

L'ÉTUDE DES HYPOPLASIES LINÉAIRES DE L'ÉMAIL ET LA CARACTÉRISATION DE L'ÉLEVAGE PORCIN AU MOYEN ÂGE SUR LES SITES DE BOVES (SOMME) ET DE VINCENNES (VAL-DE-MARNE)

Benoît CLAVEL & Sébastien SICARD *

Les pathologies du squelette et des dents présentent souvent des corrélations avec l'état de santé et les conditions de vie animales. L'hypoplasie linéaire de l'émail (LEH, *Linear Enamel Hypoplasia*) correspond à une insuffisance ponctuelle du développement en épaisseur de l'émail au cours de la formation de la couronne dentaire. Elle se traduit par la présence de lignes ou de rainures à la surface de la couronne. Ces lignes résultent d'une suspension de la synthèse de l'émail par les ameloblastes (1) qui sont très sensibles aux variations physiologiques.

La formation des couronnes des molaires étant parallèle à la croissance de l'animal et l'émail n'étant pas remanié par la suite (au contraire des os), l'étude des lignes LEH permet de déterminer des phases de stress physiologiques durant la période de développement de l'animal.

Les stress physiologiques sont souvent de nature nutritionnelle (désordres nutritionnels isolés, récurrents ou chroniques) ou infectieuse. Ces périodes de stress sont donc à mettre en relation avec une dégradation du régime alimentaire et/ou des conditions sanitaires.

Les études de ligne LEH permettent de mesurer l'influence des conditions environnementales et des pratiques d'élevage sur les porcs au Moyen Âge.

Les travaux sur les hypoplasies linéaires de l'émail (LEH), traditionnellement appliqués aux humains et aux primates, ont été élargis aux dents de porcs en 1998 par Keith Dobney & Anton Ervynck. Après avoir développé un protocole adapté à la mesure et à l'enregistrement des lignes LEH (ERVYNCK & DOBNEY 1998), ils proposèrent des modèles d'interprétation fondés sur la fréquence d'apparition de ces lignes (ERVYNCK & DOBNEY 1999) ainsi que sur la chronologie de croissance de l'émail sur les couronnes des molaires (ERVYNCK & DOBNEY 2000).

1- Améloblaste : La périphérie de la dent est faite d'émail au niveau de la couronne et de cément au niveau des racines. Les améloblastes sont des cellules qui produisent de l'émail (substance la plus dure de l'organisme) et le dépose à la surface de la dent en cours de développement, pendant la vie intra-utérine.

Leur première étude révéla la fréquence de LEH et montra qu'elle n'était pas due au hasard. Dans une seconde étude, ils montrèrent que la fréquence d'apparition des lignes LEH permettait de comparer les conditions d'élevage entre sites. Des modèles clairs, développés lors de la troisième étude, établissent des liens entre la chronologie de développement de la dent et les cycles de vie saisonniers des premiers porcs domestiques :

- la naissance et le sevrage sont responsables des deux discrètes augmentations perçues dans la distribution de fréquence des hauteurs des lignes LEH enregistrées sur la première molaire (M1)

- un stress similaire, lié au premier hiver de l'animal (sous nutrition temporaire et conditions climatiques difficiles) serait la cause d'une augmentation de fréquence d'une ligne LEH sur la seconde molaire (M2)

- enfin, il est proposé que le deuxième hiver influe sur la troisième molaire (M3).

Nos analyses se basent sur ces conclusions ; nous en rappellerons brièvement le protocole utilisé. Puis les résultats obtenus à partir de l'étude de restes dentaires des sites médiévaux de Boves (Somme) et de Vincennes (Val-de-Marne) seront présentés et interprétés.

PROTOCOLE ET MÉTHODOLOGIE

OÙ OBSERVER LES LIGNES LEH ?

Toutes les dents, quelles soient issues des rangées dentaires ou isolées, peuvent être examinées mais, en raison du temps imparti, seules les molaires permanentes de la mandibule ont été sélectionnées pour l'observation des lignes LEH.

L'étude se limite aux molaires permanentes qui présentent un développement synchrone à la croissance de l'animal sur une longue période et sans interruption ;

- la couronne de la molaire 1 (M1) des porcs commence à sa formation *in utero* et la termine vers le 2^e ou 3^e mois ;

- celle de la molaire 2 (M2) commence au 3^e mois et est achevée aux alentours du 11^e mois ;

- celle de la molaire 3 (M3) débute à partir du 6^e mois et continue jusqu'au 24^e mois ou plus.

La prémolaire déciduale dp4c (en raison des possibles différences dans la formation de l'émail sur les dents déciduales et permanentes) et la prémolaire P4 (puisque sa période de développement est superposée à celle de M2) sont exclues de l'étude. Enfin, seules les molaires sont en nombre suffisant pour valider statistiquement les résultats.

Il faut aussi envisager la latéralisation des mandibule examinées. Si le squelette du porc est complet l'investigation porte seulement sur une héli-arcade. Dans le cas de rejets alimentaires riches en restes de porc il y a une faible probabilité d'avoir la présence simultanée d'éléments pairs du squelette. On analyse alors des dents issues à la fois des mandibules droites et gauches.

Une fois les molaires sélectionnées, on observe la face linguale de la dent pour laquelle la surface de la couronne est la plus grande et la plus plate, et où les lignes LEH sont plus écartées et donc plus facilement détectables. Les surfaces mésiale et distale ne sont pas visibles quand les dents sont encore en place sur la mâchoire.

Lorsque l'on connaît la latéralisation de la dent, les couronnes permanentes peuvent être facilement séparées en cuspides antérieures (A) et postérieures (B), dans le cas de M1 et M2 et en cuspides antérieures (A), moyenne (B) et postérieure (C) dans le cas de M3.

Comme chaque cuspide se développe indépendamment et que les cuspides postérieures se développent plus tardivement que les antérieures, des différences dans la position des lignes LEH entre cuspide d'une même dent peuvent apparaître. Il est donc recommandé d'enregistrer les données LEH issues de chaque cuspide.

COMMENT OBSERVER LES LIGNES LEH ?

La présence de lignes ou de rainures, plus ou moins larges et profondes, parallèles à la jonction cément-émail sur toute la largeur de la couronne, caractérise l'hypoplasie linéaire de l'émail.

On peut ainsi observer des dépressions (fig. 1), de profondeur variable, à bords arrondis, le plus souvent présentes sur le tiers inférieur de la couronne de M1 et/ou de M2.

La ligne hypoplasique peut aussi se manifester par une rainure nettement plus marquée présentant des rebords nets (fig. 2).

Plusieurs anomalies sont souvent présentes sur la même couronne (fig. 3). Elles sont même disposées en massifs de lignes ou de rainures étroitement agencées. Dans cette éventualité toutes les lignes hypoplasiques doivent être notées séparément.



Fig. 1 - Hypoplasie caractérisée par une dépression - Boves, US. 13474 (cliché Sébastien SICARD).

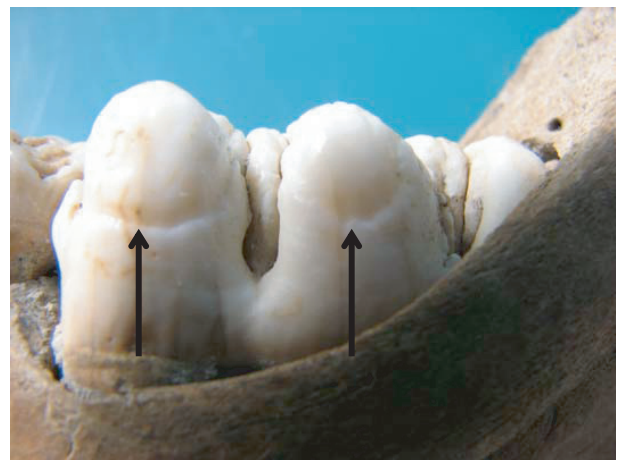


Fig. 2 - Hypoplasie caractérisée par une rainure marquée - Boves, US. 11377 (cliché Sébastien SICARD).

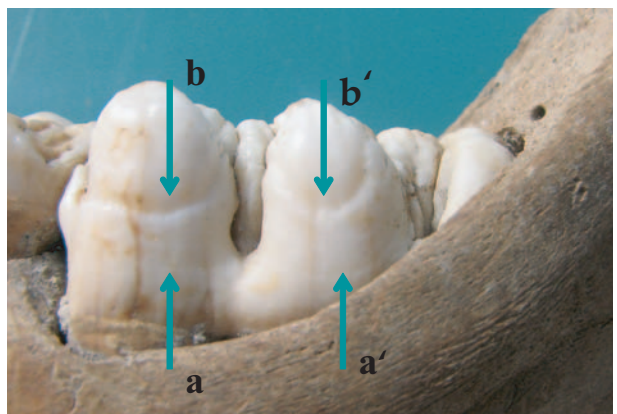


Fig. 3 - Présence de plusieurs marques hypoplasiques sur la même couronne. Sur chaque cuspide, on observe une ligne (a, a') et une rainure (b, b') - Boves, US. 11377 (cliché Sébastien SICARD).

Les LEH sont difficilement confondus avec d'autres phénomènes affectant les dents, sauf dans les cas de trous perforants la surface émaillée (fig. 4). À moins qu'elles ne soient nombreuses et agencées en mode linéaire, ces dépressions isolées ne doivent pas être enregistrées comme LEH.

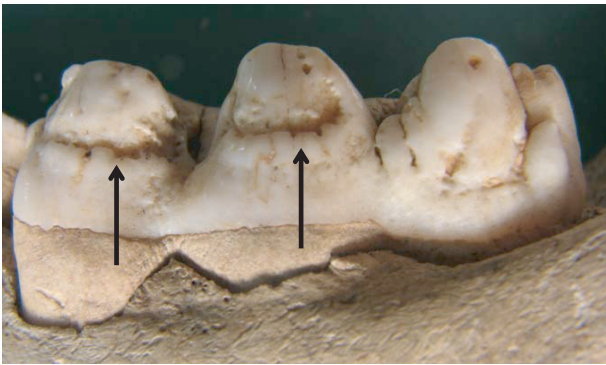


Fig. 4 - Présence de trous perforants la surface émaillée. Ici, les trous se rejoignent et forment des rainures considérées comme des lignes LEH - Vincennes, U.S. 31198 Galerie Technique (cliché Sébastien SICARD).

Après avoir repéré les anomalies, celles-ci sont classées selon leur importance (fig. 5) : insignifiante (*slight* : s) , modérée (*moderate* : m) et marquée (*gross* : g).

Pour mieux repérer les lignes et les rainures, l'utilisation d'une source lumineuse intense et tangente à la surface observée est indispensable. Cela permet de révéler, au mieux, la topographie de la surface de la couronne dentaire d'autant que les dents ont, la plupart du temps, été soumises à une usure intense. C'est l'usure normale due à la mastication et aux frottements de la langue qui peut estomper partiellement les indices. Certaines lignes ne seront donc probablement pas repérées pour cette raison.

COMMENT MESURER ET ENREGISTRER LES LIGNES LEH ?

La position de la ligne hypoplasique sur la couronne est déterminée par la distance rainure - « jonction cément/émail », selon un axe perpendiculaire à la mandibule (fig. 6).

Pour enregistrer cette hauteur, on mesure, lorsqu'il s'agit d'une ligne, à partir de son point le plus bas. Dans le cas d'une rainure, la prise de mesure s'effectue à partir du milieu de la rainure au niveau le plus bas. Les mesures ont été réalisées à l'aide d'un pied à coulisse de 0,05 mm de précision.

FAUT-IL ENREGISTRER TOUTES LES ANOMALIES ?

On considère aussi le stade d'éruption et le stade d'usure de la dent. En effet, lors de l'observation, une dent non complètement sortie peut porter des lignes LEH non visibles (la ligne LEH est dans la partie non sortie de la couronne, sous l'arcade mandibulaire) ou non mesurables (la jonction cément-émail est sous l'arcade mandibulaire). De plus, la ligne peut être effacée par l'usure occlusale de la dent et n'apparaît donc pas.



Insignifiante. Boves U.S. 11377.



Modérée. Boves U.S. 11377.



Marquée. Vincennes La Galerie Technique. U.S. 31198.

Fig. 5 - Les trois niveaux de gravité de l'hypoplasie linéaire de l'émail (clichés Sébastien SICARD).

Lorsque l'on a affaire à des populations de même profil d'âge, ces biais n'entravent pas l'analyse. Les usures et les éruptions sont en effet similaires et la comparaison est donc possible. Par exemple, lorsqu'il s'agit de populations « jeunes », l'enregistrement des lignes LEH sur les dents non sorties (M3) n'est pas possible mais la comparaison par observation des anomalies peut être réalisée sur

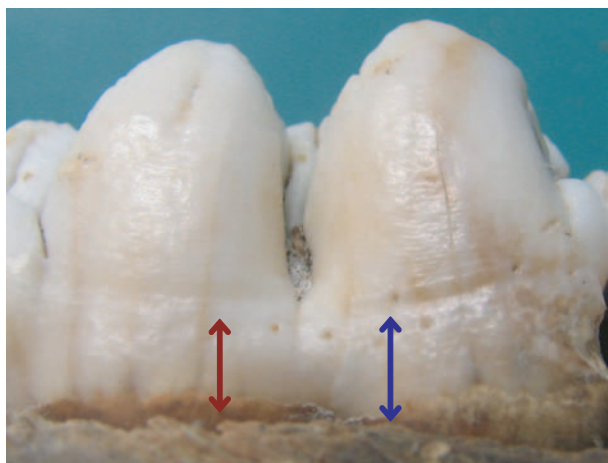


Fig. 6 - Enregistrement des lignes LEH. Les hauteurs mesurées sont représentées par les flèches. Boves, US. 11377 (cliché Sébastien SICARD).

les deux premières molaires. Dans le cas contraire, la différence d'âge devra être prise en compte lors de l'interprétation des écarts de fréquence en ligne LEH entre populations. En effet, il suffit qu'un type de dent présente plus de lignes LEH qu'un autre et toute différence entre population pourra être faussée. Ainsi, en supposant que les molaires 3 présentent plus de lignes LEH que les molaires 1 et 2, les populations âgées présenteront une fréquence globale en ligne LEH *a priori* supérieure à celle des populations dites jeunes. Toutefois, les molaires 1 et 2 des populations dites vieilles sont usées, voire très usées (disparition totale de la couronne), et les hypothétiques lignes LEH ne sont pas alors enregistrées. Pour ces deux raisons, les comparaisons entre populations d'âges différents peuvent être compromises.

Enfin, à ce stade de l'observation, on peut relever les anomalies, pathologies ou préservations inhabituelles puisqu'elles peuvent aussi gêner les

observations de LEH. Nous avons exclu de l'analyse les dents concernées par ce genre de problèmes pour ne pas fausser l'interprétation. Les mesures sont enregistrées dans un tableau.

PRÉSENTATION DES SITES ET DU MATÉRIEL

LES SITES ÉTUDIÉS

Le matériel étudié est issu de deux sites médiévaux du Nord de la France : Boves dans la Somme et Vincennes dans le Val-de-Marne.

Le site castral de Boves (Somme)

Boves, situé à quelques kilomètres au sud-est d'Amiens, fait l'objet depuis plusieurs années de fouilles programmées menées par Philippe Racinet (*Université de Picardie*). Bâtie sur un promontoire de type éperon qui domine la Noye et l'Avre, protégée par une autre vallée encaissée qui la sépare des plaines de l'ouest, entourée d'escarpements et de fossés larges et profonds, la forteresse de Boves est un château sur motte dans une enceinte ovale orientée est-ouest (RACINET 1996 & 2002). Elle appartenait, au Moyen Âge, à l'une des plus puissantes familles picardes, tige des Coucy, qui chercha un temps à s'imposer à la cité voisine d'Amiens. Les fouilles, qui se poursuivent actuellement, concernent le complexe castral dans son ensemble.

Ce site castral de Boves a livré de très nombreux ossements animaux bien conservés. Ces restes proviennent de plusieurs horizons stratigraphiques. On peut ainsi évaluer à environ quatre tonnes la masse d'ossements recueillis sur l'ensemble du site, ce qui est tout à fait considérable. Il s'agit de l'ensemble stratifié du Moyen Âge le plus riche de toute la région nord. Il a été décidé, dès le début, de prélever un maximum de sédiments (pour l'étude de

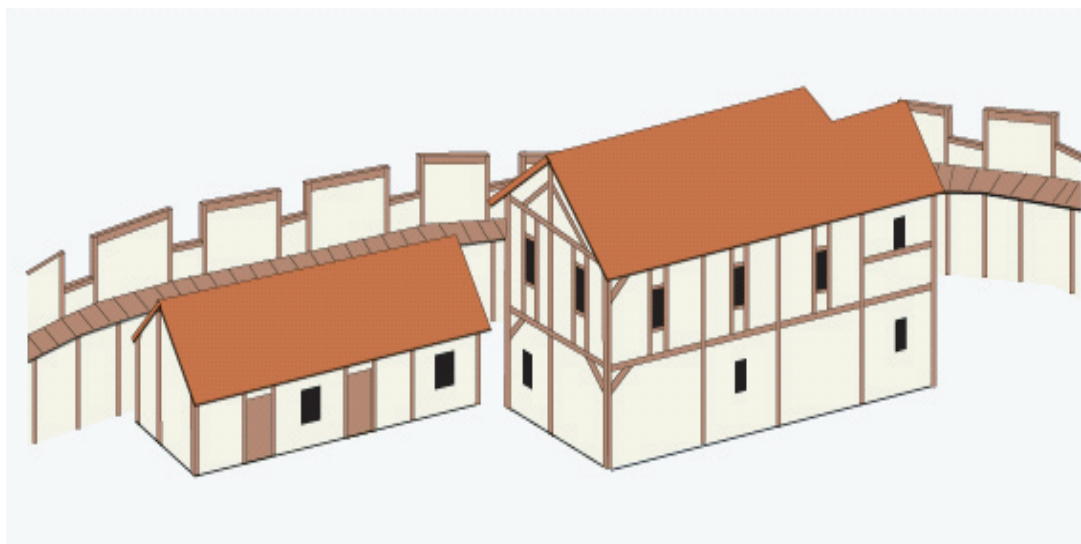


Fig. 7 - Essai de reconstitution du bâtiment principal de la phase 2 (X^e siècle, Boves, Somme, croquis D. BARZ).

l'ichtyofaune) et, parallèlement, d'analyser le plus d'ossements possibles collectés à la main lors de la fouille. Il a été décidé d'étudier les mandibules de quatre phases différentes (de la phase 2 à la phase 5) pour vérifier l'existence ou non d'une évolution des conditions de l'élevage porcin dans un tel milieu.

La phase 2 est datée du X^e siècle (fig. 7), la phase 3 s'étend de la fin du X^e jusqu'au milieu XII^e siècle, la phase 4 de la moitié du XII^e siècle jusqu'au XIV^e siècle et enfin la phase 5 du XV^e siècle jusqu'à la fin du XVI^e siècle.

Le château de Vincennes (Val-de-Marne)

C'est à la fin de 1989 qu'un programme de fouille du château de Vincennes a été élaboré. Il s'inscrit au sein d'une vaste entreprise de restauration et d'animation du site décidée en 1988 par les ministères de la Culture et de la Défense (CHAPELOT 2003). Les fouilles ont été entreprises dans le secteur nord-est de l'enceinte, emplacement de l'ancien manoir capétien primitif. Elles ont permis la mise au jour de nombreux contextes d'occupations ainsi que d'un vaste dépotoir, pour lequel plus de 13 000 restes ont été analysés (1). C'est de ce contexte, daté du XIV^e siècle, que proviennent les 44 mandibules de porcs qui font l'objet, pour partie, de cette étude. Cet ensemble et celui de la phase 4 de Boves, contemporain, sont donc directement comparables.

L'ÉTAT DU MATÉRIEL

Dans l'ensemble, l'état de conservation des os et des dents est très bon. Les altérations physico-chimiques imputables au milieu d'enfouissement sont peu prononcées. L'état de conservation est homogène pour les différents ensembles, ce qui confère au *corpus* une bonne cohésion. Des

dégradations dues aux carnivores ont été observées mais affectent très peu d'éléments osseux. Les os présentent toutes les caractéristiques de rejets alimentaires comme l'indiquent leur état de fragmentation ou les traces de découpe de boucherie. L'étude a été menée à partir d'un *corpus* de plus de 900 molaires représentant près de 650 individus (tab. I).

RÉSULTATS ET DISCUSSION

PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Les premiers résultats obtenus sont les pourcentages de spécimens ou de molaires présentant des lignes LEH. Ces pourcentages sont assez élevés pour l'ensemble des échantillons et présentent une amplitude entre sites non négligeable (tab. I et fig. 8). On remarque une gradation quasi similaire lorsque l'on considère le pourcentage de spécimens, et le pourcentage de molaires, présentant des lignes LEH. Ainsi, pour le site de Boves, le pourcentage de spécimens présentant des lignes LEH décroît au cours du temps, de la phase 2 à la phase 5. Lorsque l'on considère les molaires, on observe une légère augmentation du pourcentage entre les phases 2 et 3, puis la même décroissance que dans le cas du pourcentage de spécimens présentant des lignes LEH.

Pour le site de Vincennes, les pourcentages de spécimens ou de molaires présentant des lignes LEH sont inférieurs à ceux observés pour les différentes phases du site de Boves.

Cette gradation peut donc être un premier élément de différenciation entre les sites ou les phases mais elle est insuffisante pour une comparaison intéressante.

Site (phase)	N° d'individus	N° de molaires	N° de lignes LEH enregistrées	% d'individus présentant des lignes LEH	% de molaires présentant des lignes LEH
Boves (2)	127	192	178	77,17 %	46,88 %
Boves (3)	234	319	314	76,92 %	48,59 %
Boves (4)	182	244	240	73,63 %	47,13 %
Boves (5)	59	89	69	67,80 %	42,70 %
Vincennes	44	69	46	59,09 %	34,78 %
Total	646	913	873	73,89 %	46,22 %

Tab. I - Inventaire du matériel étudié.

1 - CLAVEL Benoît (inédit) - Quelques données préliminaires sur l'approvisionnement carnée au XIV^e siècle d'après les restes osseux animaux découverts à Vincennes.

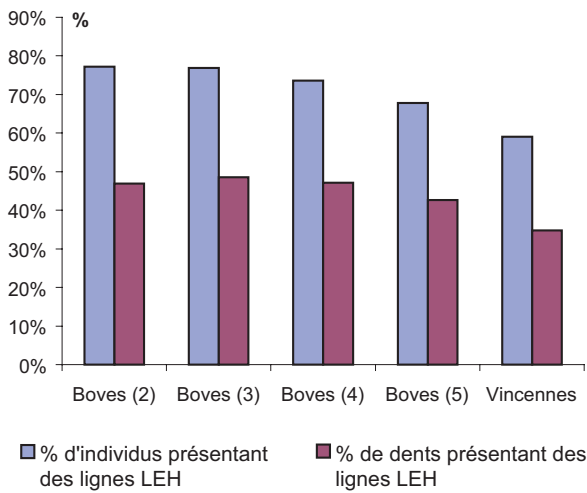


Fig. 8 - Pourcentages de spécimens et de molaires présentant des lignes LEH

L'HYPOPLASIE LINÉAIRE DE L'ÉMAIL INDICATEUR DES CONDITIONS D'ÉLEVAGE

Calcul de la fréquence de LEH

L'estimation de la fréquence de LEH dans une population prend en compte la fréquence des dents présentant cette anomalie (tab. I).

Cette approche annule les effets de la fragmentation des mandibules mais souffre encore des biais possibles dus aux variations d'âges des différentes populations étudiées. Puisque les lignes hypoplasiques sont causées par des stress physiologiques variés, la probabilité de ce défaut n'est pas la même selon les dents (en raison d'une croissance différentielle entre les dents) et diffère selon l'âge moyen de la population. Ainsi cette probabilité sera différente entre des populations comportant une majorité d'individus jeunes et des populations comportant des individus plus vieux.

Ici, les courbes d'abattages estimées pour les différentes phases du site de Boves et pour le site de Vincennes présentent des similitudes (fig. 9 et 10) :

- les phases 2 et 3 de Boves présentent un abattage majoritaire vers 7-9 mois ;
- aux phases 4 et 5 de Boves, on constate deux pics d'abattage : le premier vers 7-9 mois, le second vers 13-15 mois ;
- sur le site de Vincennes l'abattage est plus tardif mais la technique d'estimation de l'âge (par épiphysation) limite la précision.

Les porcs sont donc abattus jeunes, ce qui explique le faible nombre de M3 observées (ces molaires ne sont pas encore sorties, tab. II). Nos populations sont globalement de même âge et la comparaison est ainsi facilitée.

Fig. 9 - Histogrammes d'abattage des porcs du site de Boves d'après les données dentaires. Les phases 2A et 2B sont des sous-divisions de la phase 2



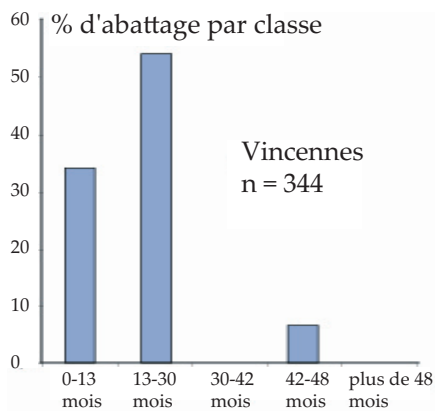


Fig. 10 - Histogramme d'abattage des porcs du site de Vincennes d'après les stades d'épiphyse des os.

On évalue alors la fréquence des cuspides présentant des lignes LEH par dents et par cuspidé (fig. 12). De plus, on ne prend pas uniquement en compte la présence (ou l'absence) de LEH mais on inventorie aussi leur effectif (fig. 13).

Les similitudes observées entre sites et/ou phases indiquent que la présence de LEH n'est pas un événement aléatoire. Nous pouvons donc établir des modèles significatifs à partir de ces données.

Les valeurs obtenues présentent des différences entre les dents. Il apparaît clairement que la seconde molaire (M2) présente plus de lignes hypoplasiques (LEH) que la première (M1, fig. 11 et 12).

De plus, si l'on considère la deuxième (M2) et la troisième molaire (M3), on remarque que la fréquence d'apparition des lignes LEH accuse encore des différences significatives entre les cuspidés d'une même dent. Les différences entre cuspidés, encore plus marquées pour la M3, sont dues à des problèmes d'observations, puisque nous avons affaire à des populations jeunes. En effet, la M3 est souvent absente et, lorsque ce n'est pas le cas, c'est la jonction ciment-émail qui n'est pas toujours observable, notamment sur la cuspidé C où elle est cachée par la branche ascendante de la mandibule. Le faible nombre de troisièmes molaires (M3) observées par site et/ou par phase (tab. II) va entraîner l'exclusion de cette dent de l'étude.

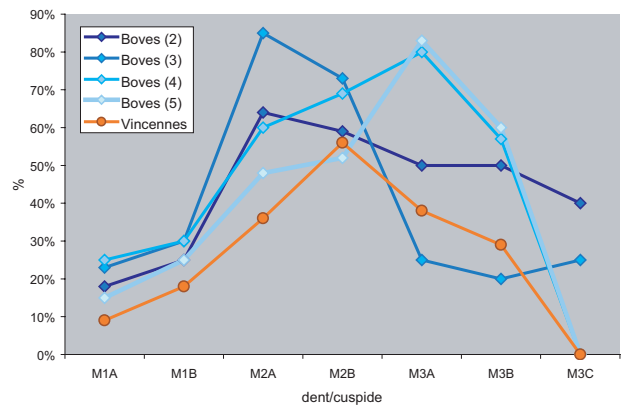


Fig. 11 - Fréquence des cuspidés présentant des lignes LEH pour les sites de Boves et Vincennes.

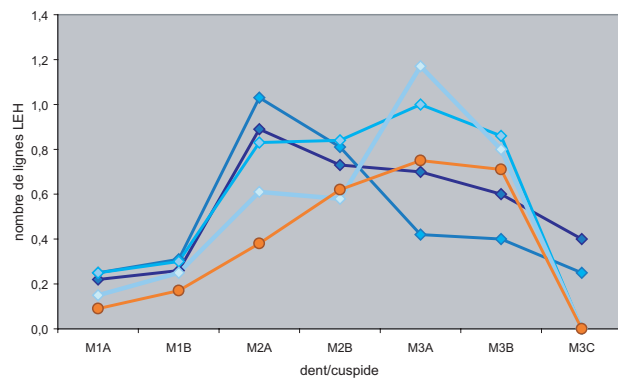


Fig. 12 - Nombre moyen de ligne LEH par cuspidé pour les sites de Boves et Vincennes.

Cette comparaison entre sites et/ou phases doit être associée aux caractéristiques de développement de la couronne dentaire et aux problèmes d'observation des cuspidés. Un indice est donc mis en place afin de permettre l'évaluation simultanée de toutes les observations. Cet indice permet d'ajuster les données pour comparer les écarts globaux entre chaque échantillon de l'étude. Pour chaque site, l'ajustement est atteint en divisant le nombre moyen de lignes LEH (par dent et par cuspidé) d'une population par le nombre moyen de lignes LEH (par dent et par cuspidé) calculé pour tous les sites. On obtient le nombre moyen relatif pour chaque cuspidé de chaque site (ou phase). L'indice (ERVYNCK

Site (phase)	M1	M2	M3A	M3B	M3C
Boves (2)	116	66	10	10	5
Boves (3)	204	103	12	10	4
Boves (4)	148	86	10	7	2
Boves (5)	52	31	6	5	2
Vincennes	35	26	8	7	2
Total	555	312	46	39	15

Tab. II - Inventaire des molaires étudiées sur les sites de Boves et Vincennes. Les données en rouge (< 30) sont considérées comme statistiquement irrecevables.

& DOBNEY 1999) est égal à la moyenne des nombres moyens relatifs (de lignes LEH par cuspides) de toutes les cuspides de l'échantillon (c'est-à-dire ici les cuspides de M1 et de M2).

$$\text{Indice}_{(\text{site A})} = \text{Moyenne} \left(\frac{N(\text{dent x, cuspide y}) (\text{site A})}{N(\text{dent x, cuspide y}) (\text{tous sites})} \right)$$

$$\text{Avec } N = \left(\frac{\text{Nombre de LEH observés}}{\text{Nombres de spécimens obs}} \right)$$

Cet indice permet la comparaison de la fréquence globale en lignes LEH pour un site avec celle calculée pour tous les sites (qui est nécessairement égal à 1). La déviation standard de la moyenne calculée par site décrit la variation entre cuspides à l'intérieur de chaque site (fig. 13).

Conditions d'élevage et relation à l'environnement

L'indice présente des différences statistiquement significatives entre les différents sites (ou phases). On constate que les phases 2, 3 et 4 du site de Boves présentent des fréquences globales supérieures à la moyenne alors que la phase 5 de Boves et Vincennes présentent des fréquences inférieures. La fréquence globale est la plus importante en phase 3 à Boves et la plus faible à Vincennes (fig. 13).

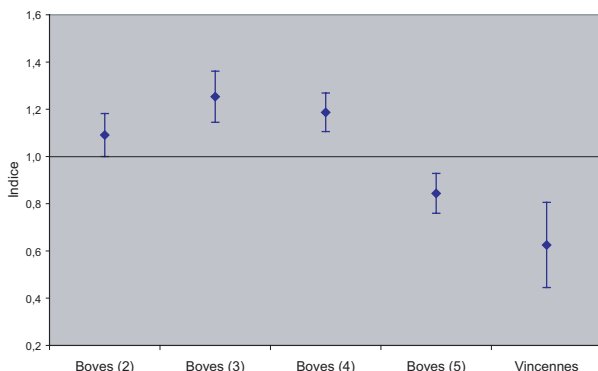


Fig. 13 - Indice de comparaison de la fréquence globale en lignes LEH pour les sites de Boves (phase) et Vincennes.

Pour faciliter l'interprétation nous confronterons tout d'abord les quatre phases du site de Boves en essayant d'interpréter l'évolution observée. Ensuite, nous comparerons la phase 4 du site de Boves au site de Vincennes en raison de leur contemporanéité (XIV^e siècle).

Boves

En admettant la corrélation entre la présence de lignes hypoplasiques et la sous-nutrition de l'animal (ERVYNCK & DOBNEY 1999, ce qui sera le cas pour l'ensemble des interprétations) on peut considérer que les porcs de la phase 2 et ceux de la phase 5

profitent de meilleures conditions de nutrition que ceux des phases 3 et 4. Y a-t-il donc détérioration des conditions d'élevage entre les phases 2 et 3, suivie d'une faible correction (phase 4) et d'une nette amélioration en phase 5 ?

Il est difficile d'imaginer que de grandes différences climatiques entre phases sur cette période de six siècles puissent être responsables de ces différences. L'explication pourrait être recherchée à un autre niveau, environnemental ou historique par exemple. La situation géographique actuelle de la forteresse de Boves, entourée par le plateau à l'ouest et au sud et par la vallée de l'Avre-Noye à l'est, suggère de grandes zones dégagées et de marais jouxtant le site. Mais qu'en était-il au Moyen Âge ? Des études paléo environnementales sont actuellement en cours à l'instar des analyses carpologiques afin mieux comprendre et restituer, à termes, cet environnement (2).

Les études archéozoologiques révèlent néanmoins la présence de poisson d'eau douce et d'avifaune aquatique (limicoles, échassiers, canards) en grande quantité. Cela semble indiquer que le seigneur de Boves et les membres de sa *familia* exploitaient les marais tout proches dès le X^e siècle (CLAVEL 2002). De la même manière, la présence de restes de gros gibiers (cervidés), dans le *corpus* issu de la phase 4, atteste de la présence d'une zone boisée dans le domaine de chasse de ces mêmes seigneurs. En effet, bien que la proportion de restes de gibiers soit faible, elle est cohérente avec les données établies par différentes études archéozoologiques de sites de la même période. La réalité quotidienne touchant la chasse des mammifères au Moyen Âge diffère de l'image que l'on peut en avoir à partir des textes. Les mammifères sauvages dans les échantillons osseux ne sont pas vraiment nombreux et les proportions observées avoisinent celles de la période précédente. Les taux ne dépassent guère 3 à 4 % des restes osseux étudiés (YVINEC 1993). Toutefois, l'importance d'un hypothétique domaine forestier n'est pas établie.

La forte fréquence de ligne LEH, suggérant des conditions défavorables de nutrition de l'élevage porcin à Boves (par comparaison avec le site de Vincennes), laisse entrevoir une faiblesse globale en zones boisées. En effet, les pratiques d'élevage d'alors dépendaient beaucoup moins de la culture que de l'exploitation des forêts : *Les bois sont cependant ce qu'il y a de meilleur, à cause des glands, des faines, des châtaignes et autres fruits sauvages grâce auxquels on leur fait prendre une bonne graisse sans qu'il l'en coûte beaucoup* (La Nouvelle Maison rustique, éd. 1768). *C'est l'ordre le plus commun, même où se*

2 - Une thèse de troisième cycle en carpologie sur le site de Boves (étude des graines) menée par S. PREISS est en cours à l'Université de Picardie Jules Verne.

trouve en abondance de pourceaux, que de leur faire paître le gland en la forest ... car de les donner à manger dans l'estable, cela ne se fait que pour petit nombre (Olivier De SERRES 1605).

Un éventuel changement de l'environnement proche du château (déforestation...) permettant d'expliquer une évolution possible des conditions de l'élevage porcin n'est qu'une hypothèse parmi d'autres. D'autres pistes peuvent être examinées comme les influences économiques et politiques intéressant le site.

Le château de Boves est un site seigneurial qui a évolué, politiquement et démographiquement, au cours des siècles.

L'habitat en bois de la phase 2 constitue une résidence aristocratique importante. Il ne fait pas de doute que cette particularité a contribué très précocement à un approvisionnement privilégié en viande porcine. L'extension du château n'en est *a priori* qu'à ses débuts, la population alentour et les occupants du lieu en ce X^e siècle est encore assez peu dense. Le milieu environnement n'a peut-être pas encore subi l'influence assez destructrice de l'homme. Les conditions d'élevage sont alors relativement bonnes (surfaces boisées peut-être plus importantes).

Par la suite, en phase 3, un château de pierre est édifié. La région est stable et la population profite du renouveau économique d'après l'An Mil. Boves semble avoir profité de cette embellie. Ce phénomène, général à l'échelle du royaume, se traduit notamment par une plus forte démographie. La population passe ainsi d'un peu plus de 6 millions de personnes au XII^e siècle à 20 millions en 1328, soit trois fois plus (Josiah COX RUSSELL 1958, cité par Fernand BRAUDEL 1990). On observe durant cette période une dégradation des conditions d'élevage. Peut-on y voir ici une modification significative de l'élevage entre les deux phases ? Modification du milieu (déforestation), concomitant d'une démographie en hausse, qui occasionnerait un changement dans la gestion locale du cheptel ? Une augmentation des surfaces culturales au détriment des zones boisées pourrait entraîner une détérioration des conditions d'alimentation animale. Quoiqu'il en soit, la mise en culture de la vallée des Aires, en contrebas du site, est attestée à l'époque médiévale avec trois fronts de défrichement : « vers le bois de Boves, vers celui de Cambos et vers le plateau nord-ouest... ». Mais aussi sur la rive droite de l'Avre où « les abords du quartier Saint-Nicolas (3) sont cultivés avec un front de défrichement vers le Bois de la Ville » (RACINET 2002).

3 - Le quartier Saint-Nicolas se situe face au château de l'autre côté de la vallée Avre-Noye.

Au cours de la phase de la phase 4 (XII^e- début XIV^e siècles), les seigneurs de Boves consolident leur puissance politique sur la région. Dans le même temps, ils fondent deux établissements religieux dans l'enceinte de la première basse-cour afin d'attirer les hommes au pied de leur château et de développer un autre pôle économique pourvoyeur de richesses. On peut penser que la pression démographique augmenta de nouveau considérablement dans la région. Le porc représente encore la principale source de nourriture carnée pour les sites seigneuriaux laïcs (4). Le château de Boves correspond bien à ce schéma avec 47 % en nombre de restes porcins, loin devant les bovins et les caprinés. Il devait ainsi y avoir probablement à cette époque une forte stimulation pour garder de grands élevages porcins, même quand cette pratique outrepassait les capacités de production de l'environnement. Toutefois, les conditions d'élevage semble être meilleures que celles de la phase 3. On peut penser que la puissance politique des seigneurs de Boves leur permettait aussi un approvisionnement en porcs sur tout le pays amiénois. L'augmentation des réquisitions sur Amiens par Enguerrand de Boves (RACINET 1996), à l'origine de la naissance de la commune d'Amiens et du renversement de ce dernier, confirme les prélèvements, sans doute brutaux et sélectifs, effectués par ce seigneur. Pourquoi ne pas attribuer avec grande prudence la diminution de l'indice à ces hypothèses qui indiqueraient des apports de bêtes de différents troupeaux de la région.

Enfin, la phase 5 (XIV^e- XVI^e siècles) présente une nette amélioration de l'élevage porcin. En effet, on voit que l'indice de comparaison de la fréquence en ligne LEH est inférieur à celui de la phase 2. Durant ces trois siècles de fonctionnement, le château est soumis aux contraintes des guerres de la fin du Moyen Âge et des épidémies (la peste noire touche la région en 1348). Nul doute que la population des environs et celle vivant dans la sphère du complexe castral a eu à souffrir de ces fléaux. La peste a touché une grande partie des hommes, des femmes et des enfants sans distinction de classes sociales. Le mouvement de la population, comme partout dans le royaume, a probablement été affecté d'une importante tendance à la baisse. On peut penser que ces nombreuses difficultés ont eu des conséquences sur l'approvisionnement. Une diminution de la demande en viande, en rapport avec une population amoindrie par exemple, aurait permis un rééquilibrage entre le nombre de porcs élevés et les capacités de production de l'environnement.

4 - L'accroissement des données concernant le milieu seigneurial a permis de préciser les caractéristiques principales de l'alimentation (abondance du porc et de la volaille, YVINEC 1997). Sur le site castral de Boves (Somme), les proportions de restes de cochons sont largement majoritaires (entre 50 % et 60 % des os pour les phases anciennes, 2 et 3) et atteste l'importance que revêt cet élevage dans un tel milieu, vers l'an mil.

Néanmoins, le caractère assez incomplet de notre corpus, pour cette phase, nous invite à rester prudent dans l'interprétation des phénomènes observés.

Vincennes

Les données historiques indiquent que les zones boisées sont abondantes autour du château de Vincennes. En effet, le bois de Vincennes était un terrain de chasse royal depuis le XI^e siècle et le premier embryon de château fut construit comme rendez-vous de chasse (sous Louis VII dit Le Jeune, 1137-1180). Philippe Auguste (1180-1223) clôtura le bois, introduisit du gibier et édifia un château, qui fut agrandi par saint Louis (1226-1270, CHAPELOT 2003). Malgré la construction de ce mur d'enceinte de 12 km on peut supposer que les cheptels porcins

pouvaient profiter de zones boisées suffisamment importantes. L'environnement offrait alors des capacités de production bien supérieures à celles du site de Boves, ce qui expliquerait la grande différence observée au niveau de l'indice (1,2 pour la phase 4 de Boves contre 0,6 pour Vincennes).

L'HYPOPLASIE LINÉAIRE DE L'ÉMAIL, MARQUEUR CHRONOLOGIQUE DE STRESS PHYSIOLOGIQUES

Pour chaque site, la distribution de la hauteur des lignes LEH pour toutes les cuspides des molaires a été étudiée. Le faible nombre de lignes LEH observées pour la phase 5 du site de Boves (tab. III), pour le site de Vincennes et pour la première molaire (cuspidé antérieure, M1A) de la phase 2 de

Site (phase)	M1A	M1B	M2A	M2B	M3A	M3B	M3C
Boves (2)	26	30	59	48	7	6	2
Boves (3)	52	63	106	83	5	4	1
Boves (4)	37	44	71	72	10	6	0
Boves (5)	8	13	19	18	7	4	0
Vincennes	3	6	10	16	6	5	0
Total	126	156	265	237	35	25	3

Tab. III - Nombre total de ligne LEH par cuspidé pour les sites de Boves et de Vincennes. Les données en rouge (< 30) sont considérées comme statistiquement irrecevables et sont exclues de l'étude de distribution des hauteurs de lignes LEH.

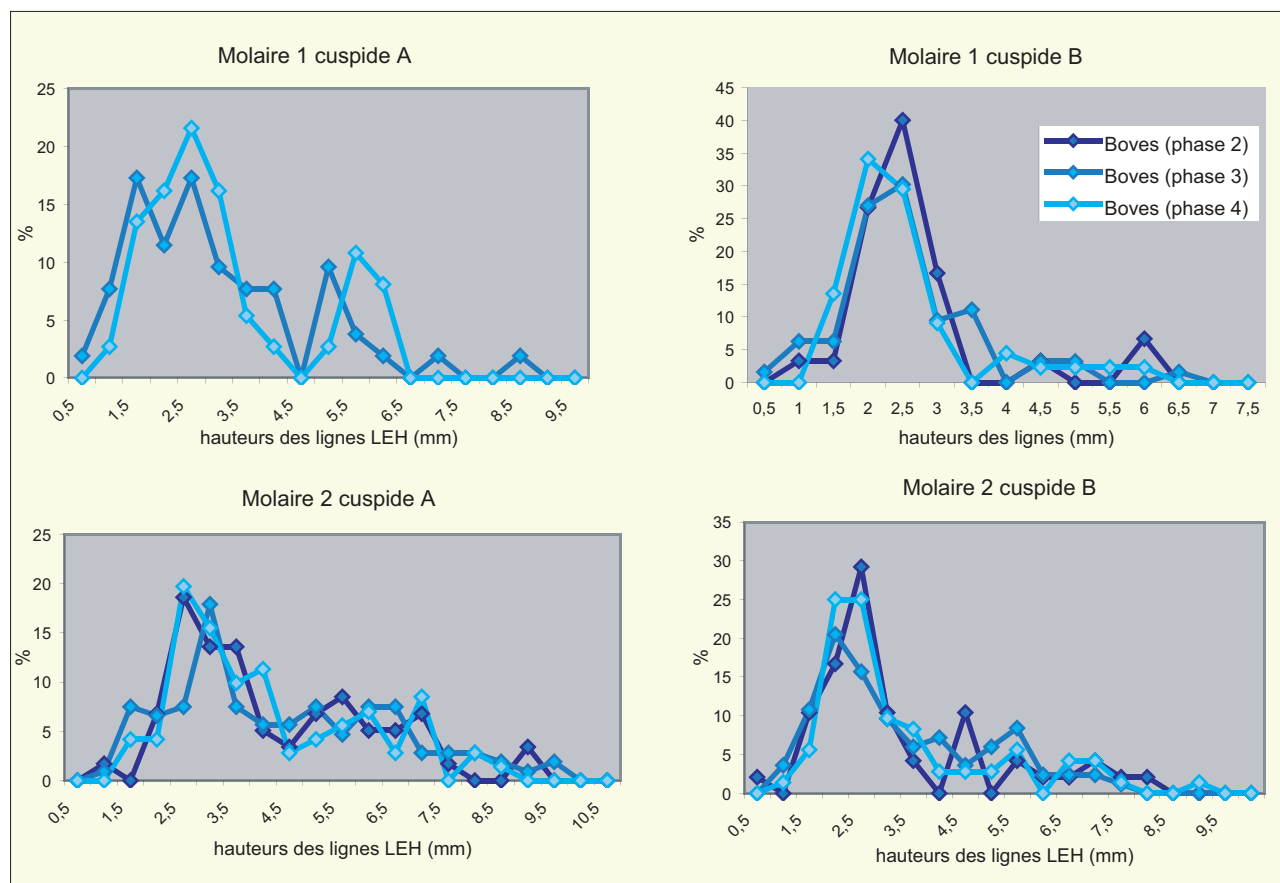


Fig. 14 - Fréquence de distribution des hauteurs des lignes LEH, pour les cuspides de M1 et M2, des phases 2, 3 et 4 du site de Boves.

Boves ne permet pas l'étude pour ces échantillons. De même, M3 est exclue en raison des problèmes méthodologiques précédemment évoqués.

Les graphiques (fig. 14) sont établis à partir des hauteurs réparties par classes de 0,5 mm. L'ensemble de ces intervalles décrit la hauteur de la couronne dentaire en partant de la jonction ciment-émail.

Un problème se pose lorsqu'on compare des populations caractérisées par des couronnes dentaires de taille différente. Afin d'apprécier ces éventuelles différences on mesure les hauteurs de couronne pour toutes les dents non usées (code Grant U a, b, et c, c'est-à-dire 6, 7 et 8) afin que la moyennes des hauteurs de couronnes soient établies pour chaque échantillon. Si les moyennes des hauteurs de couronnes ne sont pas statistiquement différentes alors la comparaison des hauteurs de lignes LEH est possible ce qui est le cas dans cette étude. Dans le cas contraire un ajustement mathématique des hauteurs des lignes LEH permet tout de même la comparaison.

Les distributions obtenues présentent des modèles clairs qui sont quasiment les mêmes pour les trois phases. Lorsque l'on considère la cuspidé A de M1, on remarque une nette augmentation de fréquence des lignes situées dans la portion inférieure de la couronne (autour de 2,5 mm de hauteur). Une seconde augmentation, moins marquée que la première, représente les lignes LEH situées dans la portion supérieure de la dent (autour de 5 mm). La distribution sur la cuspidé B est à peu près similaire bien que l'on n'observe pas d'augmentation de fréquence en lignes LEH dans la partie supérieure de la dent. L'observation des deux cuspidés de M2 indique la présence d'une seule augmentation conséquente de fréquence pour une ligne LEH située dans la portion inférieure de la dent (autour de 2,5 mm pour tous les sites). On peut, cependant, remarquer une fréquence intermédiaire en ligne LEH entre 4 et 7 mm pour M2A et entre 4 et 5,5 mm pour M2B.

On peut penser que la fréquence en lignes LEH situées dans la partie supérieure de la dent est sous-estimée en raison de l'usure occlusale. Puisque les profils d'âge des populations sont proches, ce biais est le même pour les différents échantillons et la comparaison devient possible. Toutefois pour valider cette hypothèse on établit un nouveau graphique à partir des hauteurs de lignes LEH obtenus en mesurant uniquement les dents pas ou très peu usées - stades Grant, a, b ou c (5). On effectue ici la comparaison à partir de données obtenues en mesurant les M1A de la phase 3 du site de Boves (fig. 15).

En comparant aux données issues de l'observation de toutes les dents, on voit que les augmentations de fréquence correspondent et qu'aucune observation n'est omise dans le premier cas. De plus, c'est l'augmentation de fréquence qui est interprétée dans les discussions et non les différentes hauteurs. Donc, l'ensemble des observations (fig. 14) peut être utilisé pour l'interprétation.

L'hypothèse à tester maintenant est celle de savoir si, pour ces populations temporellement et spatialement éloignées, la présence de LEH est liée aux mêmes événements affectant la vie de l'animal.

Puisque l'émail est progressivement formé de l'extrémité de la dent vers sa racine, les observations des lignes LEH peuvent être interprétées par la chronologie du développement de la dent et évaluée par rapport aux cycles de vie saisonnier des porcs domestiques énumérés au début de l'analyse.

Nous proposons de vérifier que nous retrouvons l'hypothèse dans notre étude.

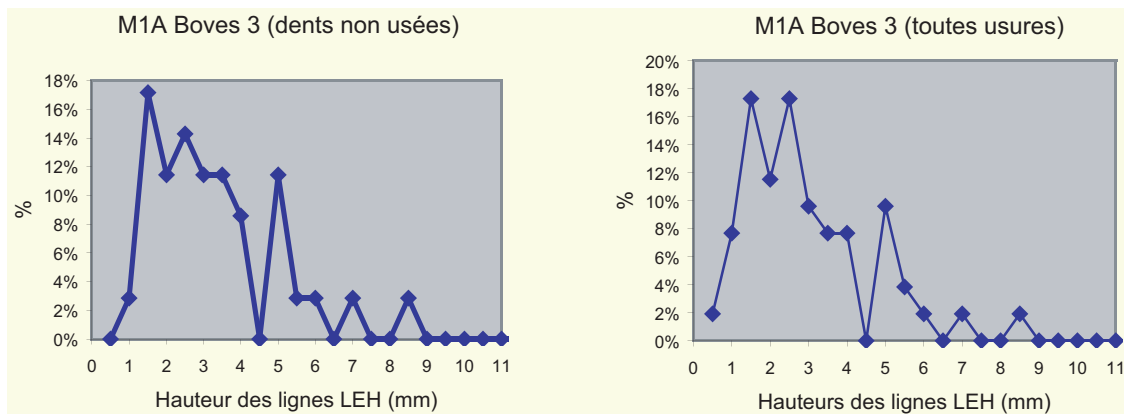


Fig. 15 - Comparaison de la distribution des hauteurs de lignes LEH après étude sur l'ensemble de l'échantillon puis seulement sur les dents non usées. Étude sur la M1A de la phase 3 du site de Boves.

Pour la première molaire, on voit que l'hypothèse de deux stress physiologiques successifs ne s'applique que dans le cas de la première cuspidé. Pour la seconde, on observe une seule augmentation de fréquence autour de 2-3 mm. Comment peut-on expliquer cette différence ? La naissance étant un événement antérieur au sevrage et l'émail étant progressivement formé de l'apex de la dent vers sa racine, la ligne LEH correspondant au sevrage sera localisée à proximité de la partie nasale de la dent et celle correspondant à la naissance sera située au-dessus. De plus, la formation des cuspidés suit une chronologie antéro-postérieure. Le développement de l'émail a donc lieu ultérieurement sur la seconde cuspidé. Si le développement de l'émail de la seconde cuspidé commence après la naissance, un stress physiologique lié à cet événement ne pourra pas se retrouver sur cette cuspidé. En suivant cette hypothèse, l'augmentation de fréquence en lignes LEH sur la seconde cuspidé de M1 correspondrait au seul sevrage.

Pour M2, l'augmentation de fréquence concerne « une » ligne située dans la partie inférieure de la couronne. Cela rejoint le modèle du stress physiologique associé au premier hiver expliqué précédemment. Il est remarquable que, bien que le début de la formation de la couronne de M2 commence pendant la période du sevrage, aucune augmentation de la fréquence de LEH soit notée. Cela peut être dû à la particularité de la première phase de sécrétion de l'émail (sécrétion en dôme, ERVYNCK & DOBNEY 1999).

Si l'on accepte que les modèles observés sur M2 et M3 soient liés à un stress nutritionnel occasionné durant les mois d'hiver, il faut accepter aussi que tous les animaux présentant une ligne LEH autour de 2,5 mm sur M2, c'est-à-dire tout de même autour de 25-30 % des porcs ayant passé le premier hiver, soit nés à la même période (au printemps). En effet, dans ce cas, la formation de la couronne de M2 est quasiment achevée à l'entrée du premier hiver. Une seconde bande, née à la fin de l'été, débiterait son premier hiver à un stade plus précoce du développement et on verrait donc une augmentation de fréquence de lignes LEH situées plus haut sur M2 que celles observées ici. On peut donc penser qu'il y avait une période majoritaire de reproduction (on ne peut pas tout à fait utiliser le terme de bande tel qu'il est employé aujourd'hui) sur le site étudié. En effet s'il y avait eu multiples mises bas au cours de l'année il n'y aurait pas d'augmentation de fréquence en ligne LEH et dans le cas de deux bandes majoritaires (une au printemps et l'autre à l'automne), il y aurait eu deux augmentations.

De plus, la grande partie des porcs était traditionnellement abattue avant l'hiver (à l'époque où la viande ne risquait pas d'être gâtée par la chaleur) afin de constituer le « charnier » (6) qui

permettait de passer cette période difficile. S'ils n'étaient pas sacrifiés à l'automne, moment où ils atteignent leur poids maximum en chair et en graisse, les cochons auraient eu tendance à perdre tout leur gras (leur réserve) durant la période hivernale. Une première série d'animaux est donc tuée avant de passer le premier hiver. On peut supposer que ce sont les porcs que l'on retrouve dans les augmentations d'abattages à 7-9 mois (fig. 9). Les populations présentant la ligne LEH sur M2 sont hypothétiquement tuées juste avant le second hiver. Ces porcs seraient alors abattus vers l'âge de 18 mois. Cependant, on ne retrouve pas, sur les courbes d'abattage, un grand pourcentage de porcs correspondant à cet âge. La seconde augmentation d'âge d'abattage est plutôt 13-15 mois. Pouvons-nous en conclure qu'un abattage ante-hivernal n'est pas une règle établie pour le site de Boves ? Ou alors que le modèle de marquage chronologique sur M2 n'est pas suffisamment précis et que les deux populations considérées (celle de 13-15 mois et celle hypothétique de 18 mois) sont, en fait, les mêmes.

On voit donc que l'étude des lignes LEH comme marqueur chronologique des stress physiologiques est très intéressante. Cependant, on doit mettre en relation la chronologie obtenue avec les courbes d'abattage. En effet cela permet de vérifier les correspondances entre âges obtenus grâce à la chronologie (en considérant qu'une augmentation en ligne LEH est due à l'hiver) et ceux obtenus en étudiant l'usure dentaire.

L'observation des fréquences en LEH donne des informations sur les conditions environnementales et sur les pratiques d'élevage au Moyen Âge. Elle permet de comparer entre eux différents sites ou phases d'un même site. Le fait de pouvoir comparer plusieurs périodes d'un même site permet aussi de chercher les motifs de variation qui peuvent intervenir au cours du temps dans les conditions d'élevage.

L'étude de la chronologie de la formation de l'émail permet, quant à elle, d'étudier des modèles de chronologie de stress physiologiques. Cependant, ces modèles ne sont pas tout à fait clairs, notamment lorsqu'on considère les courbes d'abattages des populations étudiées.

Nous avons limité nos recherches à ces deux études. Toutefois, une analyse plus poussée des degrés d'hypoplasie permettrait de pouvoir comparer plus finement les différentes populations.

6 - L'animal abattu était débité et ses morceaux salés. Probablement placée dans des pots de terre ou conditionnée d'une autre manière, la viande, ainsi apprêtée, était stockée dans un endroit le plus frais possible : le charnier.

De même, des recherches plus avancées sur du matériel d'autres périodes ou d'autres sites (par exemple, sur des populations de zones urbaines) pourraient apporter des informations sur le début et le développement de l'élevage intensif des porcs. Des études sur des restes de sangliers devraient amener aussi plus de renseignements sur des populations porcines vivant en milieu naturel.

BIBLIOGRAPHIE

BRAUDEL Fernand (1990) - *L'identité de la France, I-Les hommes et les choses*, rééd. Champs Flammarion, Paris, p. 410.

CHAPELOT Jean dir. (2003) - *Vincennes du manoir capétien à la résidence de Charles V*, Dossiers d'archéologie, n° 289, p. 144.

CLAVEL Benoît (2001) - *L'animal dans l'alimentation médiévale et moderne en France du Nord (XII^e-XVII^e siècles)*, Revue Archéologique de Picardie, n° spécial 19, Amiens, 204 p.

CLAVEL Benoît (2002) - « Un milieu de vie privilégié », dans RACINET Philippe dir. - *Le site castral et prioral de Boves du X^e au XVII^e siècle*, Revue archéologique de Picardie, n° spécial 20, Amiens, p. 76-77.

ERVYNCK Anton & DOBNEY Keith (1998) - « A protocol for recording enamel hypoplasia on archaeological pig teeth », *International Journal of Osteoarchaeology*, 8, p. 263-273.

ERVYNCK Anton & DOBNEY Keith (1999) - « Lining up on the M1: a Tooth Defect as a Bio-indicator for Environment and Husbandry in Ancient Pigs », *Environmental Archaeology*, 4, p. 1-8.

ERVYNCK Anton & DOBNEY Keith (2000) - « Interpreting Developmental Stress in Archaeological Pigs : The Chronology of Linear Enamel Hypoplasia », *Journal of Archaeological Science*, 27, p. 597-607.

GRANT Annie (1982) - « The use of tooth wear as a guide to the age of domestic ungulates » dans WILSON C. & PAYNE S. éd., *Ageing and sexing animal bones from archaeological sites*, BAR British Series 109, p. 91-108.

La Nouvelle Maison rustique, éd. 1768, t. 1, 342 p.

RACINET Philippe (1996) - *Recherches pluridisciplinaires sur un terroir picard de l'époque antique à la révolution française : Boves*. S.R.A. Picardie et Laboratoire d'Archéologie de l'Université de Picardie, rapport multigraphié, 281 p.

RACINET Philippe dir. (2002) - *Le site castral et prioral de Boves du X^e au XVII^e siècle*, Revue archéologique de Picardie, n° spécial 20, Amiens, 124 p.

SERRES Olivier de(1605) - *Le théâtre d'Agriculture et Mesnage des Champs*, « Thésaurus » Actes Sud, 1997, Arles, 1463 p.

YVINEC Jean-Hervé (1993) - « La part du gibier dans l'alimentation du haut Moyen Âge », *Exploitation des animaux sauvages à travers le temps*, XIII^e Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, IV^e Colloque international de l'Homme et l'Animal, Société de Recherche Interdisciplinaire, APDCA, Juan-les-Pins, p. 492-504, 7 fig.

YVINEC Jean-Hervé (1997) - « L'élevage au haut Moyen Âge en France du Nord et de l'Est : témoignages archéozoologiques », *L'élevage au Moyen Âge, Ethnozootechnie*, n° 59, p. 79-84.

Les auteurs

* Benoît CLAVEL, INRAP/CRAVO, UMR 5197 du CNRS. Centre de Recherches archéologiques de la Vallée de l'Oise (CRAVO), 21 rue des Cordeliers, F - 60 200 COMPIÈGNE.
benoit.clavel@inrap.fr

Sébastien SICARD, ENVT (École Nationale vétérinaire de Toulouse)/CRAVO, 21 rue des Cordeliers, F - 60 200 COMPIÈGNE.

Résumé

Les pathologies visibles sur le squelette et les dents présentent des relations avec la santé et les conditions de vie de l'animal. Une malformation dentaire (hypoplasie linéaire de l'émail ou LEH) correspond à des insuffisances ponctuelles du développement en épaisseur de l'émail au cours de la formation de la couronne. Cette anomalie se caractérise par la présence de lignes ou des rainures à la surface de la couronne de la dent.

L'étude de ces lignes permet de construire des modèles chronologiques de phases de stress physiologiques, intervenues durant la période de développement de l'animal, souvent à mettre en relation avec une dégradation du régime alimentaire.

Les premiers résultats obtenus sur les sites castraux de Boves (VIII^e-XIV^e s.) et de Vincennes (XIV^e s.) tendraient à indiquer l'existence de variation dans les quantités et les qualités des lignes observées sur les dents de porcs en relation avec les conditions environnementales et les pratiques d'élevage entre les VIII^e et XIV^e siècles. L'observation des fréquences en LEH permet de comparer entre eux différents sites ou phases d'un même site. Le fait de pouvoir comparer plusieurs périodes d'un même site permet aussi de chercher les motifs de variation qui peuvent intervenir au cours du temps dans les conditions d'élevage.

Abstract

Pathologies which may appear on the bones or teeth of an animal are related to its health and its living conditions. A dental malformation known as linear enamel hypoplasia (LEH) is caused by temporary insufficiencies in the build-up of the enamel as the crown develops. This anomaly is characterised by the appearance of lines or ridges on the surface of the crown.

The study of these lines makes it possible to propose chronological models of periods of physiological stress occurring during the animal's development, and can often be related to a deterioration in diet.

The first results obtained from the castle sites of Boves (eighth century - fourteenth century) and Vincennes (fourteenth century) suggest that variations in the number and aspect of the lines observed on the teeth of pigs may be related to environmental conditions and livestock farming practices current between the eighth and the fourteenth centuries. Thanks to the observation of LEH occurrence, comparisons may be established between different sites, or different phases of one particular site. The possibility of comparing several periods on the same site also provides an opportunity to research the incidents or conditions in the livestock raising process that may have determined these variations.

Traduction : Margaret et Jean-Louis CADOUX

Zusammenfassung

Die auf dem Skelett sichtbaren Pathologien und die Zähne sind von der Gesundheit und den Lebensbedingungen des Tieres abhängig. Eine Form der Missbildung der Zähne (lineare Zahnschmelzhypoplasie LEH) entspricht einer punktuell unzureichenden Entwicklung des Zahnemails während der Bildung der Krone. Diese Anomalie zeichnet sich durch Linien oder Rillen an der Oberfläche der Zahnkrone aus.

Die Untersuchung dieser Linien ermöglicht es, chronologische Modelle von physiologischen Stressphasen zu rekonstruieren, die das Tier während seiner Entwicklungsphase durchlebt hat und die oft mit einer Verschlechterung der Ernährung zusammenhängen.

Die ersten Ergebnisse von den Burgkomplexen von Boves (8. – 14. Jahrhundert) und Vincennes (14. Jahrhundert) lassen vermuten, dass die in Bezug auf Anzahl und Art unterschiedlichen Linien mit den Umwelt- und Haltungsbedingungen zwischen dem 8. und dem 14. Jahrhundert in Zusammenhang zu bringen sind. Die Beobachtung der Frequenzen linearer Zahnschmelzhypoplasie erlaubt es, mehrere Standorte oder unterschiedliche Phasen eines Standortes miteinander zu vergleichen. Der Vergleich mehrerer Perioden des gleichen Ortes miteinander erlaubt es auch zu verstehen, aus welchen Gründen sich die Zuchtbedingungen im Laufe der Zeit verändern können.

Traduction : Isa ODENHARDT-DONVEZ (donvezservit@wanadoo.fr)