Zeitschrift: Cahiers d'archéologie romande
Herausgeber: Bibliothèque Historique Vaudoise
Band: 29 (1984)

Artikel: Outillages osseux et dynamisme industriel dans le néolithique jurassien
Autor: Voruz, Jean-Louis
Kapitel: VII.: La dynamique industrielle d'Yverdon
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-835462

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: 15.07.2025

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

CHAPITRE VII. LA DYNAMIQUE INDUSTRIELLE D'YVERDON.

A. TECHNOLOGIE OSSEUSE.

a) Structure physique.

Caractéristiques générales (YVE et CT) :

	Chevreuil	Capriné	Ovicapridé	Petit ruminant	Bovidé	Cervidé	Grand ruminant	Suidé	Chat sauvage	Chien	x	Total	%
fm oslo	0	0	0	1	5	1	13	0	0	0	(0)	20	6,9
fm cô	0	0	0	2	2	1	17	1	0	0	(0)	23	8,0
dist Mtp	28	20	2	16	0	18	0	0	0	0	0	84	29,2
dist Mtp juvénile	5	1	0	20	0	4	1	0	0	0	0	31	10,8
px Mtp	21	4	0	8	5	31	1	0	0	0	0	70	24,3
fm Mtp	1	0	0	10	2	11	4	0	0	0	(0)	28	9,7
Péroné	0	0	0	0	0	1	0	14	0	0	6	21	7,3
Tibia	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0,7
Humérus	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,3
Cubitus	0	0	0	0	0	2	0	0	1	1	0	4	1,4
fm Bassin	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0,3
fm os nasal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1,0
Total	56	25	2	58	14	70	36	16	1	1	9	288	
%	19,4	8,7	0,7	20,1	4,9	24,3	12,5	5,6	0,3	0,3	3,1		

Les 288 pièces ostéologiquement déterminables, parmi lesquelles ne sont pas décomptés les nombreux fragments d'os longs, de côtes ou de métapodes d'animal inconnu, ne représentent que 27 % des outils osseux, ce qui souligne l'importance de l'esquille indifférenciée comme support industriel. La répartition des espèces semble être très spécialisée, avec 24 % de cerfs, 19 % de chevreuils, et surtout, si l'on cumule les déterminations indécises, 48,9 % de petits ruminants et 41,7 % de grands ruminants. La distribution anatomique est loin d'être aléatoire, puisque dominée par 74 % de métapodes pour 7 % seulement de péronés de suidés (type PED1), les autres os longs étant insignifiants (0,3 à 1,4 %).

Chez les chevreuils, 50 % des os utilisés sont des distums de métapodes, et 8,9 % des distums juvéniles. Au contraire, chez les cerfs, on ne relève que 25,7 % de distums et 5,7 % de juvéniles, contre 44,3 % de proximums de métapodes. On peut donc tester les répartitions :

Chevreuil-cerf / dist-px : x^2=4,10, Cc=0,20. Inhomogénéité significative.

Chevreuil-cerf / dist+juv-px : x^2=4,11, Cc=0,19. Inhomogénéité significative.

Chevreuil-cerf / dist+juv-px+fm Mtp : x^2=7,81, Cc=0,25. Inhomogénéité très significative.

Petit ruminant-grand ruminant / dist-px : x^2=16,43, Cc=0,31. Inhomogénéité hautement significative.

Petit ruminant-grand ruminant / dist+juv-px : x^2=21,44, Cc=0,32. Inhomogénéité hautement significative.

On retiendra donc la préférence artisanale pour les épiphyses distales des petits ruminants, surtout les chevreuils, formant la majorité des PEP, alors que les métapodes de cervidés et de bovidés sont surtout utilisés avec l'épiphyse proximale conservée, pour tous les types de moyennes et longues PED (1). Cette préférence est également bien marquée chez les biseaux, où l'on ne trouve qu'une seule poulie, deux distums juvéniles de petits ruminants, contre 11 proximums de grands ruminants et 12 fragments d'os longs divers de grands ruminants.

La répartition stratigraphique se présente ainsi :

	CT	A	B	C	D	E	F	G	X	Total YVE
Chevreuils	1	6	8	26	5	4	2	1	3	55
Ovins + Caprins	2	3	8	7	1	2	1	2	1	25
Petits ruminants	11	12	10	12	3	5	1	2	2	47
Bovidés	0	4	3	2	0	2	1	2	0	14
Cervidés	5	16	6	11	4	8	6	9	3	63
Grands ruminants	1	6	14	5	2	3	2	3	0	35
Suidés	3	2	2	5	1	3	0	0	1	14
Chat sauvage	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Chien	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Total	23	49	51	68	16	27	13	21	10	255

(1) Il en est de même dans le Cortaillod d'Auvernier-Port, où 99 % des pointes sur métapodes de petits ruminants sont opposées à une articulation distale, poulie ou épiphyse juvénile non soudée (Murray 1982 p.163).

On peut la comparer à celle d'Yvonand :

	8	6+4	X	Total	%
Chevreuils	8	2	3	13	11,5
Ovins + Caprins	4	3	6	13	11,5
Petits ruminants	14	15	14	43	38,1
Bovidés	5	1	5	11	9,7
Cervidés	2	2	2	6	5,3
Grands ruminants	6	2	3	11	9,7
Suidés	5	3	3	11	9,7
Chat sauvage	0	1	0	1	0,9
Chien et petits carnivores	1	0	1	2	1,8
blaireau	1	0	0	1	0,9
Ours brun	0	0	1	1	0,9
Total	46	29	38	113	

Le calcul des fréquences par couche (fig. 99) montre une ressemblance frappante des répartitions entre Yvonand et CT, caractérisés par l'importance des petits ruminants (autour de 60 %), alors que la séquence d'Yverdon voit, outre une montée progressive des suidés et autres animaux, une forte baisse entre A et C des grands ruminants, puis une inversion et une remontée de cette catégorie, qui deviennent dominants dès la couche E. La répartition selon les ensembles A à G des deux sous-totaux petits et grands ruminants donne un x^2 de 18,60 pour ddl = 5, et Cc = 0,27. Elle est donc inhomogène, avec des écarts très significatifs, ce qui permet de retenir ces mouvements. Les grands ruminants sont bien représentés chez les biseaux des couches CT, A, B et C, puisque les répartitions petits-grands ruminants / Biseaux-pointes y sont inhomogènes (x^2 de 11,61, 5,12, 22,16 et 19,69) avec des écarts hautement significatifs. C'est ce choix technologique, en baisse, qui provoque les bonnes corrélations des mesures et la ressemblance typologique des biseaux au début de la séquence. Entre D et G, au contraire, les pointes présentent autant de grands ruminants que les biseaux. La progression des grands ruminants, observée avec les types P2, P3, PEPL et PEDL est donc un phénomène d'ensemble caractéristique de la deuxième moitié de la séquence d'Yverdon.

Les déterminations anatomiques ont également une répartition intéressante :

	CT	8	6+4	X	Total Yd4	A	B	C	D	E	F+G	X	Total YVE
fm oslo	0	2	3	0	5	5	8	1	1	0	5	0	20
fm cô	1	11	1	6	18	6	8	6	0	1	1	0	22
dist Mtp	11	7	14	1	22	12	15	24	8	9	4	2	74
dist Mtp juvénile	2	4	2	6	12	5	7	8	2	2	4	0	28
px Mtp	0	15	3	9	27	12	7	19	4	5	11	7	65
fm Mtp	5	1	2	0	3	6	4	5	0	6	6	0	27
Péroné	3	8	4	5	17	3	5	6	1	2	0	1	18
Tibia	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	2
Humérus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Cubitus	1	0	2	0	2	0	0	1	0	0	2	0	3
fm Bassin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
fm os nasal	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	3
Total	23	48	31	28	107	50	54	71	16	29	34	10	264

Yvonand s'y caractérise par l'importance des fragments de côtes, en dégression (de 23 à 3 %), et des péronés (16 %, proches des 13 % de péronés en CT, alors qu'Yverdon n'en contient que 7 %). On remarquera également la hausse des distums de métapodes, de 15 à 45 %, liée à celle des PEP sur métapodes de petits ruminants. L'abondance de ce type particulier de pointes dans les couches 6, 4 et CT (48 %) se retrouve à Auvernier, Brise-Lames, où le Lüscherz renferme 41,1 % de pointes à poulie (Desse 1977, p. 244). A Yverdon, la représentation des distums et des proximums est plus égale (1), et relativement stable, sauf entre D et FG où les distums passent de 31 à 12 %, alors que les fragments d'os longs ou de métapodes, supports des P simples, augmentent de manière significative (0 à 15 % et 0 à 21 et 18 %). Les métapodes de juvéniles ne semblent jouer aucun rôle particulier, avec une représentation stable, 9 % en CT, 11 % à Yd4 et 11 % également à Yverdon. Enfin, on notera que l'utilisation des autres os longs, tibias, humérus, cubitus, bassin, os nasals, reste toujours très marginale, mais semble se concentrer dans la couche E à G. La corrélation observée plus haut entre distums de métapodes et petits ruminants se trouve confirmée par le parallélisme des deux mouvements (fig. 99), mis en évidence par le

(1) La distribution selon A-B-C-D-E-FG des 2 modalités dist+juv et px+fm Mtp est homogène, avec $x^2 = 10,62$ pour ddl = 5. Il en est de même entre YVE, CT et Yd4 ($x^2 = 0,73$).

khi-deux : la distribution des deux modalités dist+juv et autres est homogène entre A et B (x^2 = 0,50) et entre A et C (x^2 = 1,49), mais inhomogène pour tous les passages suivants (x^2 = 4,68 pour C-D, x^2 = 5,67 pour D-E, x^2 = 12,12 pour E-FG).

b) Débitage et façonnage. La sélection très restreinte des supports anatomiques s'accompagne à Yverdon et Yvonand d'une extrême spécialisation du débitage puisque seul le rainurage longitudinal au silex est utilisé, en dehors de la simple fracturation. Par rapport aux ensembles Cortaillod d'Auvernier (Murray 1982 p. 92), de Twann (Schibler 1981 p. 22) ou du garage Martin, où le débitage par abrasion bilatérale est fréquent, une simplification technique générale certaine semble s'opérer au début du Néolithique final. Elle se remarque également parmi les pointes plates, puisque nombre d'entre elles ne sont pas fendues longitudinalement (fig. 77, N°s 3, 6, 7, par exemple) mais simplement polies en pointe, hormis une pièce raclée au silex avant d'être polie. La représentation de ce groupe est d'ailleurs plus faible qu'au Cortaillod (7,9 % de PP et 8,0 % d'objets sur fragments de côtes à YVE, contre 17 % à Auvernier-Port), et va en régressant (infra). Le débitage par retouche uniquement n'est attesté que sur quelques grand biseaux (fig. 60, N°s 7 et 8, ou fig. 69, N° 7) et une seule pointe plate de grande dimension. Mais il peut aussi se confondre avec certaines cassures d'esquilles dont les dimensions générales pourraient avoir été prédéterminées avant le façonnage.

Alors que le polissage affecte la quasi-totalité des outils osseux, les autres techniques de façonnage, retouche, raclage et perforation, ont un emploi très limité, mais parfois, comme pour les biseaux à façonnages complémentaires des couches A et B, non négligeable (où 35 % puis 50 % des BF ont une forme générale déterminée par des retouches bilatérales régulières, écaillées et subparallèles).

La perforation ne concerne que les pointes à individualité et les objets de parure. Elle est réalisée, comme l'a montré K. Murray pour Auvernier (1982, p. 118), par deux procédés fondamentalement différents. Le premier entame la matière en un point précis par un mouvement circulaire laissant des stries concentriques caractéristiques. Suivant l'acuité du silex employé (perçoir, burin ou éclat brut), la perforation peut se faire directement d'une face (fig. 88, N°s 6, 7, 8 par exemple), ou être reprise de l'autre côté, donnant un profil biconique (fig. 89, N°s 7 et 10). On relèvera que pour les objets de parure à contour découpé, le cône s'ouvre toujours sur la face interne (fig. 88, N°s 4, 5, 6, 7),

témoignant par là d'un souci esthétique certain. Le deuxième, plus souvent employé car plus simple, consiste au creusement, par incision au silex ou par polissage linéaire, d'une encoche plus ou moins large et arrondie ou d'une gorge transversale, jusqu'au contact du canal médullaire. Le trou obtenu est alors soit laissé brut, soit régularisé. C'est la technique la plus couramment utilisée pour la préparation des métapodes ou des dents en pendentifs (fig. 88, N° 1, fig. 89, N°s 2 à 6 et 11). Le rainurage transversal, qui laisse des gorges plus ou moins régulières et profondes, ne concerne également que les objets de parure (fig. 89, N°s 1, 8, 9, fig. 90) ou, associé avec le raclage, les pointes à individualité (fig. 87). A Yvonand, il est parfois utilisé pour le débitage de pointes plates. Le raclage est utilisé selon deux techniques bien différentes. Chez les pointes à individualité, comme chez les double-pointes, les harpons ou les pointes courbes à individualité latérale d'Yvonand, il permet l'amincissement important du corps dans le but d'obtenir une pointe très fine. Il peut ensuite être accompagné par le polissage partiel de l'extrémité ou par le lustrage. Au contraire, dans les pointes et les biseaux usuels, il n'est employé que de manière très complémentaire en vue de la suppression d'irrégularités laissées par le détachement du support après le rainurage longitudinal (3 PED, 1 PEP, fig. 80, N° 4, 1 PFx, 1 PP, fig. 77, N° 6, ne représentant que 2 à 5 % des pièces de chaque groupe), ou, cas exceptionnel, pour l'obtention d'un biseau latéral complémentaire à un double-biseau (fig. 64, N° 8) ou une double-pointe. La même utilisation très limitée se retrouve dans le Cortaillod d'Auvernier-Port (Murray 1982 p. 115) ou de Twann (Schibler 1981). Les 8 exemplaires d'Yverdon appartiennent aux couches A, B et C seulement. Cette technique propre au Néolithique moyen, mais plus fréquente au Horgen (PP et dP d'Yd4), semble donc avoir été abandonnée peu après le début du Néolithique final.

La retouche est un caractère technique difficile à décrire, car elle peut se confondre, soit avec l'esquillage produit par la fracturation initiale de l'os, soit avec les esquillés scalariformes résultant de l'utilisation, considérés comme caractère secondaire (esq sup ou abat). De ce fait, elle n'est jamais considérée comme partie prenante du façonnage. Pourtant, 10 pointes (2,1 % de l'effectif total des pointes) et 50 biseaux, soit 16 % des dB et 28 % des BF, montrent des bords régularisés par des enlèvements jointifs, écaillés ou subparallèles, donnant à la pièce une forme géométrique simple. Ainsi que le fait remarquer K. Murray (1982 p. 113), c'est ce critère de régularité et de localisation des enlèvements qui permet de définir la retouche de façonnage. Pour

les pointes, la retouche est utilisée complémentairement au polissage dans les zones mésiales et proximales (1), mais elle peut aussi la précéder afin de limiter le travail, sur des pièces larges et longues (2). Comme le montre une ébauche de pointe (fig. 87, N° 9), la retouche peut également servir au dégagement grossier des individualités : N° 560, PIP. PTE cou int sym tot .- IND px PAL apl = RET. Pour les biseaux, elle peut s'appliquer aussi bien à des pièces très larges (fig. 60, N° 8 ou fig. 67, N° 12) que fines ou très courtes, en quels cas elle est très soigneusement effectuée (fig. 64, N° 1, fig. 67, N° 3, par exemple). Dans la plupart des cas, elle s'exerce sur un ou deux bords (18 % de RET lat et 10 % de RET bilat chez les BF par exemple), mais elle peut exceptionellement être utilisée aux extrémités en façonnant seule le tranchant, comme c'est le cas pour les biseaux sur extrémités d'andouillers (3).

La technologie du polissage est encore insuffisamment décrite. En choisissant au début de ce travail des valeurs rendant compte de la forme, de l'ampleur et de la qualité des surfaces polies, j'espérais pouvoir décrire tous les procédés employés et leurs étapes. En fait, les émoussés ou les lustrés dus à l'utilisation se confondent fréquemment avec les surfaces polies, et, souvent, on n'arrive pas à distinguer ce qui résulte du façonnage primaire ou des réaffutages. La superposition des facettes striées indique bien sûr des changements d'orientation dans le geste du polissage, mais une complexité croissante n'indique pas forcément des réaffutages successifs. C'est plutôt la corrélation entre la faible acuité, l'ampleur, l'état de l'extrémité active et le nombre de facettes polies séparées par des angles nets, qui peut indiquer les réaffutages, comme je l'ai signalé de cas en cas. Mais je n'arrive pour

---

(1) cf. annexe 5. N°s 778, P1. PTE dt tot -- RET bilat px.
437, PEP2. PTE dt /+-- RET int px // Mtp petit ruminant.
572, PED4. PTE dt - RET dex int més = émous // Mtc boeuf.
589, PED5. PTE dt - RET sen tot sin // Mtc cerf.
866, PFx1. PTE cou - RET bifac px.
867, PFx1. PTE cou - RET bifac px.
850, PFx2m. PTE dt - RET bilat tot .-- BOUCH px.
875, PFx2t. PTE dt - RET bilat px .- POL px.
861, PFx3. PTE dt - RET dex tot .-- ESQ px.

(2) N°s 408, PEPL5. RET bilat més - dist = PTE // Mtc cerf, et
842, PFx4. Cass 1 bilat = RET = PTE sym .-- POL bifac px (BIS).
C'est le cas également pour deux PED d'Yvonand, les pièces N°s 483 et 492 (annexe 2).

(3) Pièces N°s 237, 266, type B1m, 67, type BFL5.

l'instant à aucune vision synthétique de cette technique, qui me paraît être trop variée dans son utilisation pour faire l'objet d'une étude particulière. Plus intéressante est l'analyse morphologique de chaque groupe, en fonction des polis principaux créant les parties actives (BIS, PTE, CHANF, etc...) et des façonnages secondaires régularisant les formes, donc facilitant la préhension ou l'emmanchement de l'objet, à moins que des concepts morphologiques prédéterminés dirigent le façonnage. Rappelons pour l'exemple les polis internes plats totaux des double-biseaux, les polis bilatéraux distaux convergents et les proximaux polis ou émoussés des biseaux à façonnage complémentaire, type BFc et BFx, les encoches mésiales des double-pointes symétriques, le déjeté des double-pointes asymétriques, les polis internes totaux des pointes à épiphyse, les polis bilatéraux et les émoussés proximaux des pointes à façonnage proximal, le raclage du corps et le façonnage des individualités des "épingles de parure", etc...

Les façonnages complémentaires se répartissent, pour les biseaux selon le tableau de la p.119 , et, pour les pointes, hormis les PIP, de la manière suivante :

	A	B	C	D	E	F	G	Total YVE	Total Yd4
- POL lat / bilat	13	14	10	4	9	6	5	61	8
+- POL fac / bifac	17	18	21	5	8	7	8	84	32
- RET lat / bilat	0	0	3	0	2	1	0	6	8
-- ENC POL fac / bilat ou ENC INC	1	3	2	0	0	0	0	6	11
+- RACL fac / bilat	1	1	3	0	0	0	0	5	5
+-- RET fac px	0	0	1	0	1	0	2	4	4
/+ ray ext ou INC trsv	0	0	0	0	1	0	1	2	15
-- GOR ext trsv	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Total	32	36	40	9	21	14	17	168	85
% par rapport à ...	43,2	37,5	30,8	23,7	38,2	40,0	30,0	34,7	24,4
... l'effectif réel (P + PP + dP + PE + PFx)	74	96	130	38	55	35	56	484	349

Il faut y adjoindre les divers façonnages proximaux des PFx (RET, BIS, MOUS, BOUCH, ESQ, émous, POL, POL bilat px div), donnés dans le tableau de la p.147 , groupe dans lequel 73 % des pièces possèdent un façonnage facial ou latéral (particulièrement en A et B, avec 93 %, dont 23 % d'ENC més).

Les façonnages complémentaires d'Yverdon sont moins variés, mais plus fréquents qu'à Yvonand, particulièrement de manière dégressive au début de la séquence, comme si certaines habitudes artisanales du Cortaillod, où ils sont deux fois plus fréquents (Murray 1982, annexe B), perduraient dans le Lüscherz. A partir de la couche D, ils réaugmentent à nouveau, mais en se limitant aux polissages mésiaux du corps, surtout aux couches E et F (30,9 et 37,1 %).

c) Réaffutages et traces d'usure. Les indices permettant de discuter la structure fonctionnelle de l'industrie osseuse semblent être à priori assez nombreux, puisque des traces d'usure variées, lustré, émoussé, rayé, mousse, esquillé, bouchardé, etc..., se relèvent sur la majorité des pièces, grâce aux qualités particulières de la matière osseuse. Mais, comme je le présentais dans l'introduction avec la question " les traces d'usure et la morphologie peuvent-elles expliquer les fonctions ? ", je n'ai pas l'ambition ici de donner des solutions et de proposer de nouvelles hypothèses fonctionnelles. J'aimerai plutôt présenter la méthodologie qu'il me semble nécessaire de développer, au vu de cette première expérience analytique, pour faire progresser cette question. En effet, la répartition des traces d'usure et des superpositions de façonnage indiquant les réaffutages n'obéit à première vue à aucune règle bien définie. Ce n'est que de cas en cas qu'on découvre, de manière fort variée, quelques corrélations entre cette répartition et celle des supports typologiques. En développant donc la systématique des relations entre traces d'usure, chronologie, géographie et typologie, avec des variables encore plus détaillées relevant de l'observation microscopique, on devrait pouvoir dépasser l'empirisme qui teint encore mon discours sur ce sujet, à moins que le polythélisme ne s'applique de manière générale à tout l'outillage, hypothèse que je rejette intuitivement, au vu de quelques types particuliers.

Déjà abordés dans les chapitres IV et VI, les indices fonctionnels que j'ai pu dégager sont les suivants :

- Pour l'ensemble des biseaux, le pourcentage identique et la liaison manifeste des façonnages complémentaires faciaux (42 %) et latéraux (44 %, dont 28 % de POL, 16 % de RET et 0,6 % de CH) montrent que ces pièces sont façonnées avec une volonté artisanale précise pour des formes particulières préétablies. Il existe donc des véritables types d'outils bien définis lors de leur fabrication.
- Parmi les biseaux simples, 3 types se singularisent, les B1f sur côtes, aux tranchants peu usés et aux profils réguliers (usage particulier ou contrainte technique ?), les B2c des couches C à E,

de typométrie très homogène, qui semblent donc représenter un module temporaire spécial, et les longs biseaux de CT, qui ont des tranchants émoussés ou lustrés (fig. 60, N°s 7 et 8) et non fracturés, comme s'ils devaient servir à un travail beaucoup plus doux, sans chocs violents. Cette différence peut-elle être rapprochée de l'inégalité des technologies céramiques? Pour les réaffutages, on relèvera la transformation de biseaux simples cassés en biseaux bilatéraux, avec un poli surimposé aux cassures, et la spécialisation des couches A et B pour les tranchants convexes (82 %), toutes les variables étant plus variées par la suite, comme si les pièces étaient moins neuves.

- Chez les double-biseaux, on observe un plus grand nombre de tranchants plus affectés et de façonnages plus complexes, avec le même mouvement dégressif des longues pièces. Celà correspond-il à des différences usuelles, ou des réaffutages plus nombreux dus à des réutilisations de biseaux simples ? des couches A à D, l'usure est en hausse et les écarts-types des dimensions s'amenuisent considérablement, comme si le module devenait de plus en plus précis pour des outils utilisés en permanence. Des lustrés s'étendant sur la totalité des bords (fig. 64, N°s 4, 9 et 10 par exemple) indiquent pour un grand nombre de pièces une utilisation maximale.
- Aux couches A et B, on relève un grand nombre de dB et de BF possédant des retouches latérales, traduisant une mode technique passagère. Bien que moins variés et moins élaborés que ceux du Horgen d'Yvonand, mais plus usés, les biseaux à façonnages complémentaires sont de forme régulière déterminée par ces préparations, surtout pour les types c, cx, x et L. L'homogénéité de LT dans le type BFc, plus fréquemment lustré, et sa spécialisation selon les valeurs lis-rect pp, émous-ébréch, révèlent probablement un type fonctionnel particulier (fig. 67, N°s 2, 6, 9, 10 et 13), tout comme les trois hémi-mandibules de castor utilisées avec l'incisive. Les stigmates de compression de la base des outils dénommés empiriquement "ciseaux" sont peu fréquents, puisqu'on ne relève que 21 % de pièces à BOUCH px, 26 % à ESQ px, auxquelles il faudrait joindre les 11 % de bases polies mieux aménagées, ainsi que 9 biseaux bilatéraux, ces derniers étant fortement lustrés ou émoussés (fig. 69, N°s 1 à 5).
- Sur les chanfreins, on retiendra particulièrement la régularité des bords façonnés, droits ou convexes à courbure stable (fig. 69, N°s 6 et 7), pour lesquels l'hypothèse de "lissoirs de potier" mériterait d'être mieux réexaminée.
- Parmi les pointes simples, on peut retenir l'homogénéité des formes des types P1c, P1t et P3 (fig. 73, N°s 1, 3, 5), ainsi que des P4

caractéristiques du Horgen d'Yd4. Le Cortaillod tardif connaît également un type particulier, toutes les P de CT provenant d'esquilles minces et allongées. Les évolutions de quelques variables indiquent une certaine permanence des pointes, réaffutées toujours selon le même geste technique de POL trsv conv, ce caractère étant corrélé aux extrémités vives. Le type P1 - PP1, homogène typométriquement, se retrouve également à Auvernier-Port, où il est nettement individualisé (Murray 1982 p. 175). Il doit donc correspondre à un type fonctionnel bien particulier et permanent.

- Les pointes plates présentent plusieurs indices fonctionnels : l'importance de l'asymétrie au Lüscherz (50 et 80 % à Yd4, 47 % en A), la présence d'encoches polies mésiales bilatérales sur des pièces courtes et larges (fig. 77, 4 et 86, 10) exactement comparables à 12 pointes d'Auvernier-Port (Murray 1982, p. 164), la concavité et la rugosité, accompagnées de petites incisions transversales, qui n'existent qu'à Yvonand (ainsi qu'à Auvernier-Port où elles sont interprétées comme éléments de peignes à carder, à cause de cette usure transversale), l'homogénéité typométrique des PP2 et des PP4 prises sur côtes entières, et l'utilisation accessoire comme support à découper, visible par des incisions multiples faciales (fig. 77, 6).
- Les pointes à épiphyse, au contraire des P et des PP, sont rarement cassées et souvent émoussées ou esquillées. Cette opposition est-elle due aux différences de résistivité osseuse ou marque-t-elle une distinction d'usage ?
- Les pointes à poulie étroites, très souvent lustrées et faiblement usées (quoique la proportion de 65 % de ½ fac int pourrait indiquer l'importance des réaffutages), présentent plusieurs groupes stratigraphiques de longueur homogène et de façonnage identique, montrant une production stéréotypée à l'intérieur des types moyens 2 et 3, entre 6 et 13 cm. L'allure de la répartition des longueurs, en demi-courbe de Gauss, pourrait indiquer un abandon de la plupart des pointes à partir de 6 cm.
- Au contraire, les pointes larges PEPL sont très usées, souvent rayées ou rugueuses, rarement lustrées. Leur plus grande résistance a certainement été considérée par les utilisateurs.
- Chez les pointes à épiphyse diverse, on ne peut que relever des supports particuliers comme les péronés ou les cubitus, ce choix correspondant sans aucun doute à un déterminisme fonctionnel précis. Parmi les pointes sur métapodes, on n'observe qu'un type particulier donné par l'abondance de Larges aux couches F et G.

- Pour les double-pointes, seules celles du Horgen d'Yvonand présentent une structure fonctionnelle intéressante, soit par les traces de ligaturage mésiales sur les dP symétriques à encoches mésiales ("hameçons" de P. Vouga, 1929), soit par les résidus d'adhésif couvrant en bandes transversales serrées le corps des dP asymétriques, indiquant donc un emmanchement et des liens.

- Les pointes à façonnage proximal possèdent des mesures corrélées et certaines valeurs communes comme dt sym tot, POL px, montrant l'homogénéité technologique du groupe, malgré des longueurs variées. Mais on retiendra aussi le particularisme des PFx1 des couches E-G, des PFx2t, surtout aux couches A et B où elles sont accompagnées d'encoches polies striées, des PFx2m à POL px n cvx pp, et des PFx3 de même longueur.

- Les pointes à individualité PIL et PIP, à usure douce et esquillée donnant des sections circulaires raclées sont manifestement destinées à un usage particulier. Mais je ne peux à ce sujet que renvoyer le lecteur à la synthèse de Chr. Strahm (1980), qui discute l'hypothèse d'imitation d'épingles métalliques.

- Enfin, les omoplates perforées et retouchées (fig. 98) des couches C et D, utilisées latéralement, représentent des outils spéciaux, n'apparaissant qu'au Cortaillod tardif (Murray 1982 pp. 198 et 218).

Pour l'ensemble des pointes, on observe comme ayant une probable signification fonctionnelle la constance des asymétriques (27 % PED Yd4, 23 % PFx, 29 % P, 28 % PP, 27 % PEP, 29 % PED) et la continuité des longueurs dans les types moyens entre 5 et 15 cm.

En conclusion, on retiendra l'utilisation exclusive de types d'os bien précis, souvent associés à des débitages et des façonnages particuliers, les supports n'étant pas utilisés, sauf pour les biseaux et les pointes simples, de manière aléatoire. Il y a donc une "préparation réfléchie de la matière", comme le faisait déjà justement remarquer K. Murray (1982 p. 157) à propos de l'outillage d'Auvernier-Port. Les exemples précédents montrent qu'il convient, pour chaque genre d'outillage, d'étudier les homogénéités, stratigraphiques, morphologiques, ou typométriques, et leurs possibles corrélations. Mais on manque encore grandement d'expérimentations systématiques, et non plus anecdotiques et faites de cas en cas comme actuellement, recherchant le comportement des variables sur de fortes séries.

B. CARACTERISTIQUES GENERALES.

a) Au niveau des caractères morphologiques, l'outillage osseux d'Yverdon-AdS se caractérise par 59 % de pointes, 40 % de biseaux, 4 % de canines façonnées et 3 % d'objets de parure. La répartition des biseaux peut être testée avec le tableau de contingence :

	8	6	4	CT	L	A	B	C	D	E	F	G	Total
BIS	24	11	12	21	5	77	74	92	32	35	20	39	442
Autres	141	68	26	49	12	84	111	147	43	64	44	59	848
Total	165	79	38	70	17	161	185	239	75	99	64	98	1290

D'où x^2 (8,6) = 0,02, homogénéité ;
x^2 (6,4) = 5,06, inhomogénéité significative ;
x^2 (8,6,4) = 7,05, inhomogénéité significative ;
x^2 (8+6,4) = 7,03, inhomogénéité hautement significative ;
x^2 (4,CT) = 0,03, homogénéité ;
x^2 (CT,L) = 0,02, homogénéité ;
x^2 (CT,A) = 6,35, inhomogénéité très significative ;
x^2 (A,B) = 2,14, homogénéité ;
x^2 (B,C) = 0,09, homogénéité ;
x^2 (C,D) = 0,416, homogénéité ;
x^2 (D,E) = 0,964, homogénéité ;
x^2 (E,F) = 0,293, homogénéité ;
x^2 (F,G) = 1,22 , homogénéité ;
x^2 (A,B,C) = 3,71 , homogénéité ;
x^2 (A,B,C,D) = 3,75 , homogénéité ;
x^2 (A,B,C,D,E) = 5,19 , homogénéité ;
x^2 (A,B,C,D,E,F) = 7,48 , homogénéité ;
x^2 (A,B,C,D,E,F,G)= 7,49 , homogénéité ;

Ainsi, les biseaux connaissent une progression générale, depuis 15 % au horgen, 30 % en CT,4 et L, jusqu'à 40 % en A-G, où ils sont stables et majeurs (fig. 100). Cette hausse peut être interprétée comme un fait culturel caractéristique d'Yverdon et Yvonand.

b) Au niveau des groupes typologiques, on obtient la séquence structurale BIS /// PED /// P PP = PEP PFx / CS PAR / dP PI .

Les ruptures soulignent les fortes dominations des biseaux et des pointes à épiphyse diverse, et, à l'opposé, la très faible représentation des double-pointes et des pointes à individualité. Cette

structure est donc quasiment opposée à celle d'Yvonand (supra), mis à part le groupe des PED. Pour les sous-groupes des biseaux, on a BF B // dB / fm / BB / CH, cette séquence soulignant l'importance des façonnages complémentaires, qui disparaissaient pendant la séquence d'Yvonand.

c) Au niveau des types, on se limitera à la suite décroissante des types majeurs, les autres ne prenant un intérêt que dans la structure évolutive : PED23, B1//PP1, PEP23 = PFx12, dB12, P1, BFL, BF1, BF3, BF45.
Les types agrégés possibles, PE23 et P1+PP1, arriveraient en première et troisième position, en montrant l'importance des types moyens stables, donc banals.

d) Enfin, au niveau des caractéristiques typométriques et morphotechniques, on dispose des données suivantes :
moyennes typométriques de l'ensemble des biseaux (en mm)

$\overline{LO}$ = 62,92 ± sig = 24,672

$\overline{LA}$ = 16,455± sig = 5,227

$\overline{EP}$ = 6,6

$\overline{LB}$ = 11,8

$\overline{LT}$ = 11,0

On y remarque la forte dispersion des longueurs, l'identité des longueurs et des largeurs avec celles d'Yvonand (61,7 et 17,9 mm), la moins grande profondeur des façonnages, due à l'absence de type dB8, et la plus faible moyenne de longueur de tranchant, due au type particulier BFc à bords distaux convergents. La répartition des longueurs et des largeurs, donnée par le diagramme de corrélation de la fig. 101, montre la forte homogénéité de l'ensemble ; les largeurs obéissent à une courbe gaussienne due à l'homogénéité générale des supports utilisés, tandis que les longueurs ont une courbe décroissante très asymétrique, comme si une limite d'utilisation existait entre 3 et 5 cm.
Les variables des pans sont dominées par les plats et les convexes (38 et 49 %), les marginaux (52 %), et les lisses (46 %, les autres valeurs étant comprises entre 8 et 14 %), cette répartition étant sensiblement égale à celle d'Yvonand, hormis la rareté des surfaces rugueuses. Il en est de même pour les tranchants, qui sont surtout rectilignes et convexes (28 et 57 %) perpendiculaires (60 %, contre 16 % de divergents et 15 % de convergents), et vifs, émoussés, ébréchés ou esquillés profondément (28, 20, 18 et 18 %). On observe 42 % de

pièces à façonnages complémentaires faciaux, 44 % bilatéraux, ces deux caractères étant liés, et 26 % à poli, bouchardé, mousse ou esquillé proximal, tous ces modes complémentaires étant trois fois plus fréquents qu'à Yvonand.

L'ensemble des pointes, PIP non comprises, présente les moyennes (en mm) :

$\overline{LO}$ = 91,40 ± sig = 36,56
$\overline{LA}$ = 14,02 ± sig = 5,80
$\overline{EP}$ = 8,086 ± sig = 4,854
$\overline{LP}$ = 46,91 ± sig = 26,826

Si la longueur moyenne, à fort écart-type, est la même qu'à Yvonand, la largeur, l'épaisseur et la longueur des pointes sont nettement supérieurs, pour des écarts-types semblables. Le faible nombre de double-pointes, l'importance des types larges et des façonnages complémentaires doivent être liés à ces différences. Le diagramme de corrélation longueur-largeur (fig. 102) donne une répartition d'ensemble très vaste et homogène, quoique concentrée entre 5 et 10 cm, et qui est sensiblement la même pour tous les groupes, hormis les pointes simples, peu dispersées, et les pointes à poulie, à largeur bien corrélée par définition. Si l'on observe de plus près la répartition des longueurs, en les regroupant en 7 classes de 2 à 16 cm, et une classe unique pour les supérieurs à 16 cm, on obtient un histogramme régulier, très asymétrique, et à mode 6-7 cm, décroissant régulièrement. Il y aurait donc, comme pour les biseaux, une limite d'utilisation vers 6 cm, à partir de laquelle le réaffutage des pointes est abandonné. Les variables montrent une forte domination des pointes droites, symétriques et profondes ou totales (84,73 et 94 %). Les extrémités sont plus vives et esquillées (45 et 24 %) qu'à Yvonand, les autres valeurs (14 % cass, 13 % émous, 2 % mous, ...) étant plus aléatoires. Les sections sont tout aussi variées, mais les bilat n'y sont plus dominants (11 % seulement), au profit des valeurs les plus complexes montrant, soit le soin du façonnage, soit l'importance des réaffutages, avec 18 % de rtg + apl tot et 48 % de fac int + tot. Les pans se répartissent en 45 % de pla, 26 % de cvx et 24 % de cc + sin, 44 % de lis, 43 % de stri trsv (valeur corrélée avec les sections facettées), 6 % de rug et 1 % de ray. Le lustré ne touche que 15 % des pièces, et les divers façonnages complémentaires entre 1 et 14 % (fréquences non cumulées).

C. DYNAMIQUE DE L'INDUSTRIE OSSEUSE.

La répartition des groupes typologiques est donnée par le tableau de contingence :

		CT	A	B	C	D	E	F	G	x	Total
Biseaux simples	B	14	22	17	21	12	19	4	9	4	122
Double-biseaux	dB	0	17	16	24	4	2	1	6	1	71
Biseaux à Faç. compl.	BF	1	26	26	31	14	11	11	18	8	146
Fragments de biseaux	fmB	6	7	8	9	2	2	4	4	0	42
Chanfreins	CH	0	0	2	2	0	0	0	0	0	4
Biseaux bilatéraux	BB	0	5	5	5	0	1	0	2	1	19
Pointes simples	P	7	5	13	23	7	11	6	20	1	93
Pointes plates	PP	6	21	20	19	3	2	3	3	5	82
Pointes à poulie	PEP	11	10	14	25	7	9	2	2	2	82
Pointes à épiphyse	PED	12	22	36	49	16	23	16	23	12	209
Double-pointes	dP	4	1	1	2	0	0	2	1	0	11
Pointes à Faç. prox.	PFx	6	15	12	12	5	10	6	7	0	73
Pointes à Indiv. prox.	PIP	0	0	1	1	1	2	4	1	0	10
Eléments de parure	PAR	3	9	7	7	2	0	2	0	3	33
Canines de suidés	CS	0	1	7	9	2	7	3	2	10	41
Total		70	161	185	239	75	99	64	98	47	1038

Afin d'éviter les effectifs théoriques inférieurs à 5, on peut tester cette répartition en supprimant les catégories PIP, PAR et CS, et en agrégeant les CH et les BB aux BF. Avec un nouveau tableau 8x8 (ddl = 49), on obtient $x^2 = 250,54$, donnant une probabilité de $3,11 \times 10^{-29}$ pour que les écarts constatés soient dus au hasard. On accepte donc l'hypothèse d'inhomogénéité hautement significative de cette répartition. Les sommes des écarts quadratiques présentent d'intéressantes variations desquelles on retiendra la disparité des biseaux à façonnage complémentaire ($x^2 = 94,68$), des double-biseaux ($x^2 = 40,16$) et, pour les couches, de CT (110,38), A (32,58), E (35,66) et G (36,14). Le x^2 particulier de CT incite à opérer le même test sur les ensembles A à G uniquement. Le x^2 obtenu de 140,16 pour ddl = 42 montre également une répartition hautement significative, qui dénote l'ampleur de l'évolution propre à l'Avenue des Sports. Les séquences structurales, où l'on a souligné les catégories majeures, ne présentent aucune rupture selon le critère du chi-deux :

A : BF B = PED PP dB* PFx PEP PAR P = BBO dP = CS (CH = PIP)

B : PED* BF* PP B dB PEP P PFx* BBO PAR* = CS CH dP PIP*

C : PED* BF* PEP dB P* P PP PFx CS* PAR* BBO dP CH PIP

D : PED* BF B PEP = P* PFx dB PP CS = PAR PIP (BBO = dP = CH)

E : PED* B BF = P* PEP CS* PFx dB = PP = PIP = dP BBO PAR = CH*

F : PED* BF BFx = P* B CS = PP* = PIP PEP = dP = PAR dB (BBO = CH*)

G : PED* P BF B PFx dB PP CS = PEP = BBO PIP = dP (PAR = CH*)

Les sommes des continuités (*) permettent d'observer la sensibilité des passages : C-D 6 / B-C 5 / E-F 4 / D-E = F-G 3 / A-B 2, où l'on voit à première vue que les couches les plus ressemblantes semblent être B, C et D. Les séquences du garage Martin semblent être plus originales avec :

CT : B PED PEP P PP = PFx dP PAR BF (dB = BBO = CH = PIP = CS)

L : B = PED = P = PP CH PEP = PFx = CS (dB = BF = BBO = dP = PIP = PAR)

où l'on remarque les dominations des biseaux simples, des pointes à épiphyse diverse, des pointes simples et des pointes plates.

La grande diversité de ces structures typologiques peut être précisée par l'entropie analogique relative (1) :

Hr = CT 0,729
A 0,824
B 0,898
C 0,854
D 0,794
E 0,781
F 0,803
G 0,753, Total Yverdon 0,858
8 0,744
6 0,816
4 0,750, Total Yvonand 0,787.

---

(1) Brochier et Livache 1982 p. 2 : "par définition et par analogie avec la notion thermodynamique d'entropie on appellera entropie du système, formé de n catégories constituantes, la valeur de l'équation de Shannon-Weaver :

$$H = - \sum_{i=1}^{n} pi \cdot \ln pi$$

où pi est la fréquence de la $i^{ème}$ catégorie (donc $\sum pi=1$). H est maximum quand les n catégories ont la même fréquence. Pi est alors égal à 1/n d'où : H max = ln n. On définit l'entropie relative en rapportant H à H max : $Hr = \frac{H}{H\ max.}$ "

On remarque que CT, 8 et 4 sont les couches les moins dispersées, sans qu'il y ait une véritable spécialisation, donnée par Hr entre 0,400 et 0,600 par définition, alors que le début de la séquence d'Yverdon connaît la plus forte dispersion, le meilleur équilibre entre tous les groupes. L'oscillation de l'entropie à Yvonand indique bien l'état intermédiaire entre deux mouvements de la couche 6, et l'entropie totale, inférieure à celle d'Yverdon, renvoie à la plus forte domination des 4 groupes principaux PP, PED, BIS et dP.

Le calcul du Lien (Laplace 1980, Cibois 1980, "pondération du Khi-deux") fournit deux synthèses visuelles fort intéressantes. Le spectre calculé pour les groupes (fig. 103, en haut) fait apparaître la très grande disparité des couches CT, A, et F, la relative originalité de E et G, ainsi que l'homogénéité du groupe B-C-D, proche de la moyenne. De même, le spectre calculé pour les couches (fig. 103, en bas), montre l'importance relative des mouvements d'ensemble des pointes à individualité proximale, des pointes simples, des double-pointes, des double-biseaux, des pointes plates, des biseaux simples et des pointes à poulie, alors qu'à l'opposé les pointes à façonnage proximal, les pointes à épiphyse et les biseaux à façonnage complémentaire semblent former le noyau stable homogène. Les spectres des liens calculés pour chaque représentation des groupes (fig. 104) donnent une première image remarquable de la structure évolutive, et montre, ce qu'on ne voyait pas encore, toute l'importance de groupes à faibles fréquences comme les double-pointes ou les pointes à individualité proximale. De plus, on verra plus loin qu'ils établissent une hiérarchie des inhomogénéités permettant de retenir particulièrement le pic centré sur la couche F des PIP, la chute des dP après la couche CT, la progression constante après une première baisse des pointes simples, et ensuite seulement les mouvements dégressifs des B, dB, PP et PEP. Les spectres d'Yvonand mettent très bien en relief la hausse des biseaux simples et des pointes à poulie, et la chute des double-pointes, mouvements testés au chap. V.

Ces résultats sont donnés par le tableau suivant du calcul du lien :

	CT	A	B	C	D	E	F	G	Total lien	f
B	+ 483	+ 45	- 120	- 213	+ 99	+ 421	- 169	- 65	1615	.086
dB	- 497	+ 295	+ 70	+ 307	- 38	- 391	- 279	- 13	1890	.101
BF	- 78	+ 61	0	- 19	+ 114	- 72	+ 63	+ 145	552	.029
CH	- 28	- 68	+ 222	+ 115	- 32	- 43	- 27	- 42	577	.031
BBO	- 128	+ 156	+ 85	+ 10	- 146	- 40	- 120	+ 3	688	.037
P	+ 11	- 696	- 106	+ 2	- 0	+ 29	+ 1	+1371	2216	.118
PP	+ 13	+ 610	+ 233	+ 1	- 152	- 461	- 76	- 296	1842	.098
PEP	+ 614	- 72	- 6	+ 171	+ 12	+ 9	- 195	- 467	1546	.083
PED	- 13	- 328	- 2	+ 3	+ 5	+ 43	+ 106	+ 66	566	.030
dP	+1508	- 36	- 57	- 18	- 89	- 118	+ 258	- 1	2085	.111
PFx	+ 25	+ 88	- 20	- 193	- 7	+ 91	+ 44	- 1	469	.025
PIP	- 71	- 171	- 42	- 88	+ 7	+ 99	+1890	0	2368	.126
PAR	+ 50	+ 370	+ 37	- 1	- 4	- 323	+ 1	- 313	1099	.059
CS	- 220	- 340	+ 27	+ 31	- 7	+ 488	+ 58	- 39	1210	.064
Total lien	3739	3337	1028	1172	713	2628	3286	2820	18723	
f	.200	.178	.055	.063	.038	.140	.176	.151		

On peut tester chaque passage stratigraphique par des tableaux 2 x 8 (ddl = 7) en ne retenant, pour éviter les effectifs théoriques inférieurs à 5, que les groupes biseaux B, dB, BF et pointes P, PP, PEP, PED, PFx :

CT-A : x^2 = 28,75, Cc = 0,36 inhomogénéité hautement significative
A-B : x^2 = 7,78, Cc = 0,16 homogénéité
B-C : x^2 = 3,44, Cc = 0,10 homogénéité
C-D : x^2 = 6,79, Cc = 0,16 homogénéité
D-E : x^2 = 4,61, Cc = 0,17 homogénéité
E-F : x^2 = 8,55, Cc = 0,24 homogénéité
F-G : x^2 = 5,39, Cc = 0,19 homogénéité

On conclut à l'existence, hormis entre CT et A, de mouvements progressifs continus, de passages graduels, qui ne prennent leur importance qu'au travers de toute la séquence A-G, montrant ainsi une certaine permanence des traditions industrielles. Les homogénéités permettent d'agréger les couches, et de calculer les x^2 des nouveaux tableaux 2 x 8 : x^2 (A+B,C) = 12,13 : limite de signification.

x^2 (A+B+C, D) = 7,29 : homogénéité.
x^2 (A+B+C+D, E) = 20,36 : inhomogénéité très significative.
x^2 (E+F, G) = 12,44 : limite de signification.

et réciproquement en sens inverse :

x^2 (F+G, E) = 16,17 : inhomogénéité significative.
x^2 (E+D, C) = 19,26 : inhomogénéité hautement significative.
x^2 (B+C, A) = 15,83 : inhomogénéité significative.

On obtient ainsi une somme d'inhomogénéités significatives de ruptures, qui montre bien l'isolement de la couche CT :

CT ////// A / B - C /// D /// E / F / G

Si la séquence de l'Avenue des Sports présente des mouvements progressifs continus, il ne semble pas que chaque passage possède la même force dynamique évolutive. Il convient donc de préciser les liens par les calculs de distances globales, avec la matrice suivante, obtenue par la distance du Khi-deux et la réduction par l'ultramétrique supérieure minimale :

	A	B	C	D	E	F	G
A	0	.425	.530	.606	.882	1.048	.841
B		0	.205	.490	.686	.877	.663
C			0	.449	.648	.901	.614
D				0	.467	.754	.631
E					0	.773	.671
F						0	.823
G							0

D'où : d (B, C) = .205
d (BC, D) = .456
d (BCD, A) = .474
d (ABCD, E) = .623
d (ABCDE, G) = .631
d (ABCDEG, F) = .814

Le dendrogramme obtenu (fig. 105) montre la faible progression du mouvement B-C-D, après un passage au-dessus du seuil de signification, et l'originalité par rapport à ce premier ensemble du groupe E-F-G, marqué par une importante oscillation centrée sur F.

On peut de même calculer les distances entre les groupes typologiques :

d (BF, PED) = .238
d (PP, PAR) = .249
d (B, PFx) = .276
d (dB, BB) = .301
d (B+PFx, BF+PED) = .314
d (dB+BB, PP+PAR) = .317
d (B+PFx+BF+PED, PEP) = .420
d (B+PFx+BF+PED+PEP, P) = .490
d (B+PFx+BF+PED+PEP+P, CS) = .492
d (B+PFx+BF+PED+PEP+P+CS, BB+dB+PP+PAR) = .562
d (dP, PIP) = .977
d (dP+PIP, CH) = 1.100
et d (dP+PIP+CH, B+PFx+BF+PED+PEP+P+CS+BB+dB+PP+PAR) = 1.182

Le niveau d'homogénéité est donné par

x^2 (B, PFx) = 3,11 Homogénéité
x^2 (BF, PED) = 4,85 Homogénéité
x^2 (B+PFx, BF+PED) = 10,44 Homogénéité
x^2 (B+PFx+BF+PED, PEP) = 10,95 Homogénéité avec réserve
x^2 (B+PFx+BF+PED+PEP, P) = 16,87 Inhomogénéité très significative.

Le dendrogramme obtenu (fig. 106) regroupe ainsi les groupes majeurs dominants, notamment définis par les façonnages complémentaires, auxquels viennent se rattacher les groupes en hausse, P et CS. Au-dessous du seuil se trouve un deuxième ensemble réunissant les groupes en baisse, PP, PAR, dB et BB, donc opposé à l'ensemble précédent. Enfin, 3 groupes mineurs mais aux comportements particuliers car absents de certaines couches, CH, dP et PIP se détachent très haut dans l'arbre.

Les mouvements de chaque groupe typologique peuvent être testés par l'étude de la répartition du groupe et de son complémentaire par rapport à l'effectif total de chaque couche (Livache 1980 p. 41), donnant une représentation en "spaghetti" (fig. 108) tenant compte des homogénéités. On obtient :

x^2 global 2 x 8 = 17,50, inhomogénéité très significative.
x^2 (CT, A) = 1,89, homo.
x^2 (CT, A, B) = 6,26, inhomogénéité significative.
x^2 (A, B) = 1,74, homo.
x^2 (A, B, C) = 2,89, homo.
x^2 (A, B, C, D) = 4,86, homo.

x^2 (A, B, C, D, E) = 9,72, inhomogénéité significative.
x^2 (E, F) = 4,95, inhomogénéité significative.
x^2 (F, G) = 0,40, homo.
x^2 (G, F, E) = 6,93, inhomogénéité significative.
x^2 global 2 x 7 (A-G) = 12,48, inhomogénéité significative.

<u>dB - non dB</u> :
x^2 global 2x8 = 19,38, inhomogénéité hautement significative.
x^2 global 2x7 (A-G) = 13,05, inhomogénéité significative.
x^2 (CT, A) = 7,64, inhomogénéité hautement significative.
x^2 (A, B) = 0,367, homo.
x^2 (A, B, C) = 0,39, homo.
x^2 (A, B, C, D) = 2,04, homo.
x^2 (A, B, C, D, E) = 8,36, inhomogénéité avec réserve.
x^2 (A, B, C, D, E, F)=12,45, inhomogénéité significative.
x^2 (D, E) = 1,43, homo.
x^2 (D, E, F) = 2,17, homo.
x^2 (D, E, F, G) = 3,59, homo.
x^2 (G, F, E, D, C) = 11,12, inhomogénéité significative.

<u>BF - non BF</u> :
x^2 global 2x8 = 13,93, inhomogénéité avec réserve.
x^2 global 2x7 (A-G) = 4,39, forte homogénéité.
x^2 (CT, A) = 9,78, inhomogénéité hautement significative.
x^2 (A, B) = 0,299, homo.
x^2 (A, B, C) = 0,85, homo.
x^2 (A, B, C, D) = 1,79, homo.
x^2 (A, B, C, D, E) = 2,88, homo.
x^2 (A, B, C, D, E, F) = 9,38, homogénéité avec réserve.
x^2 (A, B, C, D, E, F, G) = 10,91, homogénéité avec réserve.

<u>CH - non CH</u> (avec correction de Yates) :
x^2 (A, B+C) = 1,524, homo.
x^2 (B+C, D) = 0,723, homo.

<u>BBO - non BBO</u> :
x^2 (CT, A) = 2,127, homo.
x^2 (A, B) = 2,04, homo.
x^2 (A, B, C) = 2,23, homo.
x^2 (A, B, C, D) = 4,28, homo.
x^2 (A+B+C, D+E+F+G) = 3,149, inhomogénéité avec réserve.
x^2 (D, E) = 0,757, homo
x^2 (D, E, F, G) = 1,293, homo.

P - non P :

x^2 global 2x8 = 23,23, inhomogénéité hautement significative.
x^2 global 2x7 (A-G) = 23,35 (Cc=0,16), inhomogénéité hautement significative
x^2 (CT, A) = 5,14, inhomogénéité significative.
x^2 (A, B) = 2,689, homo.
x^2 (A, B, C) = 6,21, inhomogénéité significative.
x^2 (C, D) = 0,10, homo.
x^2 (C, D, E) = 0,18, homo.
x^2 (C, D, E, F) = 0,18, homo.
x^2 (C, D, E, F, G) = 9,13, inhomogénéité avec réserve.
x^2 (F, G) = 3,32, inhomogénéité avec réserve.
x^2 (E, F, G) = 5,16, inhomogénéité avec réserve.

PP - non PP :

x^2 global 2x8 = 19,02, inhomogénéité hautement significative.
x^2 global 2x7 (A-G) = 19,07, inhomogénéité hautement significative.
x^2 (CT, A) = 0,76, homo.
x^2 (CT, A, B) = 0,89, homo.
x^2 (CT, A, B, C) = 3,03, homo.
x^2 (CT, A, B, C, D) = 6,26, homo.
x^2 (CT, A, B, C, D, E) = 13,27, inhomogénéité significative
x^2 (D, E) = 0,612, homo.
x^2 (D, E, F) = 1,038, homo.
x^2 (D, E, F, G) = 0,147, homo.
x^2 (F, G) = 0,320, homo.

PEP - non PEP :

x^2 global 2x8 = 16,05, inhomogénéité significative.
x^2 global 2x7 (A-G) = 9,876, homogénéité.
x^2 (CT, A) = 5,94, inhomogénéité très significative.
x^2 (A, B) = 0,246, homo.
x^2 (A, B, C) = 2,44, homo.
x^2 (A, B, C, D) = 2,47, homo.
x^2 (A, B, C, D, E) = 2,48, homo.
x^2 (A, B, C, D, E, F) = 4,80, homo.
x^2 (A, B, C, D, E, F, G) = 9,88, homogénéité avec réserve.
x^2 (F, G) = 0,210, homo.
x^2 (E, F+G) = 5,409, inhomogénéité significative.
x^2 (E, F, G) = 5,52, inhomogénéité avec réserve.

PED - non PED :

x^2 global 2x8 = 6,773, homogénéité, Cc = 0,08.
x^2 (CT, A) = 0,684, homo.
x^2 (CT, A, B) = 2,12, homo.
x^2 (CT, A, B, C) = 3,22, homo.
x^2 (CT, A, B, C, D) = 3,53, homo.
x^2 (CT, A, B, C, D, E) = 4,48, homo.
x^2 (CT, A, B, C, D, E, F) = 5,99, homo.

dP - non dP :

x^2 (CT, A) = 6,328, inhomogénéité très significative.
x^2 (CT, A+B+C) = 13,938, inhomogénéité très significative.
x^2 (E, F+G) = 1,912, homo.

PFx - non PFx :

x^2 global 2x8 = 4,82, homogénéité.
x^2 (CT, A) = 0,07, homo.
x^2 (CT+A+B, C) = 5,876, inhomogénéité significative.
x^2 (A, B) = 0,963, homo.
x^2 (CT, A, B) = 2,029, homo.
x^2 (C, D) = 0,279, homo.
x^2 (C+D, E) = 2,577, homogénéité avec réserve.
x^2 (C, D+E+F+G) = 17,305, inhomogénéité hautement significative.
x^2 (F, G) = 0,309, homo.
x^2 (E, F+G) = 0,249, homo.
x^2 (D, E, F, G) = 0,384, homo.

PIP - non PIP (par rapport au total des pointes seulement) :

x^2 (BC, DE) = 2,165, homo.
x^2 (DE, F) = 2,979, homogénéité avec réserve.
x^2 (F, G) = 3,39, inhomogénéité avec réserve.
x^2 (DE, FG) = 0,565, homo.
x^2 (BC, DEFG) = 6,461, inhomogénéité très significative.
x^2 (BCDE, F) = 11,020, inhomogénéité hautement significative.
x^2 (BCDE, FG) = 4,328, inhomogénéité significative.

PAR - non PAR :

x^2 (CT, A, B, C, DE, FG) = 8,415, homogénéité.
x^2 (CTABC, DE) = 4,096, inhomogénéité significative.
x^2 (CTABC, DEFG) = 7,006, inhomogénéité hautement significative.
x^2 (A, BCDEFG) = 4,918, inhomogénéité significative

CS - non CS :

x^2 (CT+A, B, C, D, E, F+G) = 10,86, inhomogénéité avec réserve.
x^2 (CT+A, B) = 6,02, inhomogénéité très significative.
x^2 (B, C) = 0,0004, homo.
x^2 (B, C, D) = 0,243, homo.
x^2 (B, C, D, E) = 2,339, homo.
x^2 (BCDE, FG) = 0,364, homo.
x^2 (A, B+C+D+E+F+G) = 4,531, inhomogénéité significative.

Chaque passage stratigraphique est de plus précisé par des tests d'indépendance entre deux groupes, avec des tableaux de contingence 2x2, les x^2 et les phi obtenus pouvant être mis sous forme matricielle. On totalise tous les phi ainsi obtenus, ce qui donne une nouvelle sorte de distance :

CT-30,054-A-15,592-B-8,178-C-12,884-D-20,636-E-15,615-F-19,480-G.

On y remarquera la progression de l'éloignement dans le groupe B-C-D, l'isolement des couches Aet F, ainsi que l'originalité de CT par rapport à A. Des 7 matrices 11x11 calculées, on retiendra la forte corrélation des groupes biseaux entre CT et A, de même que la dépendance entre P, PEP et dP, la disparité du total des phi de CS entre A et B (3,37, pour une moyenne de 1,55), l'homomorphie parfaite avec un coefficient de contingence minimal de 0,10 entre B et C, l'homogénéité nuancée par 5 x^2 en limite entre C et D, la disparité du total des phi des éléments de parure entre D et E, de même que celle des biseaux simples et des pointes à individualité proximale entre E et F, passage marqué par huit inhomogénéités, et identique à celui entre F et G.

On peut donc construire le tableau structural des fréquences, nuancées immédiatement par leurs variations aléatoires, comme le montrent les figures 107 et 108 (catégories majeures soulignées) :

	CT	A	B	C	D	E	F	G	Total avec x
B	.200	.137	.092	.088	.160	.192	.063	.092	.118
dB	0	.106	.086	.100	.053	.020	.016	.061	.068
BF	.014	.161	.141	.130	.187	.111	.172	.184	.141
(fmB)	.086	.043	.043	.038	.027	.020	.063	.041	.040
CH	0	0	.011	.008	0	0	0	0	.004
BBO	0	.031	.027	.021	0	.010	0	.020	.018
P	.100	.031	.070	.096	.093	.111	.094	.204	.090
PP	.086	.130	.108	.079	.040	.020	.047	.031	.079
PEP	.157	.062	.076	.105	.093	.091	.031	.020	.079
PED	.171	.137	.195	.205	.213	.232	.250	.235	.201
dP	.057	.006	.005	.008	0	0	.031	.010	.011
PFx	.086	.093	.065	.050	.067	.101	.094	.071	.070
PIP	0	0	.005	.004	.013	.020	.063	.010	.010
PAR	.043	.056	.038	.029	.027	0	.031	0	.032
CS	0	.006	.092	.038	.027	.071	.047	.020	.039
/N=	70	161	185	239	75	99	64	98	1038

Ainsi,les biseaux simples, dont la répartition d'ensemble montre comme à Yvonand des écarts très significatifs, sont bien représentés en CT et A, puis en D et E, à partir desquels ils dégressent fortement. Leur importance en CT est due aux longs biseaux à LT minimal B3 + B4, alors qu'à partir de A ce sont les biseaux courts à tranchants convexes qui dominent. La hausse en C-D-E est manifestement due à la présence du type B2c, très homogène et reconnu comme "module artisanal particulier". L'abandon de ce type après E est à retenir, puisqu'il va provoquer des inhomogénéités aussi bien au niveau des types qu'au niveau des groupes. Les double-biseaux ont également une répartition très particulière, aux écarts hautement significatifs, car ils sont absents de CT, et connaissent ensuite une légère dégression d'ensemble entre ABCD et DEFG, due à la baisse significative des types courts et longs (dB1, dB3, dB6, dB7), la dispersion LO-LA se resserrant vers la moyenne. Les biseaux à façonnage complémentaire ont également une hausse importante entre CT et A, mais sont très stables à l'Avenue des Sports, la montée générale des types convergents puis des types larges (qui dominent en FG) se faisant aux dépens des types courts plus simples. Les 80 % des biseaux bilatéraux et des chanfreins se trouvent en CT-A-B-C, et semblent résulter du fonds traditionnel du Cortaillod, où ils jouent un rôle déterminant (Murray 1982 p. 215). Des comparaisons avec

Auvernier-Port et Twann, on remarquera également l'absence de double-biseaux au Cortaillod tardif (id.), ce qui apparaît donc comme un phénomène général, inexpliqué. Par contre les longs biseaux B3+B4+BB3 du garage Martin sont propres à ce site, ceux d'Auvernier-Port étant toujours bien plus courts (Murray 1982, fig. 60, 61, 62). Une dernière caractéristique évolutive de l'ensemble des biseaux est donnée par les façonnages complémentaires (en % par rapport aux effectifs) :

	A	B	C	D	E	F	G	Total
POL fac-bifac	57	37	46	23	28	38	42	42
POL, RET ou CH lat-bilat	51	50	45	27	31	50	51	44
POL, BOUCH, MOUS ou ESQ px	21	21	23	30	29	44	30	26

On y remarque la proximité des couches A, B et C, caractérisées par une majorité de façonnages mésials et un faible nombre de proximaux, puis celle de D et E où les façonnages mésials régressent, enfin celle de F et G, marqués par la progression de tous les caractères, les polis convergents et les polis et bouchardés proximaux s'amplifiant. Les valeurs des variables morphotechniques, très dispersées, ne subissent dans leur ensemble aucune évolution notable.

Les pointes simples présentent une répartition inhomogène, due à une baisse entre CT et A (ce qui renforce la spécialisation en CT des pointes de faibles dimensions), puis, surtout, une progression continue de A à G, par paliers successifs, que l'on peut corréler à celle des types longs et massifs P2 et P3. Les pointes plates subissent une baisse constante forte surtout entre D et E, liée à la diminution régulière de leurs mesures. Les pointes à poulie évoluent par une baisse de CT à A, puis une dégression en palier à la fin de la séquence, provoquant l'inhomogénéité de leur répartition d'ensemble. Les types larges augmentant au contraire entre E et G, tout comme les PEDL (fig. 99), cette baisse d'ensemble renforce la dégression des types moyens PEP2-3. Les pointes à épiphyse et les pointes à façonnage proximal ont une répartition homogène, et forment donc le tronc commun banal et dominant de l'industrie, exceptés les types particuliers en hausse entre E et G, les pointes larges et les pointes courtes à poli proximal PFx1. Les double-pointes, majeures en CT, régressent pour être très faiblement représentées à l'Av. des Sports, comme dans le Lüscherz d'Yvonand, les types les mieux élaborés disparaissant même complètement. Les "épingles de parure" progressent lentement à partir de B et forment un pic centré sur la couche F, tandis que les éléments de parure régressent légèrement

et progressivement. Enfin, les canines de suidés, qui n'apparaissent qu'en B, sont stables. L'image ainsi obtenue (fig. 108) confirme, par la reconnaissance des inhomogénéités globales, les différences visualisées par les liens (fig. 104). L'outillage osseux d'Yverdon, dans son ensemble, semble donc être particulièrement influencé par les stimuli évolutifs, surtout entre les couches CT, A, B, et E, F, et G.

Il convient encore d'observer la variabilité stratigraphique de la structure typométrique de l'ensemble des pointes P+PP+PE+PFx, afin de déterminer d'éventuelles nouvelles caractéristiques qui auraient été cachées par l'arbitraire de mon premier classement en 4 groupes. Malgré la présence de quelques supports particuliers, largeurs et épaisseurs se répartissent selon des courbes gaussiennes. Il n'en est pas de même pour les longueurs, que l'on peut essayer de privilégier pour les corréler à la structure fonctionnelle. On obtient la répartition (classes en cm) :

	CT	A	B	C	D	E	F	G	x	Total
20-40	0	0	5	1	1	2	1	1	0	11
40-60	5	5	9	14	3	4	1	8	1	50
60-80	11	20	28	35	12	14	10	10	8	148
80-100	11	17	16	31	8	8	3	5	5	104
100-120	6	4	9	14	3	6	4	5	1	52
120-140	6	4	3	7	0	1	1	2	1	25
140-160	0	3	4	5	1	4	4	1	1	23
> 160	2	3	4	2	2	5	1	1	0	20
Total	41	56	78	109	30	44	25	33	17	433

Le calcul des fréquences par couches permet de visualiser cette répartition en histogrammes (fig. 109), et de vérifier par les droites de Henry qu'aucune répartition n'est normale. On obtient les caractéristiques de dispersion suivantes (en cm) :

	CT	A	B	C	D	E	F	G	Total
Moyenne expérimentale pondérée $\overline{LO}$	9,244	9,107	8,538	8,725	8,533	9,545	9,560	8,212	8,861
Ecart-type S	3,002	3,104	3,403	2,821	3,170	3,940	3,601	3,189	3,224
Coefficient de variabilité CV	0,32	0,34	0,40	0,32	0,37	0,41	0,38	0,39	0,36

L'écart maximal des moyennes n'étant que de 13 mm, la classe dominante étant toujours de 6-8 cm, et les courbes présentant toutes une forte asymétrie, on retiendra la relative homogénéité des longueurs, comme si la limite usuelle vers 6 cm constatée plus haut avait été stable. Cependant, on remarquera la faible dispersion de CT et C, l'importance des pointes courtes à la couche G (utilisation maximale d'outils façonnés antérieurement, dans l'optique de la continuité industrielle ?), et la présence d'un groupe non négligeable de longues pointes supérieures à 14 cm aux couches D, E et F (écarts-types et CV maximaux), permettant de corréler les augmentations des types P2+P3, PFx3-4, PEL, et des longueurs de PEP, ce qui semble correspondre à une volonté artisanale ou fonctionnelle particulière, propre à cet épisode, liée à l'utilisation intensive des métapodes de grands ruminants.

Les variables morphotechniques de l'ensemble des pointes, très dispersées car propres aux différents groupes ou aux différents supports, ne présentent aucune évolution globale très sensible.

D. L'INDUSTRIE CERAMIQUE.

La céramique d'Yverdon a été analysée sommairement par C. Strahm (1977), qui a reconnu 9 formes principales bien différenciées : les marmites à fond rond à petites pastilles circulaires appliquées sous le bord (Mpas), les marmites à profil légèrement infléchi, à languettes allongées sommaires sous le bord (Mlan), les jarres à cordon continu (Jcor), les jarres en forme de tonneau à gros mamelons allongés (Jmam), les jarres à cordon continu décoré d'impressions digitales (Jcoi), les marmites à col à impressions digitales sur le bord, sur le col ou sur le cordon (MCi), les marmites à col à décor cordé, impression à cru de cordelettes (MCc), les marmites à col décorées de "cupules", difficile traduction de l'Einstichverziertekeramik (Evk), et les marmites à col lisses (MClis). C. Strahm avait donné la répartition de ces 9 formes par un diagramme représentant sur 24 couches leurs fréquences par rapport à l'effectif total, donnant en conséquence de nombreuses variations aléatoires qui faussaient quelque peu l'image évolutive générale (1977, Abb. 15). Après un regroupement sur la même séquence que l'industrie osseuse, on dispose des données suivantes :

	A	B	C	D	E	F	G	Total
Mpas	26	10	0	0	0	0	0	36
Mlan	23	21	45	0	0	0	0	89
Jcor	13	24	42	12	33	0	4	128
Jmam	6	24	138	76	122	36	54	456
Jcoi	0	7	20	15	52	12	0	106
MCi	0	4	8	8	21	4	0	45
MCc	0	0	9	4	26	42	18	99
Evk	0	0	0	0	18	36	28	82
MClis	0	0	0	0	0	0	16	16
Total	68	90	262	115	272	130	120	1057

Le calcul des fréquences par couches fait apparaître un schéma évolutif remarquable (fig. 110), car les six passages stratigraphiques ont une répartition inhomogène avec des écarts hautement significatifs :

A-B : ddl = 4, x^2 = 29,79, Cc = 0,40 ;
B-C : ddl = 6, x^2 = 47,82, Cc = 0,35 ;
C-D : ddl = 5, x^2 = 29,42, Cc = 0,27 ;
D-E : ddl = 5, x^2 = 20,97, Cc = 0,22 ;
E-F : ddl = 5, x^2 = 86,81, Cc = 0,42 ;
F-G : ddl = 4, x^2 = 45,55, Cc = 0,40.

Nous sommes donc en présence d'une évolution continue particulièrement forte, surtout entre A et B puis entre E, F et G, comme le montrent les maxima des coefficients de contingence. La répartition des types de fonds, ronds ou plats, est également intéressante :

	A	B	C	D	E	F	G	Total
Fonds ronds	4	0	30	4	0	8	0	46
Fonds plats	0	4	4	8	36	28	50	130
Total	4	4	34	12	36	36	50	176

En regroupant A+B, C+D, et E+F+G, on obtient une répartition inhomogène aux écarts hautement significatifs, car x^2 = 80,97. Cependant, x^2 (A+B, C+D) = 1,87 et x^2 (C+D, E+F+G) = 80,83 montrent que la hausse majeure des fonds plats n'intervient qu'à partir de la couche E, avec un passage de 38 % en A-D à 93 % en EFG.

Les mouvements de chaque forme peuvent être analysés par les tests de complémentarité suivants :

Mpas-non Mpas :

x^2 (A, B, C) = 101,66 ! inhomogénéité hautement significative.
x^2 (A, B) = 16,20, inhomogénéité hautement significative.
x^2 (B, C) = 29,96, inhomogénéité hautement significative.

Mlan-non Mlan :

x^2 (A, B, C, D) = 40,4, inhomogénéité hautement significative.
x^2 (A, B) = 2,12, homogénéité.
x^2 (B, C) = 1,67, homogénéité.
x^2 (A, B, C) = 9,27, inhomogénéité très significative.
x^2 (C, D) = 22,43, inhomogénéité hautement significative.

Jcor-non Jcor :

x^2 (A, B, C, D, E, F+G) = 51,09, inhomogénéité hautement significative.
x^2 (A, B) = 1,23, homogénéité.
x^2 (A, B, C) = 4,97, homogénéité.
x^2 (A, B, C, D) = 9,86, inhomogénéité significative.
x^2 (C, D) = 2,04, homogénéité.
x^2 (D, E) = 0,23, homogénéité.
x^2 (C, D, E) = 2,81, homogénéité.
x^2 (C, D, E, F+G) = 31,23, inhomogénéité hautement significative.
x^2 (E, F+G) = 21,84, inhomogénéité hautement significative.

Jmam-non Jmam :

x^2 (A, B, C, D, E, F, G) = 90,13, inhomogénéité hautement significative.
x^2 (A, B) = 8,017, inhomogénéité très significative.
x^2 (B, C) = 18,236, inhomogénéité hautement significative.
x^2 (C, D) = 5,86, inhomogénéité significative.
x^2 (D, E) = 14,58, inhomogénéité hautement significative.
x^2 (E, F) = 10,86, inhomogénéité hautement significative.
x^2 (F, G) = 8,113, inhomogénéité très significative.

Jcoi-non Jcoi :

x^2 (A, B, C, D, E, F, G) = 49,28, inhomogénéité hautement significative.
x^2 (A, B) = 5,53, inhomogénéité significative.
x^2 (B, C) = 0,001, homogénéité.
x^2 (B, C, D) = 3,06, homogénéité.
x^2 (B, C, D, E) = 18,12, inhomogénéité hautement significative.
x^2 (D, E) = 2,08, homogénéité.
x^2 (E, F) = 6,42, inhomogénéité très significative.
x^2 (F, G) = 11,64, inhomogénéité hautement significative.

MCi-non MCi :

x^2 (B, C, D, E, F, G) = 15,55, inhomogénéité significative.
x^2 (B, C) = 0,39, homogénéité.
x^2 (B, C, D) = 2,98, homogénéité.
x^2 (B, C, D, E) = 6,21, homogénéité.
x^2 (B, C, D, E, F) = 8,00, homogénéité.
x^2 (B, C, D, E, F, G) = 19,55, inhomogénéité très significative.
x^2 (A, B+C) = 2,39, homogénéité (correction de Yates).
x^2 (F, G) = 3,75, homogénéité.
x^2 (E, F, G) = 12,00, inhomogénéité très significative.

MCc-non MCc :

x^2 (B, C+D, E, F, G) = 103,16 ! inhomogénéité hautement significative.
x^2 (B, C+D) = 3,19, homogénéité.
x^2 (B, C+D, E) = 17,51, inhomogénéité hautement significative.
x^2 (C+D, E) = 10,45, inhomogénéité hautement significative.
x^2 (E, F) = 32,39, inhomogénéité hautement significative.
x^2 (F, G) = 10,25, inhomogénéité très significative.

Evk-non Evk :

x^2 (D, E, F, G) = 63,64 ! inhomogénéité hautement significative.
x^2 (D, E) = 7,98, inhomogénéité significative.
x^2 (E, F) = 33,60, inhomogénéité hautement significative.
x^2 (F, G) = 0,62, homogénéité.

MClis-non MClis :

x^2 (F, G) = 18,52, inhomogénéité hautement significative.

Ainsi, on retiendra les mouvements, différentiels suivants (fig. 111), sachant que toutes les formes connaissent une évolution globale :

- les marmites à pastilles régressent continuellement et disparaissent ;
- les marmites à languettes ont deux paliers homogènes en dégression, puis disparaissent ;
- les jarres à cordon sont relativement stables jusqu'en E (deux paliers), puis régressent fortement ;
- les jarres à mamelons subissent une très forte oscillation continue centrée au milieu de la séquence, mais réaugmentent entre F et G, en étant donc particulièrement opposées aux influences cordées ;
- les jarres à cordon impressionné n'apparaissent qu'en B, progressent légèrement par deux paliers d'homogénéité jusqu'en E, puis régressent jusqu'à disparaître ;
- les marmites à col impressionné sont relativement stables, puisqu'elles ne baissent, avec un faible palier, qu'en F-G ;

- les marmites à col cordées, stables et très mineures en B-C-D, subissent une forte oscillation centrée sur F. Elles ne peuvent donc caractériser un phénomène culturel que dans les couches E et F ;
- l'Einstichverziertekeramik n'apparaît qu'en E, suit la montée du cordé, puis se stabilise ;
- Enfin, les marmites à col lisses n'apparaissent qu'en fin de séquence.

On a donc 4 formes de mouvements, des dégressions continues, des oscillations positives centrées sur le milieu de la séquence, des progressions centrées sur F, et une apparition en G. Autrement dit, de manière théorique, on assiste parallèlement aux déclins successifs et décalés des modes décoratives pastilles, languettes, cordons, à la montée puis à la stabilisation ou la régression de formes particulièrement en vogue dans cette séquence, les profils en tonneau ou en S à mamelons ou impressions, à l'apparition tardive puis au déclin immédiat d'un décor très particulier, le cordé, et enfin à l'apparition de deux nouveaux types d'avant-garde qui vont continuer à se développer postérieurement à la séquence, puisque l'Einstichverziertekeramik et les cols lisses vont se retrouver dans le Bronze ancien du garage Martin.

Les distances du chi-deux entre les couches donnent la matrice :

	A	B	C	D	E	F	G
A	0	1,587	2,273	2,602	2,579	2,872	2,877
B		0	0,821	1,282	1,252	1,925	1,939
C			0	0,695	0,810	1,609	1,611
D				0	0,491	1,535	1,564
E					0	1,210	1,568
F						0	1,306
G							0

et d(A, L) = 1,57

D'où, en réduisant par l'ultramétrique supérieure minimale :

d (D+E, C) = 0,745

d (C+D+E, B) = 1,028

d (F, G) = 1,306

d (F+G, B+C+D+E) = 1,312

d (A+L, B+C+D+E+F+G) = 2,383.

Ces distances montrent bien que les mouvements sont progressifs et continus, car, depuis chaque couche, elles augmentent en même temps que l'éloignement stratigraphique. La diagonale de la première matrice donne d'autre part une bonne échelle stratigraphique regroupant B, C, D et E (d inférieurs à 1,00) et isolant bien A, F et G. Le dendrogramme obtenu (fig. 112) est particulièrement clair. Bien que le seuil

d'homogénéité soit très bas à cause du continuum évolutif, on peut rapprocher les ensembles B, C, D et E, qui doivent participer du même dynamisme évolutif, des mêmes contraintes de mode ou d'artisanat, avec un sommet ou un point d'équilibre en D-E. F et G sont assez éloignés mais semblent résulter d'un tout nouveau dynamisme. Enfin, l'ensemble A se rapproche du Lüscherz du garage Martin, dont on sait par la sédimentologie qu'il lui est antérieur, et se trouve isolé par rapport au reste de la séquence. Les définitions culturelles devraient donc tenir compte de cette tripartition A-BCDE-FG, tout en étant nuancées par le caractère progressif des mouvements.

E. L'INDUSTRIE LITHIQUE.

On dispose des données suivantes (1) :

		A+B	C+D	E+F+G	TOTAL
Racloirs simples	R	34	55	52	141
Pointes simples	P	9	5	9	23
Grattoirs simples	G	4	6	4	14
Denticulés	D	0	1	2	3
Abrupts	A	0	5	3	8
Pointes et racloirs foliacés	F12	4	18	13	35
Armatures foliacées	F3	4	18	16	38
Pièces écaillées	E	4	8	6	18
Burins	B	1	1	1	3
Surélevés	SE	0	3	0	3
Total (2)		60	120	106	286
Outils et Eclats retouchés		56	128	115	299
Eclats bruts		28	102	127	257
Nucléi		7	13	14	34
Total (3)		91	243	256	590

(1) Les silex d'Yverdon ont fait l'objet de trois analyses différentes : en 1977, M. Uerpmann en publiait une étude morphométrique et en "clusters analysis" très détaillée, mais dans laquelle la structure évolutive des pièces "banales" à retouche simple comme les racloirs ou les grattoirs n'était guère prise en compte. En 1979, L. Picard refaisait une analyse qualitative des armatures et du débitage, en comparant ces deux critères aux industries de Morges-la Poudrière et d'Yvonand. Mais les données que j'utilise ici proviennent d'une troisième analyse faite par J. Vital, L. Picard et moi-même sur l'ensemble de l'outillage, en regroupant malheureusement certaines couches à cause de trop faibles effectifs.

(2) Les éclats à retouche liminale sont décomptés dans les racloirs simples.

(3) D'après L. Picard (1979, p. 61), qui ne considère pas comme outil la retouche liminale.

La structure modale des silex se répartit donc ainsi :

	YVONAND 4				YVERDON, Av. des Sports			
	8	6	4	TOT	A+B	C+D	E+F+G	TOT
S	31	15	22	68	47	67	67	181
A	7	12	11	30	0	5	3	8
P	12	11	5	28	8	36	29	73
E	3	4	3	10	4	8	6	18
B	0	1	0	1	1	1	1	3
SE	0	0	0	0	0	3	0	3
Total	53	43	41	137	60	120	106	286

L'industrie lithique d'Yverdon est caractérisée par une domination constante des racloirs simples, comme le montrent les séquences structurales des principaux groupes (ruptures selon le critère du Khi-deux) :

AB : R /// P E = F12 = F3 = G B (SE = D = A).
CD : R /// F12 = F3 E G P = A SE (B = D)
EFG : R /// F3 F12 P E G A D B (SE)

La répartition d'ensemble du tableau 3x7, AB, CD, EFG / B+E+SE, F12, F13, R, P, G, D+A, avec x^2 = 16,85 pour ddl = 12, est tout-à-fait homogène, tout comme celle des modes (x^2 = 11,03 pour ddl = 6, avec réserve). Mais les sommes des écarts quadratiques réduits montre la disparité de AB, due surtout à l'écart des pointes simples, majeures, qui vont passer de 15 à 4,2 %. Dans la structure modale, le test du Khi-deux met en évidence entre AB et CD deux mouvements opposés : une baisse des simples, les racloirs perdant également 10 points ; et une hausse des plans, dont les deux groupes deviennent majeurs (x^2 = 8,72 et x^2 = 6,02 pour le test de la complémentarité), et chez lesquels la morphologie de la retouche et la technique reste très homogène. La classe des armatures, qui passe de 64 à 77 % des plans entre CD et EFG, est marquée malgré une typométrie homogène, par une forte progression des troncatures et des armatures à pédoncules et ailerons (APA), qui n'apparaissent qu'en E et deviennent majeures. On obtient donc les tableaux structuraux des fréquences suivants, en % :

	AB		CD		EFG
R	57,0	Aléatoire	45,8	Aléatoire	49,1
P	15,0	Dégression très significative	4,2	Aléatoire	8,5
G	6,7	Aléatoire	5,0	Aléatoire	3,8
D	0	Aléatoire	0,8	Aléatoire	1,9
Total Simples	78,3	Dégression très significative	55,8	Aléatoire	63,2

et

	AB		CD		EFG
A+LD	0	Stabilité	4,2	Stabilité	2,8
F12	6,7	Progression	15,0	Stabilité mais progression des T et des APA	12,3
F3	6,7	significative	15,0		13,3
E	6,7	Stabilité	6,7	Stabilité	5,7
B	1,7	Stabilité	0,8	Stabilité	0,9
SE	0	Stabilité	2,5	Stabilité	2,5

La technique de débitage (Picard 1979) est légèrement plus grossière en AB, et suivie d'une diminution des écarts-types et une progression importante des éclats bruts, deux indications d'un débitage plus précis. L'entropie Hr calculée au niveau des modes donne : AB 0,396 - CD 0,664 et EFG 0, 532, montrant la très forte spécialisation des simples en AB, alors que l'industrie d'Yvonand, avec au total 22 % d'A, 20 % de P et 7 % d'E, est beaucoup plus équilibrée (Hr = 0,603 - 0,770 - 0,633. Il en est de même au niveau des groupes, avec 0,583 - 0,706 - 0,678 pour Yverdon et 0,750 - 0,896 - 0,826 pour Yvonand, où les grattoirs et les lames à dos indiquent une utilisation beaucoup plus grande du module laminaire, de tradition Néolithique moyen.

Les distances du khi-deux calculées sur les groupes donnent :

d (AB, CD) = 0,648,
d (CD, EFG) = 0,336,
d (AB, EFG) = 0,479,
et d (AB, CDEFG) = 0,550, et, par rapport à Yvonand :
d (CD, EFG) = 0,370,
d (8, CDEFG) = 0,495,
d (8 + CDEFG, AB) = 0,575,
d (6, 4) = 0,660,
et d (6+4, 8 + ABCDEFG) = 1,072.

Les dendrogrammes (fig. 113) montrent l'oscillation de la qualité du débitage, meilleure en 8 et au Néolithique final, l'originalité de l'ensemble AB très spécialisé, et l'isolement du Lüscherz d'Yvonand, où les Abrupts dominent.