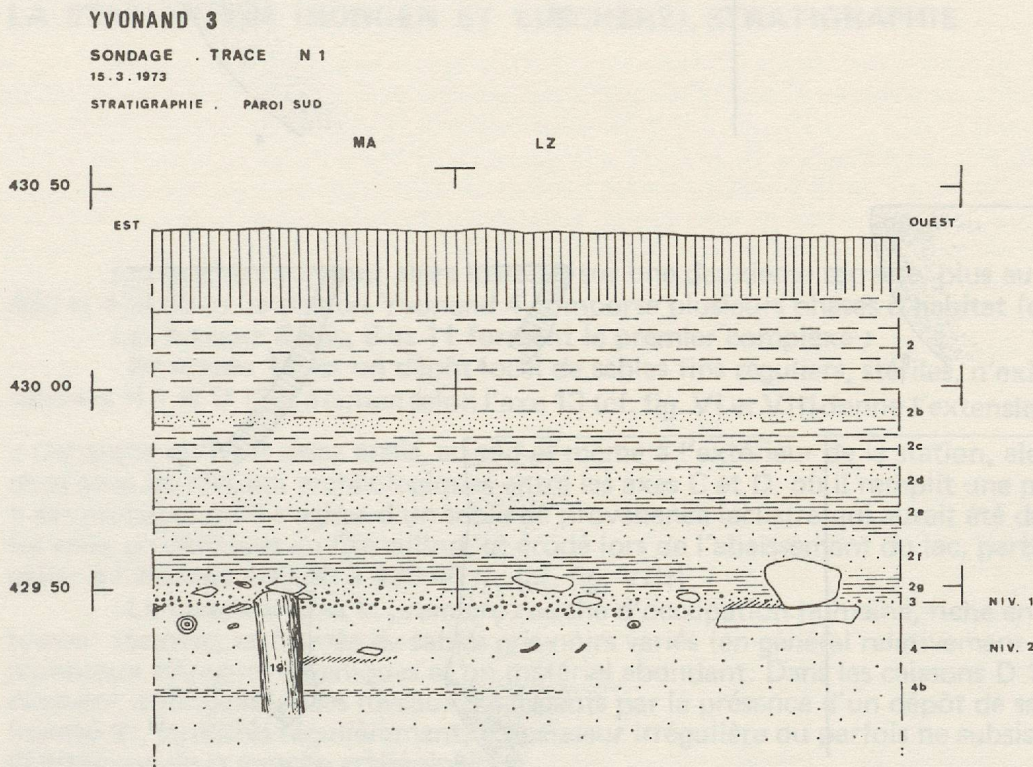


Figure IX : Stratigraphie de la station Yvonand 3 (Cortailod). Tiré de G. Kaenel 1976 : « la station néolithique d'Yvonand 3 ». *Annuaire de la Société Suisse de Préhistoire*, volume 59, Bâle, fig. 4, p. 46.

Ces deux niveaux semblent avoir subi d'importants remaniements dûs à l'eau. La céramique recueillie présente plusieurs caractéristiques du Cortailod de type classique, le « Cortailod récent » : jarres à profil en S avec mamelons sous le bord, assiettes et plats très évasés, bols carénés, mamelon perforé (cf. fig. X). Le reste de l'outillage n'est pas typique, et se singularise par l'absence d'outils en bois de cerf. (cf. KAENEL 1976 p. 56).

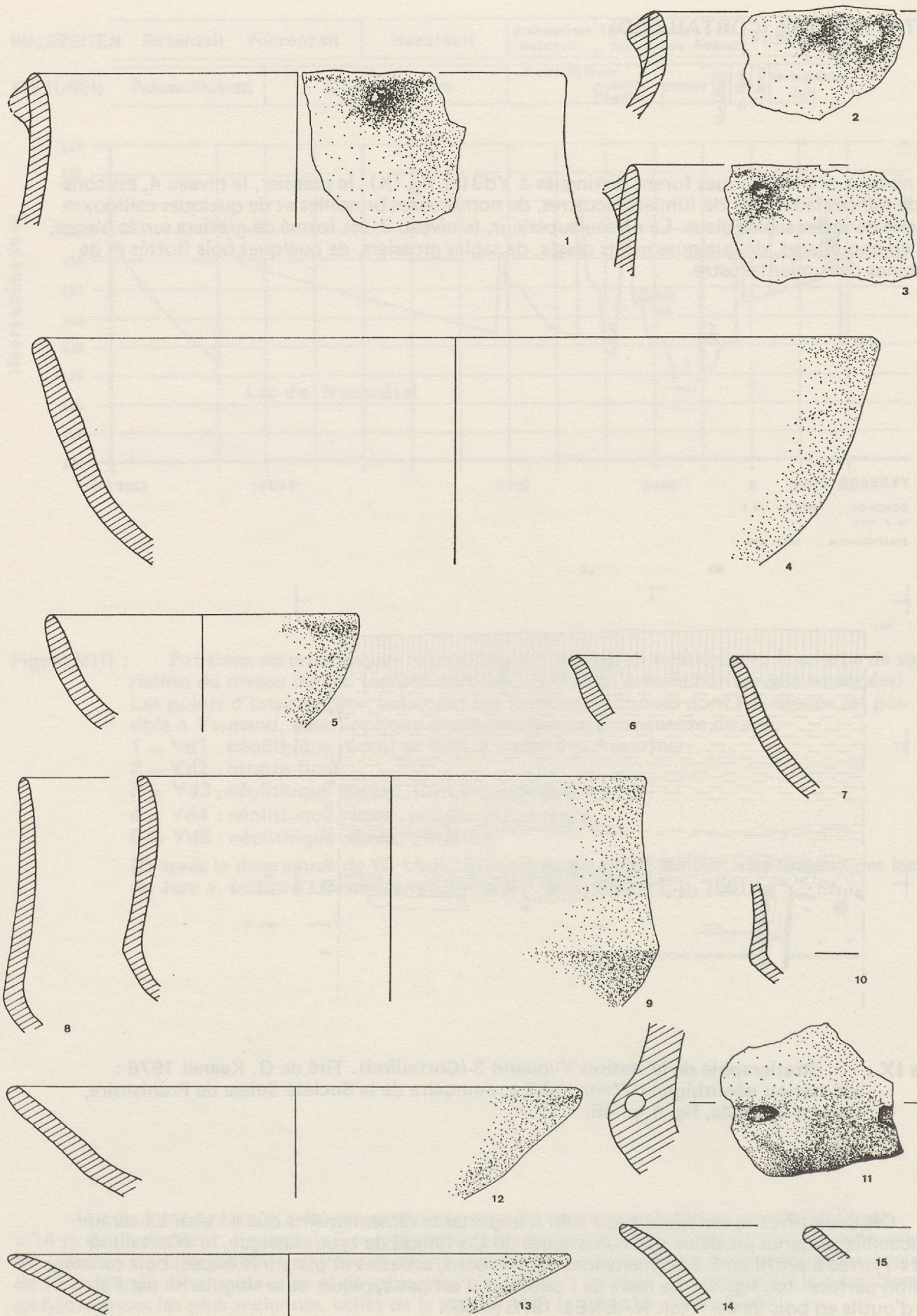


Figure X : Céramique provenant des sondages de la station Yd3 (Cortailod) récent - type classique). G. Kaenel 1976, fig. 5, p. 54. Echelle 1:2

La faune étudiée par L. Chaix révèle «une population d'éleveurs plutôt que de chasseurs, avec une préférence pour le boeuf».

L'emplacement de Yd3, à 429 m, resta un certain temps inondé ou semi-inondé après l'abandon du village car les pieux se sont érodés au ras du sol. Pendant cette période d'abandon, dû probablement à la montée du niveau des eaux, s'est déposée sur toute la baie une couche de graviers roulés d'épaisseur et de compacité variables rabaissant le sommet des pieux du Cortaillod. (niveau 13).

LA STATION Yd4 (HORGÈN ET LUSCHERZ), STRATIGRAPHIE

Les habitants se sont alors installés sur une deuxième terrasse, plus au Sud-Ouest, entre 430 et 430,50 m; la station Yvonand 4 comporte plusieurs phases d'habitat (cf. fig. 11 à 13) :

Les niveaux 8 abc, 9 et 11 forment le premier complexe :

- Le niveau 11 est un dépôt local de sables fins réguliers, stériles, n'existant que vers les caissons H 1 et D 12. La coupe selon l'axe 13 (cf. fig. VI et VII) donne l'extension de ce niveau. On

y remarque qu'il est assez épais, au sud et même à l'extérieur de la station, alors qu'il se biseaute au nord sous les niveaux archéologiques entre les axes C et D, où il remplit une petite dépression est-ouest. Il est probable qu'il s'agisse d'un sable de provenance lacustre qui aurait été déposé pendant les hautes eaux postérieures au Cortaillod, et érodé lors de l'abaissement du lac, particulièrement lors du palier à l'altitude 430,30 à 430,40 m. (cf. fig. VIII).

- Le niveau 8 c est la première couche d'occupation humaine, riche en lentilles compactes de fumier lacustre, et formée de sables gris-noirs variés (en général relativement grossiers) renfermant de nombreux éléments organiques et un matériel abondant. Dans les caissons D 11, D 12, D 13, il était facilement distinguable des niveaux sus-jacents par la présence d'un dépôt de sables gris-fins tassés (niveau 9), stratifiés régulièrement, d'épaisseur irrégulière ou parfois ne subsistant plus que dans les dépressions de la couche archéologique.

- Les niveaux 8 a et 8 b (cf. fig. XIX) sont les principaux niveaux d'occupation Horgen et présentent les mêmes caractéristiques que 8 c, sauf que les cailloux divers y sont plus nombreux et forment parfois de véritables ténevières. Le matériel y est déposé de manière irrégulière, en général à plat, et se trouve en bon état de conservation.

- Les niveaux 6 a et 6 b (cf. fig. XVIII) que l'on trouve immédiatement dessus sont formés de sables gris clairs renfermant de nombreux restes d'unios, entiers ou écrasés et réduits en pâte, et de rares éléments organiques. Leur extension est différente, quoique de même surface et de même orientation, puisqu'il existe un décalage vers l'est du niveau 8 au niveau 6. La céramique de ce niveau permet de l'attribuer au faciès de Lüscherz avec quelques persistances Horgen.

Ces deux principales couches archéologiques, 8 et 6, sont recouvertes d'un niveau stérile de sables gris fins de consistance régulière contenant des brindilles, quelques bois flottés et parfois de très fins dépôts de limons argileux, et que nous interprétons provisoirement comme étant un dépôt naturel d'inondation prolongée. Le niveau 5 est d'épaisseur régulière sauf à l'extrémité est de la station où il s'épaissit considérablement. (cf. fig. XVII).

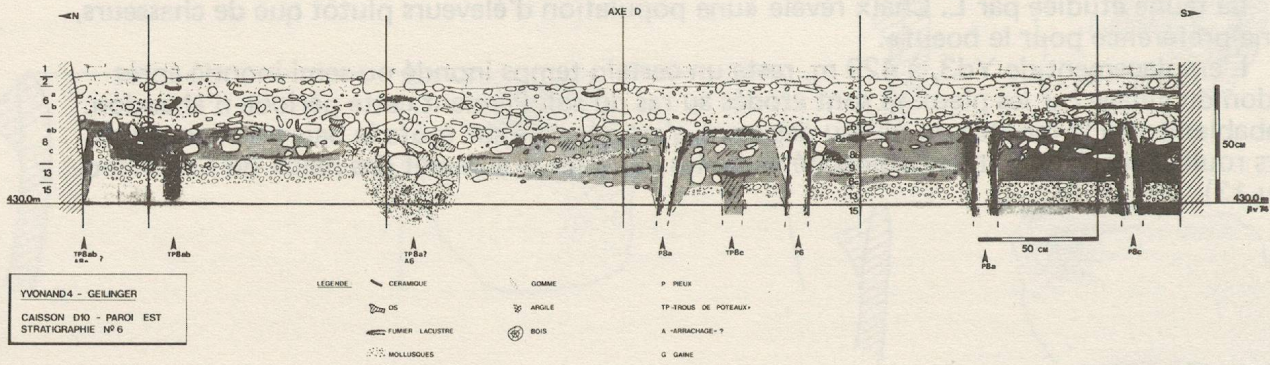


Figure XI : Yvonand 4 - Geilinger. Caisson D 10 - Stratigraphie de la paroi est.

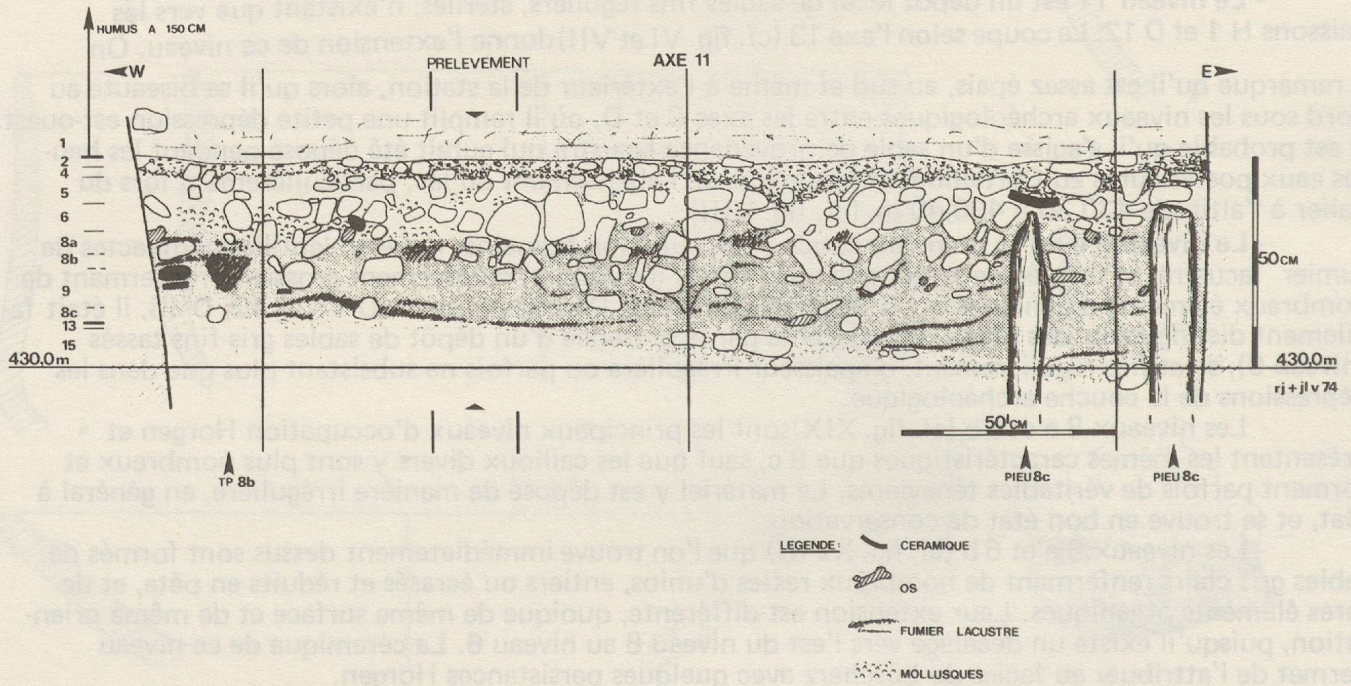


Figure XII : Yvonand 4 - Geilinger. Caisson D 11 - Stratigraphie de la paroi nord.

LA STATION Yd5 (LÜSCHERZ). STRATIGRAPHIE

Le niveau 4, 3ème phase d'habitat, a une orientation et une extension fort différentes, puisqu'il est perpendiculaire au lac et se prolonge 50 m au nord de Yd4. Ces différences nous ont conduit à l'isoler comme étant une station proprement dite, la station Yd5. Ce niveau 4 est formé au-dessus de Yd4 de sable très oxydé contenant de nombreuses coquilles, des galets, quelques bois et fumiers par zone. Au Nord-Est de Geilinger, cette couche s'épaissit considérablement et peut se subdiviser en 3 niveaux de sables gris-noirs plus ou moins fins contenant plus ou moins de matériaux organiques, de fumier lacustre, de brindilles, de charbons, etc... Une fouille de 12 m² effectuée au centre de cette station (fouille du canal) a permis la découverte d'une chape d'argile compacte, au sommet rubéfié, probable fond de cabane (?), et d'une petite ténévière formée de galets cassés et renfermant de nombreuses trouvailles.

Un dernier niveau archéologique, le niveau 2 se trouve partout sur Yd4 et Yd5. Caractérisé par une surface de galets roulés très serrés, avec des sables gris blancs riches en coquilles fragmentées, il est pauvre en matériel et les tessons y sont très roulés; ce niveau correspond certainement à une plage remaniée postérieure au Bronze final. (cf. fig. XVI).

Cette stratigraphie générale a été obtenue par l'interprétation d'une trentaine de stratigraphies détaillées effectuées soit dans des sondages, soit dans des caissons fouillés en sauvetage. Ces caissons de 12 m² chacun étaient espacés de 10 m (cf. fig. XIV et XV). Cette synthèse doit donc être admise avec prudence, car la concordance de certains niveaux d'un caisson à l'autre ne peut pas être établie parfois avec certitude. L'absence pour l'instant d'études sédimentologiques, dendrochronologiques, etc... limite également la qualité de nos observations. De plus, une vue détaillée sur l'organisation de l'habitation (interprétation du plan de répartition des pieux par exemple) n'est pas possible. La figure 13 montre d'un point de vue méthodologique comment l'on peut, par l'étude détaillée pour chaque pieu ou «trou de pieu» des auréoles d'enfoncement de couches, retrouver le niveau d'implantation de chaque pieu et donc, dans l'optique d'une fouille de grande surface, établir les plans de répartition des pieux pour chaque phase de construction, niveau par niveau.

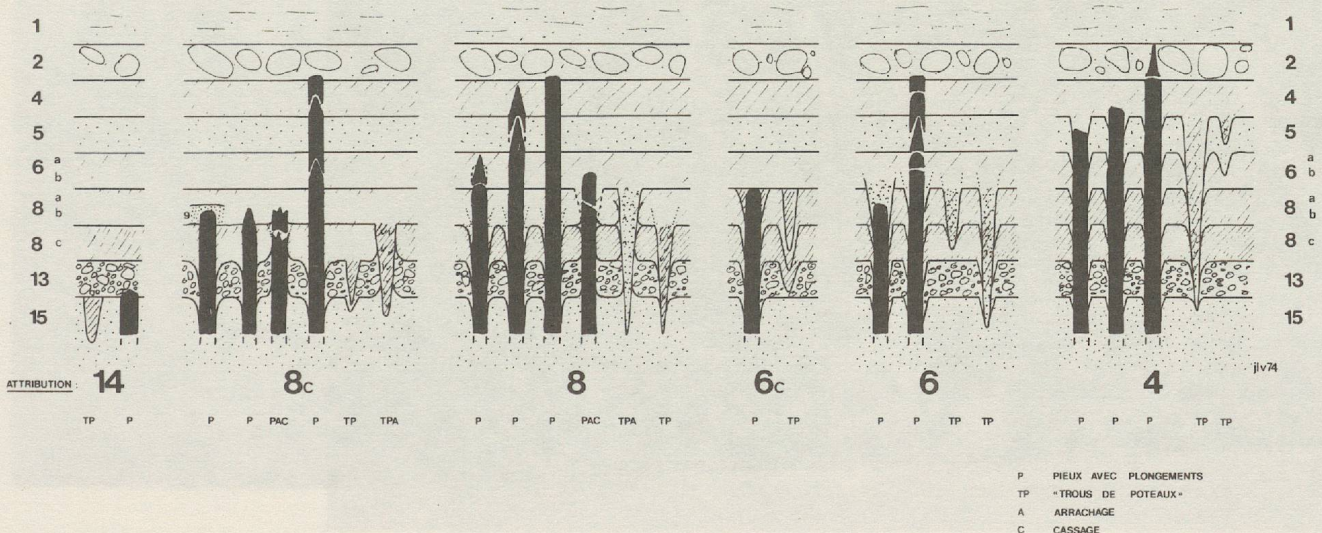


Figure XIII : Yd4. Schéma du mode d'attribution stratigraphique des pieux et trous de pieux.

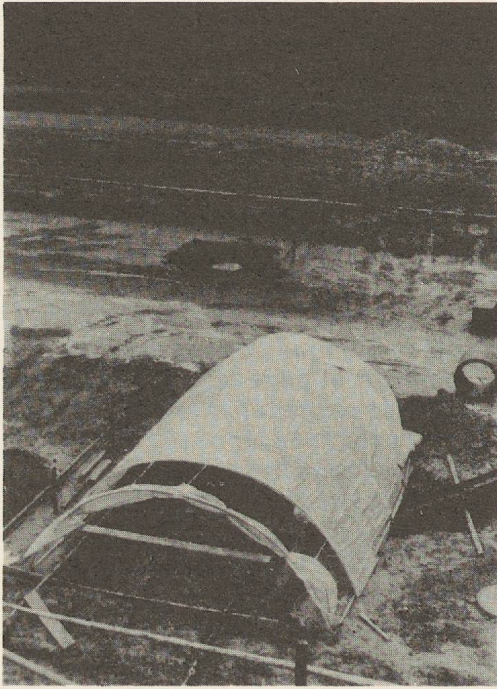


Figure XIV : Yd4. Vue d'un caisson en cours de fouille (décapage du sommet du niveau 6).

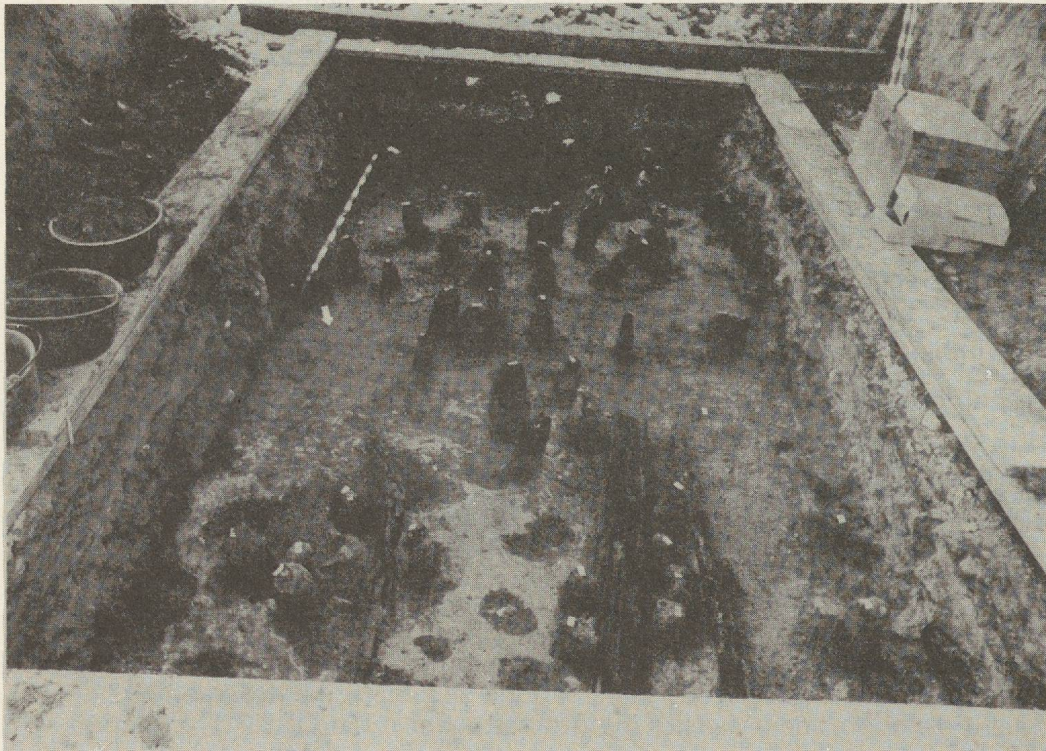


Figure XV : Yd4. Vue d'un caisson en fin de fouille (C 12). Décapage du sommet du niveau 15.

Deux autres informations intéressent l'étude des structures d'habitat :

- 3 chapes d'argile aux sommets rubéfiés ont été fouillées. Par exemple, celle du caisson C 11, appartenant au niveau 6, est formée d'argile tassée, compacte, rubéfiée en surface, et présente plusieurs rechapages. Parfaitement horizontale, elle est épaisse de 10 cm et bute à l'ouest contre une poutre horizontale de section circulaire d'environ 12 cm de diamètre. De l'autre côté de celle-ci se trouvait un amas considérable de déchets osseux. Son assise était composée de petits branchages et de galets à surface plane, ce qui nous laisse supposer qu'elle était directement posée sur le sol existant. De plus de nombreux pieux ont dû être arrachés avant sa pose (trous de poteaux du niveau 8ab sous la chape). Un lessivage ultérieur est probable, car la chape et la poutre se biseautent au nord, côté lac. Les interprétations de cette structure divergent : foyer ? fond de cabane ?

- une grande surface de 650 m² fut creusée pour l'implantation d'un sous-sol et fit l'objet d'une fouille sommaire (les travaux de génie civil ne pouvant être retardés) se bornant au relevé précis de tous les pieux, avec section, pendages, etc... hélas sans qu'il soit possible de les prélever et de les rattacher stratigraphiquement, le passage des machines ayant écrasé les couches archéologiques. On distingue dans le plan des pieux (cf. fig. XXII) une double palissade à l'extérieur de laquelle n'existe plus aucune couche archéologique, située côté terre ferme de la station. Une cinquantaine de pieux décrivant un large L de 9 m de côté environ sont peut-être les restes d'un enclos (?).

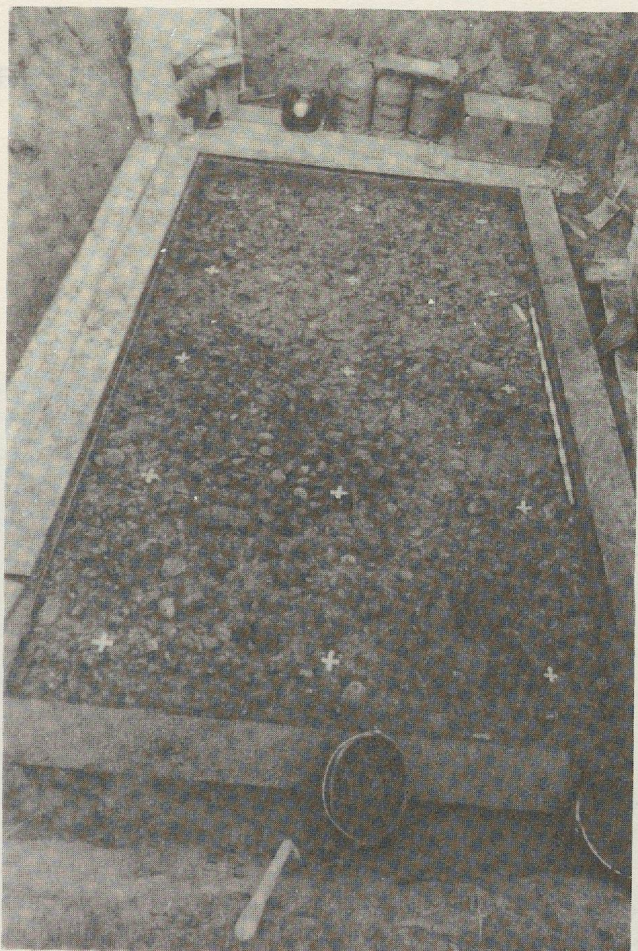


Figure XVI : Yd4. Vue du caisson D 10. Décapage du sommet du niveau 2.

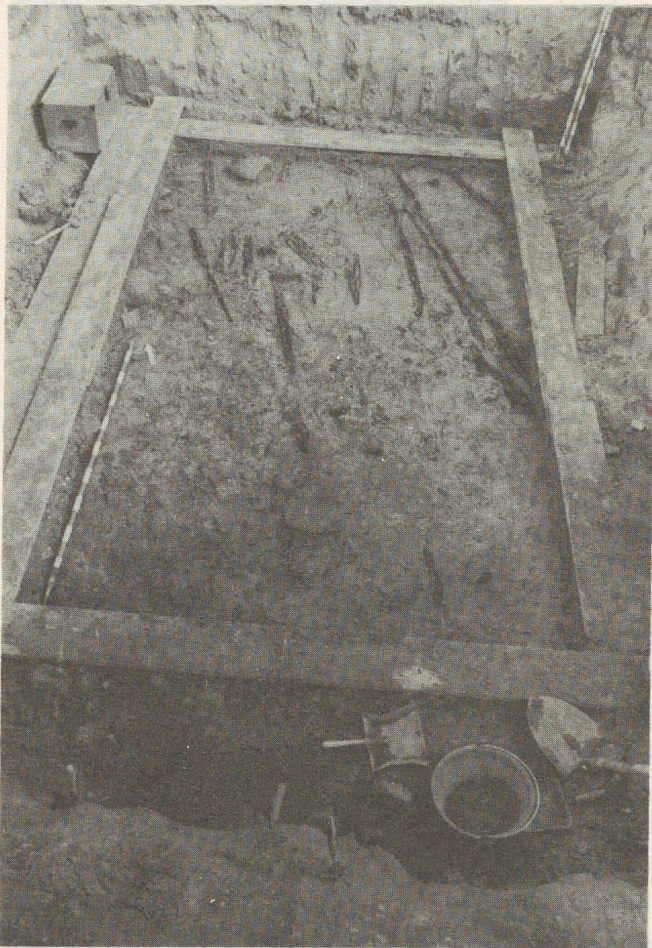


Figure XVII : Yd4. Caisson C 12. Décapage du sommet du niveau 5 (sables stériles et bois flottés).

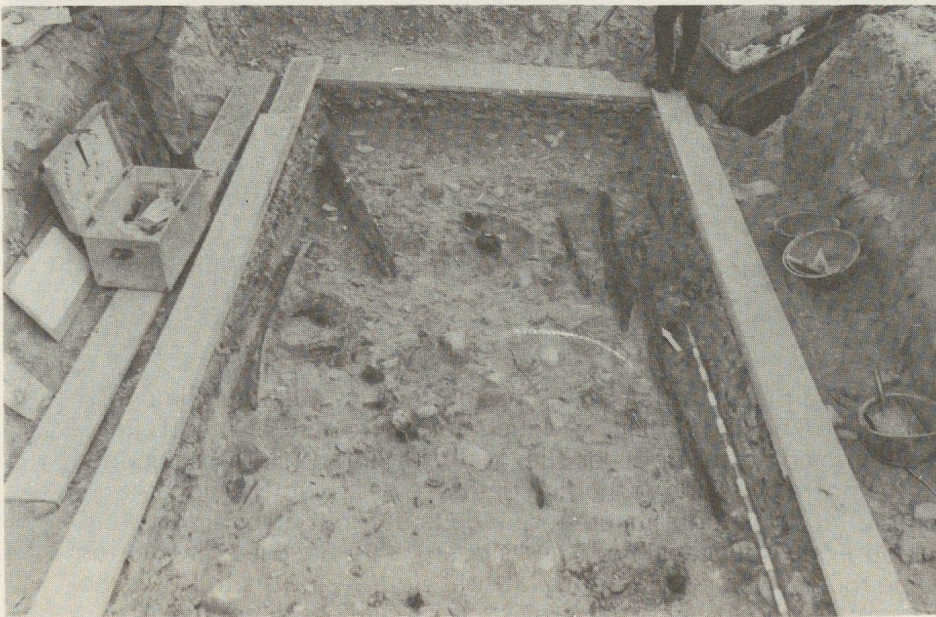


Figure XVIII : Yd4. Caisson D 13. Décapage du sommet du niveau 6.

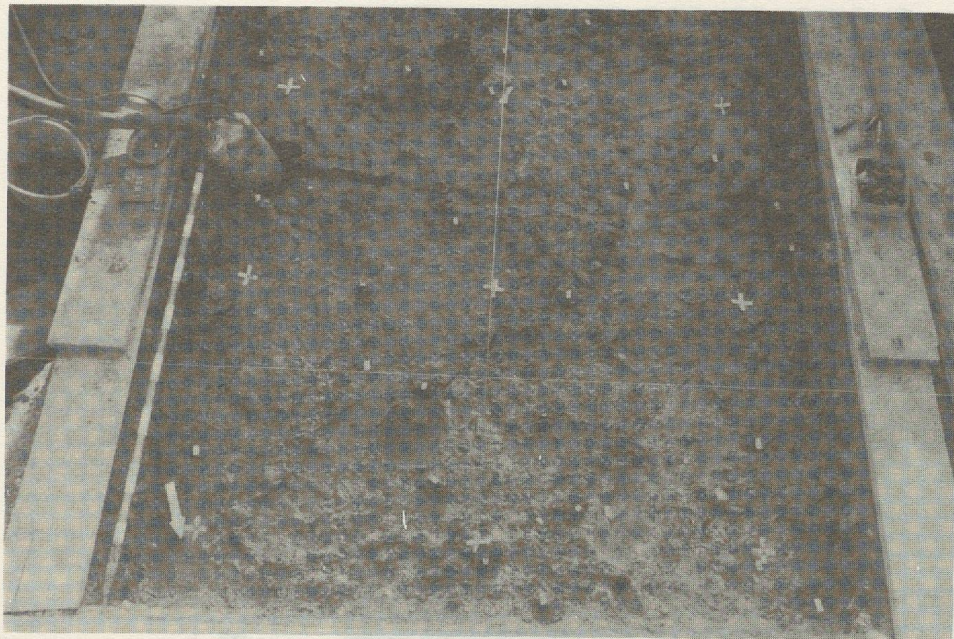


Figure XIX : Yd4. Caisson D 11. Décapage du sommet du niveau 8 (terrain inondé).

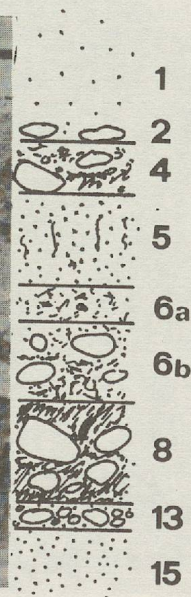


Figure XX : Yd4. Caisson D 13. Stratigraphie de la paroi ouest.

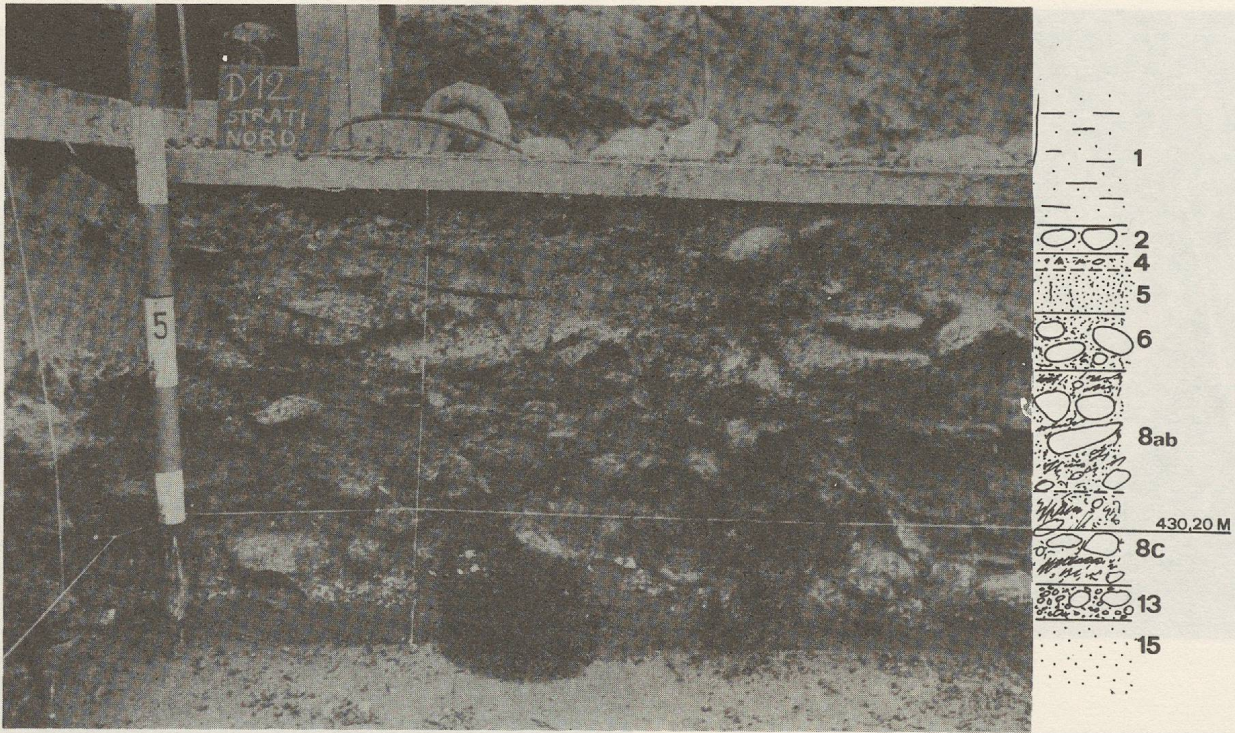


Figure XXI : Yd4. Caisson D 12. Stratigraphie de la paroi nord.



Figure XXII : Yd4. Vue générale de la surface «H1» après le décapage rapide des niveaux des niveaux archéologiques et enfoncement d'un échelas de vigne à l'emplacement de chaque pieu (vue vers l'est). On distingue nettement la double palissade et l'enclos extérieur, au fond à droite.

LES STATIONS Yd4 ET Yd5. MOBILIER ARCHEOLOGIQUE

Le mobilier archéologique recueilli à Yvonand 4 présente plusieurs particularités intéressantes :

- Le niveau 8 c (la plus vieille occupation Horgen) a livré deux épingles de cuivre (fig. XXIV), publiées par Chr. Strahm (cf. Chr. STRAHM «Neue Kupferfunde aus der Westschweiz», *Helvetica Archaeologica*, 6, N° 21) : la première est allongée, irrégulière, aiguisée à l'une de ses extrémités, aplatie, et recourbée à l'autre comme le début d'un enroulement. Elle a été manifestement assemblée par martèlement de plusieurs parties métalliques. La deuxième montre également des traces de martèlement et un assemblage de différents morceaux accolés. La tête en a été aplatie et légèrement courbée, mais une cassure la termine peu après. L'épingle enroulée est une forme très répandue durant tout l'âge du bronze. Avant, elle n'était connue que dans l'Ukraine, trop éloignée pour que l'on puisse en tirer des points de comparaisons. (Nous résumons ici l'étude de Christ. Strahm). Plus proche, on la retrouve dans la culture de Straubing en Basse-Bavière, dans la culture de l'Adelberg et en Valais, partout donc où se trouvent des centres de culture du Bronze Ancien. Les épingles d'Yvonand appartiendraient aux premiers exemplaires de ce type, ce qui serait une preuve que le bronze ancien a repris les formes d'épingles et de poignards du néolithique final. Une autre explication serait que l'épingle d'Yvonand soit une imitation d'une aiguille enroulée du Bronze Ancien. Du point de vue chronologique, on devrait alors admettre que les groupes de Horgen et de Lüscherz existaient encore alors qu'ailleurs commençait déjà le bronze ancien; on peut apporter à cette façon de voir que le fait que l'on trouve côte à côte de la céramique cordée et du bronze ancien.

- La céramique, (cf. fig. XXIII) étudiée dans le cadre d'un mémoire de licence à l'université de Berne par Mme. S. Hefti, comporte toutes les caractéristiques du Horgen aux niveaux 8 c et 8 ab. Ces caractéristiques évoluent entre 8 et 6, en même temps qu'apparaît des caractères Lüscherz qui évoluent encore grandement entre 6 et 4 pour arriver à un niveau typiquement Lüscherz (cf. plus loin, chap. 10).

- L'outillage lithique taillé (cf. plus loin) présente une évolution intéressante, forte surtout entre les niveaux 8 et 6, qui montre la disparition ou l'apparition de certains outils spécialisés mais toujours fabriqués selon les mêmes techniques sur les mêmes matériaux débités.

- L'outillage lithique poli, osseux et en bois de cerf est encore en cours d'étude. L'abondance exceptionnelle des outils sur matière dure animale permet d'effectuer des remarques typologiques originales.

LA STATION Yd1 (LÜSCHERZ ET AUVERNIER)

La station Yd1 occupe une place indépendante et originale dans cette étude. Située au Nord-Est de la baie, à l'écart des autres stations, elle est constituée de deux couches archéologiques principales rattachées, selon Christ. Strahm, au Lüscherz et à l'Auvernier ancien.

Peut-on envisager une contemporanéité de deux sites pendant le Lüscherz ? Le manque d'information dû à la modestie de la fouille interdit d'ouvrir toute discussion à ce sujet. Résumons l'étude de Dr. Chr. Strahm (*Annuaire S.S.P.* vol. 58, 1975) :

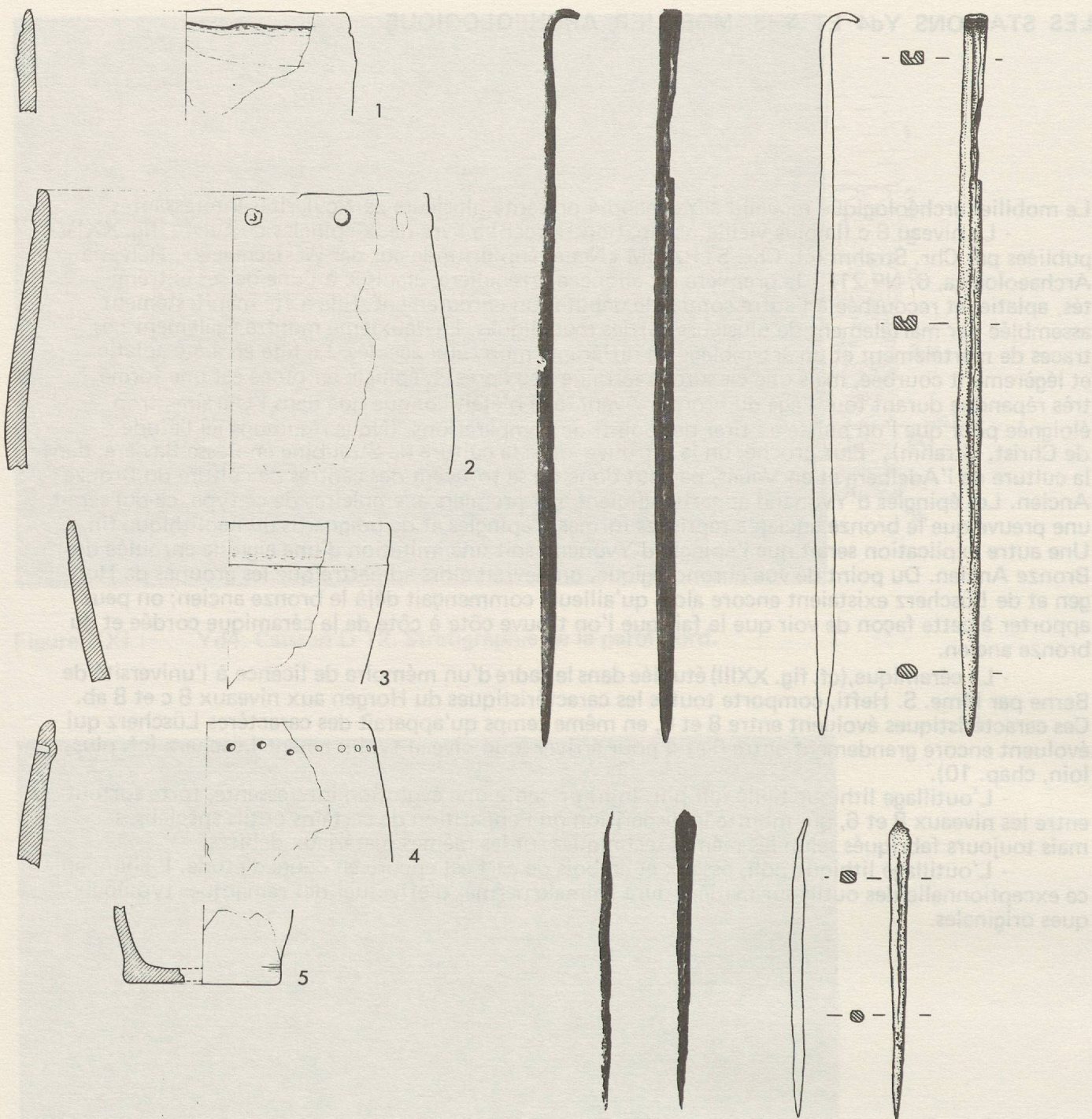


Figure XXIII : Yd4. Fragments de céramiques caractéristiques du groupe de Horgen (1) et du faciès de Lüscherz (2-4). Tiré de C. Strahm 1975 : «Neue Kupferfunde aus der Schweiz», *Helvetica Archaeologica* 6/1975 - 21, p. 19). Echelle 1:1

Figure XXIV : Yd4. Les deux épingles en cuivre à tête enroulée. Photographie et dessin de C. Strahm, op. cit. p. 18. Echelle 1:1

Les couches archéologiques sont formées de 6 petits niveaux sableux ou argileux. Il a pu exister quelques lacunes dans l'occupation du site, si l'on interprète des niveaux sableux (2 c et 2 b) comme dépôts d'inondation, aussi brève soit-elle. Il ne semble pas qu'il y ait eu des mélanges dus à l'action des transgressions lacustres car la céramique ne présente pas de traces de lessivage (tessons roulés). Les niveaux rencontrés sont très semblables à ceux d'Yverdon (fouille de l'Avenue des Sports), notamment un amas de pierres éclatées et deux lentilles argileuses (2 c et 2 f : foyers ? mur de cabane miné par les eaux ? etc...).

Le mobilier archéologique apporte deux informations intéressantes :

- La céramique des niveaux 2 b et 2 g permet une meilleure connaissance du Lüscherz : les vases en forme de tonneaux avec les cordons circulaires horizontaux, les petits mamelons, et les petites pastilles plates rajoutées peuvent être considérées comme formes directrices significatives. Les lignes circulaires diverses ou les pastilles sur des vases à flancs droits apparaissent en liaison avec les premières formes Auvernier. Y aurait-il une transition très progressive entre ces deux groupes ? La céramique d'Yvonand étant contemporaine des plus profondes couches d'Yverdon, elle pourrait appartenir à une phase de transition. Les relations autant génétiques que chronologiques entre du pur Lüscherz avec les pastilles rajoutées, du Lüscherz avec les cordons circulaires et l'Auvernier ancien avec de petits mamelons de préhension, allongés, demandent encore un contrôle rigoureux.

- Le niveau 2a recelait une trouvaille capitale (cf. fig. 25 et 26) : un récipient en forme de tonneau avec de larges mamelons de préhension, «fossile directeur de la civilisation d'Auvernier», voisinait avec une lame de poignard en cuivre à rivets (ou plutôt un couteau en forme de poignard) de forme triangulaire allongée très typique du néolithique final Suisse romand. La terminaison du manche est droite et les trous de rivets sont alignés sur une rangée, rarement deux, et l'on pensait qu'il était caractéristique de la céramique cordée en Suisse.

La pointe du poignard d'Yd1 est de section circulaire et le manche a des bords rentrants. Un des tranchants est peu aiguisé. Dans le manche les 3 rivets anguleux sont encore fixés avec leurs têtes martelées bien à plat (forme d'attache représentée sur une stèle du Petit-Chasseur à Sion).

L'analyse spectrale montre une composition exactement semblable aux autres objets métalliques du néolithique final suisse (0,02 % d'argent, 0,52 % de nickel, or en traces très faibles, cuivre pur).

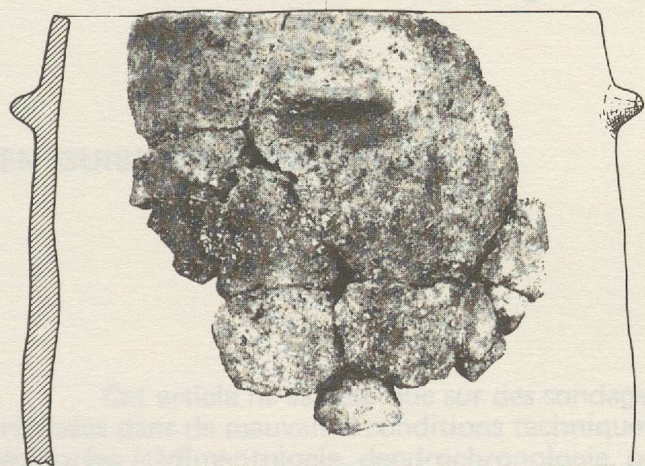


Figure XXV : Yvonand 1. Récipient du groupe d'Auvernier. Tiré de C. Strahm 1975. op. cit. p. 19
Echelle 1:2

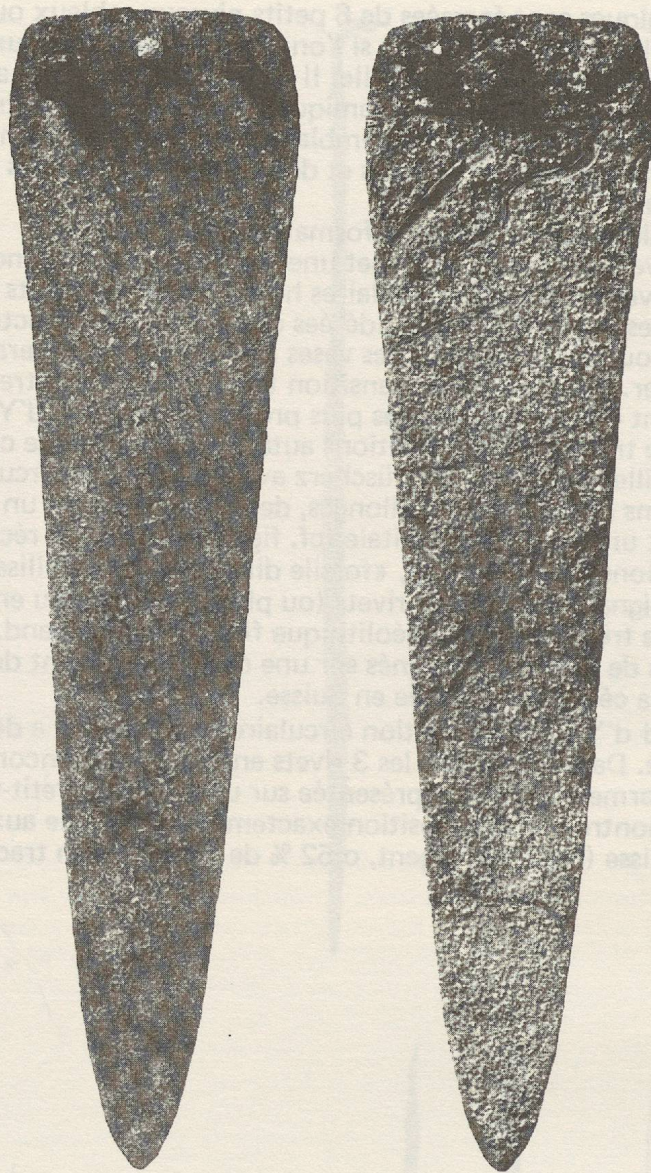


Figure XXVI : Yvonand 1. lame de poignard en cuivre du groupe d'Auvernier. Photographie du Musée National Suisse de Zürich, tiré de C. Strahm 1975, op. cit. p. 17. Echelle 1:1

LA STATION Yd2 (BRONZE FINAL)

Cette station (de faible étendue : 3000 m²) a été datée pour la première fois en 1950 par le Dr Hübscher qui y trouva de nombreux objets métalliques : «Une douzaine d'épingles, céphalaires, à enroulement, vasiformes, à tête cylindrique, ronde ou plate, un rasoir double, une garniture de ceinture, un anneau ouvert, deux couteaux dont l'un à soie, un marteau à trou d'emmanchement».

Les sédiments qui y subsistent forment une légère butte de quelques dizaines de centimètres de hauteur seulement, à l'altitude de 429,20 m environ, et sont passablement lessivés en périphérie. Au centre de la station, on rencontre quelques petits lits de fumier lacustre et de matériel organique, des charbons, des galets plus ou moins gros, éclatés ou non, quelques dalles plates et parfois quelques bois horizontaux, le tout surmontant un mince niveau de gravillons ou de graviers blancs assez compacts, qui est probablement le niveau 13 reconnu dans Yd4.

Il semble donc qu'un important «lessivage» se soit produit à cet endroit entre la fin du Cortaillod et le bronze final puisqu'aucune couche de sables n'a pu se déposer durablement. De nombreux pieux, la plupart circulaires et verticaux, ont été trouvés tant au centre de la station qu'en bordure où ne subsiste plus de matériel organique.

La céramique recueillie dans nos sondages est noire ou grise, brillante, assez dure, de finition soignée, aux surfaces en général lissées, et aux dégraissants pilés en grains fins visibles en surface. On y remarque notamment un rebord d'assiette portant comme décor interne trois lignes de chevrons superposés, deux fragments d'assiette aux rebords aplatis, deux fragments de vase à col avec cordons à impressions sous le col, un fond plat et plusieurs rebords droits, déversés ou légèrement rentrants, aux lèvres arrondies ou très légèrement aplaties. Signalons encore la découverte d'un poids de filet et d'une fusaïole de 4 cm de diamètre possédant une couronne à impressions et un trou central de très faible diamètre, 2 mm environ.

En l'absence d'une véritable fouille, nos informations sur cette station sont donc très fragmentaires. Son intérêt n'en est cependant pas inférieur aux autres.

EN GUISE DE CONCLUSION

Cet article ne se base que sur des sondages mécaniques et des petites fouilles de sauvetage réalisées dans de mauvaises conditions techniques. Malgré l'absence d'études rationnelles plus élaborées (sédimentologie, dendrochronologie, palynologie, etc...), il montre que le site d'Yvonand a été occupé de manière ininterrompue durant tout le néolithique et l'âge du bronze, et que ces stations littorales méritent l'intérêt des archéologues. Les connaissances ainsi acquises - extension spatiale des stations, intérêts chronologiques et typologiques - devraient permettre aux autorités concernées d'établir des programmes précis de recherche à long terme sur les zones menacées par la construction de l'autoroute N1. Ces programmes doivent comprendre, comme le montre le fâcheux précédent de la construction de la N5 dans la baie d'Auvernier, non seulement les fouilles sur le terrain, mais tous les travaux d'élaboration scientifique ultérieurs (recherches des

sciences naturelles et études archéologiques du mobilier et des structures d'habitat). La construction de la N1 sur le tracé actuellement choisi détruira presque complètement 3 stations : Yd1 (Lüscherz et Auvernier), Yd2 (Bronze Final) et Yd3 (Cortailod). La fouille intégrale et rationnelle de grandes surfaces, si ce n'est de l'intégralité des stations, est indispensable à la compréhension de ces sites préhistoriques. En effet :

1) Elle permet de recueillir un échantillonnage maximum de matériel, statistiquement bien représentatif de l'industrie de la population considérée. Seule l'abondance de mobilier permet d'effectuer des études typologiques et statistiques basées non plus sur des fossiles directeurs, mais sur une vue globale d'un maximum de caractères de l'industrie recueillie.

2) A Yvonand, le phénomène des transgressions lacustres a fortement érodé la plupart des vestiges architecturaux (planches, parois de cabanes, chapes d'argile, etc.). Cependant l'étude typologique et dendrochronologique de tous les pieux subsistants permet de reconstituer l'organisation spatiale de l'habitat.

Ces exigences débouchent sur des problèmes d'ordre politique et écologique : la construction d'une autoroute justifie-t-elle la destruction pure et simple d'une importante part du patrimoine culturel de cette région ? Il ne nous appartient pas ici de nous prononcer. Nous espérons seulement que cet article contribuera à l'organisation de nouvelles recherches archéologiques dans la baie d'Yvonand.

CHAPITRE UN. AVANT-PROPOS

SITUATION ET CADRE DE RECHERCHE.

BUTS DE LA PUBLICATION.

REMERCIEMENTS.

JEAN-LOUIS VORUZ

L'INDUSTRIE LITHIQUE DE LA STATION LITTORALE D'YVONAND (VAUD)

(EXEMPLE D'ÉTUDE DE TYPOLOGIE ANALYTIQUE)

Les 155 pièces en silex analysées dans cette publication, furent recueillies lors de la fouille de sauvetage de 9 caissons de 12 m² chacun se répartissant dans toute la station. Nous supposons à priori que l'échantillon que nous allons étudier est représentatif de l'industrie lithique d'Yvonand, tout au moins en ce qui concerne ses principales caractéristiques. La validité de cet échantillon pourrait être confirmée par les nouvelles fouilles prévues sur le site (agrandissement de l'usine et construction de l'abri-musée N°1). Notons que nous avons éliminé de notre étude les pièces provenant d'autres caissons récemment fouillés trop rapidement et pour lesquels l'attribution stratigraphique n'est pas certaine.

L'étude d'un ensemble industriel lithique d'une station littorale possède un certain intérêt car ce genre de travail n'est que très rarement effectué dans la recherche néolithique. Mais le but de cette publication ne se limite pas à la simple présentation de cette industrie. En effet, elle veut surtout faire connaître aux archéologues suisses, à travers un exemple concret et concret, une méthode d'analyse originale, créée par le LAPLACE de 1954, la TYPOLOGIE ANALYTIQUE. Nous insisterons donc surtout sur les problèmes d'ordre méthodologique. Le lecteur s'apercevra que par l'emploi de cette méthode rigoureuse et bien développée, qui est autant une orientation de recherche qu'une technique, on arrive à mieux observer les caractéristiques typologiques des outils. De même, en cherchant à structurer et à hiérarchiser ces critères descriptifs, les caractéristiques propres fondamentales de l'industrie et leur évolution au cours du temps apparaissent plus clairement et d'une manière plus structurée.

La démarche de la typologie analytique a été déjà exposée brièvement ici, par ex. «Dixième», LAPLACE 1965 à 1974, DEL FAUD 1973, MOUILLON 1974, etc.) ainsi nous continuerons nous d'en résumer les étapes essentielles et d'en montrer le but et à mesure de notre étude leurs applications dans l'exemple d'Yvonand. Nous soulignons ainsi que la complexité du vocabulaire et des notations mathématiques parfois utilisées, ne sera pas un obstacle à la compréhension de cette méthode. Par souci de clarté, nous avons cherché à exprimer le mieux possible par plusieurs moyens différents, texte littéral, schémas graphiques. Le lecteur obtiendra ainsi les méthodes voulues pour bien saisir l'abondance de ces outils lithiques et les redondances qui parfois émaillent notre propos.

Ce travail constitue la première phase d'une recherche plus large qui vise à appliquer la typologie analytique à l'étude des industries néolithiques littorales de la région de Yvonand.

CHAPITRE UN : AVANT-PROPOS

SITUATION ET CADRE DE RECHERCHE.

BUTS DE LA PUBLICATION.

REMERCIEMENTS.

La station littorale du néolithique récent Yvonand 4 (Yd4), fouillée en hiver 1974 par R. Jeanneret et l'auteur lors de la construction d'une usine sur son emplacement, comporte 3 couches principales d'occupation nommées 8, 6 et 4.

Note : Nous parlons de «néolithique récent» selon le sens défini par A. et G. GALLAY en 1968 dans «Le Jura et la séquence Néolithique récent - Bronze Ancien». (Archives Suisses d'Anthropologie Générale, tome XXXIII - Genève 1968).

L'étude de la céramique (HEFTI 1975) a permis d'attribuer le niveau le plus ancien, le niveau 8, au groupe de Horgen (Horgener Kultur, ITTEN 1970) et les niveaux les plus récents, 6 et 4, au faciès de Lüscherz (Lüscherzer Gruppe, STRAHM 1968). (cf. Préambule).

Les 155 pièces en silex analysées, objets de cette publication, furent recueillies lors de la fouille de sauvetage de 8 caissons de 12 m² chacun se répartissant dans toute la station. Nous supposons a priori que l'échantillon que nous allons étudier est représentatif de l'industrie lithique d'Yvonand, tout au moins en ce qui concerne ses principales caractéristiques. La validité de cet échantillon pourrait être confirmée par les nouvelles fouilles prévues sur le site : agrandissement de l'usine et construction de l'autoroute N1. Notons que nous avons éliminé de notre étude les pièces provenant d'autres caissons malheureusement fouillés trop rapidement et pour lesquels l'attribution stratigraphique n'est pas certaine.

L'étude d'un ensemble industriel lithique d'une station littorale possède un certain intérêt car ce genre de travail n'est que trop rarement effectué dans la recherche néolithique. Mais le but de cette publication ne se limite pas à la simple présentation de cette industrie. En effet, elle veut surtout faire connaître aux archéologues suisses, à travers un exemple concret et courant, une méthode d'analyse originale, créée par G. LAPLACE dès 1954, la TYPOLOGIE ANALYTIQUE. Nous insisterons donc souvent sur des problèmes d'ordre méthodologique. Le lecteur s'apercevra que par l'emploi de cette méthode rigoureuse et non dogmatique, qui est autant une orientation de recherche qu'une typologie, on arrive à mieux décrire les caractéristiques intrinsèques des outils. De même, en cherchant à structurer et à hiérarchiser ces critères descriptifs, les caractéristiques propres fondamentales de l'industrie et leur évolution au cours du temps apparaissent plus clairement et d'une manière plus structurée.

La démarche de la typologie analytique a déjà été exposée abondamment (cf. par ex. «Dialektiké», LAPLACE 1966 à 1974, DELFAUD 1973, MORELON 1974, etc.), aussi nous contenterons-nous d'en résumer les étapes essentielles et d'en présenter au fur et à mesure de notre étude leurs applications dans l'exemple d'Yvonand. Nous espérons ainsi que la complexité du vocabulaire et des notions mathématiques parfois utilisées ne sera pas un obstacle à la compréhension de cette méthode. Par souci pédagogique, nous avons souvent cherché à exprimer le même phénomène par plusieurs moyens différents, tant littéraires que graphiques. Le lecteur déjà au courant de ces méthodes voudra donc bien nous pardonner l'abondance de ces explications et les redondances qui parfois émaillent notre propos.

Ce travail constitue la première phase d'une recherche plus large qui vise à appliquer la typologie analytique à l'étude des outillages osseux et lithiques taillés ou polis des stations littorales des lacs du Jura.

Nous remercions chaleureusement tous ceux qui ont apporté leur soutien à la réalisation de cette étude, et sans l'aide desquels elle n'aurait jamais vu le jour. En particulier :

- MM G. LAPLACE et J. LESAGE, pour leur enseignement et leurs conseils;
- M. A. GALLAY, qui a bien voulu nous préfacer;
- Melle M. BLUMENTAL, Mme C. DAUGAS, MM J.-P. DAUGAS, M. LIVACHE et J. VITAL, avec l'aide desquels fut réalisée l'analyse typologique des pièces;
- M. G. PUISSANT, du laboratoire d'anthropologie de l'université de Genève, qui nous a aidé à effectuer quelques calculs statistiques;
- ainsi que Me Colin MARTIN, qui prit en charge notre manuscrit et organisa sa publication.

CHAPITRE DEUX: INTRODUCTION: BASES MÉTHODIQUES.

POURQUOI LA TYPOLOGIE ANALYTIQUE ?

Une typologie ne se définit plus actuellement comme un système de types, une organisation structurée de types, mais comme une science de l'élaboration de systèmes de types, c'est-à-dire comme une réflexion méthodique sur l'articulation logique de ces systèmes. La «typologie analytique» peut se définir comme étant «l'application à une recherche particulière des règles pratiques de la méthode dialectique» (LAPLACE 1972, p. 94).

Ne voulant pas entrer dans une discussion philosophique approfondie (le lecteur intéressé se reportera alors à LAPLACE 1972), rappelons seulement que cette méthode a pour exigence essentielle d'étudier l'objet non pas isolé mais en corrélation avec les phénomènes de son environnement, phénomènes eux-mêmes en constante interdépendance. La réalité à étudier est donc en mouvement (synthèse) et dans tout objet analysé on peut découvrir «ses contradictions et son mouvement interne propres, sa qualité originale et ses transformations brusques». (LAPLACE 1972 p. 94).

Toute terminologie scientifique, à l'origine spontanée (ou empirique) peut devenir consciente ou même rationnelle, tout en conservant ses caractères spontanés. L'élaboration constamment expérimentée de la typologie analytique cherche précisément à établir une telle terminologie. L'histoire des typologies préhistoriques est analysée par G. Laplace selon 3 tendances composantes :

- une tendance descriptive fonctionnelle, qui cherche à ordonner les «outils» ou les «armes» selon leurs fonctions présumées (raclours, grattoirs, perçoirs, etc.).

- une tendance descriptive stricte, qui cherche au contraire à classer les pièces selon leur seule morphologie, et qui aboutit à une tendance comparative, elle-même souvent dépendante de considérations stratigraphiques.

- une tendance stratigraphique, qui cloisonne la recherche selon certaines entités spatio-temporelles, en cherchant les outils ou les associations d'outils caractéristiques de chaque entité. Ces fossiles directeurs ayant dès lors proliféré dans un grand désordre, un premier effort de rationalisation créa des listes-types aux limites bien définies et possédant des définitions empiriques hétérogènes. Cette codification, cette ordonnance d'éléments anciens et nouveaux de la typologie empirique débouche sur un immobilisme et un dogmatisme dangereux pour la progression réelle des méthodes de recherche.

Par contre certaines recherches récentes vont dans le sens d'une typologie rationnelle, en étant de ce fait très proches, ou complémentaires, de la typologie analytique. Par exemple, les recherches de «typométrie» de A. Bohmers et Aq. Wouters, de «morphologie analytique» de A. Leroy-Gourhan, ou de I. Barandiaran et H. Camps pour l'outillage osseux. Plus récemment, les travaux de A. Spaulding, J. Sackett et H.L. Movius, réalisés avec l'aide de l'informatique, découlent d'un processus méthodique analytique.

Cependant, l'originalité de la «typologie analytique» de G. Laplace par rapport à ces travaux réside dans le fait qu'elle cherche constamment à structurer et à hiérarchiser, à quel niveau que ce soit, les descriptions effectuées. De plus, G. Laplace a cherché à créer «une typologie se définissant plus comme une orientation de recherche que comme un système, la méthode typologie analytique et la connaissance des cultures progressant dans une interdépendance et une in-

teraction constantes» (LAPLACE 1972, p. 97). A. Gallay a récemment expliqué cette position méthodique par les schémas suivants (GALLAY 1971 p. 97) :

$A + X = X^A$: une nouvelle découverte X remettant en question le cadre existant A (par exemple une typologie) aboutit à X assimilé à A : on fait entrer de force la découverte dans le système théorique.

La typologie analytique, au contraire, ne peut pas se définir comme un cadre rigide A, mais par une véritable équation :

$X \rightleftharpoons A = A'$: l'interaction entre une nouvelle découverte et le schéma de compréhension existant alors provoque la création d'une nouvelle grille de référence, d'un nouveau cadre théorique d'appréhension de la réalité.

Comme pour toute méthode véritablement scientifique, le point de départ de la typologie analytique est l'analyse des outils pour eux-mêmes et la constitution d'un langage clair permettant de les décrire et de les comparer.

A travers l'examen d'un maximum d'objets, on recherchera des critères descriptifs mais également, en même temps, des moyens pour les exprimer avec précision et concision; les associations existant entre eux dans une pièce devront aussi être notées. (D'où l'existence des symboles d'association de la figure 7).

Parallèlement à cette démarche analytique se constitue une démarche structurale cherchant à hiérarchiser ces critères. Le langage descriptif reconstitue alors l'outil par l'exposition synthétique des caractères morphologiques de la retouche, du bord façonné ou de l'outil complet. Il est bien évident que la recherche de ces critères ne peut pas se faire de manière exhaustive, mais qu'elle correspond souvent aux besoins intuitifs des chercheurs ou à leurs hypothèses particulières de départ et de recherche. Par exemple, si l'on cherche à privilégier une structure particulière (technique, typométrique, ...) la liste des critères descriptifs s'allongera proportionnellement au degré de précision souhaité. (Notre recherche par exemple touche essentiellement la synthèse morphologique du bord façonné. C'est pourquoi nous avons privilégié les critères portant sur les modes de retouches, leur qualité, leur position, etc.). A partir de la formulation en langage analytique articulé, une grande liberté est laissée aux chercheurs qui peuvent à leur guise et selon leurs propres besoins privilégier n'importe quelle partie de la description.

Après cette analyse, les caractères décrits isolément seront regroupés selon différentes «structures» dans lesquelles ils s'organisent. Ces structures forment des associations organisées, parfois de véritables articulations. G. Laplace a défini 5 modèles différents de structures : (LAPLACE 1974 p. 5)

«- la structure typométrique concerne les différentes mesures de dimensions et d'angles ainsi que les rapports ou indices qui en dérivent. Son champ d'étude s'étend à la totalité des éléments issus du débitage et du façonnage.

- la structure physique se rapporte à la nature de la masse initiale. Son champ d'étude s'étend à la totalité des éléments issus du débitage et du façonnage.

- la structure technique intéresse la technique de débitage. Son champ d'étude s'étend à la totalité des éléments issus du débitage (types de nucléus, de talons et d'éclats) et du façonnage (types de talons).

- la structure modale regarde la technique de façonnage. Son champ d'étude est celui des éléments issus du façonnage. Elle comporte divers niveaux structuraux déterminés par les critères de la retouche : mode, ampleur, délinéation, variété. Elle est intrinséquement liée à la structure morphologique.

- la structure morphologique touche la synthèse «techno-morphologique» (orientation, position, localisation, forme, discontinuité angulaire et articulation de la retouche), c'est-à-dire les thèmes morphotechniques. Dérivée de la structure modale, elle comporte divers niveaux structuraux de complication croissante : d'ordre typologique, de groupe typologique, de classe typologique, de types - primaires ou prototypes et de types secondaires ou variétés.»

Remarquons que les adjectifs «techno-morphologique» et «morphotechnique» utilisés par G. Laplace peuvent prêter à confusion, car ces deux termes ne sont pas utilisés selon leur sens habituel. En effet, la morphologie est «l'étude de la configuration et de la structure externe» et la technique «l'ensemble des procédés méthodiques employés pour produire une oeuvre» (Petit-Robert). La technique est donc, selon le sens commun, quelque chose d'abstrait, de théorique, relevant du domaine des hypothèses, et ne devrait donc pas entrer en ligne de compte dans une analyse descriptive. Cependant, G. Laplace a voulu séparer dans la description de la pièce ce qui est morphologie de la retouche (= «technique de façonnage») de ce qui est morphologie du bord façonné et de l'éclat façonné (contour et volume de la pièce). C'est pour cela que sont différenciées les deux structures modale et morphologique, la synthèse de ces deux études aboutissant à la création de thèmes com-

posés appelés par lui «morphotechnique» ou types - primaires. Cette restriction du sens du terme «technique» vient également du fait que dans le domaine du lithique taillé n'existe qu'une seule technique de façonnage, celle consistant à produire des retouches sur les bords d'un éclat débité.

«Ainsi, l'analyse n'a isolé les éléments que pour en discerner les connexions, les relations internes dans l'ensemble, comme elle n'a recherché les analogies que pour en reconnaître les différences». (LAPLACE 1974 p. 5). Le concept dégagé de «structure» a permis de découvrir une notion importante, celle de l'«équilibre spécifique» d'un ensemble industriel décrit non plus par une addition d'éléments descriptifs, mais par une véritable organisation, une véritable articulation interne d'éléments. L'expérimentation de ces notions et la comparaison des différents équilibres spécifiques des différentes industries étudiées (surtout pour le paléolithique supérieur européen) a permis à G. Laplace de définir une notion nouvelle, une sorte de superstructure, celle de «complexe industriel»: tout groupe d'ensembles industriels présentant les mêmes phénomènes structuraux. Ce genre de complexe, déjà découverts et discutés en céramique - d'où par exemple la création du complexe «Chassey - Cortaillod - Lagozza» - reste à étudier en ce qui concerne les industries lithiques néolithiques.

Le système ainsi défini est «ouvert et dialectique» (DELFAUD 1973), contrairement aux typologies empiriques possédant leur liste cloisonnée de types définis de manière hétérogène, car il analyse d'abord l'objet étudié avant de construire une grille de référence, un langage, qui est tenu en constante interaction avec le réel, avec sa propre expérimentation. Répétons que la typologie analytique ne prétend pas construire un système, qu'il soit théorique ou plus ou moins bien appliqué ou applicable à la réalité, mais seulement définir une nouvelle orientation de recherche en refusant les systèmes figés et le dogmatisme. La différence essentielle entre la typologie traditionnelle (F. Bor-des par exemple) et la typologie analytique réside dans le fait suivant : la typologie traditionnelle reconnaît un type d'outil puis le circonscrit en l'analysant. Au contraire, la typologie analytique, après l'analyse de l'outillage, synthétise les critères en différents niveaux de structure montrant l'organisation des éléments composant ces structures. (Voir exemple à la fin du chap. 3).

3.1. MORPHOLOGIE DE L'ÉCLAT

La morphologie de l'éclat est une discipline qui s'intéresse à la forme et à la structure de l'outil lithique. Elle est une branche de la morphologie et se distingue de la morphologie de l'objet par son caractère plus technique. Elle est une discipline qui s'intéresse à la forme et à la structure de l'outil lithique. Elle est une branche de la morphologie et se distingue de la morphologie de l'objet par son caractère plus technique. Elle est une discipline qui s'intéresse à la forme et à la structure de l'outil lithique. Elle est une branche de la morphologie et se distingue de la morphologie de l'objet par son caractère plus technique.

CHAPITRE TROIS : INTRODUCTION : BASES PRATIQUES.

METHODES ET BASES DESCRIPTIVES

Les différentes techniques d'extraction et de taille du silex (débitage puis façonnage) ont été souvent étudiées. Nous renvoyons le lecteur aux nombreuses études parues sur ce sujet, en nous contentant de ne décrire que les produits de cette taille.

La percussion d'une masse de pierre dure généralement de forme préparée (nucléus) à l'aide de percuteurs en pierre, bois ou os et d'enclumes, produit des pièces nommées « éclats ». Ces éclats peuvent être ensuite façonnés par l'enlèvement de petites écailles sur leurs bords ou leurs flancs. La description de pièces taillées lithiques se fera donc selon les thèmes suivants :

- morphologie de l'éclat
- morphologie de la retouche (suite des écailles enlevées par percussion ou par pression)
- morphologie du bord façonné
- morphologie de l'éclat façonné (forme finale de l'outil).

3.1. MORPHOLOGIE DE L'ECLAT

La morphologie de l'éclat se décrit par les termes présentés dans la figure 1. L'étude des différents types de talons constituera le sujet de la « structure technique » (chap. 8), et l'étude des dimensions de l'éclat celui de la « structure typométrique » (chap. 9). (Types de talons : lisse, punctiforme, dièdre, facetté convexe, facetté plan. Cf. fig. 2).

(Mesures : Longueur (L), largeur (l), épaisseur (e), définis non pas selon la géométrie de la pièce, mais selon le sens du débitage. Des mesures angulaires sont parfois effectuées, mais nous n'en avons pas faites pour les silex d'Yvonand).

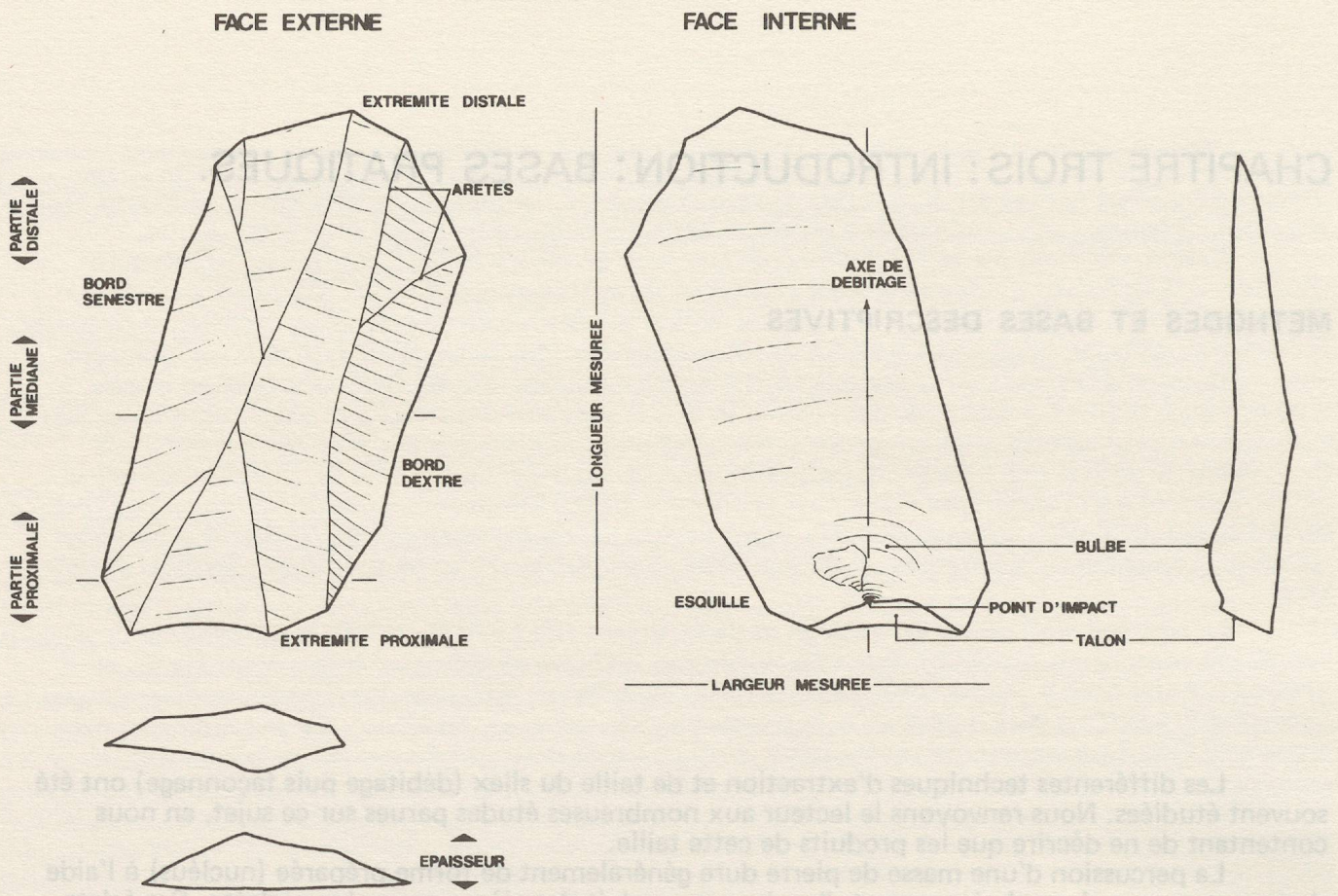


Figure 1 : Schéma descriptif de la morphologie de l'éclat. Principaux termes utilisés. Par convention, les éclats sont toujours placés talon en bas (partie du plan de frappe détaché par la percussion) et sont orientés selon l'axe du débitage, en général visible par les ondes de percussion se trouvant sur la face interne. Un bord est dit latéral ou transversal selon qu'il fait avec l'axe de débitage un angle inférieur ou supérieur à 45° (cf. fig. 6). L'éclat étant vu sur sa face externe, le bord gauche est dit senestre, le bord droit dextre. Les 3 parties proximale, médiane et distale ne sont pas définies précisément (en général, chacune de 1/3 longueur) afin de permettre une certaine souplesse dans l'analyse.

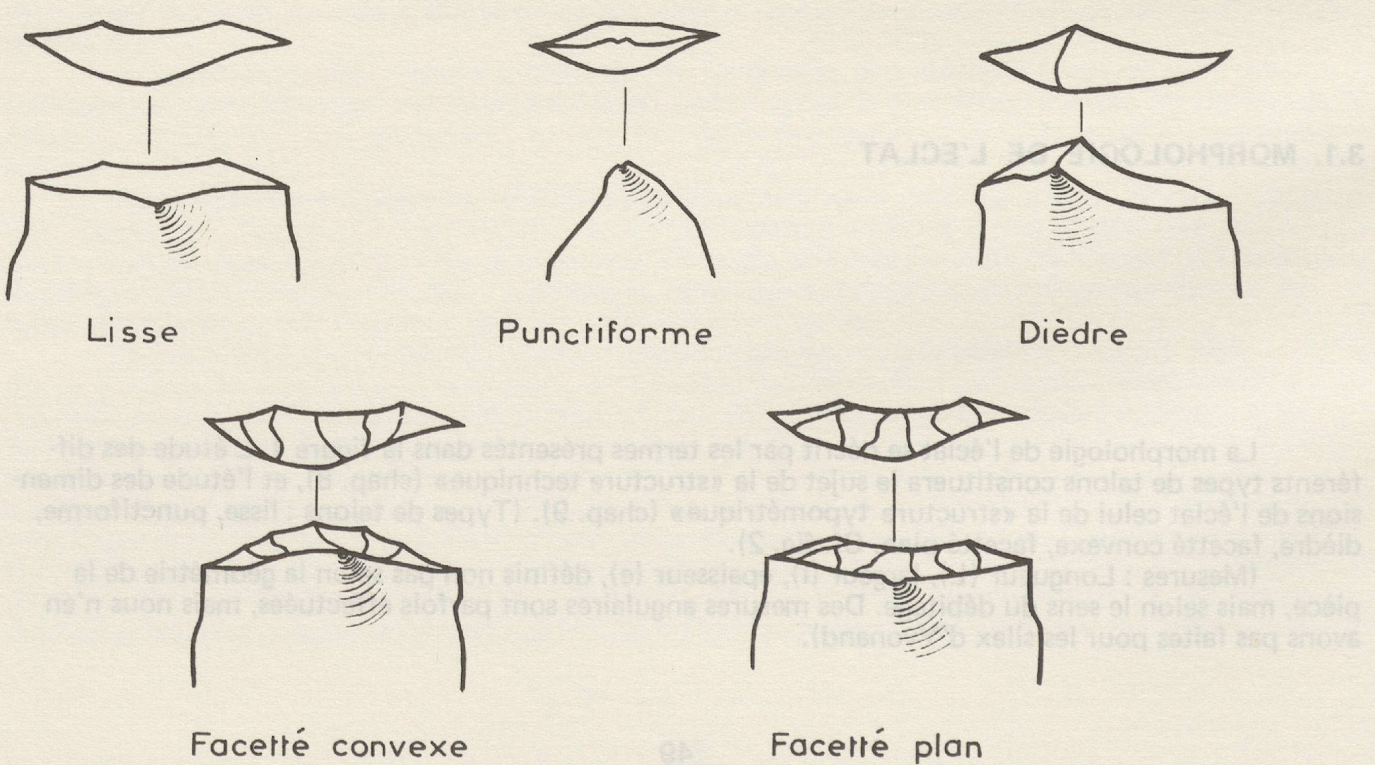


Figure 2 : Types de talons (cf. Etude technique, chap. 8) (Laplace 1972 fig. 4).

3.2. MORPHOLOGIE DE LA RETOUCHE

Le mot retouche est pris dans le sens d'une suite d'enlèvements de petites écailles.

Toute retouche peut être définie selon 3 critères fondamentaux - mode, ampleur et direction - et 2 critères secondaires - délimitation et variété.

- **MODES** : G. Laplace en a donné les définitions suivantes : (LAPLACE 1972 p. 108)

- «a) simple (S) : il façonne, en conservant le tranchant, les bords d'un éclat mince par l'enlèvement de minuscules écailles plus ou moins allongées, parfois imbriquées et alors d'aspect scalariforme, formant avec la surface de frappe un angle aigu;
- b) abrupt (A) : il façonne, en détruisant le tranchant, les bords d'un éclat mince par l'enlèvement de minuscules écailles plus ou moins allongées, normales ou subnormales à la surface de frappe;
- c) plan ou plat (P) : il façonne, en conservant le tranchant, les plats et les bords d'un éclat mince par l'enlèvement plus ou moins rasant d'écailles minces, parfois étroites et allongées, envahissant à la limite la totalité des plats;
- d) surélevé (SE) : il façonne, en conservant ou en détruisant le tranchant, les plats et les bords d'un éclat épais par l'enlèvement soit sommaire, simple ou multiple, d'écailles larges, soit scalariforme d'écailles larges imbriquées, soit laminaire d'écailles élancées et subparallèles;
- e) burin (B) : il recoupe les bords ou les plats, ou les bords et les plats, d'un éclat pour façonner un angle dièdre appelé tranchant par l'enlèvement de recoupes simples ou multiples parfois convergentes;
- f) écaillé (E) : il recoupe les plats ou les bords ou les plats et les bords, d'un éclat pour façonner un tranchant continu ou, quelquefois, dièdre par l'enlèvement bipolaire d'écailles minces, parfois étroites et allongées, envahissant à la limite la totalité des plats.»

Ces définitions peuvent se résumer par le tableau suivant :

Modes de retouches Critères descriptifs	Modes de retouches					
	S	A	P	SE	B	E
Tranchant conservé	S	—	P	SE	—	E
Tranchant détruit	—	A	—	SE	B	E
Bords seulement façonnés	S	A	—	—	—	—
Flancs et bords façonnés	—	—	P	SE	B	E
Pièce carénée	—	—	—	SE	B	E
Pièce mince ou épaisse	S	A	P	—	B	E

Figure 3 : Tableau des principaux critères descriptifs utilisés pour définir les modes de retouche.

Le tiret désigne l'absence d'un critère dans la définition d'un mode. Par exemple, la retouche simple (s) se définit par les 3 critères : tranchant conservé, bords seulement façonnés, pièce mince ou épaisse..

Elles peuvent également s'organiser selon le «schéma de la dynamique des modes de retouches» proposé par G. Laplace en 1974 (Cf. «Dialektiké» N° 3, 1974, p. 10) :

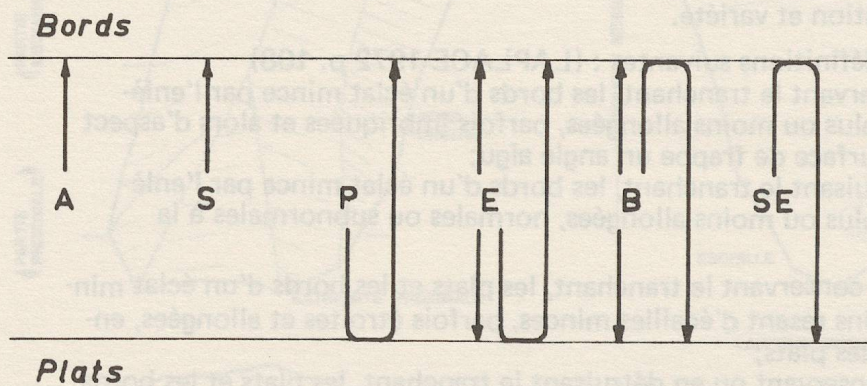


Figure 4 : Schéma de la dynamique des modes de retouche.

«Si l'on considère les bords et les plats de l'éclat, on peut élémentairement définir, et par suite schématiser, la dynamique des divers modes de retouche qui les façonnent :

- a - mode abrupt (A) : façonne les bords;
- b - mode simple (S) : façonne les bords
- c - mode plat (P) : façonne les plats et les bords;
- d - mode écaillé (E) : façonne les plats ou les bords, ou les plats et les bords;
- e - mode burin (B) : façonne les bords ou les plats, ou les bords et les plats;
- f - mode surélevé (SE) : façonne les bords et les plats.»

- **AMPLITUDE** : toute retouche peut être :
 - (l) liminale («retouches d'utilisation»)
 - (m) marginale (contour du bord primitif peu modifié)
 - (p) profonde (contour nettement modifié)
- **DIRECTION** :
 - (d) directe (percussion effectuée à partir de la face interne)
 - (i) inverse (à partir de la face externe)
 - (alt) alterne (alternance de retouches d et i)
 - (bif) biface (percussions en superposition)
 - (n) normale (pour les modes burin et écaillé)
- **DELINEATION**:
 - (c) continue (en général sous-entendue)
 - (e) encochée (retouche dessinant une entaille localisée)
 - (d) denticulée (retouche dessinant une ligne brisée identée ou festonnée)
- **VARIETE** :
 - (som) sommaire (écaille unique)
 - (lam) lamellaire (suite d'écailles parallèles)
 - (scal) scalariforme (écailles superposées formant escalier)

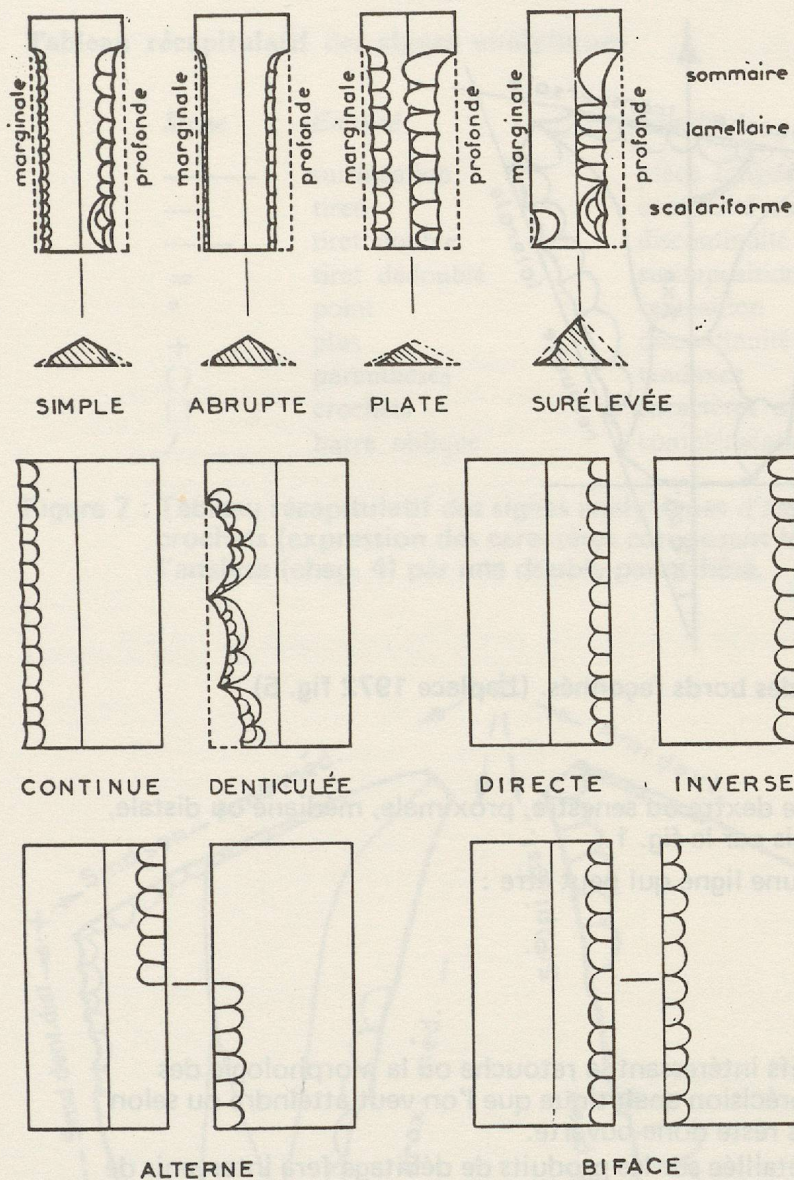


Figure 5 : Principaux critères des retouches simple, abrupte, plate et surélevée. (LAPLACE 1972, fig. 10).

3.3. MORPHOLOGIE DU BORD FAÇONNE

Une suite de retouches forme un bord façonné qui se décrit selon les critères suivants :

- **ORIENTATION :** retouche latérale ou transversale, selon qu'elle forme avec l'axe de la pièce un angle inférieur ou supérieur à 45° . (Cf. fig. 6). Une retouche latérale peut être convergente ou divergente, selon qu'elle s'approche ou s'éloigne de l'axe principal, dans le sens proximal - distal. Une retouche transversale peut être convergente ou divergente selon qu'elle s'approche ou s'éloigne de la perpendiculaire à l'axe principal, dans le sens senestre - dextre.

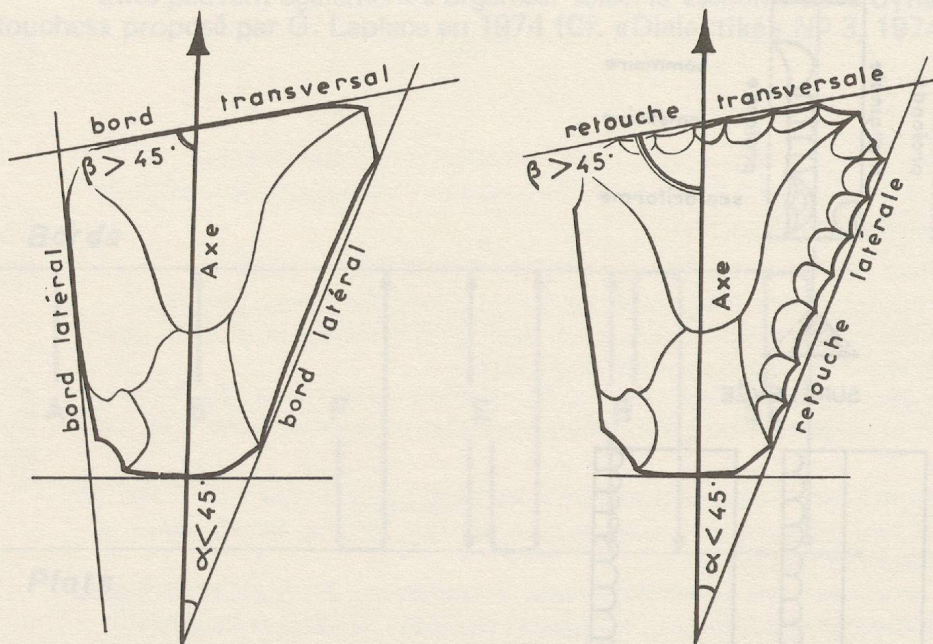


Figure 6 : Schéma explicatif de l'orientation des bords façonnés. (Laplace 1972 fig. 5)

- LOCALISATION : une retouche peut être dextre ou senestre, proximale, médiane ou distale, ces termes étant définis par la fig. 1.
- FORME : une retouche dessine une ligne qui peut être :
 - (rect) rectiligne
 - (cvx) convexe
 - (cc) concave
 - ou (sin) sinueuse.

De nombreux autres critères descriptifs intéressant la retouche ou la morphologie des outils sont parfois utilisés, selon le degré de précision analytique que l'on veut atteindre ou selon les buts généraux visés. La liste de ces critères reste donc ouverte.

(Par exemple, une étude technique détaillée sur les produits de débitage fera intervenir de nouvelles mesures ou de nouveaux critères : plusieurs longueurs et largeurs mesurées, nombre et morphologie des arêtes centrales, types de bulbes, sens et direction des enlèvements antérieurs, courbure des lames, etc...)

3.4. MORPHOLOGIE DE L'OUTIL (forme finale de l'éclat utilisé)

Comme nous l'avons expliqué précédemment, la typologie analytique cherche non seulement à énoncer précisément des critères descriptifs, mais cherche aussi des moyens pour exprimer les associations existant dans une pièce entre ces critères. Cette articulation s'effectue au moyen de « signes analytiques » :

Tableau récapitulatif des signes analytiques

Signe	Enoncé	Signifié
—	surlinéation	pièce longue
—	tiret	continuité sur un même bord
— —	tiret double	discontinuité sur un même bord
=	tiret dédoublé	surimposition
•	point	opposition
+	plus	discontinuité latéro-transversale
()	parenthèses	tendance
[]	crochets	caractères morphotechniques
/	barre oblique	complémentarité

Figure 7 : Tableau récapitulatif des signes analytiques d'association. (Laplace 1972 p. 135). Les crochets (expression des caractères composant le type-primaire) sont remplacés dans l'analyse (chap. 4) par une double-parenthèse.

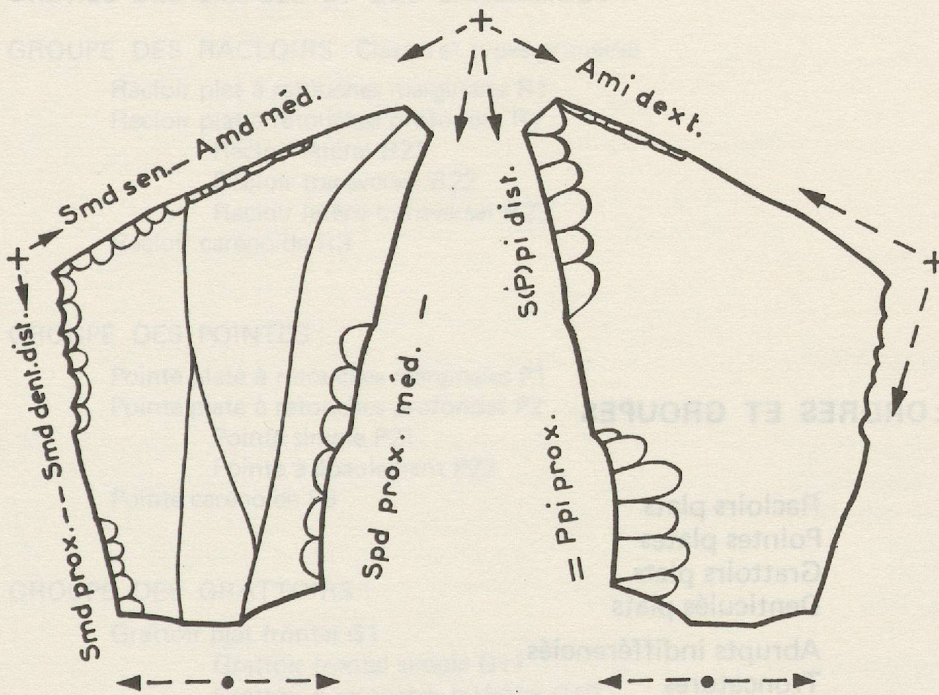


Figure 8 : Exemple de l'articulation de la retouche (Laplace 1972 fig. 12) :

- «a) Continuité latérale ou transversale : tiret.
Ainsi, la continuité de la retouche de la pièce figurée se note :
trav Smd - Amd - Ami
- b) Discontinuité latérale ou transversale : deux tirets se faisant suite.
Ainsi, la discontinuité de la retouche latérale senestre de la pièce figurée se note :
lat sen Smd - - dSmd
- c) Surimposition latérale ou transversale : deux tirets superposés.
Ainsi, la surimposition de la retouche latérale dextre de la pièce figurée se note :
lat dext S (P)pi dist - Spd = Ppi prox
- d) Opposition latérale-latérale ou transversale-transversale : point.
Ainsi, l'opposition des retouches latérales de la pièce figurée se note :
lat sen Smd - - dSmd.S(P)pi dist - Spd = Ppi prox»

3.5. LA DESCRIPTION DE L'OUTILLAGE

La notion de «modes de retouches» permet de définir directement des «ordres typologiques» divisés en groupes, classes et types - primaires. La liste non - exhaustive des thèmes morphologiques que nous utilisons ici est celle élaborée en 1972 par un groupe de chercheurs utilisant la typologie analytique. Rappelons que «l'application de la méthode dialectique à l'élaboration continue des types - primaires et à leur répartition en classes et groupes se traduit par des rectifications successives, la recherche typologie analytique n'aboutissant pas à l'énoncé de concepts figés mais à celui, sans cesse remis en question, d'un ensemble de règles progressivement mieux adapté à rendre compte de la riche complexité d'un réel concret avec lequel elles sont continûment confrontées». (LAPLACE 1972, p. 113).

Cette liste ne représente donc qu'un état de la recherche, et elle est sans cesse complétée ou modifiée par ses utilisateurs.

LISTE TYPOLOGIQUE 1972 : ORDRES ET GROUPES

Ordre des Simples :	Racloirs plats Pointes plates Grattoirs plats Denticulés plats
Ordre des Abrupts :	Abrupts indifférenciés Troncatures Becs Pointes à dos Lames à dos Bipointes à dos Pointes à dos tronquées Lames à dos tronquées Bitroncatures
Ordre des Plans :	Foliacés
Ordre des Surélevés ou Carénoïdes :	Racloirs carénoïdes Pointes carénoïdes Grattoirs carénés Denticulés carénoïdes
Ordre des Burins :	Burins
Ordre des Ecaillés :	Ecaillés

ORDRES DES SIMPLES ET DES CARENOIDES

GRUPE DES RACLOIRS : Classes et types-primaires :

- Racloir plat à retouches marginales R1
- Racloir plat à retouches profondes R2
 - Racloir latéral R21
 - Racloir transversal R22
 - Racloir latéro-transversal R23
- Racloir carénoïde R3

GRUPE DES POINTES :

- Pointe plate à retouches marginales P1
- Pointe plate à retouches profondes P2
 - Pointe simple P21
 - Pointe à épaulement P22
- Pointe carénoïde P3

GRUPE DES GRATTOIRS :

- Grattoir plat frontal G1
 - Grattoir frontal simple G11
 - Grattoir à retouches latérales G12
 - Grattoir frontal circulaire G13
- Grattoir plat à museau G2
 - Grattoir à museau ogival G21
 - Grattoir à museau dégagé G22
- Grattoir caréné G3

GRUPE DES DENTICULES :

- Denticulé plat à retouches marginales D1
- Denticulé plat à retouches profondes D2
 - Encoche D21
 - Epine D22
 - Racloir denticulé D23
 - Pointe denticulée D24
 - Grattoir denticulé D25
- Denticulé carénoïde D3

ORDRE DES ABRUPTS

GROUPE DES ABRUPTS

- Abrupt à retouches marginales A1
- Abrupt à retouches profondes A2
- Abrupt denticulé A3

GROUPE DES TRONCATURES

- Troncature marginale T1
- Troncature à retouches profondes T2
 - Troncature normale T21
 - Troncature oblique T22
 - Troncature anglée T23
- Troncature et piquant-trièdre Tx

GROUPE DES BECS

- Bec -Troncature Bc1
- Bec -Pointe à Dos Bc2

GROUPE DES POINTES A DOS

- Pointe à Dos à retouches marginales PD1
 - Pointe à Dos marginal PD11
 - Pointe à Double-Dos PD12
- Pointe à Dos à retouches profondes PD2
 - Pointe à Dos partiel sécant PD21
 - Pointe à Dos partiel tangent PD22
 - Pointe à Dos total PD23
 - Pointe à Dos anglé PD24
 - Pointe à Double-Dos PD25
- Pointe à Dos et cran PD3
 - Pointe à Dos et cran adjacent PD31
 - Pointe à Dos et cran opposé PD32
 - Pointe à Dos et soie PD33
- Pointe à Dos et piquant trièdre PDx

GROUPE DES LAMES A DOS

- Lame à Dos à retouches marginales LD1
 - Lame à Dos marginal LD11
 - Lame à Double-Dos marginal LD12
- Lame à Dos à retouches profondes LD2
 - Lame à Dos profond LD21
 - Lame à Double-Dos profond LD22
- Lame à Dos et Cran LD3
 - Lame à cran LD31
 - Lame à soie LD32
 - Lame à Dos et cran adjacent LD33
 - Lame à Dos et cran opposé LD34

GROUPE DES BIPOINTES A DOS

- Bipointe à Dos segmentiforme BPD1
 - Bipointe à Dos BPD11
 - Bipointe à Dos segmentiforme BPD12
 - Bipointe à Double-Dos BPD13
- Bipointe à Dos triangulaire BPD2
 - Bipointe à Dos triangulaire BPD21
 - Bipointe à Double-Dos triangulaire BPD22
- Bipointe à Dos trapézoïdale BPD3
 - Bipointe à Dos trapézoïdale BPD31
 - Bipointe à Dos rhomboïdale BPD32
- Bipointe à Dos anglé BPD4
 - Bipointe à Dos anglé trapézoïdale BPD41
 - Bipointe à Dos anglé rhomboïdale BPD42
 - Bipointe à Double-Dos anglé BPD42
- Bipointe à Dos et piquant-trièdre BPDx

GROUPE DES POINTES A DOS TRONQUEES

- Pointe à Dos tronquée simple PDT1
 - Pointe à Dos tronquée PDT11
 - Pointe à Double-Dos tronquée PDT12
- Pointe à Dos tronquée triangulaire PDT2
 - Pointe à Dos tronquée triangulaire PDT21
 - Pointe à Double-Dos tronquée triangulaire PDT22
- Pointe à Dos tronquée trapezoïdale PDT3
 - Pointe à Dos tronquée trapézoïdale occluse PDT31
 - Pointe à Dos tronquée trapézoïdale ouverte PDT32
- Pointe à Dos anglé tronquée PDT4
 - Pointe à Dos anglé tronquée occluse PDT41
 - Pointe à Dos anglé tronquée ouverte PDT42
- Pointe à Dos tronquée et piquant-trièdre PDTx

GROUPE DES LAMES A DOS TRONQUEES

- Lame à Dos tronquée simple LDT1
 - Lame à Dos tronquée occluse LDT11
 - Lame à Dos tronquée ouverte LDT12
 - Lame à Double-Dos tronquée LDT13
- Lame à Dos bitronquée LDT2
 - Lame à Dos bitronquée occluse LDT21
 - Lame à Dos bitronquée ouverte LDT22
 - Lame à Dos bitronquée mixte LDT23
 - Lame à Double-Dos bitronquée LDT24
- Lame à Dos tronquée et piquant-trièdre LDTx

GROUPE DES BITRONCATURES

- Bitroncature segmentiforme BT1
- Bitroncature triangulaire BT2
 - Bitroncature triangulaire occluse BT21
 - Bitroncature triangulaire ouverte BT22
 - Bitroncature triangulaire à Dos BT23
- Bitroncature trapézoïdale BT3
 - Bitroncature trapézoïdale occluse BT31
 - Bitroncature trapézoïdale ouverte BT32
 - Bitroncature trapézoïdale rhomboïdale BT33
- Bitroncature et piquant-trièdre BTx

ORDRE DES PLANS

GROUPÉ DES FOLIACES

- Foliacé uniface élémentaire F1
 - Racloir foliacé F1
 - Troncature foliacée F12
 - Pointe foliacée à retouches unilatérales F13
 - Pointe foliacée à retouches bilatérales F14
 - Ogive foliacée F15
- Foliacé uniface composé F2
 - Pièce foliacée à base tronquée F21
 - Pièce foliacée à cran F22
 - Pièce foliacée pédonculée F23
 - Pièce foliacée géométrique géométrique F24
- Foliacé biface F3

ORDRE DES BURINS

GRUPE DES BURINS

- Burin sur méplat B1
 - Burin sur plat B11
 - Burin sur cassure B12
 - Burin sur retouche B2
 - Burin à pan latéral sur retouche latérale B21
 - Burin à pan latéral sur retouche transversale B22
 - Burin à pan transversal sur retouche transversale B23
 - Burin bipan B3
 - Burin à pans latéraux B31
 - Burin à pans latéro-transversal B32
 - Burin à retouche d'arrêt B4
- Morphologie du tranchant : rectiligne rect
 sigmoïde sigm
 polygonal polyg
- Direction du tranchant : normal n
 plan direct (d) ou plan inverse (i)
 mixte : normal plan direct nd
 normal plan inverse ni
 normal plan biface nb

ORDRE DES ECAILLES

- Pièce écaillée E1

DIVERS

- Pièces dont la systématique est en cours d'élaboration :
Polyèdres, bifaces, hachereaux, outils polis.

Exemple d'une synthèse analytique de critères descriptifs :

(LIVACHE 1974 p. 18)

Niveau d'analyse	Toutes les pièces de l'industrie ayant les critères suivants en commun :
Ordre des Abrupts	la retouche abrupte. ((A))
Groupe des Pointes à dos (PD)	la retouche abrupte façonne une pointe ((pte A))
Classe PD profond	la retouche abrupte profonde façonne une pointe ((pte Ap))
Type - primaire PD profond total	la retouche abrupte profonde occupe tout le bord et façonne une pointe ((pte Ap tot))
Variété : PD profond total rectiligne à retouche basale plate inverse «pte des Vachons»	la retouche abrupte profonde rectiligne occupant tout le bord façonne une pointe et est surimposée à la base par une retouche plate inverse ((pte Ap tot rect)) / = Pi prox

Niveau d'analyse	Structure
Ordre	Structure fondamentale ou structure d'ordre
Groupe	Structure élémentaire ou structure de groupe
Classe	Structure élémentaire ou structure de classe
Type - primaire	Structure développée ou structure de type-primaire

Ces définitions une fois admises permettent de diviser notre étude en 7 étapes différentes :

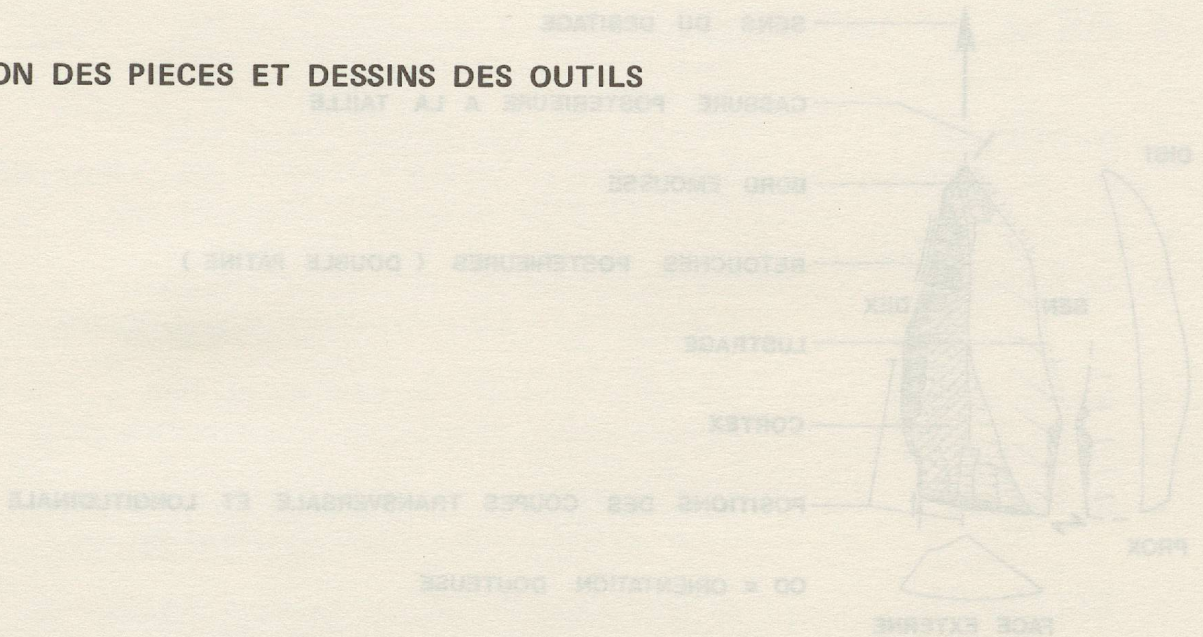
4. description des pièces (formule analytique) et dessins .
5. décomptes des types - primaires, classes, groupes et ordres typologiques. Premières vues d'ensemble.
6. étude de la structure modale : répartition des différents ordres typologiques dans les différents ordres typologiques dans les différents niveaux, étude des variations.
7. étude de la structure morphologique : répartition des types - primaires, des classes et des groupes dans les différents niveaux.
8. étude de la structure technique : étude des différents types de débitage.
9. étude de la structure typométrique : étude statistique des mesures des pièces.
10. étude des relations entre ces différentes structures. Synthèse structurale et dynamique de l'outillage.

La structure physique (nature de la masse initiale) n'est pas étudiée ici, bien qu'elle constitue un champ de recherche pour la région du sud du lac de Neuchâtel intéressant et inédit. Par tradition (ou par dogmatisme) les auteurs admettent que les silex néolithiques du Jura proviennent pour la plupart du Grand-Pressigny. A notre avis, une recherche détaillée des gisements locaux (affleurements de Crétacé par exemple) et une étude systématique de la nature pétrographique des silex utilisés permettraient d'élaborer de nouvelles hypothèses quant à l'industrie d'extraction ou de commerce des silex. Il en va de même avec les matériaux utilisés pour les outils lithiques polis. Ce genre de recherche a été amorcé à Clairvaux et à Auvèrrier, mais n'est pas encore assez avancé pour pouvoir en discuter. Notons simplement qu'à Yvonand les silex sont de nature très variable et dans leur grande majorité de «bonne qualité». On n'y trouve quasiment pas d'accidents de taille dus à des défauts de la masse initiale.

CHAPITRE QUATRE : ANALYSE.

EXEMPLE

DESCRIPTION DES PIÈCES ET DESSINS DES OUTILS



Les abréviations utilisées, outre celles qui ont été expliquées au chapitre précédent, sont en général directement compréhensibles. En voici quelques exemples :

Cass = Cassure, en général postérieure à la taille. (Double patine)

LUST = Lustrage (toujours marginal)

Emous = bord émoussé

Fm = Fragment (pour pièces à cassures transversales)

OD = Orientation Douteuse, non définie précisément *

* Note : lorsqu'il n'est pas possible de déterminer avec certitude l'axe de percussion de l'éclat, on pourrait également parler d'une «orientation morphologique» définie par l'orientation du couple sommet-base et par la forme de l'objet. Cette orientation OBS (Orientation Base Sommet) est, dans nos pièces dessinées, l'axe de la page pour les objets «OD».

Talons : Tpun = punctiforme
 Tlis = lisse ou linéaire
 Tdie = dièdre
 Tfac = facetté
 Tind = indéterminé

L'indice d'allongement $I_a = \frac{L}{l}$ définit 4 classes : (Cf. chap. 9)

LE = Long étroit) lames
 LL = Long large)
 CE = Court étroit) éclats
 CL = Court large)

L'indice d'épaisseur $I_e = \frac{l \text{ ou } L}{e}$ définit 3 classes :

pl = plat
 ép = épais
 ca = caréné

Les données typométriques, exprimées en mm, sont dans l'ordre :

Longueur - largeur - épaisseur. Les dimensions fragmentaires sont entre parenthèses. Ex.: fm (32) 24 7.

EXEMPLE

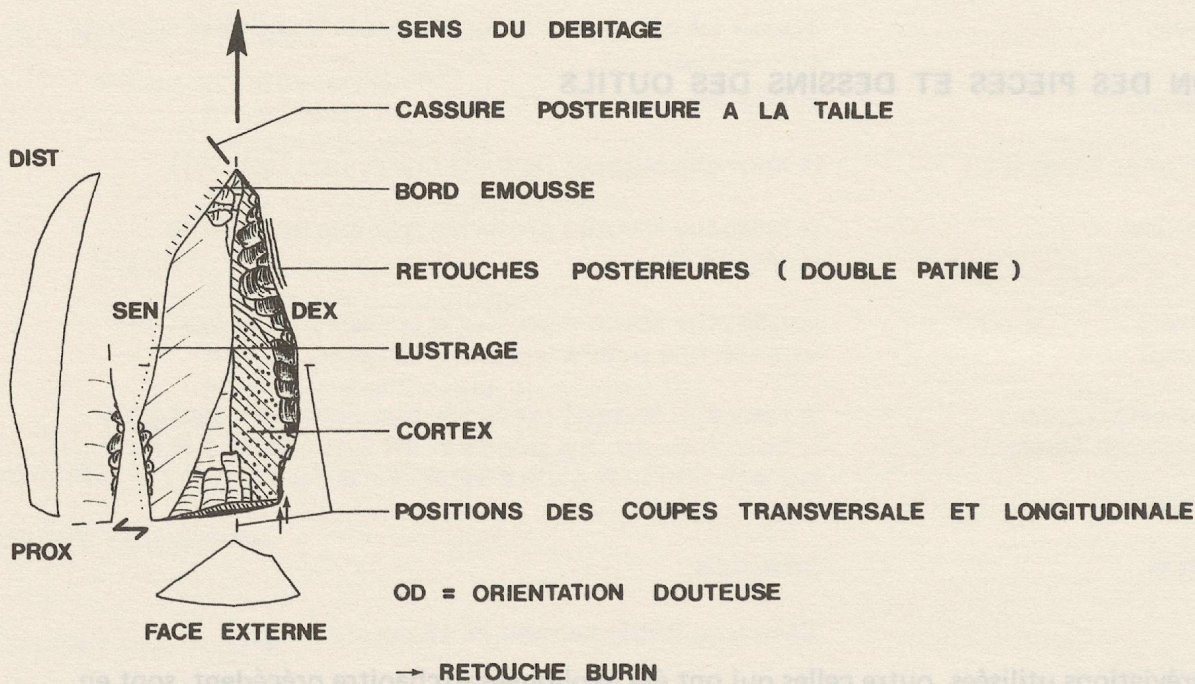


Figure 9 : Exemple de dessin d'une pièce et légende des symboles utilisés.

Description en formule analytique :

43/20/6. Ia = 2,15. Ic = 3,33. Icp = 5,25. Long large plat. Talon plan. R21 lat dext tot .

R11 / -Bllprox ((Spd lam cvx = S(P) pd env dist -Bprox trcht nd polyg . Sm bif lat sen prox == LUSTmd més prox - Emouss dist)) / + Cass trsv dist dte conv

Description en langage non codé :

Outil triple, composé de 2 types essentiels et d'un type secondaire :

- Racloir plat latéral dextre à retouches profondes totales, opposé à un
- Racloir plat latéral à retouches liminales, et
- Burin sur plat proximal dextre.

Ces types-primaires sont obtenus par les retouches suivantes :

- Retouches simples profondes directes laminaires convexes, auxquelles sont surimposées dans la partie distale des retouches simples, à tendance plate, profondes directes envahissantes.
- Ces retouches sont opposées à des retouches simples marginales bifaciales latérales senestres proximales, en continuité et en sous imposition d'un lustrage marginal direct méso-proximal, lui-même en continuité avec un émoussage du bord distal.
- Le burin est obtenu par un tranchant mixte (normal plan direct) polygonal.
- L'extrémité distale présente une cassure droite transversale convergente.
- Le cortex est en partie conservé sur un flanc dextre de la face externe.

1. fm $\overline{RO1}$ sen (25) 22 5 . Ia=1,13 . Ie=2,42 . CE.pl. Tind.
((enc Spd prox - Slli)) . Slli / Cass bitrsv rect
2. $\overline{RO1}$ sen 38 18 7 . Ia=2,11 . Ie=2,57 . LL.pl. Tlis.
((enc Smd som - Sli més dist)) / = LUST
3. fm $\overline{RO1}$ bilat (26) 29 4 . Ia=0,8 . Ie=6,44 . CL.pl. Tind.
((* Sld sen tot . Sm(env)i prox * . * Sld - e Smd méd - Sld *)) = LUST m bif sen / + Cass bitrsv rect
4. fm $\overline{RO1}$ dex (19) 20 6 . Ia=0,95 . Ie=2,92 . CE.pl. Tlis.
((Sld tot)) / = LUST m bif dex / + Cass trsv rect
5. fm $\overline{RO1}$ sen rect (49) 19 4 . Ia=2,57 . Ie=4,75 . LL.pl. Tind.
((Sld prox--dist . Sli méd cc)) /+ Cass rect trsv prox
6. $\overline{RO1}$ sen rect 43 19 5 . Ia=2,26 . Ie=3,8 . LL.pl. Tpun.
((Slli sen més dist)) = LUST / . d Smd dist cvx
7. $\overline{RO1}$ bilat 47 18 7 . Ia=2,61 . Ie=2,6 . LL(E).pl. Tfac cc.
((Slld prox sen -Slli méd)) . ((dSlld més prox - dSlli prox - Slld prox)) / = LUST dex /+ Cass trsv dex
8. $\overline{RO1}$ dex 58 20 9 . Ia=2,83 . Ie=2,28 . LE.pl. Tlis.
((Slld dist))
9. RO2 dist 27 49 8 . Ia=0,55 . Ie=3,33 . CLL.pl. Tind.
((Sli trsv rect div)) / . Spi
10. fm $\overline{R11}$ sen (26) 21 6 . Ia=1,24 . Ie=3,5 . CE.pl. Tind.
((Smd (env) lat rect tot . Smi)) /+ Cass bitrsv rect
11. fm $\overline{R11}$ bilat rect (33) 29 8 . Ia=1,13 . Ie=3,62 . CE.pl.Tind.
((Smd dist dex - Sli cc)) . ((Spd (env) tot = dSpd dist . dSmi méd - eSli dist)) / + Cass bitrsv rect
12. $\overline{R11}$ sen cvx 41 22 5 . Ia=1,86 . Ie=4,4 . LL.pl. Tlis.
((Smd tot)) . Sli més prox - S (env) mi dist
13. $\overline{R11}$ sen rect 44 17 7 . Ia=2,58 . Ie=2,42 . LL.pl. Tlis.
((Smd més dist)) / enc som d récente (truelle)
14. $\overline{R11}$ sen rect 56 16 6 . Ia=3,5 . Ie=2,66 . LE.pl. Tind.
((Smd rect tot = LUST m)) / + Cass trsv dist = Sld div rect . Sli méd
15. $\overline{R11}$ sen sin 78 22 9 . Ia=3,54 . Ie=2,4 . LE.pl(ép) . Tlis.
((Smd discount prox rect - dist cvx . Sli cc)) / .
Méplat total normal dex = Smd scal prox -- Smd dist
(lame à crête).

RO1 = Racloir plat latéral à retouches liminales

RO2 = Racloir plat transversal à retouches liminales

R11 = Racloir plat latéral à retouches marginales

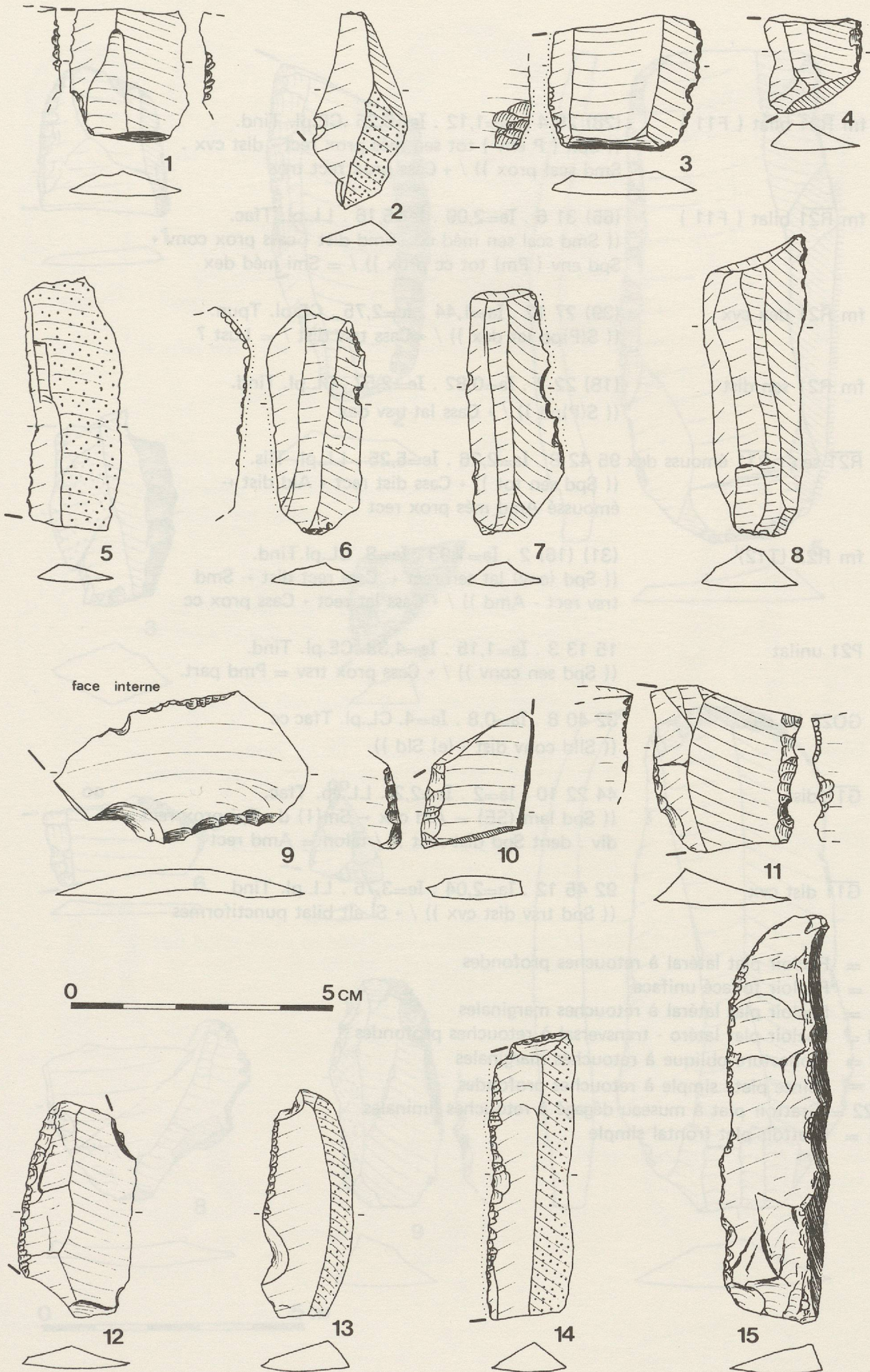


Figure 10 : Dessins des outils. Niveau 8 : ordre simple

1. fm $\overline{R21}$ bilat (F11) (28) 25 4 . Ia=1,12 . Ie=6,25 . CE.pl. Tind.
((Spd (P env) tot sen més prox rect - dist cvx .
Smd scal prox)) / + Cass prox rect trsv
2. fm $\overline{R21}$ bilat (F11) (65) 31 6 . Ia=2,09 . Ie=5,16 . LL.pl. Tfac.
((Smd scal sen méd cc - Smd dist + cass prox conv +
Spd env (Pm) tot cc prox)) / = Smi méd dex
3. fm $\overline{R21}$ dex cvx (39) 27 12 . Ia=1,44 . Ie=2,75 . CE.pl. Tpun.
((S(P)pd lat dex)) / + Cass trsv dist / = Lust ?
4. fm R21 sen dist (18) 22 7 . Ia=0,82 . Ie=2,57 . CL.pl. Tind.
((S(P)pd)) / + Cass lat-trsv dex
5. $\overline{R21}$ sen . $\overline{R11}$ émouss dex 95 42 8 . Ia=2,26 . Ie=5,25 . LL.pl. Tlis.
((Spd sen tot)) + Cass dist rect + Ald dist +
émoussé Amd més prox rect
6. fm R23 (T12) (31) (16) 2 . Ia=1,93 . Ie=8. LL.pl.Tind.
((Spd (env) lat sen rect +- Cass rect dist +- Smd
trsv rect - Amd)) / + Cass lat rect + Cass prox cc
7. P21 unilat 15 13 3 . Ia=1,15 . Ie=4,33. CE.pl. Tind.
((Spd sen conv)) / + Cass prox trsv = Pmd part.
8. GO22 lat dex 32 40 8 . Ia=0,8 . Ie=4. CL.pl. Tfac cc
((Sld conv dist - (e) Sld))
9. $\overline{G11}$ dist 44 22 10 . Ia=2 . Ie=2,2 . LL.ép. Tfac.
((Spd lam (SE) = Ald cvx +- Sm(I) d - Spi prox rect
div . dent Spd dist rect)) / talon = Amd rect
10. $\overline{G11}$ dist cvx 92 45 12 . Ia=2,04 . Ie=3,75 . LL.pl. Tind.
((Spd trsv dist cvx)) / + Sl alt bilat punctiformes

R21 = Racloir plat latéral à retouches profondes

F11 = Racloir foliacé uniface

R11 = Racloir plat latéral à retouches marginales

R23 = Racloir plat latéro - transversal à retouches profondes

T12 = Troncature oblique à retouches marginales

P21 = Pointe plate simple à retouches profondes

GO22 = Grattoir plat à museau dégagé à retouches liminales

G11 = Grattoir plat frontal simple

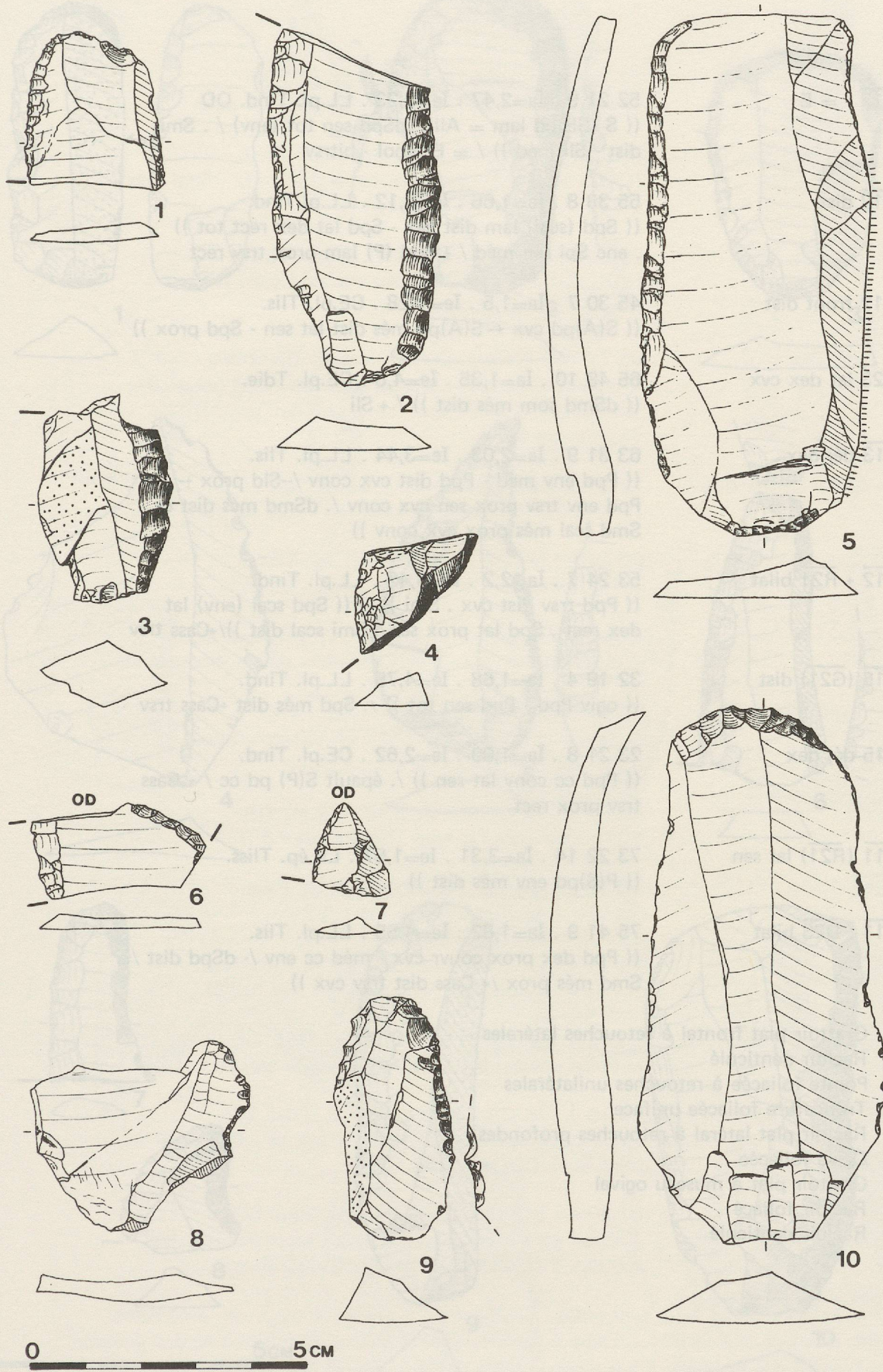


Figure 11 : Dessins des outils. Niveau 8 : ordre simple

1. $\overline{G12} / = E$ 52 21 9 . $I_a=2,47$. $I_e=2,23$. LL.pl. Tind. OD
((S (SE)pd lam = Alli - dSpd sen tot (env) / . Smi
dist - Sli méd)) / = E bipol - bitrsv
2. $\overline{G12}$ dist 55 33 8 . $I_a=1,66$. $I_e=4,12$. LL.pl.Tind.
((Spd (scal) lam dist cvx - Spd lat dex rect tot))
. enc Spi sen méd / + Spd (P) lam prox trsv rect
3. G12 front dist 45 30 7 . $I_a=1,5$. $I_e=4,28$. CE.pl. Tlis.
((S(A)pd cvx +-S(A)pd més dist lat sen - Spd prox))
4. D23 lat dex cvx 65 48 10 . $I_a=1,35$. $I_e=4,8$. CE.pl. Tdie.
((dSmd som més dist)) / + Sli
5. $\overline{F13}$ déj dex 63 31 9 . $I_a=2,03$. $I_e=3,44$. LL.pl. Tlis.
((Ppd env méd - Ppd dist cvx conv /--Sld prox +-
Ppd env trsv prox sen cvx conv / . dSmd més dist cc -
Smd scal més prox cvx conv))
6. $\overline{F12} + \overline{R21}$ bilat 53 24 7 . $I_a=2,2$. $I_e=3,42$. LL.pl. Tind.
((Ppd trsv dist cvx . Smi)) +- ((Spd scal (env) lat
dex rect . Spd lat prox sen . Smi scal dist))/+Cass trsv
7. $\overline{F15}$ ($\overline{G21}$) dist 32 19 4 . $I_a=1,68$. $I_e=4,75$. LL.pl. Tind.
((ogiv Ppd - Ppd sen tot)) / . Spd més dist +Cass trsv
8. F15 déj dex 23 21 8 . $I_a=1,09$. $I_e=2,62$. CE.pl. Tind.
((Ppd cc conv lat sen)) / . épault S(P) pd cc / + Cass
trsv prox rect
9. $\overline{F11}$ ($\overline{R21}$) lat sen 73 22 14 . $I_a=3,31$. $I_e=1,57$. LE.ép. Tliss.
((P(S)pd env més dist))
10. $\overline{F11}$. $\overline{D23}$ bilat 75 41 9 . $I_a=1,82$. $I_e=4,55$. LL.pl. Tlis.
((Ppd dex prox couvr cvx - méd cc env /- dSpd dist / .
Smd més prox /+ Cass dist trsv cvx))

- G12 = Grattoir plat frontal à retouches latérales
D23 = Racloir denticulé
F13 = Pointe foliacée à retouches unilatérales
F12 = Troncature foliacée uniface
R21 = Racloir plat latéral à retouches profondes
F15 = Ogive foliacée
G21 = Grattoir plat à museau ogival
F11 = Racloir foliacé
D23 = Racloir denticulé

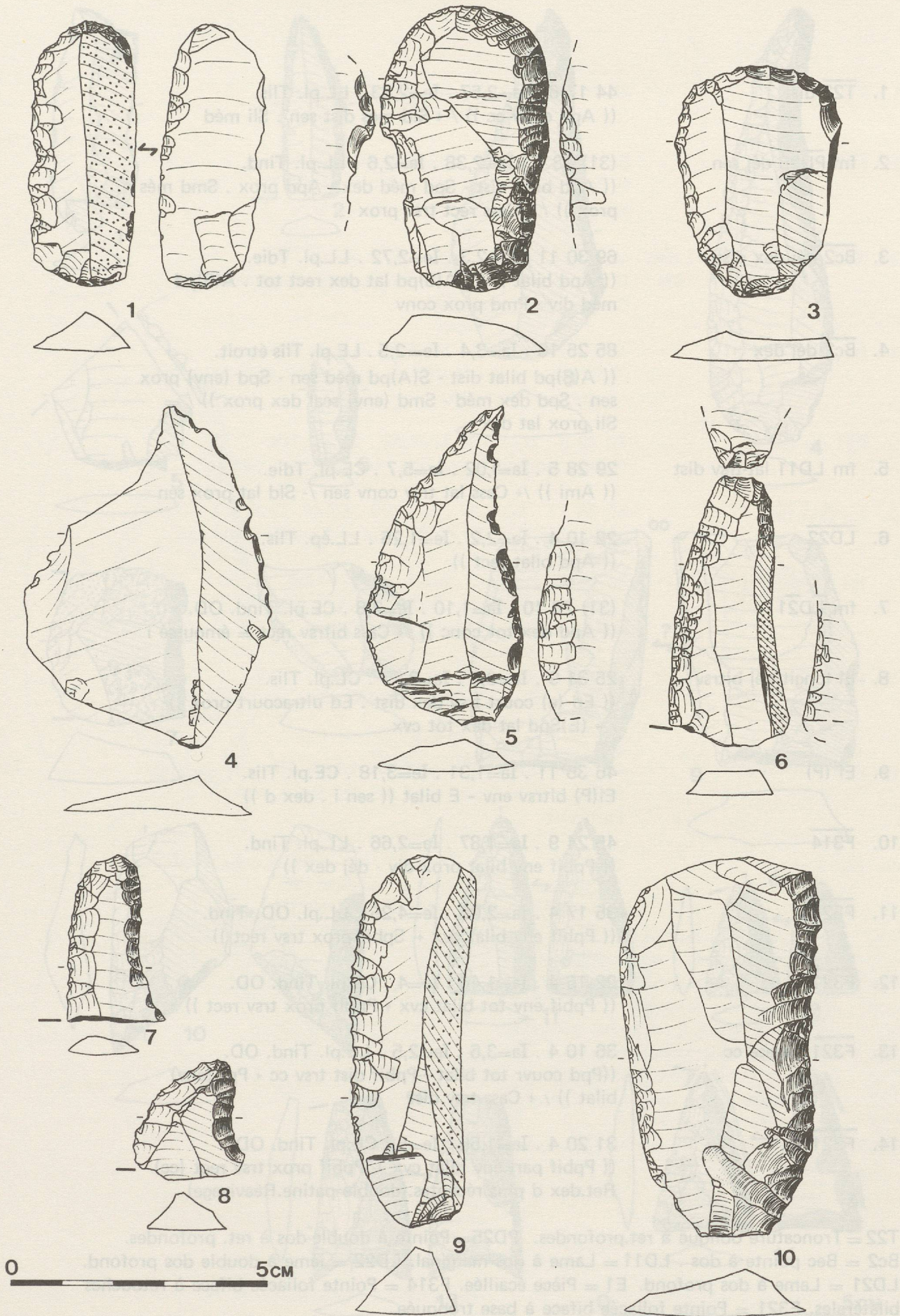


Figure 12 : Dessins des outils. Niveau 8 : ordres simple et plan

1. $\overline{T22}$ dist 44 17 6 . Ia=2,57 . Ie=2,83 . LL.pl. Tlis.
((Apd conv cc)) / + Sld més dist sen . Sli méd
2. fm $\overline{PD25}$ déj sen (31) 13 5 . Ia=2,38 . Ie=2,6 . LL.pl. Tind.
((Apd bilat dist - Spd méd dex - Apd prox . Smd més prox)) / + Cass rect trsv prox
3. $\overline{Bc2}$ déj dex dist 69 30 11 . Ia=2,3 . Ie=2,72 . LL.pl. Tdie.
((Apd bilat)) / - A(S)pd lat dex rect tot . A(S)pd méd div - Pmd prox conv
4. $\overline{Bc2}$ déj dex 85 25 10 . Ia=3,4 . Ie=2,5 . LE.pl. Tlis étroit.
((A(S)pd bilat dist - S(A)pd méd sen - Spd (env) prox sen . Spd dex méd - Smd (env) scal dex prox)) / = Sli prox lat dex
5. fm $\overline{LD11}$ lat-trsv dist 29 28 5 . Ia=1,02 . Ie=5,7 . CE.pl. Tdie.
((Ami)) /+ Cass lat trsv conv sen /- Sld lat prox sen
6. $\overline{LD22}$ 22 10 4 . Ia=2,2 . Ie=1,25 . LL.ép. Tlis.
((Apd bilat rect))
7. fm $\overline{LD21}$ (31) 28 10 . Ia=1,10 . Ie=2,8 . CE.pl. Tind. OD.
((Apd dex tot conc)) /+ Cass bitrsv rect = émoussé i
8. E1 longit déj bitrsv 25 31 9 . Ia=0,8 . Ie=2,77 . CL.pl. Tlis.
((Ed (e) court trsv dex dist . Ed ultracourt prox)) / + (E)Spd lat dex tot cvx
9. E1 (P) 46 35 11 . Ia=1,31 . Ie=3,18 . CE.pl. Tlis.
E1(P) bitrsv env - E bilat ((sen i . dex d))
10. $\overline{F314}$ 45 24 9 . Ia=1,87 . Ie=2,66 . LL.pl. Tind.
((Ppbif env bilat prox div - déj dex))
11. $\overline{F321}$ 35 17 4 . Ia=2,05 . Ie=4,25 . LL.pl. OD. Tind.
((Ppbif env bilat cvx + Spbif prox trsv rect))
12. $\overline{F321}$ 22 15 4 . Ia=1,46 . Ie=4 . CE.pl. Tind. OD.
((Ppbif env tot bilat cvx + Ppbif prox trsv rect))
13. $\overline{F321}$ à base cc 36 10 4 . Ia=3,6 . Ie=2,5 . LE.pl. Tind. OD.
((Ppd couvr tot bilat +Ppbif dist trsv cc + Ppi (env) bilat)) / + Cass trsv dist
14. $\overline{F321}$ 31 20 4 . Ia=1,55 . Ie=5 . CE.pl. Tind. OD.
((Ppbif part.env bilat cvx +- Ppbif prox trsv rect (cc) Ret.dex d plus récentes.(double patine.Réavivage)

T22 = Troncature oblique à ret.profondes. PD25 = Pointe à double-dos à ret. profondes.
Bc2 = Bec pointe à dos . LD11 = Lame à dos marginal. LD22 = lame à double dos profond.
LD21 = Lame à dos profond. E1 = Pièce écaillée. F314 = Pointe foliacée biface à retouches bilatérales. F321 = Pointe foliacée biface à base tronquée.

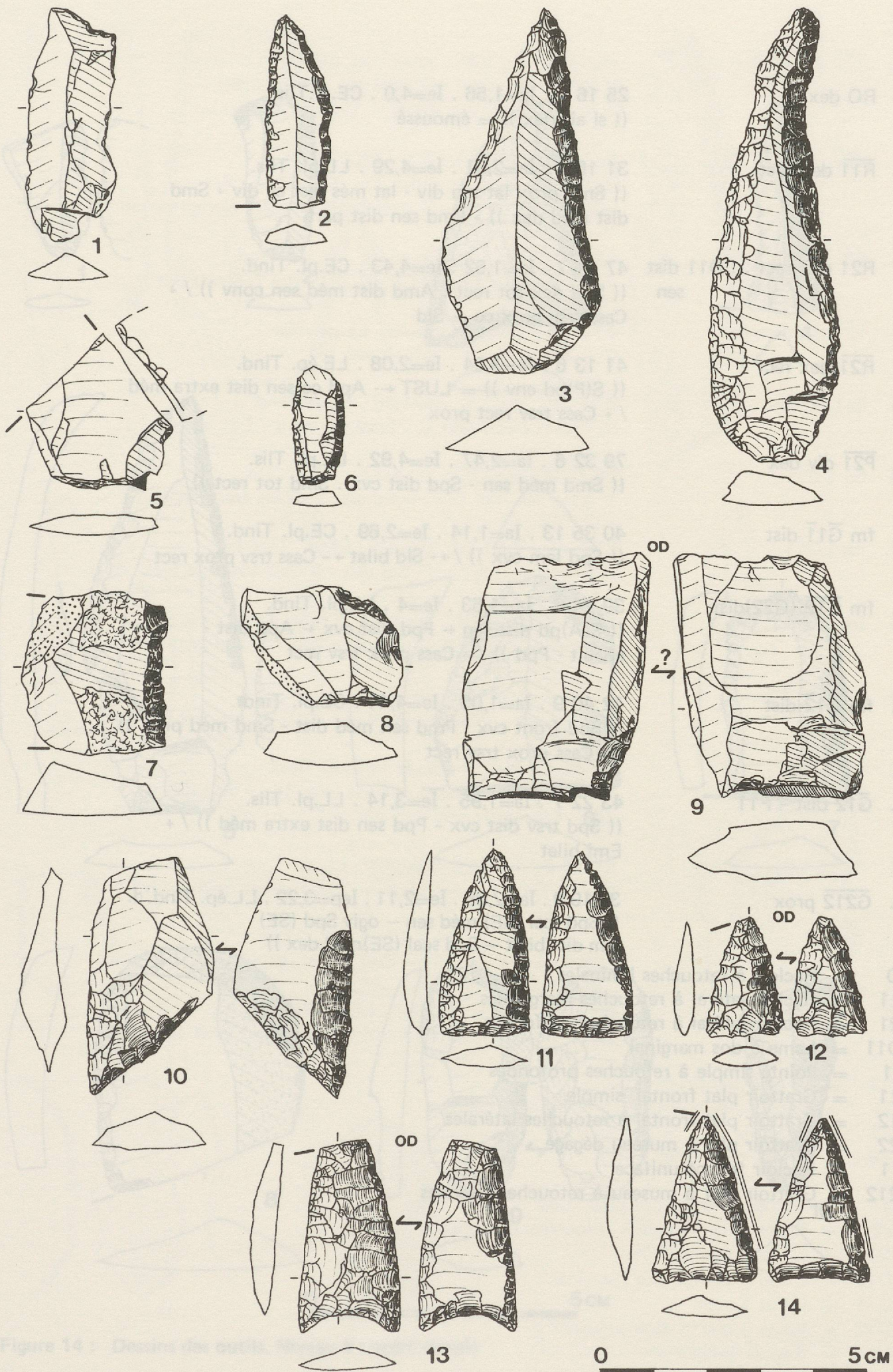


Figure 13 : Dessins des outils. Niveau 8 : ordres abrupt, et écaillé

1. RO dex 25 16 4 . Ia=1,56 . Ie=4,0 . CE.pl. Tlis
((sl alt dex)) = émoussé
2. $\overline{R11}$ dex rect 31 15 4 . Ia=2,01 . Ie=4,29 . LL.pl. Tlis.
((Smd prox lat sen div - lat més dist cc div + Smd
dist méd dex)) + Pmd sen dist part
3. R21 dex rect . LD11 dist 47 31 7 . Ia=1,52 . Ie=4,43 . CE.pl. Tind.
sen ((Spd dex tot rect . Amd dist méd sen conv)) / +
Cass trsv prox cc = Sld
4. $\overline{R21}$ dex rect 41 13 6 . Ia=3,04 . Ie=2,08 . LE.ép. Tind.
((S(P)pd env)) = LUST +- Apd cc sen dist extra méd
/ + Cass trsv rect prox
5. $\overline{P21}$ div dex 79 32 6 . Ia=2,47 . Ie=4,92 . LL.pl. Tlis.
((Smd méd sen - Spd dist cvx . Smd tot rect))
6. fm $\overline{G11}$ dist 40 35 13 . Ia=1,14 . Ie=2,69 . CE.pl. Tind.
((Spd lam cvx)) / +- Sld bilat +- Cass trsv prox rect
7. fm $\overline{G12}$ (G22)dist 39 24 6 . Ia=1,63 . Ie=4 . LL.pl. Tind.
((S(A)pd dist sen + Ppd dist cvx +- Apd dist -
épault - Ppd)) / + Cass prox trsv rect
8. fm $\overline{G12}$ dist 42 40 9 . Ia=1,05 . Ie=4,44 . CE.pl. Tind.
((Spd front cvx - Pmd sen méd dist - Smd méd prox))
/ + Cass prox trsv rect
9. $\overline{G12}$ dist - $\overline{F11}$ 43 22 7 . Ia=1,95 . Ie=3,14 . LL.pl. Tlis.
((Spd trsv dist cvx - Ppd sen dist extra méd)) / +
Emi bilat
10. $\overline{G212}$ prox 39 19 9 . Ia=2,05 . Ie=2,11 . Iep=3,22 . LL.ép. Tind. d.
((Spd scal (SE) méd sen - ogiv Spd (SE)
lam dist bilat - Spd scal (SE)méd dex))

- RO = Racloir à retouches liminales
R11 = Racloir latéral à retouches marginales
R21 = Racloir latéral à retouches profondes
LD11 = Lame à dos marginal
P21 = Pointe simple à retouches profondes
G11 = Grattoir plat frontal simple
G12 = Grattoir plat frontal à retouches latérales
G22 = Grattoir plat à museau dégagé
F11 = Racloir foliacé uniface
G212 = Grattoir plat à museau à retouches latérales

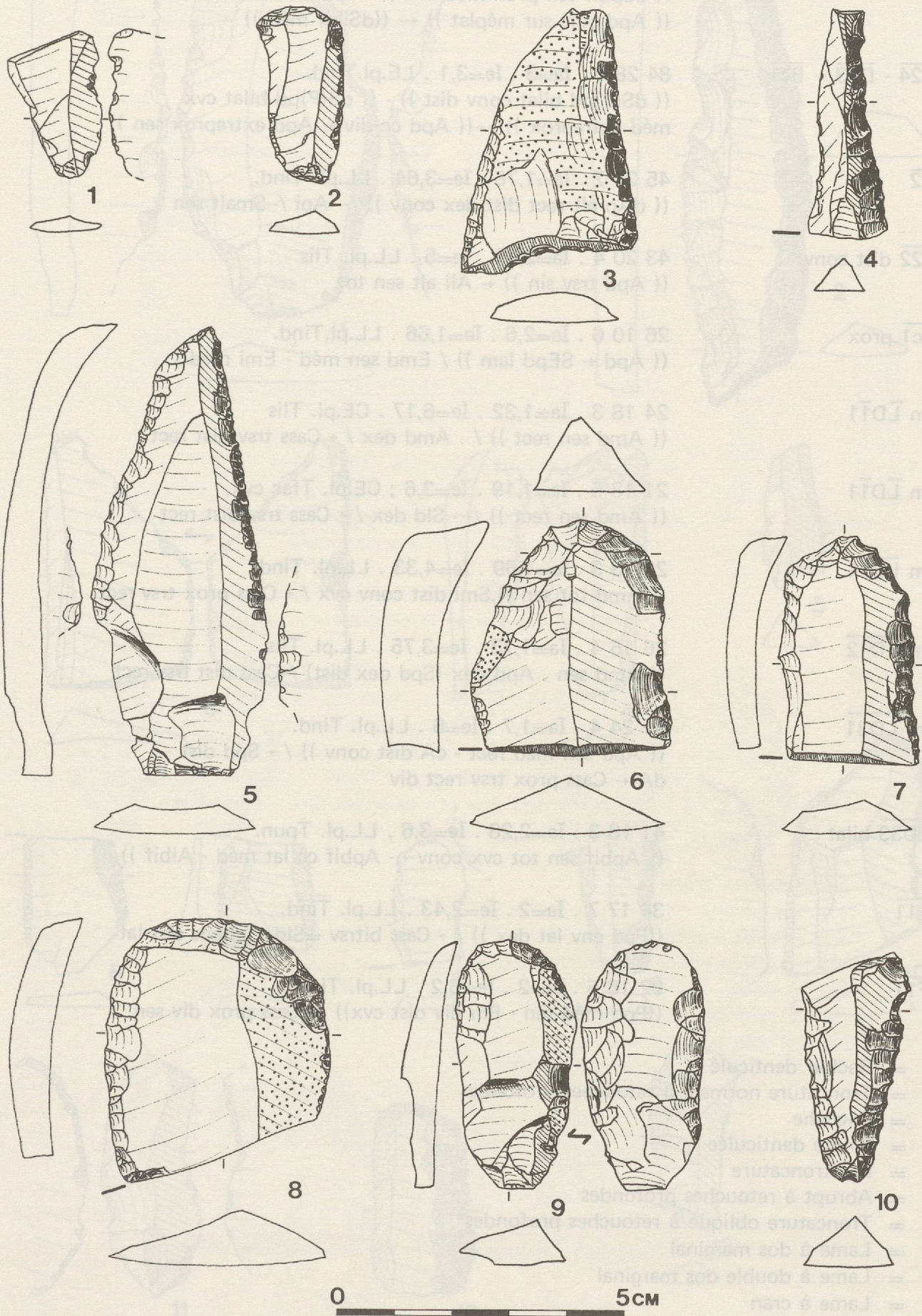


Figure 14 : Dessins des outils. Niveau 6 : ordre simple

1. $\overline{D23}$ sen +- $\overline{T21}$ +- $\overline{D21}$ 69 35 7 . Ia=1,97 . Ie=5 . LL.pl. Tlis.
((dSpbif sen prox méd cvx)) - Ppd env dist +-
((Apd part sur méplat)) +- ((dSlbif méd))
2. $\overline{D24}$ - $\overline{D23}$ +- $\overline{Bc1}$ 84 28 9 . Ia=3 . Ie=3,1 . LE.pl.Tind.
((dS(P)pd bilat conv dist)) - ((dS(P)pd bilat cvx
méd extraprox)) +-((Apd cc div +- Apd extraprox sen))
3. $\overline{A2}$ 45 25 7 . Ia=1,76 . Ie=3,64 . LL.pl. Tind.
((dAp alt rect dist dex conv)) /-- Api /--Smalt sen
4. $\overline{T22}$ dist conv 43 20 4 . Ia=2,15 . Ie=5 . LL.pl. Tlis
((Apd trsv sin)) +- Ali alt sen tot
5. $\overline{Bc1}$ prox 26 10 6 . Ia=2,6 . Ie=1,66 . LL.pl.Tind.
((Apd +- SEpd lam)) / Emd sen méd - Emi méd
6. fm $\overline{LD11}$ 24 18 3 . Ia=1,32 . Ie=6,17 . CE.pl. Tlis
((Amd sen rect)) / . Amd dex / + Cass trsv dist rect
7. fm $\overline{LD11}$ 21 18 5 . Ia=1,19 . Ie=3,6 ; CE.pl. Tfac cvx.
((Amd sen rect)) /+- Sld dex / + Cass trsv dist rect
8. fm $\overline{LD11}$ 22 13 3 . Ia=1,69 . Ie=4,33 . LL.pl. Tind.
((Amd tot sen)) .Smi dist conv cvx / + Cass prox trsv rect
9. fm $\overline{LD12}$ 26 15 4 . Ia=1,73 . Ie=3,75 . LL.pl. Tlis.
((Amd sen . Apd dex (Spd dex dist) /+Cass dist trsv rect
10. fm $\overline{LD31}$ 41 24 4 . Ia=1,7 . Ie=6 . LL.pl. Tind.
((Apd sen méd rect - cA dist conv)) / + Spd dist -
dA +- Cass prox trsv rect div
11. $\overline{LD33}$ bilat 41 18 3 . Ia=2,28 . Ie=3,6 . LL.pl. Tpun.
((Apbif sen tot cvx conv +- Apbif cc lat méd - Albif))
12. $\overline{F11}$ 34 17 7 . Ia=2 . Ie=2,43 . LL.pl. Tind.
((Ppd env lat dex)) / + Cass bitrsv =Sld . émous sen lat
13. $\overline{F11}$ 32 16 5 . Ia=2 . Ie=3,2 . LL.pl. Tind.
((Ppd méd sen - Pm div dist cvx)) /+ Cass prox div sen

- D23 = Racloir denticulé
T21 = Troncature normale à retouches profondes
D21 = Encoche
D24 = Pointe denticulée
Bc1 = Bec troncature
A2 = Abrupt à retouches profondes
T22 = Troncature oblique à retouches profondes
LD11 = Lame à dos marginal
LD12 = Lame à double dos marginal
LD31 = Lame à cran
LD33 = Lame à dos et cran adjacent
F11 = Racloir foliacé

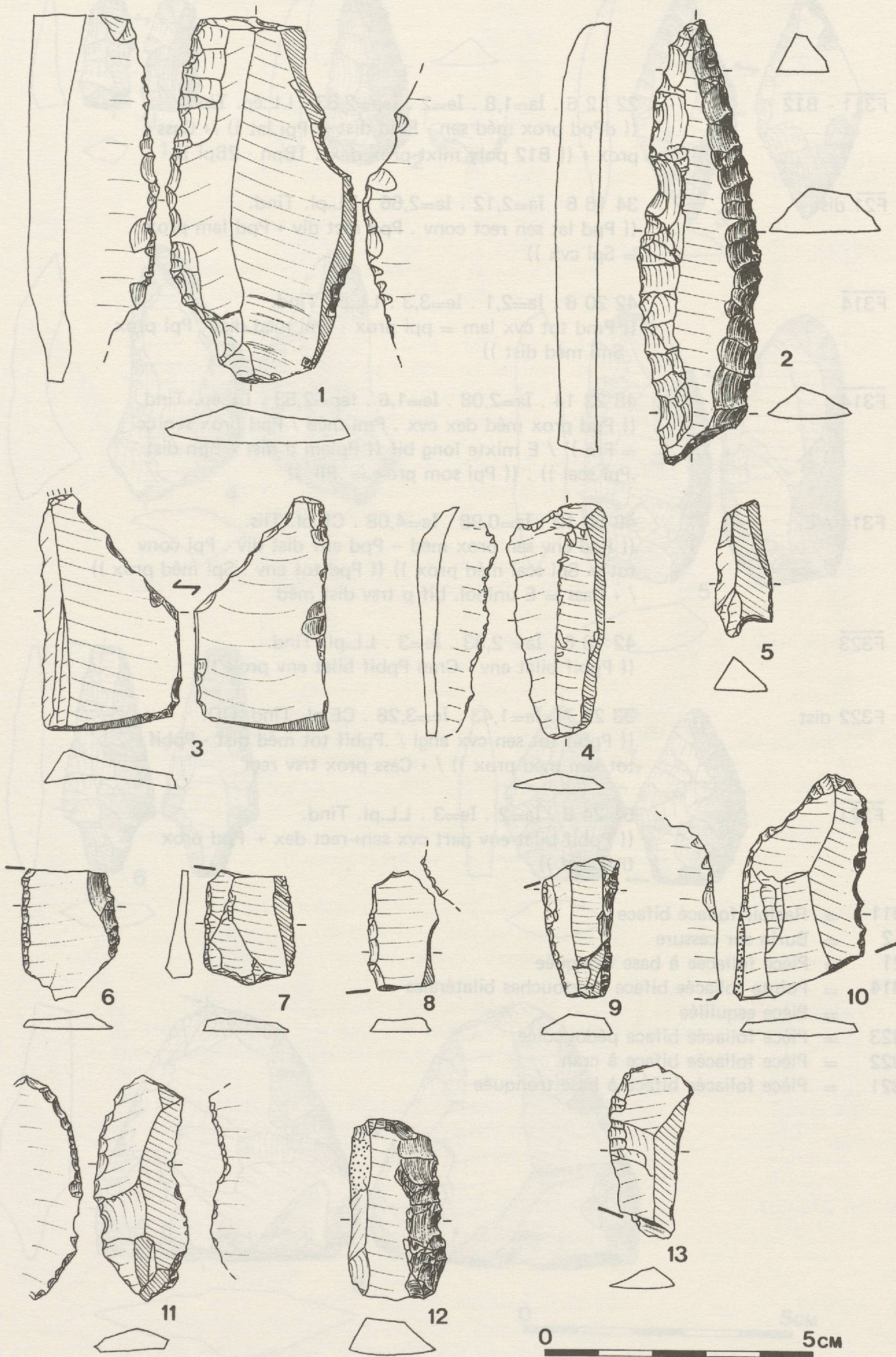


Figure 15 : Dessins des outils. Niveau 6 : ordres simple, abrupt, plan

1. $\overline{F311} - \overline{B12}$ 22 12 6 . Ia=1,8 . Ie=2 . Iep=2,83 . LL.ép. Tind.
((dPpd prox méd sen - Pmd dist = Ppi lat)) /+ Cass prox + ((B12 poly mixt prox dex : 1Bpn - 2Bpi))
2. $\overline{F21}$ dist 34 16 6 . Ia=2,12 . Ie=2,66 . LL.pl. Tind.
((Ppd lat sen rect conv . Ppd rect div + Ppd lam prox = Spi cvx))
3. $\overline{F314}$ 42 20 6 . Ia=2,1 . Ie=3,3 . LL.pl. Tind.
((Pmd tot cvx lam = ppi prox - Smi méd dist . Ppi prox - Smi méd dist))
4. $\overline{F314}$ 48 23 14 . Ia=2,08 . Ie=1,6 . Iep=2,53 . LL.ép. Tind.
((Ppd prox méd dex cvx . Pmi méd / Ppd prox sen cc = Pm)) / E mixte long bif ((Pplam d dist / Bpn dist .Ppi scal)) . ((Ppi som prox = Pll))
5. $F314 / E$ 49 50 12 . Ia=0,98 . Ie=4,08 . CL.pl. Tlis.
((Ppd env sen prox méd -- Ppd env dist div . Ppi conv tot = Spi scal méd prox)) ((Ppd tot env . Spi méd prox)) / + Cass = E unipol. bif p trsv dist méd
6. $\overline{F323}$ 42 18 6 . Ia= 2,33 . Ie=3 . LL.pl. Tind.
((Ppbif bilat env - Cran Ppbif bilat env prox))
7. $F322$ dist 33 23 7 . Ia=1,43 . Ie=3,28 . CE.pl. Tind. OD.
((Ppbif tot sen cvx angl / .Ppbif tot méd dist - Ppbif tot lam méd prox)) / + Cass prox trsv rect
8. $\overline{F321}$ 51 24 8 . Ia=2 . Ie=3 . LL.pl. Tind.
((Ppbif bilat env part cvx sen+-rect dex +- Ppd prox trsv rect))

- F311 = Racloir foliacé biface
 B12 = Burin sur cassure
 F21 = Pièce foliacée à base tronquée
 F314 = Pointe foliacée biface à retouches bilatérales
 E = Pièce esquillée
 F323 = Pièce foliacée biface pédonculée
 F322 = Pièce foliacée biface à cran
 F321 = Pièce foliacée biface à base tronquée

- T21 = Troncature normale à retouches profondes
 D21 = Encoche
 D24 = Points denticulés
 Bc1 = Bec troncature
 A2 = Abrupt à retouches profondes
 T22 = Troncature oblique à retouches profondes
 LD11 = Lame à dos marginal
 LD12 = Lame à double dos marginal
 LD31 = Lame à cran
 LD33 = Lame à dos et cran adjacents
 F11 =

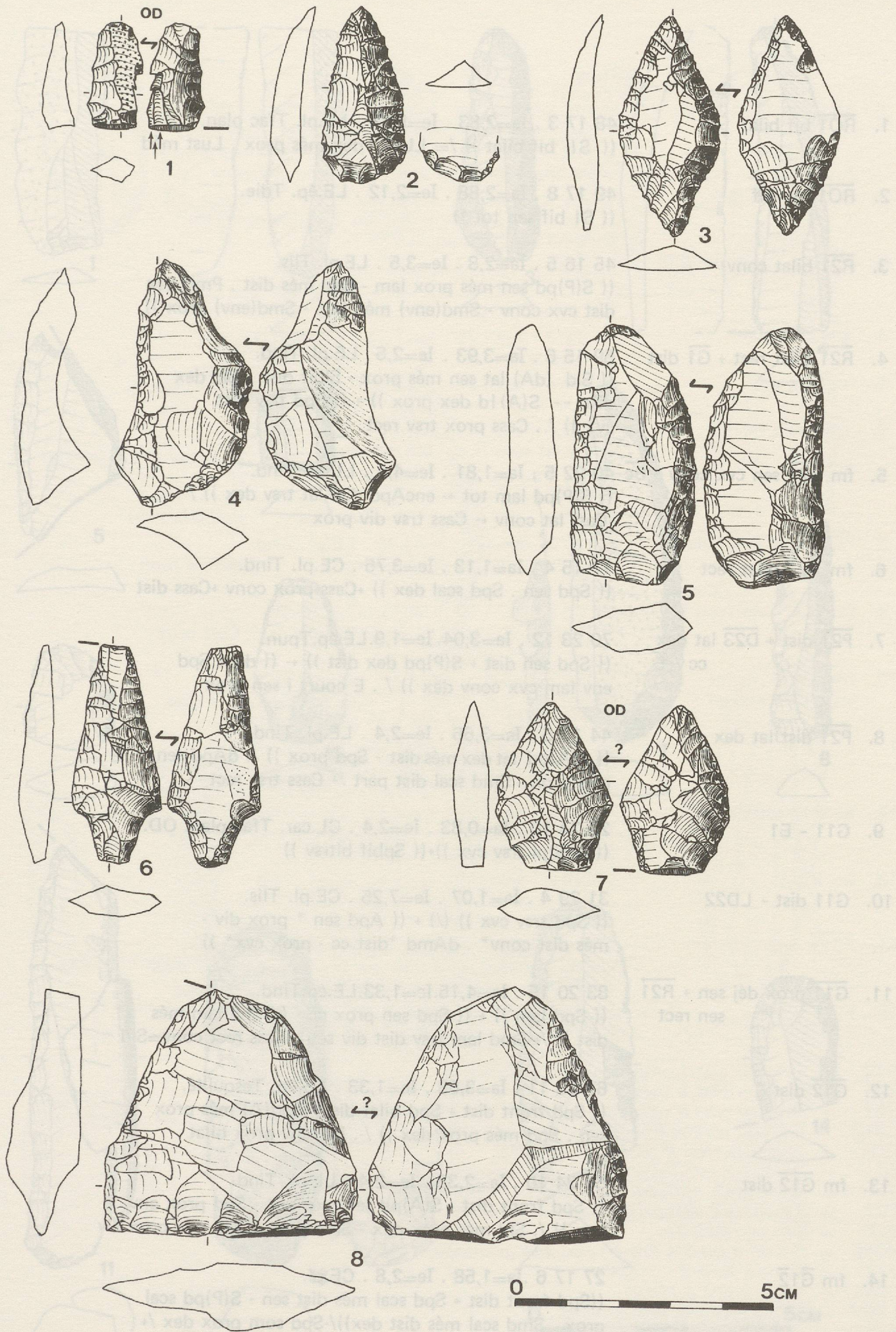


Figure 16 : Dessins des outils. Niveau 6 : ordre plan

1. $\overline{RO1}$ bif bilat 48 17 3 . $I_a=2,83$. $I_e=5,66$. LE.pl. Tfac plan.
((SII bif bilat)) /= LUSTi dex més prox . Lust méd
2. $\overline{RO1}$ sen bif 49 17 8 . $I_a=2,88$. $I_e=2,12$. LE.ép. Tdie.
((SI bif sen tot))
3. $\overline{R21}$ bilat conv 45 16 5 . $I_a=2,8$. $I_e=3,5$. LE pl. Tlis.
((S(P)pd sen més prox lam - Spd més dist . Pmd dex
dist cvx conv - Smd(env) méd lam - Smd(env) prox))
4. $\overline{R21}$ bilat rect + $\overline{G1}$ dist 59 15 6 . $I_a=3,93$. $I_e=2,5$. LE.pl. Tind.
((Sld (dA) lat sen més prox - Slibif dist . Sld dex
dist -- S(A)ld dex prox)) + ((Spd trsv dist
cvx)) / . Cass prox trsv rect
5. fm $\overline{R21}$ sen cvx conv + \overline{Bc} 40 22 5 . $I_a=1,81$. $I_e=4,4$. LL.pl. Tind.
((S(P)pd lam tot +- encApd dist lat trsv dex)) /
-Cass lat conv +- Cass trsv div prox
6. fm $\overline{R21}$ bilat rect 17 15 4 . $I_a=1,13$. $I_e=3,75$. CE.pl. Tind.
((Spd sen . Spd scal dex)) +Cass prox conv +Cass dist
7. $\overline{P21}$ dist + $\overline{D23}$ lat dex
cc / \overline{E} 70 23 12 . $I_a=3,04$. $I_e=1,9$. LE.ép. Tpun.
((Spd sen dist + S(P)pd dex dist)) +- ((dent Spd
env lam cvx conv dex)) / . E court i sen prox
8. $\overline{P21}$ dist lat dex 44 12 5 . $I_a=3,66$. $I_e=2,4$. LE.pl. Tind.
((S(A)pd lat dex més dist - Spd prox)) / . dApd sen
més prox - Smd scal dist part /+ Cass trsv rect
9. G11 - E1 20 24 10 . $I_a=0,83$. $I_e=2,4$. CL.car. Tfac plan. OD.
((A(S)pi trsv cvx))+((Spbif bitrsv))
10. G11 dist - LD22 31 29 4 . $I_a=1,07$. $I_e=7,25$. CE.pl. Tlis.
((Spd trsv cvx)) (/) + ((Apd sen * prox div -
més dist conv* . dAmd *dist cc - prox cvx*))
11. $\overline{G11}$ prox déj sen + $\overline{R21}$
sen rect 83 20 15 . $I_a=4,15$. $I_e=1,33$. LE.ép. Tind.
((Spd lam)) + ((Spd sen prox cc - (d)Spd lam més
dist)) /+-Smd lam trsv dist div sen /-Cass rect conv=Sld
12. $\overline{G12}$ dist 67 25 11 . $I_a=3,68$. $I_e=1,33$. LE.ép. Tesquillé.
((Spd front dist + Spd bilat dist - Spd(A) més prox
sen . Spd més prox dex)) /-. Ppi env prox bilat
13. fm $\overline{G12}$ dist 56 24 10 . $I_a=2,33$. $I_e=2,4$. LL.pl. Tind.
((Spd front dist - S(A)pd sen més dist - Spd prox env
lam)) / . Sld més prox dex - Smd prox /Cass trsv prox div
14. fm $\overline{G12}$ 27 17 6 . $I_a=1,58$. $I_e=2,8$. CE.pl.
((Spd front dist + Spd scal més dist sen - S(P)pd scal
prox . Smd scal més dist dex))/-Spd som prox dex /+
Cass prox trsv rect

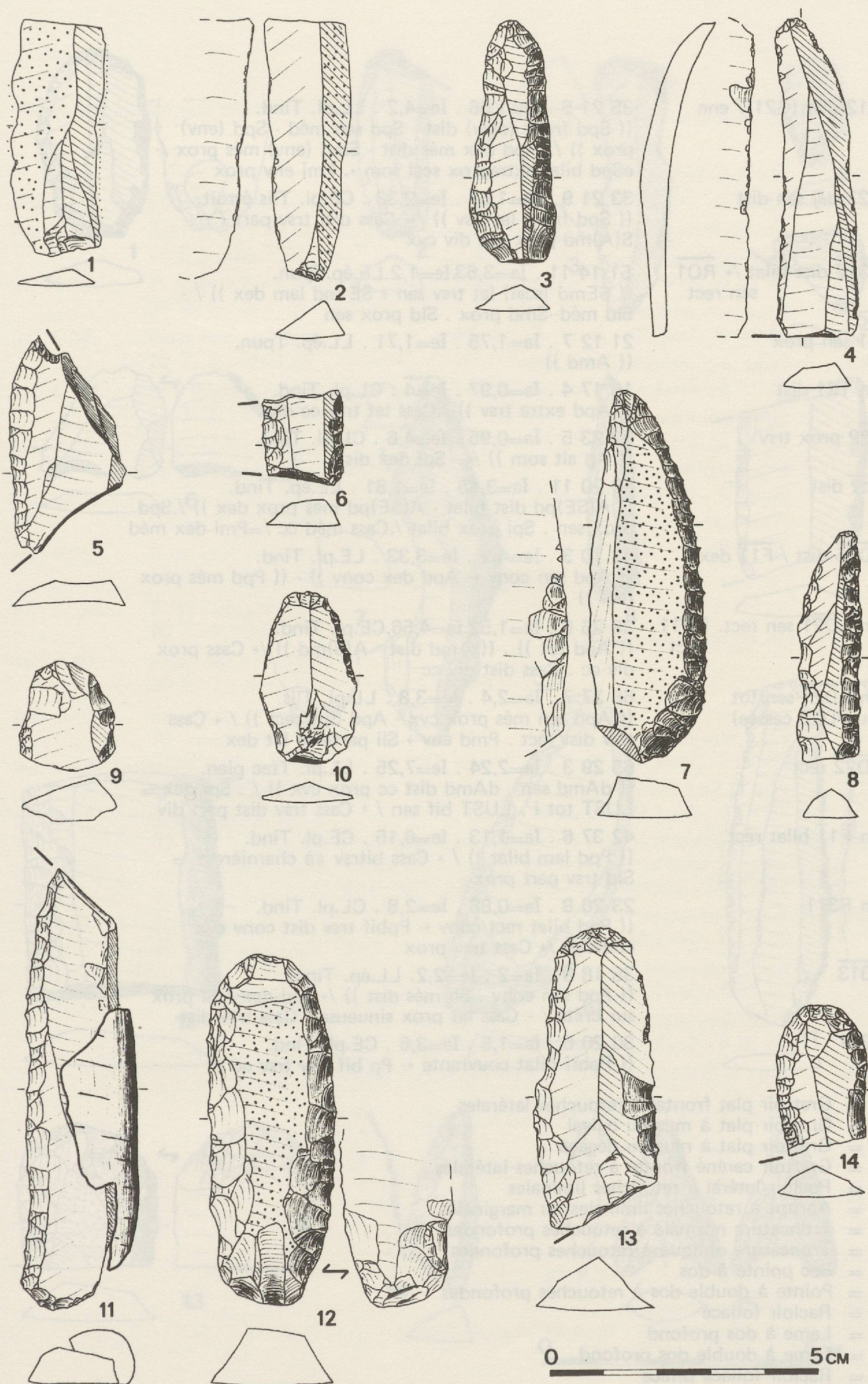


Figure 17 : Dessins des outils. Niveau 4 : ordre simple

1. G12 dist (G21)/ enc 35 21 5 . Ia=1,66 . Ie=4,2 . LL.pl. Tind.
((Spd front (ogiv) dist - Spd sen méd - Spd (env) prox)) / . Apd dex més dist - Smd (env) més prox / - eSpd bilat extraprox scal som +. Pmi env prox
2. G22 déj sen dist 33 21 9 . Ia=1,57 . Ie=2,33 . CE.pl. Tlis étroit.
((Spd front lat-trsv)) /+ Cass dist trsv part / . S(A)md prox sen div cvx
3. $\overline{\text{G312}}$ dist bilat /+ $\overline{\text{RO1}}$ sen rect 51 14 11 . Ia=3,63.Ie=1,2.LE.ép.Tpun.
((SEmd (scal) lat trsv sen + SE md lam dex)) / - Sld méd--Smd prox . Sld prox sen
4. $\overline{\text{A1}}$ sen prox 21 12 7 . Ia=1,75 . Ie=1,71 . LL.ép. Tpun.
((Amd))
5. fm T21 dist 16 17 4 . Ia=0,97 . Ie=4 . CL.pl. Tind.
((Apd extra trsv)) / .Cass lat trsv cc div
6. T22 prox trsv 22 23 5 . Ia=0,95 . Ie=4,6 . CL.pl. Tind.
((Ap alt som)) /+ Spi dex dist
7. $\overline{\text{Bc2}}$ dist 69 20 11 . Ia=3,45 . Ie=1,81 . LE.ép. Tind.
((A(SE)pd dist bilat - A(SE)pd més prox dex)) / .Spd prox sen . Spi prox bilat / .Cass méd cc / =Pmi dex méd
8. $\overline{\text{PD25}}$ dist /- $\overline{\text{F11}}$ dex 42 10 3 . Ia=4,2 . Ie=3,33 . LE.pl. Tind.
((Apd sen conv +- Apd dex conv)) - ((Ppd més prox rect))
9. fm $\overline{\text{LD21}}$ sen rect. LD11 rect 38 25 6 . Ia=1,52.Ie=4,56.CE.pl. Tind.
((Apd tot)) . ((Amd dist - A(S)md)) /+ Cass prox div cc . Cass dist div cc
10. fm $\overline{\text{LD21}}$ sen tot (ou PD23 cassée) 65 27 7 . Ia=2,4 . Ie=3,8 . LL.pl. Tlis.
((Apd sen més prox cvx - Apd dist rect)) / + Cass trsv dist rect . Pmd env + Sli partielle lat dex
11. $\overline{\text{LD22}}$ rect 65 29 3 . Ia=2,24 . Ie=7,25 . LL.pl. Tfac plan.
((dAmd sen . dAmd dist cc prox cvx)) / . Spi dex = LUST tot i . LUST bif sen / + Cass trsv dist part div
12. fm $\overline{\text{F11}}$ bilat rect 42 37 6 . Ia=1,13 . Ie=6,15 . CE.pl. Tind.
((Ppd lam bilat)) / + Cass bitrsv «à charnières» = Sld trsv part prox
13. fm F311 23 26 8 . Ia=0,88 . Ie=2,8 . CL.pl. Tind.
((Ppd bilat rect conv +- Ppbif trsv dist conv cvx couvr)) /+ Cass trsv prox
14. $\overline{\text{F313}}$ 35 18 8 . Ia=2 . Ie=2,2. LL.ép. Tind.
((Ppd sen conv . Sli més dist)) /+ Ald dex / SI prox sur crête / - Cass lat prox sinueuse . Cass trsv dist
15. F321 30 20 6 . Ia=1,5 . Ie=3,6 . CE.pl. Tind.
((Ppbif bilat couvrante +- Pp bif env trsv cc))

- G12 = Grattoir plat frontal à retouches latérales
G21 = Grattoir plat à museau ogival
G22 = Grattoir plat à museau dégagé
G312 = Grattoir caréné frontal à retouches latérales
RO1 = Racloir latéral à retouches liminales
A1 = Abrupt à retouches liminales ou marginales
T21 = Troncature normale à retouches profondes
T22 = Troncature oblique à retouches profondes
Bc2 = Bec pointe à dos
PD25 = Pointe à double dos à retouches profondes
F11 = Racloir foliacé
LD21 = Lame à dos profond
LD22 = Lame à double dos profond
F311 = Racloir foliacé biface
F313 = Pointe foliacée biface à retouches unilatérales
F321 = Pièce foliacée biface à base tronquée

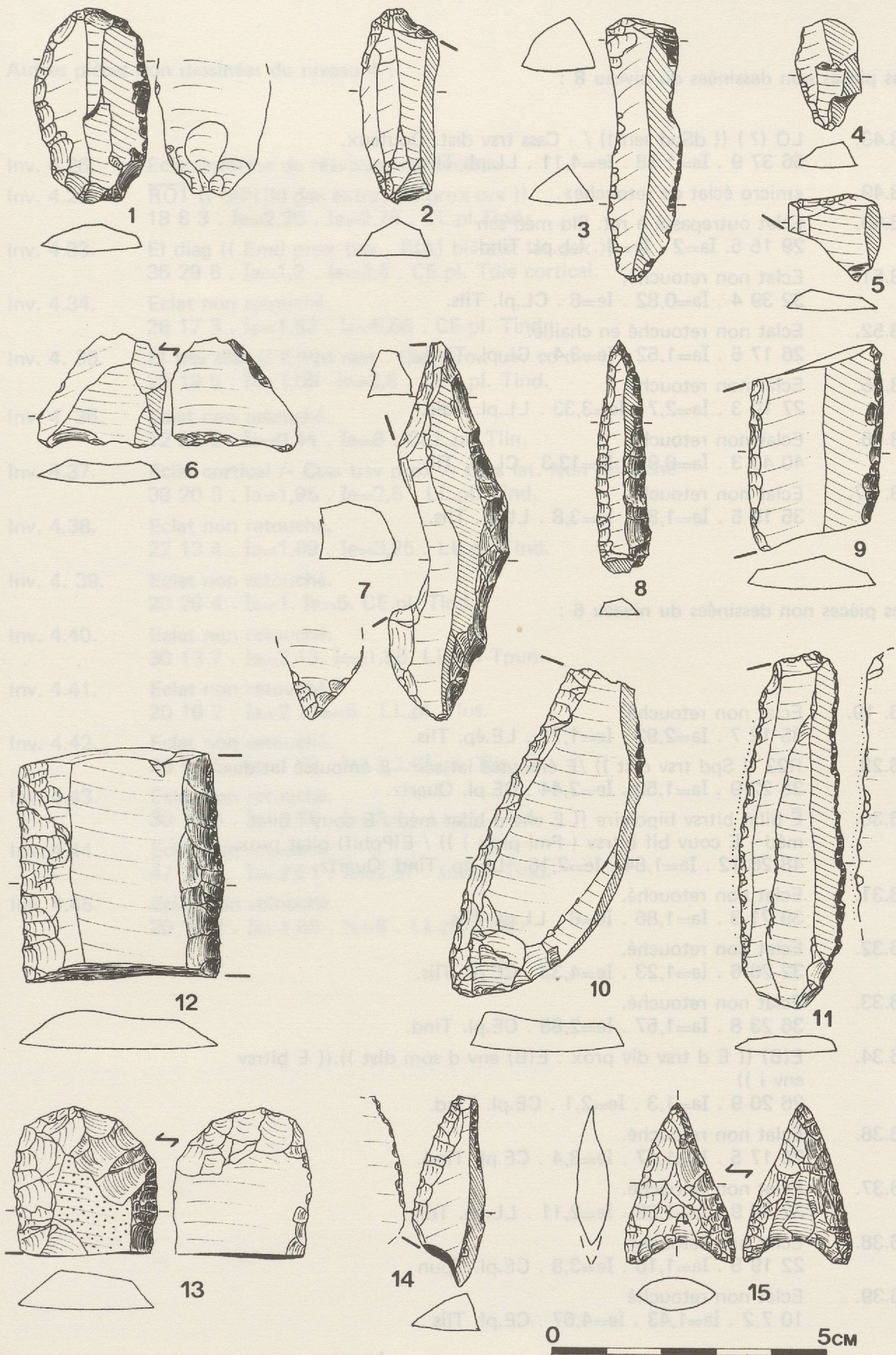


Figure 18 : Dessins des outils. Niveau4 : ordres simple, abrupt, plan

Autres pièces non dessinées du niveau 8 :

- Inv. 8.43. LO (?) ((dSpd sen)) / - Cass trsv dist. Douteux.
66 37 9 . Ia=1,78 . Ie=4,11 . LL.pl. Tlis.
- Inv. 8.49. «micro éclat de retouche».
- Inv. 8.50. Eclat outrepassé à ret. Sld méd sen
29 15 5. Ia=2 . Ie=3 . LL.pl. Tind.
- Inv. 8.51. Eclat non retouché.
32 39 4 . Ia=0,82 . Ie=8 . CL.pl. Tlis.
- Inv. 8.52. Eclat non retouché en chaille.
26 17 5 . Ia=1,52 . Ie=3,4 . CL.pl. Tind.
- Inv. 8.55. Eclat non retouché.
27 10 3 . Ia=2,7 . Ie=3,33 . LL.pl. Tdie.
- Inv. 8.56. Eclat non retouché.
40 43 3 . Ia=0,93 . Ie=13,3 . CL.pl. Tlis.
- Inv. 8. 57. Eclat non retouché.
35 19 5 . Ia=1,84 . Ie=3,8 . LL.pl. Tlis.

Autres pièces non dessinées du niveau 6 :

- Inv. 6. 19. Eclat non retouché.
35 12 7 . Ia=2,92 . Ie=1,71 . LE.ép. Tlis.
- Inv. 6.28. R22 ((Spd trsv dist)) /E émoussé lat sen - E émoussé lat dex
35 22 9 . Ia=1,59 . Ie=2,44 . CE.pl. Quartz.
- Inv. 6.30. E bilat bitrsv bipolaire ((E env d bilat méd . E couv i bilat
méd + E couv bif bitrsv (Pmi prox))) / E(Ppbif) bilat prox
48 26 12 . Ia=1,84 . Ie=2,16 . LL.ép. Tind. Quartz.
- Inv. 6.31. Eclat non retouché.
39 21 3 . Ia=1,86 . Ie=6 . LL.pl. Tlis.
- Inv. 6.32. Eclat non retouché.
32 26 6 . Ia=1,23 . Ie=4,33 . CE.pl. Tlis.
- Inv. 6.33. Eclat non retouché.
36 23 8 . Ia=1,57 . Ie=2,88 . CE.pl. Tind.
- Inv. 6.34. E(B) ((E d trsv div prox . E(B) env d som dist))((E bitrsv
env i))
26 20 9 . Ia=1,3 . Ie=2,1 . CE.pl. Tind.
- Inv. 6.36. Eclat non retouché.
25 17 5 . Ia=1,47 . Ie=3,4 . CE.pl. Tind.
- Inv. 6.37. Eclat non retouché.
32 19 9 . Ia=1,68 . Ie=2,11 . LL.ép. Tdie
- Inv. 6.38. Eclat non retouché.
22 19 5 . Ia=1,16 . Ie=3,8 . CE.pl. Tpun
- Inv. 6.39. Eclat non retouché
10 7 2 . Ia=1,43 . Ie=4,67 . CE.pl. Tlis

Autres pièces non dessinées du niveau 4 :

- Inv. 4.26. Eclat informe de réavivage de nucléus.
- Inv. 4.29. $\overline{RO1}$ ((S(P)lld dex extra més prox cvx))
18 8 3 . Ia=2,25 . Ie=2,75 . LL.pl.Tind.
- Inv. 4.33. E1 diag ((Emd prox trsv . E(A) bif dist lat dex))
35 29 8 . Ia=1,2 . Ie=3,6 . CE.pl. Tdie cortical.
- Inv. 4.34. Eclat non retouché.
26 17 3 . Ia=1,52 . Ie=5,66 . CE.pl. Tind.
- Inv. 4. 35. E1 trsv dist ((E(P)d rect . Cass prox trsv cc div))
20 19 5 . Ia=1,05 . Ie=3,8 . CE . pl. Tind.
- Inv. 4. 36. Eclat non retouché.
12 27 2 . Ia=0,44 . Ie=6 . CLL.pl. Tlin.
- Inv. 4.37. Eclat cortical /+ Cass trsv prox /+ Cass lat. Non retouché
39 20 8 . Ia=1,95 . Ie=2,5 . LL.pl. Tind.
- Inv. 4.38. Eclat non retouché.
22 13 4 . Ia=1,69 . Ie=3,25 . LL.pl. Tind.
- Inv. 4. 39. Eclat non retouché.
20 20 4 . Ia=1. Ie=5. CE.pl. Tind.
- Inv. 4.40. Eclat non retouché.
30 13 7 . Ia=2,13. Ie=1,85. LL.ép. Tpun.
- Inv. 4.41. Eclat non retouché.
20 10 2 . Ia=2 . Ie=5 . LL.pl. Tlus.
- Inv. 4.42. Eclat non retouché.
26 17 5 . Ia=1,52 . Ie=3,2.CE.pl. Tlis.
- Inv. 4.43. Eclat non retouché.
30 18 5 . Ia=1,66 . Ie=3,6 . LL.pl. Tind.
- Inv. 4.44. Eclat non retouché.
47 18 7 . Ia=2,61 . Ie=2,57 . LL.pl. Tind.
- Inv. 4.45. Eclat non retouché.
20 12 2 . Ia=1,66 . Ie=6 . LL.pl. Tind.

CHAPITRE CINQ: DECOMPTES

PREMIERE APPROCHE GLOBALE DE L'INDUSTRIE

Les décomptes effectués sont donnés par :

5.1. TABLEAUX DE DECOMPTES DES TYPES - PRIMAIRES

Dans les 3 premiers tableaux (fig. 19, 20 et 21) chaque colonne verticale est un groupe à l'intérieur duquel chaque pièce est représentée par une ligne avec le numéro de son type - primaire.

Les outils multiples, signalés par une astérisque, sont comptés plusieurs fois et reliés par un trait plein. Ces 3 tableaux donnent une première image, assez grossière, des principales caractéristiques de l'industrie : domination des racloirs, des grattoirs, des lames à dos et des outils foliacés; absence des abrupts très spécialisés, des pointes diverses et des outils surélevés (carénoïdes).

5.2. LISTE DES TYPES-PRIMAIRES REPRESENTES

Cette liste représente le premier décompte effectué.

Les types - primaires y sont exposés, selon leur ordre logique et non pas selon un ordre ordinal, par leur quantité respective dans chaque couche. On y remarque le faible nombre de pièces (0,1,2) pour la plupart d'entre eux. Une étude comparative devra donc procéder à certains regroupements. La perte d'information y sera sensible, mais le tout gagnera en cohérence.

SIMPLES				ABRUPTS								Fol	Eca	Bur	
Ra	Pte	Gra	Dent	Abr	Trc	Bc	PD	LD	BPD	PDT	LDT	BT	F	E	B
01	21	11	23*		22	2	25	11					11*	E	
01		11	23										11	E	
01		12				2		21					12*	E	
01		12						21					13		
01		12											15		
01		022											15		
01													314		
02													321		
11													321		
11													321		
11													321		
11													321		
11													321		
11													321		
21													321		
21															
21															
21															
21															
21															
23															
23	1	6	2	0	1	2	1	3	0	0	0	0	11	3	0
32			7								N = 53				

DECOMPTE DU NIVEAU 8 (* = outils multiples)

SIMPLES				ABRUPTS								Fol	Eca	Bur	
Ra	Pte	Gra	Dent	Abr	Trc	Bc	PD	LD	BPD	PDT	LDT	BT	F	E	B
0?	1	11	23	2	21*	1							11*	E*	12*
11		12	21			22	1*						11	E*	
21*		12	23*										11	E	
21		12	24										11	E(B)	
22		212											12		
													31		
													33		
													314		
													314		
													321		
													322		
													323		
													3		
5	1	5	4	1	2	2	0	7	0	0	0	0	11	4	1
15			12								N = 43				

DECOMPTE DU NIVEAU 6 (* = outils multiples)

Figure 19 : Tableau des décomptes (niveau 8) des ordres, groupes et types-primaires typologiques. Chaque pièce est représentée, à l'intérieur du groupe auquel elle appartient, par le numéro de son type-primaire.

Figure 20 : Tableau des décomptes du niveau 6.

SIMPLES				ABRUPTS								Fol	Eca	Bur	
Ra	Pte	Gra	Dent	Abr	Trc	Bc	PD	LD	BPD	PDT	LDT	BT	F	E	B
01	21*	1*	23*	1	21	1*	25*	11*					11	E*	
01	21	11*			22	2		21*					11*	E	
01		11*						21					13	E	
02*		11*						22*					311		
02*		12						22					321		
21*		12													
21*		12													
21		12													
21		312*													
21		22													
9	2	10	1	1	2	2	1	5	0	0	0	0	5	3	0
22			11								N = 41				

DECOMPTE DU NIVEAU 4 (* = outils multiples)

Figure 21 : Tableau des décomptes du niveau 4.

DECOMPTE DES TYPES PRIMAIRES EXISTANT A YVONAND 4

EFFECTIFS par niveaux:

8 6 4

Simplex :

8	—	3	RO1	Racloirs plats latéraux à retouches liminales
1	—	2	RO2	Racloirs plats transversaux à retouches liminales
—	1	—	RO?	Racloirs plats à retouches liminales ?
7	1	—	R11	Racloirs plats latéraux à retouches marginales
6	2	4	R21	Racloirs plats latéraux à retouches profondes
—	1	—	R22	Racloirs plats transversaux à retouches profondes
1	—	—	R23	Racloirs plats latéro-transversaux à retouches profondes
—	1	—	P1	Pointes plates simples à retouches marginales
1	—	2	P21	Pointes plates simples à retouches profondes
—	—	1	G1	Grattoirs plats frontaux
2	1	3	G11	Grattoirs plats frontaux simples
3	3	4	G12	Grattoirs plats frontaux à retouches latérales
—	—	1	G22	Grattoirs plats à museau dégagé
—	1	—	G212	Grattoirs plats à museau et à retouches latérales
—	—	1	G312	Grattoirs carénés frontaux à retouches latérales
1	—	—	G022	Grattoirs plats à museau dégagé à retouches liminales
—	1	—	D21	Encoches (Denticulés plats à retouches profondes)
2	1	1	D23	Racloirs denticulés à retouches profondes
—	1	—	D24	Pointes denticulées

8 6 4

Abrupts :

—	—	1	A1	Abrupts indifférenciés à retouches marginales
—	1	—	A2	Abrupts indifférenciés à retouches profondes
(1)	—	—	T12	Troncatures obliques à retouches marginales
—	1	1	T21	Troncatures normales à retouches profondes
1	1	1	T22	Troncatures obliques à retouches profondes
—	2	1	Bc1	Becs-Troncatures
2	—	1	Bc2	Becs-Pointes à Dos
1	—	1	PD25	Pointes à Double-Dos à retouches profondes
1	4	1	LD11	Lames à Dos marginal
—	1	—	LD12	Lames à Double-Dos marginal
2	—	2	LD21	Lames à Dos profond
—	—	2	LD22	Lames à Double-Dos profond
—	1	—	LD31	Lames à Dos et à cran
—	1	—	LD33	Lames à Dos et cran adjacent

Foliacés : (Ordre des plans)

2	3	2	F11	Racloirs foliacés
1	—	—	F12	Troncatures foliacées unifaces
1	—	1	F13	Pointes foliacées à retouches unilatérales
2	—	—	F15	Ogives foliacées
—	1	—	F21	Pièces foliacées à base tronquée
—	1	1	F311	Racloirs foliacés bifaces
1	2	—	F314	Pointes foliacées bifaces à retouches bilatérales
1	—	—	F.3.14.21	« « « « à base tronquée
4	1	1	F321	Foliacés bifaces à base tronquée
—	1	—	F322	Pièces foliacées bifaces à cran
—	1	—	F323	Pièces foliacées bifaces pédonculées
—	1	—	F3	Foliacés bifaces

Ecaillés :

3	4	3	E1	Pièces écaillées
---	---	---	----	------------------

Burins :

—	1	—	B12	Burin sur cassure
---	---	---	-----	-------------------

5.3. HISTOGRAMMES DES TYPES - PRIMAIRES

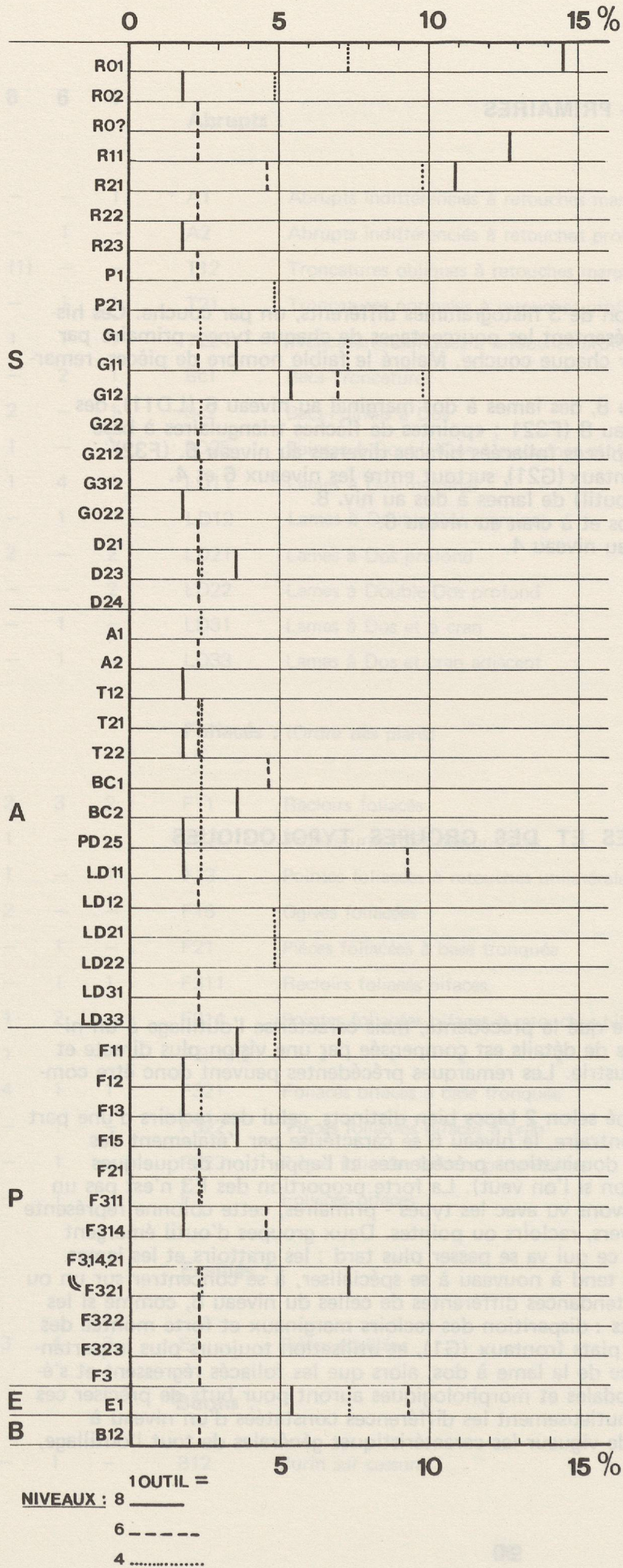
La figure 22 est une superposition de 3 histogrammes différents, un par couche. Ces histogrammes, ou «blocs-fréquences», représentent les pourcentages de chaque type - primaire par rapport à l'ensemble de l'outillage, pour chaque couche. Malgré le faible nombre de pièces, remarquons déjà quelques faits particuliers :

- les dominations des racloirs au niveau 8, des lames à dos marginal au niveau 6 (LD11), des foliacés bifaces à base tronquée au niveau 8 (F321 : «pointes de flèches triangulaires à base droite ou légèrement concave»), et des pièces foliacées bifaces diverses au niveau 6. (F32) ;
- l'augmentation des grattoirs plats frontaux (G21), surtout entre les niveaux 6 et 8.
- l'absence presque complète (un seul outil) de lames à dos au niv. 8.
- la présence particulière de lames à dos et à cran au niveau 6.
- l'apparition de lames à dos profond au niveau 4.

5.4. HISTOGRAMMES DES CLASSES ET DES GROUPES TYPOLOGIQUES

La figure 23 est de même nature que la précédente, mais caractérise l'outillage à un niveau plus élevé. La perte d'informations de détails est compensée par une vision plus directe et plus synthétique de l'ensemble de l'industrie. Les remarques précédentes peuvent donc être complétées par les suivantes :

- l'outillage du niveau 8 apparaît groupé selon 2 blocs bien distincts, celui des racloirs d'une part et celui des foliacés d'autre part. Au contraire, le niveau 6 se caractérise par l'étalement des blocs, c'est-à-dire par la disparition des dominations précédentes et l'apparition de quelques types mineurs. (Une sorte de stabilisation si l'on veut). La forte proportion des F3 n'est pas un fait caractéristique car, comme nous l'avons vu avec les types - primaires, cette colonne représente la somme de plusieurs outils bifaces divers, racloirs ou pointes. Deux groupes d'outil émergent cependant et sont une préfiguration de ce qui va se passer plus tard : les grattoirs et les lames à dos. En effet, au niveau 4, l'outillage tend à nouveau à se spécialiser, à se concentrer sur un ou deux types particuliers, mais selon des tendances différentes de celles du niveau 8, comme si les besoins avaient été légèrement différents : disparition des racloirs marginaux et forte montée des grattoirs, particulièrement des grattoirs plats frontaux (G1), et utilisation toujours plus importante des outils abrupts, avec prédominance de la lame à dos, alors que les foliacés régressent et s'équilibrent. Les études des structures modales et morphologiques auront pour buts de préciser ces lignes évolutives en comparant plus minutieusement les différences constatées d'un niveau à l'autre, ainsi que de dégager avec plus de vigueur les caractéristiques générales de tout l'outillage, pour les 3 couches.



5.3. HISTOGRAMMES DES TYPES PRIMAIRES

La figure 22 est une superposition logarithmique, ou échelle logarithmique, rapport à l'ensemble de l'outillage, pour deux de quelques faits particuliers :
— les dominations des racines au niveau foliacé biforcé à base tronquée au niveau droit ou légèrement concave), et les (augmentation des grattoirs plats tronqués (G21) au profit des grattoirs plats tronqués à base au niv. B
— l'absence presque complète (un seul outil de la présence particulière de lames à dos — l'apparition de lames à dos profond au

5.4. HISTOGRAMMES DES CLASSES ET DES GROUPES

La figure 23 est de même nature que la figure 22, mais elle est plus synthétique de l'ensemble de l'outillage de l'industrie. Les remarques précédentes peuvent être par les suivantes :
— l'outillage du niveau 8 apparaît groupé et celui des foliacés à autre part. Au contraire, c'est à dire par la disparition des grattoirs à base tronquée (un seul) et la forte proportion de ce type mineur. Une sorte de stabilisation fait caractéristique car, comme nous l'avons dit, la somme de plusieurs outils divers cependant et sont une préférence de ce type. En effet, au niveau 8, l'outillage est à deux types particuliers, mais selon des besoins variant légèrement différents grattoirs, particulièrement des grattoirs à base tronquée avec prédominance de ces outils simples, avec prédominance de grattoirs à base tronquée et mono-foliacés. Les études des structures morphologiques évolutives en comparant plus d'un fait, ainsi que de départ avec plus de pour les 3 couches.

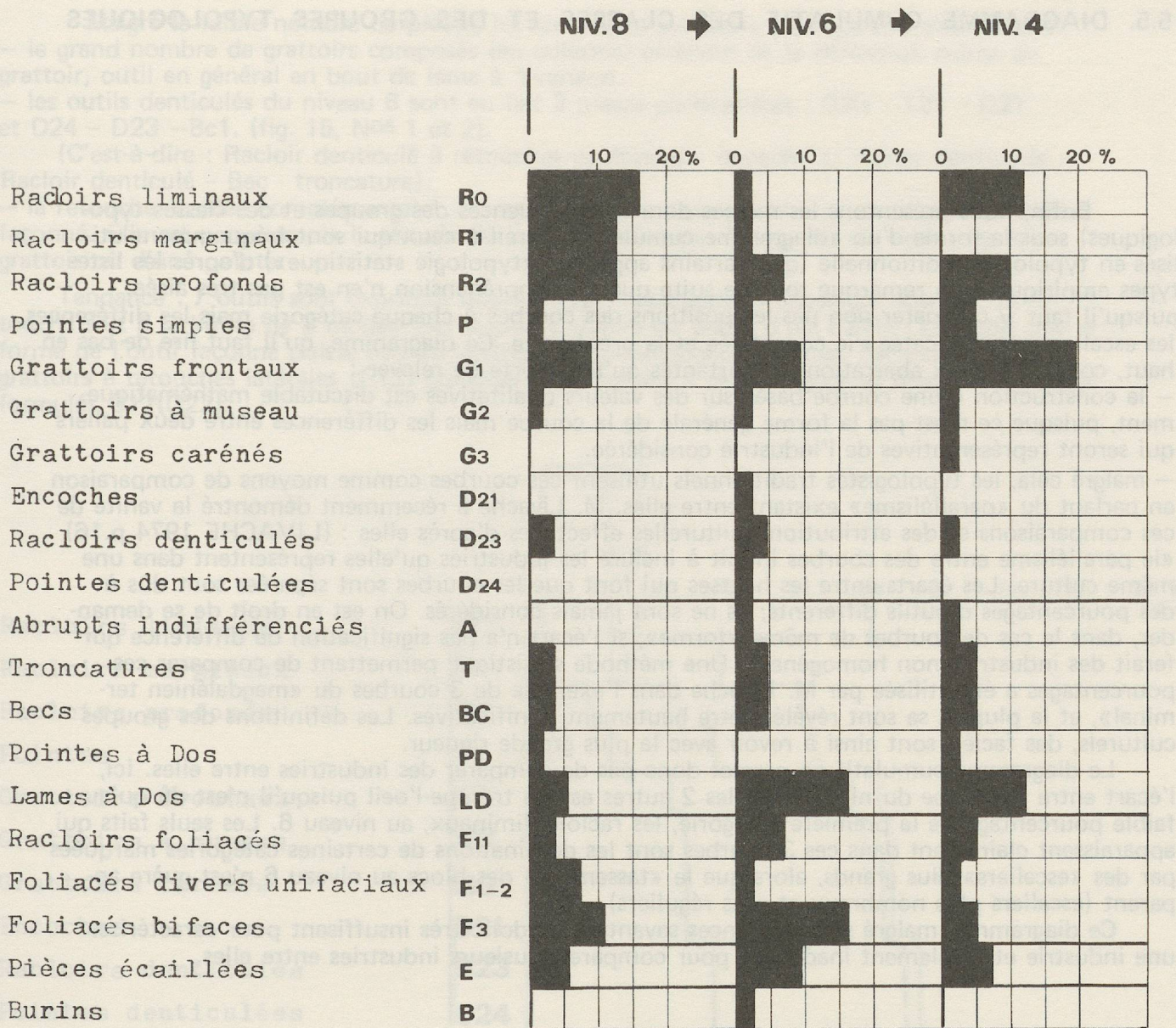


Figure 23 : Histogrammes des groupes et classes typologiques. (§ 5.4.) (Synthèse des articulations stratigraphiques de la structure morphologique. Cf. chap. 7)

Figure 22 : Histogrammes des types-primaires. Ce tableau cumule 3 histogrammes différents (blocs-fréquences), un par couche. Chaque type-primaire est représenté par sa fréquence (pourcentage) par rapport à l'ensemble de l'outillage de la couche (§ 5.3.).

5.5. DIAGRAMME CUMULATIF DES CLASSES ET DES GROUPES TYPOLOGIQUES

Enfin, nous présentons les mêmes données (fréquences des groupes et des classes typologiques) sous la forme d'un «diagramme cumulatif», pareil à ceux qui sont fréquemment utilisés en typologie traditionnelle (que certains appellent «typologie statistique») d'après les listes - types empiriques. On remarque tout de suite que sa compréhension n'en est pas très aisée, puisqu'il faut y comparer non pas les positions des courbes à chaque catégorie mais les différences, les escaliers entre la catégorie considérée et la précédente. Ce diagramme, qu'il faut lire de bas en haut, comporte deux aberrations importantes qu'il importe de relever :

— la construction d'une courbe basée sur des valeurs qualitatives est discutable mathématiquement, puisque ce n'est pas la forme générale de la courbe mais les différences entre deux paliers qui seront représentatives de l'industrie considérée.

— malgré cela, les typologistes traditionnels utilisent ces courbes comme moyens de comparaison en parlant du «parallélisme» existant entre elles. M. Livache a récemment démontré la vanité de ces comparaisons et des attributions culturelles effectuées d'après elles : (LIVACHE 1974 p.16) «le parallélisme entre des courbes induit à inclure les industries qu'elles représentent dans une même culture. Les écarts entre les hausses qui font que les courbes sont séparées sont dûs à des pourcentages d'outils différents; ils ne sont jamais considérés. On est en droit de se demander, dans le cas de courbes de même «forme», si l'écart n'a pas signification de différence qui ferait des industries non homogènes». Une méthode statistique permettant de comparer ces pourcentages a été utilisée par M. Livache dans l'exemple de 3 courbes du «magdalénien terminal», et la plupart se sont révélées être hautement significatives. Les définitions des groupes culturels, des faciès, sont ainsi à revoir avec la plus grande rigueur.

Le diagramme cumulatif ne permet donc pas de comparer des industries entre elles. Ici, l'écart entre la courbe du niveau 6 et les 2 autres est un trompe-l'oeil puisqu'il n'est dû qu'au faible pourcentage de la première catégorie, les racloirs liminaux, au niveau 6. Les seuls faits qui apparaissent clairement dans ces 3 courbes sont les dominations de certaines catégories marquées par des «escaliers» plus grands, alors que le «tassement» des blocs au niveau 6 n'est guère apparent (escaliers plus nombreux et plus réguliers).

Ce diagramme, malgré ses apparences savantes, est donc très insuffisant pour caractériser une industrie et totalement inadéquat pour comparer plusieurs industries entre elles.

5.6. OUTILS COMPOSES, RETOUCHES COMPLEMENTAIRES ET TENDANCES

24 outils sont multiples ou possèdent un type - primaire complémentaire. Le tableau de répartition (figure 25) en donne la liste simplifiée, chaque pièce y étant représentée par le numéro du niveau auquel elle appartient. Par exemple le chiffre 8 dans la case du coin en haut à gauche signifie qu'un racloir du niveau 8 (en l'occurrence un R21 sen) est composé avec un autre racloir (R11 émous dex - fig. 11, N° 5).

Malgré le faible nombre de pièces, les remarques suivantes peuvent être effectuées :

- le grand nombre de grattoirs composés (en colonne) provient de la définition même du grattoir, outil en général en bout de lame à Yvonand.

- les outils denticulés du niveau 6 sont en fait 2 pièces particulières : D23 - T21 - D21 et D24 - D23 --Bc1. (fig. 15, Nos 1 et 2).

(C'est-à-dire : Raclor denticulé à retouches profondes - encoche et Pointe denticulée - Raclor denticulé - Bec - troncature).

- la retouche écaillée complémentaire se trouve souvent surimposée à un outil préalablement façonné. Elle est par exemple le témoin de la dégradation par l'usage ou du réaffutage d'un grattoir ou d'une pointe.

Tendance : 7 outils sont exprimés avec un type - primaire en tendance, soit que la retouche soit à la limite de 2 modes (par exemple simple ou plate, d'où R21(F11)), soit que la forme de l'outil façonné puisse être caractérisé de 2 manières différentes. Par exemple, des grattoirs à retouches latérales (G12) possèdent un museau à peine dégagé et peuvent alors être formulés G12(G22).

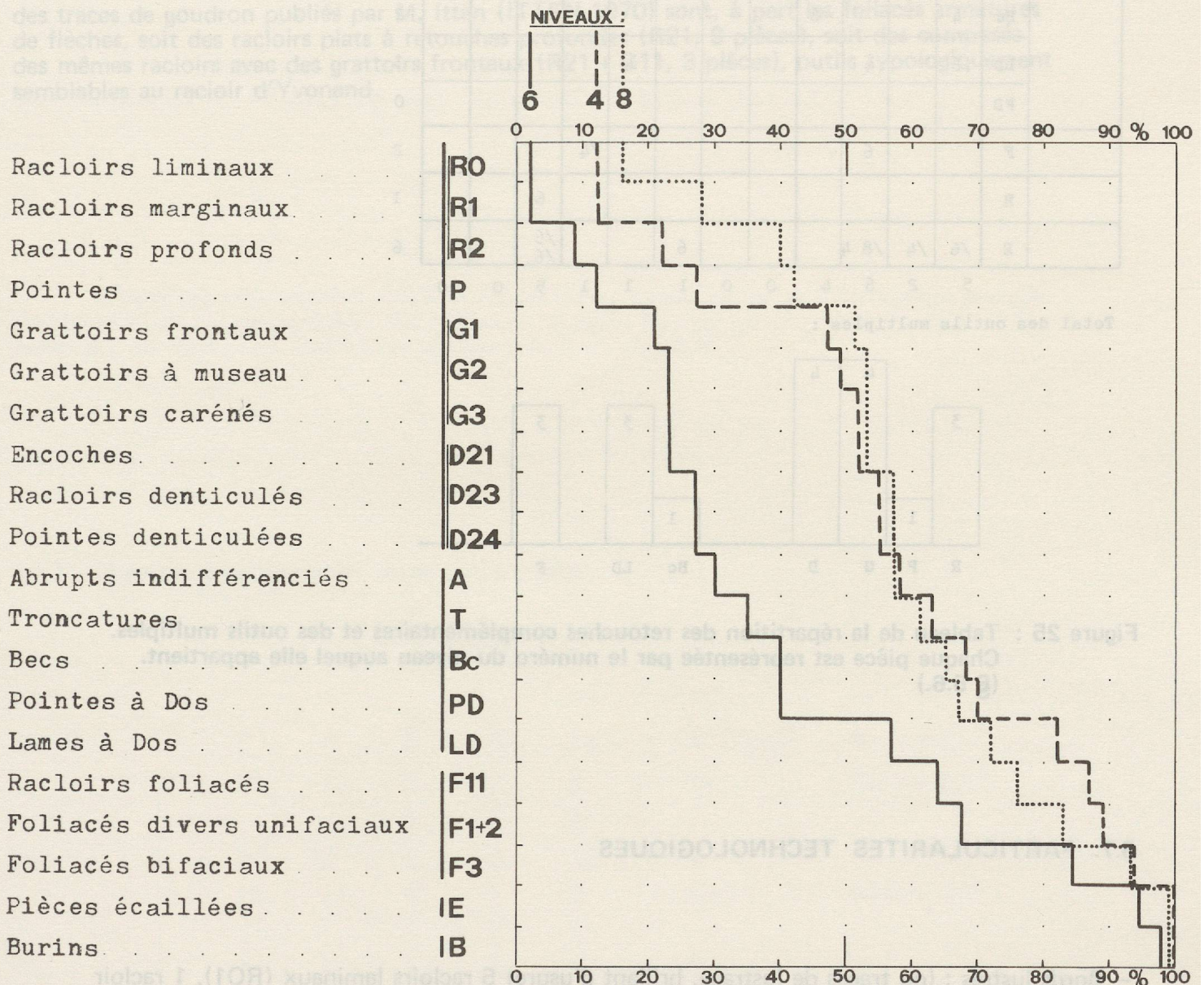


Figure 24 : Diagramme cumulé des groupes et des classes typologiques. (§ 5.5.)

Répartition des retouches complémentaires et des outils multiples

Outil principal	SIMPLES				ABRUPTS					F	B	E	
	R	P	G	D	A	T	Bc	LD	PD				
	R	8		4 /4							8		4
	P												0
	G	/4											1
	D		4		66						8		4
	A												0
	T				6								1
	Bc	4			6								2
	LD	6		4				4					3
	PD												0
	F			6						/4			2
	B										6		1
	E	/6	/4	/8 4			6				/6		6
		5	2	6	4	0	0	1	1	1	5	0	0

Total des outils multiples :

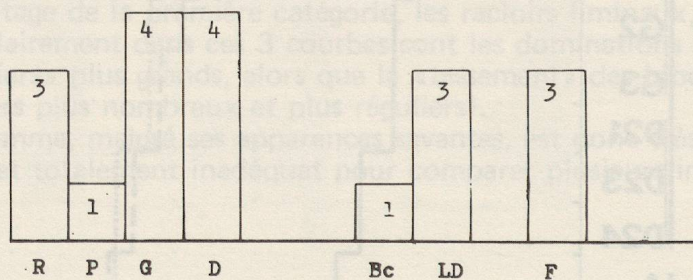


Figure 25 : Tableau de la répartition des retouches complémentaires et des outils multiples. Chaque pièce est représentée par le numéro du niveau auquel elle appartient. (§ 5.6.)

5.7. PARTICULARITES TECHNOLOGIQUES

— Bords lustrés : (ou traces de lustrage, brillant d'usure) 5 racloirs laminaux (RO1), 1 racloir marginal (R11) et une lame à double - dos profond (LD22) possèdent des traces lustrées, toujours marginales, bifaciales ou inverses. Les outils lustrés du niveau 4 (RO1 et LD22) le sont sur les deux bords latéraux, ce qui témoigne d'une réutilisation de la pièce après le premier emploi.

— Emoussé : un outil du niveau 8, «R21 sen . R11 émous dex», possède un bord dextre rectiligne més-prox émoussé (Amd), résultat probable de l'utilisation d'un bord brut pour des travaux de sciage, de l'os ou du bois de cerf par exemple.

— Patine : quelques pièces présentent une double patine ou une très forte patine noire due au fumier lacustre dans lequel elles ont été conservées; on ne peut pas pour l'instant savoir si les cassures montrant une patine différente se sont produites pendant l'occupation, c'est-à-dire pendant ou juste après l'utilisation de l'outil, ou bien pendant les «lessivages» et autres remaniements ultérieurs. Une seule pièce (fig. 13, N° 14, niv. 8) présente une double patine sur des retouches en pointe, témoignant du réaffutage de la pointe de l'armature de flèche. La majorité des silex ne sont recouverts que d'une très mince couche de patine difficilement observable.

— Emmanchement : les vestiges organiques fragiles ne s'étant pas bien conservés à Yvonand (mauvaises conditions de dépôt), un seul outil, un racloir plat latéral à retouches profondes composé avec un grattoir plat frontal (R21 + G11), possède des traces d'emmanchement : un fragment de gaine en écorce de bouleau recouvre le bord dextre non retouché de la pièce. Des traces de goudron et plusieurs traits parallèles transversaux sur la gaine (ligature?) sont les témoins du mode de fixation de la gaine. Il est frappant de constater que les outils portant des traces de goudron publiés par M. Itten (ITTEN 1970) sont, à part les foliacés armatures de flèches, soit des racloirs plats à retouches profondes (R21, 3 pièces), soit des composés des mêmes racloirs avec des grattoirs frontaux (R21 + G11, 3 pièces), outils typologiquement semblables au racloir d'Yvonand.

LES SÉQUENCES STRUCTURALES

L'outillage est considéré selon les modes de retouche, toutes les informations complémentaires étant momentanément écartées : simple (S), abrupt (A), plat (P), écailé (E), burin (B), surlevé (SE). Ces modes se répartissent comme suit :

S.1.1. Séquence structurale des modes de retouche

Niv. 8 :	S	E	A	E	B	SE	N (Total)	Moyenne
	32	11	7	3	0	0	53	53/6 = 8,83
Niv. 6 :	S	A	P	E	B	SE	N	
	15	12	11	4	1	0	43	43/6 = 7,17
Niv. 4 :	S	A	P	E	B	SE	N	
	22	11	5	3	0	0	41	41/6 = 6,83
Effectifs théoriques	S	A	P	E	B	SE	Effectif total = 137	
	68	30	27	15	1	0		

CHAPITRE SIX: ETUDE DE LA STRUCTURE MODALE

(ORDRES TYPOLOGIQUES)

6.1. DONNEES ET TABLEAU DES SEQUENCES STRUCTURALES

L'outillage est considéré selon les modes de retouche, toutes les informations complémentaires étant momentanément abandonnées : simple (S), abrupt (A), plat (P), écaillé (E), burin (B), surélevé (SE). Ces modes se répartissent comme suit :

6.1.1. Séquence structurale des modes de retouche

Niv. 8 :	<u>S</u>	<u>P</u>	A	E	B	SE	N (Total)	Moyenne
	32	11	7	3	0	0	53	53/6 = 8,83
Niv. 6 :	<u>S</u>	<u>A</u>	<u>P</u>	E	B	SE	N	
	15	12	11	4	1	0	43	43/6 = 7,17
Niv. 4 :	<u>S</u>	<u>A</u>	P	E	B	SE	N	
	22	11	5	3	0	0	41	41/6 = 6,83
Effectifs théoriques :	S	A	P	E	B	SE	Effectif total = 137	
	69	30	27	10	1	0		

Les moyennes d'effectifs pour chaque couche permettent de définir des catégories majeures, qui ont un effectif supérieur à la moyenne, et des catégories mineures d'effectif inférieur à la moyenne. Ainsi, S et P pour le niv. 8, S, A et P pour le niv. 6 et S et A pour le niv. 4 sont les catégories majeures. On remarque tout de suite la prédominance de la catégorie S et l'inversion de P à A; l'évolution au cours de l'occupation de la station d'Yvonand 4 se fait dans le sens d'une augmentation de la retouche Abrupte au détriment de la retouche Plate. Il est déjà intéressant de mettre ce fait en évidence; mais le mouvement peut être encore mieux explicité par des «ruptures» reportées sur un «tableau des séquences structurales».

6.1.2. Ruptures selon le critère ordinal

Ces «ruptures» se définissent comme suit :

«Les séries monotones décroissantes formées par les séquences structurales présentent des discontinuités, des ruptures qui différencient des groupements de catégories». (Laplace 1974, p. 11). Pour découvrir un critère pertinent définissant ces ruptures, il a fallu expérimenter successivement 4 critères, dont le dernier, le critère ordinal, donne aujourd'hui provisoirement satisfaction.

Il s'agissait de trouver un critère tenant compte à la fois du nombre K de catégories, de l'effectif N et en même temps établissant des relations d'ordre entre les discontinuités, donc définissant une structure d'ordre de ces ruptures.

Soit une série additive quelconque de raison r et de K termes :

$$a/a + r/ a + 2r/ \dots /a + ir/ \dots /a + (K-2)r/ a +(K-1)r.$$

Posons les rapports suivants .

$$\frac{a + (K-1)r - a}{a + (K-2)r - a} = \frac{K-1}{K-2} \quad \text{et} \quad \frac{a + (K-1)r - a}{a + (K-1)r - (a - r)} = \frac{K-1}{K-2}$$

et définissons comme suit le critère ordinal :

Dans une séquence ordonnée quelconque d'effectif N et de K termes, tout intervalle entre l'effectif maximal E_{\max} et l'effectif de rang immédiatement inférieur $E_{\max-1}$, comme entre l'effectif minimal E_{\min} et l'effectif de rang immédiatement supérieur $E_{\min+1}$, peut être considéré comme une RUPTURE lorsque les rapports

$$\frac{E_{\max} - E_{\min}}{E_{\max-1} - E_{\min}} \quad \text{et} \quad \frac{E_{\max} - E_{\min}}{E_{\max} - E_{\min+1}}$$

sont strictement supérieurs à $\frac{K-1}{K-2}$,

Le rapport $\frac{K-1}{K-2}$ est appelé «**seuil de signification**».

Cette démarche ne peut pas être effectuée avec moins de 3 termes. Par exemple, pour une série de 4 termes, le seuil de signification

est égal à $\frac{4-1}{4-2} = \frac{3}{2}$. Pour déceler des ruptures à l'intérieur d'une séquence ordonnée d'un nombre quelconque

de termes, et pour déceler une structure d'ordre entre ces ruptures, nous aurons recours à un «arbre ordinal» construit ainsi :

Soit une séquence ordonnée quelconque, par exemple de 5 termes : a-b-c-d-e. Nous pouvons y rechercher l'existence éventuelle de ruptures entre a et b ainsi qu'entre d et e.

$$\left(\text{seuil} = \frac{5-1}{5-2} = \frac{4}{3}\right) \text{ . Séparons cette série en}$$

deux séquences de 4 termes :

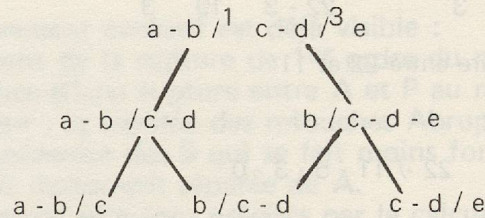
$$\text{-a-b-c-d et -b-c-d-e (seuil} = \frac{4-1}{4-2} = \frac{3}{2}\text{)}.$$

On peut y rechercher les ruptures entre a-b, c-d et b-c, d-e.

De même avec 3 séquences de 3 termes :

$$\text{-a-b-c, -b-c-d et -c-d-e (seuil} = \frac{3-1}{3-2} = 2\text{)}$$

Regroupons ces 6 séries sur un «arbre ordinal», et marquons-y les ruptures trouvées :



Par exemple la rupture se trouvant en a-b/c et b/c-d peut être appliquée à a-b/c-d.

S'il s'en trouve une en b/c-d-e, on peut de même la faire «remonter» en a-b/c-d-e. Elle sera dite de 1^{er} ordre car elle se trouve à tous les niveaux de l'arbre ordinal. Alors que si, par exemple, on en trouve une seconde en c-d/e au bas de l'ordre (séquence de 3 termes), celle-ci sera dite de «3^e ordre», car elle ne se trouve qu'à un niveau de l'arbre.

Exemple numérique :

(structure modale, niveau 4)

22 - 11 - 5 - 3 - 0

22 - 11 - 5 - 3 11 - 5 - 3 - 0

22 - 11 - 5 11 - 5 - 3 5 - 3 - 0

Appliquons le critère ordinal à chacune de ces séquences partielles :

$$\text{Pour } 22 - 11 - 5 : \quad \frac{22 - 5}{11 - 5} = \frac{17}{6} > 2 \quad \text{et} \quad \frac{22 - 5}{22 - 11} = \frac{17}{11} < 2$$

Rupture entre 22 et 11

$$\text{Pour } 11 - 5 - 3 : \quad \frac{11 - 3}{5 - 3} = \frac{8}{2} > 2 \quad \text{et} \quad \frac{11 - 3}{11 - 5} = \frac{8}{6} < 2$$

Rupture entre 11 et 5

Pour 5 - 3 - 0 :

$$\frac{5-0}{3-0} = \frac{5}{3} < 2 \quad \text{et} \quad \frac{5-0}{5-3} = \frac{5}{2} > 2$$

Rupture entre 3 et 0

Pour 22 - 11 - 5 - 3 :

$$\frac{22-3}{11-3} = \frac{19}{8} > 2 \quad \text{et} \quad \frac{22-3}{22-5} = \frac{15}{17} < 2$$

Rupture entre 22 et 11

Pour 11 - 5 - 3 - 0 :

$$\frac{11}{5} > \frac{3}{2} \quad \text{et} \quad \frac{11}{11-3} = \frac{11}{8} < \frac{3}{2}$$

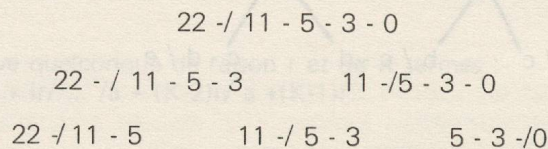
Rupture entre 11 et 5

Pour 22 - 11 - 5 - 3 - 0 :

$$\frac{22-0}{11-0} > \frac{4}{3} \quad \text{et} \quad \frac{22-0}{22-3} = \frac{22}{19} < \frac{4}{3}$$

Rupture entre 22 et 11

Reportons ces ruptures sur l'arbre ordinal :

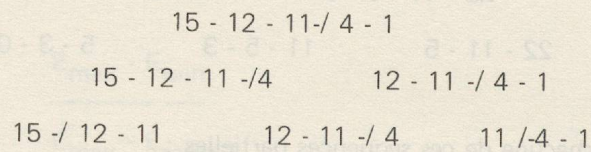


Nous pouvons donc hiérarchiser les ruptures ainsi :

Niv. 4 : 22 /¹ 11 /² 5 - 3 /³ 0.

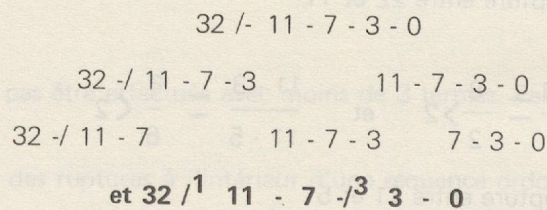
La rupture existant entre 22 et 11 sera dite de 1^{er} ordre, celle entre 11 et 5 de 2^e ordre et celle entre 3 et 0 de 3^e ordre.

De même, construisons l'arbre ordinal pour le niveau 6 :

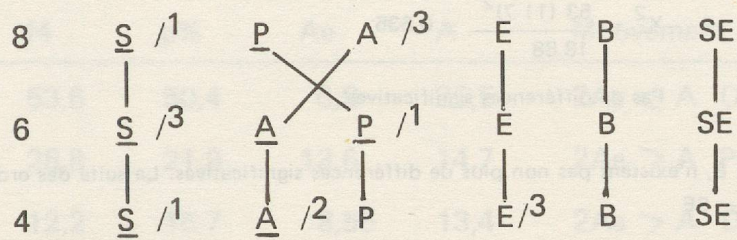


On y calcule les ruptures suivantes : **15 /³ 12 - 11 /¹ 4 - 1**

Pour le niveau 8, on obtient :



6.1.3. Les résultats peuvent être regroupés en un «tableau des séquences structurales» :



L'observation de ce tableau amène les remarques suivantes :

– l'ensemble de l'industrie sur les 3 niveaux possède une certaine stabilité puisqu'il n'existe qu'une seule inversion, et est caractérisé par la dominance de la catégorie S et la très faible importance des catégories E, B, SE.

– cependant un mouvement évolutif est déjà visible :

l'inversion A - P, le déplacement de la rupture de 1^{er} ordre du niv. 8 au niv. 6, l'existence de 3 catégories majeures au niv. 6 et l'existence d'une rupture entre A et P au niv. 4 sont des faits concordants et caractéristiques de ce mouvement : la montée des retouches Abruptes provoque un certain regroupement au niv. 6 (au détriment de la dominance des S qui se fait moins forte), et se poursuit jusqu'au niv. 4 où la catégorie P devient mineure et nettement séparée de A.

Ces résultats visuels seront plus loin précisés par le calcul statistique.

Signalons enfin que P. Boutin (cf. BOUTIN 1976 p. 68) a récemment proposé des solutions graphiques pour définir ces ruptures, à partir d'un «pseudo-diagramme en bâton», préférable selon lui au bloc-diagramme. Mais il n'apporte pas de solution originale vraiment satisfaisante, aussi n'en tiendrons-nous pas compte.

Note : Les dernières recherches de G. Laplace et M. Livache (cf. LAPLACE + LIVACHE 1975 pp 8-12) ont permis de trouver un critère de contingence fixant les ruptures dans une séquence structurale basé sur la loi statistique théorique du CHI-2, utilisée à partir du tableau de contingence suivant :

a	b	a+b
c	d	c+d
n	n	2n

où a et b sont les effectifs observés de deux catégories d'une même séquence, et c et d les complémentaires de ces deux effectifs par rapport à l'effectif total n.

L'indicateur d'écart donné par la formule (établie par G. Laplace) $\chi^2 = \frac{n(a-b)^2}{(a+b)(c+d)}$ mesure le degré de signification des écarts à la

loi de distribution théorique du CHI-2, et prend le sens d'une rupture lorsque la probabilité P sera inférieure à 0,05. Lorsque l'un des effectifs théoriques est inférieur à 10, on utilise la formule de la loi binomiale qui donne directement la probabilité P.

Par exemple, la suite au niveau 8 :

S32 - P11 - A7 - E3 - B = SE = 0 N = 53
permet de calculer les ruptures :

S	P	
32	11	43
21	42	63
53	53	106

$$\chi^2 = \frac{53 (32-11)^2}{(32+11)(21+42)} = 8,62$$

L'indicateur d'écart $X^2 = 8,62$ étant supérieur au $\text{CHI-2} = 3,841$ et la probabilité étant comprise entre 0,01 et 0,001, la différence est dite très significative et est marquée par deux traits obliques //.

— ou encore entre P et A :

P	A	
11	7	18
42	46	88
53	53	106

$$X^2 = \frac{53 (11-7)^2}{18.88} = 0,535$$

Pas de différences significatives.

Entre A et E, et entre E et B, n'existent pas non plus de différences significatives. La suite des ordres pourra donc s'écrire :

S // P - A - E - B = SE

6.2. FREQUENCES

En calculant pour chaque couche le pourcentage de chaque catégorie par rapport à l'effectif de la couche, (par exemple S niv. 8 : $\frac{32}{53} = 0,603$ c'est-à-dire 60,3 %) on établit le **tableau structural des fréquences**.

Dans celui-ci sont indiqués, pour chaque catégorie :

f8, f6, f4 — les fréquences à chacune des couches

p % — la «fréquence théorique», c'est-à-dire le pourcentage des effectifs théoriques par rapport à l'effectif total.

(par exemple : S : $\frac{69}{137} = 0,5036$. C'est-à-dire : 50,4 %)

Ae — l'«amplitude des extrêmes», définie par la différence entre f8 et f4.

A — l'amplitude absolue définie par la différence entre la fréquence la plus forte et la fréquence la plus faible.

— le mode de mouvement de chaque catégorie de retouches, définit ainsi :

Ae = A = 0 Stabilité

Ae = 0, A ≠ 0 oscillation

Ae ≠ 0, A ≠ 2 Ae < A Oscillation dégressive ou progressive

2 Ae > A Progression ou dégression oscillante

Signalons encore que dans ce tableau les catégories sont rangées selon l'ordre de décroissance défini par p.

6.2.1. Tableau structural des fréquences

	f8	f6	f4	p%	Ae	A	Mouvement
S	60,4	34,9	53,6	50,4	6,8	25,5	$2Ae < A$ Oscillation dégressive
A	13,2	27,9	26,8	21,9	13,6	14,7	$2Ae > A$ Progression oscillante
P	20,75	25,6	12,2	15,7	8,55	13,4	$2Ae > A$ Dégression oscillante
E	5,66	9,3	7,3	7,3	1,64	3,64	$2Ae < A$ Oscillation progressive
B	0	2,3	0	0,7	0	2,3	Oscillation
SE	0	0	0	0	0	0	Stabilité

On constate à première vue qu'il sera intéressant de tester les associations S + P et A + E. (Y a-t-il association entre les mouvements progressifs et dégressifs ?)

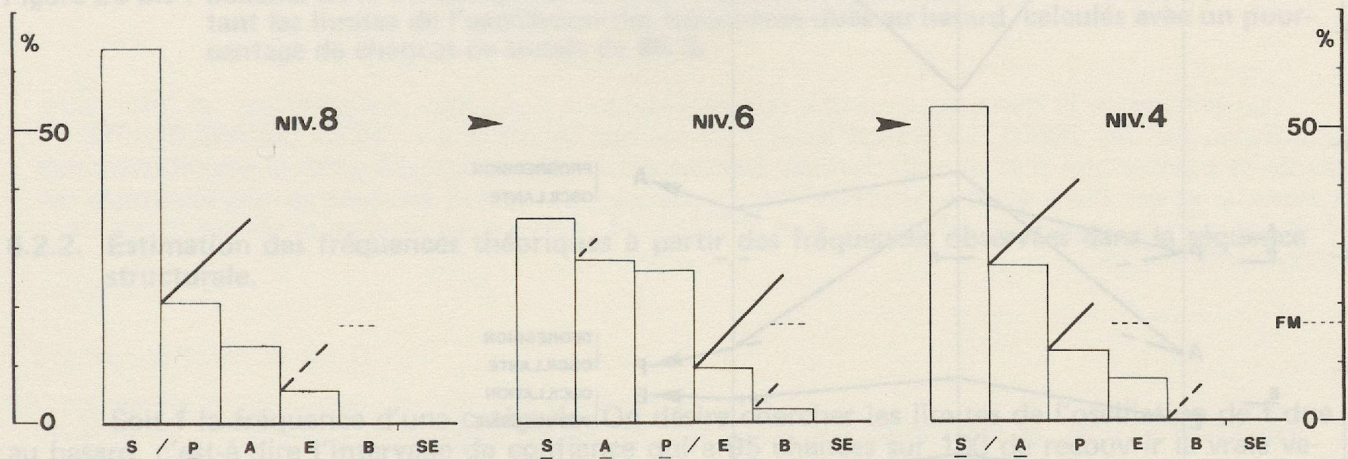


Figure 26 : Histogramme des séries modales, selon l'échelle ordinale.

F M = fréquence moyenne = $100/6 = 16,7 \%$

Traits obliques = ruptures selon le critère ordinal

Modes soulignés = catégorie majeure (fréquence supérieure à F M)

Voir texte : tableau structural des fréquences, § 6.1.)

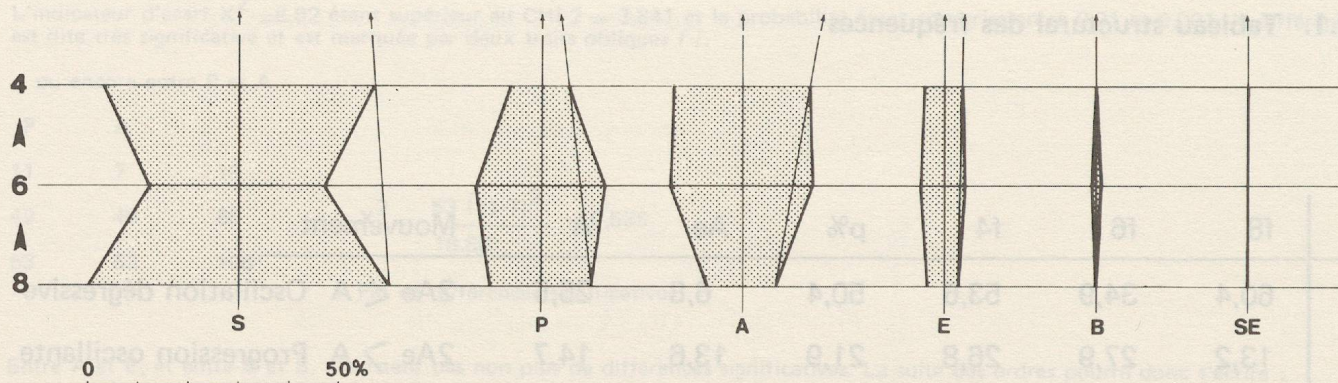


Figure 27 : Schéma évolutif des séries modales.

La largeur de la figure pour chaque mode et chaque couche correspond à la fréquence de ce mode dans le niveau considéré. La domination oscillante de la catégorie S (outils à retouche simple) est particulièrement bien visible, de même que la symétrie des mouvements des outils à retouches plate et abrupte.

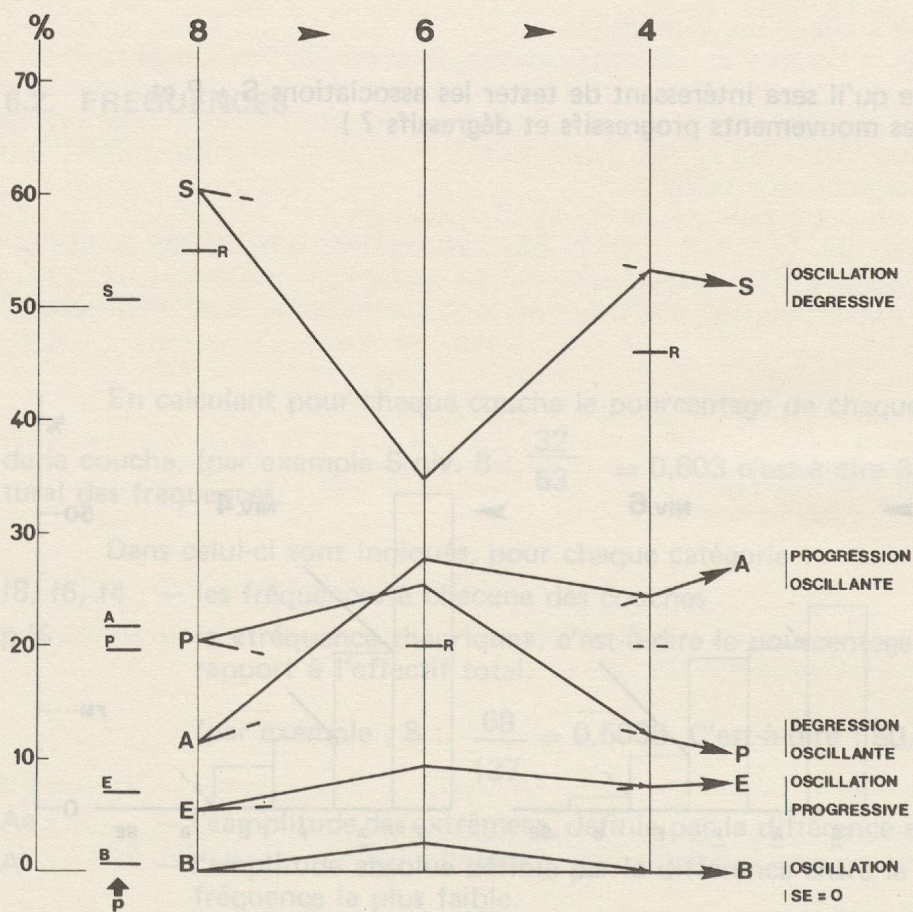


Figure 28 : Schéma de la dynamique structurale modale.

R = ruptures de 1^{er} ordre selon le critère ordinal

p = fréquences théoriques = pourcentage des effectifs théoriques par rapport à l'effectif total. (Par exemple, $P_s = 69/137 = 0,5036$, c'est-à-dire 50,4 %).

L'oscillation dégressive des Simples est significative.

La progression des Abrupts entre les niveaux 8 et 6 et la dégression des Plats entre les niveaux 6 et 4 sont également des mouvements significatifs.

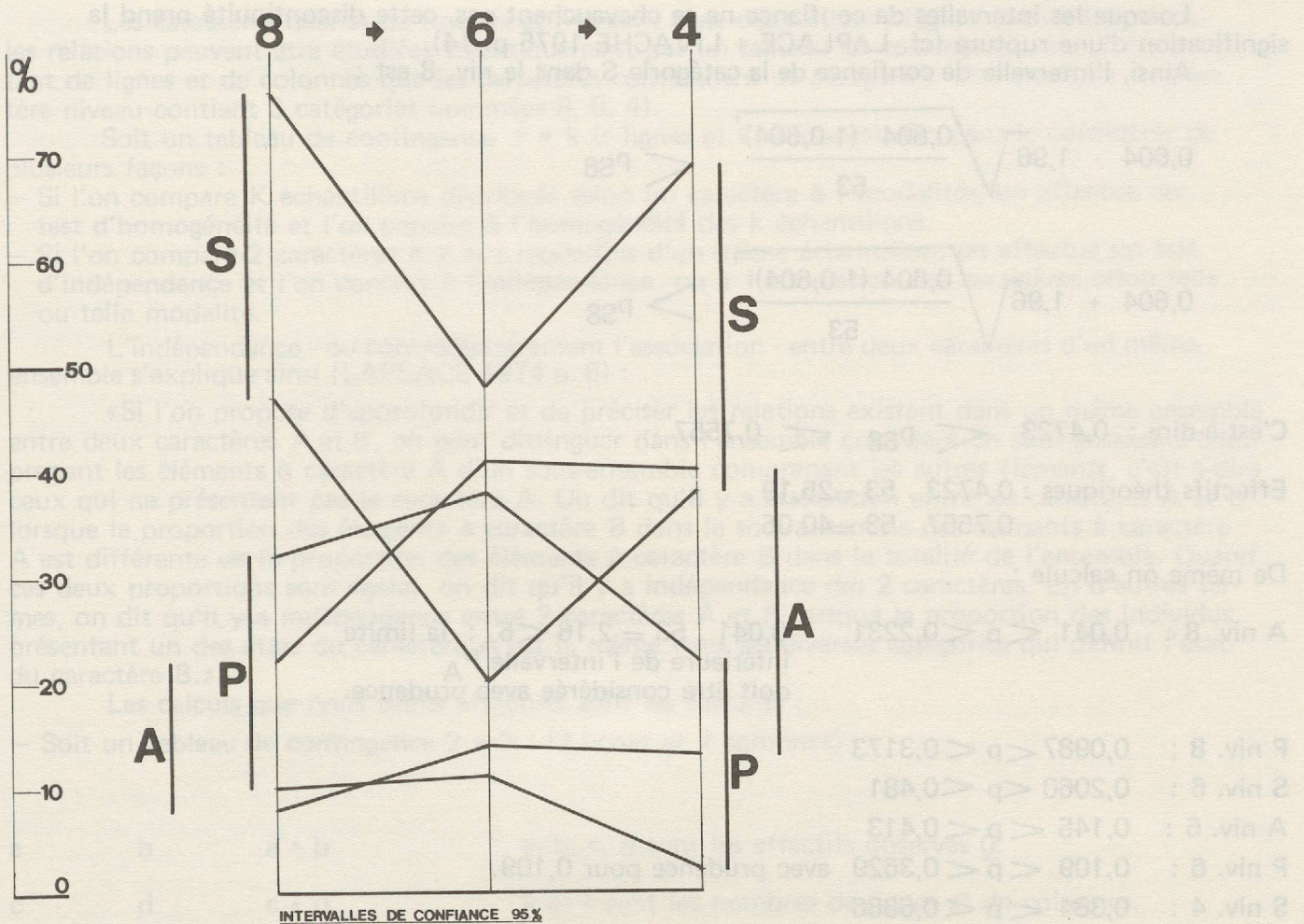


Figure 28 bis : Schéma de la dynamique structurale modale des intervalles de confiance, représentant les limites de l'oscillation des fréquences dues au hasard, calculés avec un pourcentage de chances de succès de 95 %.

6.2.2. Estimation des fréquences théoriques à partir des fréquences observées dans la séquence structurale.

Soit f la fréquence d'une catégorie. On désire chercher les limites de l'oscillation de f due au hasard, c'est-à-dire l'intervalle de confiance qui a 95 chances sur 100 de recouvrir la vraie valeur inconnue de p . Cette fréquence réelle p est donnée selon le calcul des probabilités par la formule :

$$f - 1,96 \sqrt{\frac{f(1-f)}{N}} < p < f + 1,96 \sqrt{\frac{f(1-f)}{N}}$$

(formule valable seulement si les effectifs théoriques sont supérieurs à 10, ou à la rigueur supérieurs à 5).

Lorsque les intervalles de confiance ne se chevauchent pas, cette discontinuité prend la signification d'une rupture (cf. LAPLACE + LIVACHE 1975 p. 14).

Ainsi, l'intervalle de confiance de la catégorie S dans le niv. 8 est :

$$0,604 - 1,96 \sqrt{\frac{0,604 (1-0,604)}{53}} < p_{S8}$$

$$0,604 + 1,96 \sqrt{\frac{0,604 (1-0,604)}{53}} > p_{S8}$$

C'est-à-dire : $0,4723 < p_{S8} < 0,7557$

Effectifs théoriques : $0,4723 \cdot 53 = 25,19$

$0,7557 \cdot 53 = 40,05$

De même on calcule :

A niv. 8 : $0,041 < p < 0,2231$

$0,041 \cdot 53 = 2,16 < 5$: la limite inférieure de l'intervalle P_A doit être considérée avec prudence.

P niv. 8 : $0,0987 < p < 0,3173$

S niv. 6 : $0,2060 < p < 0,481$

A niv. 6 : $0,145 < p < 0,413$

P niv. 6 : $0,109 < p < 0,3629$ avec prudence pour 0,109.

S niv. 4 : $0,384 < p < 0,6886$

A niv. 4 : $0,1324 < p < 0,4036$

P niv. 4 : $0,021 < p < 0,2221$ avec prudence pour 0,021.

Le schéma de la dynamique structurale modale peut donc être complété par les intervalles de confiance (cf. fig. 28bis). La grande largeur de ces bandes est due au faible nombre d'outils analysés et montre que si la domination des Simples est incontestable, l'inversion des mouvements des Abrupts et des Plans est à interpréter avec prudence. La rupture existant au niv. 8 entre S et P est plus importante que celle entre S et A au niv. 4, puisque les intervalles de confiance ne s'y chevauchent pas.

6.3. PRESENTATION SOMMAIRE DE L'OUTIL STATISTIQUE

La théorie des probabilités ayant construit des lois théoriques, des modèles de distribution de variables quantitatives dans un ensemble, on peut chercher à calculer les écarts existant entre une distribution observée selon ce modèle et une distribution théorique. Une de ces lois théoriques, la loi du CHI-2, permet par un test dit du CHI-2 de comparer une distribution observée et une distribution théorique, plus précisément de tester leur conformité ou leur non-conformité. De même, on peut comparer entre elles des distributions observées de variables qualitatives, la théorie du CHI-2 permettant de tester soit l'hypothèse de l'homogénéité de plusieurs distributions, soit l'hypothèse d'indépendance de deux variables.

Les caractères décrits ici (modes et niveaux) sont des caractéristiques **qualitatives** dont les relations peuvent être étudiées statistiquement par un **tableau de contingence** comportant autant de lignes et de colonnes que les caractères contiennent de catégories. (Par exemple le caractère niveau contient 3 catégories nommées 8, 6, 4).

Soit un tableau de contingence $r \times k$ (r lignes et k colonnes). On peut le considérer de plusieurs façons :

- Si l'on compare K échantillons distribués selon un caractère à r modalités, on effectue un **test d'homogénéité** et l'on conclut à l'**homogénéité** des k échantillons.
- Si l'on compare 2 caractères à k et r modalités d'un même échantillon, on effectue un **test d'indépendance** et l'on conclut à l'**indépendance** ou à l'**association** des caractères selon telle ou telle modalité.

L'indépendance - ou contradictoirement l'association - entre deux caractères d'un même ensemble s'explique ainsi (LAPLACE 1974 p. 6) :

«Si l'on propose d'approfondir et de préciser les relations existant dans un même ensemble entre deux caractères A et B , on peut distinguer dans l'ensemble considéré un sous-ensemble comprenant les éléments à caractère A d'un sous-ensemble comprenant les autres éléments, c'est-à-dire ceux qui ne présentent pas le caractère A . On dit qu'il y a **association** entre les caractères A et B lorsque la proportion des éléments à caractère B dans le sous-ensemble des éléments à caractère A est différente de la proportion des éléments à caractère B dans la totalité de l'ensemble. Quand ces deux proportions sont égales, on dit qu'il y a **indépendance** des 2 caractères. En d'autres termes, on dit qu'il y a **indépendance** entre 2 caractères A et B lorsque la proportion des individus présentant un des états du caractère A est la même dans les diverses catégories qui définit l'état du caractère B .»

Les calculs que nous avons effectués sont les suivants :

- Soit un **tableau de contingence 2×2** : (2 lignes et 2 colonnes)

a	b	$a + b$	a, b, c, d sont les effectifs observés O .
c	d	$c + d$	k et r sont les nombres de lignes et de colonnes.
$a + c$	$b + d$	$a+b+c+d = N$	

* Nombre de degré de liberté : $(k-1)(r-1) =$ ici $(2-1)(2-1) = 1$.

* **Effectifs théoriques d'homogénéité ou d'indépendance absolue C** :

Par exemple pour la première case :

$$a' = \frac{(a+c)(a+b)}{N}$$

* **Ecart** : différences $O - C$

* **Contingence quadratique ou indicateur d'écart X^2** :

(mesure de l'écart entre distribution observée et distribution théorique)

$$X^2 = \text{Somme} \frac{(O - C)^2}{C}$$

$$\text{c'est-à-dire : } X^2 = \frac{a^2}{a'} + \frac{b^2}{b'} + \frac{c^2}{c'} + \frac{d^2}{d'} - N$$

$$= \frac{(ad - bc)^2 \cdot N}{(a+b)(a+c)(b+d)(c+d)} \quad (\text{pour un tableau } 2 \times 2)$$

«L'homogénéité de deux ensembles ou l'association de deux caractères seront d'autant plus grands que les écarts, donc la contingence quadratique, seront élevés. (...) Les tables du CHI-2 de Pearson (cf. appendice) indiquent, pour chaque valeur de CHI-2, la probabilité pour que la valeur de CHI-2 soit atteinte par X^2 observé uniquement par l'effet du hasard. On admet généralement 0,05 (5%) comme valeur de la probabilité P au-dessous de laquelle les divergences entre effectifs observés et effectifs théoriques ne sont plus attribués au hasard de l'observation. La différence est dite alors significative» (LAPLACE 1974 p. 25).

Conditions d'application : les effectifs théoriques calculés doivent être au moins égaux à 5. On peut admettre cependant un effectif théorique compris entre 3 et 5. L'effectif total N doit être supérieur à 20.

Les petits échantillons (l'un au moins des effectifs est petit, l'effectif total N est compris entre 20 et 40) peuvent être soumis quand même au test du CHI-2 par les règles suivantes : (On peut mesurer le degré d'association, mais non la signification. On s'expose à ne déceler que des différences importantes, mais celles qui sont décelées sont valables, sous réserve des conditions de représentativité de l'échantillon).

1) Calcul du X^2 habituel : si les différences sont non significatives, (homogénéité) le test est valable sans plus.

2) Si le X^2 est proche du seuil de signification, on pratique la «correction de Yates» :

$$* \quad X^2 = \frac{N (|ad - bc| - N/2)^2}{(a+b)(a+c)(b+d)(c+d)}$$

Si le X^2 corrigé obtenu est très au-dessous ou très au-dessus du seuil de signification (3,84 pour les tableaux 2x2) le test est valable.

3) Si le X^2 corrigé obtenu est proche de 3,84, on pratique la «méthode de Fischer» :

Soit un tableau de contingence formé par 4 effectifs a, b, c, d dont le plus petit est a. La probabilité P selon laquelle l'écart entre un X^2 observé et un CHI-2 théorique sera significatif (il y aura alors désaccord entre les faits observés et l'hypothèse d'indépendance ou d'homogénéité) se calcule directement : il est égal à la somme des P calculés pour toutes les valeurs de a' comprises entre a et 0 (a' étant un effectif fictif : en gardant les mêmes totaux marginaux, on fait varier cet effectif de a à 0 dans la première case), avec la formule :

$$* \quad P = \frac{(a+b)! (a+c)! (b+d)! (c+d)!}{N! a! b! c! d!}$$

(Soit i un nombre entier compris entre 0 et l'infini.

i! = i factoriel = produit de tous les nombres compris entre 1 et i.

Ex. : i = 5 : i! = 5.4.3.2.1 = 120)

$$* \text{ Coefficient d'association : } Q = \frac{a.d - b.c}{a.d + b.c} \quad \text{varie de -1 à +1.}$$

Q = 0 : indépendance parfaite

Q = -1 : association parfaite

$$* \text{ Carré de contingence de Pearson : } PHI^2 = \frac{X^2}{N} = \frac{(ad - bc)^2}{(a+b)(a+c)(b+d)(c+d)}$$

$$* \text{ Coefficient de «corrélation des points» : } PHI = \sqrt{PHI^2}$$

— Dans les tableaux de contingence où r ou/et k sont sup. à 2 :

* PHI^2 est remplacé par le coefficient de contingence :

$$C^2 = \frac{X^2}{N + X^2}$$

* Nombre de degré de liberté = $(k-1)(r-1)$

Les effectifs théoriques C d'homogénéité ou d'indépendance absolue dans chaque case du tableau de contingence se calcule de la même manière : produit des totaux marginaux correspondants, divisé par l'effectif total . Les écarts sont de même les différences entre effectifs observés O et effectifs théoriques C : $O - C$.

* D'où : $\chi^2 = \text{Somme des } \frac{(O - C)^2}{C}$ ou $\chi^2 = \text{Somme des } \frac{O^2}{C} - N$

Les tables du CHI-2 de Pearson permettent alors de tester de la même manière les hypothèses d'homogénéité et d'indépendance.

6.4. UTILISATION DE L'OUTIL STATISTIQUE

6.4.1. Etude globale 8 – 6 – 4.

Tableau de contingence à 3 lignes et 3 colonnes :

Caractère niveau : 8, 6, 4.

Caractère mode : S – A – P+E+B (regroupements nécessaires pour que les effectifs théoriques soient supérieurs à 5).

Degré de liberté : $(3-1)(3-1) = 4$.

Hypothèse nulle H_0 : les 3 séries modales 8, 6 et 4 à 3 catégories S, A et P+E+B sont homogènes (leur répartition est homogène dans le tableau).

Exemple du calcul du χ^2 :

Contenu des 2 cases S-8 et S - χ^2_8 :

	8	
		écart $O - C = 5,31$
S	32 = O effectif observé	$C = \frac{69.53}{137} = 26,69$
		C = effectif théorique d'homogénéité absolue

X^2_8

S Contingence quadratique : $X^2_{S8} = \frac{(O - C)^2}{C}$

$$\frac{5,31^2}{26,69} = 1,06$$

Alors : $X^2 = \text{Somme des } X^2_{ij}$ pour $i = 8, 6, 4$
 $j = S, A, P+E+B$

Tableau de calcul du X^2 :

	8	6	4	N	X^2_8	X^2_6	X^2_4	X^2_T
S	+5,31 32 26,69	-6,66 15 21,66	+1,35 22 20,65	69	1,06	2,05	0,09	3,19
A	-4,6 7 11,6	+2,58 12 9,42	+2,2 11 8,98	30	1,82	0,71	0,45	2,98
P+E+B	-0,7 14 14,70	+4,07 16 11,93	-3,37 8 11,37	38	0,03	1,39	1,0	2,42
TOTAL	53	43	41	137	2,91	4,15	1,54	<u>8,60</u>
$X^2 = 8,60$ et $\text{CHI-}2_4 \ 0,05 = 9,488$. Hypothèse d'homogénéité acceptée !								

$P = 0,05$ étant choisi comme seuil de signification, la table de Pearson donne, en fonction du nombre de degré de liberté, l'indicateur d'écart quadratique CHI-2. (Par exemple ici $\text{CHI-2}_{4, 0,05} = 9,488$).

* Si X^2 est inférieur au CHI-2, il n'y a pas de différences significatives et les écarts entre la distribution observée et la distribution théorique d'homogénéité sont attribués au hasard.

* Si X^2 est supérieur au CHI-2, il existe une différence significative au seuil de 5 %. Les écarts n'étant pas dus au hasard, on rejette l'hypothèse d'homogénéité (ou, dans un autre cas, d'indépendance de deux caractères) et on admet l'hypothèse inverse d'inhomogénéité des séries (ou d'association des caractères).

Cette probabilité P peut être variée : la table donne en plus les CHI-2 pour une série de P allant de 0,001 à 0,99. Par exemple, si l'hypothèse nulle H_0 est exacte, la probabilité pour que X^2 atteigne ou dépasse CHI-2 est de 0,05 si l'on prend $\text{CHI-2} = 9,488$. Cependant, une zone de prudence est à admettre entre 0,05 et 0,10.

Ici, $X^2_4 = 8,60$. La table nous donne :

$\text{CHI-2}_{4, 0,05} = 9,488$ et $\text{CHI-2}_{4, 0,10} = 7,779$.

1^{er} cas : seuil à 0,05 : X^2 inférieur au CHI-2. L'hypothèse d'homogénéité est acceptée. (Si H_0 est acceptée, X^2 a 5 chances sur 100 d'atteindre ou dépasser 9,488).

2^{ème} cas : seuil à 0,10 : X^2 supérieur au CHI-2. L'hypothèse d'homogénéité est alors rejetée et l'on accepte l'hypothèse contraire d'inhomogénéité.

Les statisticiens recommandant par expérience d'admettre comme seuil de signification 0,05 ou même mieux 0,02, nous admettrons ici l'hypothèse d'homogénéité, mais avec prudence.

Cela signifie que la répartition des modes de retouche (hélas limitée à ces 3 catégories) est homogène avec prudence dans les 3 couches 8, 6 et 4. (Les mouvements évolutifs des différents modes sont donc quand même légèrement liés entre eux).

Dans le tableau précédent, on constate que la série S possède l'écart quadratique le plus élevé (3,19). Il sera donc intéressant de tester l'homogénéité des séries modales 8, 6 4 à 2 catégories

S et nonS = A + P + B + E : (tableau 2 x 3)

$X^2 = 6,42$ supérieur au $\text{CHI-2}_{2, 0,05} = 5,991$.

L'hypothèse d'homogénéité est rejetée et l'on admet l'hypothèse alternative de répartition inhomogène.

L'instabilité de la catégorie S des outils à retouche simple peut être interprétée comme significative d'un mouvement différentiel caractéristique de l'évolution du complexe industriel néolithique récent d'Yvonand.

Si l'on restreint volontairement l'étude aux seuls modes S, A et P, on peut dresser un tableau de contingence permettant de tester l'homogénéité des 3 séries 8, 6 et 4 à 3 caractères : L'indicateur d'écart obtenu X^2 est de 8,09. X^2 inférieur au CHI-2. Homogénéité acceptée.

De même on peut étudier la répartition dans les 3 couches des couples A - nonA, S - A, S - P, et A - P :

A - nonA : $X^2 = 3,82$, inf. au $\text{CHI-2} = 5,991$. Homogénéité acceptée.

S - A : $X^2 = 2,35$. Homogénéité acceptée.

(les mouvements de ces 2 catégories ne sont pas liés sur les 3 couches)

S - P : $X^2 = 3,968$. Homogénéité acceptée.

A - P : $X^2 = 3,03$. Homogénéité acceptée.

Ainsi, le tableau structural des fréquences (figure 28) peut se compléter par l'apport de l'adjectif «significative» à l'oscillation dégressive du mode simple, les 5 autres mouvements n'étant pas significatifs.

Cependant, comme tous les mouvements sont marqués par une oscillation plus ou moins forte, il paraît intéressant d'étudier les passages entre les couches 8 et 6 et entre les couches 6 et 4.

6.4.2. Etude globale 8 – 6.

2ème exemple du calcul du χ^2 :

Hypothèse nulle H_0 : les séries modales 8 et 6 à 3 catégories

S, A et P + E + B sont homogènes

Hypothèse alternative H_1 : la répartition de ces 2 catégories dans le tableau est inhomogène.

Tableau de contingence et de calcul du χ^2 :

	8	6	N	χ^2_8	χ^2_6	χ^2_T
S	+6,06 32 25,94	-6,05 15 21,05	47	1,42	1,74	3,16
A	-3,49 7 10,49	+3,49 12 8,51	19	1,16	1,43	2,59
P+E+B	-2,56 14 16,56	+2,56 16 13,44	30	0,396	0,49	0,88
TOTAL	53	43	96	2,976	3,66	<u>6,63</u>
$\chi^2_2 = 6,63$ supérieur au $\text{CHI-2}_{2, 0,05} = 5,991$						

Les différences entre le χ^2 constaté et le CHI-2 théorique ne peuvent pas être attribuées au hasard, mais sont **significatives**. On admet donc l'hypothèse alternative H_1 d'**inhomogénéité des 2 séries modales 8 et 6**. Un phénomène évolutif important se passe donc entre les niveaux 8 et 6. Néanmoins, on peut constater la relative disparité entre les catégories S et A et la catégorie P+E+B si l'on considère les sommes des écarts réduits χ^2_T .

On peut donc construire un tableau de contingence 2 x 2 en réduisant les catégories modales à S+A et P+E+B. Le χ^2 obtenu étant inférieur au $\text{CHI-2}_{2, 0,05} = 3,841$, l'hypothèse d'homogénéité des séries 8 et 6 est acceptée.

On peut donc admettre qu'entre 8 et 6 deux mouvements sont significatifs de l'évolution, la chute des outils à retouche simple et la montée des outils à retouche abrupte.

6.4.3. Etude globale 6 – 4.

Le tableau de contingence des 2 séries 6 et 4 à 3 catégories S, A et P+E+B permet de calculer un $X^2 = 3,983$ nettement inférieur au CHI-2 théorique de 5,991. L'hypothèse d'homogénéité de ces 2 séries est donc acceptée. De même, en restreignant l'étude aux 3 catégories modales S, A et P, le X^2 obtenu étant de 3,61 inférieur au CHI-2 de 5,991, l'homogénéité est acceptée avec prudence.

Une première conclusion peut donc être formulée ainsi : le dynamisme évolutif le plus fort se situe entre les niveaux 8 et 6, plus précisément dans les mouvements des modes simple et abrupt, alors que les catégories modales se répartissent de manière homogène entre les niveaux 6 et 4.

La recherche des liaisons entre ces mouvements évolutifs peut être encore affinée par l'étude des associations entre deux séries modales ou entre une série et toutes les autres par des tableaux de contingence 2 x 2.

6.4.4. Etude des associations 2x2 8 – 6.

L'étude des tableaux de contingences 2x2 d'une catégorie relativement à toutes les autres dans les 2 séries 8 et 6 est résumée par le tableau suivant :

	χ^2	PHI ²	PHI	Q	Ordre des PHI
S – Non S	6,174	0,064	+0,253	0,48	5
A – Non A	3,23	0,03	-0,18	-0,44	4
P – Non P	0,313	0,003	-0,057	-0,135	1
E – Non E	0,465	0,004	-0,069	-0,26	2
B – Non B	1,245	0,01	-0,114	—	3

Ce tableau amène les remarques suivantes :

L'homogénéité la plus forte (autrement dit l'indépendance du caractère par rapport aux autres) se trouve dans le tableau de contingence de P et Non P, ainsi que de E et non E. Cela confirme les conclusions précédentes selon lesquelles seuls S et A jouaient un rôle important dans cette évolution.

Le coefficient d'association de A – Non A (-0,44) montre que l'homogénéité de ces séries est faible, c'est-à-dire à accepter avec prudence (X^2 proche du CHI-2); de même le Q relativement faible de S – Non S, à mi-chemin entre l'indépendance et l'association parfaite, montre que l'inhomogénéité de ces 2 séries ($X^2 = 6,174$ sup. au CHI-2) n'est pas très forte. La colonne des PHI permet de sérier les couples, de donner un ordre dans les homogénéités : ainsi le couple P – Non P est le plus homogène suivi de E, B et A. Cet ordre peut être précisé en cherchant les ruptures ordinales existant dans cette série : 180 /¹ 114 /² 69 - 57. La force de l'homogénéité de P et Non P est encore accentuée par rapport aux autres couples.

Les relations entre les différents modes peuvent encore être précisées par les calculs des X^2 (tests d'homogénéité de la répartition de deux catégories dans deux couches différentes) et sont résumées par le tableau suivant :

P	P-A	0,716 +0,13	X^2 PHI					
E	E-A	0,078 +0,055	E-P	0,108 -0,06				
B	B-A	0,56 -0,168	B-P	0,958 -0,204	B-E	0,15 -0,14		
S	S-A	4,24 +0,28	S-P	2,09 +0,17	S-E	1,7 +0,18	S-B	0,127 +0,05
	A		P		E		B	

Les 3 lignes supérieures de cases de ce tableau constitue, avec la case S-B non représentative vu le faible nombre de burins, le noyau, l'unité de l'industrie des couches 8 et 6. Au contraire les rapports de S (qui est en « association » avec tous les autres caractères) sont plus riches en renseignements : l'homogénéité des séries S-P et S-E est à accepter avec prudence (les X^2 sont proches des CHI-2). La catégorie S est donc plus ou moins liée avec les A, P, et E. Les 3 PHI représentant ces couples peuvent s'ordonner en la suite 28 / 18 - 17 avec une rupture entre 28 et 18. La modification des S « influence » donc d'abord et surtout les Abrupts, puis les Ecaillés et enfin les plats.

Ce qui est confirmé par la comparaison des coefficients d'association Q :
 $Q_{SA} = 0,57$, $Q_{SP} =$, $Q_{SE} = 0,48$.

Exemples de calculs de X^2 avec corrections :

	8	6	
S	32	15	47
A	7	12	19
	39	27	66

X^2 normal = $\frac{(32 \cdot 12 - 15 \cdot 7)^2 \times 66}{47 \cdot 19 \cdot 27 \cdot 39} = 5,46$
 X^2 sup à CHI-2 : inhomogénéité à vérifier

$$X^2 \text{ Yates} = \frac{((ad - bc) - N/2)^2 \cdot N}{(a+b)(a+c)(b+d)(c+d)} = \frac{(279 - 33)^2 \cdot 66}{940329} = 4,24$$

X^2 4,24 est toujours supérieur au CHI-2 $\chi_{1, 0,05} = 3,81$

L'inhomogénéité des 2 séries 8 et 6 à caractères S et A est acceptée.

	6	4	
S	15	22	37
B	1	0	1
	16	22	38

χ^2 Yates = 4,90 proche de $\chi^2_{2, 384}$

Vérification par la méthode de Fischer :

$$P = \frac{37! 22! 16!}{38! 22! 15!} = \frac{16}{38} = 0,4210$$

La table de Pearson nous donne pour $P = 42,1\%$ un χ^2 de env. 0,8 nettement inférieur au $\chi^2_{2, 384}$: l'hypothèse d'homogénéité est acceptée.

6.4.5. Etude des associations 2 x 2 6 - 4.

Les mêmes procédés de calcul permettent de composer le tableau suivant :

	χ^2	PHI	Q	Ordre des PHI
S - Non S	<u>3,0</u>	-0,188	-0,367	
A - Non A	0,012	+0,012	0,0001	1
P - Non P	<u>2,439</u>	+0,170	0,424	4
E - Non E	0,10	+0,035	0,13	2
B - Non B	0,96	+0,107	-	3

L'homogénéité des séries 6 et 4 à 2 caractères S et Non S est acceptée avec prudence, tout comme celle des séries 6 et 4 aux caractères P et Non P. La série ordonnée des PHI possède une rupture et s'organise ainsi : $P + P - B + B \neq 1 \quad E + E - A + A$.

Fait particulier, alors que dans le passage 8 - 6, le couple A - NonA jouait un rôle important (A étant «lié» à S), ici, son χ^2 et son Q très faible le place en tête des homogénéités. L'inversion de A à P est à nouveau mise en évidence, quoique moins nettement que dans les tableaux de la dynamique structurale.

Le calcul des χ^2 des couples de modes pris 2 à 2 ne montre qu'une seule homogénéité, celle du couple S - P, les autres χ^2 étant tous très faible. La progression des Simples est donc «liée» à la dégression des Plats, bien que cette liaison ne soit pas très forte. ($\chi^2 = 4,23$, et $S = -0,28$).

6.4.6. Test d'homogénéité des progressions — dégressions.

Le tableau structural des fréquences (cf. fig. 28) permet de diviser les mouvements principaux (S,A,P,E) en 2 catégories différentes, les progressions et les dégressions. On est donc conduit à tester l'homogénéité des 3 séries 8, 6 et 4, des 2 séries 8 et 6, et des 2 séries 6 et 4, toutes ces séries étant réparties selon 2 catégories A+E (progressions) et S+P (dégressions).

— Pour les séries 8, 6, 4, le X^2 obtenu de 4,8 est inférieur au CHI-2 et l'hypothèse d'homogénéité est acceptée avec prudence.

— Pour les séries 8 et 6, $X^2 = 5,01$ supérieur au $\text{CHI-2}_1 0,05$, et l'on retient l'hypothèse alternative d'inhomogénéité.

— Pour les séries 6 et 4, $X^2 = 0,262$, on constate une répartition fortement homogène.

Ici aussi l'on remarque l'importance évolutive du passage 8—6 par rapport au passage 6—4. Les progressions et les dégressions, si elles se répartissent de manière homogène (mais avec prudence) sur l'ensemble de l'outillage, sont «liées» entre les niveaux 8 et 6, ce fait étant évidemment dépendant de l'inhomogénéité des séries S et NonS.

6.5. SYNTHÈSE ET CONCLUSION DE L'ÉTUDE DE LA STRUCTURE MODALE

6.5.1. Tableau résumé des calculs statistiques :

3 séries modales 8, 6 et 4 :

- | | |
|--------------------------|--|
| 3 catégories S,A,P+E+B : | Homogénéité avec prudence ! |
| 3 catégories S,A,P : | Homogénéité avec prudence ! |
| 2 catégories S,nonS : | Inhomogénéité : le mouvement de la catégorie S est dit significatif |
| 2 catégories A,nonA : | Homogénéité |
| 2 catégories S et A : | Homogénéité |
| 2 catégories S et P : | Homogénéité |
| 2 catégories A et P : | Homogénéité |
| 2 catégories A+E, S+P : | Homogénéité avec prudence ! |

<p>2 séries modales 8 et 6 :</p> <p>3 catégories S,A,P+E+B : Inhomogénéité !</p> <p>2 catégories S+A, P+E+B : Homogénéité : S et A ont des mouvements significatifs</p> <p>2 catégories A+E, S+P : Inhomogénéité !</p>	<p>2 séries modales 6 et 4 :</p> <p>3 catégories S,A,P+E+B : Homogénéité avec prudence !</p> <p>3 catégories S,A,P : Homogénéité</p> <p>2 catégories A+E, S+P : Homogénéité forte</p>
<p>2 catégories :</p> <p>S-nonS : inhomogénéité !</p> <p>A-nonA : homogénéité + prudence</p> <p>P-nonP : homogénéité la + forte</p> <p>E-nonE : homogénéité</p> <p>B-nonB : homogénéité</p>	<p>2 catégories :</p> <p>S-nonS : homogénéité + prudence !</p> <p>P-nonP : homogénéité + prudence !</p> <p>A-nonA : homogénéité la + forte</p> <p>E-nonE : homogénéité</p> <p>B-nonB : homogénéité</p>
<p>2 catégories :</p> <p>S - A : inhomogénéité !</p> <p>S - P : homogénéité + prudence !</p> <p>S - E : homogénéité + prudence !</p> <p>S - B : forte homogénéité</p> <p>Autres couples de modes : fortes homogénéités</p>	<p>2 catégories :</p> <p>S - P : inhomogénéité.</p> <p>S et P ont des mouvements significatifs.</p> <p>Autres couples de modes : fortes homogénéités</p>

6.5.2. Tableaux de la dynamique structurale :

	8	6	4
S	Dégression significative		Progression significative
A	Progression significative		Dégression non sign.
P	Progression non sign.		Dégression significative
E	Progression non sign.		Dégression non sign.
B	Progression non sign.		Dégression non sign.
SE	Stabilité non sign.		Stabilité non sign.

	8	6	4	p%	Ae	A	
S	<u>60,4</u>	+ <u>(34,9)</u>	+ <u>53,6</u>	50,4	6,8	25,5	Oscillation dégressive significative
A	(13,2)	- <u>27,9</u>	<u>26,8</u>	21,9	13,6	14,7	Progression oscillante
P	<u>20,7</u>	<u>25,6</u>	- (12,2)	19,7	8,55	13,4	Dégression oscillante
E	(5,66)	9,3	7,3	7,3	1,64	3,64	Oscillation progressive
B	0	2,3	0	0,7	0	2,3	Oscillation
SE	0	0	0	0	0	0	Stabilité
$p \% : \underline{S} / ^1 \underline{A} \underline{P} / ^2 \underline{E} \underline{B} \underline{SE}$				Les mouvements A et P peuvent être appelés «mi-significatifs» *			

* Note : ces mouvements pourraient également être appelés «partiellement significatifs».

Dans ce tableau, chaque mouvement différentiel significatif, isolé par le test du CHI-2, est représenté par le signe (-), à l'occasion cumulé (+) lorsque le mouvement est reconnu significatif à la fois dans l'ensemble de l'industrie et dans les 2 passages évolutifs différents. Les fréquences des catégories majeures sont soulignées et les ruptures trouvées dans le tableau des séquences structurales sont exprimées par un trait horizontal, tandis que de nouvelles ruptures sont calculées entre les différentes fréquences catégorielles de chaque catégorie remises dans l'ordre décroissant, et isolant ou non une fréquence — signe () — . La suite des p %, qui permet de présenter une moyenne des ruptures et des catégories majeures, est l'expression essentielle, la plus condensée, des caractéristiques modales de l'ensemble de l'industrie lithique d'Yvonand-4.

Ces différents tableaux, d'une grande richesse de renseignements, non seulement permettent de préciser de manière significative les interprétations effectuées d'après les tableaux des séquences structurales et des fréquences, mais en plus résument toute la dynamique structurale modale de l'industrie.

Néanmoins, l'absence de beauté littéraire étant un obstacle à leur compréhension, reprenons nos conclusions et résumons -les d'après un ordre d'exposition plus logique en articulant notre étude selon le schéma suivant :

- a) étude des caractéristiques du niveau 8
- b) » » » du niveau 6
- c) » » » de l'évolution de 8 à 6
- d) » » » du niveau 4
- e) » » » de l'évolution de 6 à 4
- f) » » » de l'évolution de 8 à 4 (vue d'ensemble)
- g) » » » globales (moyenne des 3 industries)

6.5.3. Caractéristiques du niveau 8.

Forte domination des Simples, puis des Plats (catégories majeures) alors que les Abrupts et les Ecaillés sont faiblement représentés.

6.5.4. Caractéristiques du niveau 6.

Relative homogénéité (au sens non statistique du terme) du groupe des catégories majeures S, A et P dominant nettement (rupture) les catégories mineures. (voir figure 23 et 26).

6.5.5. Caractéristiques de l'évolution de 8 à 6.

La catégorie Simple subit une importante dégression significative d'un mouvement différentiel caractéristique, tandis que la catégorie A, en «association» avec S, subit une forte progression également significative. Sur l'ensemble de l'outillage, les deux séries 8 et 6 ont une répartition inhomogène; les caractères modaux sont donc en association. Les 2 catégories progression et dégression (sur l'ensemble des 3 couches) sont également inhomogènes en 8 - 6. La catégorie P, stable et restant majeure, est tout-à-fait indépendante de ce mouvement, puisque les séries 8 et 6 réparties en P et Non P possèdent le plus fort degré d'homogénéité. Ce phénomène est interdépendant de l'étalement des blocs constaté dans les histogrammes de la figure 23 (groupes et classes).

6.5.6. Caractéristiques du niveau 4.

Domination des Simples sur le reste de l'outillage, suivie d'une domination secondaire des Abrupts sur les Plats et les Ecaillés, catégories mineures, ces derniers prenant une certaine ampleur puisqu'ils se placent avec les plats entre deux ruptures secondaires.

6.5.7. Caractéristiques de l'évolution de 6 à 4 .

L'inversion A — P, fait dominant en 8—6, est confirmée puisqu'A, malgré une légère dégression reste catégorie majeure et est séparée par une rupture de P. Mais, alors que les Simples progressent à nouveau (ce qui est dû, comme nous le verrons au chapitre suivant, à la montée d'un nouveau type d'outils, les grattoirs), c'est la forte dégression des Plats qu'il faut mettre en évidence. En effet, alors que les séries 6 et 4 sur l'ensemble des catégories comme sur les seules catégories S, A, P sont homogènes, seuls les couples S et P, S et Non S, et P et Non P ont une répartition inhomogène ou homogène avec prudence. Cette dégression des Plats est donc «liée» à la remontée des Simples, cette liaison pouvant être considérée comme le seul fait évolutif significatif. La catégorie A ne joue plus un rôle important du point de vue évolutif par rapport aux autres puisque c'est le couple A — Non A qui possède la plus forte homogénéité.

6.5.8. Caractéristiques de l'évolution de 8 à 4 (vue d'ensemble).

Les trois séries modales 8, 6 et 4, réparties en trois catégories S, A, P+E+B ou S, A, P, ont une répartition homogène avec prudence. La stabilité d'ensemble que l'on constate est donc toute relative, puisque, lorsqu'on détaille l'information, on voit que le mouvement des Simples est significatif : son mouvement, une oscillation dégressive, est une caractéristique majeure de l'évolution de notre complexe industriel. Les autres mouvements sont relativement indépendants entre eux, mais parfois en association avec l'oscillation des Simples. Il est intéressant de noter que le dynamisme évolutif le plus fort, la poussée la plus conséquente, s'est fait entre les couches 8 et 6 (inhomogénéité d'ensemble) par la montée des Abrupts provoquant l'inversion de P à A, alors qu'entre les niveaux 6 et 4, l'évolution est plus faible, la structure modale tendant à se stabiliser et les Simples reprenant leur nette domination et les Plats dégressant inversément.

Les caractéristiques plus fines de l'évolution de l'outillage sur les 3 couches sont données par le tableau de la dynamique structurale et visualisées par le schéma de la fig. 28.

Les oscillations parfois importantes qui affectent les mouvements de tous les modes sont marquées dans ce tableau par la recherche de ruptures entre les fréquences d'un même mode (fréquences mises entre parenthèses). Fait intéressant, c'est à chaque fois la fréquence la plus faible qui est isolée des autres, en tendant à faire apparaître les mouvements comme symétriques :

Ainsi, du niv. 8 au niv. 4 :

E, d'abord faible (f8 isolée) progresse et se stabilise

A, d'abord faible (f8 isolée) progresse et se stabilise

P, fort, est stable entre 8 et 6 puis dégresse (f4 isolée)

S, fort en 8, dégresse (f6 isolée) puis progresse pour réatteindre la même fréquence qu'au départ.

6.5.9. Caractéristiques globales.

Enfin, un petit jeu purement intellectuel consistant à regrouper artificiellement les 3 couches pour en établir la moyenne permet de caractériser l'industrie au niveau modal par la suite :

S /¹ A P /² E B SE

Les outils à retouche Simple forment la moitié de l'outillage (50,4 %), les outils à retouches Plate et Abrupte constituent un groupe important (41,6 %) relativement homogène (2 catégories identiques), les outils à retouche Ecaillée (7 %) un groupe très mineur, tandis que les outils à retouches Burin et Surélevée sont quasiment inexistantes.

6.6. COMPLEMENT : DISTANCE DU CHI-2 ET DENDROGRAMME

Les «distances» existant soit entre les couches soit entre les catégories (ordres par exemple) d'un même niveau structural peuvent être calculées par plusieurs procédés. L'un d'entre eux, la distance du CHI-2, nommé ainsi par le mathématicien Benzecri par analogie avec les calculs statistiques du CHI-2, permet de représenter graphiquement et hiérarchiquement ces distances (cf. BERTIER - BOUROCHE 1975, et LAPLACE 1975 pp 22-24).

Soit un tableau de contingence r x k à r lignes et k colonnes :

	1	...	j	j'	...	k	
1							
⋮							
i			n_{ij}	$n_{ij'}$			$n_{i.}$
i'			$n_{i'j}$	$n_{i'j'}$			$n_{i'.$
⋮							
r							
			$n_{.j}$	$n_{.j'}$			$n_{..}$

n_{ij} exprime le nombre d'observations présentant à la fois les deux caractères i et j;

$n_{i.}$ représente la somme de toutes les observations présentant le caractère i, j variant de 1 à k :

$$n_{i.} = \sum_{j=1}^k n_{ij};$$

$n_{.j}$ représente la somme de toutes les observations présentant le caractère j , i variant de 1 à r :

$$n_{.j} = \sum_{i=1}^r n_{ij}$$

$$n_{..} \text{ est l'effectif total : } n_{..} = \left(\sum_{i=1}^r + \sum_{j=1}^k \right) n_{ij}$$

La distance du CHI-2 entre deux modalités sérielles i et i' est donnée par la formule :

$$d^2(i, i') = \sum_{j=1}^k \frac{n_{.j}}{n_{.j}} \cdot \left(\frac{n_{ij}}{n_{i.}} - \frac{n_{i'j}}{n_{i'.}} \right)^2$$

De même entre 2 modalités sérielles j et j' :

$$d^2(j, j') = \sum_{i=1}^r \frac{n_{i.}}{n_{i.}} \cdot \left(\frac{n_{ij}}{n_{.j}} - \frac{n_{ij'}}{n_{.j'}} \right)^2$$

Pour la structure modale d'Yvonand 4, le tableau de contingence se construit ainsi :

	S	A	P	E	B	
8	32	7	11	3	0	53
6	15	12	11	4	1	43
4	22	11	5	3	0	41
	69	30	27	10	1	$n_{..} = 137$

$$\begin{aligned} \text{Par exemple, } d^2(8,6) &= \frac{137}{69} \left(\frac{32}{53} - \frac{15}{43} \right)^2 + \\ &\frac{137}{30} \left(\frac{7}{53} - \frac{12}{43} \right)^2 + \frac{137}{27} \left(\frac{11}{53} - \frac{11}{43} \right)^2 + \frac{137}{10} \left(\frac{3}{53} - \frac{4}{43} \right)^2 \\ &- \frac{137}{1} \left(\frac{0}{53} - \frac{1}{43} \right)^2 = 0,3260 \end{aligned}$$

$$D'où : \sqrt{d^2} = d = 0,5709$$

$$\text{et : } d(6,4) = 0,4986$$

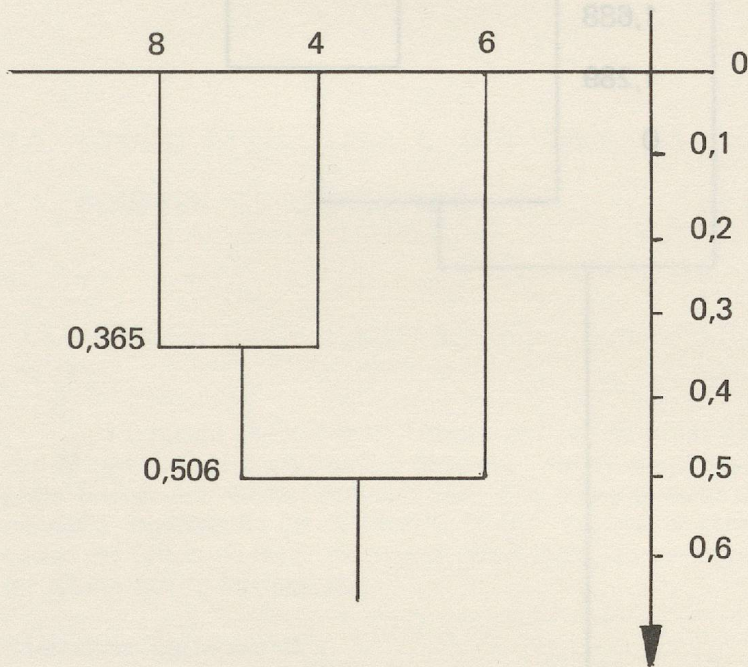
$$d(8,4) = 0,3646$$

On constate que la distance la plus courte se situe entre les niveaux 8 et 4 (ces 2 niveaux se ressemblent le plus), et la plus grande entre 8 et 6 (le passage de 8 à 6 est plus important que celui de 6 à 4).

Le procédé de calcul que nous avons choisi ensuite s'appelle «**algorithme ascendant de l'ultramétrie supérieure minimale**». Il consiste à regrouper les deux séries présentant la plus courte distance, à reconstituer un nouveau tableau de contingence (ici à 2 lignes au lieu de 3) et à recalculer les nouvelles distances obtenues, le procédé étant répété jusqu'à obtention d'une matrice à deux modalités.

Ici, on trouve : $d(8+4, 6) = 0,506$

On construit alors un **dendrogramme** de la manière suivante :



«Ce dendrogramme se présente comme un arbre de classification associé à une échelle de distance ultramétrique, et figure, de ce fait une hiérarchie stratifiée indicée. Deux séries (ou catégories) figurant les feuilles de l'arbre se ressembleront d'autant plus que le premier noeud qui les relie est plus élevé dans l'arbre». (LAPLACE 1975 p.28).

En partant du même tableau de contingence, on peut aussi calculer les distances non plus entre les niveaux, mais entre les ordres, les résultats pouvant être exprimés à l'aide d'une matrice des distances :

d	S	A	P	E	B
S	0	0,502	0,428	0,421	1,6888
A		0	0,4333	0,163	1,318
P			0	0,272	1,289
E				0	1,296
B					0

La colonne des B présente de fortes distances à cause de la très faible valeur de cet ordre (1 outil sur 137).

La plus faible distance étant $d(A,E) = 0,163$, on regroupe A et E, on construit un nouveau tableau de contingence et on obtient une nouvelle matrice des distances :

	A+E	S	P	B
A+E	0	0,478	0,339	1,311
S		0	0,428	1,688
P			0	1,289
B				0

De même en regroupant A, E et P :

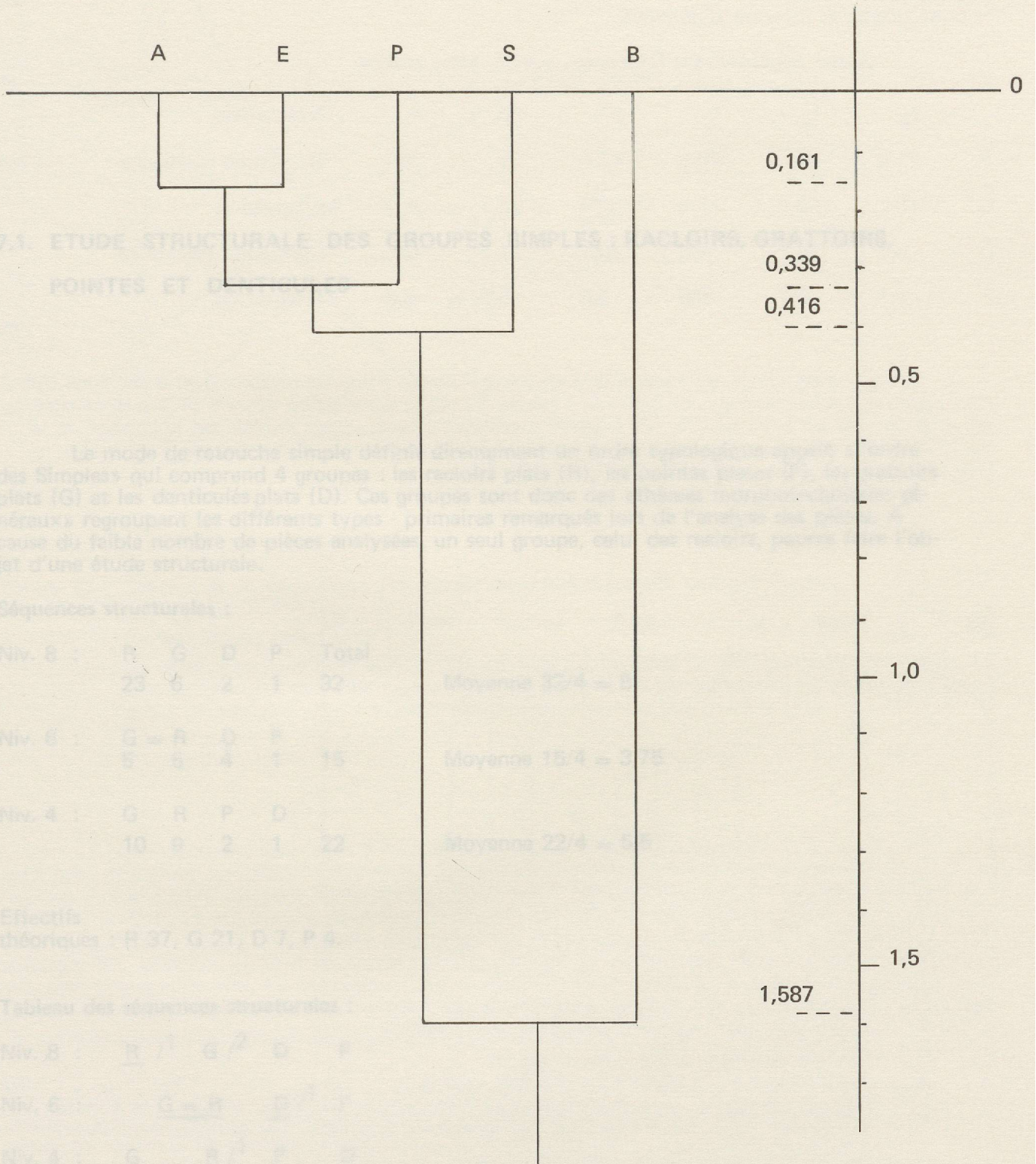
	A+E+P	S	B
A+E+P	0	0,416	1,282
S		0	1,688
B			0

et :

	A+E+P+S	B
A+E+P+S	0	1,587
B		0

Le dendrogramme peut donc se construire ainsi :

STRUCTURE MORPHOLOGIQUE



7.1. ETUDE STRUCTURALE DES GROUPES SIMPLES : ACOLES GRATTONS, POINTES ET DENTELURES

Le mode de recouvrement simple définit deux groupes morphologiques : les simples à dents (S) qui comprend 4 groupes : les recouverts plats (R), les pointes plates (P), les dents plates (G) et les dentelées plates (D). Ces groupes sont donc des groupes morphologiques qui regroupent les différents types primaires remarqués lors de l'analyse des pièces. En raison du faible nombre de pièces analysées, un seul groupe, celui des recouverts, pourra faire l'objet d'une étude structurale.

Séquences structurales :

Niv. 8 :	R	G	D	P	Total	
	25	5	2	1	33	Moyenne 33/4 = 8,25
Niv. 6 :	G = R	D	P			
	5	5	4	1	15	Moyenne 15/4 = 3,75
Niv. 4 :	G	R	P	D		
	10	9	2	1	22	Moyenne 22/4 = 5,5

Efficacité théoriques : R 37, G 21, D 7, P 4.

Tableau des séquences structurales :

Niv. 8	R	G	D	P
Niv. 6	G = R	D	P	
Niv. 4	G	R	P	D

CHAPITRE SEPT: ETUDE DE LA STRUCTURE MORPHOLOGIQUE

7.1. ETUDE STRUCTURALE DES GROUPES SIMPLES : RACLOIRS, GRATTOIRS, POINTES ET DENTICULES

Le mode de retouche simple définit directement un ordre typologique appelé «l'ordre des Simples» qui comprend 4 groupes : les racloirs plats (R), les pointes plates (P), les grattoirs plats (G) et les denticulés plats (D). Ces groupes sont donc des «thèmes morphotechniques généraux» regroupant les différents types - primaires remarqués lors de l'analyse des pièces. A cause du faible nombre de pièces analysées, un seul groupe, celui des racloirs, pourra faire l'objet d'une étude structurale.

Séquences structurales :

Niv. 8 :	R	G	D	P	Total	
	23	6	2	1	32	Moyenne 32/4 = 8
Niv. 6 :	G = R	D	P			
	5	5	4	1	15	Moyenne 15/4 = 3,75
Niv. 4 :	G	R	P	D		
	10	9	2	1	22	Moyenne 22/4 = 5,5

Effectifs

théoriques : R 37, G 21, D 7, P 4.

Tableau des séquences structurales :

Niv. 8 :	<u>R</u> / ¹	G / ²	D	P
Niv. 6 :	<u>G = R</u>	<u>D</u> / ¹	P	
Niv. 4 :	<u>G</u>	<u>R</u> / ¹	P	D

Le mouvement évolutif y est déjà bien visible : montée du groupe Grattoirs au détriment des Raclours, et importante oscillation dégressive des Denticulés, due à la présence au niveau 6 de pièces composées denticulées particulières.

(Les 7 outils denticulés, représentant le 10 % des outils simples, se différencient morphologiquement ainsi :

- au niveau 8, 2 racloirs denticulés,
- au niveau 6, 2 racloirs et 1 pointe denticulés, et 1 encoche,
- et au niveau 4, 1 racloir denticulé).

Le tableau structural des fréquences précise cette analyse :

	f ₈	f ₆	f ₄	p%	Ae	A	Mouvement :
R	71,9	33,3	40,9	53,6	31	38,6	Dégression oscillante
G	18,7	33,3	45,4	30,4	26,7 =	26,7	Progression
D	6,2	26,7	4,5	10,1	1,7	22,2	Oscillation dégressive
P	3,1	6,7	9,0	5,8	5,8 =	5,8	Progression

L'importante chute du pourcentage de l'ordre simple entre les niveaux 8 et 6 est donc due essentiellement à la chute des racloirs (de 72 à 33 %), et sa progression entre 6 et 4 à la montée des grattoirs (de 33 à 45 %). Un fait évolutif semblable à la structure modale est le passage de la domination d'une catégorie majeure avec rupture au niveau 8 au regroupement de 3 catégories majeures de fréquences presque identiques au niv. 6.

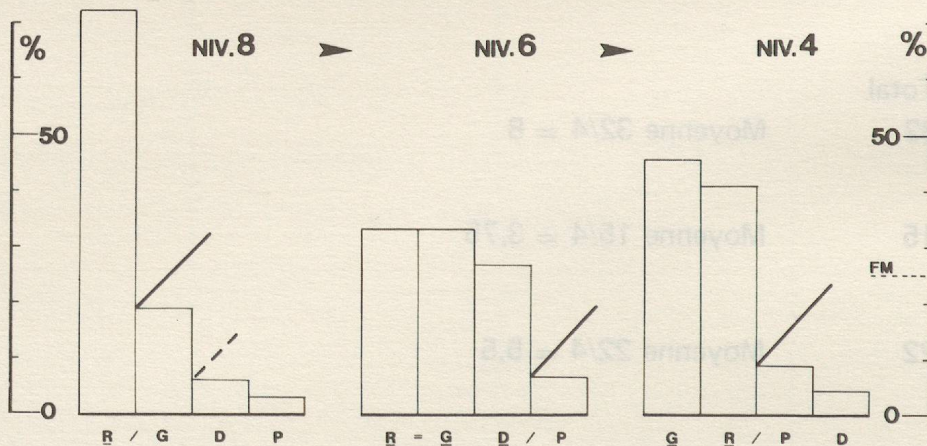


Figure 29 : Histogrammes des séries de groupes simples, selon l'échelle ordinale.

Traits obliques : ruptures selon le critère ordinal

Groupes soulignés : catégories majeures

F M : fréquence moyennée = $100/254 = 25\%$.

Caractéristiques principales; domination des racloirs au niveau 8 constante augmentation des grattoirs et oscillation des denticulés provoquant le regroupement de 3 catégories majeures au niveau 6.

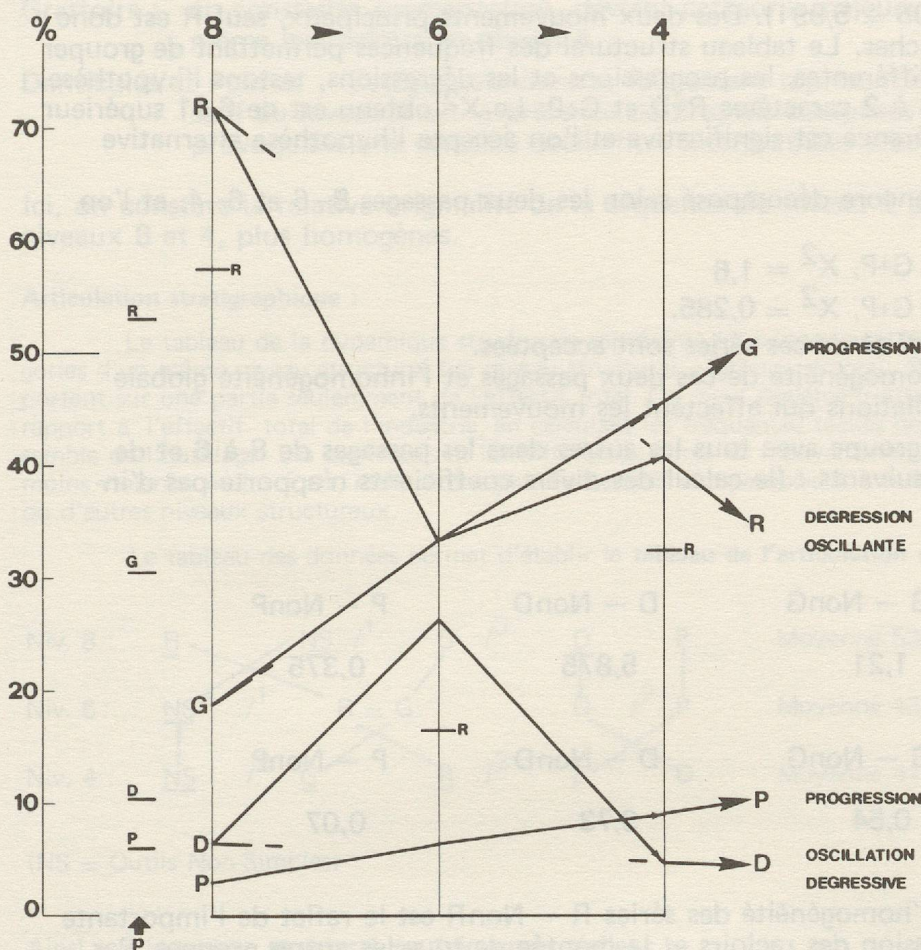


Figure 30 : Schéma de la dynamique structurale morphologique des groupes simples.

R : rupture

P : fréquences théoriques

La dégression oscillante des racloirs est dite significative de différenciation évolutive, particulièrement entre les niveaux 8 et 6. La montée des denticulés au niveau 6 est due à la présence de deux outils denticulés composés particuliers. (Fig. 15, Nos 1 et 2)

La répartition des 3 séries à 4 caractères R, G, D, P ou à 3 caractères R, G, D+P, ne peut pas être testée, les effectifs théoriques d'homogénéité absolue étant plusieurs fois inférieurs à 5. Par contre, on peut tester la répartition des 3 séries 8, 6 et 4 à 2 catégories, R et Non R = G+D+P. Le X^2 obtenu étant de 8,182 pour un nombre de degré de liberté égal à 2 et un $CHI_{2, 0,05} = 7,824$, l'hypothèse d'homogénéité est refusée au dépens de l'hypothèse d'inhomogénéité, acceptée puisque les écarts entre la distribution observée et la distribution théorique sont très significatifs. Le mouvement des racloirs sur les 3 couches est interprété comme significatif d'un mouvement différentiel évolutif caractéristique.

Les sommes des écarts réduits (X^2_T) sont les suivantes :

$X^2_8 = 4,285$, $X^2_6 = 2,477$ et $X^2_4 = 1,42$. La disparité de X^2 du niveau 4 montre que cette inhomogénéité est surtout forte entre 8 et 6 (dégression des racloirs) et qu'il sera intéressant de tester des tableaux de contingence 2x2 pour les 2 passages.

La répartition des 3 séries 8,6,4 à 2 caractères G et R+D+P est par contre homogène.

($X^2 = 4,46$ inférieur à $CHI-2,0,05 = 5,991$). Des deux mouvements principaux, seul R est donc significatif sur l'ensemble des couches. Le tableau structural des fréquences permettant de grouper les mouvements en 2 catégories différentes, les progressions et les dégressions, testons l'hypothèse d'homogénéité des 3 séries 8, 6, 4 à 2 caractères R+D et G+P. Le X^2 obtenu est de 6,11 supérieur au $CHI-2,0,05 = 5,991$. La différence est significative et l'on accepte l'hypothèse alternative d'inhomogénéité.

Ce phénomène peut être encore décomposé selon les deux passages 8-6 et 6-4, et l'on trouve :

- pour le tableau 8-6 et D+R - G+P, $X^2 = 1,6$
- pour le tableau 6-4 et D+R - G+P, $X^2 = 0,285$.

Les hypothèses d'homogénéité de ces séries sont acceptées.

La contradiction entre l'homogénéité de ces deux passages et l'inhomogénéité globale est un reflet des importantes oscillations qui affectent les mouvements.

L'étude des relations d'un groupe avec tous les autres dans les passages de 8 à 6 et de 6 à 4 se résume par les tableaux suivants : (le calcul des divers coefficients n'apporte pas d'informations originales) :

8 - 6 :	R - NonR	G - NonG	D - NonD	P - NonP
$X^2 = 6,299$		1,21	5,875	0,375
6 - 4 :	R - NonR	G - NonG	D - NonD	P - NonP
$X^2 = 0,217$		0,54	3,73	0,07

Entre les niveaux 8 et 6, l'homogénéité des séries R - NonR est le reflet de l'importante contradiction entre la forte dégression des racloirs et la montée de tous les autres groupes. Par contre, l'inhomogénéité des séries D - NonD est à interpréter avec grande prudence, la montée des denticulés étant due à la présence dans le niveau 6 de 2 outils très particuliers certainement peu représentatifs de l'ensemble industriel complet.

Entre les niveaux 6 et 4, aucun couple de séries n'est réparti de manière inhomogène, quoique l'homogénéité des D - NonD soit à admettre avec prudence.

Ainsi, à part le mouvement des denticulés qui apparaît comme significatif et caractéristique de notre industrie (c'est-à-dire de nos 137 outils, mais non de l'ensemble de l'outillage) seul le mouvement des racloirs est significatif, entre les niveaux 8 et 6.

L'étude des couples formés par deux groupes différents n'amène guère d'informations nouvelles : en effet, entre 8 et 6, seul le couple Racloir - Denticulé a une répartition inhomogène (contradiction des deux mouvements) et entre 6 et 4 seuls les couples Grattoir - Denticulé et Racloir - Denticulé sont répartis de manière inhomogène, ce qui met en évidence une fois de plus la singularité des denticulés au niveau 6. Tous les autres couples étudiés ont des répartitions fortement homogènes.

Résumé :

La suite des fréquences théoriques (p%), sur laquelle on calcule les ruptures selon le critère ordinal, permet d'établir la séquence suivante, représentative des caractéristiques globales des groupes simples :

R 53,6% /² G 30 4% /² D 10,14% - P 5,8%

Ces différents groupes évoluent selon les mouvements suivants :

Racloirs : très forte domination au niveau 8, suivie d'une importante dégression oscillante significative.

Grattoirs : en constante augmentation, devient catégorie majeure au niveau 6 et dépasse même les racloirs au niveau 4.

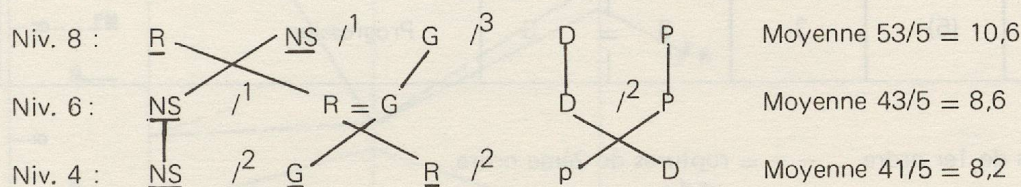
Denticulés et Pointes : Catégories mineures faiblement représentées et quasiment stables, sauf au niveau 6 où la présence de 2 outils composés particuliers denticulés provoquant une certaine oscillation interprétable avec prudence.

Ici, on constate la relative originalité de la séquence du niveau 8 par rapport à celles des niveaux 6 et 4, plus homogènes.

Articulation stratigraphique :

Le tableau de la dynamique structurale représente les connexions, les relations entre diverses catégories d'un même niveau structural (ici niveau structural = groupe simple), et les fréquences calculées portent sur une partie seulement de l'effectif total. On peut également étudier ces mêmes relations par rapport à l'effectif total de l'industrie, en calculant les fréquences réelles de chaque catégorie dans l'ensemble de l'outillage. Les contrastes et les différences entre les mouvements de ces catégories seront moins violents, moins forts, mais seront plus facilement comparables aux mouvements d'autres catégories ou d'autres niveaux structuraux.

Le tableau des données permet d'établir le **tableau de l'articulation stratigraphique** suivant :



(NS = Outils Non-Simples)

Ainsi que le **tableau structural des fréquences réelles** :

	f_8	f_6	f_4	p%	Ae	A	
NS	39,6	65,1	46,3	49,6	6,7	25,5	Oscillation progressive
R	43,3	11,6	21,9	27,0	21,4	31,7	Dégression oscillante
G	11,3	11,6	24,3	15,3	13 = 13		Progression
D	3,8	9,3	2,4	5,1	1,4	6,9	Oscillation dégressive
P	1,9	2,3	4,9	2,9	3 = 3		Progression

Fait remarquable, le groupe des racloirs reste catégorie majeure au niveau 8, malgré la présence des outils non simples. C'est dire l'importance de ce groupe qui domine non seulement les autres groupes simples, mais tous les autres outils. (au niv. 8, le 43% de l'outillage est formé de racloirs). Entre les niveaux 8 et 6 la stabilité des groupes simples non-racloirs G et D et l'importante dégression des racloirs provoque un regroupement de ces groupes (cf. l'histogramme de la fig. 23) devenus catégories mineures. Entre les niveaux 6 et 4, la domination des outils non simples est moins forte (rupture de 2ème ordre) car les racloirs et surtout les grattoirs progressent à nouveau pour devenir catégories majeures. Le parallélisme de ces 2 mouvements est accentué par leur isolement au niveau 4 entre 2 ruptures de second ordre.

— L'hypothèse de l'homogénéité des séries 8, 6, 4 à 3 catégories (R, G+D+P, Non S) ne peut être retenue car le X^2 obtenu égal à 14,81 est supérieur au CHI-2 de 13,27 au seuil de signification de 0,01. Les écarts sont hautement significatifs et l'on admet l'inhomogénéité de ces séries. La disparité des sommes des écarts réduits ($X^2_{NS} = 3,24$, $X^2_{G+D+P} = 2,14$) conduit à tester l'hypothèse d'homogénéité des mêmes séries restreintes aux deux caractères R et G+D+P+NS. Elle conduit de même à tester l'homogénéité de ces séries à 2 catégories R+NS et G+D+P. Dans le premier cas, elle est refusée ($X^2 = 12,94$, écarts hautement significatifs) et dans le deuxième elle est acceptée avec sûreté ($X^2 = 2,79$). L'instabilité des catégories Racloir et Non-Simple est alors interprétée comme significative de mouvements différentiels caractéristiques.

- Les séries 8 et 6 à 3 catégories NS, R, G+D+P ont une répartition inhomogène car $\chi^2 = 11,75$ très supérieur à $\text{CHI-2}_{2, 0,05} = 5,991$. De plus, ces séries réparties en deux catégories NS+R et G+D+P ont une répartition homogène ($\chi^2 = 0,58$). Entre les niveaux 8 et 6 les mouvements des catégories R et NS sont donc significatifs.
- Par contre, les séries 6 et 4 à 3 catégories NS, R, G-D-P sont homogènes ($\chi^2 = 3,22$).

Le **tableau de l'articulation stratigraphique** peut donc se composer ainsi :

	f_8	f_6	f_4	p%	Ae	A	
NS	40 +	(65) -	46	50	7	25	Oscillation progressive significative
R	(43) +	12 -	22	27	21	32	Dégression oscillante significative
G	11	12	(24)	15	13 =	13	Progression
D	4	(9)	2	5	1	7	Oscillation dégressive
P	2	2	(5)	3	3 =	3	Progression

———— = ruptures de 1er ordre . - - = ruptures de 2ème ordre.

() : fréquence isolée par une rupture dans la suite des 3 fréquences de la catégorie.

Ce tableau met en relief la relative indépendance des groupes Denticulés et Pointes, stables mineurs, ainsi que du groupe Grattoir, en constante augmentation. De plus, il montre une fois de plus l'importance évolutive du passage 8 - 6 par rapport au passage 6 - 4, puisque c'est l'inhomogénéité des séries 8 et 6 qui provoque l'inhomogénéité des séries 8, 6 et 4.

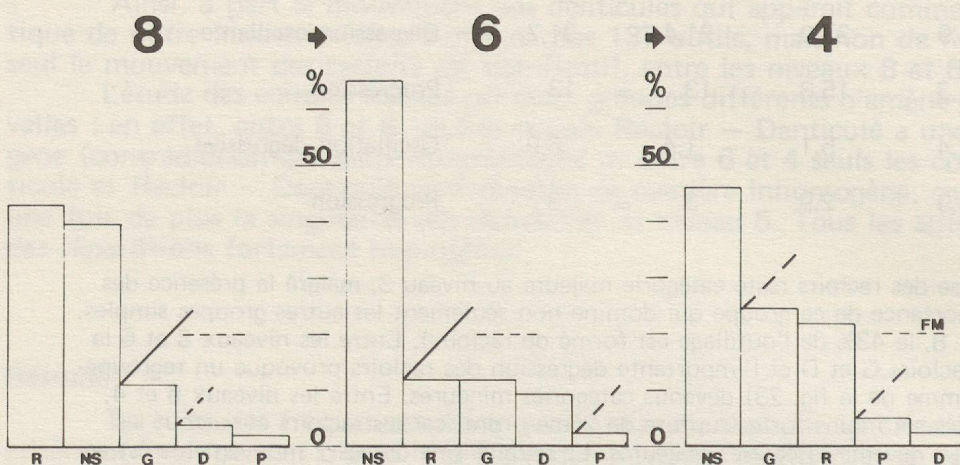


Figure 31 : Histogrammes des groupes simples et de leur articulation stratigraphique (NS = outils à retouche autre que simple) les fréquences de chaque groupe sont les fréquences réelles, c'est-à-dire le pourcentage de l'effectif de ce groupe par rapport à l'effectif total de l'industrie (137 outils).

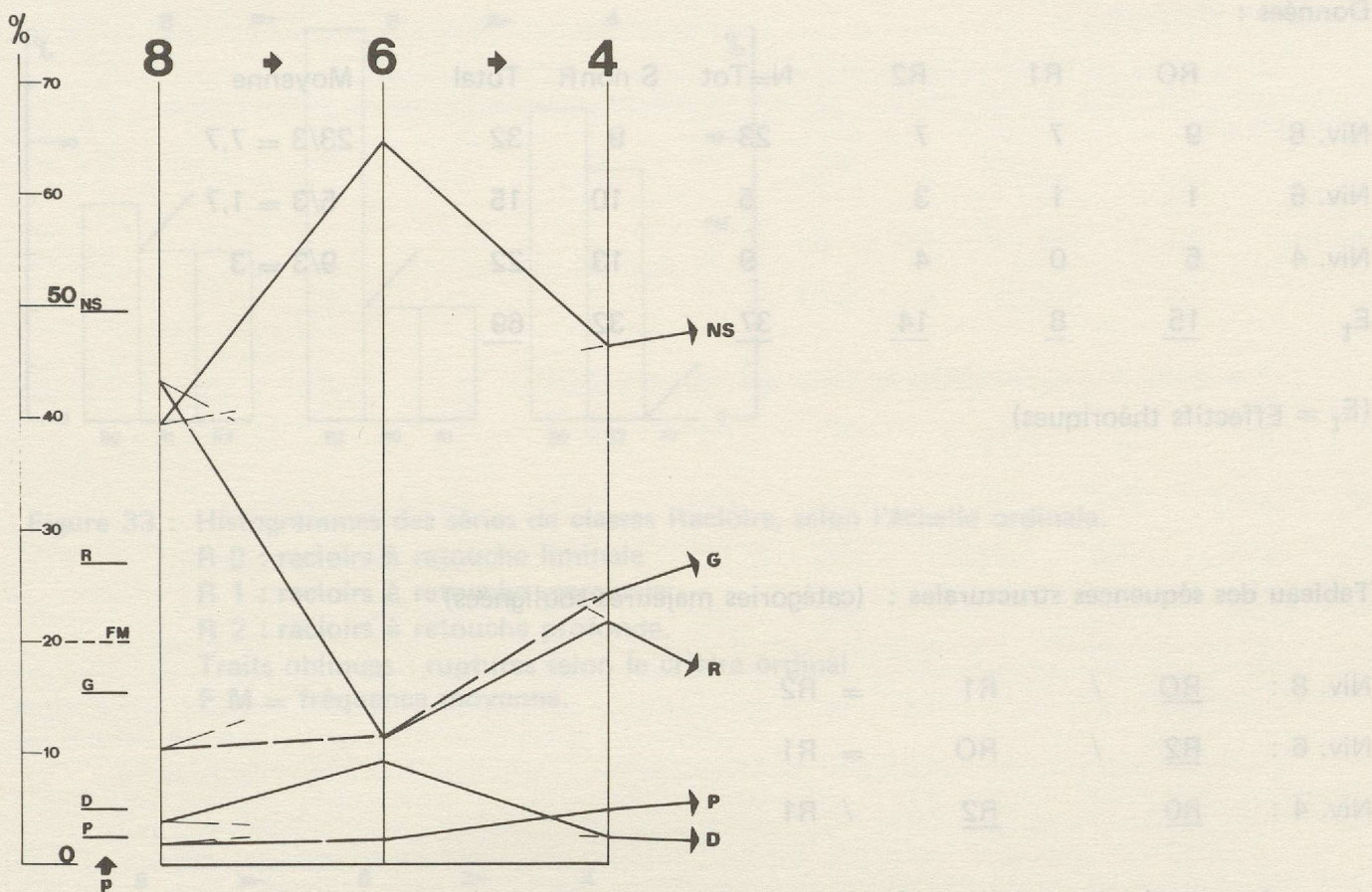


Figure 32 . Schéma de la dynamique structurale de l'articulation stratigraphique des groupes simples. Les oscillations sur les 3 couches des racloirs et des outils non simples sont significatives de mouvements évolutifs caractéristiques de même que les dégressions et les progressions de ces catégories entre les niveaux 8 et 6.

7.2. ETUDE STRUCTURALE DES CLASSES RACLOIRS (RO - R1 - R2)

Le groupe des racloirs plats est divisé en 3 classes, les racloirs plats à retouche liminale (RO), les racloirs plats à retouche marginale (R1) et les racloirs plats à retouche profonde (R2). Le faible nombre de pièces ne permet pas d'effectuer des comparaisons plus précises entre les racloirs des différentes classes. Remarquons seulement que les racloirs, quel que soit le niveau, sont en général façonnés sur le bord latéral, ou rarement latéro-transversal, de lames plates. L'absence de racloirs carénoïdes, comme pour les grattoirs, est caractéristique également de l'industrie d'Yvonand.

Données :

	RO	R1	R2	N=Tot	S nonR	Total	Moyenne
Niv. 8	9	7	7	23	9	32	$23/3 = 7,7$
Niv. 6	1	1	3	5	10	15	$5/3 = 1,7$
Niv. 4	5	0	4	9	13	22	$9/3 = 3$
E_t	<u>15</u>	<u>8</u>	<u>14</u>	<u>37</u>	32	<u>69</u>	

(E_t = Effectifs théoriques)

Tableau des séquences structurales : (catégories majeures soulignées)

Niv. 8 :	<u>RO</u>	/	R1	=	R2
Niv. 6 :	<u>R2</u>	/	RO	=	R1
Niv. 4 :	<u>RO</u>		<u>R2</u>	/	R1

La montée des racloirs profonds, marquée par l'oscillation et surtout par la position de la rupture du niveau 4, ainsi que l'oscillation des racloirs liminaux sont les faits majeurs de cette évolution, alors que les racloirs marginaux sont en constante dégression et disparaissent au niv. 4. Il semble donc que les artisans préhistoriques aient d'abord utilisé des lames brutes, ce qui provoque des retouches liminales, dites aussi parfois retouches d'usage, et se soient contenté ensuite de réaffûter leurs racloirs de manière franche, par la retouche profonde. Cette remarque est surtout valable pour les deux derniers niveaux, la technique du niveau 8 apparaissant plus soignée, plus élaborée.

Le tableau structural des fréquences s'établit ainsi :

	f_8	f_6	f_4	p%	Ae	A	$f_8 \cdot f_6$	
RO	39,1	20,0	55,6	40,5	16,5	35,6	19,1	Oscillation progressive
R2	30,4	60,0	44,4	37,8	14,0	29,6 =	29,6	Oscillation progressive
R1	30,4	20,0	0	21,6	30,4 =	30,4	10,4	Dégression

Les calculs statistiques effectués (uniquement par tableaux de contingence 2x2 et χ^2 corrigés vu les faibles effectifs) n'apportent que peu d'informations originales, tous les couples se révélant être de répartition homogène, sauf le couple RO+R2 - R1, inhomogène entre 6 et 4. La contradiction entre les remontées des RO et R2 et la dégression des R1 permet de considérer ce dernier mouvement comme significatif d'un mouvement différentiel évolutif caractéristique.

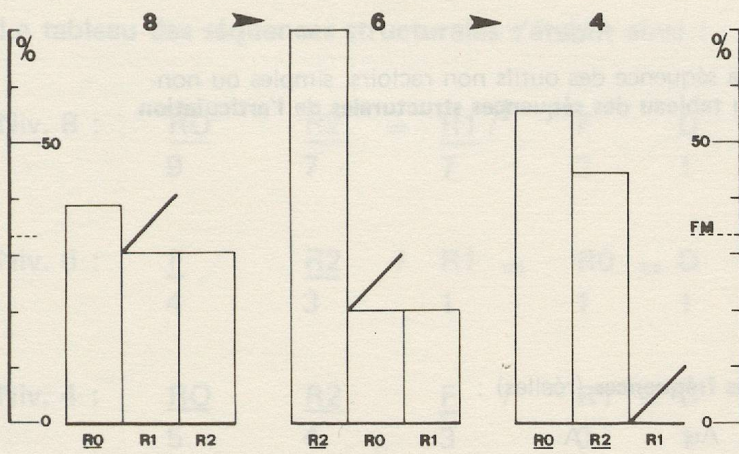


Figure 33 : Histogrammes des séries de classes Racloirs, selon l'échelle ordinale.

R 0 : racloirs à retouche liminale

R 1 : racloirs à retouche marginale

R 2 : racloirs à retouche profonde.

Traits obliques : ruptures selon le critère ordinal

F M = fréquence moyenne.

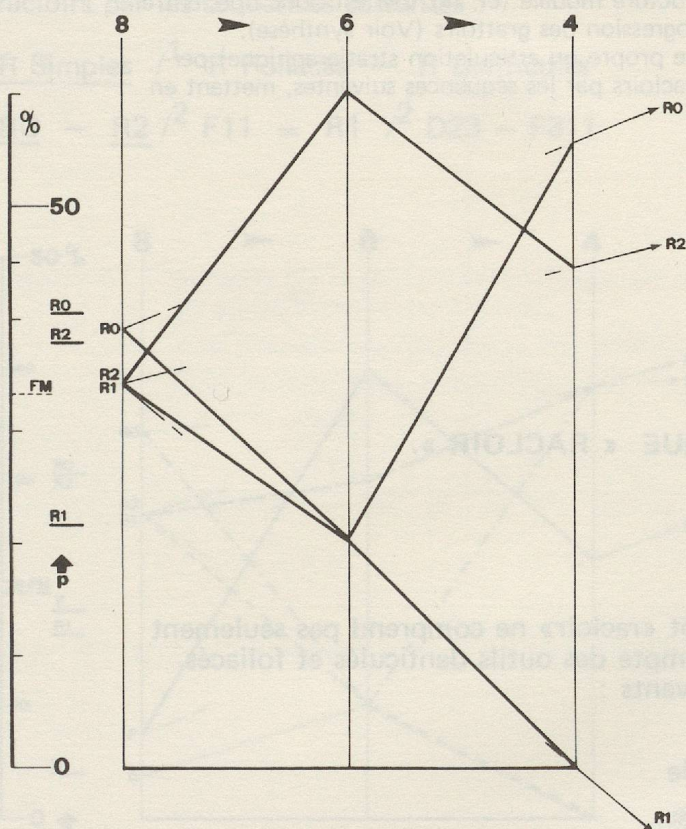


Figure 34 : Schéma de la dynamique structurale morphologique des classes Racloirs.

p = fréquences théoriques (ou moyenne) des catégories.

F M = fréquence moyenne.

Articulation stratigraphique :

Si l'on complète le tableau des données par la séquence des outils non racloirs, simples ou non-simples, (8:30, 6:38, 4:32) on peut établir un nouveau **tableau des séquences structurales de l'articulation stratigraphique** :

Niv. 8 : NR /¹ RO /² R1 = R2
 Niv. 6 : NR /¹ R2 /² RO = R1
 Niv. 4 : NR /¹ RO / R2 /² R1

et de même un nouveau **tableau structural des fréquences** (réelles) :

	f ₈	f ₆	f ₄	p%	Ae	A	
NR	56,6	88,4	78,0	73,0	21,4	31,8	Progression oscillante
RO	17,0	2,3	12,2	10,9	4,8	14,7	Oscillation dégressive
R2	13,2	7,0	9,8	10,2	3,4	6,2	Dégression oscillante
R1	13,2	2,3	0	5,8	13,2 =	13,2	Dégression

Ainsi les mouvements des classes racloir apparaissent-ils selon leurs justes proportions : par rapport à l'ensemble de l'outillage, RO et R2 sont en légère dégression (5 et 3 %) et subissent une forte oscillation négative, alors que les R1 sont en constante dégression (chute de 13 à 0 %).

L'oscillation du mode simple présentée dans la structure modale (cf. fig. 28) est donc due, entre 8 et 6, à la dégression des racloirs, et entre 6 et 4, à la progression des grattoirs (Voir synthèse).

Les effectifs théoriques de ces catégories (structure propre ou articulation stratigraphique) permettent de caractériser de manière globale le groupe des Racloirs par les séquences suivantes, mettant en évidence la relative homogénéité du couple RO - R2 :

RO - R2 /¹ R1
NR /¹ RO - R2 /² R1

7.3. SYNTHÈSE DU THÈME MORPHOLOGIQUE « RACLOIR ».

Le thème morphologique désigné par le mot « racloir » ne comprend pas seulement le seul groupe des racloirs proprement dit, mais compte des outils denticulés et foliacés. Ce thème se répartit selon les types - primaires suivants :

- RO . . . Classe des racloirs à retouche liminale
- R1 . . . Classe des racloirs à retouche marginale
- R2 . . . Classe des racloirs à retouche profonde
- D13 . . . Racloir plat denticulé à retouche marginale
- D23 . . . Racloir plat denticulé à retouche profonde
- F11 . . . Racloir foliacé uniface
- F311 . . . Racloir foliacé biface.

Le tableau des séquences structurales s'établit ainsi :

Niv. 8 :	$\frac{RO}{9}$	$\frac{R2}{7}$	=	$\frac{R1}{7}$ / ¹	F	D	Total	Moyenne
					2	1	26	5,2
Niv. 6 :	$\frac{F}{4}$	$\frac{R2}{3}$	/	R1 =	R0 =	D		
				1	1	1	10	2,0
Niv. 4 :	$\frac{RO}{5}$	$\frac{R2}{4}$	$\frac{F}{3}$ /	R1 =	D			
				0	1		13	2,6

Effectifs théoriques : R0 15 – R2 14 – F11 8 – R1 8 – D23 2 – F311 1.

En présence d'un si faible nombre de pièces, il paraît discutable de commenter un tel tableau. Les mouvements des racloirs foliacés et denticulés n'apportent aucune nouvelle information intéressante. Tout au plus peut-on remarquer qu'ils sont façonnés par des retouches profondes, donc qu'ils sont soigneusement travaillés.

Le schéma de la dynamique structurale présenté ici remplace et résume le tableau structural des fréquences.

Les effectifs théoriques permettent de caractériser de manière globale ces différents racloirs par les séquences suivantes :

R Simples /¹ R Foliacés – R Denticulés

RO – R2 /² F11 = R1 /² D23 – F311

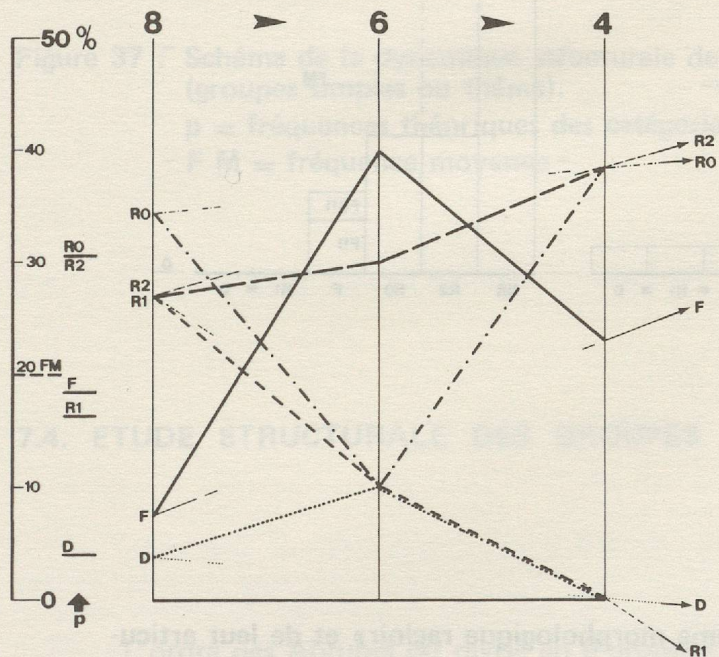


Figure 35 : Schéma de la dynamique structurale du «thème morphologique racloir»

p = fréquences théoriques des catégories

F M = fréquence moyenne

Articulation stratigraphique : les figures 36 et 37 présentent les mêmes séquences selon leur articulation stratigraphique, et illustrent également l'étude des racloirs simples (chap. 7.2.). Les racloirs denticulés et foliacés, contrairement aux simples, ne subissent pas une oscillation négative, mais progressent du niveau 8 au niveau 6, ce fait étant à interpréter avec prudence. Les effectifs des outils nonracloirs (NR) sont de 27,33 et 28 et leurs fréquences de 51, 76,7, et 68,3 %, relativement au nombre total d'outils de chaque couche.

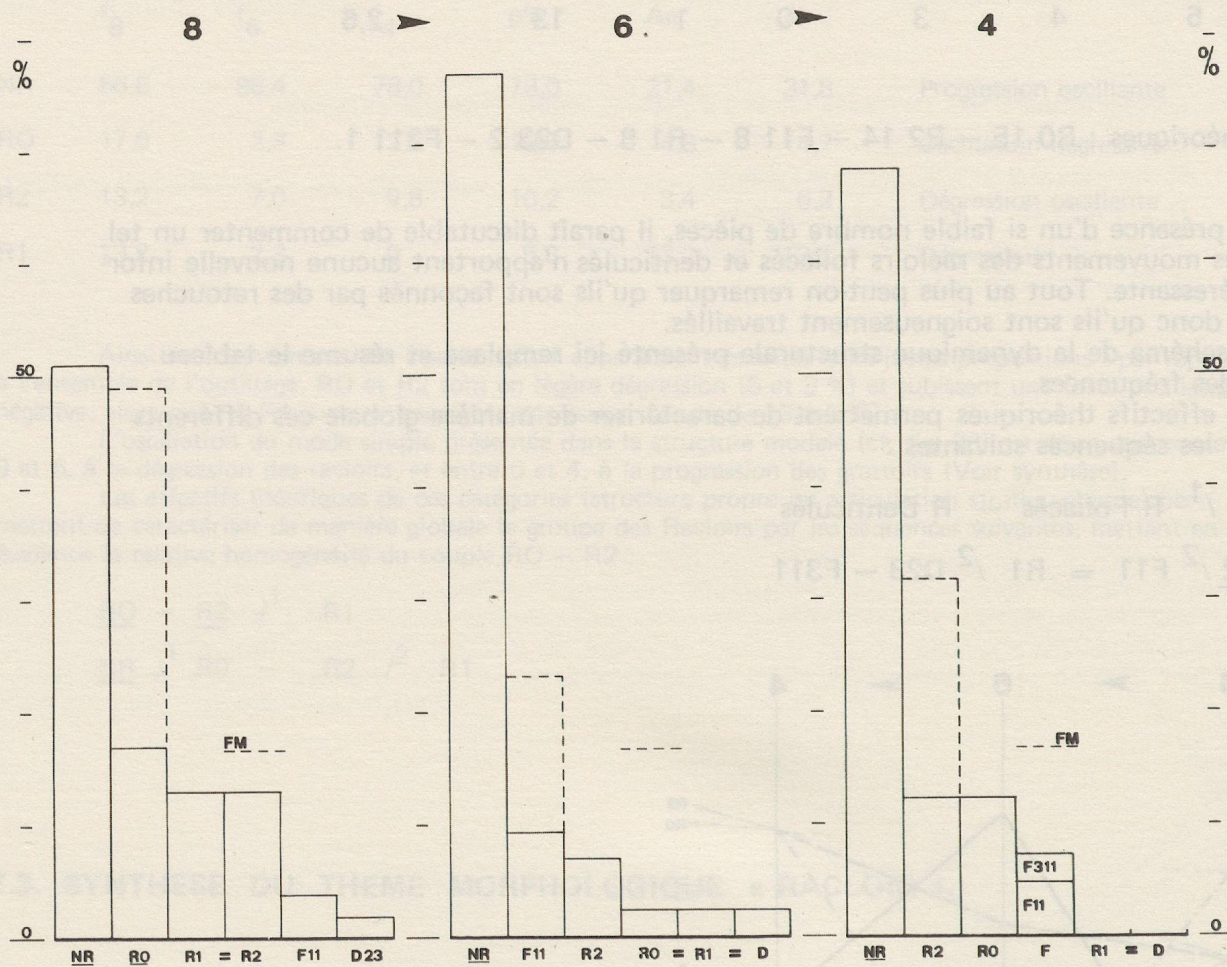


Figure 36 : Histogramme des catégories du « thème morphologique racloir » et de leur articulation stratigraphique.

N R = outils non racloirs

F M = fréquence moyenne

Bloc en traitillé = total des racloirs

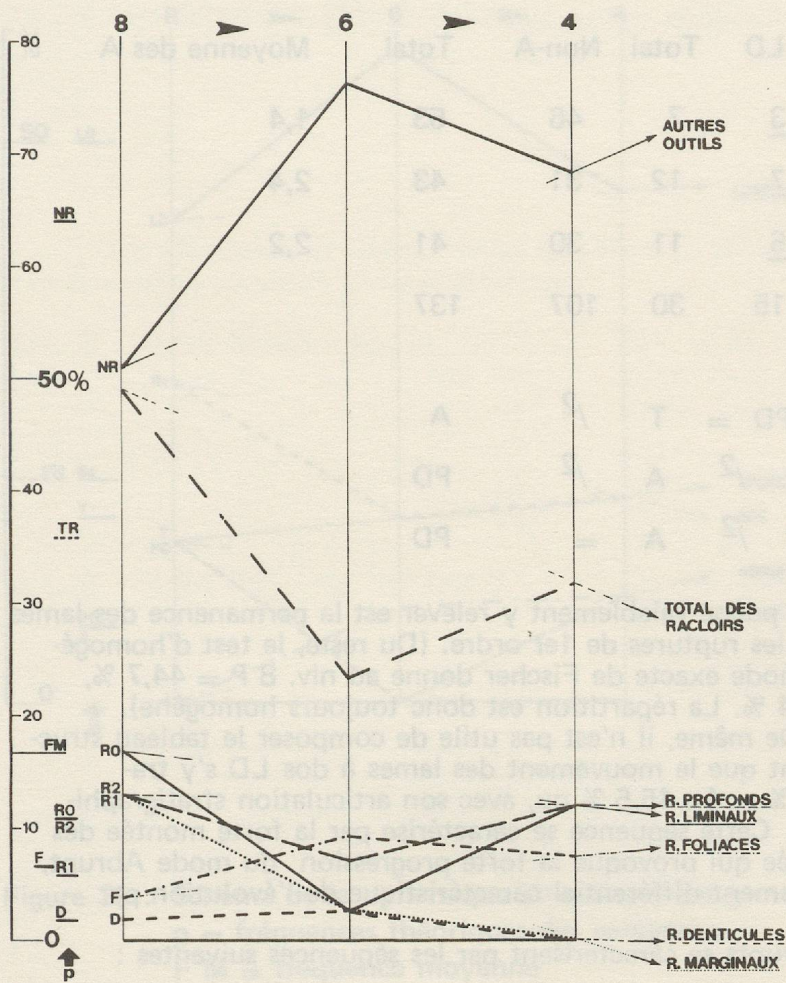


Figure 37 : Schéma de la dynamique structurale de l'articulation stratigraphique des racloirs (groupes simples ou thème).
 p = fréquences théoriques des catégories
 F M = fréquence moyenne

7.4. ETUDE STRUCTURALE DES GROUPES ABRUPTS

L'ordre des Abrupts est divisé en 9 groupes, dont 5 seulement sont représentés à Yvo-
 nand 4 : les abrupts indifférenciés (A), les troncatures (T), les becs (Bc), les pointes à dos (PD),
 et les lames à dos (LD). Le faible nombre d'outils rencontrés pour chacune de ces catégories
 limitera grandement les possibilités de calculs statistiques, et les différences existant entre les
 lignes évolutives des groupes mineurs seront à négliger, bien qu'indiquées ici en détail.

Données	A	T	Bc	PD	LD	Total	Non-A	Total	Moyenne des A
Niv. 8 :	0	1	<u>2</u>	1	<u>3</u>	7	46	53	1,4
Niv. 6 :	1	2	2	0	<u>7</u>	12	31	43	2,4
Niv. 4 :	1	2	2	1	<u>5</u>	11	30	41	2,2
TOT. :	2	5	6	2	15	30	107	137	

Tableau des séquences structurales :

Niv. 8 :	<u>LD</u>	/ ¹	<u>Bc</u>	/ ²	PD =	T	/ ²	A
Niv. 6 :	<u>LD</u>	/ ¹	Bc	=	T	/ ²	A	/ ²
Niv. 4 :	<u>LD</u>	/ ¹	Bc	=	T	/ ²	A	=
								PD

Le seul fait caractéristique que l'on puisse valablement y relever est la permanence des lames à dos comme catégorie majeure, isolée par les ruptures de 1er ordre. (Du reste, le test d'homogénéité des séries LD et Non-LD par la méthode exacte de Fischer donne au niv. 8 $P = 44,7\%$, au niv. 6 $P = 39,6\%$, et au niv. 4 $P = 64,4\%$. La répartition est donc toujours homogène). Les autres mouvements sont négligeables. De même, il n'est pas utile de composer le tableau structural des fréquences. Remarquons cependant que le mouvement des lames à dos LD s'y traduirait par la suite : 8 : 42,9 % — : 58,3 % — 4 : 45,5 % ou, avec son articulation stratigraphique : 8 : 5,7 % — 6 : 16,3 % — 4 : 12,2 %. Cette séquence se caractérise par la forte montée des lames à dos entre les niveaux 8 et 6, montée qui provoque la forte progression du mode Abrupt, fait reconnu comme significatif d'un mouvement différentiel caractéristique de l'évolution par l'étude structurale modale.

De manière globale, les groupes Abrupts se caractérisent par les séquences suivantes :

	<u>LD</u>	/ ¹	<u>Bc</u>	T	/ ²	PD =	A
fréquences :	50		20	16,7		6,7	%

	NA	/ ¹	LD	/ ²	Bc	T	/ ³	PD =	A
fréquences :	78,1		10,9		4,4	3,6		1,5	%

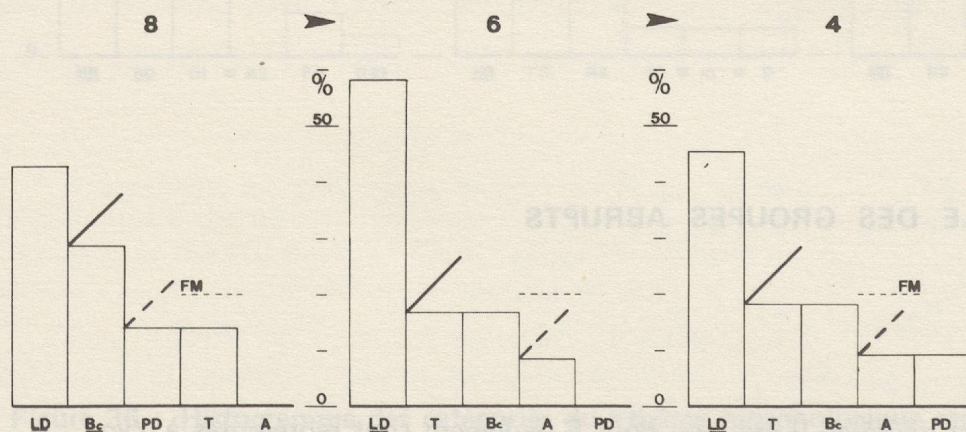


Figure 38 : Histogrammes des séries de groupes abrupts

Traits obliques = ruptures selon le critère ordinal

F M = fréquence moyenne

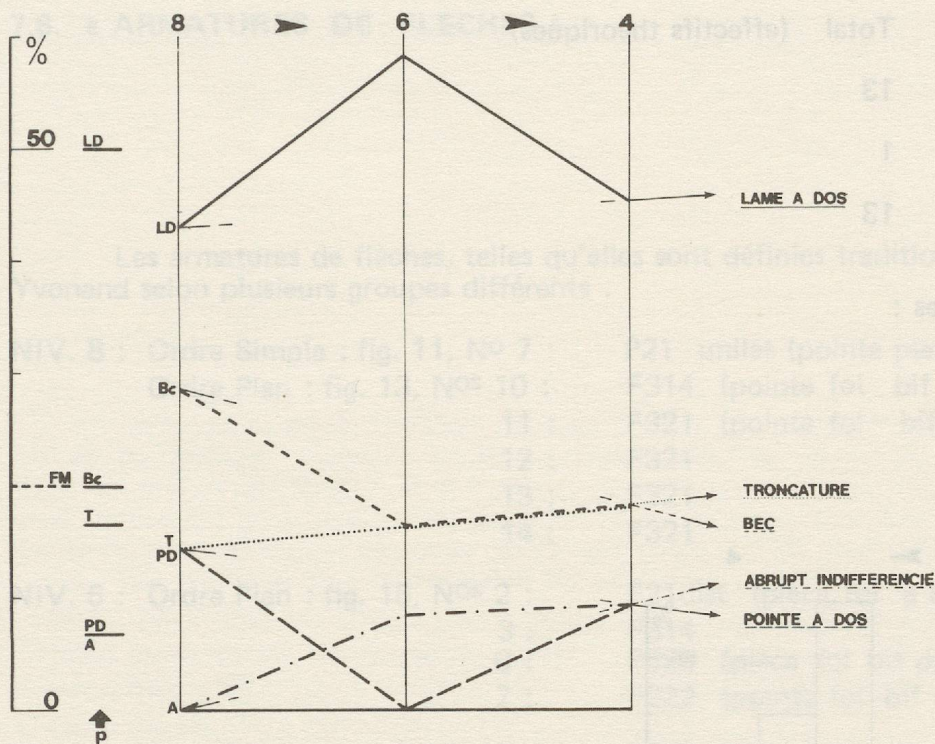


Figure 39 : Schéma de la dynamique structurale des groupes abrupts
 p = fréquences théoriques des catégories
 $F M$ = fréquence moyenne

7.5. ETUDE STRUCTURALE DES GROUPES FOLIACES

Ici encore, le faible nombre de pièces (27 au total) ne nous permet pas d'effectuer de calculs valables. Seul fait vraiment significatif, la faible représentation du groupe des foliacés unifaces composés par rapport aux deux autres. Les outils foliacés sont —
 — soit unifaciaux et alors de morphologie générale simple (racloir, pointe, ogive)
 — soit bifaciaux de formes complexes, composées : pointes à cran, à pédoncule, à base tronquée, etc...

Les deux figures néanmoins représentées (fig. 40 et 41) caractérisant les groupes foliacés ont été construites à partir du tableau des données suivant :

Données	8	6	4	Total (effectifs théoriques)
F1	6	4	3	13
F2	0	1	0	1
F3	5	6	2	13

Séquences des effectifs théoriques :

$$F1 = F3 / F2$$

$$\frac{NF}{80,3\%} \quad /^1 \quad F1 = /^2 \quad F2 \quad 9,5\% \quad 0,7\%$$

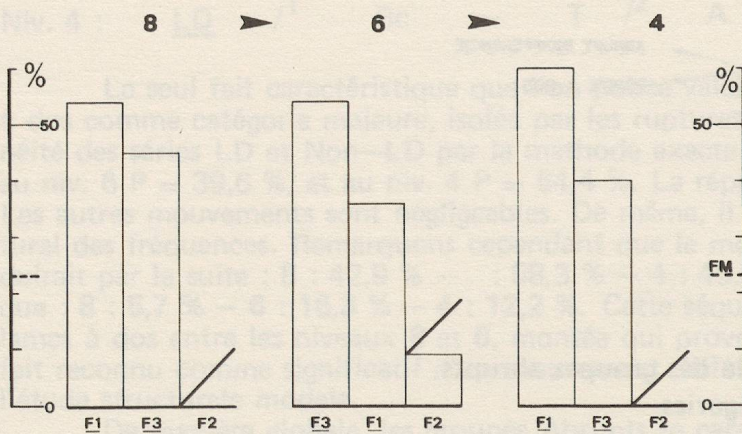


Figure 40 : Histogramme des groupes foliacés

Traits obliques = ruptures selon le critère ordinal
F M = fréquence moyenne

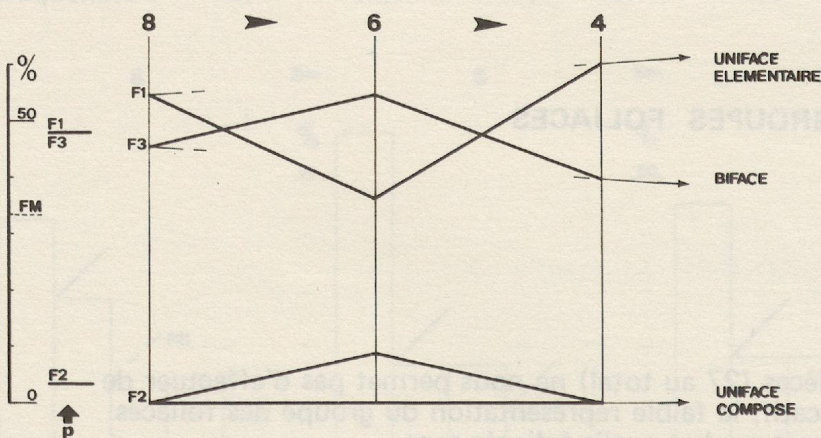


Figure 41 : Schéma de la dynamique structurale des groupes foliacés

P = fréquences théoriques des catégories
F M = fréquence moyenne

7.6. « ARMATURES DE FLECHES »

Les armatures de flèches, telles qu'elles sont définies traditionnellement, sont réparties à Yvonand selon plusieurs groupes différents :

NIV. 8 : Ordre Simple : fig. 11, N° 7 : P21 unilat (pointe plate à ret. p.)
 Ordre Plan : fig. 13, N°s 10 : F314 (pointe fol bif à ret lat)
 11 : F321 (pointe fol bif à base tronquée)
 12 : F321
 13 : F321
 14 : F321

NIV. 6 : Ordre Plan : fig. 16, N°s 2 : F21dist (pièce fol à base tronquée)
 3 : F314
 6 : F323 (pièce fol bif pédonculée)
 7 : F322 (pointe fol bif à cran)

NIV. 4 : Ordre Plan : fig. 18, N° 14 : F313 (pointe fol bif à ret unilat)

Le trop faible nombre de pièces de ce genre ne nous permet pas d'effectuer une étude typologique plus poussée. Celle-ci est en cours d'élaboration au travers de l'analyse de tout l'outillage néolithique jurassien. Elle vise à perfectionner la liste de 1972 par la différenciation de plusieurs autres variétés morphologiques, basées par exemple sur le caractère géométrique de la base (droite, convexe, concave, à pédoncule, etc...) ou la présence d'encoches lat ou trsv-prox.

Indices	Types de bases											
	le	le	le	le	le	le	le	le	le	le	le	le
Types de bases	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Punctiforme	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Lisse	10	7	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Dièdre	2	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Facetté	1	0	2	1	0	0	1	1	1	1	1	1
TOTAL	14	7	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3
Indéterminé	10	7	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TOTAL	24	14	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4

CHAPITRE HUIT : ETUDE DE LA STRUCTURE TECHNIQUE

Le faible nombre de pièces ne nous permet pas d'étudier tous les critères descriptifs habituels du débitage : types de nucléus, débitage levallois, chutes de débitage, lames à crêtes, types de bulbes (percussion avec matériau tendre ou dur), angle d'éclatement, etc... Notre exposé ne portera donc que sur les types de talons, le talon d'un éclat étant défini comme la partie du plan de frappe détachée par la percussion. (LAPLACE 1972 p. 100).

Les talons se répartissent selon les catégories suivantes :

- talon indéterminable (cassure de la pièce, talon totalement retouché ou atypique),
- talon punctiforme (en forme de point),
- talon lisse (plat),
- talon dièdre,
- talon facetté (plan ou convexe). (cf. fig. 2)

Les décomptes effectués sont présentés dans le tableau suivant, qui cherche à première vue à mettre en relation les structures technique et typométrique :

TABLEAU DES DONNEES :

Indices :		Pièces longues						Pièces courtes						TOTAL	Effectifs théoriques			
		Ia			Ie			court			court							
		long	long	plat	long	épais	plat	court	court	plat	court	épais						
Types de talons	Niv.	8	6	4	8	6	4	8	6	4	8	6	4	8	6	4		
Punctiforme		1	1	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	1	2	4	7
Lisse		10	7	3	1	1	0	9	5	4	1	0	0	21	13	7	41	
Dièdre		2	0	0	0	1	1	2	0	1	0	0	0	4	1	2	7	
Facetté		1	0	2	1	0	0	2	1	0	0	0	1	4	1	3	8	
TOTAL		14	8	5	2	2	5	13	7	5	1	0	1	30	17	16	63	
Indéterminé		10	12	14	0	5	3	15	8	10	0	0	0	25	25	27	77	
TOTAL		24	20	19	2	7	8	28	15	25	1	0	1	55	42	43	<u>140</u>	

Existe-t-il une association entre le caractère d'allongement des pièces et leur type de talon ? Les calculs suivants nous montrent, malgré le faible nombre de pièces utilisables, que l'indépendance de ces deux caractères est assez grande. Le même calcul peut être effectué avec l'indice d'épaisseur; il aboutit au même résultat.

Test du CHI-2 : test d'indépendance de deux caractères d'un même ensemble d'objets. Des regroupements sont nécessaires afin d'éviter que les tableaux de contingence ne possèdent pas des effectifs théoriques inférieurs à 5. Par exemple :

Niv. 8	Long	Court		$\chi^2 = 0,12$ (Yates)	
Pun +lis	12	10	22	$\chi^2_1 0,05 = 3,814$	
Die+Fac	4	4	8	$\chi^2 < \chi^2_1$	D'où acceptation de l'hypothèse d'indépendance des caractères.
	16	15	30		

Pour les niveaux 6 et 4, les mêmes tableaux nous donnent :

Niv. 6 : $\chi^2 = 0,24$ (Yates) Indépendance acceptée

Niv. 4 : $\chi^2 = 0,17$ (Yates) Indépendance acceptée.

On peut donc regrouper tous les types de talons, quels que soient l'Ja et l'Ie des supports.

8.1. ETUDE DETAILLEE ET ARTICULATION STRATIGRAPHIQUE

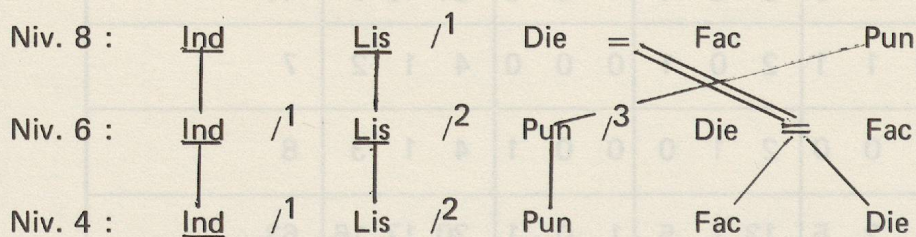
Moyenne des effectifs :

Niv. 8 : $55/5 = 11$. Catégories majeures : Indéterminé — Lisse

Niv. 6 : $42/5 = 8$. Catégories majeures : Indéterminé — Lisse

Niv. 4 : $43/5 = 8,6$. Catégorie majeure : Indéterminé.

TABLEAU DES SEQUENCES STRUCTURALES :



(Ruptures : 25 21 /¹ 4 4 1
 25 /¹ 13 /² 2 /³ 1 1
 27 /¹ 7 /² 4 3 2).

Faits caractéristiques : domination des talons indéterminés, forte surtout en 6 et en 4. (Seule catégorie majeure).

Dégression des lisses (passage de l'autre côté de la rupture) qui deviennent catégorie mineure mais restent prépondérants par rapport aux autres catégories très faibles. La « montée » des talons punctiformes est-elle un fait significatif ?

TABLEAU STRUCTURAL DES FREQUENCES :

	Niv.8	Niv.6	Niv.4	p%	Ae	A	
Indéterminé	45,4	59,5	62,8	55	17,4 =	17,4	Progression
Lisse	38,2	30,9	16,3	29,3	21,9 =	21,9	Dégression
Facetté	7,3	2,4	7,0	5,7	0,3	4,9	Oscillation dégressive
Punctiforme	1,8	4,8	9,3	5,0	7,5 =	7,5	Progression
Dièdre	7,3	2,4	4,6	5,0	2,7	4,9	Dégression oscillante

A première vue, il paraît contradictoire que les pièces à talons indéterminés augmentent alors que le pourcentage des pièces cassées est en constante dégression. (Voir chap. 9). De même l'augmentation du nombre de pièces épaisses s'oppose à la dégression des lisses. L'interprétation hypothétique que l'on peut en faire est qu'il existe une **dégénérescence de la qualité du débitage** (dégression des lisses et augmentation des punctiformes) allant de pair avec la diminution de l'indice laminaire (c'est-à-dire du nombre de pièces longues — «lames» — par rapport au nombre de pièces courtes — «éclats» —). Le type talon lisse étant alors associé avec les faits «plan de frappe préparé» et «débitage de lames», alors que les éclats de forme quelconque ont des talons punctiforme, dièdre ou facetté.

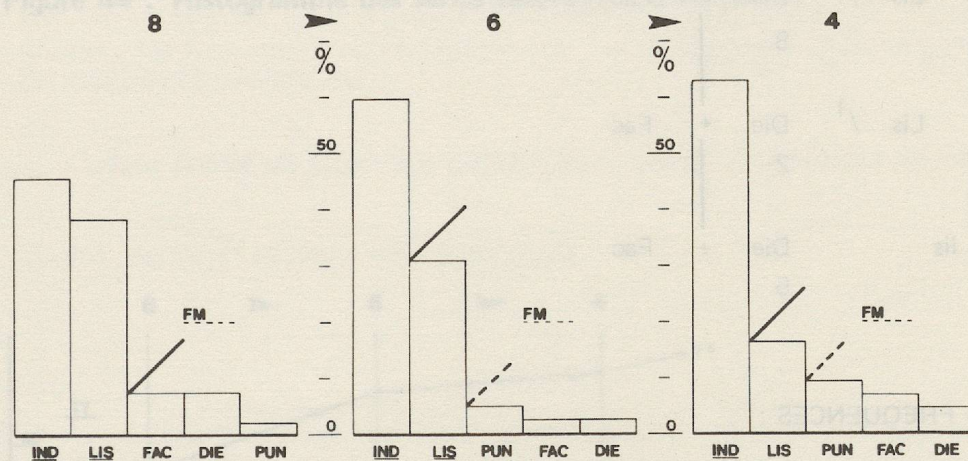


Figure 42 : Histogramme des séries techniques (types de talons et articulation stratigraphique)

Ind = talon indéterminé

Lis = talon lisse

Pun = talon punctiforme

Fac = talon facetté

Die = talon dièdre

F M = fréquence moyenne

Traits obliques = ruptures selon le critère ordinal

Types soulignés = catégories majeures (fréquence supérieure à F M)

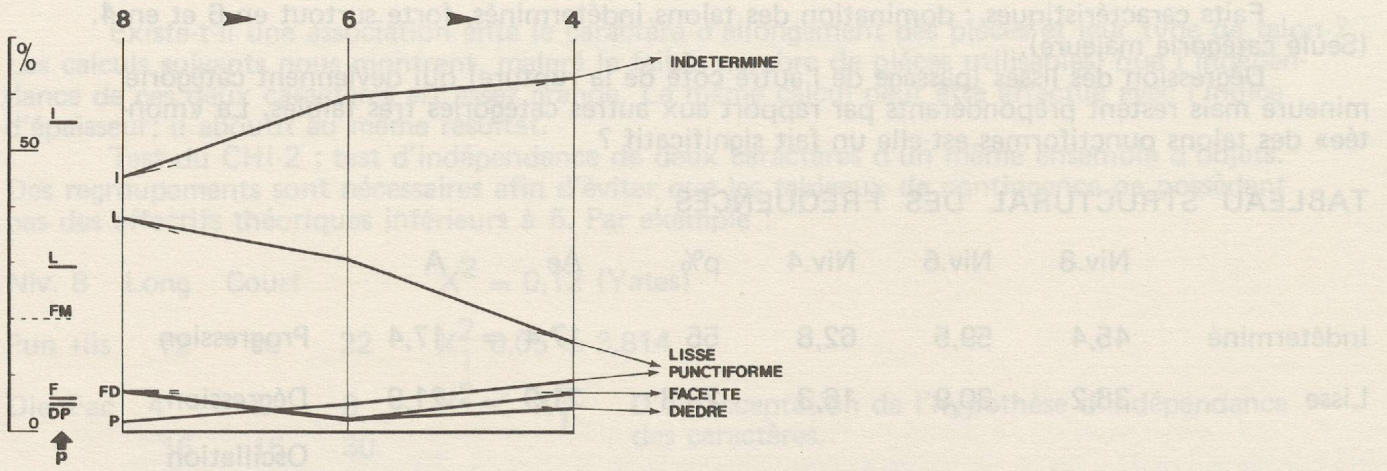


Figure 43 : Schéma de la dynamique structurale technique.
(types de talons et articulation stratigraphique)
p = fréquences théoriques

8.2. ETUDE ESSENTIELLE ET ARTICULATION STRATIGRAPHIQUE

TABLEAU DES SEQUENCES STRUCTURALES :

Niv. 8 :	Ind 25	Pun 22	+ 	Lis / ¹	Die 8	+ 	Fac
Niv. 6 :	Ind 25	Pun 15	+ 	Lis / ¹	Die 2	+ 	Fac
Niv. 4 :	Ind / ¹ 27	Pun 11	+ 	lis	Die 5	+ 	Fac

TABLEAU STRUCTURAL DES FREQUENCES :

	f_8	f_6	f_4	p%	Ae	A	
Ind	45,4	59,5	62,8	55	17,4	17,4	Progression
Pun + Lis	40	35,7	25,6	34,3	14,4	14,4	Dégression
Die + Fac	14,5	4,8	11,6	10,7	2,9	9,7	Oscillation dégressive

Ce regroupement est établi selon la suite logique des types de talons, et non pas selon le genre de mouvements de ces différents types. La progression des punctiformes y est donc soustraite à la dégression des lisses. (Perte d'une information de détail). On peut en déduire que ces deux mouvements ne sont pas significatifs du même phénomène.

Faits caractéristiques : progression des indéterminés.

Importance des punctiformes et des lisses, en dégression.

Tests du CHI-2 : le tableau de contingence des 3 séries, 8, 6 et 4 à 3 catégories Ind, Pun + Lis et Die + Fac donne un X^2 de 5,21 inférieur au $\text{CHI-2}_{0,05} = 9,488$. L'homogénéité de ces 3 séries est donc acceptée. (Les différents types de talons se trouvent de la même manière dans chaque couche).

Les mêmes calculs avec des tableaux de contingence 2x2 donnent les mêmes résultats : passage 8-6, passage 6-4, 2 catégories opposées à la 3ème, 2 catégories seules, etc...

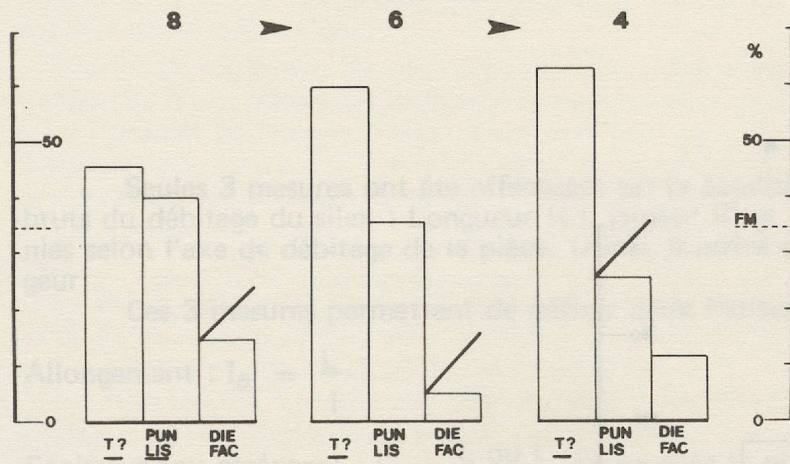


Figure 44 : Histogramme des séries techniques essentielles.

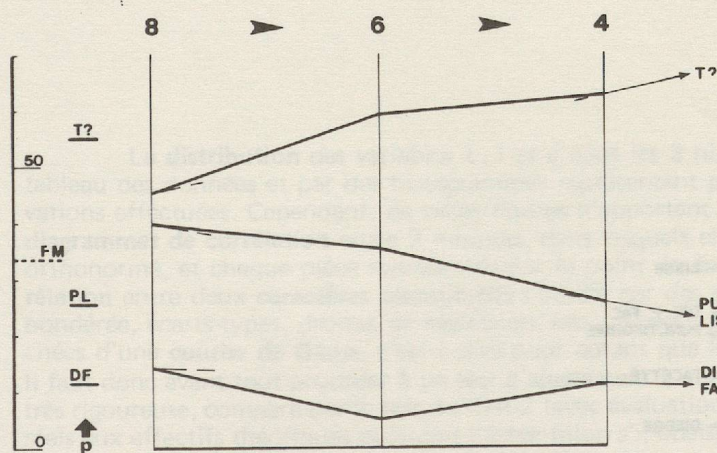


Figure 45 : Schéma de la dynamique structurale technique : types essentiels et articulation stratigraphique.

8.3. ETUDE LIMITEE

L'étude des types de talons seuls (séquence structurale = lisse – facetté – dièdre – punctiforme) n'apportant aucune information nouvelle et ne donnant qu'une image différente du même phénomène, nous nous contenterons de n'en donner que le résumé graphique donné par l'histogramme de la figure 46 et le schéma évolutif de la figure 47.

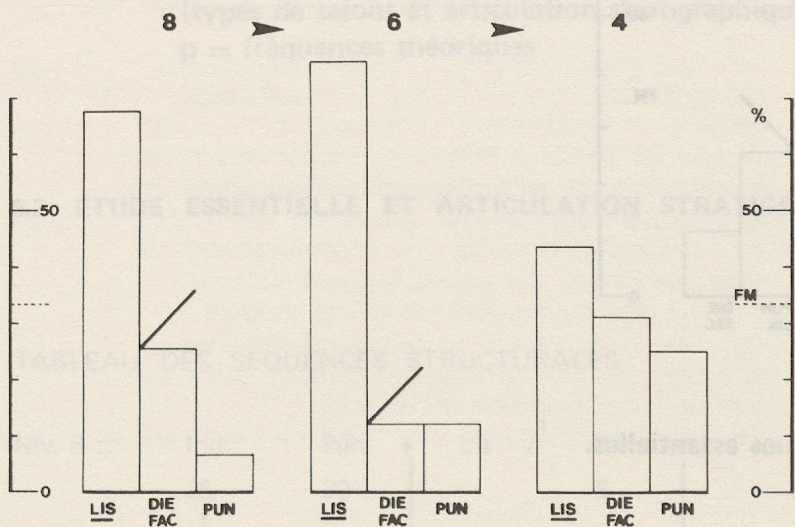


Figure 46 : Histogramme des séries techniques, l'étude étant limitée aux types de talons seuls.

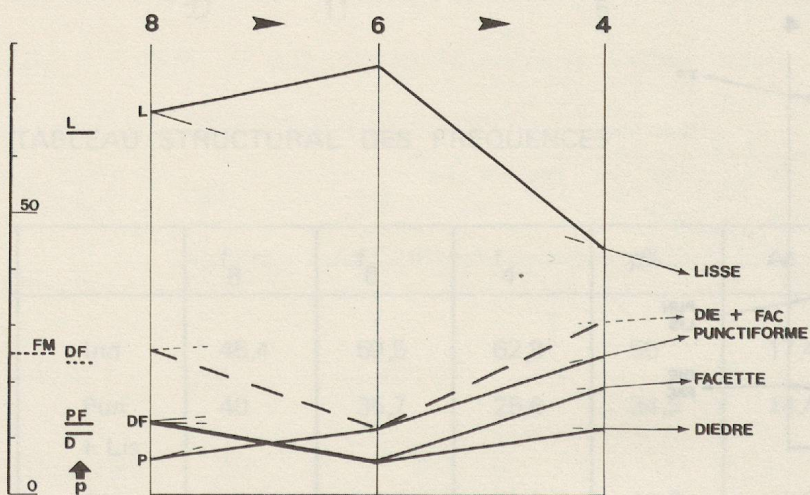


Figure 47 : Schéma de la dynamique structurale technique, l'étude étant limitée aux types de talons seuls.

CHAPITRE NEUF : ETUDE DE LA STRUCTURE TYPOMETRIQUE

Seules 3 mesures ont été effectuées sur la totalité des pièces, c'est-à-dire sur les produits bruts du débitage du silex : Longueur (L), largeur (l) et épaisseur (e), ces dimensions étant définies selon l'axe de débitage de la pièce. (Ainsi, il arrive que la longueur soit inférieure à la largeur).

Ces 3 mesures permettent de définir deux indices principaux :

$$\text{Allongement} : I_a = \frac{L}{l}$$

$$\text{Epaisseur (ou carénage)} : I_e = \frac{L \text{ ou } l}{e}, \text{ en prenant la plus petite des deux dimensions } L \text{ ou } l.$$

L'étude de ces 3 mesures sera effectuée en 2 parties distinctes : la première, **quantitative**, sera basée sur les n données numériques brutes, tandis que la deuxième, **qualitative**, étudiera les fréquences et les rapports de classes discrètes définies à-priori et divisant l'échelle de mesures en intervalles.

ETUDE QUANTITATIVE . INTRODUCTION

La **distribution** des variables L, l et e dans les 3 niveaux 8, 6 et 4 pourrait être présentée par un tableau des données et par des histogrammes représentant pour chaque mesure (en mm) le nombre d'observations effectuées. Cependant, de telles figures n'apportent pas de renseignements inédits par rapport aux **diagrammes de corrélation** entre 2 mesures, dans lesquels chaque mesure est portée sur un axe d'un repère orthonormé, et chaque pièce représentée par le point de coordonnées (L,l) ou (l,e) suivant le cas. La **corrélation** entre deux **caractères quantitatifs** s'étudie par des procédés statistiques fort connus — moyenne pondérée, écarts-types, droites de régression, etc... — pour autant que les distributions puissent être rapprochées d'une **courbe de Gauss**, c'est-à-dire pour autant que les variables obéissent à une **loi normale**. Il faut donc avant tout procéder à un test d'**ajustement à une loi normale**, deux méthodes étant possibles : l'une, très rigoureuse, compare par le test du CHI-2 (avec évaluation du pourcentage d'erreur accepté) les effectifs réels aux effectifs théoriques qu'aurait l'échantillon s'il obéissait à une loi normale parfaite. L'autre, que nous avons préféré ici malgré sa moins grande rigueur, compare certaines caractéristiques de la distribution aux caractéristiques d'une loi normale parfaite : une loi normale, représentée par la célèbre courbe de Gauss en forme de cloche possède un «coefficient d'aplatissement» égal à 3 (représentant la hauteur de la cloche) et un «coefficient d'asymétrie» égal à zéro. (Une courbe asymétrique dont la moyenne est plus à gauche aura un coefficient négatif, et une courbe portant plus sur la droite aura un coefficient positif).

Ces deux coefficients se calculent par les procédés dits de KURTOSIS et de SKEWNESS. Résultats :

		Aplatissement Kurtosis	Asymétrie Skewness
Niv. 8	L	2,869	0,812
	l	2,849	0,829
	e	2,465	0,386
Niv. 6	L	<u>4,110</u>	0,921
	l	<u>4,946</u>	1,185
	e	3,493	0,802
Niv. 4	L	2,913	0,888
	l	3,434	0,598
	e	3,269	0,794

Le coefficient d'aplatissement est selon les statisticiens suffisamment proche de 3 pour que la distribution soit associée à celle d'une loi normale, sauf au niveau 6 pour la longueur et la largeur. Ceci est dû à la présence de 3 mesures très particulières extrêmes, trop éloignées des autres. Les calculs suivants seront donc effectués au niv. 6 après élimination de ces 3 mesures, reportées quand même sur les diagrammes de dispersion. Les coefficients d'asymétrie, tous positifs, sont également suffisamment proches de zéro pour être acceptés.

9.1. ETUDE QUANTITATIVE DE L'INDICE D'ALLONGEMENT

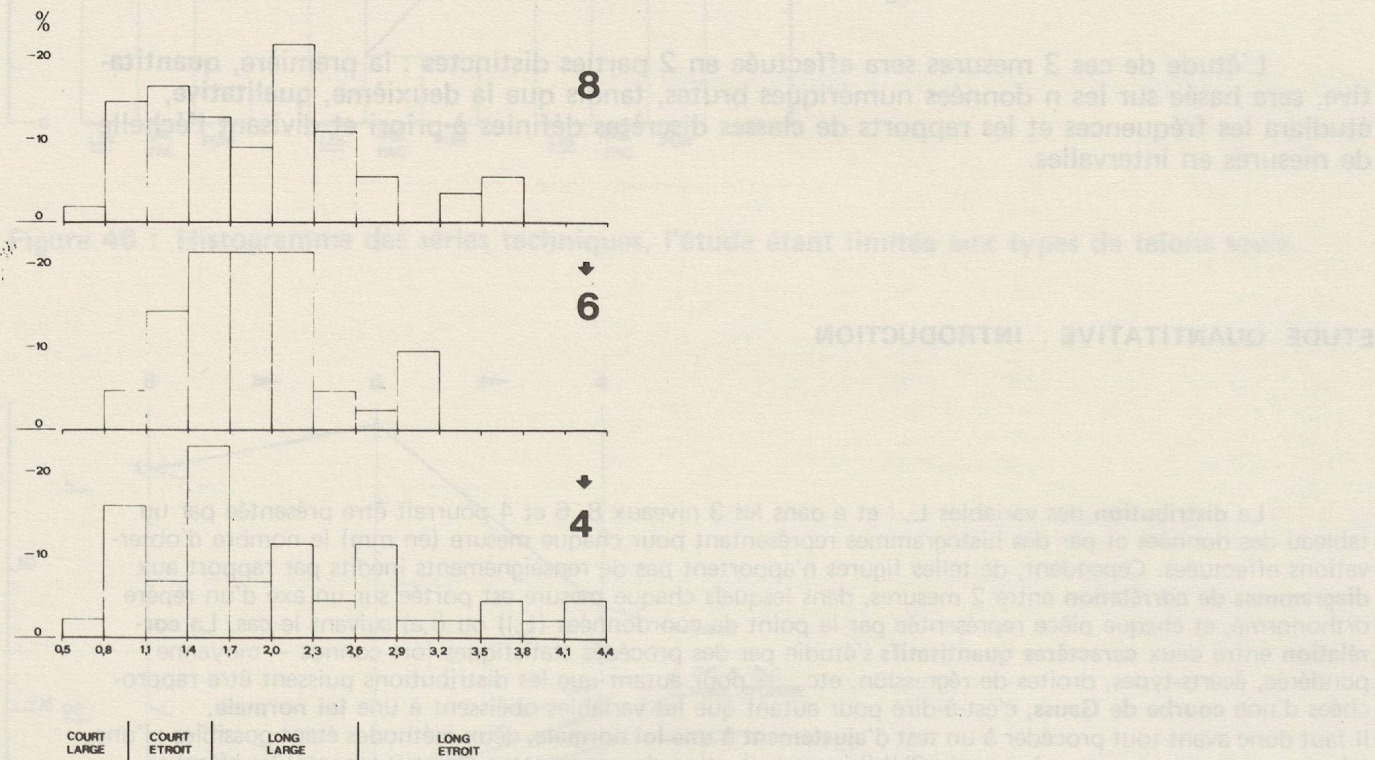


Figure 48 : Histogrammes des indices d'allongement, établis en divisant la distribution des I_a en 13 classes d'amplitude 0,3. Ils permettent de visualiser de manière originale le phénomène évolutif de l'allongement : on y remarque principalement la concentration des blocs au niveau 6 - $r(L,l) = 0,65$ - et leur étalement au niveau 4 dû à la grande dispersion des longueurs.

Pour chaque ensemble industriel, après élimination des pièces cassées transversalement, nous avons établi un **diagramme de dispersion** des deux dimensions L et l, en les portant sur les deux axes d'un repère, chaque pièce étant ainsi représentée par un point du système, et chaque ensemble étant schématisé par un nuage de points plus ou moins dispersé. L'objet de ce paragraphe est l'étude des modalités et des valeurs de cette dispersion. Les calculs effectués sont les suivants (voir tous ouvrages de statistique descriptive) : soit par exemple le couple des deux facteurs l et L.

– **Moyennes marginales pondérées** : \bar{L} et \bar{l}

– **Ecart-types** Sigma Sig_L et Sig_l (appelés aussi variances marginales). Ils indiquent la force de dispersion c'est-à-dire l'homogénéité de taille des pièces. Un écart à la moyenne de 1 Sig contient 68% des valeurs mesurées et un écart de 2 Sig 95%.

– **Coefficient de corrélation linéaire** : $r(L,l)$

Il varie de 0 à 1, la corrélation entre les deux caractères étant d'autant plus forte que le coefficient est proche de 1.

– **Droites de régression** de L en l ou de l en L. Elles expriment les fonctions $L(l)$ et $l(L)$ (recherche d'une valeur en fonction de l'autre fixée). Par exemple la droite de régression de L en l permet de trouver quelle valeur moyenne L_l (longueur) correspond à une valeur donnée l_j de la largeur. Cette valeur de L est la moyenne des longueurs de toutes les pièces de l'industrie qui ont une largeur l_j . L'angle le plus fermé entre ces droites sera d'autant plus faible que le coefficient de corrélation sera plus fort. La bissectrice principale de ces droites est dite

– **Droite de régression ou droite des moindres carrés**, et exprime à elle seule, malgré une légère perte d'information, l'ensemble du phénomène. Sa pente matérialise le rapport moyen entre L et l, c'est-à-dire l'allongement moyen des pièces.

Ces résultats pourraient être encore complétés par la construction d'une ellipse de dispersion ou « ellipse équiprobable » circonscrivant un pourcentage donné de pièces, et dont le centre est le point (L,l), le grand axe la droite de régression, la surface fonction des variances et la forme fonction des corrélations entre les deux facteurs (MORELON 1973 p.94). Cependant, les caractéristiques de la dispersion de L et l sont suffisamment représentées par les droites de régression pour que l'on puisse négliger la construction de ces ellipses.

Les résultats présentés plus loin ont été calculés selon les formules suivantes :

Soient 2 facteurs x et y à r et s caractères définissant r.s couples n_{ij} . Alors :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_i n_{i.} x_i \quad (n_{i.} \text{ et } n_{.j} \text{ étant les effectifs marginaux associés aux } x_i \text{ et } x_j)$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_j n_{.j} x_j$$

$$\text{Sig}_x = \frac{1}{n} \sum_i n_{i.} (x_i - \bar{x})^2 = \frac{1}{n} \sum_i (n_{i.} x_i^2) - \bar{x}^2$$

$$\text{Sig}_y = \frac{1}{n} \sum_j n_{.j} (y_j - \bar{y})^2 = \frac{1}{n} \sum_j (n_{.j} y_j^2) - \bar{y}^2$$

$$r(x,y) = \frac{\frac{1}{n} \left(\sum_{i,j} n_{ij} x_i y_j \right) - \bar{x}\bar{y}}{\sqrt{\text{Sig}_x} \cdot \sqrt{\text{Sig}_y}}$$

$y = f(x)$: (droite de régression de y en x)

$$\left(x_i, \frac{1}{n_i} \sum_j n_{ij} y_j \right) \quad i = 1, 2, \dots, r$$

$x = f(y)$:

$$\left(\frac{1}{n_j} \sum_i n_{ij} x_i, y_j \right) \quad j = 1, 2, \dots, s$$

Résultats :

	Niv. 8	Niv. 6	Niv. 4	
\bar{L}	45,5	39,69	36,52] (en mm)
\bar{T}	26,02	21,48	18,19	
Sig_L	19,08	16,31	18,25	
Sig_l	10,7	8,04	5,4	
$r(L,l)$	0,3259	0,65	0,15	
$L = f(l)$	$L = 30,4 + 0,58 l$	$L = 11,3 + 1,32 l$	$L = 27,1 + 0,52 l$	
$l = f(L)$	$l = 18,1 + 0,17 L$	$l = 8,75 + 0,32 L$	$l = 16,54 + 0,05 L$	

Ce tableau amène les remarques suivantes :

- \bar{L} et \bar{T} sont en constante diminution : la longueur moyenne des éclats débités passe de 45 à 36 mm, et la largeur moyenne de 26 à 18 mm, l'écart le plus grand se situant entre les niveaux 8 et 6.
- Les variances des longueurs Sig_L sont stables et assez élevées : la longueur des pièces est très variable, cette variabilité étant la plus faible au niveau 6.
- Au contraire, les variances des largeurs Sig_l diminuent constamment, celle du niveau 4 étant relativement faible. (Relative «homogénéité» des largeurs des pièces, proches de 18 mm quelle que soit la longueur.).
- Le coefficient de corrélation subit une importante oscillation. Le plus proche de 1 au niveau 6 (homogénéité des dimensions, indice d'allongement le plus spécialisé, ce qui correspond au nivellement des 3 modes, S, A et P) alors qu'au niveau 4 la corrélation est très faible, ceci étant dû à la grande dispersion des longueurs.

Les diagrammes des figures 49, 50 et 51 illustrent ce phénomène : le point (\bar{L}, \bar{T}) se rapproche constamment du point zéro et les droites de régression sont les plus «rapprochées» au niv. 6 (nuage de points le plus serré). Au niveau 4 la droite $l = f(L)$ est presque verticale, ce qui est bien représentatif de la très faible variance des largeurs.

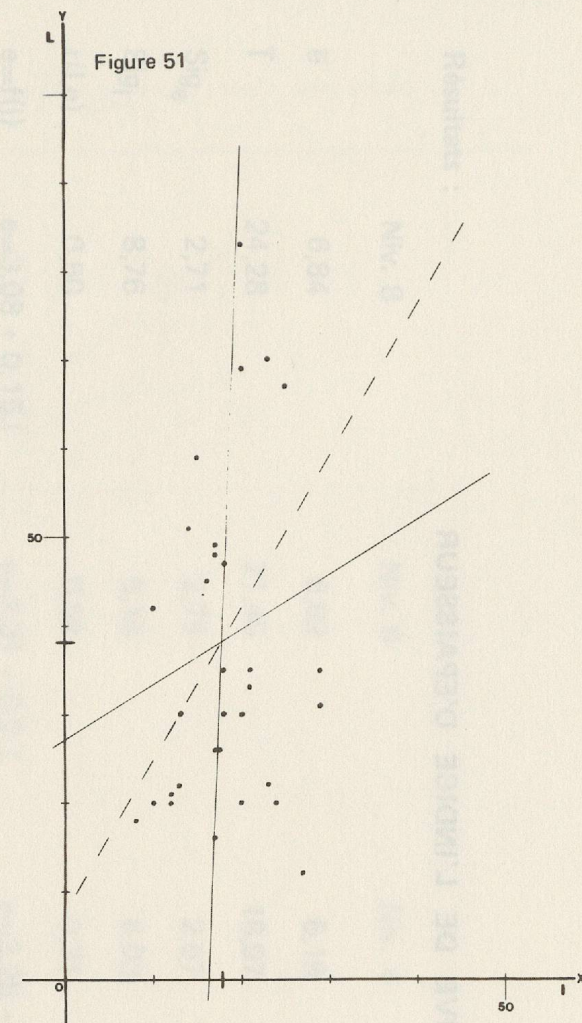
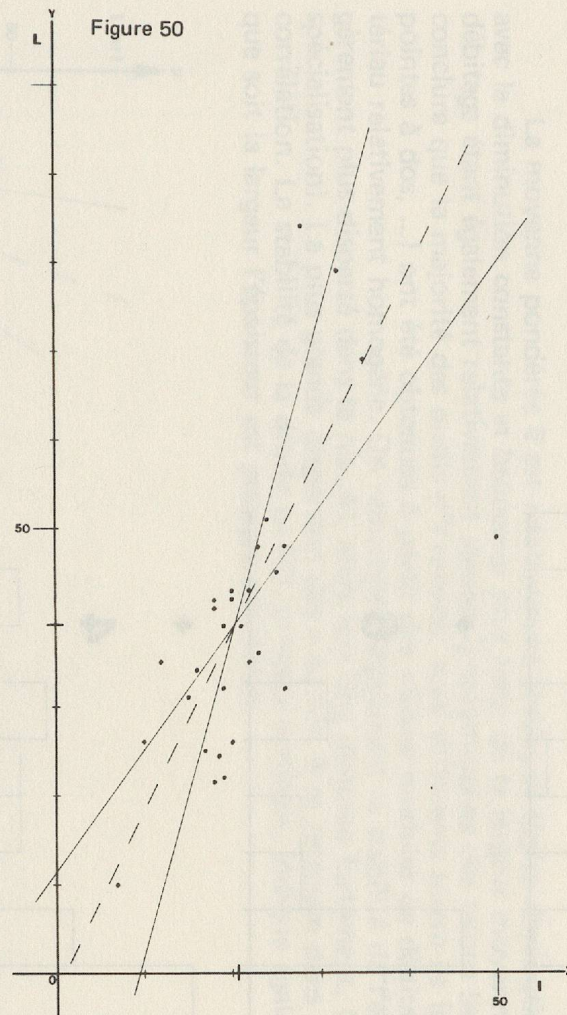
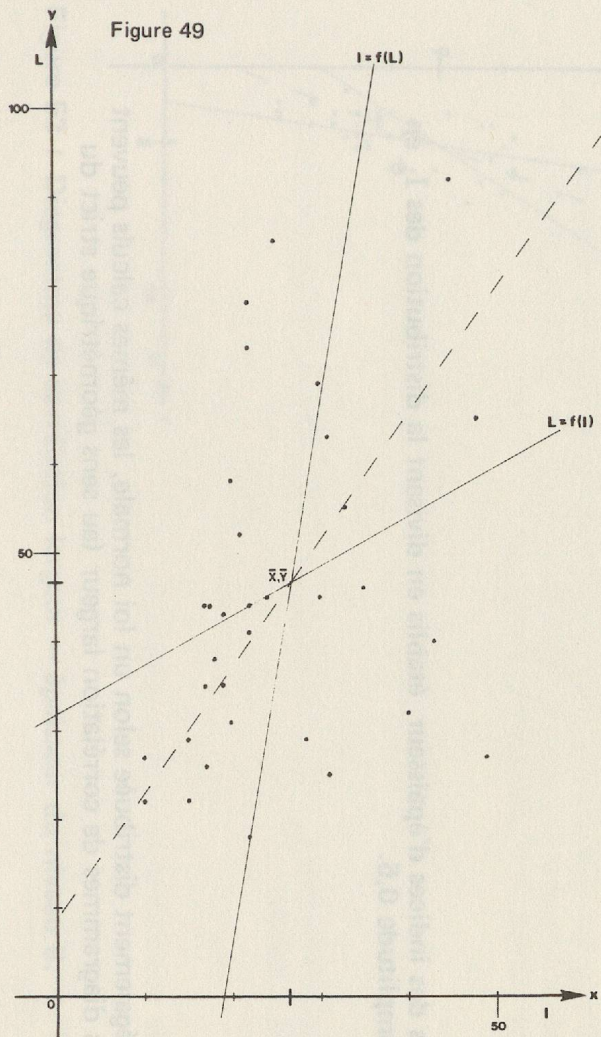


Figure 49 : Diagramme de corrélation Longueur – largeur du niveau 8. Chaque pièce est représentée par un point aux coordonnées (L, l) . \bar{L} et \bar{l} sont les moyennes pondérées et $l = f(L)$ et $L = f(l)$ sont les droites de régression, l'angle qu'elles forment étant fonction du coefficient de corrélation $r(L, l)$.

Figure 50 : Diagramme de corrélation Longueur – largeur du niveau 6.

Figure 51 : Diagramme de corrélation Longueur – largeur du niveau 4.

9.2. ETUDE QUANTITATIVE DE L'INDICE D'ÉPAISSEUR

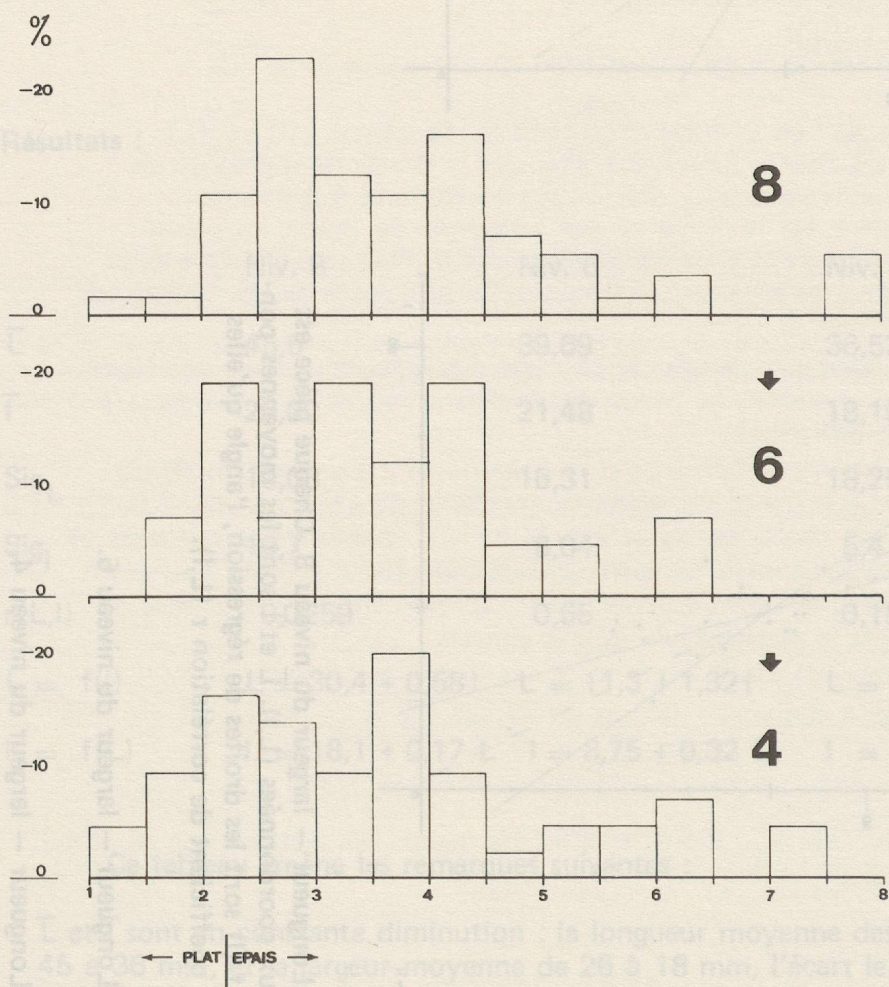


Figure 52 : Histogrammes des indices d'épaisseur, établis en divisant la distribution des I_e en 14 classes d'amplitude 0,5.

L'épaisseur étant également distribuée selon un loi normale, les mêmes calculs peuvent être effectués à partir des diagrammes de corrélation largeur (au sens géométrique strict du terme) -- épaisseur :

Résultats :

	Niv. 8	Niv. 6	Niv. 4
\bar{e}	6,84	6,62	6,19
\bar{l}	24,28	21,45	18,97
Sig_e	2,71	2,79	2,97
Sig_l	8,76	8,18	6,03
$r(l,e)$	0,50	0,59	0,31
$e=f(l)$	$e=3,08 + 0,15.l$	$e=2,31 + 0,2.l$	$e=3,25 + 0,15.l$
$l=f(e)$	$l=13,5 + 1,57.e$	$l=10,1 + 1,27.e$	$l=15,02 + 0,64.e$

La moyenne pondérée \bar{e} est relativement stable, sa légère diminution allant de pair avec la diminution constante et beaucoup plus forte de la largeur moyenne; les techniques de débitage étant également relativement stables (prédominance des talons lisses), on peut en conclure que la majorité des outils d'Yvonand, aussi différents soient-ils (grattoirs, racloirs, pointes à dos, ...) ont été obtenues à partir des mêmes modules de débitage, dans un matériau relativement homogène. On remarquera également la stabilité de l'écart-type Sig_e (légèrement plus dispersé dans le niv. 4), alors que Sig_l diminue fortement. (Phénomène de spécialisation). La plus grande dispersion des e au niv. 4 se retrouve dans les coefficients de corrélation. La stabilité de la droite $e=f(l)$, presque verticale, indique également que quelle que soit la largeur l'épaisseur est presque constante.

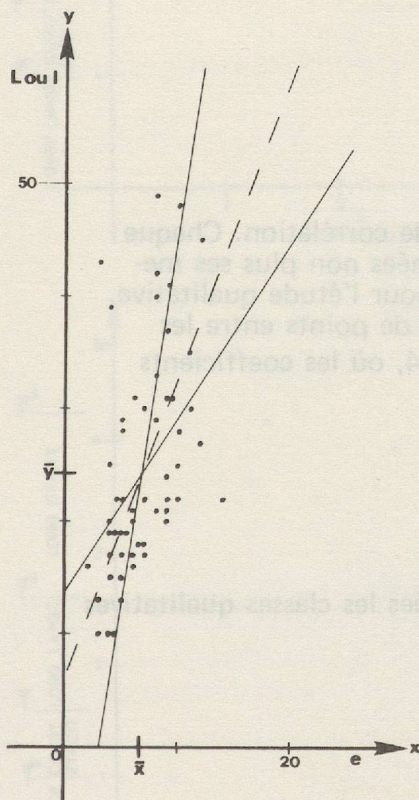


Figure 53 : Diagramme de corrélation largeur — épaisseur du niveau 8.

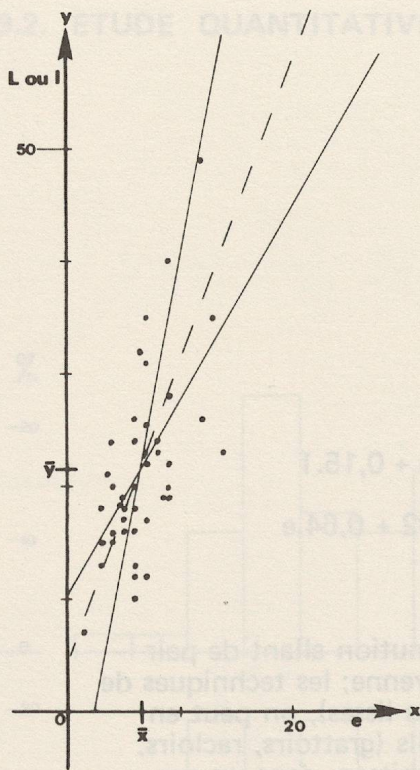


Figure 54 : Diagramme de corrélation largeur
— épaisseur du niveau 6.

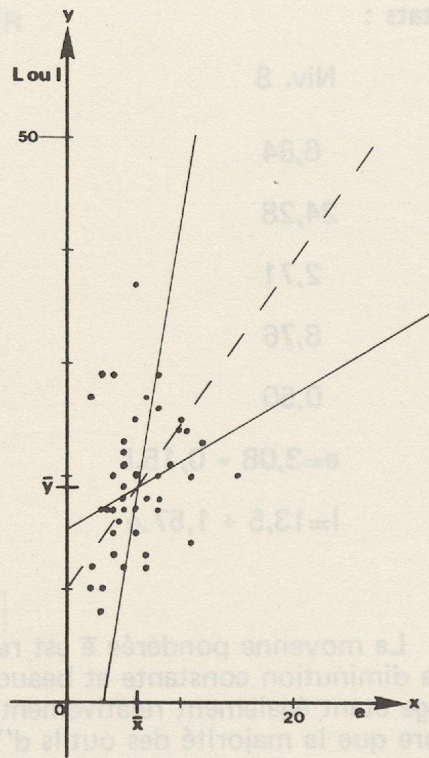


Figure 55 : Diagramme de corrélation largeur
— épaisseur du niveau 4.

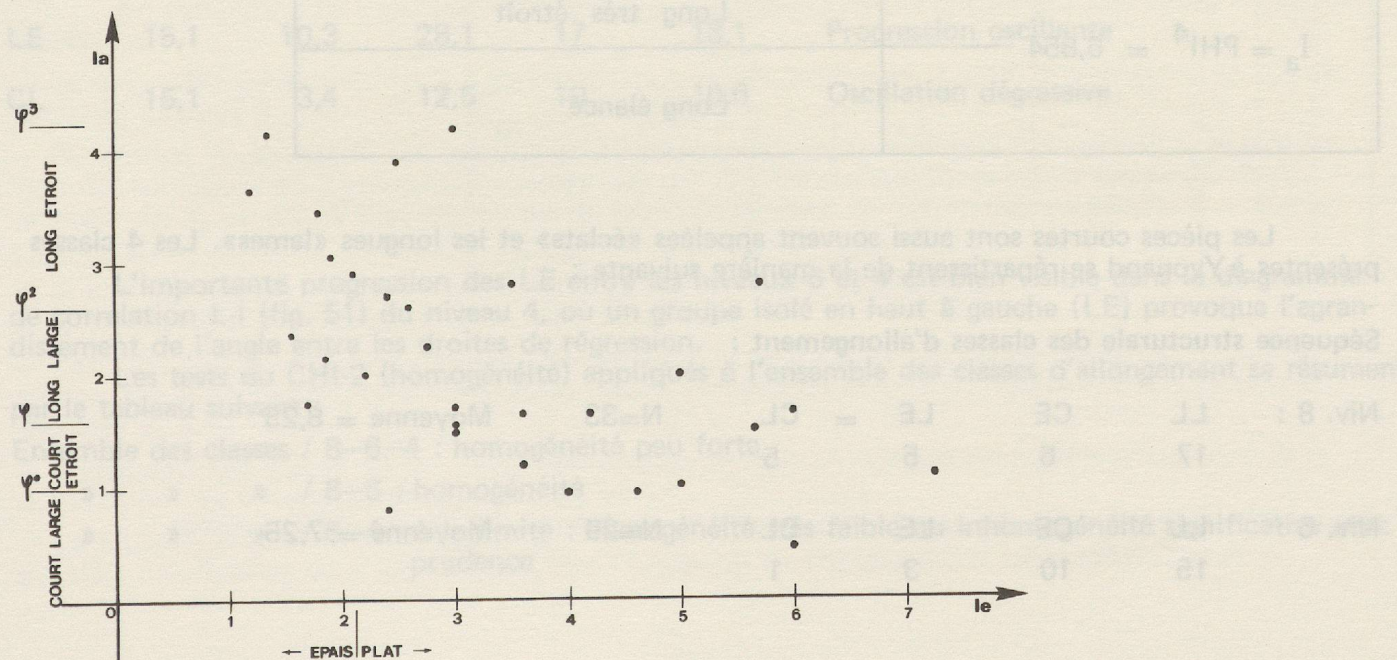
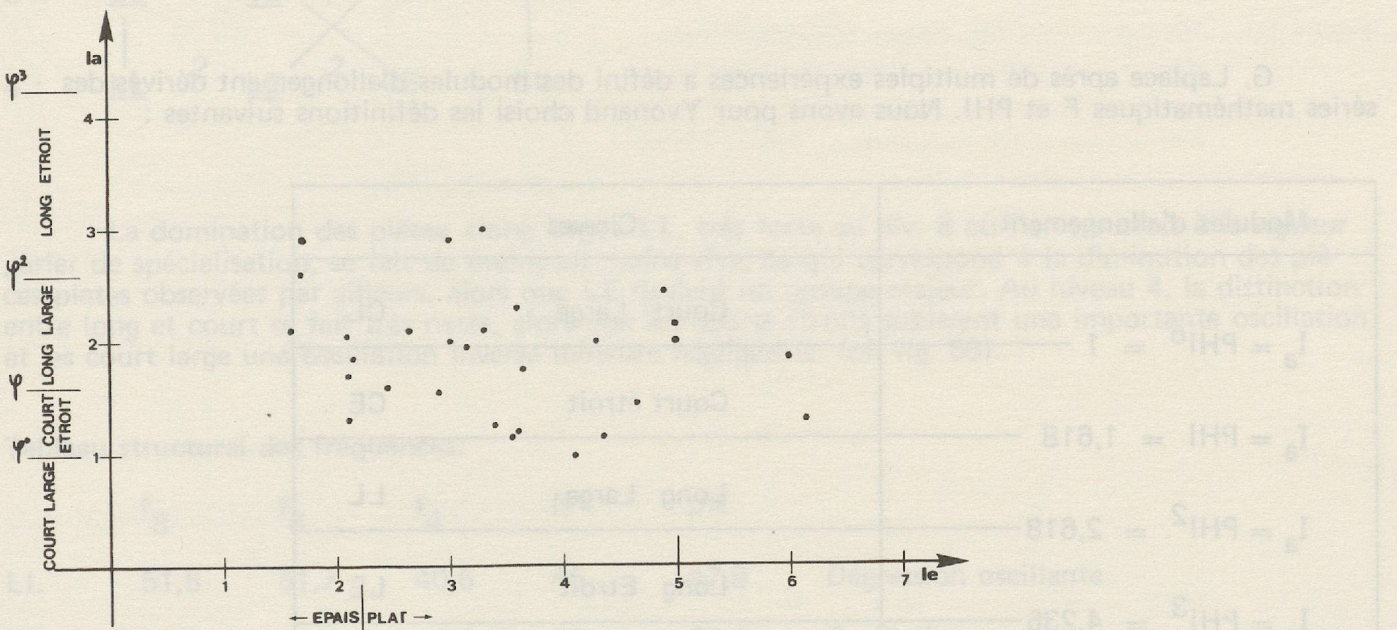
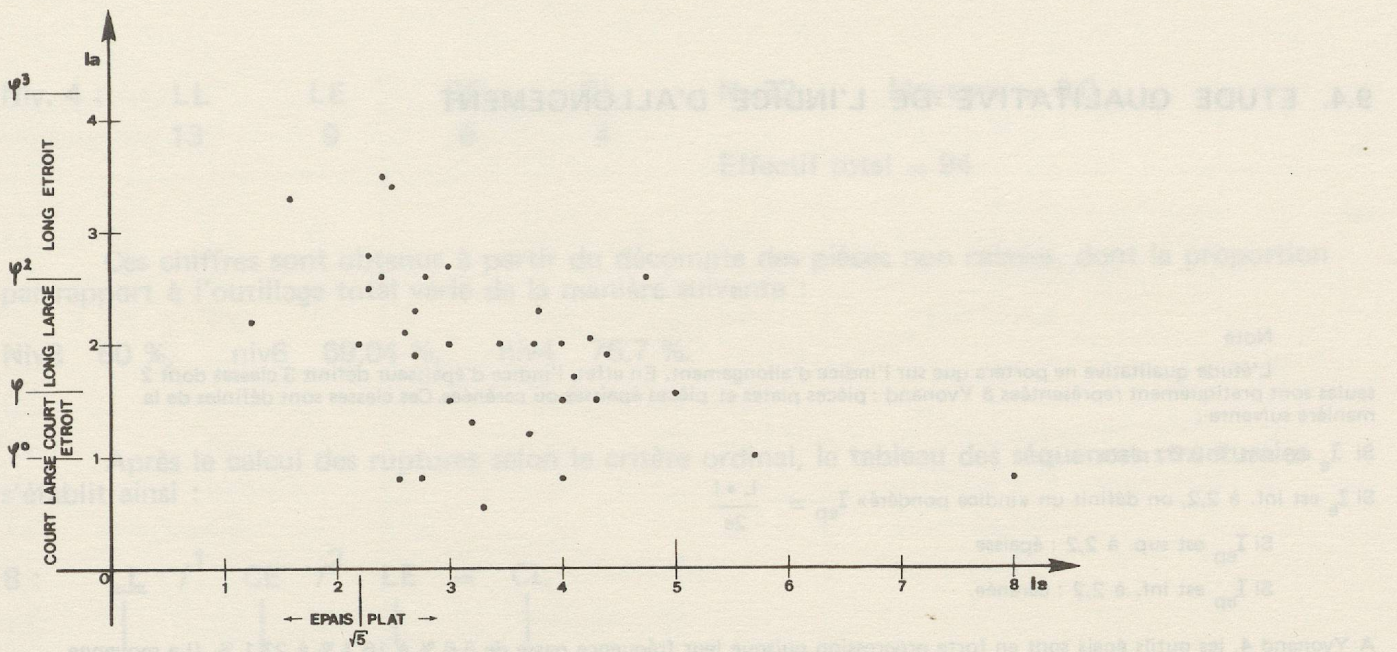
9.3. RAPPORT $I_a - I_e$

Les figures 56, 57 et 58 donnent la synthèse des diagrammes de corrélation. Chaque pièce y est également figurée par un point possédant comme coordonnées non plus ses mesures, mais ses 2 indices. En marge sont reportées les classes choisies pour l'étude qualitative. On remarquera le déplacement sur la droite (I_e augmentant) du nuage de points entre les niveaux 8 et 6 (où le nuage est le plus concentré), alors qu'au niveau 4, où les coefficients de corrélation sont les plus faibles, la dispersion est assez forte.

Figure 56 : Diagramme de corrélation $I_a - I_e$. En marge sont reportées les classes qualitatives définies par G. Laplace.
Niveau 8.

Figure 57 : Diagramme de corrélation $I_a - I_e$ du niveau 6.

Figure 58 : Diagramme de corrélation $I_a - I_e$ du niveau 4.



9.4. ETUDE QUALITATIVE DE L'INDICE D'ALLONGEMENT

Note

L'étude qualitative ne portera que sur l'indice d'allongement. En effet, l'indice d'épaisseur définit 3 classes dont 2 seules sont pratiquement représentées à Yvonand : pièces plates et pièces épaisses ou carénées. Ces classes sont définies de la manière suivante :

Si I_e est sup. à 2,2 : plate

Si I_e est inf. à 2,2, on définit un «indice pondéré» $I_{ep} = \frac{L+I}{2e}$

Si I_{ep} est sup. à 2,2 : épaisse

Si I_{ep} est inf. à 2,2 : carénée.

A Yvonand 4, les outils épais sont en forte progression puisque leur fréquence passe de 5,6 % à 16,7 % à 23,1 %. (La moyenne étant de 15,4 %).

G. Laplace après de multiples expériences a défini des modules d'allongement dérivés des séries mathématiques F et PHI. Nous avons pour Yvonand choisi les définitions suivantes :

Modules d'allongement	Classes
$I_a = \text{PHI}^0 = 1$	Court Large CL
$I_a = \text{PHI} = 1,618$	Court étroit CE
$I_a = \text{PHI}^2 = 2,618$	Long Large LL
$I_a = \text{PHI}^3 = 4,236$	Long Etroit LE
$I_a = \text{PHI}^4 = 6,854$	Long très étroit
	Long élancé

Les pièces courtes sont aussi souvent appelées «éclats» et les longues «lames». Les 4 classes présentes à Yvonand se répartissent de la manière suivante :

Séquence structurale des classes d'allongement :

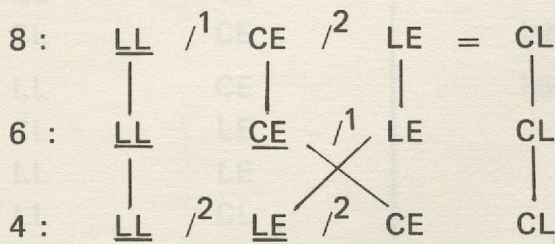
Niv. 8 :	LL	CE	LE	=	CL	N=33	Moyenne = 8,25
	17	6	5		5		
Niv. 6 :	LL	CE	LE		CL	N=29	Moyenne = 7,25
	15	10	3		1		

Niv. 4 :	LL	LE	CE	CL	N=32	Moyenne = 8,0
	13	9	6	4		
						Effectif total = 94

Ces chiffres sont obtenus à partir du décompte des pièces non cassées, dont la proportion par rapport à l'outillage total varie de la manière suivante :

Niv8 60 %, niv6 69,04 %, niv4 76,7 %.

Après le calcul des ruptures selon le critère ordinal, le **tableau des séquences structurales** s'établit ainsi :



La domination des pièces «long large» LL, très forte au niv. 8 où l'on pourrait à la rigueur parler de spécialisation, se fait de moins en moins vive, ce qui correspond à la diminution des pièces plates observées par ailleurs, alors que LE devient un groupe majeur. Au niveau 4, la distinction entre long et court se fait très nette, alors que les courts étroits subissent une importante oscillation et les court large une oscillation inverse mineure négligeable. (cf. fig. 56).

Tableau structural des fréquences:

	f ₈	f ₆	f ₄	N	p%	
LL	51,5	51,7	40,6	45	47,9	Dégression oscillante
CE	18,2	35,5	18,7	22	23,4	Oscillation progressive
LE	15,1	10,3	28,1	17	18,1	Progression oscillante
CL	15,1	3,4	12,5	10	10,6	Oscillation dégressive

L'importante progression des LE entre les niveaux 6 et 4 est bien visible dans le diagramme de corrélation L-l (fig. 51) du niveau 4, où un groupe isolé en haut à gauche (LE) provoque l'agrandissement de l'angle entre les droites de régression.

Les tests du CHI-2 (homogénéité) appliqués à l'ensemble des classes d'allongement se résument par le tableau suivant :

Ensemble des classes / 8-6-4 : homogénéité peu forte

» » » / 8-6 : homogénéité

» » » / 6-4 : à la limite : homogénéité très faible ou inhomogénéité significative avec prudence

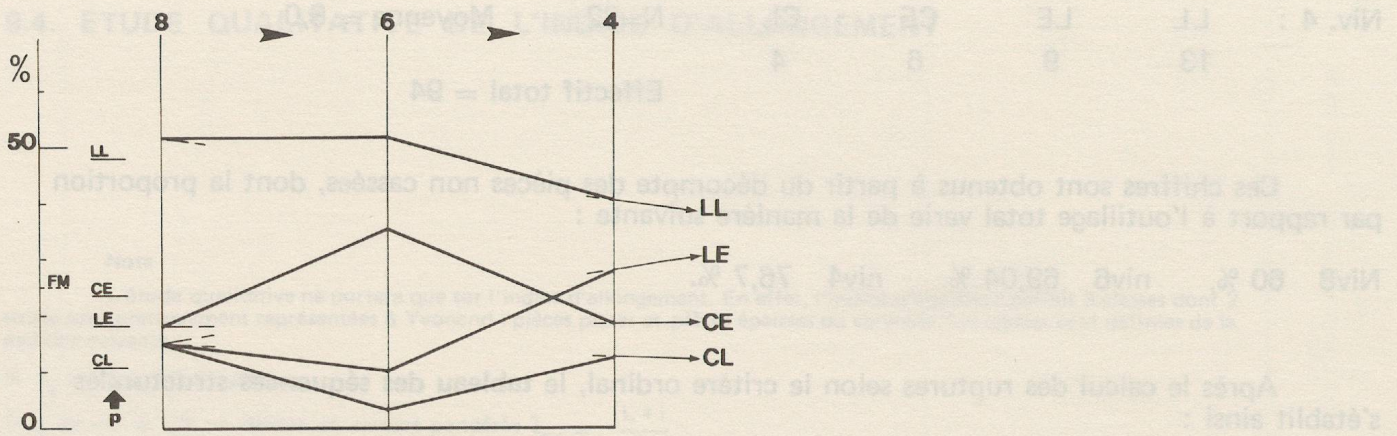


Figure 59 : Histogrammes des classes d'allongement.
 classes soulignées = catégories majeures
 traits obliques = ruptures selon le critère ordinal
 FM = fréquence moyenne = $1/4 = 25\%$.

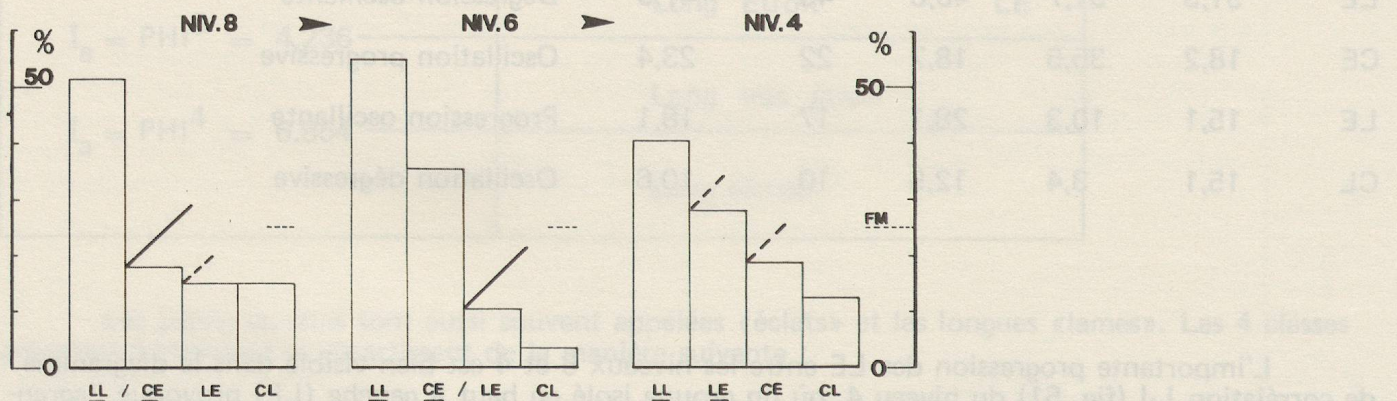


Figure 60 : Schéma de la dynamique structurale typométrique des classes d'allongement.
 p = fréquences théoriques.

Tableaux de contingence 2x2		passage 8 — 6	passage 6 — 4
LL + CE	LE + CL	homogénéité faible	inhomogénéité très sign.
LE + CE	LL + CL	»	forte homogénéité
CL + CE	LL + LE	forte homogénéité	» »
LL	non-LL	très » »	» »
CE	non-CE	homogénéité faible	» »
LE	non-LE	» »	inhomogénéité
CL	non-CL	» »	homogénéité + prudence !
LE	CE	»	inhomogénéité
CL	CE	inhomogénéité	homogénéité
LL	CE	homogénéité	»
CL	LE	»	»
LL	LE	»	»
LL	CL	»	»

La catégorie LL, majeure dominante, constitue le noyau le plus stable et indépendant. Les mouvements des catégories CE et LE forment par contre le dynamisme de l'évolution, particulièrement entre les niveaux 6 et 4, la forte progression des LE entre 6 et 4 correspondant peut-être aux besoins nouveaux signalés dans l'étude des groupes typologiques (montée des lames à dos). Cependant une certaine prudence est à admettre dans l'interprétation de cette inversion, vu le faible nombre de pièces.

9.5. CONCLUSIONS ET CORRELATIONS

En conclusion de l'analyse typométrique, résumons simplement les grandes lignes évolutives reconnues :

- les moyennes pondérées des longueurs et des largeurs diminuent, l'écart le plus grand se situant entre les niveaux 8 et 6.
- Par contre, le passage 6 — 4 connaît une augmentation de la catégorie «long-étroit», la séparation des longueurs en 2 groupes — visible aussi par l'étalement des blocs sur la droite de l'histogramme des I_a au niv. 4 (fig. 48) ou par le faible coefficient de corrélation du niveau 4 — étant probablement à mettre en relation avec l'augmentation des lames à dos.
- Si la longueur des pièces est très variable, surtout au niv. 4, leur largeur, tout en diminuant, se spécialise de plus en plus (18,25 + ou - 5,4 mm).
- Les forts coefficients de corrélation du niveau 6 (L—l ou l—e) représentés aussi par la concentration des blocs des histogrammes, est à mettre en relation avec le regroupement des catégories modales S, A et P.
- L'épaisseur des pièces est en constante diminution, fait en relation avec l'affaiblissement de la domination des long-large, surtout entre 6 et 4.
- La séparation qualitative établie à $I_e = 2,2$ pour différencier pièces plates et pièces épaisses apparaît insuffisante pour bien caractériser l'évolution de l'épaisseur des pièces à Yvonand.

CHAPITRE DIX: SYNTHÈSE ET CONCLUSION

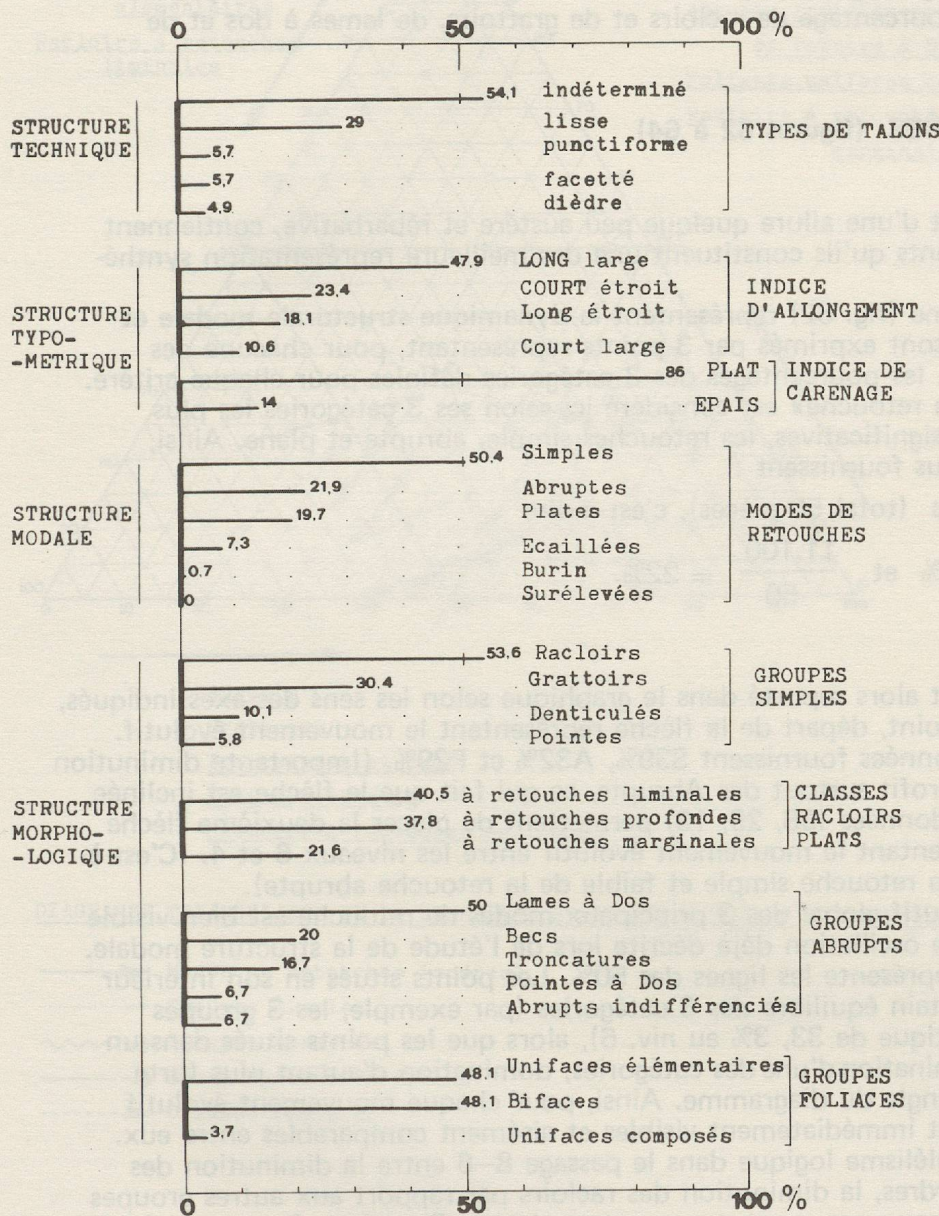


Figure 61 : Diagramme en bâton des caractéristiques essentielles (pourcentage des effectifs théoriques).

DIAGRAMME EN BATON DES CARACTERISTIQUES ESSENTIELLES (figure 61)

Ce diagramme, construit à l'aide des séries globales des effectifs théoriques (p%) est le résultat d'un petit jeu de l'esprit purement gratuit qui consiste à imaginer que les niveaux rencontrés lors de la fouille ne sont pas différenciables, et qu'il ne vaut pas la peine de séparer les industries (contrairement à l'une de nos hypothèses de départ). Ses avantages sont :

- pour le lecteur non averti de pouvoir se faire rapidement une idée des «caractéristiques essentielles» d'un outillage néolithique récent;
- pour l'archéologue, de pouvoir le comparer globalement à d'autres ensembles connus de la même civilisation.

On y remarque aisément les dominations les plus fortes déjà signalées en cours d'étude, celles des outils à talon lisse, longs larges plats, à retouches simples. La structure morphologique se caractérise par le grand pourcentage de racloirs et de grattoirs, de lames à dos et de foliacés divers.

DIAGRAMMES TRIANGULAIRES (figures 62 à 64)

Ces diagrammes, s'ils sont d'une allure quelque peu austère et rébarbative, contiennent une telle richesse de renseignements qu'ils constituent une des meilleures représentations synthétiques de l'industrie d'Yvonand.

Dans le premier diagramme (fig. 62) représentant la dynamique structurale modale et morphologique les mouvements sont exprimés par 3 points représentant, pour chacune des 3 couches existant à Yvonand 4, les pourcentages des 3 catégories définies pour chaque critère. Par exemple, le critère «mode de retouche» est considéré ici selon ses 3 catégories les plus importantes, les seules vraiment significatives, les retouches simple, abrupte et plane. Ainsi, pour le niveau 8, les données nous fournissent :

32 simples, 7 abrupts et 11 plans (total 50 pièces), c'est-à-dire

$$\frac{32.100}{50} = 64\%, \quad \frac{7.100}{50} = 14\% \text{ et } \frac{11.100}{50} = 22\%.$$

Le triplet (64, 14, 22) est alors reporté dans le graphique selon les sens des axes indiqués, et y est marqué par le premier point, départ de la flèche représentant le mouvement évolutif. De même pour le niveau 6 les données fournissent S39%, A32% et P29%. (Importante diminution de la fréquence des Simples au profit surtout des Abrupts, ce qui fait que la flèche est inclinée vers la droite). Au niveau 4, les données (58, 29, 13) permettent de placer la deuxième flèche descendante verticalement représentant le mouvement évolutif entre les niveaux 6 et 4. (C'est-à-dire augmentation très forte de la retouche simple et faible de la retouche abrupte).

Ainsi, le mouvement évolutif global des 3 principaux modes de retouche est bien visible et se traduit par cette importante oscillation déjà décrite lors de l'étude de la structure modale.

Le triangle noir central représente les lignes des 50%. Les points situés en son intérieur sont donc représentatifs d'un certain équilibre des 3 catégories (par exemple, les 3 groupes simples ont un pourcentage identique de 33,3% au niv. 6), alors que les points situés dans un triangle marginal indiquent la domination d'une des catégories, domination d'autant plus forte que le point est situé près d'un angle du diagramme. Ainsi, pour chaque mouvement évolutif considéré, les traits essentiels sont immédiatement visibles et aisément comparables entre eux. Par exemple, remarquons le parallélisme logique dans le passage 8-6 entre la diminution des simples par rapport aux autres ordres, la diminution des racloirs par rapport aux autres groupes et la diminution des racloirs liminaux par rapport aux autres classes. De même, le passage 6-4 est marqué par la forte diminution des dernières catégories, c'est-à-dire retouche plane, groupe des pointes et denticulés, et racloirs marginaux, ce mouvement s'accompagnant d'une montée des grattoirs dans les groupes simples et de la réaugmentation des premières catégories.

Une des tendances générales de l'évolution de l'industrie est la forte oscillation de ces divers mouvements. Le fait que tous les mouvements traversent au moins une fois le triangle central est significatif de cette tendance générale, cette oscillation entre un certain équilibre,

une certaine stabilisation centrale, et un certain dynamisme évolutif. Entre 8 et 6, 4 flèches passent de l'extérieur du triangle à l'intérieur (ou réciproquement) alors qu'il n'y en a plus que 2 entre 6 et 4. L'effort de changement le plus important a donc bien été effectué entre les niveaux 8 et 6.

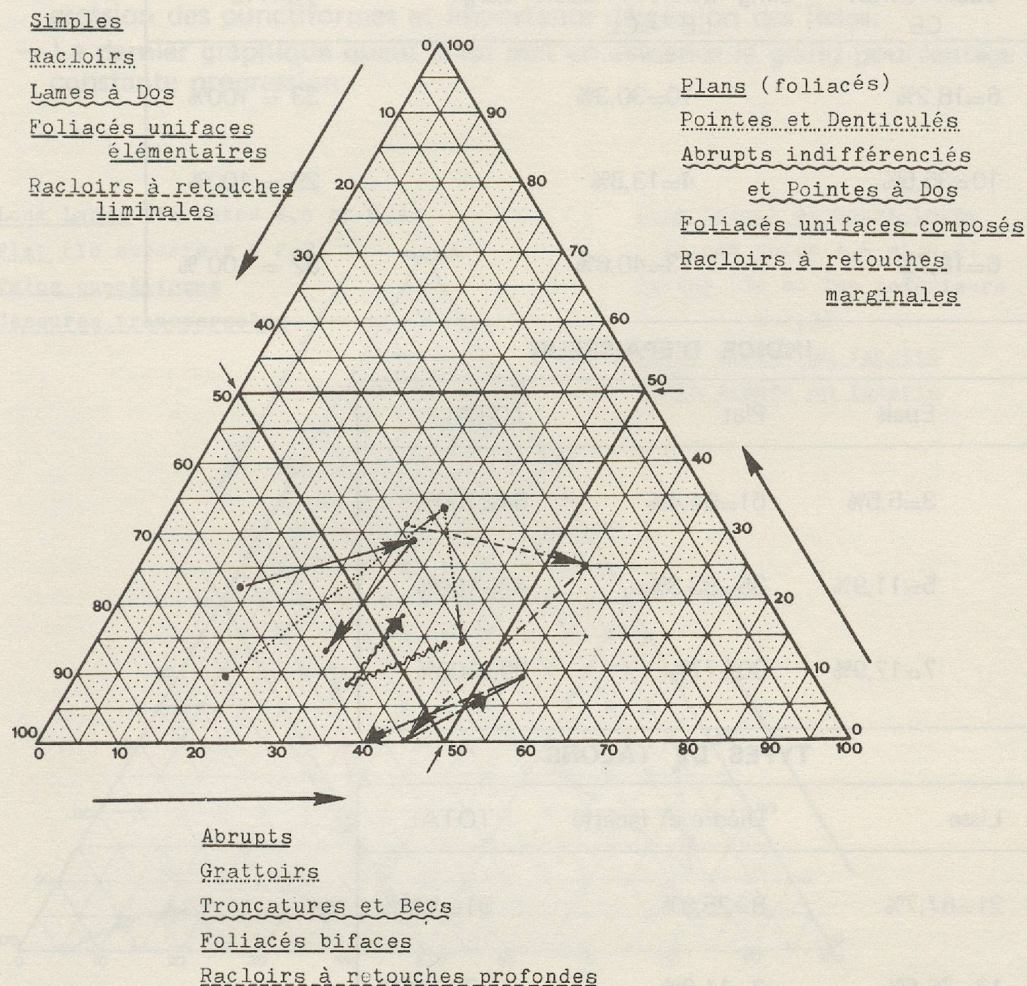


DIAGRAMME TRIANGULAIRE DE LA DYNAMIQUE STRUCTURALE MODALE ET MORPHOLOGIQUE

- > Modes de retouches (ordres)
-> Groupes simples
- ~~~~~> Groupes abrupts
- > Groupes foliacés (plans)
- > Classes racloirs

Figure 62 : Diagramme triangulaire de la dynamique structurale modale et morphologique . Chaque critère considéré est divisé en 3 caractères, la somme des pourcentages de ces 3 caractères étant égale à 100. Les doubles flèches représentent le mouvement évolutif du niveau 8 au niveau 4.

DIAGRAMME TRIANGULAIRE DE LA DYNAMIQUE STRUCTURALE TECHNIQUE ET TYPOMETRIQUE (figure 63)

Ce deuxième diagramme représente les mouvements de 4 critères différents, selon les données suivantes :

Tableau des données :

INDICE D'ALLONGEMENT

	Long Large LL	Court Etroit CE	Long Etroit + Court Large LE + CL	TOTAL
Niv. 8	17=51,5%	6=18,2%	10=30,3%	33 = 100%
Niv. 6	15=51,7%	10=35,5%	4=13,8%	29 = 100%
Niv. 4	13=40,6%	6=18,7%	13=40,6%	32 = 100 %

INDICE D'ÉPAISSEUR

	Épais-caréné	Épais	Plat	TOTAL
Niv. 8	0	3=5,5%	51=94,4%	54=100%
Niv. 6	2=4,8%	5=11,9%	35=83,3%	42=100%
Niv. 4	2=5,1%	7=17,9%	30=77%	39=100%

TYPES DE TALONS

	Punctiforme	Lisse	Dièdre et facetté	TOTAL
Niv. 8	2=6,5%	21=67,7%	8=25,8%	31=100%
Niv. 6	2=11,8%	13=76,5%	2=11,8%	17=100%
Niv. 4	4=25%	7=43,7%	5=31,2%	16=100%

CASSURES ET TYPES DE TALONS

	Cassures	Punct. + Lisse	Dièdre + Facetté	TOTAL
Niv. 8	25=45,4%	22=40%	8=14,5%	55=100%
Niv. 6	25=59,5%	15=35,7%	2=4,8%	42=100%
Niv. 4	27=62,8%	11=25,6%	5=11,6%	43=100%

L'allure de ce diagramme est en parfaite conformité avec les schémas évolutifs précédents et présente les caractéristiques suivantes :

- Indice d'allongement : stabilité du groupe majeur Long Large, oscillation positive des Court Etroit, oscillation négative des Long Etroit et Court Large.
- Indice d'épaisseur : diminution constante de la catégorie majeure Plat au profit des épais et des carénés. (nous avons compté dans cette catégorie non seulement les carénés proprement dit, mais en plus les épais dont l'indice pondéré se rapproche du seuil de carénage, entre 2,2 et 2,6).
- Structure technique : oscillation des types de talons avec légère progression des dièdres, dégression des punctiformes et importante dégression des lisses.
- Le dernier graphique quant à lui met en évidence le grand pourcentage de pièces cassées, en constante progression.

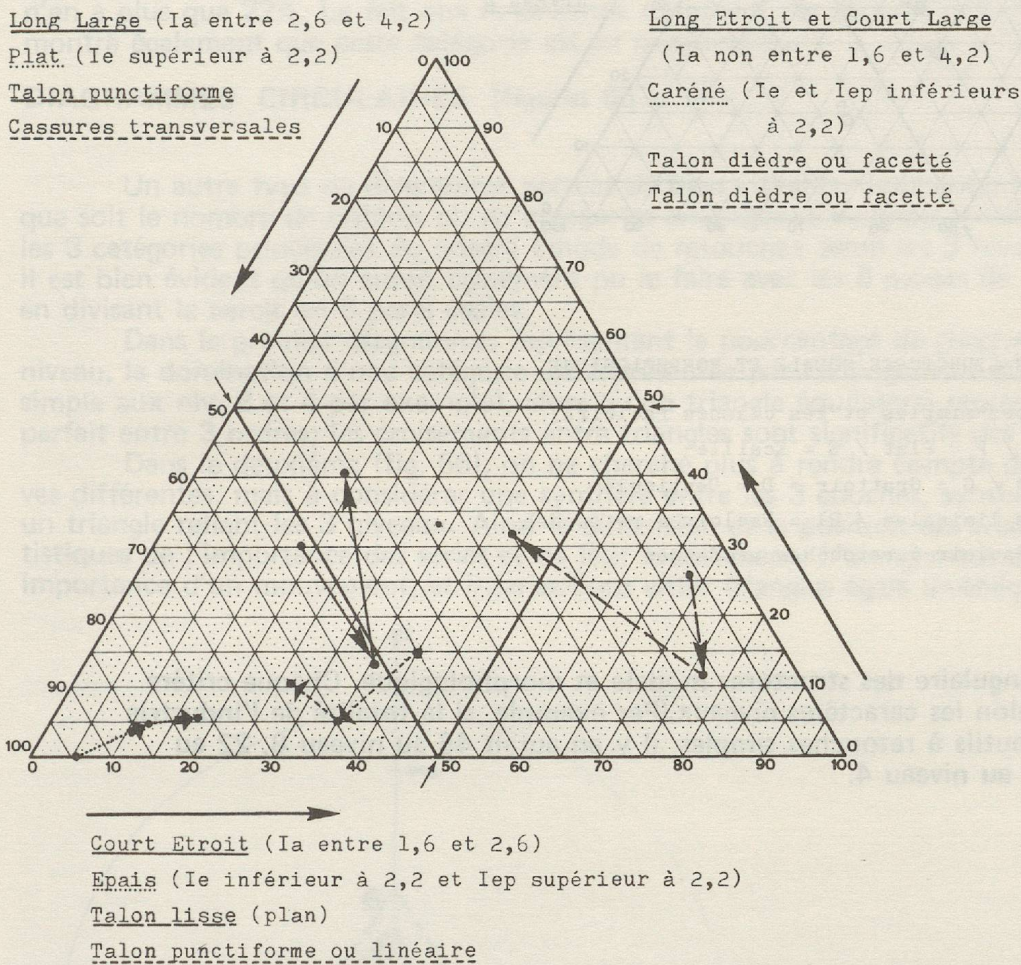


DIAGRAMME TRIANGULAIRE DE LA DYNAMIQUE STRUCTURALE TECHNIQUE ET TYPOMETRIQUE

- > Indice d'allongement : $I_a = L/l$
-> Indice d'épaisseur (ou de carénage) : $I_e = l/e$
- > Types de talons
- > Cassures et types de talons

Figure 63 : Diagramme triangulaire de la dynamique structurale technique et typométrique.

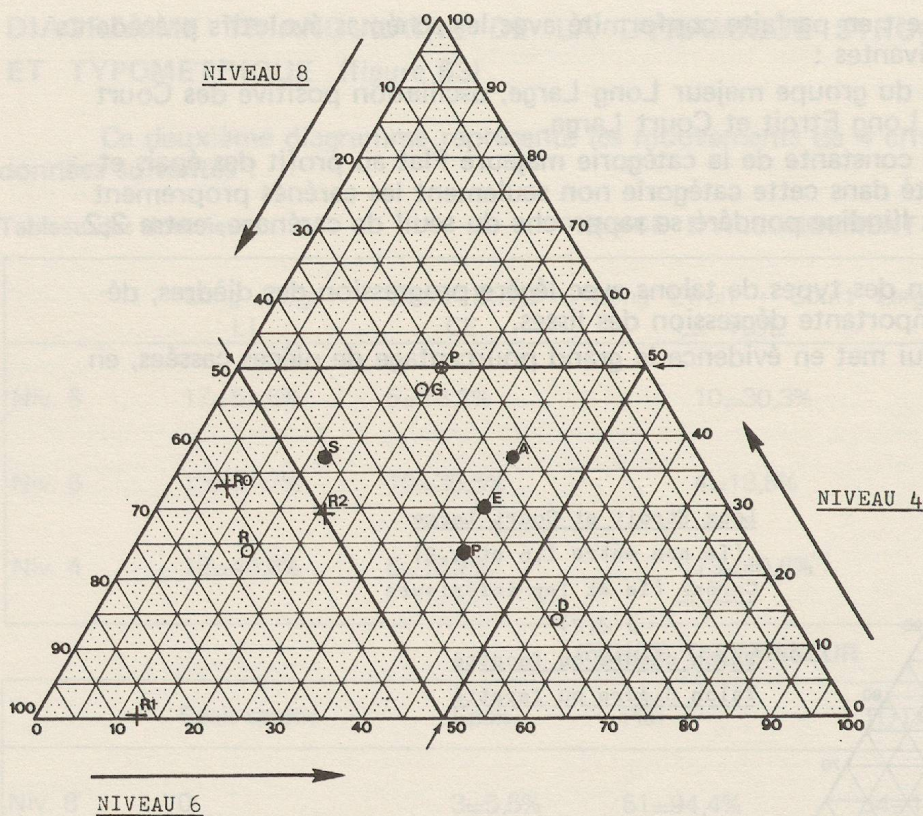


DIAGRAMME TRIANGULAIRE DES STRUCTURES MODALE ET MORPHOLOGIQUE

(pour les ordres, les groupes simples et les classes racloirs)

- S = Simple / A = Abrupt / P = Plat / E = Ecaillé
- R = Racloir / P = Pointe / G = Grattoir / D = Denticulé
- + RO = Racloir à retouches liminales / R1 = Racloir à retouches marginales / R2 = Racloir à retouches profondes

Figure 64: Diagramme triangulaire des structures modale et morphologique. Chaque critère est considéré selon les caractères niveaux. (Par exemple, si la totalité de l'industrie contenait 100 outils à retouches simples, il y en aurait 46 au niveau 8, 22 au niveau 6, et 32 au niveau 4.

DIAGRAMME TRIANGULAIRE DES STRUCTURES MODALE ET MORPHOLOGIQUE (figure 64)

Un troisième diagramme peut être effectué en établissant pour chaque catégorie considérée le pourcentage des effectifs dans chacune des couches. Les 3 niveaux seront donc placés sur les axes du diagramme et un seul point caractérisera l'évolution d'une seule catégorie donnée. On comparera donc plus les différences des effectifs des catégories, mais, en imaginant qu'elles aient toutes au total un effectif de 100, leur variation d'un niveau à l'autre. Par exemple, s'il se trouvait 100 outils à retouches Simples dans la totalité de l'industrie, 46 appartiendraient au niv. 8, 22 au niv. 6, et 32 au niveau 4. Plus le point représentatif est près du centre du triangle, plus le mouvement est stable, et plus il s'approche d'un des angles plus le mouvement est contrasté, disproportionné. (C'est le cas par exemple des racloirs à retouches marginales qui sont à 87 % dans le niveau 8, 12 %

dans le niveau 6 et 0% au niveau 4). L'allure générale du diagramme, aux points relativement dispersés, montre qu'il existe une grande variabilité pour chaque catégorie entre les 3 niveaux, ces variations étant d'autant plus fortes que les points sont éloignés du centre. Ainsi, le fait que les 3 classes de racloirs se trouvent dans le triangle inférieur gauche rappelle que le plus grand nombre d'entre eux, quelle qu'en soit la catégorie, se trouvent au niveau 8, fait qui se retrouve dans la position du point R des groupes, et dans celle de l'ordre Simple, en interdépendance avec ses deux sous-groupes.

De même, l'équilibre de l'ordre simple est bien représenté. L'importance des racloirs dans le niveau 8 est suivie de la forte proportion des denticulés uniquement dans le niveau 6, alors que les pointes et les grattoirs, stables dans ces deux niveaux, se trouvent en majorité au niveau 4. Ces deux points sont très proches l'un de l'autre car ils sont tous deux en progression, alors que R et D subissent d'importantes oscillations contradictoires.

Le comportement des points des ordres appelle lui aussi quelques remarques. Le fait que A, E et P soient relativement groupés et près du centre du triangle montre leur relative stabilité. Leurs écarts à la moyenne sont bien moins importants que ceux de S, qui subit une forte dépression au niv. 6. A, E et P ont tous 40% de leur effectif total au niv. 6, alors que S n'en a plus que 22%. Le fait que A devienne dominant par rapport à E et P dans le niveau 4 montre également que cette catégorie est en progression.

DIAGRAMMES CIRCULAIRES (figures 65 et 66)

Un autre type de diagramme permet de bien visualiser le phénomène évolutif, quel que soit le nombre de critères ou de catégories envisagés. L'exemple donné ici est réalisé avec les 3 catégories principales du critère «mode de retouche» selon les 3 niveaux considérés. Mais il est bien évident qu'on aurait également pu le faire avec les 6 modes de retouches différents, en divisant le cercle en 6 parts égales.

Dans le premier diagramme, représentant le pourcentage de chaque mode dans chaque niveau, la domination d'une catégorie est représentée par l'allongement du triangle (mode simple aux niv. 8 et 4 par exemple), alors qu'un triangle équilatéral représentera l'équilibre parfait entre 3 ordres; les croisements entre triangles sont significatifs des oscillations.

Dans le deuxième (fig. 66), on ne cherche plus à rendre compte de 3 phases évolutives différentes, mais à considérer une synthèse entre les 3 couches, synthèse exprimée par un triangle reliant les 3 niveaux. Ainsi la dimension et la position des triangles seront caractéristiques de l'importance des séries et de leur mouvement. (Allongement d'un triangle égale importance d'un mouvement, et intersections entre triangles égale inversion de deux modes).

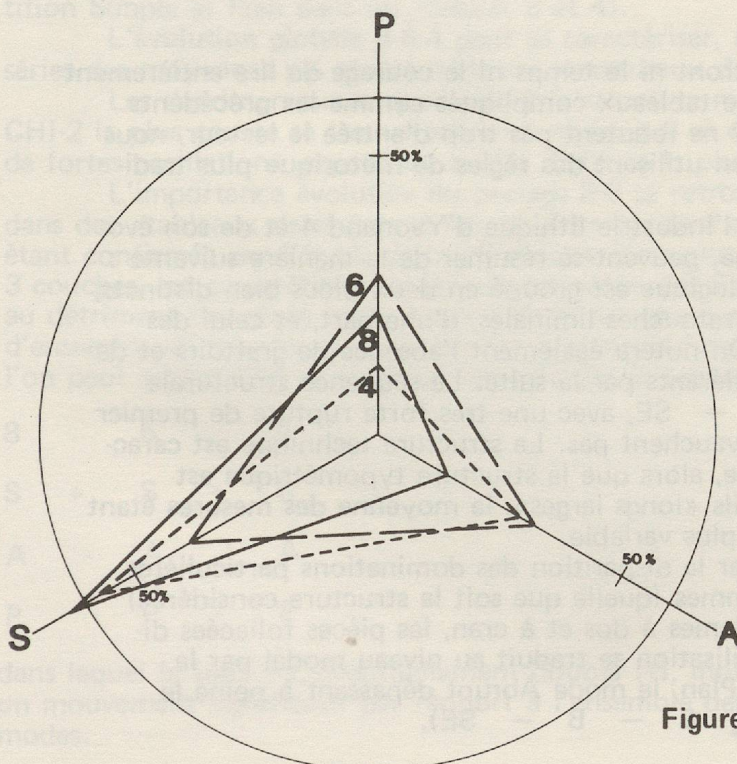


Figure 65 : Diagramme circulaire de la structure modale

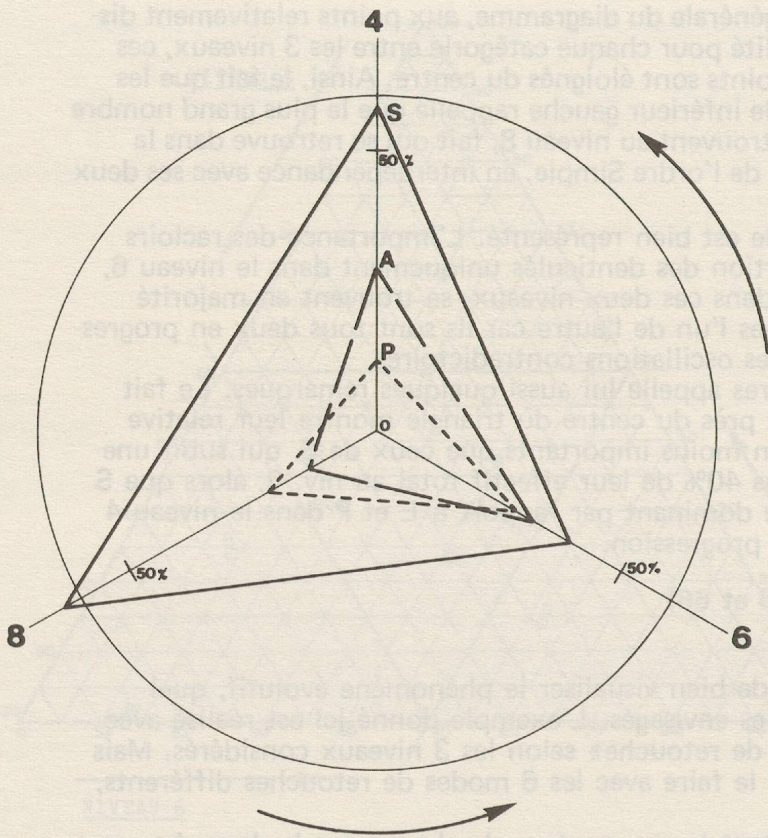


Figure 66 : Diagramme circulaire de la dynamique structurale modale.

SYNTHESE

Sachant que la plupart des lecteurs n'auront ni le temps ni le courage de lire entièrement cette étude, et sachant que la compréhension de tableaux compliqués comme les précédents ne s'acquiert pas rapidement, pour autant qu'ils ne rebutent pas trop d'entrée le lecteur, nous pensons utile de présenter les mêmes résultats en utilisant des règles de rhétorique plus traditionnelles.

Ainsi, les principales caractéristiques de l'industrie lithique d'Yvonand 4 et de son évolution, étudiée selon un point de vue dialectique, peuvent se résumer de la manière suivante : Au niveau 8, l'outillage d'un point de vue typologique est groupé en deux blocs bien distincts, celui des racloirs, principalement des racloirs à retouches liminales, d'une part, et celui des foliacés bifaces à base tronquée, d'autre part. On notera également l'absence de grattoirs et de lames à dos, qui deviendront des outils prépondérants par la suite. La séquence structurale modale est $\underline{S} / 1 \underline{P} - A / 3 E - B - SE$, avec une très forte rupture de premier ordre, car les intervalles de confiance ne se chevauchent pas. La structure technique est caractérisée par le grand nombre d'outils à talon lisse, alors que la structure typométrique est marquée par une très forte domination des outils « longs larges », la moyenne des mesures étant de 45-26-7 mm, la longueur étant la mesure la plus variable.

Au niveau 6, l'industrie se caractérise par la disparition des dominations particulières précédentes, l'étalement des blocs des histogrammes (quelle que soit la structure considérée) et l'apparition de nouveaux types mineurs, les lames à dos et à cran, les pièces foliacées diverses et les grattoirs plats frontaux. Cette stabilisation se traduit au niveau modal par la relative homogénéité du groupe Simple-Abrupt-Plan, le mode Abrupt dépassant à peine le mode Plan. (Séquence : $\underline{S} / 3 \underline{A} - \underline{P} / 1 E - B - SE$).

Chez les racloirs, l'importante dégression des racloirs liminaux est en partie compensée par la montée des racloirs profonds. Rappelons encore la présence de deux outils multiples denticulés très particuliers. La structure technique est marquée par la dégression des talons lisses au profit des talons punctiformes (qui restent cependant un groupe mineur). L'étude qualitative des mesures (moyennes 40-21-7 mm) montre une corrélation bien plus forte entre longueur et largeur, les moyennes de ces 2 mesures ayant fortement diminué.

Les racloirs liminaux sont obtenus sur des éclats à indice d'allongement faible, c'est-à-dire des pièces assez allongées, alors que les nouveaux outils, grattoirs et foliacés principalement, sont obtenus plutôt sur des éclats courts à talon punctiforme et plus épais.

Du point de vue de la **dynamique structurale**, le passage du niveau 8 au niveau 6 est encore marqué par les caractéristiques statistiques suivantes (reconnues par une étude comparative qualitative): la montée de la classe d'allongement Court-Etroit est liée à la descente des Court-Large, l'ensemble des classes étant réparties de manière homogène entre les deux couches. La chute de fréquence des racloirs apparaît comme significative non seulement par rapport aux autres groupes simples, mais aussi par rapport à tous les autres outils. Du point de vue des structures modales, on retiendra que les ordres Simple et Abrupt ont des mouvements contradictoires significatifs, et que les caractères modaux sont tous, de manière globale, en association (inhomogénéité de la répartition des modes dans les niveaux 8 et 6).

Le niveau 4 est caractérisé par de nouvelles spécialisations, celles des grattoirs plats frontaux et des outils abrupts (surtout des lames à dos), alors que le reste de l'outillage tend à se stabiliser, à retrouver un certain équilibre après la forte poussée évolutive du passage 8-6. Ainsi, les talons lisses redominent à nouveau les punctiformes (les lames à dos sont produites sur des éclats longs soigneusement débités), les longueurs des pièces, dont la moyenne diminue toujours, sont très dispersés alors que les largeurs se spécialisent encore plus. (Moyenne des mesures 36-18-6 mm). La distinction entre pièces longues et courtes (limite à $I_a=1,618$) se fait assez nette car l'on distingue un groupe isolé de pièces longues larges provoquant l'agrandissement de l'angle des droites de régression, l'augmentation de la fréquence de ce groupe pouvant être considérée comme significative. D'un point de vue typologique, on notera la montée des racloirs profonds, la disparition significative des racloirs à retouches marginales, et la progression des grattoirs qui provoque la remontée du mode simple, qui redomine à nouveau les autres ordres typologiques.

(Séquence : S /1 A /2 P - E /3 B - SE).

Le mode abrupt continue sa progression et domine plus fortement les plans, mais ce sont la dégression des plans et la montée des simples qui peuvent être considérées comme mouvements différentiels significatifs, en plus «liés» l'un l'autre (inhomogénéité de la répartition Simple et Plan dans les niveaux 6 et 4).

L'évolution globale 8-6-4 peut se caractériser, à l'aide des tableaux de décompte, des séries des moyennes p% et des tableaux structuraux des fréquences de la manière suivante :

Les dendrogrammes appliqués à la structure modale montrent que la distance du CHI-2 la plus courte se trouve entre les niveaux 8 et 4, beaucoup de mouvements subissant de fortes oscillations, cependant que la distance la plus longue sépare les niveaux 8 et 6.

L'importance évolutive du passage 8-6 se retrouve à plusieurs reprises, que ce soit dans des «tableaux de séquence structurale» ou dans des tests statistiques, cette conclusion étant confirmée par l'étude de la céramique (voir plus loin). La structure modale, sur les 3 couches, est caractérisée par la prédominance des Simples, par l'augmentation des Abrupts au détriment des plans, mais quand même par une certaine stabilité d'ensemble (homogénéité d'ensemble de tous les ordres). Seul le mouvement des Simples est significatif, si bien que l'on peut schématiser la structure modale par le tableau :

8		6		4
S	+	S	+	S
A	-	A		A
P		P	-	P

dans lequel le trait (-), éventuellement doublé (+), indique un mouvement significatif par rapport à l'ensemble des modes.

Les groupes simples sont marqués par la dégression oscillante significative des racloirs, la progression constante des grattoirs et l'oscillation dégressive des denticulés (qui représentent le 10% des outils simples). L'articulation stratigraphique de ces groupes se caractérise par la forte inhomogénéité sur 8-6-4 de la répartition des groupes Non-Simple / Racloir / Grattoir - Denticulé - Pointe.

Les classes racloirs montrent une technique plus élaborée, plus soignée, au niveau 8, et une constante dégression significative des racloirs marginaux R1.

Les mouvements des groupes abrupts ne peuvent pas être étudiés d'un point de vue dynamique à cause du faible nombre d'outils. La moyenne de ces groupes donne la suite : Lames à dos / 1 Becs - Troncatures / 2 Pointes à dos = Abrupts indifférenciés.

Les groupes foliacés sont marqués surtout par les unifaciaux simples et les bifaciaux de forme complexe, alors que les foliacés unifaciaux composés sont assez rares.

La structure technique montre une prédominance des talons indéterminés, qui augmentent légèrement contradictoirement à la diminution des pièces cassées et l'augmentation des pièces épaisses, ce qui peut être interprété comme une dégénérescence de la qualité du débitage, allant de pair avec la diminution de l'indice laminaire. Les types de talons se répartissent de manière homogène sur les 3 couches, mais il faut quand même retenir la dégression des talons lisses, catégorie majeure.

La structure typométrique est marquée par l'oscillation du coefficient de corrélation, le plus fort au niv. 6, la diminution constante des moyennes \bar{L} et \bar{l} , la diminution des écarts-types Sig_L , alors que les SIG_L restent assez élevés, et la stabilité de l'épaisseur moyenne presque toujours constante. D'un point de vue qualitatif, la classe long-large, majeure dominante, constitue un noyau stable indépendant alors que le dynamisme évolutif se trouve dans les mouvements des Court Etroit et Long Etroit.

RELATIONS AVEC D'AUTRES ETUDES SUR YVONAND 4

Seules 2 études ont déjà été effectuées : l'étude stratigraphique montrant la succession des niveaux et leur extension, et l'étude de la céramique (HEFTI 1975) attribuant les niveaux d'Yd4 aux groupes de Horgen et de Lüscherz. Essayons de comparer les caractéristiques évolutives de ces 3 objets d'étude :

L'étude statistique qualitative (la quantitative restant à faire) de la céramique, basée sur les données fournies par l'analyse de S. Hefti, montre des mouvements différentiels analogues à ceux de l'industrie lithique :

Les données typométriques sont toutes réparties de manière homogène dans chaque couche : les mêmes types principaux de vases se retrouvent dans les 3 niveaux. De même les types de fonds sont répartis de façon homogène, sauf le type «fond plat à couronne et panse verticale» dont l'importante augmentation entre 8 et 6 est significative.

Les fonds arrondis (régulièrement ou avec une petite base plane), très rares aux niv. 8 et 6, apparaissent nombreux au niv. 4, mais le faible nombre de pièces à ce niveau nous oblige à interpréter ce fait avec la plus grande prudence.

L'étude de la répartition des types de rebord ou de décors, toujours limités au sommet de la panse, présente plus d'intérêt, à cause du grand nombre d'observations effectuées et parce que ces types fournissent matière à attribution de faciès culturel. S. Hefti a dénombré 15 types principaux présents à Yvonand. Selon les définitions proposées par C. Strahm (cf. STRAHM 1966), les types 1 à 3 (pastilles rajoutées, cordon et mamelon allongé) caractérisent le faciès de Lüscherz, les types 4 à 10 représentent le Horgen (bords droits à cannelures, perforations en lignes sous le rebord, etc...), les types 11 à 15 se retrouvant par ailleurs et constituant un fond commun. Les tests d'homogénéité de répartition de ces types fournissent les résultats suivants :

Le CHI-2 général (3 niv. et caractères groupés en 1-3, 4-10 et 11-15) donne une répartition inhomogène aux écarts hautement significatifs. Le même CHI-2 en limitant les types à 1-3 et 4-10 aboutit à la même conclusion, les écarts les plus faibles se situant au niveau 6 et la plus grande spécialisation au niveau 4. (Fait significatif de transition). Les tableaux de contingence 2x2, appliqués aux passages d'une couche à l'autre et aux relations entre types permettent de caractériser comme suit l'évolution : entre les niveaux 8 et 6, apparition des types 1-3 (Lüscherz) et évolution des caractères Horgen, les autres étant stables; entre les niveaux 6 et 4, spécialisation plus grande des caractères Lüscherz (l'évolution

se poursuit encore fortement) avec en corollaire une perte de fond commun. Ces caractères ne sont donc que des variétés de décor, la céramique restant fondamentalement la même.

Un important décalage existe entre les évolutions, d'une part de la céramique et des outils lithiques taillés, d'autre part de la surface d'habitation. En effet, les niveaux 8 et 6 sont directement superposés et possèdent presque la même extension si ce n'est un léger déplacement d'est en ouest, alors qu'une couche stérile de sables fins les sépare du niveau 4 (dépôt d'inondation ?). Celui-ci a une extension fort différente, d'axe perpendiculaire aux deux premiers, et témoigne d'une réorganisation totale de la surface occupée. Si le dynamisme évolutif le plus fort se situe entre les niv. 8 et 6 pour le mobilier archéologique, il est à placer plutôt entre 6 et 4 pour l'étude stratigraphique. Cependant on retrouve les caractéristiques évolutives principales : stabilité des critères majeurs (forme générale et dimension des récipients, utilisation d'outils plats longs à retouches simples, dimension et emplacement général de la surface occupée, par exemple) et évolution progressive ou par petits bonds des critères secondaires.

Nos actuelles perspectives de recherches se répartissent selon deux directions :

- d'une part, l'étude d'industries lithiques d'autres gisements plus importants et présentant d'autres séquences stratigraphiques nous permettra petit-à-petit de mieux cerner la dynamique des ensembles industriels néolithiques, du Cortailod au bronze ancien;
- d'autre part, l'extension de la typologie analytique à l'outillage en matière dure animale (os, corne, bois de cerf, etc...) puis à l'outillage lithique poli nous fournira d'autres dynamiques structurales aisément comparables. Ces deux domaines n'étaient étudiés jusqu'à une époque très récente que par la présence de quelques fossiles directeurs pouvant caractériser une entité culturelle (le choix de ces fossiles étant effectué de manière empirique), et la technologie du travail sur l'os ou le bois de cerf était considérée comme fort simple et suffisamment bien décrite par les anciens travaux.

En conclusion, rappelons que ce livre vise un but avant tout didactique, celui de présenter une nouvelle méthode d'étude fondée sur l'analyse dialectique, définie par P. Langevin comme étant celle du rationalisme scientifique. Nous espérons avoir su montrer quels immenses progrès cette méthode peut engendrer dans notre connaissance des outillages lithiques et osseux néolithiques : alors que les industries ne sont trop souvent étudiées que par leurs fossiles directeurs, ou qu'on ne considère que des outils finis selon un point de vue fonctionnel, la typologie analytique permet d'analyser des ensembles industriels en établissant la synthèse entre les techniques de débitage et la morphologie finale de l'outil.

Ce spectaculaire bond en avant de la méthode typologique, bond qui n'est représenté pas seulement par la complexité du langage mais également par la recherche des facteurs évolutifs et des interactions faisant la complexité du réel, n'est pas du tout étonnant pour des scientifiques se réclamant de la méthode dialectique. Comme l'a écrit Paul Langevin, «l'expérience nous montre que notre raison et la science qu'elle crée en s'adaptant de plus en plus près à la réalité sont, comme tous les êtres vivants et l'univers lui-même, soumises à la loi d'évolution et que celle-ci se fait à travers une série de crises où chaque contradiction ou opposition surmontée se traduit par un enrichissement nouveau». L'enrichissement que nous proposons à la typologie des outillages néolithiques jurassiens se caractérise en premier lieu par la constitution d'«une dialectique objet-langage reconnue pour ce qu'elle est, à savoir la condition, le fondement et le mécanisme nécessaires de toute science expérimentale». (JC GARDIN : Essai d'analyse formelle du discours archéologique, Notes du C.R.A. No 7, CNRS 1975, p. 3). En second lieu par la recherche des interactions, des différentes structures formant un outillage complexe considéré en évolution constante : «on ne connaît un être, un phénomène, une histoire, que par son évolution» (Claude Bernard). Pour ce faire, la typologie analytique utilise quelques outils rigoureux, d'apparence complexes, mais qu'il convient de démystifier. L'outil statistique, par exemple, est devenu absolument nécessaire à l'archéologie, pour autant qu'on l'accompagne sans cesse de jugement et d'esprit critique, la discussion de tout résultat statistique relevant également de considérations palethnologiques qu'il ne faut jamais perdre de vue. De même, il ne faudrait pas croire que la typologie soit pour nous un but en soi, dans l'absolu. Elle n'est qu'un moyen d'étudier les industries, leurs caractéristiques techniques et leur évolution; en dernier ressort, de rechercher les besoins industriels de populations néolithiques, l'évolution de ces besoins devant être étudiées, par le même genre de méthodes, en relation avec l'évolution des différentes analyses de l'archéologie ou des sciences naturelles.

Remarquons encore que d'un point de vue logiciste (voir les recherches récentes de

JC Gardin par exemple), notre étude comprend différentes formes de constructions archéologiques :

1. Des démarches de compilation : présentation d'une méthode d'analyse très élaborée mais pas encore appliquée dans notre cadre d'étude. Présentation de 155 pièces en silex.
2. Des démarches typologiques : réflexions méthodiques sur l'organisation d'une typologie. Structuration et analyse des caractéristiques typologiques de ces outils.
3. Des démarches explicatives : recherche des facteurs dynamiques de l'évolution d'une industrie. Recherche des caractéristiques techniques de la fabrication d'outils en silex.

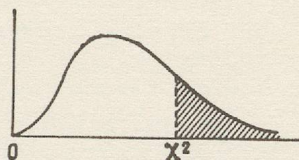
Enfin, nous aimerions que ce livre soit considéré comme un hommage à notre Maître Georges Laplace, qui en se fondant sur la dialectique a défini une nouvelle orientation de recherche refusant tout dogmatisme. Cette position méthodique, qui exige une forte volonté d'honnêteté intellectuelle, a provoqué parfois la résistance de certains milieux figés dans leur académisme stérile. Cette résistance se traduit notamment par la carence d'informations dont souffre la typologie analytique dans les pays de langue française. Nous espérons que cette modeste publication contribuera à faire mieux connaître dans nos régions cette remarquable méthode.

Orbe, le 22 septembre 1976

ANNEXE

Table de χ^2 (*)

La table donne la probabilité α pour que χ^2 égale ou dépasse une valeur donnée, en fonction du nombre de degrés de liberté (d.d.l.).



d.d.l. \ α	0,90	0,50	0,30	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
1	0,0158	0,455	1,074	1,642	2,706	3,841	5,412	6,635	10,827
2	0,211	1,386	2,408	3,219	4,605	5,991	7,824	9,210	13,815
3	0,584	2,366	3,665	4,642	6,251	7,815	9,837	11,345	16,266
4	1,064	3,357	4,878	5,989	7,779	9,488	11,668	13,277	18,467
5	1,610	4,351	6,064	7,289	9,236	11,070	13,388	15,086	20,515
6	2,204	5,348	7,231	8,558	10,645	12,592	15,033	16,812	22,457
7	2,833	6,346	8,383	9,803	12,017	14,067	16,622	18,475	24,322
8	3,490	7,344	9,524	11,030	13,362	15,507	18,168	20,090	26,125
9	4,168	8,343	10,656	12,242	14,684	16,919	19,679	21,666	27,877
10	4,865	9,342	11,781	13,442	15,987	18,307	21,161	23,209	29,588
11	5,578	10,341	12,899	14,631	17,275	19,675	22,618	24,725	31,264
12	6,304	11,340	14,011	15,812	18,549	21,026	24,054	26,217	32,909
13	7,042	12,340	15,119	16,985	19,812	22,362	25,472	27,688	34,528
14	7,790	13,339	16,222	18,151	21,064	23,685	26,873	29,141	36,123
15	8,547	14,339	17,322	19,311	22,307	24,996	28,259	30,578	37,697
16	9,312	15,338	18,418	20,465	23,542	26,296	29,633	32,000	39,252
17	10,085	16,338	19,511	21,615	24,769	27,587	30,995	33,409	40,790
18	10,865	17,338	20,601	22,760	25,989	28,869	32,346	34,805	42,312
19	11,651	18,338	21,689	23,900	27,204	30,144	33,687	36,191	43,820
20	12,443	19,337	22,775	25,038	28,412	31,410	35,020	37,566	45,315
21	13,240	20,337	23,858	26,171	29,615	32,671	36,343	38,932	46,797
22	14,041	21,337	24,939	27,301	30,813	33,924	37,659	40,289	48,268
23	14,848	22,337	26,018	28,429	32,007	35,172	38,968	41,638	49,728
24	15,659	23,337	27,096	29,553	33,196	36,415	40,270	42,980	51,179
25	16,473	24,337	28,172	30,675	34,382	37,652	41,566	44,314	52,620
26	17,292	25,336	29,246	31,795	35,563	38,885	42,856	45,642	54,052
27	18,114	26,336	30,319	32,912	36,741	40,113	44,140	46,963	55,476
28	18,939	27,336	31,391	34,027	37,916	41,337	45,419	48,278	56,893
29	19,768	28,336	32,461	35,139	39,087	42,557	46,693	49,588	58,302
30	20,599	29,336	33,530	36,250	40,256	43,773	47,962	50,892	59,703

Exemple : Avec d.d.l. = 3, pour $\chi^2 = 0,584$ la probabilité est $\alpha = 0,90$.

Quand le nombre de degrés de liberté est élevé, $\sqrt{2}\chi^2$ est distribué à peu près normalement autour de $\sqrt{2(d.d.l.)} - 1$ avec une variance égale à 1.

(*) D'après Fisher et Yates, Statistical tables for biological, agricultural, and medical research (Oliver and Boyd, Edinburgh) avec l'aimable autorisation des auteurs et des éditeurs.

Tiré de : Ph. LAZAR et D. SCHWARTZ 1967 «Eléments de probabilités et statistique à l'usage des étudiants en biologie humaine et générale». 4ème édition. Flammarion Médecine-Sciences, Paris 1967.

BIBLIOGRAPHIE

- A.I.D.E.P. 1971 : «Statistiques et probabilités à l'usage des cadres». Dunod, Paris 1971.
- L. BARRAL et S. SIMONE 1970 : «Elements de la théorie des probabilités à l'usage des naturalistes». Bulletin du Musée d'Anthropologie Préhistorique de Monaco», fasc. 16, Monaco 1970, pp. 179 à 226.
- P. BOUTIN 1976 : «Notes de lecture sur un récent article de G. Laplace» Bull.Soc.Préhist. Française, tome 73, CRSM N° 3, mars 1976.
- COLLECTIF 1975 : «Autoroute N 1. tracé Yverdon-Yvonand. Rapport des sondages et des fouilles archéologiques 1973-1974». Rapport dactylographié remis à la Commission de Surveillance Archéologique des routes nationales et au Musée Cantonal d'Archéologie et d'Histoire de Lausanne. Par R. Jeanneret, G. Kaenel, C. Strahm, J-L Voruz et D. Weidmann.
- R. CRESWELL 1973 : «Recherche empirique et empirisme», dans «L'Homme hier et aujourd'hui. Recueil d'études en hommage au Prof. A. Leroy-Gourhan». Cujas-CNRS. Paris 1973.
- J. DELFAUD 1973 : «Informatique et typologie analytique». Dialektiké N° 2, Pau 1973.
- «DIALEKTIKE» «Cahiers de typologie analytique». Pau 1972 à 1975. Publication du Centre de Palethnologie stratigraphique «ERURY» d'Arudy.
- A. GALLAY 1977 : «Le néolithique moyen du Jura et des plaines de la Saône. Contribution à l'étude des relations Chassey - Cortaillod - Michelsberg». Thèse à paraître dans les Monographies de la Société suisse de préhistoire, Bâle 1977.
- S. HEFTI 1975 : «Etude de la céramique de la station d'Yvonand 4 Vd». Mémoire de licence présenté à l'Université de Berne.
- R. HELLER 1968 : «Manuel de statistique biologique». Gauthier-Villars, Paris 1968.
- M. ITTEN 1970 : «Die Horgener Kultur». Monographie N° 17 de la Société suisse de préhistoire, Basel 1970.
- R. JEANNERET et JL VORUZ 1976 a : «Yvonand 4 — Geilinger 1974. Rapport de fouilles». (Rapport dactylographié remis aux Archives des Monuments Historiques de l'Etat de Vaud et à la bibliothèque du Musée Cantonal d'Archéologie de Lausanne.

- R. JEANNERET et
JL VORUZ 1976 b : «Fouilles récentes dans la baie d'Yvonand (Vaud)». Chronique de l'Annuaire de la Société Suisse de Préhistoire, Vol. 59, Basel 1976, pp. 229-232.
- G. KAENEL 1976 : «Les stations littorales de Châble-Perron et d'Yvonand 3». Annuaire de la Société Suisse de Préhistoire, Vol. 59. Basel 1976, pp. 7-60.
- G. LAPLACE 1954 : «Application des méthodes statistiques à l'étude du mésolithique». Bull.S.P.F., t.51, p. 127-139.
- 1956 : «Typologie statistique et évolution des complexes à lame et lamelles». Bull.S.P.F. t.53, p. 271-290.
- 1957 : Typologie analytique. Application d'une nouvelle méthode d'étude des formes et des structures aux industries à lames et lamelles». Quaternaria, 4, Roma, p. 133-164.
- 1960 : «Liste des types primaires et des groupes typologiques». Bull.Soc.d'Et.et de Rech.Préhist., Les Ezyes,10, p. 152-154.
- 1964 a : «Essai de typologie systématique». Annali dell'Università di Ferrara (Nuova Serie). Sezione XV. Paleontologia Umana e Paleontologia,1,supplemento 2, 86p.
- 1964 b : «Lexique de typologie analytique». Bull.Soc.d'Et. et de Rech.Préhist., Les Ezyes,14, p. 111-128.
- 1966 a : «Recherches sur l'origine et l'évolution des complexes leptolithiques». Ecole Française de Rome. Mélanges d'Archéologie et d'Histoire, Suppléments, 4, XII,586p.
- 1966 b : «Pourquoi une typologie analytique ? ». L'Anthropologie, t.70, p. 193-201.
- 1968 : «Recherches de typologie analytique 1968». Origini,2,Roma, p. 7-64.
- 1972 a : «Liste typologique 1972». Cahiers de typologie analytique 1972, Dialektiké N° 1, Pau.
- 1972 b : «La typologie analytique et structurale : base rationnelle d'étude des complexes lithiques et osseux». Actes du Colloque National du C.N.R.S., Marseille juin 1972 in «Banques de données archéologiques».
- 1974 : «De la dynamique de l'analyse structurale ou la typologie analytique». Rivista di Scienze Preistoriche, vol.XXIV, fasc.1, Firenze 1974.
- 1975 : «Distance du CHI-2 et algorithmes de classification hiérarchique». Dialektiké N° 4, Pau.
- et M. LIVACHE 1975 : «Précisions sur la démarche de l'analyse structurale». Dialektiké N° 4, Pau.
- H. LEFEBVRE 1969 : «Logique formelle et logique dialectique». Ed. Anthropos, Paris 1969 - 291 p.

- M. LIVACHE 1974 : «Les familles sérielles de complexes industriels et leurs homorphies en typologie analytique». Dialektiké N° 3, Pau 1974, pp 15 à 22.
- S. MORELON 1971 : «Exemple d'utilisation de méthodes statistiques pour l'étude des caractères dimensionnels (modules) d'industries préhistoriques». «Munibe, Sociedad de licencias naturales Aranzadi, San Sabastien, XXIII, pp. 285-322.
- S. MORELON 1973 : «Le gisement préhistorique de «La Touvière» commune d'Arbigneu (Ain). » Documents des laboratoires de géologie de la faculté des Sciences de Lyon. Notes et Mémoires N° 56, Lyon 1973.
- C. STRAHM 1966 : «Ausgrabungen in Vinelz 1960» Jahrbuch des Bernischen Historischen Museum von Bern, 45e et 46e année, 1965 et 1966, pp. 283 à 318.
- C. STRAHM 1975 a : «Die Ausgrabung von Yvonand, La Peupleraie» Annuaire de la Société Suisse de Préhistoire N° 58 - 1974 et 1975 pp. 7 à 18.
- C. STRAHM 1975 b : «Neue Kupferfunde aus der Westschweiz» Helvetia Archaeologia N° 21, pp. 16 à 21.
- J-L VORUZ 1974 - 1975 : «Station littorale d'Yvonand 5. Fouilles du canal 1974». (Rapports dactylographiés déposés aux Archives des Monuments Historiques de l'Etat de Vaud et à la bibliothèque du Musée Cantonal d'Archéologie de Lausanne).
- J-L VORUZ 1975 : «L'industrie lithique néolithique récent d'Yvonand 4 (Vaud). Description et analyse». Archivio di Tipologia Analitica» N° 3 - 1975. Istituto di antropologia e paleontologia humana, Università di Siene, pp. 73 à 101.

TABLE DES MATIÈRES

RESUME	5
PREFACE	8
PREAMBULE	
Roland Jeanneret et Jean-Louis Voruz : Les stations littorales de la baie d'Yvonand (Synthèse des fouilles et sondages 1973-74)	11
1. AVANT-PROPOS	
La station littorale d'Yvonand 4. Situation et cadre de recherche. Buts de l'article. Remerciements.	43
2. INTRODUCTION	
Bases méthodiques. Pourquoi la typologie analytique ?	45
3. INTRODUCTION	
Bases pratiques. Méthodes et bases descriptives.	49
3.1. Morphologie de l'éclat	49
3.2. Morphologie de la retouche	51
3.3. Morphologie du bord façonné	53
3.4. Morphologie de l'outil. (Forme finale de l'outil utilisé)	54
3.5. Description de l'outillage	56
4. ANALYSE	
Description des pièces et dessin des outils	63
5. DECOMPTES	
Première approche globale de l'industrie	87
5.1. Tableaux de décomptes des ordres, groupes, classes et types-primaires typologiques	87
5.2. Liste des types-primaires représentés	87
5.3. Histogrammes des types-primaires	91
5.4. Histogrammes des classes et des groupes typologiques	91
5.5. Diagramme cumulatif des classes et des groupes typologiques. Critique	94
5.6. Tableau de répartition des retouches complémentaires et des outils multiples	94
5.7. Particularités technologiques	96
6. ETUDE DE LA STRUCTURE MODALE (ORDRES TYPOLOGIQUES)	
6.1. Données et tableau des séquences structurales	99
6.1.1. Séquence structurale	99
6.1.2. Ruptures selon le critère ordinal	100
6.1.3. Tableau des séquences structurales	103
6.2. Fréquences	104
6.2.1. Tableau structural des fréquences	105
6.2.2. Estimation des fréquences théoriques à partir des fréquences observées dans la séquence structurale (Intervalles de confiance)	107

6.3.	Présentation sommaire de l'outil statistique	108
6.4.	Utilisation de l'outil statistique	111
6.4.1.	Etude globale 8 - 6 - 4	111
6.4.2.	Etude globale 8 - 6	114
6.4.3.	Etude globale 6 - 4	115
6.4.4.	Etude des associations 2 x 2 8 - 6	115
6.4.5.	Etude des associations 2 x 2 6 - 4	117
6.4.6.	Test d'homogénéité des progressions et dégressions	118
6.5.	Synthèse et conclusion de l'étude de la structure modale	118
6.5.1.	Tableau résumé des calculs statistiques	118
6.5.2.	Tableaux de la dynamique structurale	119
6.5.3.	Caractéristiques au niveau 8	121
6.5.4.	Caractéristiques du niveau 6	121
6.5.5.	Caractéristiques de l'évolution de 8 à 6	121
6.5.6.	Caractéristiques du niveau 4	121
6.5.7.	Caractéristiques de l'évolution de 6 à 4	122
6.5.8.	Caractéristiques de l'évolution de 8 à 4	122
6.5.9.	Caractéristiques globales	123
6.6.	Complément : distance du CHI-2 et dendrogrammes	123
7.	ETUDE DE LA STRUCTURE MORPHOLOGIQUE	129
7.1.	Etude structurale des groupes simples : Ra cloirs, Pointes, Grattoirs et Denticulés	129
7.2.	Etude structurale des classes Ra cloirs : à retouches liminales, marginales et profondes	135
7.3.	Synthèse du thème morphologique ra cloir	138
7.4.	Etude structurale des groupes abrupts : Indifférenciés, Becs, Troncatures, lames à dos et Pointes à dos.	141
7.5.	Etude structurale des groupes foliacés : unifaces et bifaces	143
7.6.	Le thème empirique «armatures de flèches» en typologie analytique	145
8.	ETUDE DE LA STRUCTURE TECHNIQUE (TYPES DE TALONS)	147
8.1.	Etude détaillée et articulation stratigraphique	148
8.2.	Etude essentielle et articulation stratigraphique	150
8.3.	Etude limitée	152
9.	ETUDE DE LA STRUCTURE TYPOMETRIQUE (MESURES ET INDICES)	153
9.1.	Etude quantitative de l'indice d'allongement (Ia)	154
9.2.	Etude quantitative de l'indice d'épaisseur (Ie)	158
9.3.	Rapport Ia - Ie	160
9.4.	Etude qualitative de l'indice d'allongement	162
9.5.	Conclusion et corrélations	165
10.	SYNTHESE ET CONCLUSION	
Diagramme en bâton des caractéristiques essentielles. Diagrammes triangulaires et circulaires. Comparaisons et intérêts chronologique et méthodologique		167
BIBLIOGRAPHIE		181

CAHIERS D'ARCHÉOLOGIE ROMANDE

de la Bibliothèque historique vaudoise

Ont déjà paru:

- No 1 Gilbert KAENEL: AVENTICUM I, Céramiques gallo-romaines décorées. 1974
ISBN 2 - 88028 - 001 - X
- No 2 Jean-Pierre JEQUIER: Le Moustérien alpin, révision critique. 1975
[Volume II de la série EBURODUNUM].
ISBN 2 - 88028 - 002 - 8
- No 3 Dominique CHAPPELLIER: Géophysique et Archéologie. 1975
ISBN 2 - 88028 - 003 - 3
- No 4 Marcel GRANDJEAN, Werner STÖCKLI, Pierre MARGOT, Claude JACCOTTET: Le cloître de la Cathédrale Notre-Dame de Lausanne. 1975
ISBN 2 - 88028 - 004 - 4
- No 5 Mélanges d'histoire ancienne et d'archéologie offerts à Paul Collart. 1976
ISBN 2 - 88028 - 005 - 2
- Nos 6 † O.-J. BOCKSBERGER: Le site du Petit-Chasseur (Sion); t. I et
et 7 II: Le Dolmen M. VI, publié par Alain Gallay. 1976
ISBN 2 - 88028 - 006 - 0 et 2 - 88028 - 007 - 9
- No 8 Gilbert KAENEL: La fouille du «Garage Martin - 1973». 1976
[Volume IV de la série EBURODUNUM]
ISBN 2 - 88028 - 008 - 7
- No 9 Paul BISSEGER et Claude JACCOTTET: La Chapelle de Puidoux. 1977
ISBN 2 - 88028 - 009 - 5

Imprimé chez

fleury
éditions
société anonyme

1411 Orges s/Yverdon (Suisse)