



HAL
open science

Un témoignage de pratiques agro-pastorales au XIe-XIIe siècle en Bas-Limousin. Les grains brûlés dans un silo à Chadalais (Haute-Vienne, Limousin)

Marie-Pierre Ruas

► To cite this version:

Marie-Pierre Ruas. Un témoignage de pratiques agro-pastorales au XIe-XIIe siècle en Bas-Limousin. Les grains brûlés dans un silo à Chadalais (Haute-Vienne, Limousin). Julian Wiethold. *Carpologia*. Articles réunis à la mémoire de Karen Lundström-Baudais., 20, Bibracte, pp.137-196, 2011, Bibracte, 978-2-909668-67-3. hal-04421724

HAL Id: hal-04421724

<https://hal.science/hal-04421724>

Submitted on 11 Feb 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

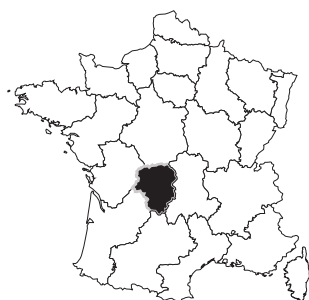
Ruas M.-P. (2011). « Un témoignage de pratiques agro-pastorales au XIe-XIIe siècle en Bas-Limousin : les grains brûlés dans un silo à Chadalais (Haute-Vienne). », in : Wiethold J., (éd), *Carpologia Articles réunis à la mémoire de Karen Lundström-Baudais, actes des rencontres d'archéobotanique*, Bibracte 9-12 juin 2005, Publications du Centre Archéologique de Bibracte, Glux-en-Glenne : 137-196.

CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE

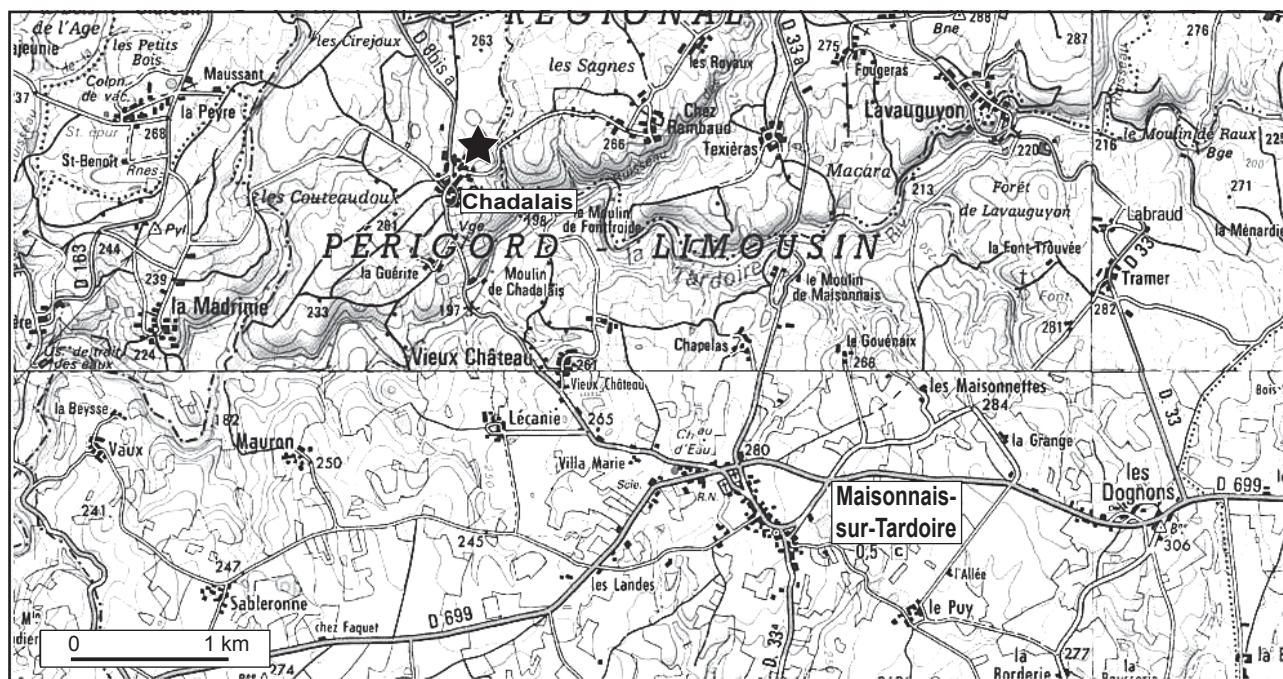
Localisé au nord-ouest de la commune de Maisonnais-sur-Tardoire (Haute-Vienne) dans la région du Limousin (ill. 1), le site de Chadalais s'ouvre à 240 m d'altitude sur le bord sud-est d'un plateau dominant la Tardoire, affluent de la Charente. Composé d'un ensemble de structures excavées (silos, trous de poteau, fossés) et d'une cavité aménagée interprétée comme un souterrain-refuge (Conte 1992), la fouille initiale de sauvetage en 1983 sous la direction de P. Conte a révélé la présence d'une épaisse couche organique noire composée de semences dans un des silos [670] (Conte, rapport de fouilles 1984). Celles-ci, carbonisées, reposaient sur une épaisseur moyenne de 8 cm (US [687]) directement sur le substrat (ill. 2). Les observations de terrain réalisées en 1984 lors des prélèvements (Conte 1985; Ruas 1985) tendaient à reconnaître un probable stock ensilé détruit par combustion. Cette interprétation devait être étayée par une analyse fine de l'amas, sous-tendue par une méthode de prélèvement adaptée. Or, en 1984 année de cette découverte, le statut marginal des études carpologiques en France et la méconnaissance d'exemples archéobotaniques de ce type ne permettaient pas de s'appuyer sur une méthodologie efficiente.

Des travaux sur les techniques et structures de stockage de végétaux connues à travers le monde et dans le temps étaient publiés (Sigaut 1978) et venaient de faire l'objet d'un colloque

dont les actes sont devenus une référence (Gast, Sigaut 1979; 1981). Les études archéologiques de silos, notamment en France méridionale, ont aussi peu à peu bénéficié d'approches synthétiques (Fixot 1980; Vaquer 1986; Garcia 1987; Raynaud 1990). Sur l'ensemble des analyses carpologiques réalisées ces dernières années dans le pays, force est de constater le caractère exceptionnel des découvertes de résidus d'ensilage (Ruas 1990; Marinval 1992; Ruas 1992; 2002; Ruas, Marinval 1997; Matteredne 2001). L'utilisation d'un silo en tant que réserve agricole à plus ou moins long terme est par défaut souvent fondée sur la forme, la qualité de réalisation, la nature du substrat encaissant et la contenance. Si la considération stratigraphique de leur remplissage est aujourd'hui une évidence (Garcia 1987, p. 83, 88), leur fonction réelle est rarement avérée par un contenu primaire (Fixot 1980; Vaquer 1986; Raynaud 1990; Conte 1995). Au cours de leur existence, ces fosses peuvent, en effet, être investies de plusieurs fonctions : réserve d'organes végétaux variés, de viande, fosse funéraire, etc. Mais lorsqu'elles sont désaffectées, elles sont comblées avec les déchets de diverses activités; seule leur fonction de dépotoir est alors visible. Nombre de remblais ou comblements de fosse contiennent pourtant des semences carbonisées, concentrées en poches ou dispersées dans la matrice sédimentaire. Néanmoins, leur présence ne témoigne pas à coup sûr du rôle stockeur de la fosse. Il s'agit fréquemment de dépôts secondaires sans connexion avec une séquence d'ensilage. Certaines concentrations

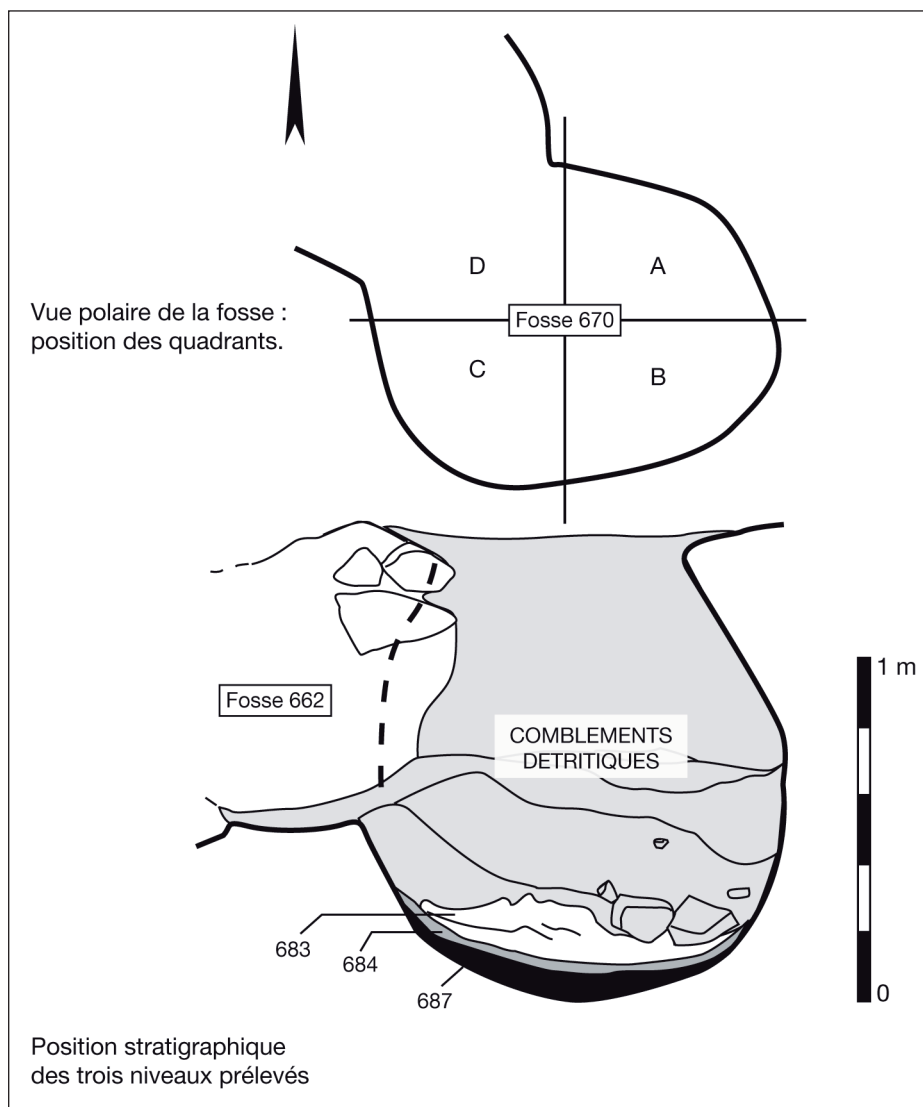


REGION DU LIMOUSIN



source Geoportail fonds IGN URL : <http://www.geoportail.fr/5061750/visu2D/voir.htm>

I. Localisation du site de Chadalais (Maisonnis-sur-Tardoire, Haute-Vienne) (DAO M.-P. Ruas, CNRS).



2. Chadalais, Maisonnais-sur-Tardoire (Haute-Vienne). Vue polaire et coupe stratigraphique de la fosse 670, et position des prélèvements carpologiques (M.-P. Ruas, CNRS, d'après Conte 1985).

carpologiques peuvent néanmoins correspondre à des déchets d'une autre réserve agricole ruinée et offrir une certaine fiabilité pour l'interprétation de faits paléoagronomiques.

Malgré l'absence de référentiels d'ensilages archéologiques en 1984, les exemples carpologiques les plus comparables étaient les concentrations de grains issues de greniers incendiés ou de récipients. Les indices de terrain ont permis d'établir que les semences du silo de Chadalais avaient brûlé sur place et qu'elles formaient donc le dépôt primaire d'un ensemble clos. Les descriptions ethnographiques (Gast, Sigaut 1979; 1981) laissaient même envisager que les deux niveaux sus-jacents appartenaient à la même séquence de stockage. En effet, le dépôt US [687] était surmonté par un fin niveau

de matière noire compactée (US [684], épaisseur de 3 à 5 cm), composée de petits fragments de bois et d'éléments herbacés brûlés, mêlés à quelques nodules d'argile blanche et de terre cuite. Celui-ci était recouvert au centre par près de 15 cm d'un dépôt d'argile blanche dans laquelle étaient piégés de nombreux charbons de bois et de tiges herbacées enchevêtrées. Amincie sur les bords, cette couche scellait de la sorte les niveaux de végétaux carbonisés adhérant à la paroi de la fosse. L'étude des niveaux supérieurs, US 682 à 678, a conclu à des comblements par des déchets domestiques (Conte 1985; ill. 2). Cette succession stratigraphique rappelait ainsi un mode de conservation en fosse dont l'occlusion était assurée par un bouchon d'argile que complétait une assise de paille directement en

Numéro d'échantillons	683		684B		687A		687C	
Volume du prélèvement initial (ml)	1 000		1 000		4 000		4 000	
Volume du prélèvement tamisé (en ml)	1 000		500		3 000		1 000	
Fraction des refus de tamisage par flottation	FG	FF	FG	FF	FG	FF	FG	FF
Volume des refus obtenus (en ml)	non tamisé		50	26	1 100	1 720	140	200
Volume trié pour chaque refus (en ml)	tout	tout	50	6	70	20	50	10
Estimation du volume du prélèvement traité correspondant (en ml)	300	300	500	115,4	191,0	34,8	357	50
Nombre corrigé de restes pour les céréales (total NR corrigé* = 12311)	0	0	1 052		5 832		5 428	
Nombre corrigé de restes pour les plantes sauvages (total NR corrigé* = 96086)	0	0	10833		39 015		46 238	
Total des restes carpologiques (total NR corrigé* = 108397)	0		11 885		44 847		51 666	

Densité en restes estimée pour un litre de prélèvement	0		23 770		23 480,1		145 145,6	
Volume de semences extraites et taux de présence dans chaque échantillon	argile et sédiment : aucune semence		14,39 ml de semences sur 500 ml de plvt traité : 29% de semences - présence d'argile, de charbons de bois et de sédiment		104,3 ml sur 191 ml de plvt traité : 55% de semences - pas d'argile, poussières charbonneuses abondantes, sédiment rare		127,42 ml de semences sur 357 ml de plvt traité : 36% de semences - poussières charbonneuses abondantes, sédiment des parois	
Taux volumiques des charbons de bois observés	inclus dans l'argile		5% de charbons de bois (taille < 2 mm)		0,05% de charbons de bois		0,5% de charbons de bois	
Nombre de taxons identifiés : total (céréales + sauvages) = 82	0		6 + 20 = 26		7 + 73 = 80		5 + 36 = 41	

Parasites des épis de céréales et autres graminées

Nombre de sclérotés extraits de <i>Claviceps purpurea</i> , ergot du seigle (sur volume de prélèvement trié)	0	0	0	4	41	18	0	20
Nombre de sclérotés estimés pour un litre de prélèvement	0	0	34,6		731,9		400	
Nombre de sorus/galles extraits <i>Tilletia/Anguina</i> , Carie/ Anguillule (sur volume de prélèvement trié)	0	0	1	1	355	19	0	2
Nombre de sorus/galles estimés pour un litre de prélèvement	0	0	9,6		2 404,7		40	

3. Chadais, Maisonnais-sur-Tardoire (Haute-Vienne). Récapitulatif des traitements et quantités de restes extraits du silo 670.

FG : fraction grossière du tamis sur mailles de 2 mm ; FF : fraction fine du tamis sur mailles de 0,5 mm.

* En raison des sous-échantillonnages opérés sur les fractions fines de refus, les volumes extraits de celles-ci ont été rapportés aux quantités traitées pour les fractions grossières.

contact avec les grains. La datation au ^{14}C obtenue sur des grains de l'US [687] est la suivante : Gif-6972 : 920 ± 50 BP soit, après calibration (probabilité à deux sigmas), cal. (1022-1216 AD). Le maximum de probabilité pour ces dates est situé entre la fin du XI^e et le milieu du XII^e siècle¹.

Un des objectifs de cette étude est donc, en premier lieu, d'établir la composition des deux dépôts végétaux et d'en discuter la nature. On portera ensuite le regard sur la forme d'agriculture et les lieux d'exploitation que laissent envisager le corpus des cultures attestées et la variété floristique sauvage. On abordera le point relatif au mode de stockage employé et, à travers la palette végétale particulière de l'ensemble, on ouvrira la question de la destination alimentaire et de la qualité sanitaire de ces denrées perdues.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Échantillonnage et extraction du matériel

L'originalité du matériel que recelait cette fosse par rapport au mobilier archéologique "classique" nécessitait une technique d'extraction différente de celle appliquée alors pour la fouille de sauvetage en cours (Conte 1984; 1985). En 1984, les recherches carpologiques médiévales en France ne disposaient pas d'une méthodologie adaptée. Nous avons donc appliqué une méthode de prélèvement empirique orientée par les questions que suscitaient les relations de cet amas de semences avec son contexte de découverte. Le diamètre suffisant de la fosse (maximum : 1,35 m au niveau de l'US [683]) a permis de tenir compte du carroyage en place et de distinguer quatre points de prélèvement selon les carrés A, B, C et D dans les deux couches contenant des végétaux carbonisés, US [684] et US [687], dont l'intégralité a été extraite (ill. 2). Ce mode de prélèvement permettait de vérifier sur la coupe stratigraphique opposée au quart prélevé l'uniformité de la couche [687] ou de repérer d'éventuelles dissemblances dans la configuration du dépôt afin d'adapter l'échantillonnage. Six prélèvements ont été réalisés (Ruas 1985; 1989) :

- US [683] : un échantillon d'un volume de 0,3 l sur l'ensemble
- US [684] : un échantillon d'un volume de 1 l dans le quart B
- US [687] : quatre prélèvements de l'intégralité du dépôt soit environ 4 l par carré.

Malgré ces précautions, il aurait été souhaitable d'isoler des échantillons provenant de la paroi et du centre du remplissage. Bien que nous ne l'ayons pas observé, la germination engagée, puis stoppée, des grains situés contre la paroi forme parfois une croûte périphérique (Chellig *in* Sigaut 1978, p. 119). Sa reconnaissance serait un témoin plus direct de la nature primaire d'un tel dépôt. Par ailleurs, les travaux ethnographiques consignent divers dispositifs de protection sanitaire et leurs accessoires qu'une carbonisation aurait pu préserver : garnissage de la paroi en paille ou en plessis de branchages, crochets, planches (Sigaut 1978). Multiplier les prélèvements dans l'épaisseur de l'amas de semences (8 cm) était plus difficile car leur volume était déjà réduit. Mais cet échantillonnage est recommandé si les dimensions du dépôt l'autorisent. Bien que très homogène, une telle couche de graines peut, en effet, être constituée de remplissages superposés réalisés en une ou plusieurs séquences ou contenir les résidus d'ensilages antérieurs.

À l'issue d'un test préliminaire sur un échantillon du prélèvement [687]A (Ruas 1985), l'absence de sédiment (en dehors des particules provenant de l'effritement de la paroi), l'abondance exceptionnelle des éléments d'épis de graminées, les connexions anatomiques entre les pièces fructifères et les graines et leur extrême fragilité ont incité à éviter tout tamisage sous eau. Toutefois, afin de mesurer l'effet traumatique de cette opération, nous avons traité deux types de lots selon deux méthodes d'extraction : tout d'abord, tamisage sous eau puis tri des refus de tamis séchés à l'air libre, ensuite, tri direct du prélèvement brut. La deuxième méthode a dû être rapidement abandonnée car la poussière carbonneuse et limoneuse qui recouvrait les vestiges carpologiques empêchait l'observation des pièces et des caractères anatomiques. Le tri des refus secs après tamisage s'est révélé plus efficace. Notons cependant que l'action mécanique de l'eau a en partie provoqué la dissociation des éléments d'épillets des graminées sauvages.

La multitude de restes à extraire du dépôt principal US [687] a exigé un sous-échantillonnage des refus de tamisage et un choix des prélèvements finalement analysés. L'hypothèse préalable d'un dépôt éventuellement composite a conduit notre choix vers deux échantillons de quadrants opposés, [687]A et [687]C ; les lots [687]B et [687]D ont donc été écartés de l'analyse.

La quantification des vestiges extraits depuis les refus de tamis provenant de volumes différents de prélèvement est présentée sous forme des nombres bruts de restes (nr) et de leur volume mesuré.

1. M. Fontugne (rapport du 17 janvier 1991).

Le nombre des restes de chaque échantillon est ensuite rapporté à un même volume de prélèvement (un litre par convention) afin d'en évaluer la densité. Ce paramètre rend compte de la richesse de chacun des échantillons et des variations numériques de certains taxons et/ou catégories de vestiges.

Richesse numérique en restes végétaux

Le volume total de dépôt traité s'élève à 1,35 litres sur un volume de 5,5 litres de sédiment tamisé. Le niveau d'argile US [683] n'a livré aucun reste carpologique mais les dépôts carbonisés US [684] et US [687] en ont livré respectivement 11 885 et 96 513: 89% de ces restes proviennent ainsi de l'amas principal US [687]. À l'issue des tris, les semences extraites des échantillons de l'US [687] occupent 55% du volume du prélèvement brut en [687]A et 36% en [687]C. Hormis les rares débris de charbons de bois, le dépôt US [687] contenait ainsi une partie minérale plus ou moins importante provenant de l'érosion de la paroi pendant l'enfouissement et au cours du prélèvement. Dans le niveau supérieur US [684], les semences extraites ne représentent que 29% du volume du dépôt; un volume de 5% de charbons de bois et une fraction minérale issue de l'argile sus-jacente et de la paroi y étaient mêlés (ill. 3).

Les densités numériques en vestiges carpologiques par litre de dépôt prélevé y atteignent plusieurs milliers de restes: D/l de [687]A = 237 196 et D/l de [687]C = 145 146. Notons que les restes sont nettement plus abondants dans le quadrant [687]A que dans l'échantillon opposé [687]C. Cette différence inattendue peut résulter d'un mode de remplissage irrégulier. Le volume des semences dans l'unité [684]B ne représente que 29% des composants. L'autre partie est formée par des fragments de bois plus nombreux et plus gros et des débris du bloc argileux sus-jacent. La densité carpologique pour un litre de prélèvement s'élève à 23 770 restes, valeur très élevée par rapport à la plupart des contextes archéologiques carbonisés où les semences sont mêlées au sédiment (ill. 3).

Type de restes et état de conservation

Si les principaux vestiges conservés sont représentés par des grains ou des graines, de nombreux éléments moins fréquents dans les assemblages carbonisés se sont maintenus: segments de rachis d'épis, glumelles, arêtes d'épillets, fragments de tiges, débris de fructifications (gousses de légumineuses,

capsule de nielle des blés ou de coquelicot) (ill. 4; ill. 5). De nombreuses connexions anatomiques entre grains et glumelles chez les graminées cultivées (céréales) et sauvages ont été observées. La carbonisation souvent limitée à un brunissement des tissus a permis à la plupart des grains de céréales de conserver leur embryon et leur péricarpe (le son). Sur les échelles 1 à 6 de dégradation (P) et 1 à 5 de déformation (D) établies expérimentalement par S. Boardman et G. Jones (1990) pour des grains carbonisés, les céréales du silo de Chadalais se situent aux valeurs 2 (glumelles et péricarpe intacts, caryopse peu brûlé) et 3 (surface complète à faiblement effritée, caryopse noir brûlé) de dégradation et aux valeurs 1 et 2 (caryopse non à peu déformé) pour la déformation. Quelques grains dont les tissus superficiels ont été pourtant peu carbonisés présentent une forme excentrique. Ils sont aplatis, efflanqués ou rabougris. Ces déformations particulières sont liées à l'état initialement immature ou échaudé de ces grains. La persistance de tissus les plus fragiles et des pièces anatomiques, qu'un incendie aurait réduits rapidement en cendres, le brunissement du péricarpe et de l'albumen et l'absence de boursouffures indiquent que la carbonisation incomplète s'est déroulée lentement dans une ambiance confinée, sans flammes et à une température inférieure à celle que dégagent les foyers et autres structures de combustion. On peut donc en déduire que l'amas a vraisemblablement brûlé dans le fond de la fosse alors que celle-ci était obturée hermétiquement.

D'autres vestiges ont été remarqués dans ces assemblages. Comme nous l'avons signalé, si plusieurs fragments de charbons de bois étaient inclus dans l'argile de l'US [683] et mêlés aux éléments herbacés en 684², ils étaient rares et de taille menue dans le dépôt US [687]. Par ailleurs, nous avons relevé la présence de quelques fragments de pétiole et de pinnules de fronde de fougère aigle (*Pteridium aquilinum*) dans le quadrant [687]C et de nombreux organes de deux parasites des épis de Graminées: un champignon ascomycète, l'ergot du seigle (*Claviceps purpurea*) et un autre parasite dont l'identification proposée, encore incertaine, se porte soit vers un champignon basidiomycète, la carie du blé (*Tilletia tritici*), soit un invertébré du groupe des nématodes, l'anguillule (*Anguina tritici*). Enfin, des débris de larves et d'imagos d'insecte (coléoptères pour les adultes) ont été collectés en [687]A (ill. 5).

			Échantillons		684B		687A		687C	
			Fractions de tamis		FG	FF	FG	FF	FG	FF
			Volume de prélèvement trié ml		500	115,4	191	34,8	357	50
Céréales			Type de restes							
Grains										
<i>Avena sativa</i>	Avoine cultivée	épillets							156	
<i>Avena strigosa</i> ssp. <i>brevis</i>	Avoine courte	épillets				9	1		87	
<i>Avena</i> sp. (cf. <i>sativa</i> / <i>brevis</i>)	Avoine	grains	21	23	1445	48		29	289	
<i>Hordeum vulgare</i>	Orge vêtue	grains				4				
<i>Panicum miliaceum</i>	Millet commun	grains		1	15	10				2
<i>Secale cereale</i>	Seigle	grains	51	133	1326	58		1736	99	
<i>Setaria</i> cf. <i>italica</i>	Millet italien	grain		1						
<i>Triticum aestivum</i> l.s.	Blé tendre (froment)	grains	17	2	2113	17		272	2	
Cerealia	Céréales indéterminées	fragments de grains			7	x				
Vannes										
<i>Avena sativa</i>	Avoine cultivée	bases de lemmes				9				2
<i>Avena sativa/strigosa</i>	Avoine cultivée/courte	bases de lemmes				41	9	257		
<i>Avena</i> cf. <i>strigosa</i> ssp. <i>brevis</i>	Avoine courte	bases de lemmes					2			
<i>Avena</i> cf. <i>strigosa</i> ssp. <i>brevis</i>	Avoine courte	fragments d'arête torsadée		2		2		4	1	
<i>Avena</i> sp.	Avoine indéterminée	fragments de tiges				3	2			
<i>Hordeum vulgare</i>	Orge vêtue	nœuds rachis		3						
<i>Secale cereale</i>	Seigle	nœuds rachis	1	44		3		11	4	
<i>Triticum aestivum</i> l.s.	Blé tendre (froment)	nœuds rachis			16	1				
<i>Triticum dicoccum</i>	Amidonier	furca				1				
<i>Triticum/Secale</i>	Blé ou Seigle	fragments d'arête						2	1	
Poaceae	Graminées	nœuds rachis	2		2					
Poaceae	Graminées	bases de lemmes						2		
Poaceae	Graminées	fragments de tiges	2	3	1			9	1	
Poaceae	Graminées	tiges/tigelles, vannes		9	x	x				
		total des restes extraits de céréales	94	221	4992	153		2565	401	
		Nombre corrigé des restes issus des refus de FF (nr rapportés au volume de prélèvement traité pour les FG)	90	958	4989	840		2554	2863	
		total corrigé des restes extraits de céréales	1052		5832		5428			
		total général	12312							

4. Chadalais, Maisonnais-sur-Tardoire (Haute-Vienne). Dénombrements bruts des restes de céréales. Échantillon 683 stérile en semences. FG = fraction sur mailles de 2 mm; FF fraction sur mailles de 0,5 mm; x: débris non dénombrés; nr: nombre de restes.

La faible évolution taphonomique du dépôt carpologique permet de disposer d'un matériel abondant, d'éléments rarement conservés lors des carbonisations et d'une gamme floristique étendue en espèces sauvages. Doté d'une représentativité exceptionnelle, cet assemblage, véritable ensemble clos selon la définition d'un dépôt synchrone de semences en position primaire, contient les témoins des conditions culturelles et des opérations réalisées depuis la récolte jusqu'à l'ensilage.

LES PLANTES ATTESTÉES

Le spectre floristique compte 82 taxons dont 63 sont déterminés au rang de l'espèce. Il est composé de sept céréales qui ont livré 11 % du nombre total des restes et de 75 plantes sauvages (56 espèces) dont les semences représentent 89 % du contenu (ill. 3; 4; 5). Une diversité de 25 taxons est enregistrée dans le niveau [684]B. Les échantillons de l'amas principal US [687] en comptent 80 dans le quadrant [687]A, le plus pourvu en restes, et 41 dans le quadrant C (*supra*, ill. 2).

Les céréales

Dans la catégorie des espèces cultivées, seules sont enregistrées des céréales (ill. 4; 6). Sur les 8396 restes extraits, le seigle (*Secale cereale*) est l'espèce principale avec un total de 3466 restes. Il est suivi par le blé tendre ou froment (*Triticum aestivum* l.s.; 2440 restes dont des rachis de blé hexaploïde) et l'avoine, probablement *Avena sativa* et *Avena strigosa* (total des restes: 2444). Comparées à ces quantités, celles des trois autres céréales apparaissent dérisoires (inférieures à 30 restes): le millet commun (*Panicum miliaceum*) l'orge vêtue (*Hordeum vulgare*) et l'amidonniér (*Triticum dicocum*) (ill. 5; 6; 10C). Le seul fragment remarqué de capsule de lin (*Linum* sp.) ne permet pas d'en préciser l'espèce; aucune graine n'est conservée.

L'identification des avoines

À Chadais, on dénombre 575 lemmes d'*Avena* conservées soit avec le grain, soit isolées. Deux d'entre elles portent sur leur base ventrale une cicatrice de déhiscence arrondie, ovale que l'on peut attribuer à l'avoine folle (*Avena fatua*). Sur les 573 autres lemmes la cicatrice est peu nette, de forme linéaire; certaines lemmes ont une base large caractéristique d'*Avena sativa* (avoine cultivée), d'autres ont une base plutôt étroite ou intermédiaire

comme celle des seconds fleurons de cette espèce ou celle des *Avena strigosa* (avoine sableuse ou rude: Behre 1973, p. 41; Jacomet 2006, p. 51, 52) (ill. 7A, D). Plusieurs de ces glumelles à base plus ou moins étroite portent un reste d'arête dorsale ou l'empreinte de sa présence initiale (ill. 7C, E). Pour les lemmes dont une longueur suffisante est conservée pour observer la présence ou l'absence d'une arête, on dénombre 99 lemmes aristées (17 % des lemmes à cicatrice linéaire), 166 lemmes non aristées (29 %) et 303 lemmes ou bases de lemmes sur lesquelles ce caractère n'est plus observable (53 %). Chez *Avena sativa*, la présence d'une arête dépend de la variété mais aussi des conditions du milieu; chez les variétés aristées, l'arête dorsale, portée seulement par le premier fleuron de l'épillet, s'insère toutefois vers le milieu de la lemme. L'arête, toujours présente sur les lemmes de tous les fleurons chez l'espèce *Avena strigosa* (Jauzein 1995; Jacomet 2006, p. 51-52) s'insère, notamment chez la sous-espèce *Avena strigosa* subsp. *brevis* (avoine courte), au niveau du tiers terminal de la lemme (Jauzein 1995, p. 803). Une telle position est relevée sur les 99 lemmes aristées conservées. D'après ces critères, les grains des deux espèces d'avoine sont présents dans le dépôt US [687]. En ce qui concerne l'espèce *Avena strigosa*, si le niveau d'insertion de l'arête sur la glumelle inférieure est caractéristique de la sous-espèce *brevis*, la population de lemmes aristées serait apparentée à celle-ci. Les exemplaires dépourvus d'arêtes correspondent à l'avoine cultivée, *Avena sativa*.

Comme nous avons procédé sur les exemplaires d'*Avena* carbonisés du site breton du Teilleul à Montours (Ille-et-Vilaine) daté du IX^e-X^e siècle (Ruas, Pradat 2001), nous avons aussi mesuré la largeur des bases de lemmes en face ventrale de Chadais. La largeur considérée est prise entre les bords situés au niveau du point d'insertion de la baguette (ill. 7A) en séparant les lemmes avec arête (45 individus) et les lemmes sans arête (48 individus). Les moyennes sont comparées entre les deux populations puis entre celles-ci et des populations de sites français médiévaux où les deux espèces ont été identifiées en Bretagne et en Normandie: le Teilleul (Montours, Ille-et-Vilaine daté du IX^e-X^e siècle), le camp de Péran (Plédran, Côtes-d'Armor, daté du X^e siècle: Ruas résultats inédits) et Gaudines (Vieux, Calvados, daté du IX^e-X^e siècle: Ruas, Pradat 1997).

L'application d'un test d'écart-réduit sur les deux populations de Chadais met en évidence une différence significative au seuil de 5 % entre

		Échantillons	684B		687A		687C	
		Fractions de tamis	FG	FF	FG	FF	FG	FF
		Volume de prélèvement trié (ml)	500	115,4	191	34,8	357	50
		Type de restes						
<i>Agrostemma githago</i>	Nielle des blés	graines		1	114	8	25	2
<i>Agrostemma githago</i>	Nielle des blés	dents de capsule			49	1	6	
<i>Anagallis arvensis</i>	Mouron rouge	graine			1			
<i>Anthemis arvensis</i>	Anthémis des champs	akènes		1	26	2	4	2
<i>Anthemis cotula</i>	Camomille puante	akènes			704	59		8
<i>Anthoxanthum /Eragrostis</i> type	Flouve/Eragrostis type	grains			311		1	66
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Flouve odorante	épilletts			46	6	2	8
<i>Arnoseria minima</i>	Arnoséris naine	akènes		7	882	61	9	127
<i>Artemisia</i> sp.	Armoise indéterminée	akènes				4		
<i>Artemisia</i> cf. <i>annua</i>	Armoise cf. annuelle	akènes			15	2		
Asteraceae	Composées	akènes			1	3	1	4
<i>Atriplex</i> sp.	Arroche indéterminée	semence			1			
<i>Avena fatua</i>	Folle-avoine	base de lemme			1		1	
Boraginaceae	Boraginacées	frgt. d'akène			1			
<i>Bromus</i> cf. <i>sterilis</i>	Brome stérile	grains			39		2	
<i>Bromus secalinus</i>	Brome faux-seigle	grains			1733	46	293	26
<i>Bromus</i> sp.	Brome indéterminé	grains	5	13	6	2		
<i>Carex</i> cf. <i>echinata</i>	Laîche cf. étoilée	akènes			4			
<i>Carex</i> cf. <i>panicea</i>	Laîche cf. bleuâtre	akènes			2			
<i>Carex</i> sp.	Laîche trigone indéterminée	akènes			1			
<i>Centaurea cyanus</i>	Bleuet	akènes			11	4	8	3
<i>Chenopodium album</i>	Chénopode blanc	semence			1			
<i>Chenopodium</i> cf. <i>polyspermum</i> agg.	Chénopode cf. polysperme	semences			1	3		
<i>Chenopodium</i> sp.	Chénopode indéterminé	semences			1			
<i>Clematis</i> cf. <i>vitalba</i>	Clématite blanche	semences			1			
<i>Corrigiola litoralis</i>	Corrigiole des grèves	semences			13			1
<i>Crepis capillaris</i>	Crépide capillaire	akènes			177	10	1	4
Cyperaceae	Cypéracées	frgt. d'akène			2			
Cyperaceae	Cypéracées	frgt. tiges				1	2	
<i>Echinochloa crus-galli</i>	Pied-de-coq	grains			10			
<i>Eleocharis palustris</i>	Scirpe des marais	akènes		1	43	9		2
Fabaceae	Légumineuses	frgt. de gousse	1	2	24	12	6	2
<i>Fallopia convolvulus</i>	Vrillée liseron	akènes		1	9	2		
<i>Festuca</i> cf. <i>rubra</i>	Fétuque cf. rouge	épilletts			3	16		
<i>Festuca/Lolium remotum</i> type	lvraie/Fétuque	grains nus		2440		3852	1331	5160
<i>Galeopsis ladanum</i>	Galéopsis ladanum	graines			1			1
<i>Galeopsis tetrahit</i>	Ortie royale	graines			1			
<i>Galium aparine</i>	Gaillet gratteron	semences		1				
<i>Galium palustre</i>	Gaillet des marais	semences			2			
<i>Galium</i> sp.	Gaillet indéterminé	semences			1			
<i>Hypochaeris</i> cf. <i>glabra</i>	Porcelle glabre	akènes			30	1	1	4
<i>Lamium hybridum</i>	Lamier hybride	akènes			1			
<i>Lapsana communis</i>	Lampsane commune	akènes			18	3		
<i>Leucanthemum vulgare</i>	Grande marguerite	akènes			39	9		
<i>Linum</i> sp.	Lin indéterminé	frgt. de capsule			1			
<i>Lolium temulentum</i> subsp. <i>remotum</i> type	type lvraie du lin	épilletts			71	87	154	211
<i>Lolium temulentum</i> subsp. <i>remotum</i> type	type lvraie du lin	bases d'épilletts			3089	43		96

		Échantillons	684B		687A		687C	
		Fractions de tamis	FG	FF	FG	FF	FG	FF
		Volume de prélèvement trié (ml)	500	115,4	191	34,8	357	50
		Type de restes						
<i>Lolium temulentum</i>	Ivraie enivrante	épilletts			2		2	
<i>Lolium temulentum</i>	Ivraie enivrante	grains	4	3	696	35	39	12
<i>Malva</i> sp.	Mauve indéterminée	graines			1			
<i>Matricaria perforata</i>	Matricaire inodore	akènes			1396	112	1	16
<i>Medicago</i> sp.	Luzerne indéterminée	semences			12			
<i>Myosoton aquaticum</i>	Céraiste aquatique	semences			1			
<i>Odontites</i> sp. (cf. <i>rubra</i>)	Odontite (cf. rouge)	semences			222	8		1
<i>Ornithopus perpusillus</i>	Pied-d'oiseau	article silique		1	62	11	8	2
<i>Ornithopus perpusillus</i>	Pied-d'oiseau	graines		4	244	12	1	8
<i>Phleum pratense</i>	Fléole des prés	grains			12			
<i>Poa</i> spp.	Pâturins	petits grains			498	214	13	368
Poaceae	Graminées diverses	grains		5	7	38		
<i>Polygonum aviculare</i> agg.	Renouée des oiseaux	graines			1			2
<i>Polygonum lapathifolium</i> agg.	Renouée à feuillets de patience	graines			2			
<i>Prunella vulgaris</i>	Brunelle vulgaire	semences			1			
<i>Ranunculus sardous</i>	Renoncule sarde	akènes			1			
<i>Ranunculus</i> sp.	Renoncule indéterminée	akènes			1	1		
<i>Rumex</i> sp.	Oseille indéterminée	graines		1				
<i>Sambucus ebulus</i>	Sureau hièble	graines			2			
<i>Sambucus ebulus</i>	Sureau hièble	baies			2		3	
<i>Scleranthus annuus</i>	Scléranthe annuel	calices			13			
<i>Setaria</i> sp.	Sétaire indéterminée	grains		1				
<i>Sherardia arvensis</i>	Shéardie des champs	semences			2	1	1	
<i>Sparganium minimum</i>	Rubanier nain	semences			2		1	
<i>Sparganium simplex</i>	Rubanier simple	semences			1	1	1	
<i>Spergula arvensis</i>	Espargoute des champs	semences			14	1		
<i>Teucrium scorodonia</i>	Germandrée scorodoine	graines			1			
<i>Thalictrum flavum</i>	Pigamon jaune	semence			1			
<i>Trifolium arvense</i>	Trèfle des champs	graines			245	28		6
<i>Trifolium campestre</i>	Trèfle jaune	graines		3	1042	97	1	21
<i>Vicia tetrasperma</i>	Vesce à quatre graines	graines		2	94	18	7	2
<i>Viola</i> agg. <i>tricolor</i>	Pensée sauvage	graine			1			
<i>Vulpia myuros</i>	Vulpie myuros	épilletts			1			
<i>Vulpia</i> cf. <i>myuros</i>	Vulpie cf. myuros	grains	4	10	79	60	3	40
Taxons indéterminés		semences			53	3		
Total des restes extraits de plantes sauvages			14	2497	12199	4886	1928	6205
Nombre corrigé des restes issus des refus de FF (nr rapportés au volume de prélèvement traité pour les FG)			14	10819	12199	26816	1928	44310
Total corrigé des restes de plantes sauvages			10833		39015		46238	
Autres restes végétaux et animaux								
Ptéridophyte	Fougère	fragments de pétiole					4	
cf. <i>Pteridium aquilinum</i>	cf. Fougère aigle	fragment de pinnule				1		
Parasites des épis de céréales et autres graminées								
Ascomycètes <i>Claviceps purpurea</i>	ergot de seigle	sclérotés tailles variées		4	41	18		20
Basidiomycète/Nématode : <i>Tilletia/Anguina</i>	Carie cf. du blé/Anguillule cf. du blé	sorus sporifère ou galles	1	1	355	19		2
Insecte coléoptère	espèce indéterminée	frgt. d'adultes et de larves			4	1		

5. Chadalais, Maisonnais-sur-Tardoire (Haute-Vienne). Dénombrements bruts des restes de plantes sauvages. Échantillon 683 stérile en semences. FG = fraction sur mailles de 2 mm; FF = fraction sur mailles de 0,5 mm.

la moyenne des largeurs des lemmes aristées plus étroites (0,73 (0,5-1) mm) et celle des largeurs des lemmes non aristées à base large: 0,83 (0,5-1 mm) (ill. 8) bien que les valeurs minimales et maximales soient identiques dans les deux populations distinguées. Lorsque l'on compare leurs moyennes à celles d'exemplaires récents non carbonisés de la collection de référence, les valeurs d'écart-réduit révèlent aussi des différences significatives: les bases de lemmes actuelles non carbonisées d'*Avena strigosa* sont plus larges en moyenne (0,92 mm) que celles des individus de Chadalais (0,73 mm). La même observation est notée pour les lemmes d'*Avena sativa*: les lemmes actuelles sont plus larges (1,29 mm) que les lemmes carbonisées médiévales (0,83 mm). Notons que la variété de la collection de référence d'*Avena sativa* n'est pas aristée. Ces différences ont très probablement pour cause principale la rétraction due à la carbonisation.

Comparées aux lemmes d'*Avena strigosa* identifiées dans un niveau incendié au X^e siècle du camp de Péran (Plédran, Côtes-d'Armor), celles avec arêtes de Chadalais sont significativement plus étroites au seuil de 5% (largeur moyenne à Chadalais = 0,73 mm et à Péran = 0,81 mm; la valeur absolue de $e = 3,12$). En revanche, leur moyenne ne diffère pas de manière significative de celle des exemplaires attribués à *Avena sativa/strigosa* de l'autre site breton du IX^e siècle, celui du Teilleul (Montours, Ille-et-Vilaine) (largeur moyenne au Teilleul = 0,77 mm; au seuil de 5% valeur absolue de $e = 1,445$). Dans ce dernier, *Avena strigosa* et *Avena sativa* sont formellement identifiées et de nombreux débris d'arêtes torsadées d'avoine sont présents. Mais le mauvais état de conservation des lemmes n'a permis d'observer l'arête dorsale en position que sur de rares lemmes suffisamment longues: elle est toujours située au tiers supérieur sur les exemplaires à base plus étroite. Toutefois, dans la majorité des cas, les largeurs variables des bases de lemmes et les chevauchements des valeurs obtenues n'ont pas toujours permis de séparer rigoureusement les éléments des deux espèces (Ruas, Pradat 2001). Concernant les lemmes d'*Avena sativa* de Chadalais, leur largeur moyenne est significativement moins grande au seuil de 5% que celle des exemplaires du site normand de Gaudines (Vieux Calvados) (à Chadalais largeur moyenne = 0,83 mm, à Gaudines largeur moyenne = 1,01 mm; valeur absolue de $e = 7,72$).

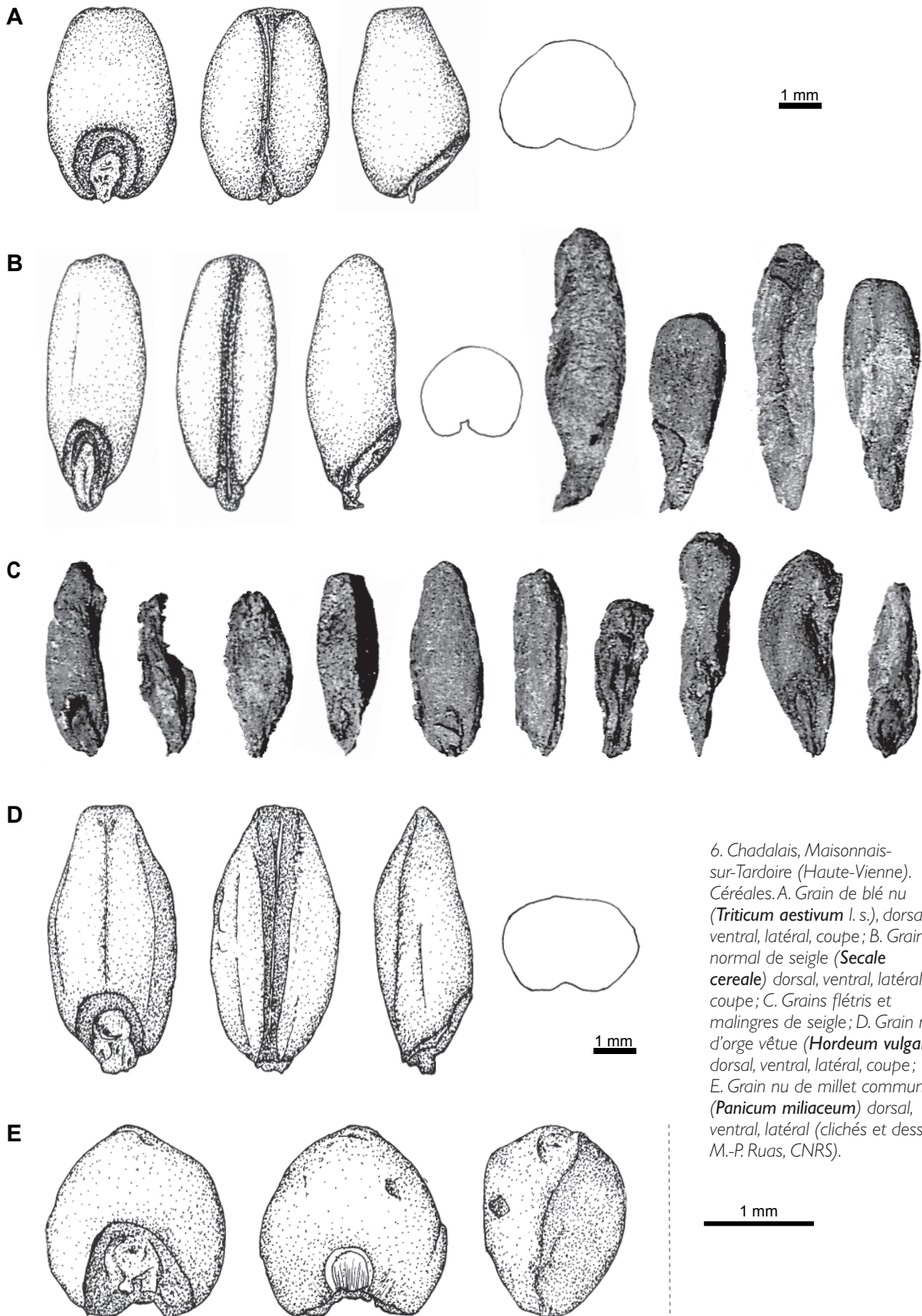
On peut remarquer que sur les clichés de l'illustration 6 (C et E), toutes les lemmes aristées à Chadalais n'ont pas une base aussi étroite; certaines bases ont une forme carrée plus proche de

celle d'*Avena sativa*. À l'inverse, certains exemplaires sans arête présentent une base étroite. Il s'agit, pour ces derniers, probablement des deuxième et troisième fleurons des épillets d'*Avena sativa*, plus petits et plus étroits, et toujours dépourvus de lemmes. Nous avons supposé que les lemmes avec arête et à base plus large et carrée ($\geq 0,8$ mm) pouvaient appartenir à des petits individus d'une variété d'*Avena sativa* avec arête. Pourtant, compte tenu de l'insertion de l'arête au-delà de la moitié de la longueur de leur lemme, il semble qu'ils doivent plutôt être attribués à l'espèce *Avena strigosa* au sens large.

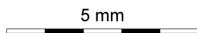
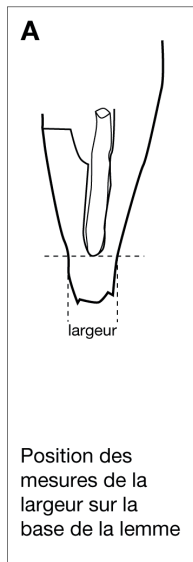
En conclusion, les deux espèces d'avoine se côtoient dans les dépôts du silo de Chadalais. Il semble que tous les individus pourvus d'une arête puissent être attribués à la sous-espèce d'*Avena strigosa*, *Avena strigosa* subsp. *brevis*, l'avoine courte. Les autres lemmes sans arêtes proviennent de l'avoine cultivée, *Avena sativa*. Plusieurs lemmes dont la longueur est insuffisante et dont la largeur varie entre les valeurs obtenues pour les deux espèces à Chadalais (0,5 et 1 mm), sont classées comme les grains dénudés, dans le taxon composé *Avena brevis/sativa* (ill. 4, supra). Il est troublant de constater que, pour certaines lemmes aristées, le caractère effilé typique d'*Avena strigosa* n'est pas observé (ill. 7).

Sur la base des densités en restes pour un même volume de prélèvement de 1 litre (individus), si l'on considère les lemmes identifiées clairement, grains enveloppés et bases de lemme vides (ill. 9), l'avoine cultivée *Avena sativa* domine sensiblement avec 484 lemmes par litre soit 56% de ces types de restes; l'avoine courte avec 377 lemmes par litre représente 44% de ces restes. Quelle que soit l'espèce, l'ensemble des restes d'avoine se compose de grains encore enveloppés dans leur lemme, de lemmes vides et de grains libres. En tenant compte des densités en restes par litre, les appariements possibles entre grain libre et lemme vide laissent un total de 8362 grains sans enveloppe (issus de *Avena brevis* et/ou *Avena sativa*) dans le quadrant A et un total de 5099 grains dans le quadrant C. Ce résultat montre que l'avoine, tous restes confondus, n'est pas répartie de manière égale entre les deux quadrants: le quadrant A renferme 55% de ces vestiges et 45% en C.

Si l'avoine cultivée (*Avena sativa*) participe à l'éventail des productions céréalières du Moyen Âge, l'avoine sableuse au sens large (*Avena strigosa* l.s.)



6. Chadalais, Maisonnais-sur-Tardoire (Haute-Vienne). Céréales. A. Grain de blé nu (*Triticum aestivum* l. s.), dorsal, ventral, latéral, coupe; B. Grain normal de seigle (*Secale cereale*) dorsal, ventral, latéral, coupe; C. Grains flétris et malingres de seigle; D. Grain nu d'orge vêtue (*Hordeum vulgare*) dorsal, ventral, latéral, coupe; E. Grain nu de millet commun (*Panicum miliaceum*) dorsal, ventral, latéral (clichés et dessins M.-P. Ruas, CNRS).



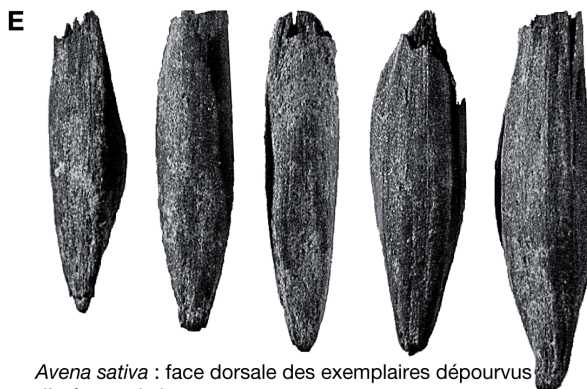
Avena cf. strigosa subsp. *brevis* : grains carbonisés enveloppés dans la lemme - vue en face ventrale.



Avena cf. strigosa subsp. *brevis* : face dorsale des exemplaires avec une arête dont le départ est situé au tiers supérieur de la lemme.



Avena sativa : grains carbonisés enveloppés dans la lemme - vue en face ventrale.



Avena sativa : face dorsale des exemplaires dépourvus d'arête sur la lemme.

7. Chadalais, Maisonnais-sur-Tardoire (Haute-Vienne). Restes d'épillets carbonisés des deux types d'avoine attestés dans le niveau 687 du silo 670 et position des mesures de largeur de la base des lemmes (clichés et DAO M.-P. Ruas, CNRS).

n'est attestée pour l'heure, en France médiévale, que dans les deux sites bretons du Teilleul et de Péran, au VIII^e-IX^e et au X^e siècle (Ruas, Pradat 2001); elle ne semble pas être désignée par un terme spécifique dans les textes des agronomes (Comet 1992).

Comme l'avoine folle (*Avena fatua*), ces deux avoines fréquentent aussi, en adventices, les cultures de céréales (Lambinon *et al.* 1992; Jauzein 1995). *Avena strigosa* s'est répandue manifestement comme culture au cours du haut Moyen Âge au sud de la mer du Nord, zone de sols sableux d'anciennes moraines (Behre 1986, p. 447-448). Elle est adaptée à l'acidité des sols mais aussi à l'humidité

atmosphérique. Elle est souvent mêlée aux restes de l'avoine cultivée, *Avena sativa*, au point que l'on pense que les deux espèces devaient être semées ensemble (Wiethold 2003, p. 87). À Chadalais, les proportions des restes des deux espèces laissent aussi envisager cette hypothèse. L'avoine folle, discrète dans le dépôt, est à l'inverse une espèce sauvage. Ce problème de statut écologique se posera à Chadalais aussi dans le cas des autres graminées qui composent la part majoritaire de l'amas de semences. Ce statut cultivé ou adventice est difficile à décrypter, mais il est primordial de le cerner pour appréhender l'histoire économique des espèces utilitaires et, notamment, cultivées.

Test de l'écart-réduit n>30 individus		largeur min.	largeur max.	moyenne	écart-type	e < 1,96 différence non significative au seuil de 5% (DNS); e > ou = 1,96 : différence significative au seuil de 5% (DS)
Chadalais <i>Avena cf. strigosa</i> subsp. <i>brevis</i> , lemmes carbonisées	à lemme aristée us 687C, n = 45	0,5	1	0,73	0,14	e = 3,637 DS
Chadalais <i>Avena sativa</i> , lemmes carbonisées	à lemme non aristée us 687C, n = 48	0,5	1	0,83	0,12	
<hr/>						
Péran <i>Avena strigosa</i> , lemmes carbonisées	à lemme aristée, n = 50	0,6	1,1	0,81	0,1	e = 3,12 DS
Chadalais <i>Avena cf. strigosa</i> subsp. <i>brevis</i> , lemmes carbonisées	à lemme aristée us 687C, n = 45	0,5	1	0,73	0,14	
<hr/>						
Le Teilleul <i>Avena sativa/strigosa</i> , lemmes carbonisées	à lemme aristée, n = 82	0,5	1,3	0,77	0,16	e = 1,445 DNS
Chadalais <i>Avena cf. strigosa</i> subsp. <i>brevis</i> , lemmes carbonisées	à lemme aristée, us 687C, n = 45	0,5	1	0,73	0,14	
<hr/>						
Gaudines <i>Avena sativa</i> , lemmes carbonisées	à lemme non aristée, n = 50	0,8	1,3	1,01	0,11	e = 7,72 DS
Chadalais <i>Avena sativa</i> , lemmes carbonisées	à lemme non aristée, us 687C, n = 48	0,5	1	0,83	0,12	
<hr/>						
Test de student pour n<30 individus		largeur min	largeur max	moyenne	écart-type	table de t
Collection de référence <i>Avena sativa</i> , lemmes non carbonisées	à lemme non aristée, n = 29	1,1	1,5	1,29	0,14	ddl = 75, t = 15,75 DS au seuil de 5%
Chadalais <i>Avena sativa</i> , lemmes carbonisées	à lemme non aristée, us 687C, n = 48	0,5	1	0,83	0,12	
<hr/>						
Collection de référence <i>Avena strigosa</i> , lemmes non carbonisées	à lemme aristée, n = 25	0,8	1	0,92	0,06	ddl = 68, t = 6,279 DS au seuil de 5%
Chadalais <i>Avena cf. strigosa</i> subsp. <i>brevis</i> , lemmes carbonisées	à lemme aristée, us 687C, n = 45	0,5	1	0,73	0,14	

8. Chadalais, Maisonnais-sur-Tardoire (Haute-Vienne). Comparaison des moyennes des largeurs de base de lemme de *Avena strigosa* et de *Avena sativa* par le test des écarts-réduits. Péran (Plédran, Côtes-d'Armor) : X^e siècle (Ruas, résultats inédits); Le Teilleul (Montours, Ille-et-Vilaine), IX^e siècle (Ruas, Pradat 2001); Gaudines (Vieux, Calvados) IX^e-X^e siècle (Ruas, Pradat 1997).

		684B quadrant B de la couche située sous le bouchon d'argile	687A quadrant A de la couche de semences	687C quadrant C de la couche de semences
		Densité en restes/litre	Densité en restes/litre	Densité en restes/litre
<i>Avena sativa</i>	nombre de grains enveloppés	0	0	437
<i>Avena sativa</i>	nombre de bases de lemme vides	0	47,1	40
<i>Avena strigosa</i> ssp. <i>brevis</i>	nombre de grains enveloppés	0	75,9	243,7
<i>Avena strigosa</i> ssp. <i>brevis</i>	nombre de bases de lemme vides	0	57,5	0,0
<i>Avena</i> spp.	nombre de bases de lemme vides	0	478,5	722,7
<i>Avena</i> spp.	nombre de grains sans enveloppes	209,8	8 944,8	5 861,2
	nombre de bases de lemmes vides toutes avoines	0,0	583,1	762,7
	nombre total de grains enveloppés estimés (gr. enveloppés extraits + bases de lemme vide)	0	658,9 (7%)	1443,4 (22%)
	nombre de grains libres restants estimés (grains sans env. - bases de lemme vides)	209,8 (100%)	8 361,7 (93%)	5 098,5 (78%)
	nombre total de grains libres et enveloppés estimés (ligne 8 + 9)	209,8	9 020,60	6 541,9
	densité totale de restes d'avoines pour un litre de prélèvement	209,8	9 603,7	7 304,6
	% bases de lemmes vides d'avoines/total des restes d'avoines	0,00%	4,98%	9,89%
<i>Hordeum vulgare</i>	nœuds rachis conservés	26	0	0
<i>Hordeum vulgare</i>	grains conservés	0	21	0
	nombre total de restes de <i>Hordeum</i>	26	21	0
	% rachis de <i>Hordeum</i>	100,00%	0,00%	
<i>Secale cereale</i>	nombre de nœuds de rachis conservés	383	86	111
<i>Secale cereale</i>	nombre de grains conservés	1 255	8 977	6 843
	nombre de grains estimés (2 grains par nœud = 1 épillet)	766	172	222
	nombre de grains estimés restants	489 (39%)	8 805 (98%)	6 621 (97%)
	nombre total de restes de <i>Secale</i>	1 638	9 062	6 954
	% rachis <i>Secale</i>	23,44%	0,95%	1,61%
<i>Triticum aestivum</i> l.s.	nombre de nœuds de rachis conservés	0	112	0
<i>Triticum aestivum</i> l.s.	nombre de grains conservés	51	11 172	802
	nombre de grains estimés (3 grains par nœud)	0	336	0
	nombre de grains estimés restants	51 (100%)	10 836 (97%)	802 (100%)
	nombre total de restes de <i>Triticum aestivum</i>	51	11 284	802
	% de rachis de <i>Triticum aestivum</i>	0,00%	1,00%	0,00%
<i>Panicum miliaceum</i>	nombre de grains dénudés conservés	0	364	40
<i>Setaria</i> cf. <i>italica</i>	nombre de grains dénudés conservés	9	0	0
<i>Lolium temulentum</i>	nombre d'épillets conservés	0	10	6
<i>Lolium temulentum</i>	nombre de grains dénudés conservés	34	4 644	349
	nombre total de restes de <i>Lolium temulentum</i>	34	4 654	355
	% de grains vêtus (épillets) de <i>Lolium temulentum</i>	0,00%	0,22%	1,58%
<i>Lolium temulentum</i> subsp. <i>remotum</i> type	nombre d'épillets conservés	0	2 857	4 651
<i>Lolium temulentum</i> subsp. <i>remotum</i> type	nombre de bases de lemmes conservées	0	17 401	1 920
<i>Festuca</i> cf. <i>rubra</i>	nombre d'épillets conservés	0	473	0

		684B quadrant B de la couche située sous le bouchon d'argile	687A quadrant A de la couche de semences	687C quadrant C de la couche de semences
		Densité en restes/litre	Densité en restes/litre	Densité en restes/litre
<i>Festuca/Lolium</i> subsp. <i>remotum</i> type	nombre de grains dénudés conservés	21 144	11 0057	106 928
nombre total de restes de <i>Festuca/Lolium remot.</i> type et <i>Lolium temulentum remotum</i> type		21 144	130 789	113 500
	% de bases de lemmes de <i>Festuca/Lolium remot.</i> type	0,00%	13,30%	1,69%
autres Poaceae	nombre de nœuds de rachis conservés	4	10	0
autres Poaceae	nombre de grains dénudés conservés	43	1 122	0
autres Poaceae	nombre de fragments de tiges et débris de tiges conservés	108	5	45
	nombre total de restes de Poaceae	155	1 138	45
	% de rachis et de bases de lemme de Poaceae	2,58%	0,92%	0,00%
Composition en éléments céréaliers (vannes, grains) et en restes de plantes sauvages				
	échantillons	684B	687A	687C
	nombre total de grains de céréales (D/I)	1 340,84	29 590,54	14 226,55
	nombre total de vannes de céréales (D/I)	538,6	933,4	981,1
	total des restes de céréales (D/I)	1 879	30 524	15 208
	% grains/total céréales	71 %	97%	94%
	% vannes/total céréales	29%	3%	6%
	total des restes de plantes sauvages	10833	39015	46236
	total des restes de céréales et de plantes sauvages	12712	69539	61 444
	% céréales	15%	44%	25%
	% plantes sauvages	85%	56%	75%

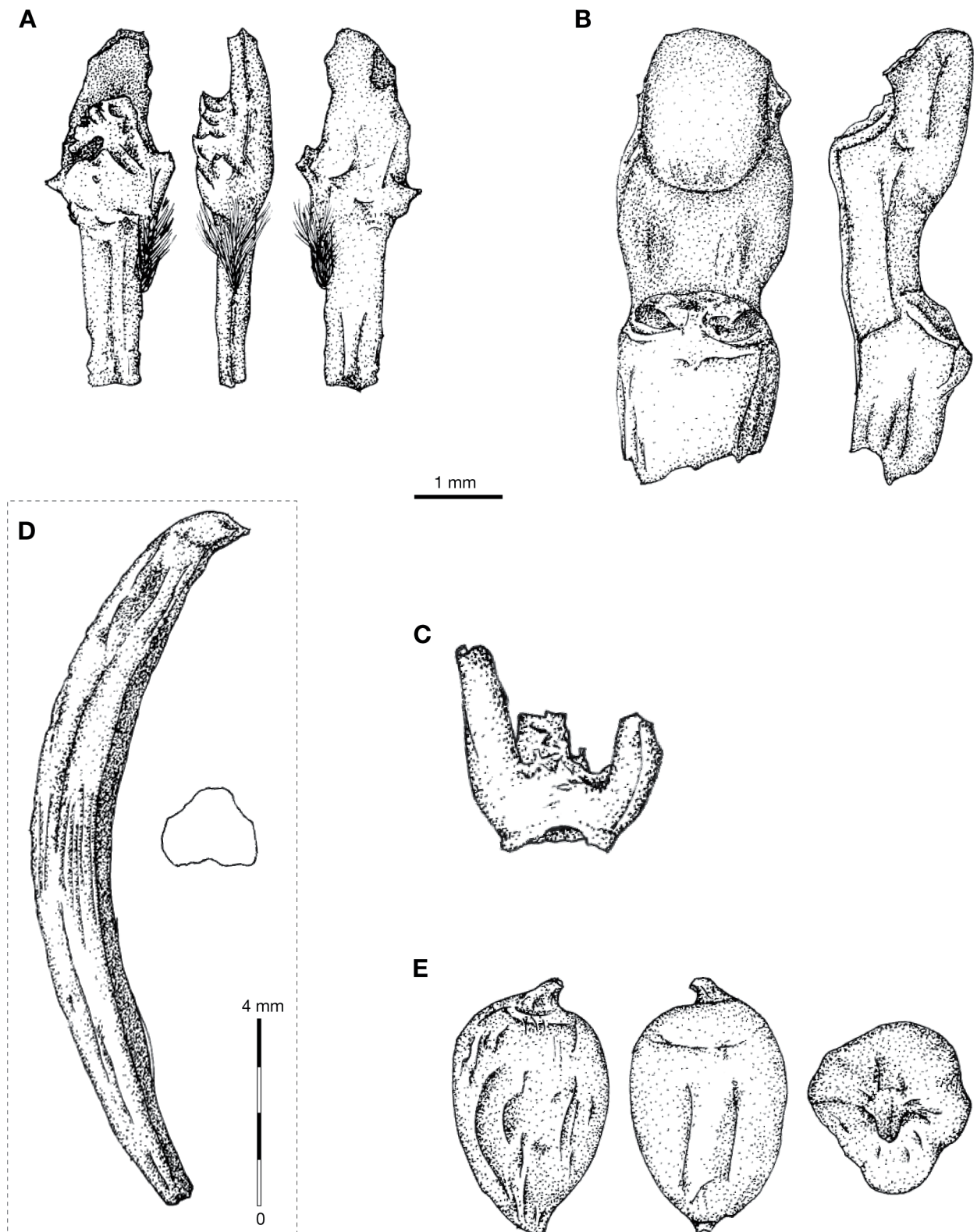
9. Chadalais, Maisonnais-sur-Tardoire (Haute-Vienne). Composition en constituants céréaliers (grains, vannes) et en semences de plantes sauvages. Pour l'avoine, l'estimation du nombre de grains enveloppés au départ est obtenue en associant les grains libres extraits avec les bases de lemmes vides extraites et en ajoutant le nombre de grains enveloppés extraits (ligne 1 + ligne 3 + ligne 7). Le nombre de grains libres restants correspond aux grains en excès par rapport au nombre de bases de lemmes vides.

Des céréales minoritaires, une composition hétérogène

Si l'association de quatre espèces cultivées est peu commune hormis dans les déchets de dépôt alimentaire ou agricole, le fait que la proportion de céréales soit inférieure à celle des semences de plantes sauvages étonne davantage. En effet, d'après les nombres de restes, les céréales n'occupent tout au plus que 13% de l'ensemble dans l'échantillon [687]A où elles sont plus abondantes et seulement 10% des restes en [687]C. La prise en compte des volumes des restes montre qu'elles représentent la moitié du volume total des composants dans le niveau US [687]. Dans le quadrant A, le taux volumique atteint 47% des restes et, dans le quadrant C, il est plus élevé, 51% (ill. 11). Un test d'écart-réduit montre que cette différence entre les proportions volumiques enregistrées dans les deux quadrants n'est toutefois pas significative au seuil de 5% (valeur absolue de $e = 0,59$).

Mais les variations de composition en espèces et en types de restes entre les deux quadrants du niveau US [687] signalent qu'il n'est pas homogène (cf. *supra*).

Les restes de seigle dominant dans le niveau US [684]. Mais les avoines, au sein des céréales, ont livré la majorité des restes de céréales dans l'amas principal US [687]. Le volume des grains nus et des grains enveloppés représente 40% du volume des céréales de ce dépôt. Le seigle les seconde avec un taux proche de 37%. Dans le quadrant A, les avoines ne représentent que 26% du volume des céréales, la principale étant le blé nu avec 39% suivi du seigle avec 31% de ce volume. Dans le quadrant C, les deux avoines occupent la première place des céréales avec un volume total de 50% de restes tandis que le volume des restes de seigle, 42%, le place en deuxième position des céréales. Le blé n'y représente que 7,5% du volume de ce groupe. Les proportions volumiques des grains de ces trois céréales atteignent sur l'ensemble des restes



10. Chadalais, Maisonnais-sur-Tardoire (Haute-Vienne). Eléments d'épis de céréales et fructifications de parasites des épis de céréales. A. Segment de rachis d'épi de seigle (*Secale cereale*), faces et profil; B. Segment de rachis d'épi de blé tendre (*Triticum aestivum*), face et profil; C. Furca de blé amidonnier (*Triticum cf. dicoccum*), face; D. Sphaécie d'ergot de seigle (*Claviceps purpurea*), vue latérale et section; E. Sorus de carie du blé (*Tilletia tritici*) ou galle d'anguillule du blé (*Anguina tritici*) (dessins M.-P. Ruas, CNRS).

carpologiques dont le volume était mesurable, 20% pour les avoines, 18,5% pour le seigle, 10,5% pour le blé (ill. 11).

Les segments de rachis de blé et de seigle ne se répartissent pas de la même manière entre les échantillons des US [684] et [687] : les rachis de blé caractéristiques du blé hexaploïde *Triticum aestivum* (ill. 10B), ne sont présents que dans le quadrant A du niveau de semences US [687] où leur taux s'élève à 1% des restes de l'espèce. À l'inverse, les axes d'épi de seigle sont enregistrés dans les trois échantillons. Dans le niveau [684]B, riche en éléments végétatifs herbacés, leur taux atteint 23% des constituants du seigle. Dans le niveau de semences US [687], le taux de rachis de seigle s'élève à 1% en A et à 2% en C. Taux qui, selon un test d'écart réduit, apparaît significativement plus élevé (au seuil de 5% valeur absolue de $e = 3,68$; cf. *supra*, ill. 4; 9; 10A; 10B).

Pour les avoines, la présence de grains encore enveloppés dans leur lemme, mais aussi de grains libres et de bases de lemmes vides permet, en les appariant (une base de lemme contenant un grain) d'estimer un nombre de grains qui devaient être vêtus au moment de la formation du dépôt. Avec les nombres rapportés à un litre de prélèvement, on obtient un nombre total de 2102 grains enveloppés et 13460 grains sans enveloppes dans le niveau US [687]. Dans le quadrant A la proportion de grains enveloppés estimés est de 4% et s'élève à 9% dans le quadrant C. Le taux de présence des enveloppes en connexion anatomique avec un grain diffère entre les deux points de prélèvement dans ce niveau. Il peut traduire un état plus ou moins décortiqué des avoines ou, plus probablement, un état plus ou moins altéré des enveloppes fragilisées par la carbonisation. L'abondance générale de lemmes vides et de lemmes encore en place sur les grains indique, en effet, que les grains devaient être vêtus au moment de la formation de ce dépôt.

Les autres espèces de céréales sont enregistrées de façon anecdotique dans le silo (ill. 4). L'orge vêtue a livré trois fragments de rachis dans le quadrant [684]B et seulement quatre grains dénudés dans le quadrant [687]A. Le millet commun apparaît dans les trois échantillons mais sur les 28 grains dénudés collectés, 25 proviennent du quadrant [687]A (ill. 6D, *supra*). L'amidonnier n'a été identifié que grâce à une unique furca dans ce même quadrant (ill. 10C, *supra*). Les faibles quantités de vestiges de ces trois céréales incitent à considérer que leurs grains ou épillettes n'étaient pas les produits destinés à être déversés dans le silo en même temps que ceux des

avoines, du blé et du seigle, principalement enregistrés dans l'amas. Les restes d'orge, de millet et d'amidonnier peuvent, en ce sens, correspondre à des reliquats de cultures d'années antérieures persistant dans les semis de l'année de la récolte et/ou des résidus de récoltes antérieures traitées au même emplacement que les céréales réunies dans la fosse. Certaines espèces dont la culture n'est plus pratiquée localement par une population ou est devenue marginale peuvent se maintenir à chaque ensemencement de la céréale cultivée qui requiert des conditions agrologiques similaires dans la mesure où leurs grains, devenus adventices, ne sont jamais éliminés des récoltes. L'amidonnier dont les restes sont toujours très ténus dans les assemblages médiévaux français pourrait s'être maintenu dans la flore messicole de cette façon (Ruas 1992).

Le dépôt US [687] est donc composé d'une association de plusieurs céréales dont quatre correspondent à des récoltes, le seigle, le froment, l'avoine cultivée et l'avoine courte. Leur mélange n'est pourtant pas uniforme dans cet assemblage. Le volume de leurs grains signale, en effet, que 80% du blé se trouve dans le quadrant A, 65% des grains de seigle et 72% des grains d'avoines sont concentrés dans le quadrant C. Ce constat suggère que le remplissage initial de la fosse a été effectué à partir de plusieurs lots de céréales déversés en différents points et non d'un mélange uniforme de produits variés. Ce type d'association paraît plus proche des mélanges observés dans les dépotoirs que dans les silos qui comportent en général les produits d'une ou deux plantes. Impression renforcée par le fait que les céréales ne dominent pas dans cet amas de grains. Les indices livrés par les autres espèces et, notamment, la flore sauvage, aideront à éclaircir plusieurs questions que soulève la composition "inhabituelle" de cet amas de semences brûlées :

- l'origine multiple ou unique des récoltes en mélange : les céréales proviennent-elles de parcelles de cultures indépendantes ou d'une seule ?
- L'amas représente-t-il les restes d'un stock ensilé ? Quelle en est sa nature ?
- Quel est le statut des espèces céréalières et des autres groupes représentés dans cette fosse ?

La flore sauvage

Les semences issues de la flore sauvage composent un peu plus de la moitié du volume des restes de l'amas US [687] (50,34% ; ill. 11). En quantité de restes, il en a livré 85253 (soit 88% du total des restes carpologiques extraits de cette unité) alors que

le niveau US [684] sus-jacent en comportait 10 833 (91 % des restes carpologiques du niveau ; cf. *supra*, ill. 3; 5).

Le corpus floristique comprend 75 taxons parmi lesquels 56 espèces sont identifiées ou suggérées. Une telle diversité spécifique, rare en contexte non immergé, en autorise le regroupement selon les cortèges phytosociologiques tels qu'on les observe aujourd'hui (ill. 12). Pourtant les restes d'une seule plante prévalent sur ceux de toutes les autres. Il s'agit d'une graminée du genre *Lolium* (ivraie), dont les grains et les épillets ont

une forme semblable à *Lolium temulentum* (ivraie enivrante), mais dont les dimensions deux fois plus petites les rapprochent de la sous-espèce *Lolium temulentum* subsp. *remotum*, l'ivraie du lin (ill. 13A; 13B; 13C). L'ivraie du lin est cependant spécifique des champs de lin. Un seul fragment de capsule présent dans le niveau US [687] (cf. *supra*, ill. 5) ne permet pas une attestation confirmée de l'espèce cultivée *Linum usitatissimum*. La surabondance de cette ivraie à petits caryopses semble liée à une ou plusieurs des céréales présentes dans ce silo, notamment le seigle et les avoines (cf. *infra*, § 4.2.).

		684B quadrant B couche sous bouchon argile	687A quadrant A de la couche de semences				687C quadrant C de la couche de semences			Total US 687		
Céréales		type restes	volume restes en ml	volume restes en ml	% volume restes céréales	précision du %	volume restes en ml	% volume restes céréales	précision du %	volume restes en ml	% volume restes céréales	précision du %
<i>Avena cf. brevis/sativa</i>	Avoines	épillets	0,10	0,55	1,1%	1,1+/-2,91	7,94	12,1%	12,1+/- 7,9	8,49	7,4%	7,4+/- 5,47
<i>Avena</i> spp.	Avoines	grains	0,86	12,35	24,9%	24,9 +/- 12,05	24,99	37,9%	37,9+/- 11,71	37,34	32,3%	32,3+/- 3,11
<i>Secale cereale</i>	Seigle	grains	3,96	15,15	30,6%	30,6 +/- 12,84	27,92	42,4%	42,4+/- 11,93	43,07	37,3%	37,3+/- 8,82
<i>Triticum aestivum</i> l.s.	Froment (Blé tendre s.l.)	grains	0,93	19,55	39,5%	39,5 +/- 13,62	4,94	7,5%	7,5+/-6,36	24,49	21,2%	21,2+/- 7,46
Cerealia	Céréales indéterminées	frgt de grains	0,10	1,95	3,9%	3,7 +/- 5,25	0	0,0%	0	1,95	1,7%	1,7+/- 2,36
Cerealia et autres Poaceae	Céréales et autres gram.	vannes	0,10	<	<		0,1	0,2%	0,2+/-0,93	0,1	0,1%	0,1 +/- 0,52
Volume total des restes de céréales (ml)			6,05	49,55			65,89			115,44		
Plantes sauvages		type restes	volume restes en ml	volume restes en ml	% volume restes plantes sauvages	précision du %	volume restes en ml	% volume restes plantes sauvages	précision du %	volume restes en ml	% volume restes plantes sauvages	précision du %
<i>Agrostemma githago</i>	Nielle des blés	graines	0	0,75	1%	1,37+/- 0,31	0,1	0,2%	0,16+/- 0,1	0,85	0,73%	0,73+/-0,15
<i>Bromus secalinus</i>	Brome faux-seigle	grains	0,96	12,05	22%	22,01+/- 1,24	3,364	5%	5,4+/-0,58	15,414	13,17%	13,17+/-0,66
<i>Lolium tem.</i> subsp. <i>remotum</i> type	Ivraie du lin type	épillets	0	<	<		4,78	8%	7,68+/-0,69	4,78	4,09%	4,09+/-0,37
<i>Lolium temulentum</i>	Ivraie enivrante	épillets	0	<	<		<	<		0	0,00%	
<i>Lolium temulentum</i>	Ivraie enivrante	grains	0,2	7,4	14%	13,52+/- 0,97	0,1	0,2%	0,16+/-0,1	7,5	6,41%	6,41+/-0,46
<i>Festuca/Lolium remotum</i> type	Fétuque/ivraie du lin type	grains nus	11,3	28,2	52%	51,51+/- 1,9	45,86	74%	73,67+/-2,12	74,06	63,30%	63,30+/-1,44
<i>Poa</i> spp. et autres Poaceae	Pâturins et autres	petits grains	0,1	1,1	2%	2,01+/-0,38	0,71	1%	1,14+/-0,27	1,81	1,55%	1,55+/-0,23
<i>Varia</i>	Autres espèces	grains	0	0,75	1%	1,37+/-0,31	7,34	11,8%	11,79+/-0,85	8,09	6,91%	6,91+/-0,48
<i>Claviceps purpurea</i>	Ergot de seigle	sclérotos	0	1	2%	1,83+/-0,36	<	<		1	0,85%	0,85+/-0,17
cf. <i>Anguina/Tilletia</i>	cf. Anguillule/Carie	galles	0,53	3,5	6%	6,39+/-0,67	<	<		3,5	2,99%	2,99+/-0,31
Volume total des restes de plantes sauvages extraits (ml)			13,09	54,75			62,254			117,004		
			volume restes en ml	volume restes en ml	% volume total restes carpo.	précision du %	volume restes en ml	% volume total restes carpo.	précision du %	volume restes en ml	% volume total restes carpo.	précision du %
volume total des restes de céréales			6,05	49,55	47,5%	47,5+/-1,32	65,89	51,4%	51,4+/-1,24	115,44	49,66%	49,66+/-1,28
volume total des restes de plantes sauvages			13,09	54,75	52,5%	52,5+/-1,39	62,254	48,6%	48,6+/-1,2	117,004	50,34%	50,34+/-1,29
volume total des restes carpologiques extraits			19,14	104,3			128,144			232,444		

11. Chadais, Maisonnais-sur-Tardoire (Haute-Vienne). Volumes bruts et proportions des volumes des restes des céréales et des principales plantes sauvages. Les volumes extraits des fractions fines FF ont été rapportés aux quantités traitées pour les fractions grossières FG. < = volume inférieur à 0,1 ml.

La sous-espèce *remotum* a-t-elle pu exister comme adventice céréalière avant de devenir exclusive des champs de lin telle qu'on la connaît aujourd'hui (Bournérias 1984)? Ces caryopses représentent-ils une population de *Lolium temulentum* spécifique à des conditions de sols et de culture? À défaut de pouvoir répondre à ces questions, ces éléments sont, pour l'heure, considérés comme étant proches de la sous-espèce *remotum* par l'attribution *Lolium temulentum* subsp. *remotum* type. Il n'a pas toujours été facile de distinguer les grains nus de cette ivraie avec ceux de certaines fétuques (*Festuca* sp.). Aussi ces restes sont-ils réunis sous le taxon *Festuca/Lolium remotum* type. Le volume total de ces grains nus et des épillets de l'ivraie du lin type représente 36 % du volume total des restes conservés dans le silo. Dans le niveau US [684] de débris herbacés, le volume des composants de cette graminée s'élève à 59 % du volume total des restes carpologiques. Dans l'amas US [687] il atteint 34 %; les restes de cette graminée y occupent ainsi la première place des composants après ceux des avoines (20 %), du seigle (18,5 %) et du blé (10,5 %).

Le classement phytosociologique adopté tient compte de l'affinité principale des espèces pour un habitat selon la nomenclature employée par M. Bournérias (1984) pour la flore du Bassin Parisien. Quatre groupes liés aux milieux ouverts de culture et de prairies se dessinent: les adventices des céréales d'hiver (*Secalinetalia* dites messicoles), les adventices des cultures d'été ou des cultures sarclées (*Polygono-Chenopodietalia*), les plantes de zones enherbées sur sol engorgé et sol humide (*Phragmitetea* et *Molinio-Arrhenatheretea*) et les plantes de prairies sur sol acide modérément sec (*Nardetea*). Les deux taxons à mode de vie parasite, dont l'un est peut-être un animal invertébré, sont regroupés dans une même catégorie car ils infestent les épis et panicules des graminées et des cypéracées.

Les parasites des cultures

Ces deux parasites se manifestent par leurs organes de résistance. Les premiers sont des masses allongées, plus ou moins arquées, dont l'une des extrémités est amincie. De section plus ou moins anguleuse, ils sont parcourus en surface par un sillon longitudinal, parfois des cannelures, et des stries transversales. Leur taille varie en longueur de 3,5 à 9 mm et en largeur de 0,6 à 1,2 mm (ill. 10 D). Ces éléments correspondent aux excroissances que produit le champignon ascomycète *Claviceps*

purpurea (ergot du seigle) à la place des grains dans l'épi des graminées cultivées et sauvages. Ces organes, structures végétatives agrégées, sont appelés sclérotés ou sphacélies. D'après les calibres variés collectés, les sclérotés fossiles proviennent probablement de plusieurs hôtes: seigle, orge (*Hordeum*), brome (*Bromus*), ivraie (*Lolium*) ou fétuque (*Festuca*), etc. Leurs proportions numériques sur l'ensemble des grains de graminées s'élèvent à 1 % (et 0,5 % au plus en [684]B et [687]A).

Les éléments du second groupe ont une morphologie proche de celle d'un grain de blé mûr mais sont plus courts et plus épais. Leur surface porte une large cannelure à la place du sillon du grain et de légères stries longitudinales. Ils se terminent par un appendice tortillé à une des extrémités et une petite pointe parfois bifide à l'opposé (ill. 10 E). Certains exemplaires fragmentés montrent que la cavité interne est occupée par une masse grumeleuse ou filamenteuse que la combustion a plus ou moins rétractée sur les parois ou vers le centre. Les dimensions plutôt uniformes donnent des longueurs et des largeurs moyennes d'environ 3 mm et 1,9 mm. Après des recherches bibliographiques et par comparaison avec les descriptions et les photos publiées, il nous a semblé que ces éléments pouvaient être des balles sporifères ou sorus d'un champignon basidiomycète du genre *Tilletia*, parasite des épis de blé notamment (carie du blé). En 2003, nous avons confié quelques exemplaires à Philippe Jauzein, malherbologue à l'Institut National d'Agronomie de Paris-Grignon (INA-PG). Grâce à son intermédiaire, M. Guy Raynal, professeur en pathologie végétale à l'INA-PG, les a observés au microscope et comparés avec des grains cariés de blé actuel qu'il a carbonisés en laboratoire. Dans un rapport manuscrit qu'il nous a aimablement transmis, M. G. Raynal note pour les grains médiévaux: « pas de présence évidente de spores de *Tilletia* ni de fragments de spores à l'intérieur des grains [...] La forme des grains rappelle toutefois la forme des grains cariés. Mais on pourrait également penser à des grains "niellés" attaqués par le nématode *Anguina tritici*. » La comparaison avec les grains cariés actuels carbonisés révèle que « contre toute attente, on distingue très bien les spores de carie, noircies, mais qui ont conservé leurs dimensions. Leurs ornements de surface ont par contre disparu ». En conclusion, il signale que « seule la forme des grains de Chadalais pourrait faire penser à une attaque de carie ». Il estime que l'action du temps a pu jouer sur la transformation des

Adventices des cultures et abords		Échantillons	684B	687A	687C
Adventices ubiquistes des cultures		Type de restes			
<i>Anagallis arvensis</i>	Mouron des champs	graines		r	
<i>Galium aparine</i>	Gaillet gratteron	semences	r		
<i>Matricaria perforata</i>	Matricaire inodore	akènes		III	I
Adventices de céréales d'hiver					
<i>sur sols secs (sauf l'hiver) sableux ou compacts siliceux acides</i>					
<i>Agrostemma githago</i>	Nielle des blés	graines	r	I	I
<i>Agrostemma githago</i>	Nielle des blés	dents de calice		I	r
<i>Anthemis arvensis</i>	Anthémis des champs	akènes	r	I	r
<i>Arnoseric minima</i>	Arnoséris naine	akènes	r	III	III
<i>Lamium hybridum</i>	Lamier hybride	graines		r	
<i>Odontites sp. (cf. rubra)</i>	Odontite (cf. rouge)	semences		II	r
<i>Scleranthus annuus</i>	Scléranthe annuel	calices		r	
<i>Spergula arvensis</i>	Espargoute des champs	semences		r	
<i>Trifolium arvense</i>	Trèfle des champs	graines		III	I
<i>Vicia tetrasperma</i> agg.	Vesce à quatre graines	graines	r	II	r
<i>Viola tricolor</i> agg.	Pensée sauvage	graines		r	
<i>sur sols calcaires plus ou moins caillouteux à limoneux</i>					
<i>Anthemis cotula</i>	Camomille puante	akènes		III	I
<i>Avena fatua</i>	Avoine folle	base de lemme		r	r
<i>Bromus cf. sterilis</i>	Brome stérile	grains		r	r
<i>Bromus secalinus</i>	Brome faux-seigle	grains		III	III
<i>Centaurea cyanus</i>	Bleuet	akènes		I	r
<i>Galeopsis ladanum</i>	Galéopsis ladanum	graines		r	r
<i>Lolium temulentum</i>	lvraie enivrante	épilletts		r	r
<i>Lolium temulentum</i>	lvraie enivrante	grains	r	III	I
<i>Sherardia arvensis</i>	Shérardie des champs	semences		r	r
Adventices de sarclage et/ou de cultures d'été et friches sur sol sablo-humifère					
<i>Artemisia cf. annua</i>	Armoise cf. annuelle	akènes		r	
<i>Chenopodium album</i>	Chénopode blanc	semence		r	
<i>Chenopodium cf. polyspermum</i> agg.	Chénopode cf. polysperme	semences		r	
<i>Crepis capillaris</i>	Crépide capillaire	akènes		II	r
<i>Echinochloa crus-galli</i>	Pied-de-coq	grains		r	
<i>Fallopia convolvulus</i>	Vrillée liseron	graines	r	r	
<i>Lapsana communis</i>	Lampsane commune	akènes		I	
<i>Polygonum aviculare</i> agg.	Renouée des oiseaux	graines		r	r
Parasites des épis de céréales et d'autres graminées					
<i>Claviceps purpurea</i>	ergot de seigle	scérôtes tailles variées	r	II	I
<i>Anguina/Tilletia</i>	Anguillule / Carie	galles/balles sporifères	r	III	r
Friches et bois rudéralisés, sol assez humide, riche					
<i>Clematis cf. vitalba</i>	Clématite cf. vigne-blanche	semences		r	
<i>Galeopsis tetrahit</i>	Ortie royale	graines		r	
<i>Sambucus ebulus</i>	Sureau hièble	graines		r	
<i>Sambucus ebulus</i>	Sureau hièble	baies		r	r

		Échantillons	684B	687A	687C
Plantes de berges, landes tourbeuses, prairies humides, sol sablo-argileux acide		Types de restes			
<i>Carex cf. echinata</i>	Laïche cf. étoilée	akènes		r	
<i>Carex cf. panicea</i>	Laïche cf. bleuâtre	akènes		r	
<i>Corrigiola litoralis</i>	Corrigiole des grèves	akènes		r	r
<i>Eleocharis palustris</i>	Scirpe des marais	akènes	r	l	r
<i>Galium palustre</i>	Gaillet des marais	akènes		r	
<i>Myosoton aquaticum</i>	Céraiste aquatique	akènes		r	
<i>Polygonum lapathifolium</i> agg.	Renouée à feuilles de patience	akènes		r	
<i>Ranunculus sardous</i>	Renoncule sardonie	akènes		r	
<i>Sparganium minimum</i>	Rubanier nain	akènes		r	r
<i>Sparganium simplex</i>	Rubanier simple	akènes		r	r
Plantes des prairies fraîches de fauche, sol argileux riche en nitrates					
<i>Phleum pratense</i>	Fléole des prés	grains		r	
<i>Prunella vulgaris</i>	Brunelle vulgaire	akènes		r	
<i>Thalictrum flavum</i>	Pigamon jaune	akènes		r	
Plantes des prairies sèches de pâture, sol sableux siliceux					
<i>Anthoxanthum/Eragrostis</i> type	Flouve/Eragrostis type	grains		II	III
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Flouve odorante	épillets		I	I
<i>Leucanthemum vulgare</i>	Grande marguerite	akènes		I	
<i>Lolium tem. subsp. remotum</i> type	lvraie du lin	épillets		III	III
<i>Lolium tem. subsp. remotum</i> type	lvraie du lin	bases d'épillets		III	III
<i>Festuca/Lolium remotum</i> type	Fétuque / lvraie du lin type	grains nus	IV	V	V
<i>Festuca cf. rubra</i>	Fétuque cf. rouge	épillets		I	
<i>Hypochaeris cf. glabra</i>	Porcelle glabre	akènes		r	r
<i>Ornithopus perpusillus</i>	Pied-d'oiseau	articles silique	r	II	r
<i>Ornithopus perpusillus</i>	Pied-d'oiseau	graines	r	II	I
<i>Poa</i> spp.	Pâturins	petits grains		III	III
Poaceae	Graminées diverses	grains	r	III	
<i>Trifolium campestre</i>	Trèfle jaune	graines	r	III	I
<i>Vulpia myuros</i>	Vulpie myuros	épillets		r	
<i>Vulpia cf. myuros</i>	Vulpie cf. myuros	grains	r	III	II
Landes et sous-bois de chênaie sessiliflore					
<i>Pteridium aquilinum</i>	Fougère aigle	pinnules et pétioles		r	r
cf. Ptéridophyte	cf. Fougère	frgt. de pétiole			r
<i>Teucrium scorodonia</i>	Germandrée scorodoine	akènes		r	
Autres plantes de rangs taxinomiques divers					
<i>Artemisia</i> sp.	Armoise indéterminée	akènes		I	
Asteraceae	Composées	akènes		r	r
<i>Atriplex</i> sp.	Arroche indéterminée	akènes		r	
Boraginaceae	Boraginacées	frgt. graines		r	
<i>Bromus</i> sp.	Brome indéterminé	grains	I	r	
<i>Carex</i> sp.	Laïche trigone indéterminée	akènes		r	
<i>Chenopodium</i> sp.	Chénopode indéterminé	akènes		r	
Cyperaceae	Cypéracées	frgt. akènes		r	

		Échantillons	684B	687A	687C
Autres plantes de rangs taxinomiques divers (suite)		Types de restes			
Cyperaceae	Cypéracées	frgt. tiges		r	r
Fabaceae	Légumineuses	frgt. de gousse	r	l	r
<i>Galium</i> sp.	Gaillet indéterminé	semence		r	
<i>Linum</i> sp.	Lin indéterminé	frgt. de capsule		r	
<i>Malva</i> sp.	Mauve indéterminée	graine		r	
<i>Medicago</i> sp.	Luzerne indéterminée	semence		r	
Poaceae	Graminées	nœuds rachis	r	r	
Poaceae	Graminées	base lemme			r
Poaceae	Graminées	frgt. de tiges	r	r	r
Poaceae	Graminées	tiges/tigelles; vannes	r		
<i>Ranunculus</i> sp.	Renoncule indéterminée	semences		r	
<i>Rumex</i> sp.	Oseille indéterminée	graine	r		
<i>Setaria</i> sp.	Sétaire indéterminée	grain	r		
	indéterminés	semences		l	

12. Chadalais, Maisonnais-sur-Tardoire (Haute-Vienne). Abondance des restes des cortèges phytosociologiques d'après les densités en restes par litre. Signification des cotes d'abondance: r < 100 = aucun reste; l = [100-500]; ll = [500 - 1 000]; lll = [1 000 - 10 000]; IV = [10 000 - 100 000]; V = > 100 000.

caries carbonisées et que la comparaison avec des caries observées immédiatement après leur carbonisation n'est pas forcément pertinente. Dans nos propres observations au grossissement x 50, nous avons noté que les masses filamenteuses sont parfois courbées en anneau et peuvent évoquer la forme des vers nématodes.

Deux autres espèces de caries à balles sporifères relativement semblables à la carie du blé *Tilletia tritici* ont été répertoriées en Europe tempérée: *Tilletia laevis* (carie fétide) et *Tilletia controversa* (carie naine du blé) (Wilcoxson, Saari 1996). Comme les sclérotés de l'ergot du seigle, les balles de caries ou les galles d'anguillules remplacent les grains dans les épis mûrs de plusieurs graminées; les espèces de blé étant les hôtes les plus fréquents. Par rapport au nombre de grains de froment, le taux de balles sporifères/galles de la fosse s'élève à 16% dans le quadrant [687]A, plus riche en grains de cette céréale, et 0,7% en C, plus riche en seigle et en avoine.

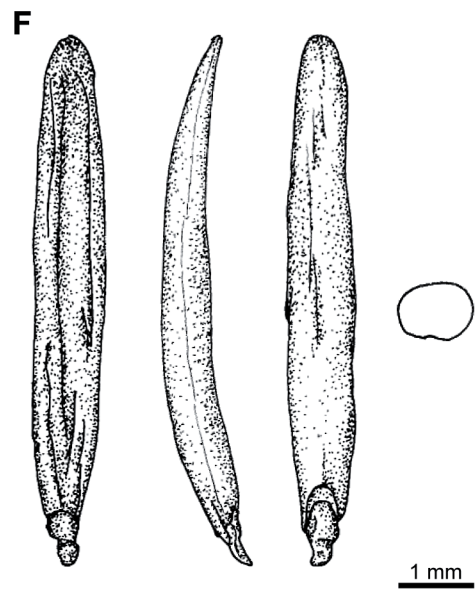
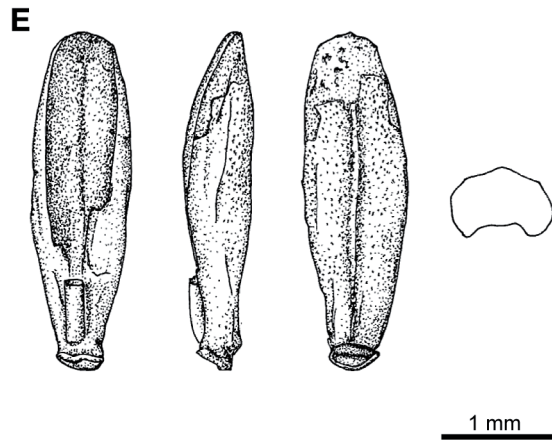
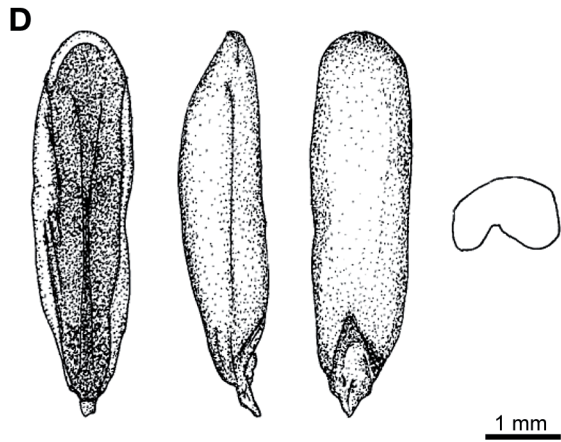
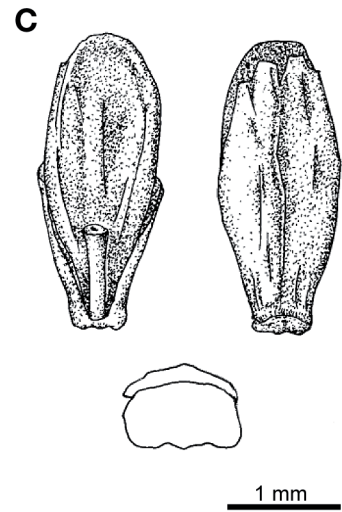
Si des ergots de seigle ont déjà été mentionnés dans les assemblages archéologiques, ni l'anguillule ni la carie du blé, en revanche, ne semblent avoir été identifiées. Les éléments fossiles de Chadalais ne peuvent être rigoureusement attribués à l'un ou l'autre des parasites sans un examen complémentaire plus approfondi. Les caries sont considérées comme des "vieilles maladies" que l'on pense éradiquées des champs de culture intensive sélectionnée (Raynal 1997, p. 16). Leur apparition est limitée par l'application systématique de

fongicides et la sélection de variétés résistantes. Mais ces champignons qui affectent les épis n'ont pas disparu et resurgissent à l'occasion de traitements mal appliqués, par exemple. Ainsi les caries qui s'étaient raréfiées en France depuis une quarantaine d'années y ont été signalées dans les années 1990 (Champion, Raynal 1993). Elles sévissent dans les champs de pays comme le Brésil, l'Inde, l'Iran, le Maroc, le Pakistan et persistent aussi notamment en Grande-Bretagne, en Suède, en Hongrie, en Slovaquie, en Suisse et aux Etats-Unis (Raynal 1997, p. 14).

La découverte de parasites des cultures, rares dans les dépôts de céréales fossiles, peut ouvrir tant une histoire du savoir agronomique et des moyens utilisés pour limiter les dégâts sur les cultures et les ravages sur les populations humaines (intoxication par l'ergot, connue sous le nom de *Feu de Saint-Antoine* ou *Mal des Ardents*).

Abondance et répartition des cortèges dans les échantillons

Pour mieux apprécier l'abondance des taxons des cortèges phytosociologiques, les nombres de restes estimés pour un litre de prélèvement ("densités") dans chaque échantillon sont remplacés par des cotes d'abondance (ill. 12). Elles permettent de repérer rapidement les espèces représentées de façon pléthorique (cote III, IV et V), moyenne (II et I) ou mineure (r) ainsi que leur répartition dans les trois échantillons. Trois espèces se détachent



I 3. Chadalais, Maisonnais-sur-Tardoire (Haute-Vienne). Graminées sauvages.
 A. Grains carbonisés d'ivraie enivrante (*Lolium temulentum*: grands individus) et d'ivraie du lin type (*Lolium temulentum* subsp. *remotum* type: petits individus); B. Fragments d'épi de *Lolium temulentum* subsp. *remotum* type; C. Reste d'épillet de *Lolium temulentum* subsp. *remotum* type; D. Grain nu de brome faux-seigle (*Bromus secalinus*); E. Reste d'épillet de fétuque cf. rouge (*Festuca* cf. *rubra*); F. Grain nu de vulpie cf. myuros (*Vulpia* cf. *myuros*); G. Détail d'une base d'épillet de vulpie myuros (*Vulpia myuros*) en face ventrale (clichés et dessins M.-P. Ruas, CNRS).

nettement du corpus : une ivraie proche de l'ivraie du lin (*Lolium temulentum* subsp. *remotum* type), recensée comme plante de prairies, le brome faux-seigle (*Bromus secalinus*) et la matricaire inodore (*Matricaria perforata*), deux adventices des cultures (ill. 13 ; 14). Selon l'échantillon considéré, leur densité numérique est supérieure à 10 000 restes, voire 100 000 pour l'ivraie du lin (cf. *supra*, ill. 9). Sur l'ensemble du spectre, 22 espèces ont, à l'inverse, fourni une densité très faible de vestiges. La majorité des espèces de berge et de prairie mouillères et des espèces adventices d'été sont dans ce cas.

La répartition des restes de ces formations végétales entre l'échantillon [684]B et le dépôt US [687] est très inégale. Le niveau supérieur a livré 14 des espèces reconnues dans le dépôt de semences mais en quantité anecdotique. Il est principalement composé des grains dénudés d'ivraie/fétuque. On y relève les seules semences du gaillet gratteron (*Galium aparine*) et des genres *Rumex* et *Setaria*. Un déséquilibre net s'observe entre les deux spectres de l'amas US [687]. Le quadrant A, plus riche et plus varié, réunit la plupart des restes des espèces et taxons divers identifiés. La plupart des plantes très abondantes en A sont plus discrètes, voire absentes en C : *Matricaria perforata*, *Anthemis cotula*, *Spergula arvensis*, *Trifolium arvense*, *Vicia tetrasperma* agg., *Artemisia* cf. *annua*, *Crepis capillaris*, *Fallopia convolvulus*, *Lapsana communis*, *Tilletia/Anguina*, *Eleocharis palustris*, *Sparganium simplex*, *Leucanthemum vulgare*, *Festuca* cf. *rubra*, *Hypochaeris* cf. *glabra*, *Ornithopus perpusillus*, *Trifolium campestre* et le groupe des graminées diverses (ill. 14 ; 18).

Pour les espèces les plus représentées, le volume des restes montre que leurs semences composent une bonne part sinon la majeure partie des assemblages. L'ivraie du lin représente ainsi 59% du volume total des restes extraits dans le niveau [684]B, 27% dans le quadrant [687]A et 39,5% en [687]C. Le volume des grains du brome faux-seigle (*Bromus secalinus*) s'élève à 5% en [687]A, les restes d'ivraie enivrante (*Lolium temulentum*) y occupent 1%. Le volume de la nielle des blés (*Agrostemma githago*) dans le dépôt US [687] est de 1% en A et 0,2% en C (ill. 11).

Le témoignage paléoécologique

Les assemblages céréaliers comportent souvent une partie des semences des adventices qui se développaient au milieu des semis. La diversité spécifique du corpus sauvage est plus ou moins étendue selon le degré de nettoyage des récoltes.

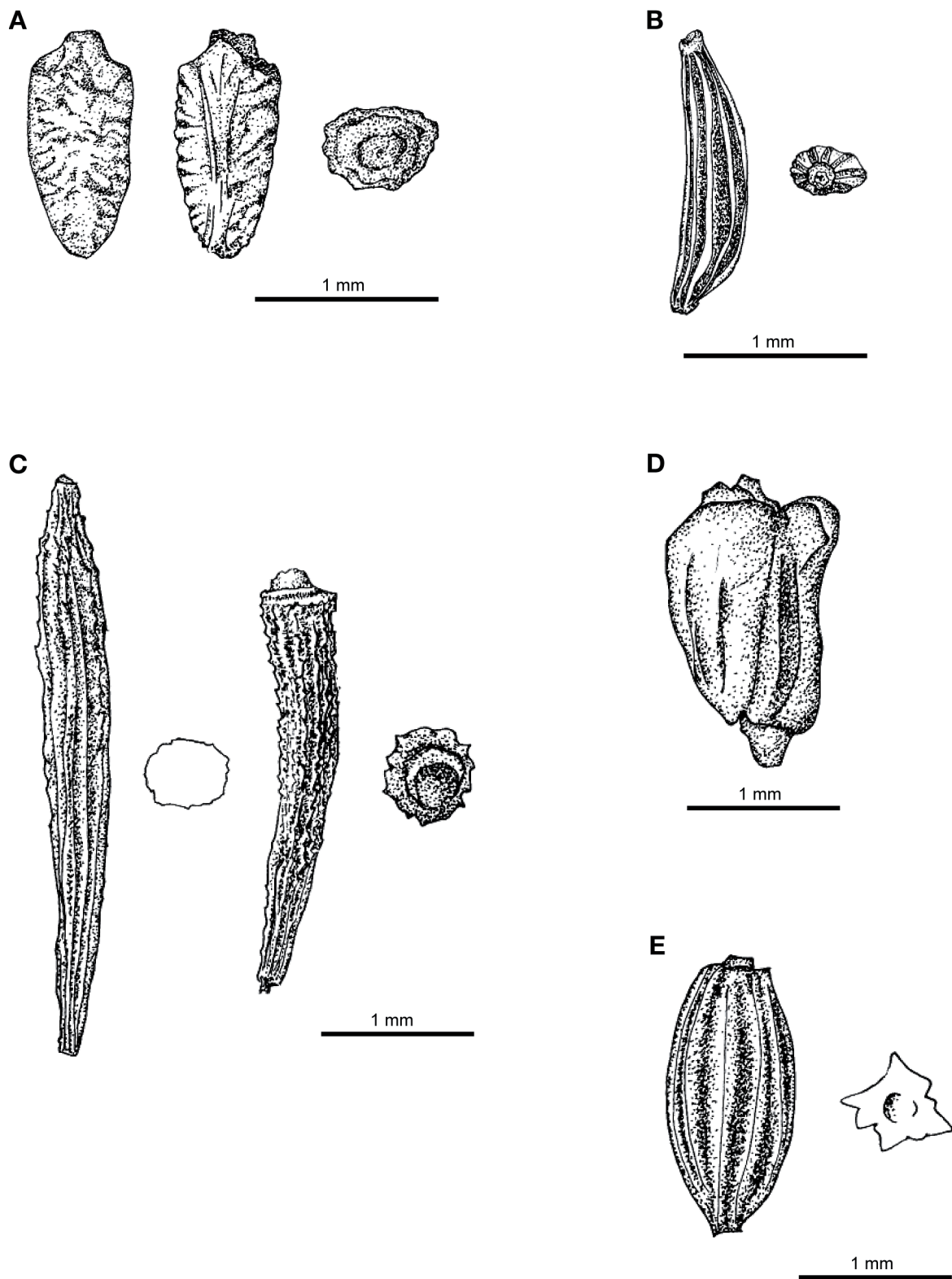
Puisque les seules plantes cultivées composant l'amas de grains sont des céréales, il est logique de considérer que la grande majorité des semences de plantes sauvages a été apportée dans les récoltes céréalières depuis les parcelles de culture.

Le spectre floristique comprend plusieurs espèces annuelles bien recensées aujourd'hui comme adventices typiques des cultures de céréales. Toutefois la présence de 27 autres espèces regroupées dans les cortèges de prairies, de friches et de sous-bois, invite à s'interroger sur les causes de leur présence dans cet amas puisqu'ils se forment dans des conditions écologiques différentes de celles créées dans les semis céréaliers. L'approche par la méthode phytosociologique qui révèle des communautés végétales potentielles peut être complétée par celle de l'autécologie qui s'attache à l'amplitude écologique de chaque espèce et à ses bornes de tolérance vis-à-vis d'un facteur du milieu. Aux altitudes faibles des environs de Chadalais – inférieures à 300 m –, les principaux facteurs influençant la présence et l'abondance des espèces dans un biotope ouvert comme les cultures et les prairies sont les conditions du sol (facteurs édaphiques). Trois facteurs ont été pris en compte : l'humidité (H), la réaction du sol à l'acidité (R) et sa richesse en nitrates (N) (ill. 15). Afin d'appréhender les caractéristiques environnementales du milieu de développement des espèces du corpus médiéval, des écodiagrammes (Willerding 1978) sont tracés à partir de cotes établies pour chacun de ces paramètres sur une échelle de 1 à 11 selon les relevés établis pour la flore d'Europe centrale (Ellenberg 1979 ; ill. 16).

Les adventices des cultures

Un premier groupe de vingt espèces réunit les mauvaises herbes ubiquistes et celles des céréales d'hiver. Plusieurs espèces recherchent un sol très sec à modérément sec (H entre 2 et 4), sept espèces préfèrent une humidité moyenne à forte (H = 5 et 6), sept sont indifférentes à ce facteur. Le cortège est scindé en deux groupes nets pour ce qui concerne l'acidité du sol et la richesse en matières azotées du substrat : cinq espèces indiquent un substrat nettement acide (R = 2 et 3), sept exigent un terrain peu acide ou nettement alcalin (R = 6 à 8), cinq espèces se contentent de sols très peu fertiles (N = 1 à 4), sept sont nitrophiles (N = 5 à 7). Plusieurs espèces sont indifférentes à ces deux facteurs.

Ces valeurs montrent qu'il existe bien deux groupes au sein des adventices de céréales d'hiver



14. Chadalais, Maisonnais-sur-Tardoire (Haute-Vienne). A. Akène de matricaire inodore (*Matricaria perforata*); B. Akène de crépide capillaire (*Crepis capillaris*); C. Deux types d'akène de porcelle cf. glabre (*Hypochaeris* cf. *glabra*); D. Akène d'anthesis des champs (*Anthesis arvensis*); E. Akène d'arnoseris naine (*Arnoseris minima*) (dessins M.-P. Ruas, CNRS).

exigeant des substrats de nature opposée. Parmi ces espèces, celles des milieux acides requièrent un sol sableux siliceux d'autant plus sec qu'il est perméable: *Arnoseris minima*, *Lamium hybridum*, *Scleranthus annuus*, *Spergula arvensis*, *Trifolium arvense* et *Viola tricolor* agg. Le deuxième groupe se rencontre sur des sols moins pauvres mais calcaires et plus ou moins caillouteux. Les espèces suivantes sont caractéristiques du cortège: *Bromus secalinus*, *Centaurea cyanus*, *Galeopsis ladanum*, *Lolium temulentum*. Il apparaît dans les levées de céréales semées en terres fertiles. Les sols plus lourds y accueillent *Agrostemma githago*, *Avena fatua* et *Sherardia arvensis*.

Le cortège des adventices d'été et/ou de sarclages est réduit à huit espèces. Le biotope qu'il révèle se distingue de ceux des messicoles par une humidité et surtout une richesse du sol nettement plus élevée (cote N = 7 et 8) sauf pour une espèce dont la cote N est égale à 3 (*Crepis capillaris*). Le substrat était donc plutôt sablo-humifère et humide. Ces espèces ont pu aussi se développer dans des friches post-culturelles ou dans des milieux rudéralisés enrichis en nitrates organiques: *Chenopodium polyspermum* agg., *Lapsana communis*, *Polygonum aviculare* agg. Si des friches rudéralisées côtoient ces cultures, la richesse et l'humidité de leur sol peuvent attirer *Sambucus ebulus*, *Galeopsis tetrahit* ainsi que des éléments de la flore riveraine. Les plantes des milieux sarclés occupent en général les terres de jardins fumées ou naturellement fertiles et bien irriguées.

Les plantes des zones humides enherbées

Les treize espèces recensées caractérisent les surfaces argilo-sableuses humifères, engorgées l'hiver et, selon leur position, exondées l'été. Ce type de sol existe en situation inondable sur les grèves alluviales de cours d'eau acides ou d'étangs et les prairies qui leur sont contiguës. L'humidité permanente maintient la présence de *Corrigiola litoralis*, *Eleocharis palustris*, *Myosoton aquaticum* (ill. 17) ou *Sparganium simplex*, *Sparganium minimum*. Un assèchement prolongé peut favoriser l'installation d'espèces formant les cortèges des prairies sèches des sols siliceux (cf. infra), communauté bien représentée dans l'assemblage. La survenue d'éléments hygrophiles dans une parcelle cultivée de sol acide peut révéler l'existence de flaques d'eau hivernales en raison d'un mauvais drainage du sol ou de sa proximité immédiate avec un plan ou un cours d'eau. Les prairies mouillères établies sur les alluvions minérales comportent des

éléments de cette végétation notamment près des abreuvoirs. *Eleocharis palustris* apparaît dans les formes plus inondées à sol enrichi par les déjections et piétinées par le pacage. Cette végétation de berges et des marges riveraines accueille souvent des compagnes telles que *Prunella vulgaris* ou *Crepis capillaris*, présentes dans d'autres groupements.

Les plantes de prairies sèches

Sept espèces indiquent en majorité un biotope de terre sèche ou modérément humide, argilo-sableuse, acide et pauvre. Ce profil est comparable à celui que l'on enregistre pour une partie des adventices des céréales d'hiver. On relève cependant la présence d'indicatrices de pacage intense, forme d'exploitation qui accentue la sécheresse du sol: *Anthoxanthum odoratum*, *Hypochaeris* cf. *glabra* (cf. supra, ill. 14 C), *Ornithopus perpusillus*, *Trifolium campestre* (ill. 18, infra) et *Vulpia* cf. *myuros* (cf. supra ill. 13 F, G). D'autres renvoient à des profils de prairies fauchées qui peuvent être pâturées: *Leucanthemum vulgare*, *Festuca* cf. *rubra* (cf. supra ill. 13 E), *Poa* spp., avec les trois espèces de prairies plus humides: *Prunella vulgaris*, *Phleum pratense*, *Thalictrum flavum*.

Ces prairies ou prés siliceux se développent sur les sables modérément secs, les limons décalcifiés, les alluvions anciennes pauvres en calcaire. La végétation herbacée y est dense. Pacagées, elles sont plutôt médiocres et font partie de la série régressive de la chênaie sessiliflore. Elles peuvent ainsi succéder ou précéder des formations de landes à genêt et à callunes soumises à l'essartage (Bournérias 1984). En cas de pacage intensif, la rupture du tapis herbacé favorise l'introduction d'annuelles comme *Ornithopus perpusillus*, *Trifolium arvense* (ill. 18). Ce type de végétation est fortement représenté dans la fosse, notamment par la dominance du taxon type ivraie du lin (*Lolium temulentum* subsp. *remotum* type).

Les formations de friche et de sous-bois

Des espèces parfois adventices, parfois rudérales comme *Sambucus ebulus*, *Galeopsis tetrahit*, *Clematis* sp. et *Teucrium scorodonia* se rencontrent aussi dans les strates herbacées des boisements qui peuvent être maintenus près des lieux cultivés sous forme de haies, de boqueteaux ou de taillis plus ou moins clairs. Les débris de feuilles de fougère aigle (*Pteridium aquilinum*) signalent un sous-bois de chênaie acidophile ou d'une lande.

Hauteurs de croissance (cm)	Codes écologiques (Jauzein 1995)	Caractéristiques du sol	Type bio	Abrév.	Espèces attestées dans les dépôts 684 et 687 de la fosse 670	Cotes Ellenberg 1979		
						H	R	N
Adventes des cultures et abords								
Adventes ubiquistes des cultures								
6-20	n'		T	Ana	<i>Anagallis arvensis</i>	5	x	6
15-100	a'n		T	Gal	<i>Galium aparine</i>	x	6	8
20-100	n'		Thi	Mat	<i>Matricaria perforata</i>	x	6	6
Adventes de céréales d'hiver								
30-100	m' x' a'p'		Thi	Agro	<i>Agrostemma githago</i>	x	x	x
10-50	x'	acide	Thi	A ar	<i>Anthemis arvensis</i>	4	3	6
20-60	x'		Thi	A co	<i>Anthemis cotula</i>	4	x	5
6-30	x p s o	acide	Thi	Arno	<i>Arnoseris minima</i>	4	3	4
60-120	a' c'		Thi	Av	<i>Avena fatua</i>	6	7	x
40-100	x' p' o'		Thi	B sec	<i>Bromus secalinus</i>	x	x	x
15-100	x' n'		Thi	B ste	<i>Bromus sterilis</i>	4	x	5
20-60	x' a'p'		Thi	Cent	<i>Centaurea cyanus</i>	x	x	x
5-50	x' a'p' s' o'	acide	T	Galeo	<i>Galeopsis ladanum</i>	3	8	3
8-25-40	l s'		Thi	Lam	<i>Lamium hybridum</i>	5	7	x
30-90	x' n'		Thi	Lo te	<i>Lolium temulentum</i>	4	8	x
10-50-70			T	Od	<i>Odontites (cf. vernus = rubra)</i>	5	x	x
2-20	x' p s o'	acide sec	Thi	Scle	<i>Scleranthus annuus</i>	x	2	4
15-30	c'	limoneux	Thi	She	<i>Sherardia arvensis</i>	5	8	5
10-40	x p s	acide	Thi	Sper	<i>Spergula arvensis</i>	5	2	6
10-20	x p s o	acide	Thi	T arv	<i>Trifolium arvense</i>	2	2	1
15-70	s'	acidophile	Thi	Vic	<i>Vicia tetrasperma</i>	5	3	4
5-40	a'p'		Thi	Viola	<i>Viola agg. tricolor</i>	x	x	x
Adventes de sarclage et/ou de cultures d'été (sol sableux riche, modérément humide)								
20-120	n'		Tes		<i>Artemisia cf. annua</i>			
20-80	h' l' s' n		Tes	Ch po	<i>Chenopodium agg. polyspermum</i>	6	x	8
15-150	n'		T	Ch al	<i>Chenopodium album</i>	4	x	7
5-50	s'		Thi	Cre	<i>Crepis capillaris</i>	4	5	3
10-120	h' n'		Tes	Ech	<i>Echinochloa crus-galli</i>	5	x	8
10-100	n'		T	Fal	<i>Fallopia convolvulus</i>	x	x	x
20-130	n'		T	Lap	<i>Lapsana communis</i>	5	x	7
5-80	a' n'		T	Po av	<i>Polygonum aviculare</i>	x	x	x
Plantes de zones humides (berges, prairies)								
10-30	lande, prairie tourbeuse	acide	H	Ca ec	<i>Carex cf. agg. echinata</i>	8	3	2
10-50	prairie humide ou tourb.		H	Ca pa	<i>Carex cf. panicea</i>	7	x	3
7-30	p, s'		T	Cor	<i>Corrigiola litoralis</i>	7	5	5
15-120			H	Gal p	<i>Galium palustre</i>	9	x	4
30-90	h a' n'		H ou T	Myo	<i>Myosoton aquaticum</i>	8	x	8
20-120	h' a' n'		T	Po la	<i>Polygonum lapathifolium</i>	7	x	8
15-40	h' l s'	acide	Thi	Ran	<i>Ranunculus sardous</i>	8	x	7
10-90			H	Sci	<i>Eleocharis palustris</i>	10	x	8
10-50			H	Sp mi	<i>Sparganium minimum (= S. natans)</i>	11	5	3
20-60			H	Sp si	<i>Sparganium simplex (= S. emersum)</i>	11	x	5

Hauteurs de croissance (cm)	Codes écologiques (Jauzein 1995)	Caractéristiques du sol	Type bio	Abrév.	Espèces attestées dans les dépôts 684 et 687 de la fosse 670	Cotes Ellenberg 1979		
Plantes prairies mésohygrophiles/mésophiles (prairies fraîches de fauche sur sol riche)								
20-100	h' n'	riche	H	Phl	<i>Phleum pratense</i>	5	x	6
5-50	h' a' n'	riche	H (T)	Pru	<i>Prunella vulgaris</i>	x	4	x
50-150			H	Th	<i>Thalictrum flavum</i>	8	8	?
Plantes prairies mésoxérophiles (prairies sèches sur sables siliceux)								
10-60	x' s' o'		H(Thi)	Antho	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	x	5	x
30-60	x' a'		H	Leuc	<i>Leucanthemum vulgare</i>	4	x	3
20-70	x' n'		Thi	Lol re	<i>Lolium temulentum</i> subsp. <i>remotum</i> type			
20-70	variable		H (sh)	Fes	<i>Festuca</i> cf. <i>rubra</i>	x	x	x
7-30	x p s o	acide	Thi	Hyp	<i>Hypochaeris</i> cf. <i>glabra</i>	3	2	1
5-30	x p s o	acide	T (adv)	Orni	<i>Ornithopus perpusillus</i>	2	2	3
30-90	variable		H	Poa	<i>Poa</i> sp., non <i>P. annua</i>			
5-35	x' o'	acide	Thi	Trifo	<i>Trifolium campestre</i>	4	x	3
10-60	x p s o	acide	Thi	Vul	<i>Vulpia myuros</i>			
Friches et bois rudéralisés								
liane	a'c'n'		Pli		<i>Clematis</i> cf. <i>vitalba</i>			
20-80	a' n'	silico-argileux riche	Tes		<i>Galeopsis tetrahit</i>	5	x	7
50-100-200	h' a' c' n'	humide	Hsh/Grh		<i>Sambucus ebulus</i>	5	8	7
Landes et sous-bois de chênaie sessiflore								
50-250		acide	Grh		<i>Pteridium aquilinum</i>			
25-75		acide	H		<i>Teucrium scorodonia</i>	4	2	3

Codes donnés pour les espèces relevées comme mauvaises herbes dans les champs actuels (d'après Jauzein 1995)

Type biologique

G Géophyte ; **Grh**, à rhizomes ; **H**, hémicryptophyte ; **Hsh**, à stolons hypogés ; **pa**, parasite ;

T mauvaise annuelle ; **hi**, hivernale, germination préférentielle à l'automne dans le nord de la France

Indice hydrique

h hygrophile liée à une nappe d'eau peu profonde ou à un engorgement hivernal (humidité) ; **h'**, sol humide préférante ;

x xérophile ne poussant que sur des sols secs (sécheresse) ; **x'**, sol sec préférante

Indice structural

a sol argileux ; **l**, plante poussant sur les limons battants s'encroûtant facilement ;

p psammophile (sables-cailloux) plante de terrain filtrant, généralement sablonneux quelquefois très riche en cailloux ;

a'p' sol argilo-limoneux riche en cailloux qui facilitent le drainage

Indice de réaction du sol

c plante calcicole préférant les sols riches en calcaire et les terres basiques ; **c'**, plantes de terrains neutre à faiblement basiques ou venant sur des terrains variés mais rarement sur terrain acide ;

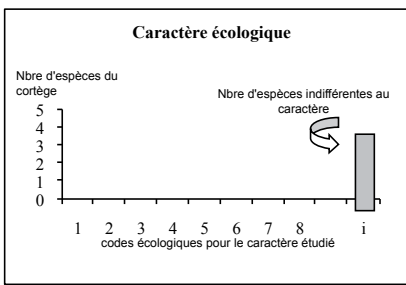
s plante calcifuge se réfugiant sur des sols siliceux et des terres acides ; **s'**, plante soit de terrain neutre à faiblement acides, souvent sur des sols variés mais restant rare sur terrain basique

Indice de richesse du sol

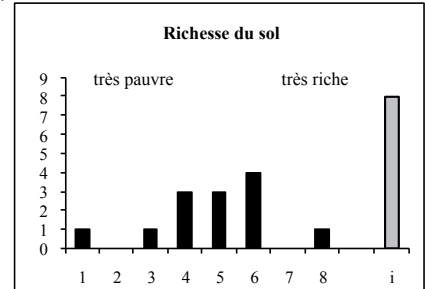
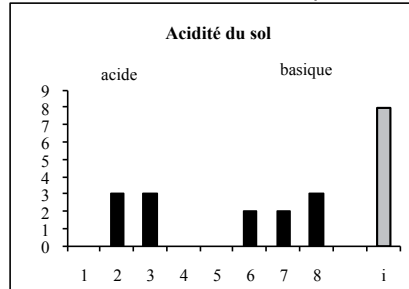
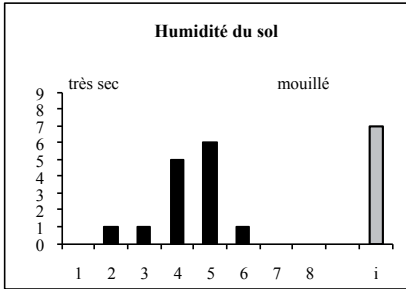
n plante nitrophile préférant les parcelles à fortes fumures ; **n'** plante réagissant bien à la fumure (plus abondante sur fumure)

o plante oligotrophe ne végétant que sur des sols pauvres à végétation clairsemée ; **o'**, plante très sensible à la compétition et disparaissant en cas d'intensification de la culture.

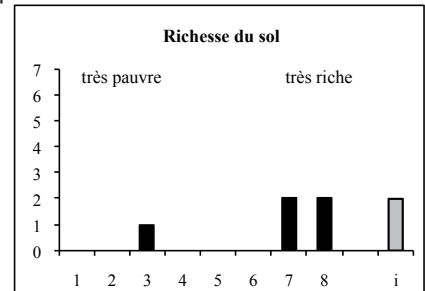
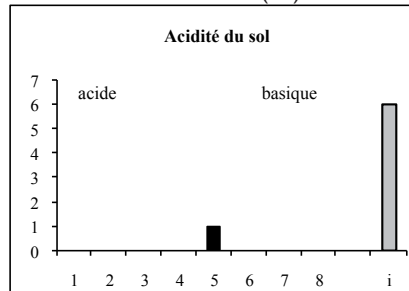
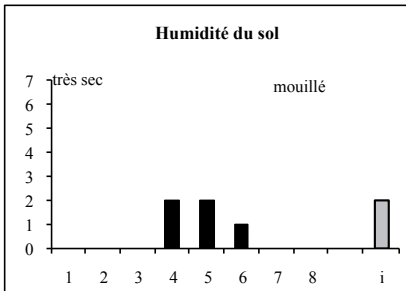
15. Chadalais, Maisonnais-sur-Tardoire (Haute-Vienne). Indices et caractéristiques écologiques. Les cotes sont précisées quand elles existent dans l'inventaire de Ellenberg 1979. Abrév., abréviations de l'illustration 29 ; H, rapport avec l'humidité du sol ; R, rapport avec la réaction du sol au pH ; N, rapport avec la richesse du sol en nitrates.



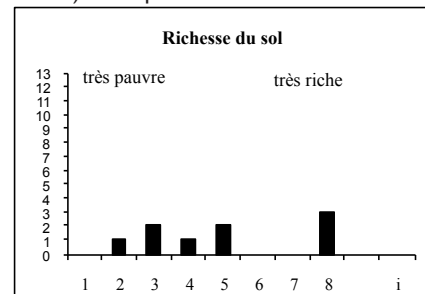
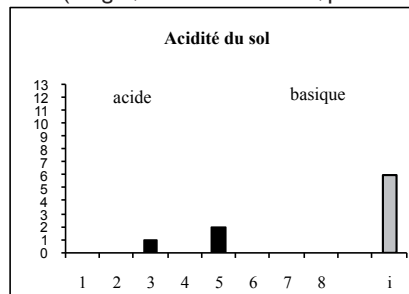
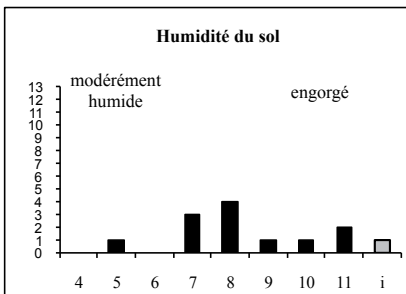
Adventices des cultures d'hiver et ubiquistes: 21 espèces



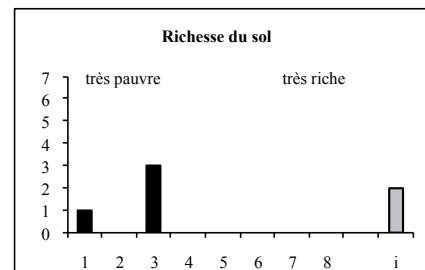
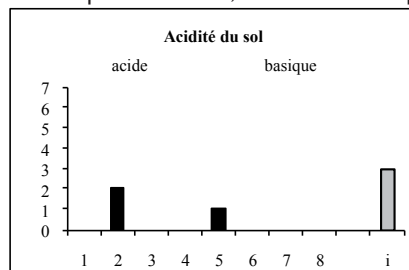
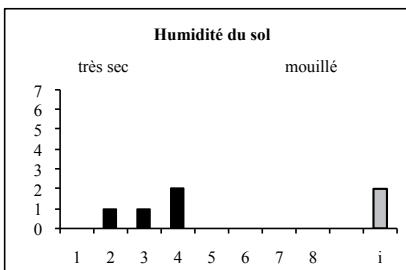
Adventices des cultures d'été et (ou) sarclées: 7 espèces



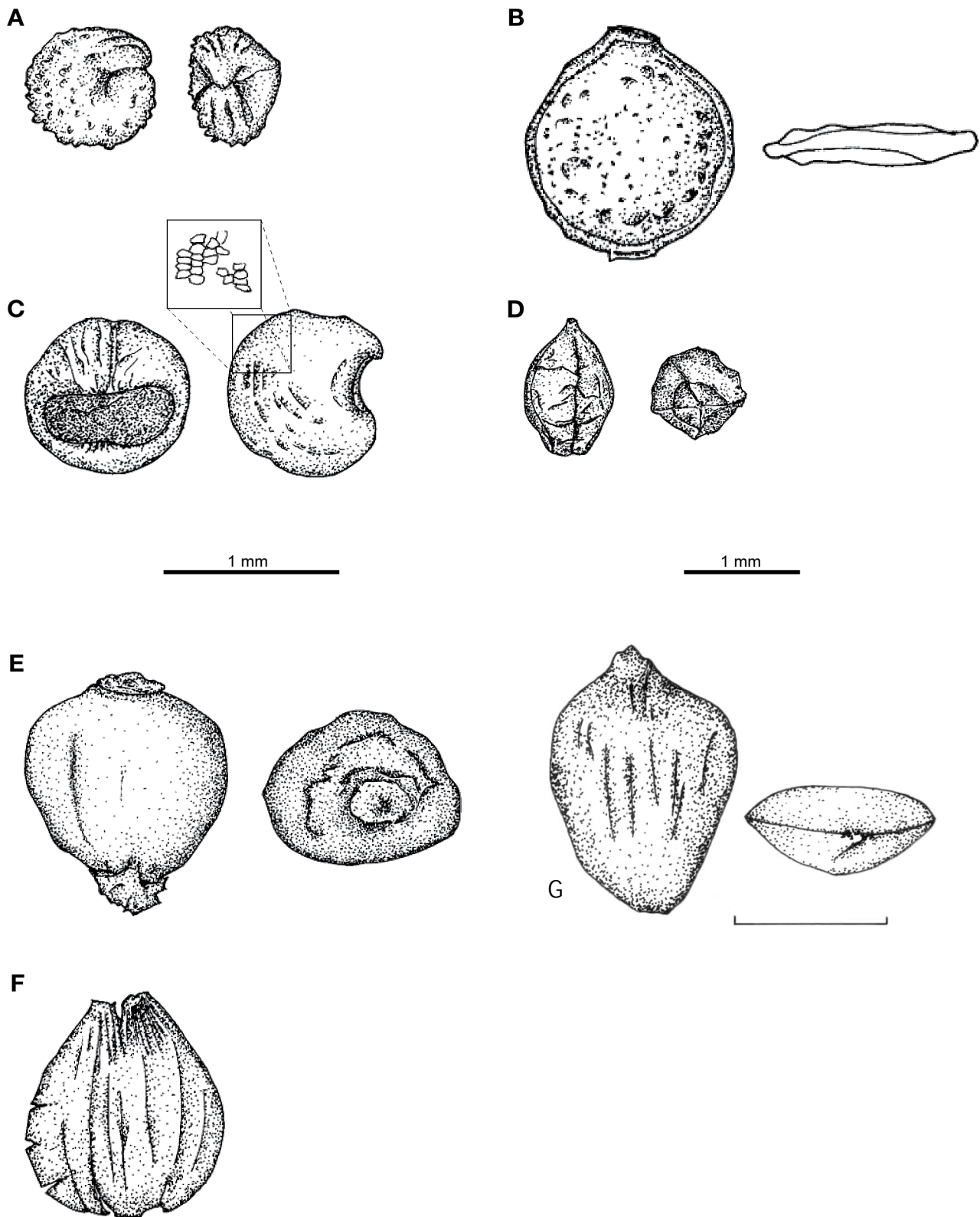
Plantes des zones humides (berges, landes tourbeuses, prairies inondables): 13 espèces



Plantes des prairies sèches, sols siliceux: 7 espèces



16. Chadalais, Maisonnais-sur-Tardoire (Haute-Vienne). Ecodiagrammes des espèces sauvages attestées dans l'amas de grains, silo 670 niveaux 684 et 687: XI^e - milieu XI^e siècle.



17. Chadalais, Maisonnais-sur-Tardoire (Haute-Vienne). A. Semence de céraiste aquatique (*Myosoton aquaticum*); B. Akène de renoncule sarde (*Ranunculus sardous*); C. Semence de gaillet des marais (*Galium palustre*), faces ventrale, latérale et détail du réseau cellulaire (oculaire X 40); D. Semence de Corrigiole des grèves (*Corrigiola litoralis*), face et vue polaire; E. Semence de scirpe des marais (*Eleocharis palustris*), face et vue polaire; F. Valve fructifère de scirpe des marais (*Eleocharis palustris*), face; G. Akène de laîche cf. étoilée (*Carex* cf. *echinata* agg.), face et vue polaire (dessins M.-P. Ruas, CNRS).

L'ORIGINE ET LA NATURE DU DÉPÔT DE SEMENCES

Avant d'aborder la question de la relation fonctionnelle entre les semences et la fosse, il faut cerner les modalités de son remplissage. D'où viennent les semences ainsi réunies? Forment-elles les récoltes d'exploitations locales? À quels produits de la filière de consommation correspondent-elles?

Origine géographique des groupements floristiques

Les indications paléoécologiques délivrées par la flore sauvage rendent compte de cortèges végétaux issus de biotopes trop contrastés pour envisager que toutes les espèces sauvages formaient la végétation variée d'un même terrain très hétérogène. Elles révèlent plutôt que les groupements étaient établis dans des unités topographiques variées. Certaines caractéristiques de l'environnement actuel coïncident-elles encore avec les valences écologiques des groupements médiévaux? Peut-on envisager leur origine locale en émettant l'hypothèse qu'ils provenaient des parcelles d'un même finage: celui qu'exploitait la communauté rurale?

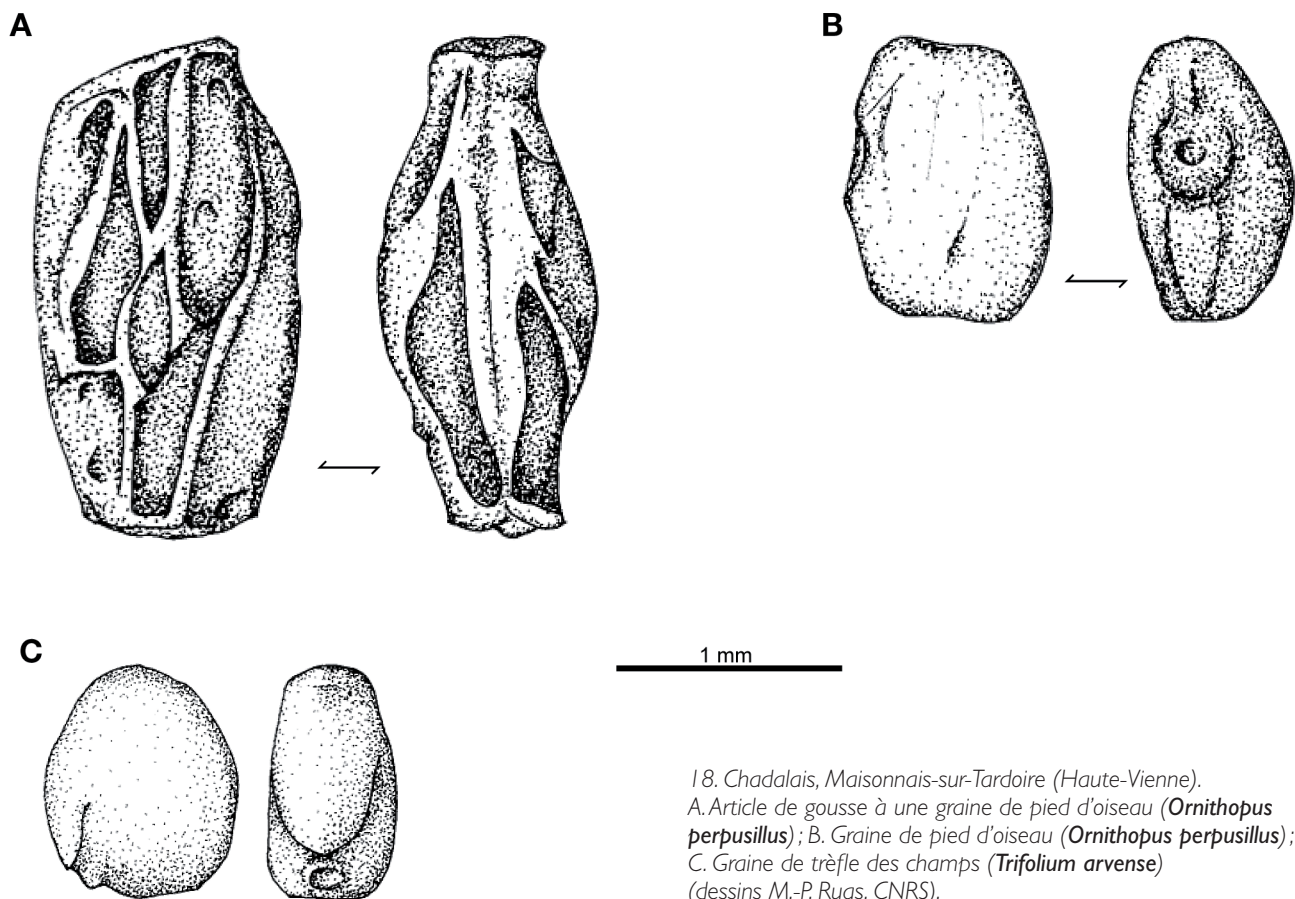
La majorité des espèces affecte les sols acides de texture argilo-sableuse. L'arène granitique qui constitue le principal substrat géologique de la région est à l'origine de sols acides à texture sableuse plus ou moins argileuse ou limoneuse. Les espèces attestées dans la fosse médiévale proviennent de ce type de sol. L'aridité estivale d'un tel terrain est d'autant plus favorisée qu'il est ouvert et situé hors d'une résurgence de nappe aquifère ou d'une inondation: situation réunie sur les petits reliefs et leurs pentes qui ponctuent le paysage local. Deux groupements en témoignent: une partie des adventices des céréales d'hiver et celui des prairies mésoxérophiles et/ou prés siliceux secs.

Les autres espèces de terres acides proviennent de milieux engorgés et inondables des bords d'étangs ou de cours d'eau: les adventices d'été et (ou) des plantes de friches rudérales et les espèces amphibies de berges, prospèrent plutôt sur des sols humides. La première communauté, plus en marge, se développe sur les terrains exondés une partie de l'année, la seconde affecte les sols ennoyés en permanence. Établies sur un terrain humifère, ces espèces trahissent un enrichissement organique qui a pu être réalisé à partir des formations tourbeuses et/ou des déjections animales

lors du pacage. Les parcelles des adventices d'été et friches sont naturellement irriguées du fait de leur situation temporairement inondable. Or, à quelques centaines de mètres du site persiste une mare encore en activité. Au nord-est, une ancienne zone marécageuse, repérée aujourd'hui par le toponyme « Les Sagnes », était ménagée par une nappe imperméable d'argile de décomposition. De plus, les lits de trois cours d'eau dont celui, plus important, de la Tardoire, serpentent autour du secteur de Chadalais (*cf. supra*, ill. 1). Il est tout à fait probable que les semences de roselières, de prairie mouillère et d'adventices de terres irriguées proviennent de ces milieux humides. Elles témoignent de leur exploitation au XI^e-XII^e siècle.

Quelques éléments de landes et de sous-bois de chênaie acidophile viennent compléter la physionomie des espaces ouverts et anthropisés médiévaux. Les éléments floristiques d'une telle chênaie sont décelés dans les diagrammes sporopolliniques des différentes périodes d'occupation du site (Diot 1990), aujourd'hui couvert par un taillis clair de chênes pédonculés/sessiles (*Quercus pedunculata/sessiliflora*).

Un cortège de culture détonne toutefois radicalement dans cet ensemble: celui des adventices d'hiver des terrains caillouteux/limoneux calcaires et plutôt fertiles. Les sols de cette nature les plus proches se rencontrent à environ 3 km à l'ouest au niveau des affleurements de strates jurassiques (de lias), sur les coteaux bordant la Tardoire et le vallon alluvial correspondant; la zone de contact entre le socle cristallin du massif central et le bassin sédimentaire aquitain se situant au sud-ouest à près de 15 km, près du bourg de Montbron (Charente). Parmi les mauvaises herbes du cortège, l'ivraie enivrante (*Lolium temulentum*), le brome faux-seigle (*Bromus secalinus*; *supra*, ill. 13 D) et peut-être une partie de la nielle des blés (*Agrostemma githago*) sont des espèces très abondantes de l'assemblage (*supra*, ill. 12). Le cortège ne peut résulter d'une présence diffuse et inopinée de celles-ci au sein des adventices de terres sableuses acides. Si certaines espèces s'adaptent ponctuellement à des conditions moins favorables à leur développement, un cortège adventice défini est lié, en tant que flore commensale d'une culture, aux façons culturales et au substrat sur lequel elles s'opèrent. Le groupement calcicole, attesté avec neuf espèces, dont quatre forment l'ensemble caractéristique (Bournérias 1984), n'a pu se maintenir dans une culture établie sur un sol sableux et acide. Par conséquent, il faut envisager que cette flore, et donc la plante cultivée qu'elle accompagnait, ne provienne



18. Chadalais, Maisonnais-sur-Tardoire (Haute-Vienne).
 A. Article de gousse à une graine de pied d'oiseau (*Ornithopus perpusillus*); B. Graine de pied d'oiseau (*Ornithopus perpusillus*);
 C. Graine de trèfle des champs (*Trifolium arvense*)
 (dessins M.-P. Ruas, CNRS).

pas des terrains de ce secteur à moins que des dépôts calcaires, aujourd'hui érodés, aient pu être mis en culture au Moyen Âge sur les petits plateaux ou les pentes locales. On ne peut non plus écarter l'hypothèse d'un enrichissement artificiel des terres par chaulage.

L'origine géographique de cette communauté culturelle demeure donc en suspens. Mais les données suggèrent que les semences de la plupart des autres plantes sauvages ont été apportées avec les récoltes de parcelles probablement exploitées à proximité du site.

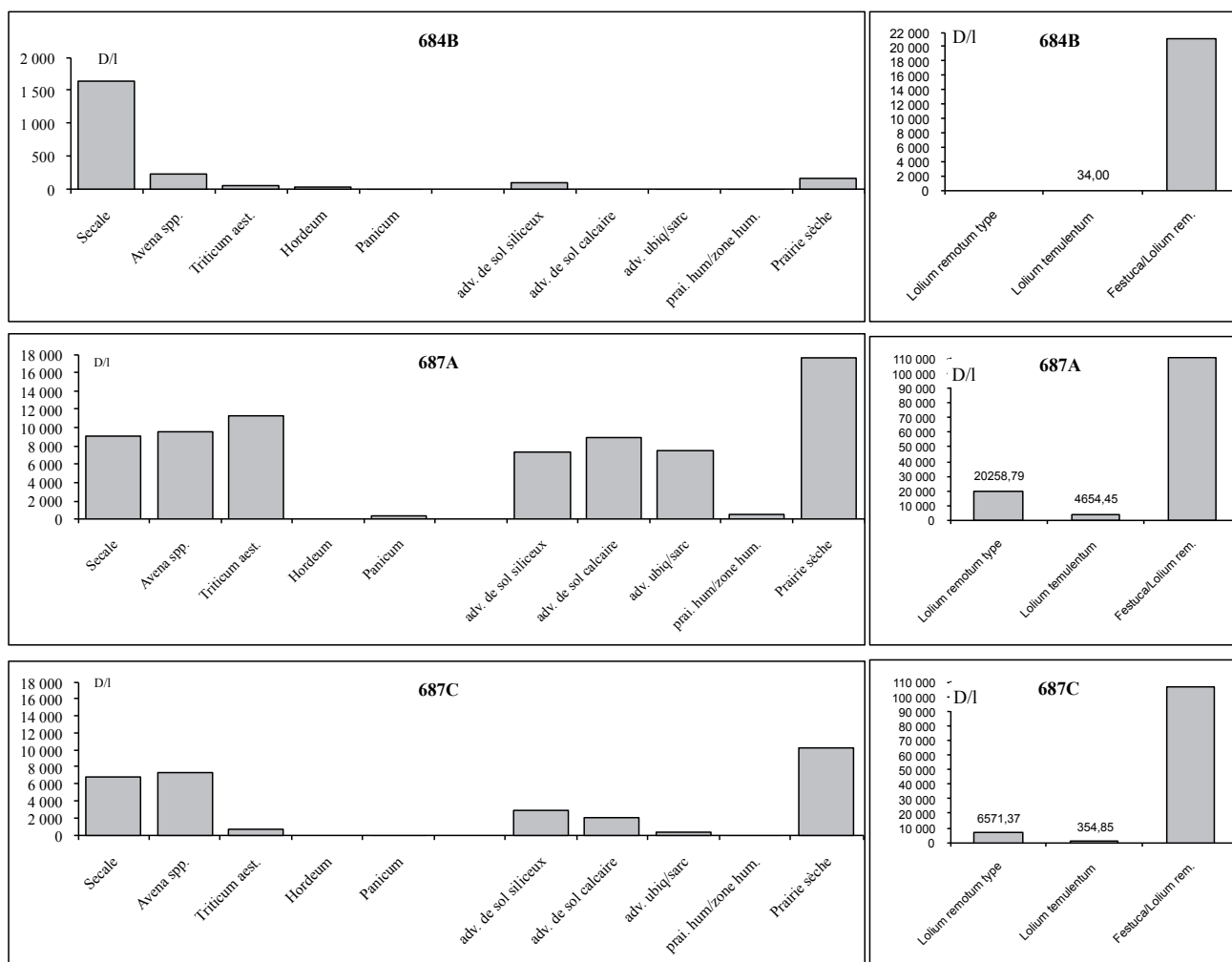
La nature des produits

Les types de cultures et la nature des récoltes

Comme la majorité des espèces sauvages de l'assemblage est liée aux aires cultivées, il est intéressant de pouvoir déterminer à quelle céréale, parmi celles qu'enregistre le dépôt, est associé tel cortège adventice. En raison du mélange de toutes

ces plantes, il est *a priori* impossible de distinguer de telles associations. Pourtant, les différences de composition entre les deux quadrants de l'amas US [687] en laissent deviner certaines. En comparant la variation d'abondance des céréales, des communautés d'adventices, des plantes de prairies sèches acidophiles et celles des zones humides entre les quadrants des deux niveaux, on observe les faits suivants (ill. 19) :

- les trois spectres sont largement dominés par le groupement des plantes de la prairie sèche acidophile et l'ivraie du lin type (*Lolium temulentum* subsp. *remotum* type) qui en fait partie;
- en [684]B, le seigle est de loin la céréale principale tandis que les cortèges d'adventices sont faiblement représentés;
- en [687]A, le froment domine les restes céréaliers, mais les adventices de terre calcaire supplantent l'ensemble des communautés après celle de la prairie acidophile;
- en [687]C, quadrant moins pourvu que le quadrant A, tous les taxons reculent mais avec une amplitude plus ou moins accusée. Ainsi



I 9. Chadalais, Maisonnais-sur-Tardoire (Haute-Vienne). Variations des densités numériques des restes de céréales et des communautés végétales sauvages. D/I: densités en restes par litre de sédiment traité.

la quantité de restes de froment diminue fortement comme celle des adventices de terre calcaire. Au sein des céréales, les avoines prennent la première place que le seigle suit de peu.

En raison de la baisse générale d'abondance dans cette partie de l'assemblage, il est difficile d'apprécier la corrélation qui semble se dessiner entre les restes de froment et ceux des adventices calcicoles. On a donc calculé la variation brute des pourcentages des restes pour chaque taxon et cortège entre les spectres de [687]A et de [687]C (ill. 20). On remarque que les proportions du seigle, des avoines et des plantes de la prairie acidophile varient de façon positive (augmentation relative de leurs restes par rapport aux autres composants dans le quadrant C) alors que le froment et les adventices calcicoles varient de façon négative (baisse relative de leurs restes dans le quadrant C). Cette concomitance peut donc être interprétée comme significative

d'une association agrolologique entre cette céréale et ce groupement de mauvaises herbes.

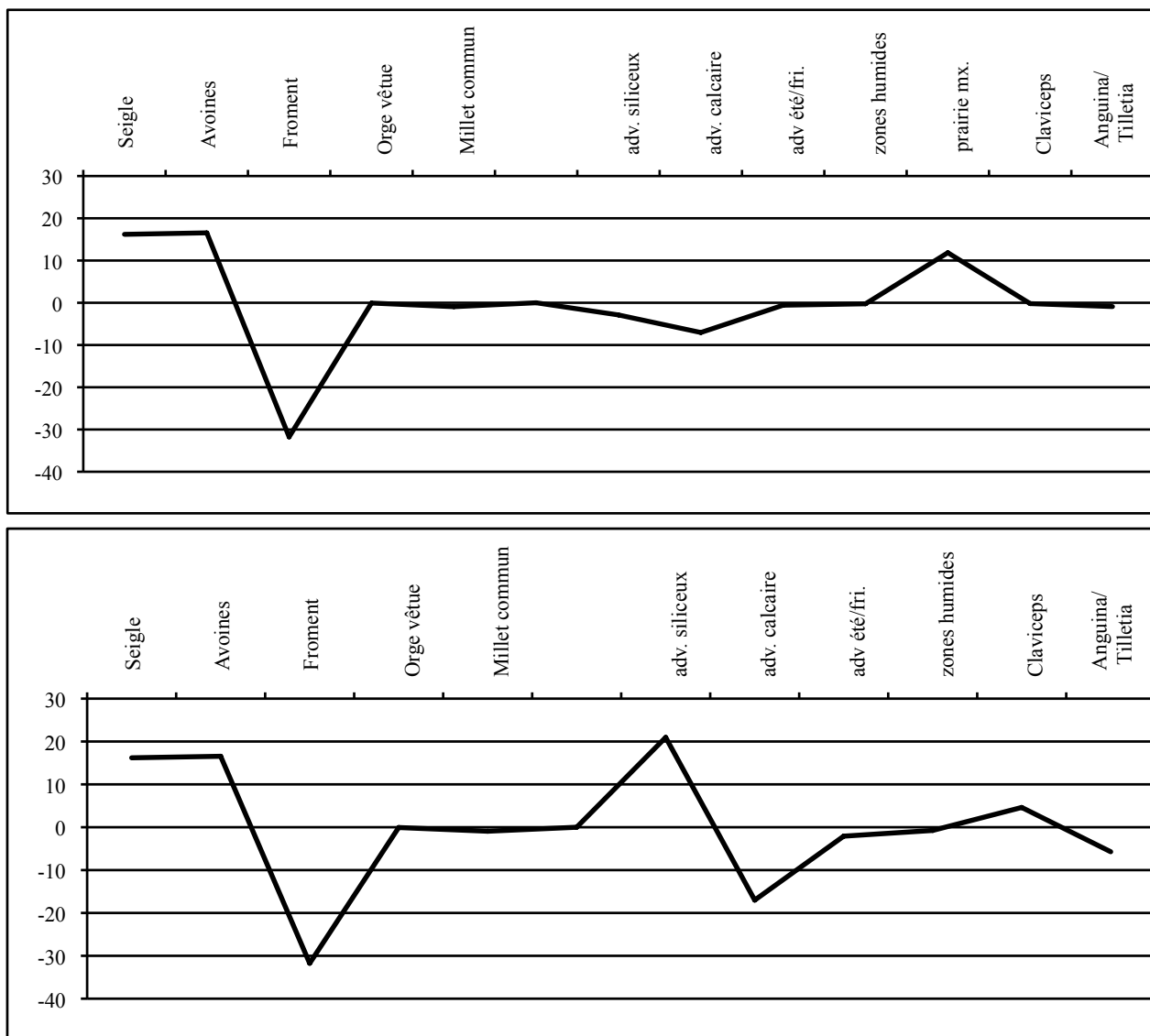
La variation des adventices acidophiles, du groupement des zones humides, du millet, de l'orge et des parasites, dont les proportions sont faibles par rapport aux composants surabondants, est minimale et ne permet aucune conclusion. Toutefois, si l'on élimine le groupement imposant de la prairie mésoxérophile sur terre siliceuse (incluant les restes de *Lolium temulentum* subsp. *remotum* type), le taux des adventices silicicoles et des ergots de *Claviceps* varie dans le sens positif comme le seigle et l'avoine. Celui du parasite *Anguina/Tilletia* varie en diminuant dans le même sens que les restes de froment : résultat qui conforte l'hypothèse que, pour les deux genres proposés, l'espèce correspondante serait *Anguina tritici* (anguillule du blé) ou *Tilletia tritici* (carie du blé) à savoir, dans les deux cas, un parasite spécifique des épis de blé, notamment de blé tendre (*Triticum aestivum*).

En conclusion, il apparaît que les grains des trois céréales prépondérantes sont encore associés aux semences des cortèges de mauvaises herbes et de prairiales ainsi qu'aux parasites qui les infestaient selon le schéma suivant :

- combinaison 1 : seigle et/ou avoines – adventices et prairiales de terre sèche acide – ergot du seigle ;
- combinaison 2 : froment – adventices de terre calcaire alcaline – anguillule/carie du blé ;
- combinaison 3 : sans corrélation significative : millet, orge vêtue, plantes de zones humides et adventices d'été ou rudérales de friches.

Au cours de l'évolution des pratiques culturales, certaines espèces recensées comme plantes

de prairie fréquentaient davantage les emblavures. Ainsi, des stocks fossiles de céréales de plusieurs périodes ont déjà livré du plantain lancéolé (*Plantago lanceolata*), de la lamsane commune (*Lapsana communis*), de la fléole des prés (*Phleum pratense*), voire du scirpe des marais (*Eleocharis palustris*), plantes rares ou absentes des cultures actuelles. Il est très probable qu'elles faisaient alors partie des cortèges adventices communs des cultures non mécanisées (Van Zeist 1993). Bien que le taux de céréales soit inférieur au taux enregistré pour certaines espèces sauvages, leur teneur significative dans le dépôt incite à se demander s'il est légitime de distinguer une communauté phytosociologique de prairie dans le spectre taxinomique



20. Chadalais, Maisonnais-sur-Tardoire (Haute-Vienne). Variations brutes des proportions numériques entre les quadrants A et C du niveau 687 avec et sans le groupement de la prairie mésoxérophile. Adv. = espèces adventices; adv. été/fri. = adventices d'été ou de friches rudérales; zones humides = plantes des prairies humides et des autres zones humides; prairies mx. = espèces des prairies mésoxérophiles.

en se référant aux groupements modernes. Ainsi, dans la combinaison 1 proposée à Chadalais, les caractéristiques écologiques proches affichées par le cortège de mauvaises herbes et le groupement de prairie des sols acides et secs pourraient s'expliquer par un comportement adventice des espèces pérennes ou vivaces aujourd'hui recensées comme des prairiales. Des labours peu profonds, des semis espacés et l'absence de sarclage favorisent l'installation ou maintiennent ces plantes hémicryptophytes dans les cultures annuelles. Leur taux dans un champ ou une friche révèle ainsi un état de non travail du sol ou de travail superficiel (Montégut 1983). L'interprétation de leur appartenance à un cortège de prairie est pourtant soutenue par plusieurs arguments.

Reprise après plusieurs années d'herbage entretenu par fauche ou pâture, une parcelle ensémençée en céréales peut contenir des éléments de cette flore pastorale antérieure. La présence d'espèces peu habituelles dans les cultures comme les fougères, la flouve odorante (*Anthoxantum odoratum*) ou la fléole (*Phleum pratense*), sont des indicateurs d'un tel précédent cultural (Stupnicka-Rodzynkiewicz 1996). Or, ces trois plantes sont attestées dans l'amas US [687]; la flouve étant d'ailleurs abondante. Elles laissent donc soupçonner l'existence d'une végétation prairiale.

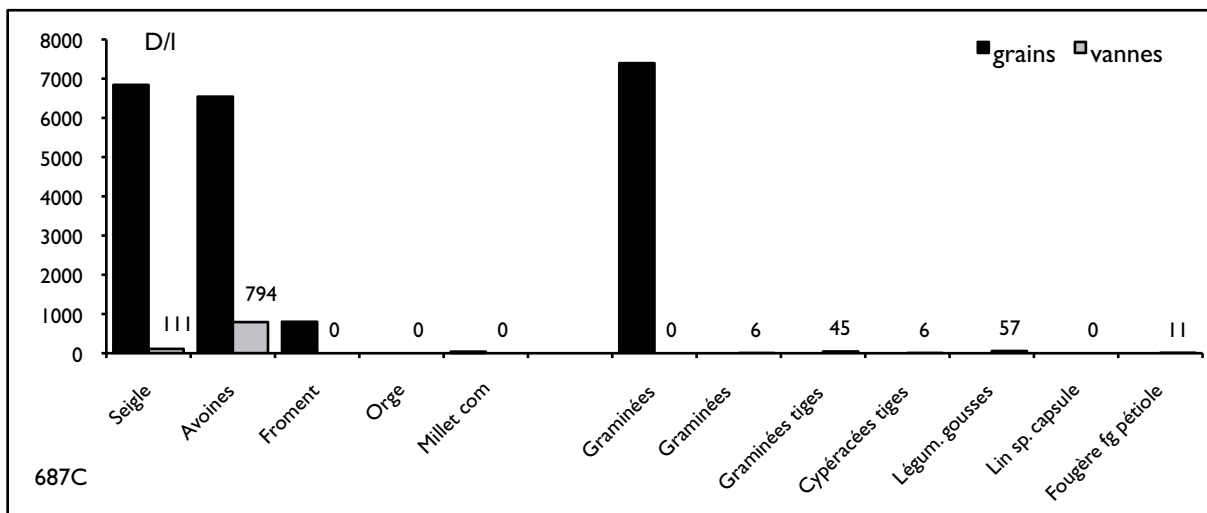
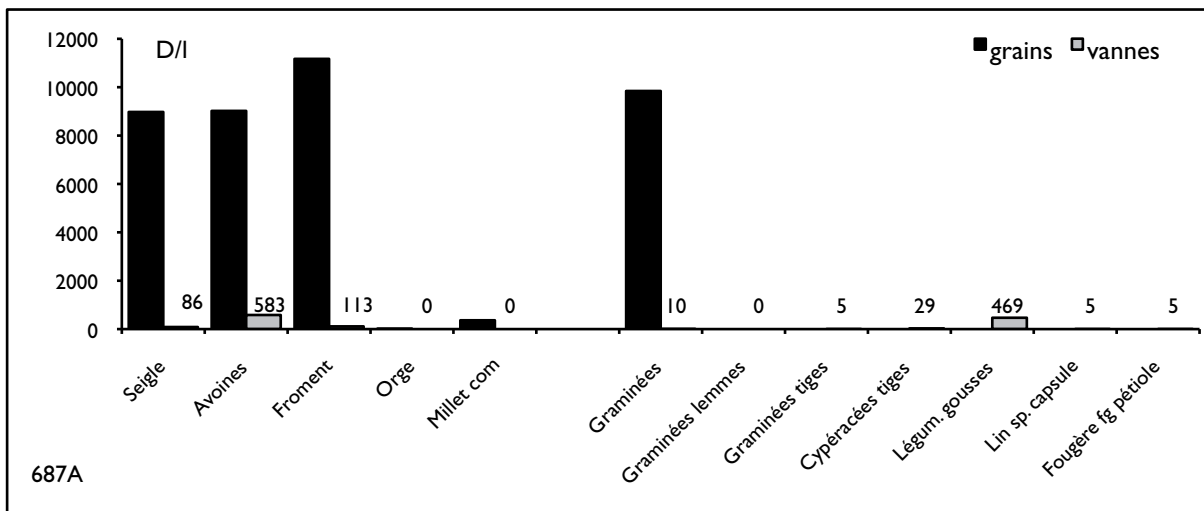
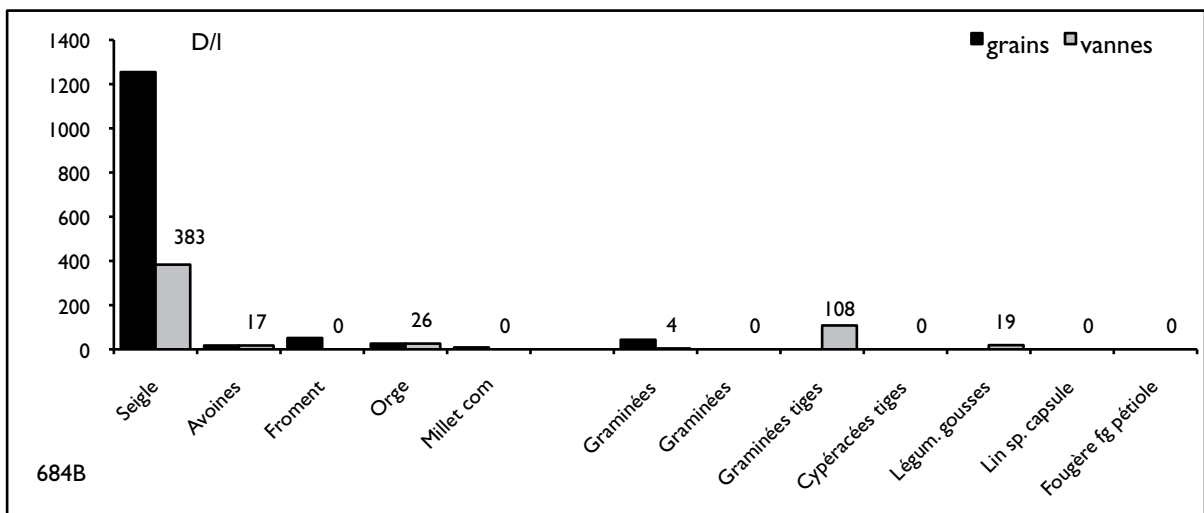
À l'opposé, au cours des années succédant à l'arrêt des mises en culture, l'espace libre est investi par des herbacées pluriannuelles et vivaces. Cette végétation évolue en une friche post-culturale. Les observations actuelles informent qu'après une période transitoire où persistent les adventices de la dernière culture, la végétation spontanée d'une telle friche, âgée de plus de trois ans, se différencie de la flore adventice de parcelles cultivées qu'elle côtoie ou de la culture à laquelle elle a succédé. Elle forme un cortège spécifique indicateur de l'état et de la forme de l'intervention humaine sur la parcelle (Stupnicka-Rodzynkiewicz 1996).

Avec 57 % d'annuelles (en majorité recensées comme adventices culturales) et 43 % d'espèces pérennes et vivaces, le spectre floristique des espèces sauvages de Chadalais évoque donc un état de friche post-culturale âgée ou d'une culture semée sur une parcelle auparavant herbagère. Avec un taux surpassant tous les restes des céréales et des autres espèces sauvages (taux volumiques des grains de *Lolium temulentum* subsp. *remotum* type : 51 %, 25 % et 46 %, ill. 11 *supra*), l'ivraie du lin type (*Lolium temulentum* subsp. *remotum* type) ne peut être considérée comme une mauvaise herbe de

ces deux céréales. L'autre ivraie attestée, *Lolium temulentum* – dont *remotum* est d'ailleurs une sous-espèce (Jauzein 1995) – n'est pas aussi abondante, ni même la nielle des blés (*Agrostemma githago*) fréquemment présente dans les dépôts de seigle. Même si l'on doit tenir compte des productivités variables de semences entre espèces et de la sélection opérée par les traitements après récolte, cette surabondance est inhabituelle et n'a été rencontrée dans aucun exemple de stockage céréalier ni même de dépotoir agricole archéologique. Il ne peut être le résultat d'une récolte normale de céréales même après les opérations de nettoyage qui sélectionnent les éléments entre produits et sous-produits.

Plutôt connue comme une mauvaise herbe des linières, cette graminée ne pourrait-elle pas provenir de récoltes de lin ? Dans l'ensemble caractéristique des adventices de cette culture figure l'esparagoute des champs (*Spergula arvensis*), également attestée dans l'assemblage de Chadalais. Un seul débris de capsule de lin indéterminé (*Linum* sp.) a été extrait du même quadrant mais aucune graine n'a été remarquée. La quantité mineure des vestiges de lin et des graines d'esparagoute contraste tellement avec la multitude de restes d'ivraie du lin que l'existence du cortège adventice de cette culture est ici peu plausible. Il est plus vraisemblable que les graines d'esparagoute proviennent de la flore messicole et que les vestiges attribués à l'ivraie du lin soient le résultat d'une récolte de plantes de prairie. Certaines espèces attestées dans l'assemblage sont, de plus, indicatrices non seulement de l'origine post-culturale d'une telle formation, mais aussi d'un surpâturage. D'après J. Montégut (1983, p. 74-77), les friches après moisson des sols acides forment une pelouse graminéenne dominée par la flouve odorante (*Anthoxantum odoratum*) à laquelle se mêlent, entre autres, la fétuque rouge (*Festuca rubra*) et la vulpie myuros (*Vulpia myuros*). Or, la flouve et la vulpie sont très abondantes dans le dépôt (*supra*, ill. 5 ; 12). Lorsque ces pelouses sont pâturées par les bovins, la porcelle (*Hypochaeris* cf. *glabra*), les oseilles (*Rumex* spp.), la marguerite (*Leucanthemum vulgare*), plusieurs renoncules (*Ranunculus* spp.) et l'hémiparasite *Odontites rubra* sont favorisées en raison de leur inappétence. Toutes ces plantes sont enregistrées dans le spectre de Chadalais.

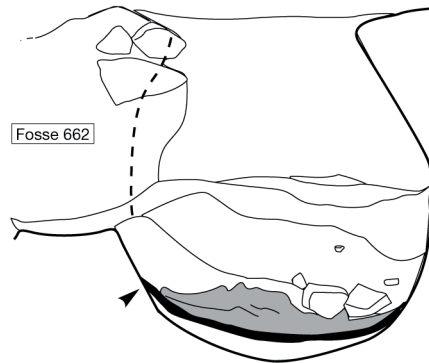
Il semble donc que les deux cortèges synanthropiques de terrain acide associés au seigle et/ou aux avoines réfèrent à deux structures de végétation résultant de deux formes d'exploitation : une culture



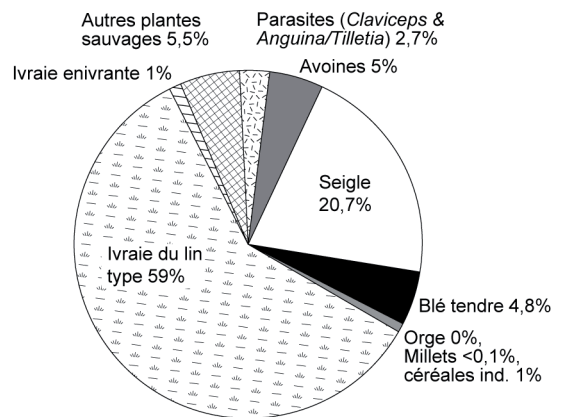
21. Chadalais, Maisonnais-sur-Tardoire (Haute-Vienne). Variations de l'abondance des pièces fructifères et végétatives des céréales et des plantes sauvages. D/I = densités en restes par litre de sédiment.

Composition du dépôt 684

Fosse 670 - niveau 684

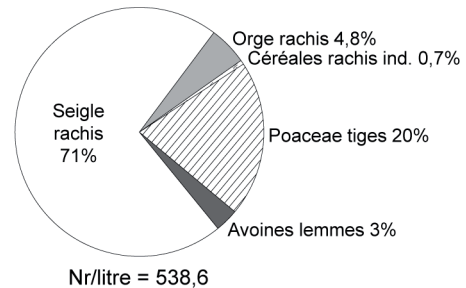
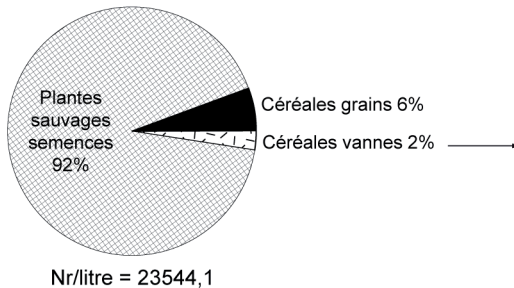


Principales espèces



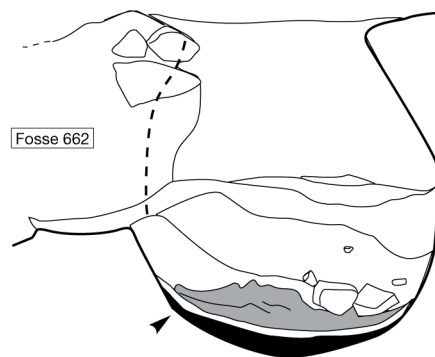
Volume grains et graines = 19,4 ml

Nature des constituants (en nombre de restes par litre)

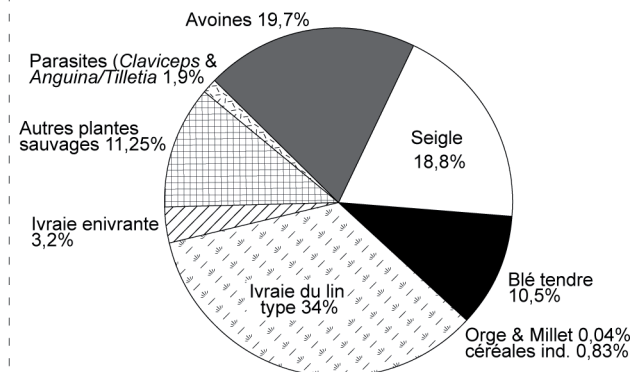


Composition du dépôt 687

Fosse 670 - niveau 687

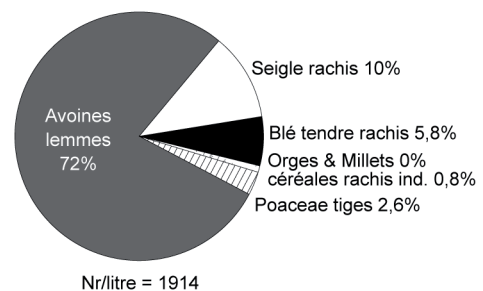
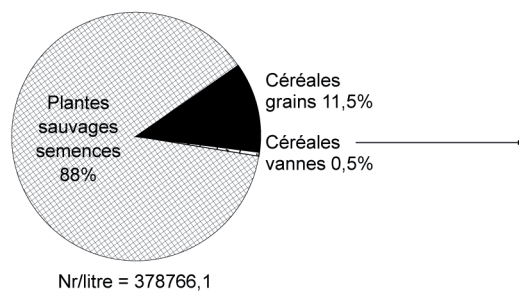


Principales espèces



Volume grains et graines = 232,44 ml

Nature des constituants (en nombre de restes par litre)



annuelle de céréales semées en automne/hiver et une prairie temporaire pâturée et/ou fauchée.

Les parcelles laissées en prairies devaient entrer dans un cycle de succession céréale d'hiver/herbages pluriannuels. Sur ce type de sol, l'herbage non entretenu évolue vers une lande à callune (*Calluna* sp.) et à genêt (*Sarothamnus* sp.) dont le tapis herbacé accueille notamment la fougère aigle (*Pteridium aquilinum*) et la germandrée scorodaine (*Teucrium scorodonia*) lorsque le sol n'est pas trop pauvre (*supra*, ill. 12). Une chênaie sessiliflore (avec le chêne sessile, *Quercus sessiliflora* et le châtaignier, *Castanea* etc.) finit par s'installer (Bournérias 1984).

L'ensemble US [687] est donc formé par un panachage de produits issus de différentes récoltes. Les graminées de prairies en sont les principaux éléments alors que les céréales, dont les restes sont relativement nombreux, apparaissent en second plan. Ce mélange résulte-t-il d'une accumulation des rebuts de traitements agricoles ou constitue-t-il les vestiges d'un stockage unique dont la composition est intentionnelle ?

Les autres composants céréaliers

Dans la filière de traitements des céréales, les divers éléments de l'épi sont éliminés avec la plupart des graines et pièces fructifères des mauvaises herbes. Ils forment l'ensemble des sous-produits du décorticage, des vannages et des criblages successifs : vanes et criblures. Leur abondance dans un assemblage renseigne sur la nature et le stade de traitement des matériaux déposés (Hillman 1984 ; Jones 1984).

Le taux de vanes toutes espèces de céréales confondues s'élève à 22 % des restes céréaliers dans le bloc [684]B et varie de 3 à 6 % dans les quadrants du dépôt de grains (*supra*, ill. 9). Comme ces pièces disparaissent avant les grains pendant la carbonisation, leur faible taux dans l'US [687] ne reflète pas forcément la composition initiale de l'assemblage céréalier (Boardman, Jones 1990). Le taux de vanes enregistré dans l'US [684] est, en majorité, dû aux segments de rachis de seigle qui y représentent 23 % des restes de la céréale mais 71 % de toutes les vanes (ill. 22) ; ceux de l'orge vêtue (*Hordeum vulgare*) absents de l'amas US [687] représentent près

de 5 % du total des vanes dans le niveau US [684]. Les bases de lemme des avoines ne sont présentes qu'à un taux de 3 % alors qu'elles dominent les vanes de toutes les céréales dans le niveau US [687]. Le bloc US [684] contient aussi un taux de 20 % de fragments de tiges de graminées et quelques fragments torsadés de gousses de légumineuses des genres vesce ou gesse. Cette composition conforte l'interprétation selon laquelle il s'agit d'un niveau confectionné en partie de paille de seigle et/ou de déchets de décorticage dans lesquels se mêlaient aussi des résidus de traitements d'orge vêtue (ill. 22).

Dans l'amas US [687], la proportion des rachis de seigle n'atteint plus que 1 et 2 % des grains de l'espèce. Pour le froment, les segments de rachis seulement présents dans le quadrant A où l'espèce est la céréale dominante, représentent 1 % des restes. Ces taux, bien que minimes, signalent que les grains n'étaient pas complètement débarrassés des résidus de décorticage. Mais les teneurs en semences de plantes sauvages dans le niveau US [687], qui s'élèvent à près de 88 %, donnent à penser qu'on n'a pas cherché à éliminer ces impuretés et qu'elles composent le dépôt lui-même (Hillman 1984 ; Wilson 1984). Pourquoi sont-elles encore mêlées à des grains qui devraient constituer la part essentielle ? On discutera de l'hypothèse la plus probable dans le paragraphe suivant.

Concernant les deux espèces d'avoine, *Avena strigosa* subsp. *brevis* et *Avena sativa*, les vanes comprennent des bases de lemmes et des fragments d'arêtes (déchets des enveloppes des grains). Comme de nombreux épillets sont conservés et que le taux de bases de lemme varie entre 5 et 10 % des grains selon le quadrant, force est d'admettre que l'extraction lors des tamisages a provoqué la dissociation inévitable des grains et de leurs balles ; séparation d'autant plus facilitée par leur état carbonisé. Les avoines ont donc plutôt été déposées sous forme d'épillets : état obtenu après un seul battage.

L'écologie et les variations de distribution des mauvaises herbes ont mis en évidence la provenance différente des récoltes de froment d'une part, de seigle et des avoines d'autre part. Les composants céréaliers montrent que le bloc d'herbacées et de charbons US [684] et l'amas de semences US [687] ne renferment pas les mêmes éléments de récolte du seigle (ill. 22). Le niveau sus-jacent, supposé être un vestige du système d'occlusion, est constitué par la paille de cette céréale et celle

probablement des autres graminées retrouvées dans le dépôt de semences, notamment l'ivraie de type ivraie du lin. Celui-ci contient manifestement un mélange de produits et de sous-produits de la chaîne de nettoyage des récoltes de céréales. Les avoines se trouvent dans un état de traitement moins avancé que le seigle et le froment. Toutefois, comme un seul battage suffit à obtenir des grains de seigle et seulement des épillets d'avoine, on ne peut pas préciser si deux récoltes indépendantes ou une récolte de culture mixte sont réunies dans ce dépôt.

En définitive, les deux niveaux sont composés principalement par des épillets d'une graminée, proche de ceux de l'ivraie de lin. Dans l'US [684] s'y mêlent 6% de grains de céréales dominés par le seigle, de nombreuses tiges de Poaceae (céréale et/ou graminée sauvage) et des rachis provenant en majorité des épis de seigle accompagnés de quelques rachis d'orge vêtue. Les semences des autres plantes sauvages et des parasites des cultures y occupent un volume total de 8,2% des restes. L'amas inférieur, constitué par plusieurs centimètres de semences brûlées, est aussi largement dominé par les grains vêtus de l'ivraie à petits caryopses type ivraie du lin. Mais les céréales qui s'y mêlent à un taux numérique de 11,5% sont des grains vêtus d'avoines et des grains nus de seigle dans des proportions volumiques proches, et des grains nus de blé tendre. Les grains dénudés d'orge vêtue et de deux millets les accompagnent discrètement. Les semences des diverses plantes sauvages et des parasites des cultures y occupent un volume de 13% (ill. 22).

Le calibre des grains de céréales

L'étude biométrique des caryopses dépourvus de leurs balles peut aussi aider à préciser la nature des composants de cet amas. En effet, nous avons constaté précédemment que le taux de semences de plantes sauvages est anormalement élevé par rapport aux grains des principales céréales. Une telle abondance est caractéristique de la composition des sous-produits de nettoyage à l'issue des criblages grossiers et fins (Hillman 1984; cf. *infra*, stade 6 et 7 de l'ill. 28). Or, si les mailles du crible employé laissent passer les petites semences d'adventices de toutes sortes, les individus les plus petits de toute récolte céréalière, grains des extrémités de l'épi, grains échaudés ou grains malingres parasités, se concentrent dans ces criblures. Une population

équilibrée de grains de céréales livre une courbe de distribution de fréquence de largeurs de forme gaussienne. Les criblages fins ont pour effet de calibrer la population, notamment au niveau des largeurs maximales, en éliminant les individus marginaux les plus étroits. Dès lors, les criblures contiennent une population sélectionnée de grains très petits. Le grain le plus large présent dans cette population permet alors d'en déduire la largeur de la maille qui l'a laissé passer; les grains dont la largeur excède le diamètre de cette maille auront été retenus (Hillman 1984). Nous avons donc cherché à vérifier par les mesures de largeur et d'épaisseur si le recrutement des grains de seigle, de froment et d'avoines conservés dans le dépôt US [687], correspondait à des populations complètes ou calibrées à la suite d'un criblage.

Malgré une conservation parfois exceptionnelle en raison d'une combustion inachevée, voire à peine amorcée, nous avons repéré plusieurs individus déformés et très flétris parmi les grains de seigle (*supra*, ill. 6 C). Un tel état peut signaler des accidents physiologiques, parasitaires ou le résultat d'une récolte d'épis verts, immatures. Près de 16% de grains sont chétifs ou flétris. Si leur longueur moyenne s'éloigne peu de celle des grains mûrs et normaux (respectivement 4,46 et 4,86 mm), leur largeur et leur épaisseur sont, en revanche, nettement affectées (1,2 et 1,29 contre 1,81 et 1,74 pour les grains normaux) (ill. 23). W. Van Zeist (1970) a noté des variations analogues sur les populations de grains de blé tendre découverts dans le site romain de Maastricht (Pays-Bas); les grains sous-développés étaient aussi longs que les grains mûrs mais plus étroits. À Chadalais cependant, même les grains normaux forment une population vraiment petite par rapport à celles de sites médiévaux des Pays-Bas et de l'Allemagne du Nord établis sur des sols sableux acides. Les valeurs des moyennes de longueurs et des moyennes de largeurs enregistrées sur des lots de sites variés oscillent entre 4,7 et 5,8 mm (longueur) et entre 1,9 et 2,4 mm (largeurs) (Van Zeist, Palfenier-Vegter 1979, p. 295).

Deux causes peuvent être à l'origine du caractère chétif d'une partie des grains de seigle de Chadalais: une immaturité de développement ou un échaudage au cours de leur croissance. Même lorsque la récolte est réalisée à maturité, les grains qui se développent à l'extrémité de l'épi ne sont pas toujours parvenus au terme de leur maturation. Or, un grain immature de céréale contient encore une teneur élevée en eau selon qu'il se situe au stade laiteux ou pâteux de son développement. Un

		Longueur	Largeur	Épaisseur	L/l x100	L/e x100	l/e x 100
<i>Avena sativa/strigosa</i>	minimum	3,2	1	0,9	233	300	100
Échantillon 687A	moyenne	5,0	1,6	1,3	318	380	120
N = 99 grains dénudés	maximum	7	2,2	1,9	427	533	155
	écart-type	0,808	0,229	0,177			
<i>Secale cereale</i>							
	minimum	3,2	1,2	1,2	148	200	81
Échantillon 687A	moyenne	4,9	1,8	1,7	273	281	104
N = 99 grains non déformés	maximum	6,3	2,7	2,2	400	363	159
	écart-type	0,661	0,295	0,222			
<i>Secale cereale</i>							
	minimum	3,3	0,7	0,8	250	235	64
Échantillon 687A	moyenne	4,5	1,2	1,3	380	358	96
N = 56 grains flétris	maximum	6,1	1,7	2	589	600	140
	écart-type	0,628	0,203	0,269			
<i>Triticum aestivum l.s.</i>							
	minimum	2,6	1,1	1	150	165	100
Échantillon 687A	moyenne	4,0	2,3	1,9	178	214	120
N = 100 grains	maximum	5,5	3,2	2,6	236	269	150
	écart-type	0,703	0,457	0,396			
<i>Claviceps purpurea</i>							
	minimum	0,5					
Échantillon 687A	moyenne	2,3					
N = 16 sphacélies (sclérotés)	maximum	12					
	écart-type	3,343					
<i>Anguina/Tilletia</i>							
	minimum	2	1,2		111		
Échantillons 687A	moyenne	3,0	1,9		162		
N = 50 galles/balles sporifères	maximum	3,8	2,7		243		
	écart-type	0,398	0,327				

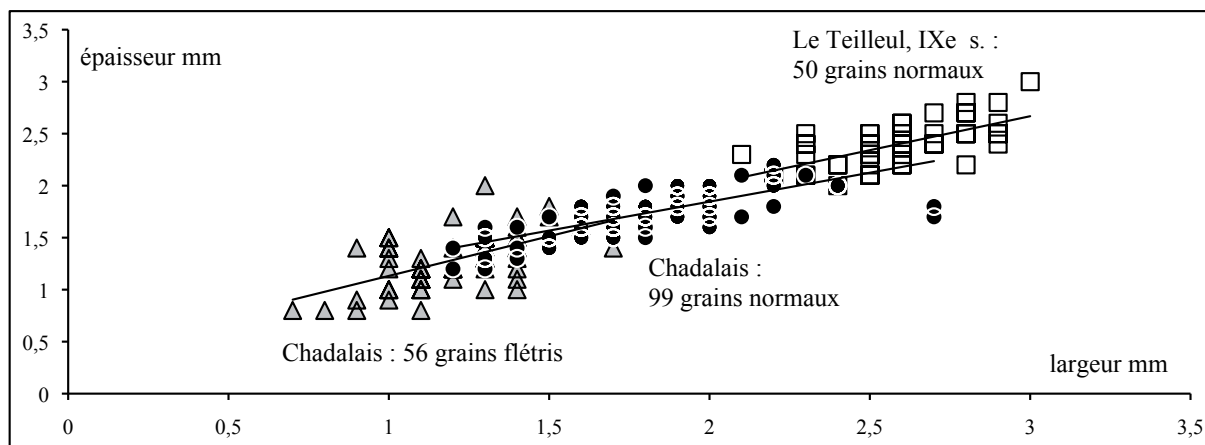
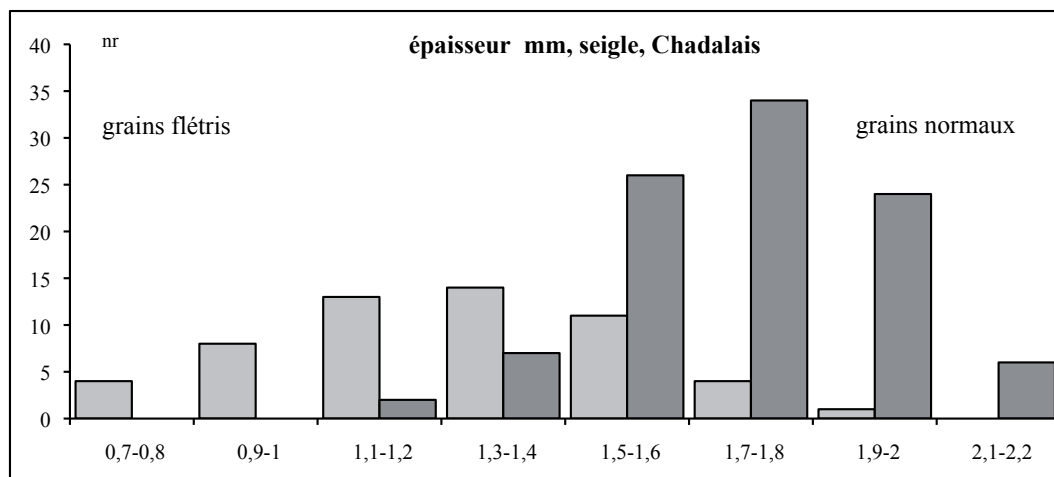
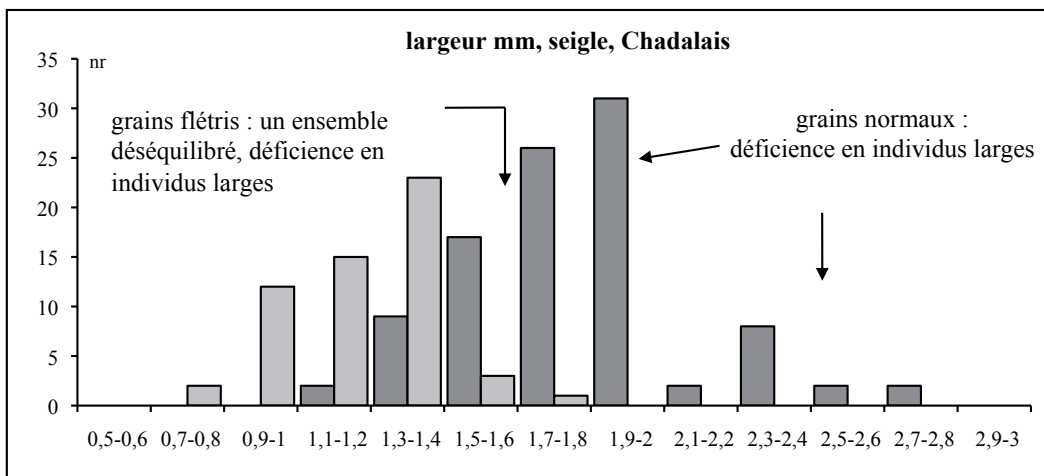
23. Chadalais, Maisonnais-sur-Tardoire (Haute-Vienne). Indices biométriques de restes carbonisés. Les mesures sont données en mm.

grain mûr ne contient pas plus de 10 % à 15 % d'eau, état qui lui confère sa résistance tant qu'il reste sec. La carbonisation de grains laiteux ou pâteux entraînera donc une évaporation brutale provoquant le flétrissement des tissus mous. Un échaudage est un accident physiologique causé par un déficit hydrique au cours de la migration des assimilats vers le grain. Privé de réserves, le grain échaudé est ridé et léger (Soltner 1990). La carbonisation accentue cet état rabougri.

La présence de grains sous-développés et de grains particulièrement petits dans le lot de seigle pose plusieurs questions. Le seigle a-t-il été récolté avant maturité complète? Les conditions de son

développement ont-elles été défavorables? Cette population est-elle un cultivar à petits grains ou bien cette taille réduite est-elle le résultat d'une sélection au moment des traitements post-messicoles?

Les largeurs, les épaisseurs et les indices longueur sur largeur (L/l) des lots de grains flétris et de grains à silhouette non déformée ont été ordonnés par classe de fréquence (ill. 24). Sur les premiers graphes où les histogrammes des deux populations sont juxtaposés (première ligne), on constate que la distribution des fréquences de largeur des grains flétris est dissymétrique. Les fréquences des épaisseurs sont réparties de façon plus équilibrée: résultat attendu compte tenu d'une déformation



24. Chadalais, Maisonnais-sur-Tardoire (Haute-Vienne). Graphes de fréquences de distribution et nuage de dispersion *l* et *e* pour les grains flétris et normaux du seigle **Secale cereale** (échantillon 687A N flétris = 56 et N normaux = 99). r = coefficients de corrélation; triangles gris: Chadalais, 687A, N = 56 grains flétris, $r = 0,574$ ddl = 54; ronds noirs: Chadalais, 687A, N = 99 grains normaux, $r = 0,74$ ddl = 97; carrés blancs: Le Teilleul, fosse 2209 US 5, IX^e siècle, N = 50 grains normaux, $r = 0,64$ ddl = 48. Les corrélations sont toutes très significatives avec une probabilité inférieure à 0,01.

latérale (et non dorso-ventrale) des grains flétris. Les largeurs des grains normaux, en revanche, se répartissent en deux groupes de fréquence : un groupe dissymétrique dominant vers les petites largeurs (1,1 à 1,9 mm) et un groupe dont les valeurs se situent entre 2 et 3 mm. L'hypothèse d'une récolte d'épis verts est la moins vraisemblable car les grains flétris ne représentent que 16 % de toute la population. Par ailleurs, une telle récolte devrait aussi contenir des semences d'adventices parvenues à différents états de maturité, voire des pièces florales comme un champ en comporte entre juin et juillet peu après la fécondation. Or, toutes les graines d'adventices paraissent mûres et, hormis quelques éléments d'organes de fructification, aucune partie florale n'a été remarquée. Compte tenu de la qualité de conservation du matériel, leur disparition lors de la carbonisation ne peut être invoquée. En revanche, ces effets ont accentué la rétraction des grains flétris, marquée par la discontinuité des fréquences cumulées entre les valeurs 1,4 et 1,5 mm, alors que les épaisseurs ont été peu touchées. Ainsi, la dissymétrie relevée dans les largeurs des grains normaux est liée à une déficience de la population en individus les plus gros, présents dans une population complète comme s'ils avaient été extraits de celle-ci. Or, une telle sélection s'opère au moment du criblage fin des récoltes qui suit les stades de vannage et de criblages grossiers : les criblures qui passent à travers le tamis sont composées des plus petites semences de la céréale (*infra*, ill. 28). Une comparaison avec des grains de seigle issus du site breton du Teilleul à Montours (Ille-et-Vilaine au sud-ouest de Rennes) et qui correspondent à des rejets de denrées, donc les grains nettoyés d'une récolte, montre qu'ils se démarquent des grains de Chadalais par un diamètre supérieur (ill. 24 ; 25). Les grains flétris et les grains dodus de Chadalais semblent ainsi correspondre aux grains les plus petits d'une récolte qui sont passés au travers des mailles du tamis au moment des opérations de criblage fin. Ainsi s'expliqueraient le taux aussi élevé de graines d'adventices et le faible nombre de fragment de rachis ; la plupart de ces éléments ont été éliminés lors des vannages (*infra*, ill. 28).

La population de blé tendre (identifié grâce aux segments de rachis, ill. 10B), n'a pas livré autant de grains flétris ou déformés. Pourtant, la distribution des fréquences de largeur et d'épaisseur rend compte de la même dissymétrie par une déficience en grains larges (ill. 26). De

plus, comparé aux moyennes de plusieurs sites européens, le blé de Chadalais est étroit et court (ill. 24, 25). Si les dimensions peuvent être le fait de l'existence de la sous-espèce *compactum* (blé hérisson), aux grains plus courts et trapus que la sous-espèce *aestivum* (blé tendre au sens strict), l'épaisseur est inférieure aux moyennes des grains de *Triticum aestivum* forme *compactum* de sites européens (longueurs entre 3,4 et 5,5 mm ; largeurs entre 2,2 et 4,3 mm et épaisseur entre 2,1 et 3,75 mm *in* Jacomet 1987). Les moyennes des grains de blé de Chadalais pour ces trois paramètres sont les suivantes : 4,03 – 2,27 – 0,9 mm. La comparaison de leur section avec deux lots de grains nettoyés, l'un issu du site du Teilleul (IX^e siècle), l'autre de Fiorentino dans les Pouilles (Italie, XII^e-XIII^e siècle ; Ruas à paraître), montre le recouvrement de ces deux populations médiévales éloignées dans le temps et dans l'espace, mais le décalage de la population de Chadalais vers les petits diamètres (ill. 26). Comme pour le seigle, la présence de grains calibrés étroits et le taux élevé (70 %) d'adventices des cultures d'hiver de terre calcaires sont probablement le résultat de criblages fins, les grains de blé constituant une partie des criblures obtenues.

En ce qui concerne les grains des avoines qui incluent ceux d'*Avena sativa* et d'*Avena strigosa* impossibles à distinguer, la distribution de fréquence est normale (ill. 27). Pourtant, les grains apparaissent plus effilés que les lots de sites bretons et normands du haut Moyen Âge. Les moyennes des longueurs sont proches de 5 mm mais celles des épaisseurs oscillent autour de 1,5-1,7 mm, alors qu'à Chadalais l'épaisseur moyenne n'atteint que 1,32 mm (ill. 25 ; 27). Comme pour les exemples précédents, nous avons projeté les nuages des valeurs largeur et épaisseur en considérant, cette fois, deux lots de grains dans le site breton du Teilleul : une partie provient de la fosse [2209] qui contenait des grains carbonisés de denrées, l'autre composait des résidus fécaux ou les criblures d'un fourrage. Bien que les grains de Chadalais soient en moyenne plus plats, on constate que les nuages de points de grains normaux et de grains chétifs du site du Teilleul se superposent en grande partie à celui de Chadalais (ill. 27). Puisque cette population de grains semble complète du point de vue de l'éventail des largeurs, elle ne peut correspondre à un lot de criblures. Les épillets d'avoines amassés dans le dépôt US [687] seraient donc les produits même de récoltes.

		Longueur	Largeur	Épaisseur	L/l x100	L/e x100	l/e x 100	Référence
<i>Avena sativa et strigosa</i>								
<i>Avena cf. strigosa</i>	minimum	3,8	1,4	1,2	204		78	Ruas, Pradat 2001
Péran	moyenne	4,9	1,8	1,7	268		93	
X ^e siècle	maximum	6	2,3	2,1	344		107	
N = 100 grains dénudés	écart-type	0,474	0,203	0,201				
<i>Avena cf. sativa</i>								
Gaudines	moyenne	5,3	1,9	1,6	274		84	
IX ^e -X ^e siècle	maximum	7	2,5	2,1	356		112	
N = 100 grains dénudés	écart-type	0,885	0,229	0,213				
<i>Avena sativa/strigosa</i>								
Le Teilleul	moyenne	5,01	1,88	1,77	268		94	
fosse 2209, US 5, IX ^e siècle	maximum	7,3	2,8	3	323		115	
N = 50 grains normaux	écart-type	0,710	0,277	0,276				
Le Teilleul	minimum	2,9	1,1	0,9	212		71	
fosse 2207, US 7, IX ^e siècle	moyenne	4,4	1,7	1,5	253		107	
N = 50 grains flétris	maximum	6	2,7	2,1	333		87	
	écart-type	0,638	0,294	0,253				
<i>Secale cereale</i>								
Le Teilleul	moyenne	5,07	2,58	2,40	1,97			Ruas, Pradat 2001
fosse 2209, US 5, IX ^e siècle	maximum	6,30	3,00	3,00	2,38			
N = 50 grains	écart-type	0,58	0,21	0,21	0,18			
<i>Triticum aestivum l.s.</i>								
Fiorentino	moyenne	5,7	3,8	3,3				Ruas à paraître
échantillon N°3, XII ^e -XIII ^e siècle	maximum	6,5	4,7	4				
N = 30 grains nettoyés	écart-type	0,528	0,322	0,354				
<i>Triticum aestivum l.s.</i>								
Le Teilleul	moyenne	4,7	3,3	3,0	142		92	Ruas, Pradat 2001
fosse 2209, US 5, IX ^e siècle	maximum	5,6	4,1	3,5	184		128	
N= 25 grains nettoyés	écart-type	0,406	0,367	0,327				

25. Biométrie de grains de céréales de sites médiévaux.

Péran (Plédran, Côtes-d'Armor) : X^e siècle (Ruas, résultats inédits) ; Gaudines (Vieux, Calvados) IX^e-X^e siècle (Ruas, Pradat 1997) ; Le Teilleul (Montours, Ille-et-Vilaine), IX^e siècle (Ruas, Pradat 2001) ; Fiorentino (Italie) XII^e-XIII^e siècle (Ruas à paraître).

S'agit-il du résidu d'un ensilage ? Les indices en faveur de l'hypothèse

Les récoltes et les stades de nettoyage

L'unité stratigraphique [684] renfermant des tiges herbacées et des charbons de bois et l'amas de grains de l'US [687] comportent les mêmes espèces de base : le seigle et l'ivraie à petits caryopses, type ivraie du lin. Toutefois, les constituants diffèrent puisque le seigle du niveau US [684] contient encore beaucoup de rachis d'épis (23 % des restes de seigle, *cf. supra*, ill. 9). Mais l'éventail étroit et la faible quantité de plantes adventices mêlées à ces restes laissent penser qu'il ne s'agit pas de la récolte brute de la céréale. L'ensemble de ces éléments évoque, en fait, les sous-produits du décorticage-égrenage, récupérés lors du ratisage. Cette opération réunit, en effet, les déchets les plus grossiers tels que les longs fragments de chaume, quelques rachis, les têtes fructifères des plantes sauvages garnies ou dépourvues de leurs semences ainsi que diverses graines emprisonnées dans la masse des matériaux (ill. 28, opération 4). Mais les grains de l'ivraie à petits caryopses occupent plus de la moitié du dépôt (59 %) alors que les épillets entiers ou les fragments de glumelles sont absents (ill. 22). Ce lit de charbons de bois et de tiges herbacées a peut-être subi les effets de la carbonisation. En effet, il renfermait aussi des nodules de terre cuite, état révélateur d'une température élevée dans cette partie de la fosse au moment de la combustion. L'absence de rubéfaction sur ses parois et l'état parfois peu carbonisé des vestiges dans l'amas US [687] témoignent, à l'inverse, d'une température modérée. Une combustion plus intense dans le complexe que forment l'argile et le lit charbonneux a donc pu détruire les parties les plus graciles comme les tiges, les glumelles et la majorité des petites semences. Compte tenu de la minceur de la couche de paille, on ne peut pas exclure la possibilité d'une interférence lors du prélèvement entre ce niveau et le dépôt de grains sur lequel il reposait directement et auquel il adhérerait en raison du tassement des deux remplissages. De fait, une partie des grains de seigle et d'ivraie de l'US [684] provient probablement du sommet de l'amas US [687].

Celui-ci est plus composite. D'après les conclusions des différentes étapes de l'étude, il est formé

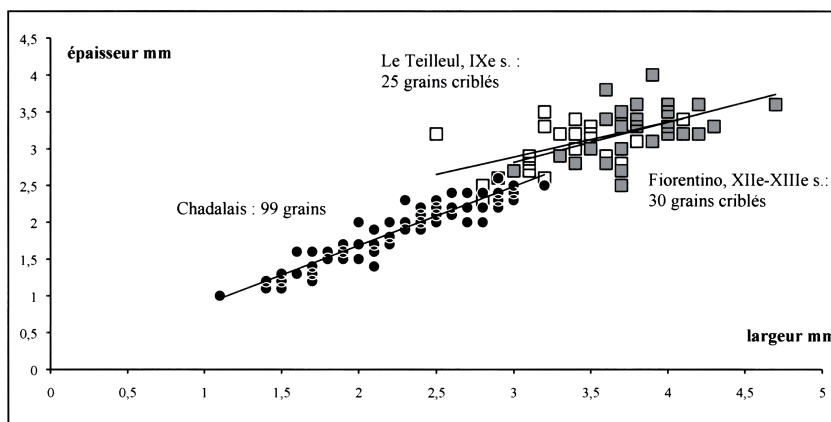
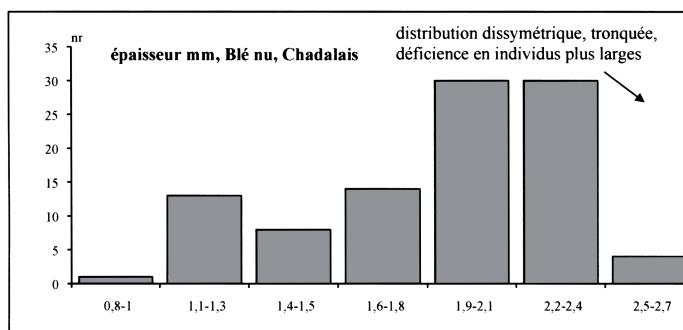
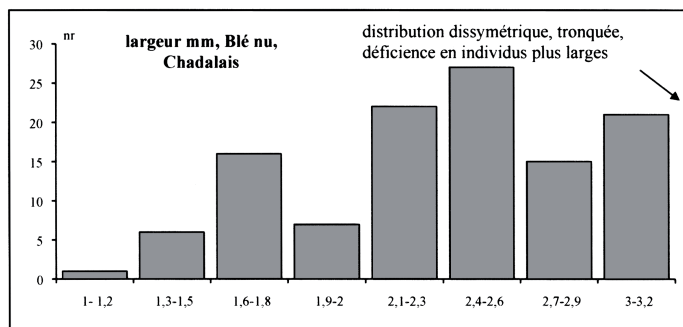
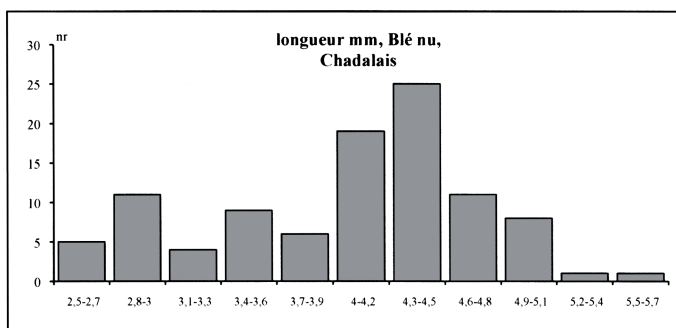
de récoltes de certaines plantes et des résidus de traitement d'autres récoltes :

- récolte d'une culture d'avoines et d'une flore de prairie riche en graminées à flouve odorante et ivraie du lin ;
- criblures de cultures indépendantes de seigle et de froment ;
- récolte de plantes des rives et des marges fraîches, voire très humides, d'un cours d'eau ou d'un étang.

La hauteur de coupe des récoltes

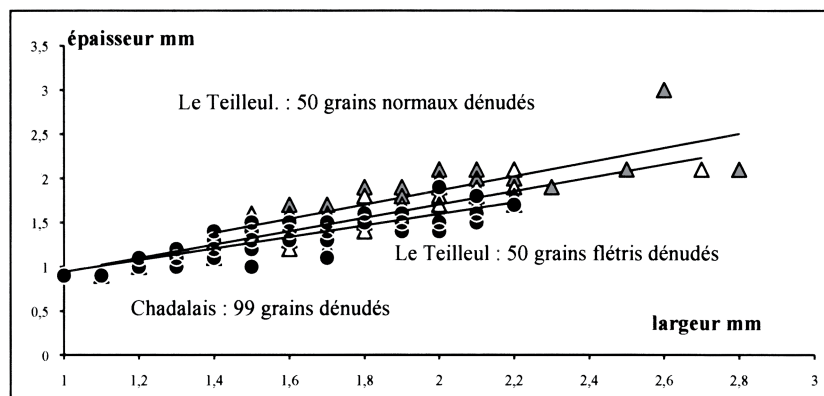
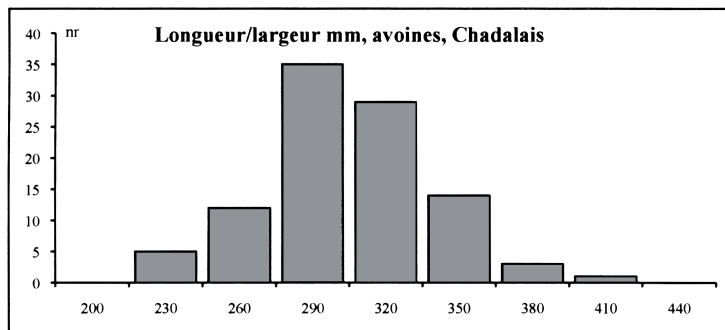
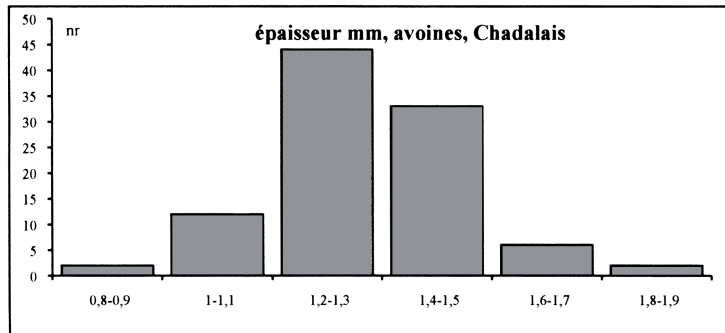
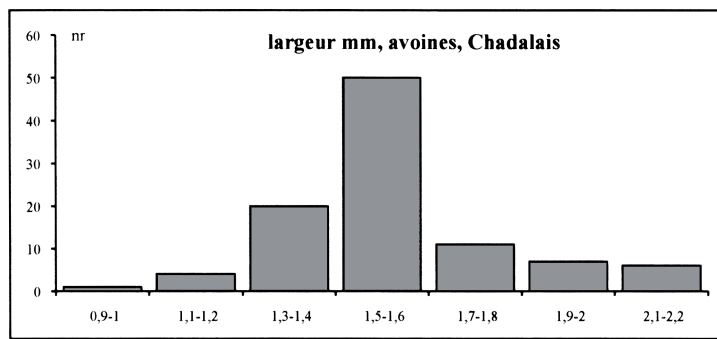
L'état physique des constituants a montré que tous proviennent de stades plus ou moins avancés des opérations de traitement post-messicoles. Les avoines sont conservées à l'état d'épillets, les grains de seigle et de froment proviennent des criblages fins de leur moisson. La présence rare, sous forme de débris, d'éléments végétatifs et fructifères des herbacées sauvages (fronde de fougère, tiges de graminées, gousses de légumineuse) des prairies et des autres groupements non cultureux indique que l'on a sélectionné les parties hautes des plantes pour ne disposer que des épillets et des graines. Afin de savoir si la récolte a été effectuée à hauteur des fructifications ou par fauche au bas des tiges, on peut se référer aux valeurs des hauteurs de croissance des espèces participant à chacun des cortèges (ill. 15 *supra* ; ill. 29). On constate que les hauteurs maximales des plus petites espèces de chaque groupe s'inscrivent entre 20 et 30 cm depuis la base sauf pour le groupe des adventices d'été/sarclages dont la coupe se situerait à 50 cm au-dessus du sol. Les plantes cultivées semées en automne-hiver et les plantes des deux formations de prairies ont donc été récoltées au bas des tiges. Les cultures d'été ou sarclées ont été coupées plus haut, à mi-tige.

Dans tous les cas, on a donc récolté des gerbes ; résultat cohérent avec les interprétations relatives aux stades de traitements des composants réunis dans les deux niveaux (ill. 28). On a traité ces gerbes, issues de fauches ou de moissons, afin d'obtenir un état physique équivalent des éléments à conserver : épillets, grains et graines. Leurs dimensions très variées permettaient, en outre, d'atténuer les espaces entre les éléments. Or, cette hétérogénéité est particulièrement intéressante, voire nécessaire dans un récipient ou une fosse de stockage pour réduire le volume d'oxygène emprisonné dans les vides ménagés entre les grains (De Luca 1981).



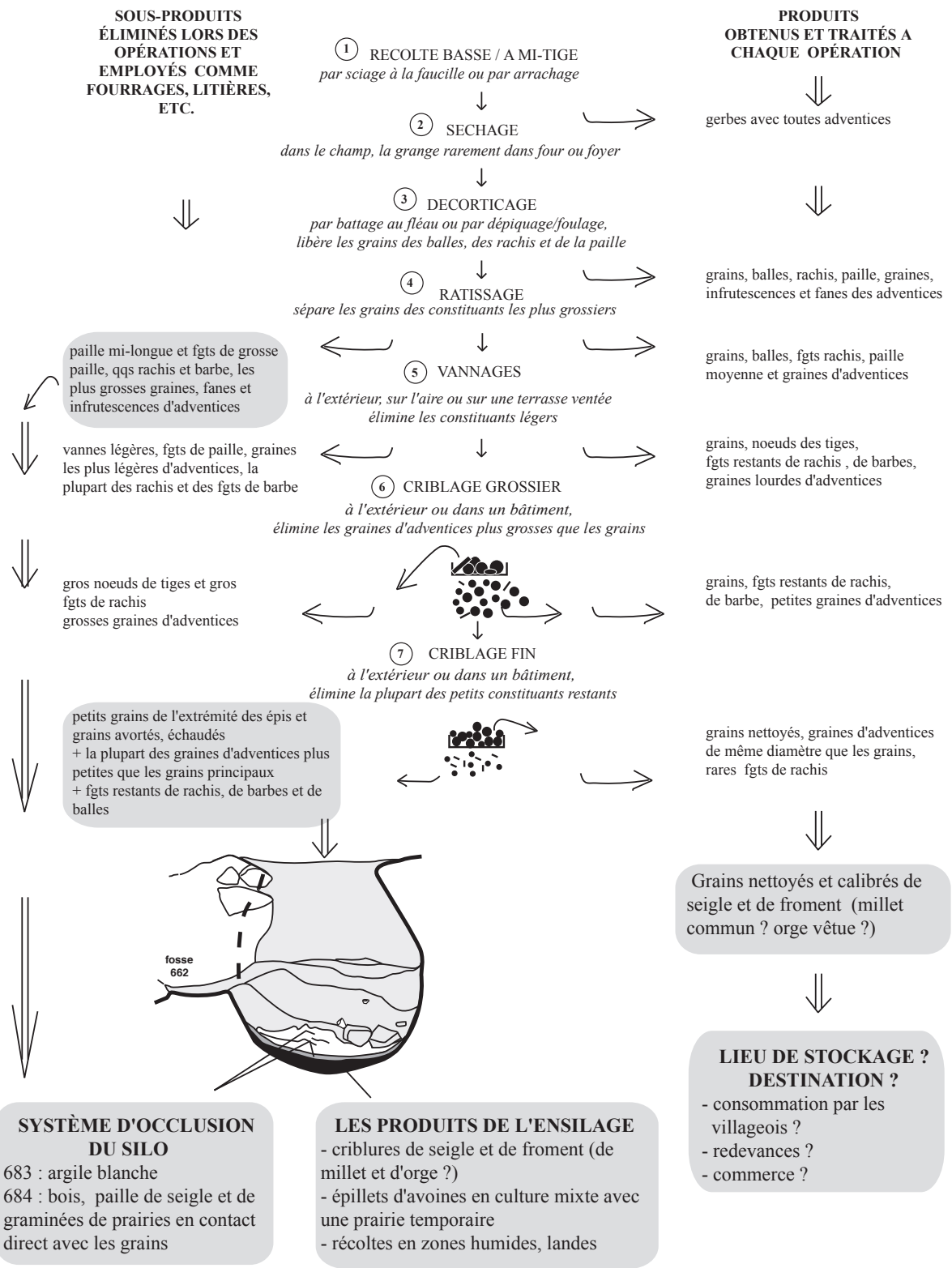
26. Chadalais, Maisonnais-sur-Tardoire (Haute-Vienne). Graphes de fréquences de distribution et nuage de dispersion l et e pour les grains de froment. *Triticum aestivum* l. s. (échantillon 687A N = 99).

Ronds noirs: Chadalais, N = 99 grains; $r = 0,93$ ddl = 97; carrés blancs: Le Tailleul, fosse 2209 US 5, IX^e siècle, N = 25. Grains criblés; $r = 0,532$ ddl = 23; carrés gris: Fiorentino (Italie), N^o3, XII^e-XIII^e siècle, N = 30 grains criblés; $r = 0,495$ ddl = 28. Les corrélations sont toutes significatives avec une probabilité inférieure à 0,01 ou égale à 0,01.



27. Chadalais, Maisonnais-sur-Tardoire (Haute-Vienne). Graphes de fréquences de distribution pour les grains carbonisés d'avoines, *Avena sativa/strigosa* (échantillon 687A N = 99).

Triangles gris: Le Teilleul, fosse 2209 US 5, IX^e siècle, N = 50 grains normaux, $r = 0,804$ ddl = 48 et triangles blancs: Le Teilleul, fosse 2207 US 7, IX^e siècle, N = 50 grains flétris, $r = 0,877$ ddl = 48; ronds noirs: Chadalais, 687A, N = 99 grains dénués, $r = 0,841$ ddl = 97. Les corrélations sont toutes très significatives avec une probabilité inférieure à 0,01.



28. Chaîne opératoire de nettoyage des céréales et nature des produits ensilés à Chadalais (milieu XI^e - milieu XII^e siècle). D'après Hillman 1984 et Jones 1984, modifié et simplifié. Les cases grisées correspondent aux étapes et produits révélés par l'ensilage médiéval. Abréviations: fgts = fragments; nbx = nombreux; qqs = quelques (DAO M.-P. Ruas, CNRS).

Résidus d'ensilage

Les critères "typologiques" qui permettent d'identifier un stock ensilé semblent être réunis par l'ensemble que constituent les trois niveaux conservés dans le fond de la fosse :

- l'état battu des récoltes et leur traitement pour en sélectionner les composants réfèrent aux préparations souvent observées et requises pour la conservation et la préservation en fosse hermétique ;
- la densité élevée en unités par litre d'échantillon et la quasi-absence de sédiment et d'autres vestiges archéologiques d'origine domestique excluent une origine détritique ;
- les nombreuses connexions anatomiques maintenues entre les parties des épis et des épillettes de graminées, la fragmentation négligeable des grains, la persistance de tissus rarement présents après carbonisation (épicarpe = son des céréales, et poils stigmatiques) et le maintien sur le scutellum des embryons de graminées indiquent que l'ensemble n'a pas été déplacé et n'a subi aucune érosion mécanique ou chimique ;
- la couleur brun-rouille de nombreuses semences et l'absence de boursouffures et d'éclats témoignent d'une combustion inachevée, réalisée en atmosphère réductrice, à l'étouffée, à une température inférieure à celle que dégagent les aires de combustion et les incendies de bâtiments.

Toutes ces observations confortent donc l'hypothèse initiale d'un ensilage brûlé en place alors que le silo était clos. La présence des mêmes espèces et des mêmes éléments carpologiques conservés avec les mêmes stigmates de carbonisation dans les assemblages des US [684] et [687] indique qu'ils forment un ensemble apparenté et synchrone. La série des trois niveaux superposés, argile, paille/bois et semences, évoque ainsi un système de fermeture de silos à grains (Sigaut 1978).

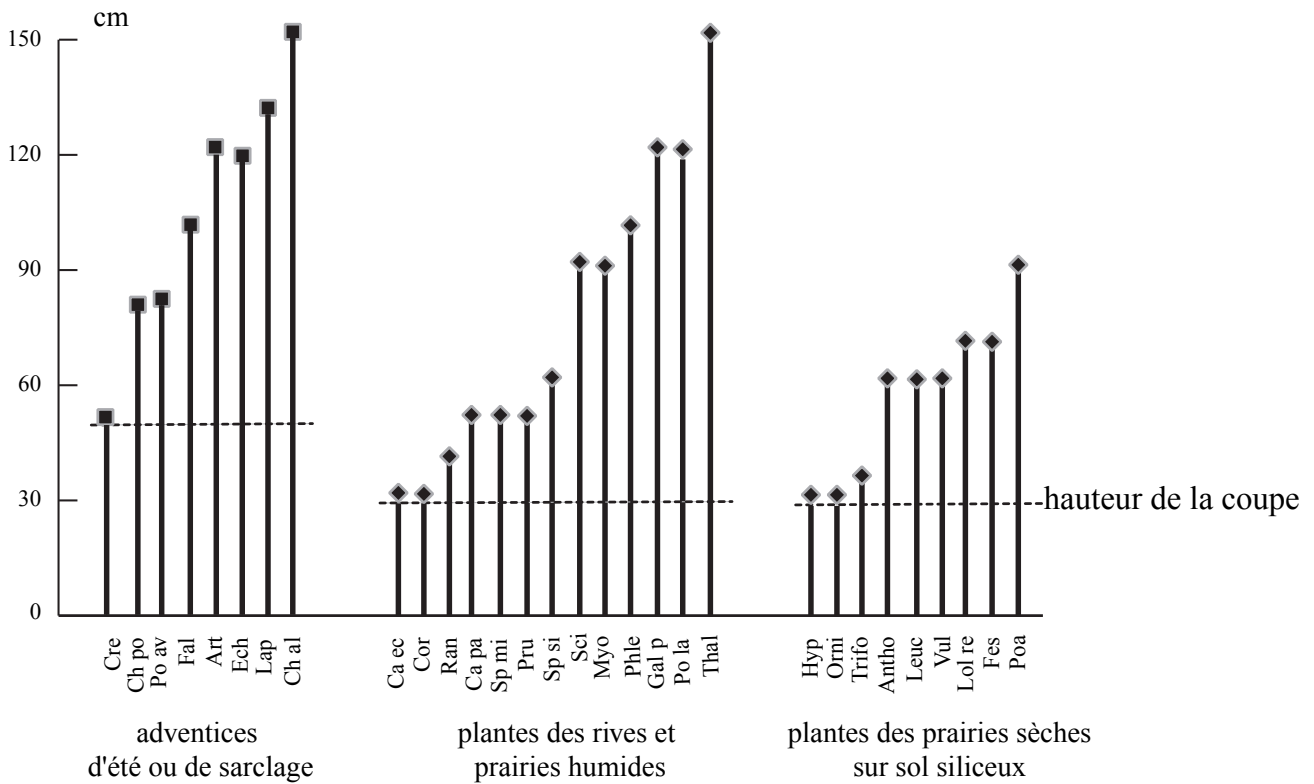
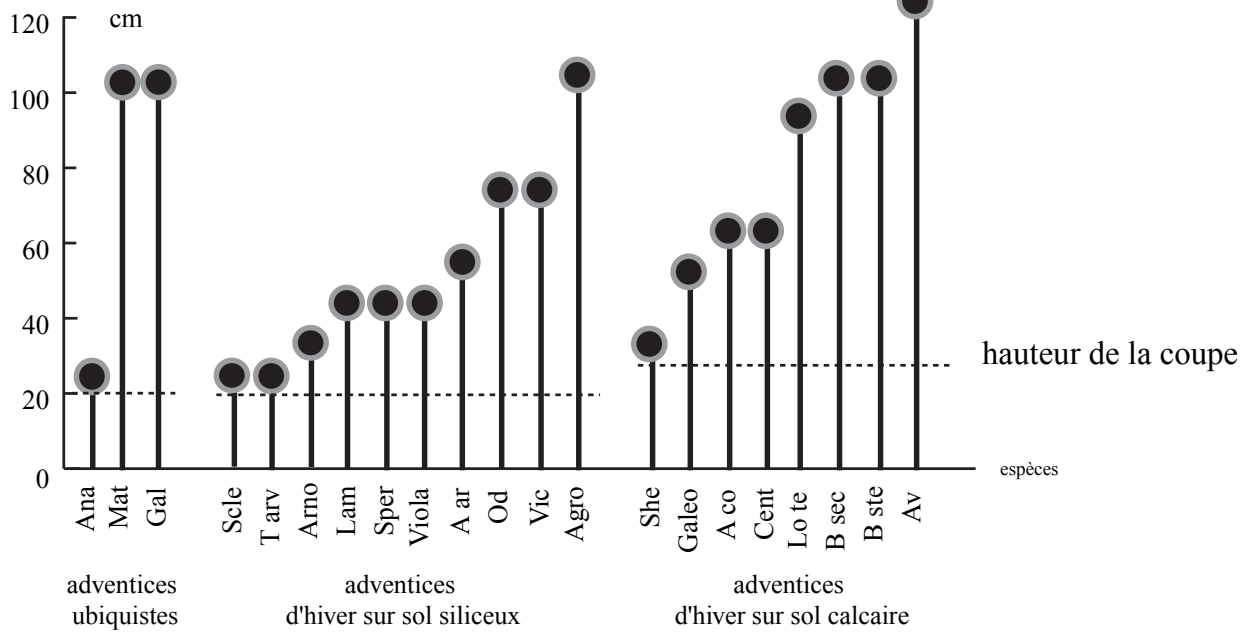
Le volume total de semences conservées représente environ 1/10^e de la capacité de la fosse (cf. *supra*, ill. 2). L'adhérence observée entre les parties du bouchon et la surface du dépôt de grains indiquerait que l'ensemble n'a pas été perturbé après la carbonisation. Les dépôts de sédiment sus-jacents signalent cependant que la fosse est restée ouverte avant d'être définitivement comblée par divers matériaux (Conte 1985). Nous disposerions donc de l'intégralité de l'ensilage moins les pertes de matière dues au sinistre. Aucune garniture

contre les parois et dans le fond ni accessoires de fixation (crochets) n'ont été remarqués lors de la fouille ou dans l'ensemble analysé. La minutie des observations de terrain n'aurait pas manqué de telles traces. On peut donc en déduire que le stock était directement au contact du substrat argilo-sableux, surmonté par une assise de paille grossière mêlée à des branchages sur laquelle reposait une motte compactée d'argile³. Comme le remplissage d'un silo s'effectue en une seule fois, les différences de composition et d'abondance entre les deux quadrants étudiés – blé en A et ivraie du lin, avoines et seigle en C – s'expliquent par la réunion de plusieurs récoltes et sous-produits des traitements post-messicoles. Le quadrant A pourrait correspondre au cône d'accumulation des produits à mesure de leur déversement dans la fosse.

Un ensilage manqué

La durée et, surtout, la qualité de conservation de produits stockés dépendent des effets conjugués de la température, de l'humidité de la masse des grains et de la teneur en oxygène dans le milieu. Ces trois facteurs conditionnent le développement des insectes et des micro-organismes (levures et autres moisissures, bactéries) et la germination intempestive des grains. Leurs effets provoquent des altérations biochimiques, voire la perte totale des produits par l'apparition de mycotoxines ou par l'échauffement jusqu'à la combustion spontanée. Dans une fosse ou un récipient, l'étanchéité des parois et du bouchon ainsi que le tassement des produits devraient limiter la teneur en oxygène et garantir la stabilité du milieu ambiant. Juste après la fermeture, l'oxygène présent dans la réserve est peu à peu consommé jusqu'à saturation de l'atmosphère interne en dioxyde de carbone, dégagé lors de la respiration des grains. Toute entrée d'oxygène entretient la respiration des micro-organismes et ravageurs de denrées (insectes en particulier). De plus, le développement de champignons (moisissures) est accéléré lorsque le taux d'humidité à l'intérieur du silo augmente par suite d'une mauvaise étanchéité ou d'une condensation de l'eau des grains restés trop humides. Ces moisissures peuvent provoquer un réchauffement du stock jusqu'à déclencher une combustion (Gwinner *et al.* 1996). Les expériences d'entreposage des grains farineux en conditions variables montrent qu'à une température fraîche, comprise entre 5°C et 10°C, un

3. L'origine de cette argile blanche est discutée par M.-F. Diot à partir de l'analyse palynologique (Diot, texte inédit 1991).



29. Chadalais, Maisonnais-sur-Tardoire (Haute-Vienne). Niveau des coupes (moissons et fauches) d'après les hauteurs maximales de croissance des espèces sauvages. Pour le détail des hauteurs et le nom des espèces par cortège, cf. ill. 15 (M.-P. Ruas, CNRS).

taux d'humidité de 23 % à 25 % de la masse des grains limite la durée du stockage à une dizaine de jours. Les pertes sont dues principalement aux germinations et au développement de micro-organismes avec leurs conséquences sur les altérations diverses, rendant la récolte impropre à la consommation ou inapte aux semailles. Même si l'oxygène est suffisant, une température inférieure à 15°C semble, en revanche, inhiber le développement et l'action des insectes (De Lucia, Assenato 1992). Peu de débris d'insectes ont été trouvés dans les échantillons triés, tamisés ou non. Nous pouvons donc en déduire que la température à l'intérieur du silo était probablement trop basse pour qu'ils prolifèrent et provoquent l'échauffement des grains. Leur carbonisation aurait donc plutôt été déclenchée par suite d'une humidité élevée, favorisant le développement de moisissures, combinée à une présence d'oxygène, provoquant à terme l'augmentation de la température.

Comme l'indique l'état mûr des semences, les récoltes ont dû être réalisées depuis la fin du mois de juillet jusqu'en août. Il est possible que le climat humide du Limousin ait maintenu ou empêché un séchage complet avant le stockage. Même si des parois argileuses humides ralentissent la pénétration de l'air et protègent le stock tant que l'humidité n'augmente pas dans le silo, les altérations se situent souvent juste au-dessous du bouchon (Sigaut 1979, p. 32). Or, on a vu que le degré de carbonisation des vestiges est plus élevé dans le niveau US [684] que dans la masse de semences, signe d'une plus forte intensité thermique. Selon cette hypothèse, l'incendie aurait pu être provoqué par une entrée d'air à cause d'une mauvaise étanchéité du bouchon d'argile.

En définitive, une mauvaise occlusion de la fosse et un séchage insuffisant de l'ensemble des produits végétaux auraient provoqué un échauffement de la paille. Celle-ci, coincée entre le bloc d'argile et le stock de semences et en contact avec les entrées d'oxygène, aurait été carbonisée avec le bois qui l'accompagnait. L'incendie se serait propagé dans la masse des grains qui, tassés, auraient brûlé à l'étouffée.

Fourrage de grains ou denrées de disette ?

À quel usage était destiné ce mélange de semences ? Bien que la littérature agronomique commente l'ensilage de divers produits autres que des grains, les assemblages de stocks perdus ou délaissés, découverts dans les habitats, les dépotoirs ou les réserves incendiées, sont fréquemment dominés par des céréales et/ou des légumineuses cultivées. Des amas d'ivraie enivrante (*Lolium*

temulentum), de bromes (*Bromus secalinus* et *arvensis*) ou d'avoine folle (*Avena fatua*) ont bien été signalés dans les premiers travaux archéobotaniques des palafittes suisses (Neuweiler, Deininger cités par A. Maurizio [1932, p. 134]). Plusieurs sites protohistoriques rhénans ont aussi livré des amas de brome faux-seigle (*Bromus secalinus*) (Knörzer 1967). Ces auteurs les ont interprétés comme les témoins de l'alimentation humaine. Préciser la destination alimentaire de telles denrées est pourtant délicat dans la mesure où, parmi les espèces domestiquées ou mises en culture, certaines sont données en fourrage ou consommées par les hommes, selon les usages en cours (Jones 1998). Par ailleurs, les bonnes années, les surplus de récolte peuvent être stockés comme provisions fourragères tout comme des stocks fourragers peuvent être le seul recours nourricier lors des années de disette (Halstead 1990). La composition du mélange et la forme de stockage peuvent toutefois aider à distinguer les deux types d'aliments.

À Chadalais, la prépondérance dans un tel mélange de graminées de prairies au lieu des céréales et la présence délibérée des criblures de ces dernières ne correspondent pas aux ingrédients connus par les sources écrites ou repérés dans les dépotoirs alimentaires ou les autres réserves de l'alimentation humaine. Même affectés d'une valeur sociale très péjorative, le seigle ou l'avoine sont, au Moyen Âge, consommés par les populations pauvres au moins sous forme de grains. La présence de froment, grain noble plutôt réservé au groupe seigneurial (Lauriou 1989 ; Flandrin, Montanari 1996), ne contredit pas l'interprétation car le dépôt en contient les criblures et non la récolte complète.

Criblures de céréales, épillets d'avoines et de graminées de prairies évoquent donc davantage la composition d'un fourrage. Les proportions d'avoine et, surtout, l'attestation de l'avoine courte (*Avena strigosa* subsp. *brevis*), abondent aussi dans ce sens. Sa culture, développée au début du Moyen Âge dans les régions de sols pauvres et acides de l'Europe du Nord (Körber-Grohne 1987), perdure comme fourrage dans le Bassin méditerranéen occidental (Portugal, Espagne : Holden 1975 ; Zohary, Hopf 1988).

Inscrit dans le cadre de productions agro-pastorales d'année "normale", ce stock peut donc être assimilé à un amas de fourrage grainier où épillets d'avoines et semences de prairie temporaire ont été complétés par les résidus de décorticage des céréales cultivées, par ailleurs, pour l'alimentation des hommes (seigle et froment).

Si l'on envisage qu'il ait pu aussi être préparé par une communauté particulièrement démunie ou victime d'une pénurie alimentaire, il peut représenter tout ce qu'elle comptait de grains farineux pour survivre. Les sources écrites médiévales et l'ethnographie contemporaine citent, en effet, plusieurs exemples d'utilisation de graminées sauvages comme ressource alimentaire de substitution. Ainsi, les grains de l'ivraie mais aussi des bromes, des pâturins et d'autres encore ont-ils été récoltés et consommés sous forme de pains (Comet 1992, p. 292). Les agronomes et médecins andalous du XI^e-XII^e siècle) proposent même des recettes de pains de disette préparés à partir des grains de céréales vêtues jugées archaïques (amidonnier ou peut-être épeautre), de légumineuses et de fourragères mais aussi de noyaux de certains fruits et de plantes sauvages (Bolens 1985; 1990). A. Maurizio (1932) rapporte nombre d'exemples européens d'ingrédients de famine se substituant aux céréales de l'alimentation entre le XVIII^e et le début du XX^e siècle: pains d'écorces d'arbres, de paille, de chaume vert d'avoine et d'orge, capsules de lin et bouse de vache desséchée etc. À côté de cette énumération, les pains de glands, dans les régions où ils constituent une nourriture de substitution, paraissent moins rudes. Quand les populations disposent de grains céréaliers, le seigle, l'orge ou l'avoine forment la farine de base de ces mélanges. Les céréales vendues en temps de famine font aussi l'objet de falsifications par l'ajout de grains divers, mais aussi de matières moins comestibles. Un lot de grains vendus comme seigle lors de la famine de 1880 en Allemagne renfermait en fait, 68 % d'ivraie, 17 % d'orge, 5 % de seigle, 3 % d'avoine, 2 % de blé, 4 % d'autres semences – dont la nielle des blés (*Agrostemma githago*), le brome faux-seigle (*Bromus secalinus*) et des chénopodes –, ainsi que 0,6 % de divers détritiques et menues pailles (Harz in Maurizio 1932, p. 149). Bien que la comparaison soit peu justifiée en raison du décalage culturel et chronologique, il est troublant de constater que la composition de ce lot se rapproche de celle de l'ensemble médiéval limousin à la fois par ses ingrédients et leurs taux. Dans l'assemblage de Chadalais, les deux ivraies représentent, en nombre de restes, 62 % des éléments, le seigle 4 %, les avoines 3,9 % et le blé 3 %. Si l'orge est à peine représentée, les autres semences (adventices etc.) représentent 20,4 %, les menues pailles 6 %. On relève aussi 0,7 % de galles/carie du blé et 0,4 % d'ergot de seigle, non cités dans la composition frelatée de 1880, mais peut-être comptés comme "saletés" avec les crottes et le sable !

Consommés en toute conscience ou par tromperie, la farine ou les pains de disette incorporent ainsi nombre d'ingrédients végétaux récoltés dans la flore sauvage des milieux accessibles et ajoutés à quelques grains de céréales devenues rares ou ponctionnés. On peut se demander si, à Chadalais, l'ajout des criblures de seigle et de blé au lieu des récoltes complètes n'était pas le seul choix qui s'est imposé à la communauté; les récoltes nettoyées ayant dû être versées auparavant comme redevances au seigneur du lieu (ill. 6C; ill. 28, stade 7).

Quoi qu'il en soit, de telles denrées contenaient les graines ou fruits toxiques pour un organisme humain, mais aussi pour les animaux, de plusieurs plantes dont certaines sont abondantes dans le stock: l'ivraie enivrante (*Lolium temulentum*), la nielle des blés (*Agrostemma githago*), les baies du sureau hièble (*Sambucus ebulus*), auxquels il faut ajouter les sclérotés de l'ergot du seigle (*Claviceps purpurea*). La gravité d'un empoisonnement dépend de trois facteurs: la quantité de substances absorbées, la fréquence des ingestions et la résistance du sujet. Si nous en ignorons les détails pour le contexte qui nous préoccupe, nous pouvons au moins chercher à savoir à quelles valeurs s'élèvent les taux de ces plantes dans la réserve.

Les grains de l'ivraie sont rendus toxiques lorsqu'ils sont infestés par le *Chaetium*, champignon contenant des alcaloïdes. Selon P. Fournier (1947, p. 310), 96 % des grains d'ivraie sont ainsi parasités dans un champ. Rarement mortel, l'empoisonnement survient par l'ingestion de pain contenant 5 à 6 % d'ivraie. Dans le stock fossile, les grains de cette espèce représentent 2,6 % de l'ensemble des restes.

On estime qu'une à dix graines de la nielle des blés absorbées en une seule fois suffisent à déclencher une crise aiguë de convulsions (Jean-Blain, Grisvard 1973) et 50 % de nielle dans la farine rendent cette dernière dangereuse (Fournier 1947). Les effets des principes toxiques disparaîtraient de toute façon à la cuisson. L'affection chronique ou githagisme est la cause de gastro-entérites hémorragiques, de salivation abondante et d'irritation de la gorge. Par rapport à l'ensemble des semences réunies, le taux de ces graines est inférieur à 1 %. De la même façon, la quantité de fruits du sureau hièble, légèrement toxiques, est très faible.

Les sclérotés d'ergot du seigle, qui contiennent aussi des alcaloïdes, causent des dommages d'autant plus graves que leur ingestion est régulière et quotidienne car ils se mélangent intimement à la farine de la céréale qu'ils ont infestée. Au

Moyen Âge, la consommation de céréales ainsi ergotées est à l'origine d'une maladie de forme épidémique en Europe nommée *Mal des Ardents*, *Feu de Saint-Antoine* ou *Feu sacré* (Aillaud 1988). La forme aiguë de l'intoxication conduit à des convulsions, des hallucinations et des contractures violentes. La forme chronique se manifeste par des troubles artériels qui s'achèvent en une gangrène des jambes et des bras (Lemordant 1988). Les individus dont le corps était plus ou moins estropié étaient appelés « les démembrés ». Des formes mixtes de la maladie sont décrites dans la littérature médicale du Moyen Âge européen, les explosions épidémiques ayant été nombreuses depuis l'Antiquité. Selon les témoignages écrits, elles survenaient particulièrement les années de disette, après un printemps pluvieux et froid suivi d'un été humide. La germination des sclérotés est, en effet, favorisée par l'humidité et la douceur printanières (Aillaud 1988, p. 60). D'après les seuils de toxicité, un seul grain ergoté pour 1000 grains sains (Pearse 1999) ou une farine de seigle contenant plus de 3% d'ergot (Bonjean, Picard 1990) sont jugés dangereux. Une épidémie d'ergotisme est recensée en Limousin pour l'an 1094 (Devalette 1994). La proportion de sclérotés dans l'amas US [687] s'élève seulement à 0,4% de tous les restes, taux inférieur aux doses jugées nocives.

Au regard de ces résultats, le stock consommé comme fourrage ou comme nourriture de survie n'aurait pas provoqué d'intoxication grave.

Si l'on admet que l'utilisation des autres fosses creusées dans le secteur du silo 670 est contemporaine de la carbonisation du stock, l'ensemble formait une aire d'ensilage qui fonctionnait entre le XI^e et le XII^e siècle. Sans lien avec le souterrain plus tardif, cette aire de stockage devait être l'annexe agricole d'un habitat dont aucune trace n'a été détectée pour l'heure. Le mobilier céramique et métallique découvert dans les comblements de ces fosses se rattache aux séquences postérieures d'occupation alors qu'elles servaient de dépotoirs (Conte 1985). Nous ne détenons donc aucun indice sur le statut social ni sur l'état des activités économiques des exploitants ayant vécu durant cette période. Mais ce regroupement de fosses, la variété des cultures et les indicateurs paléoécologiques enregistrés dans la réserve concordent pour conclure que le stock devait servir de fourrage d'hiver. Cette hypothèse en appelle une autre: la conduite d'un élevage et les implications de cette activité sur l'organisation du système agraire et du finage.

IMAGE D'UN FINAGE DU LIMOUSIN AU XI^e-XII^e SIÈCLE

Les semences ensilées révèlent ainsi des productions céréalières diversifiées et la mise en valeur de prairies de terres sèches et de zones humides. Elles renvoient l'image d'un terroir agro-pastoral étagé depuis le vallon humide de la Tardoire ou des cours voisins, puis partagé entre les pentes sèches et les plateaux (*cf. supra*, ill. 1). Des parcelles bénéficiant d'un sol superficiel calcaire fertile sont peut-être encore en place dans les limites du finage du XI^e-XII^e siècle à moins que des récoltes ne proviennent des vallées du bassin sédimentaire proche, Périgord au sud-ouest, Charente à l'ouest. Pas moins de six céréales, avec deux avoines, sont recensées parmi les cultures permettant, comme le suggèrent les trois cortèges de la flore adventice enregistrée, des combinaisons culturales entre semis d'hiver et semis de printemps. D'après les conclusions relatives au stade de traitement des récoltes et aux associations entre plantes sauvages et céréales, le seigle et le froment ont été cultivés dans des champs différents, semés en hiver. Le fait que les restes des deux avoines, dont le taux important signale leur culture effective, correspondent à une population complète de récolte et non aux criblures de celle-ci à l'inverse du seigle et du froment, suppose qu'elles occupaient un troisième emplacement. Aucune de ces trois céréales ne constituait donc une métairie, hormis celle suggérée par le mélange des deux avoines.

En ce qui concerne l'ivraie du lin, sa surabondance par rapport aux autres espèces de son cortège est plus conforme au résultat floristique d'un ensemencement dirigé qu'au développement spontané d'une prairie même temporaire. On peut se demander si, outre l'objectif d'apporter un aliment fourrager énergétique sous forme d'une mixture de grains plutôt que d'herbe, ne s'ajoutait pas celui de chercher à contrôler la flore prairiale en y semant des espèces choisies. Il semblerait, d'après les données anthracologiques sur le Languedoc méditerranéen, qu'à partir du XI^e siècle la gestion des boisements et, partant, leur composition et leur morphologie, soit peu à peu normalisée (Durand 1998). L'histoire de la formation et de la gestion des prairies avant la création des prairies artificielles de luzerne ou de sainfoin rejoint celle des techniques d'améliorations de l'élevage et, notamment, de l'alimentation du bétail.

Entrant probablement dans un système de successions et d'alternance agro-pastorales (*cf. supra*),

cette prairie à ivraie et les champs de seigle et d'avoines devaient cohabiter et se déployer sur les pentes des collines argilo-sableuses, protégées des crues hivernales. Les indices floristiques de pacage intensif laissent deviner que le bétail avait accès aux terres enherbées à certaines périodes de l'année. Il était alors nécessaire de protéger les cultures céréalières proches, qu'elles soient vouées au fourrage ou à l'alimentation humaine. Une des solutions aurait été d'enclorre les parcelles au moyen de fossés, talus et haies vives ou mortes. Quelques vestiges mêlés aux semences signalent la persistance de formations boisées ou de landes arbustives (fougère).

Dans les pays de l'Ouest, notamment en Anjou, ces constructions se développent à la période féodale, mais relèvent de la décision seigneuriale. En effet, la clôture entoure et sépare avant tout un ensemble de terres et non des parcelles individuelles (Zadora-Rio 1998) sauf pour les clos particuliers que représentent les vignes et les ouches, espaces de l'auréole domestique (Pichot 2002). Les prés deviennent « des zones prioritairement closes » au XII^e siècle, mais l'élevage, bien qu'en essor, n'en constitue pas le facteur déterminant (Pichot 2002, p. 256). Le Bas-Limousin suivait-il ce schéma? Quoi qu'il en soit, la prairie temporaire se distingue ici de la friche qu'on laisse aller sans entretien. Cet espace est productif, essentiel à un système économique fondé sur l'élevage et s'allie à une céréaliculture à spectre étendu. On y observe l'imbrication de l'espace agricole et de l'espace fourrager (*ager/saltus*) au gré des alternances, voire des champs fourragers d'avoines ou des semis mixtes d'avoines et d'ivraie que le mélange ensilé invite à soupçonner.

Le cortège des adventices de sarclage ou de culture d'été sur sol plus humide signale soit la pratique de désherbage soit des semilles de printemps (ou les deux) d'une culture installée près des zones en eau. Mais aucune association avec l'une de ces céréales n'a pu être établie. Ce groupement est, cependant, souvent associé aux stocks de millet commun (*Panicum miliaceum*) dans les ensembles carpologiques médiévaux (Ruas 1999). Les rares débris de lin qui ne permettent guère d'attester sa culture ici peuvent, néanmoins, évoquer l'utilisation des terres profondes alluviales pour des espèces plus exigeantes en substances nutritives. Ces marges ont aussi accueilli des formations de prairie humide.

L'orge vêtue et le millet commun, anecdotiques dans cet assemblage, pourraient être les échos de semis antérieurs d'un système cultural dont la chaîne nous échappe. L'hypothèse d'une alternance

périodique de la prairie temporaire et d'une céréale réfère à un système où le temps annuel des céréales succède au temps pluriannuel de l'herbage qui peut être pâturé et/ou fauché: forme d'exploitation et d'entretien suggérée par les espèces indicatrices. Il est étonnant qu'aucun reste, même discret, de légumineuses comme la féverole (*Vicia faba* var. *minuta*), le pois (*Pisum sativum*) ou la vesce (*Vicia sativa*), n'ait été remarqué dans cet ensemble limousin dans la mesure où leurs graines entraient aussi dans la composition fourragère médiévale. Plusieurs assemblages carpologiques issus de sites du nord de Paris ou de Normandie et datés de la période carolingienne ont, en effet, livré de la vesce et du pois, associés avec des grains d'avoine. Les contextes permettent de les interpréter comme des résidus de fourrages cultivés (Lepetz *et al.* 2002). Le biais engendré par le caractère ponctuel du silo, qui ne dévoile qu'une partie des productions, est nuancé par d'autres contextes de découvertes situés en Dordogne, en Gironde et en Charente. On y constate, en effet, une faiblesse générale de leurs attestations carpologiques pour le Moyen Âge central. Lorsqu'elles sont identifiées, leurs restes sont à peine plus nombreux que ceux de quelques fruits à l'instar des céréales, toujours dominantes. La féverole est la plus fréquente parmi les résidus de stockage, les vidanges de foyer ou les déchets agricoles (Pradat 1997; 1999; 2000; 2002; Zwierzinski 2000): situation qui pourrait n'être due qu'à un effet de contextes, tous spécialisés dans le traitement ou le stockage des récoltes céréalières. Pourtant, elle diffère quelque peu dans les sites plus méridionaux, certes plus nombreux; la féverole, le pois et le pois chiche y sont enregistrés en bonne place entre le XI^e et le XII^e siècle (Ruas 1998). Dans le Bassin Parisien, d'après les sources textuelles, elles marquent un changement agricole par l'ensemencement de graines fourragères avant l'avènement des prairies artificielles (Moriceau 1994). La prairie temporaire semée de Chadalais constituerait-elle une autre solution fourragère, les légumineuses étant alors plutôt produites à l'échelle domestique dans l'espace horticole? Hypothèse qui expliquerait que leurs restes soient moins repérés dans les structures étudiées jusqu'à présent mais insatisfaisante. Ces plantes occupent une niche polyvalente entre champs et jardins, à la fois dans l'alimentation humaine et animale. Leur place dans les économies locales, probablement très fluctuante selon les pratiques en cours et les époques, est difficile à cerner faute de données plus fournies.

Le système herbager-céréalière de ce finage limousin répondait-il à une économie orientée

vers un élevage de rapport? Palliait-il les insuffisances d'une agriculture limitée par des sols ingrats? Tel qu'il se dessine à travers la nature des produits ensilés, si l'on retient l'hypothèse du fourrage grainier, il révélerait un souci d'améliorer l'alimentation des animaux: recherche de produits de qualité (viande, lait, cuir, laine. etc.), d'une stature, d'une résistance ou d'une puissance augmentées (transport, labours). Cette préoccupation signerait donc l'importance prise par cette activité dans l'économie rurale de la population. Savoir si elle résulte d'un choix contraint par le milieu ou d'une stratégie de croissance agricole requiert d'autres sources d'informations et une connaissance sur le type d'habitat associé à cette structure de réserve.

Peut-être orientée vers un élevage rémunérateur, engraisé l'hiver par un fourrage de grains choisis pour leur haute valeur nutritive, cette agriculture employait deux céréales adaptées au sol acide et ingrat de la région, le seigle et l'avoine courte. L'orge vêtue et le millet commun jouaient un rôle dont le poids dans ce système est mal évalué à partir de l'assemblage. Les sites des régions proches leur attribuent une importance plus nette. Des rejets de grillage datés du XII^e siècle à

La Butinière (Lormont, Gironde) contenaient une majorité de millet commun (Zwierzinski 2000). Aux Gillets (Creysse, Dordogne), des stocks de millet commun voisinaient avec ceux de seigle et de froment dans un bâtiment du XIII^e siècle (Pradat 1999). Le site rural de La Madeleine 2 (Moulin-Neuf, Dordogne) a livré une majorité d'orge et de millet dans le comblement de trous de poteau et de fosse du XIII^e siècle (Pradat 1997). D'après leurs fréquences dans les régions voisines, leurs semis alternaient peut-être avec ceux du seigle ou des avoines. Le finage de Chadalais s'étendait-il jusque sur les terres sédimentaires de Bassin aquitain pour produire d'autres grains moins aptes à rendre sur les terrains trop acides, comme le froment? A-t-il pu bénéficier, néanmoins, de terres locales recouvertes de petites plaques calcaires ou d'un chaulage pour sa production? Ce blé provient-il plutôt d'échanges avec la Charente ou le Périgord? D'après les comptes du XV^e siècle, la culture du froment en Limousin était circonscrite à quelques terres. Les bas plateaux et les vallées au sud et à l'ouest de Limoges constituaient alors des terroirs où il a pu se maintenir et se développer durant cette période (Tricart 1996). On peut donc envisager que certaines parcelles du finage de Chadalais en produisaient aussi 300 ou 400 ans auparavant.

CONCLUSION

Si les travaux sur les séries de fosses similaires ont montré la fréquence et l'étendue géographique de leur emploi à toutes les époques, le contenu et la composition originale du silo 670 de Chadalais font encore figure d'exception dans le domaine archéobotanique au moins en France. L'étude de l'amas de semences et de la paille le couvrant a posé plusieurs questions méthodologiques tant du point de vue de la stratégie de prélèvement que de la taphonomie de ce type de dépôt. Établir en premier lieu sa position primaire dans la fosse permet d'en déduire une série d'informations sur le mode de stockage et autorise des interprétations sur les opérations agricoles pendant la culture et après la récolte. L'excellente qualité de conservation du matériel a permis d'affiner les observations de détails souvent disparus après carbonisation.

Les éléments paléo-agronomiques extraits de cet ensemble ponctuel éclairent une partie

d'un système intégrant une céréaliculture diversifiée et des herbages temporaires, exploités pour la production de fourrage grainier mais aussi pour le pacage. Ces denrées ensilées pour l'hivernage étaient-elles couramment destinées à l'ensemble du cheptel ou réservées en priorité et exclusivement à une certaine catégorie d'animaux en complément alimentaire? Comme le montrent des exemples de stocks en grenier, elles auraient pu tout aussi bien être conditionnées dans un récipient ou un sac mis à l'abri dans un bâtiment (grenier ou resserre). Quel avantage présentait l'ensilage par rapport à ce type de réserve où les produits sont accessibles à tout moment? Cette technique de conservation pourrait être liée à un mode de gestion collectif des provisions comme le laisse imaginer le regroupement en aire, si l'hypothèse concernant ce secteur du site est avérée. Elle n'exclut pas, cependant, l'emploi de réserves

domestiques, ancrées dans l'espace habité et propres à subvenir aux besoins quotidiens.

Préférerait-on le silo pour cacher les stocks ou se prémunir contre les pénuries? L'hypothèse de denrées de disette a été avancée. En effet, des années successives de faibles rendements, de mauvaises récoltes ou de plants ravagés par une maladie, peuvent provoquer une famine malgré des travaux agricoles ininterrompus, maintenant une certaine organisation du terroir. Image que renvoient la variété des espèces cultivées mêlées et les combinaisons culturelles qu'elles autorisent. La fréquence et la durée d'un tel événement confèrent-elles, pour autant, une probabilité suffisante pour laisser des traces représentatives comme celle d'un stock de disette? Si, au départ, l'ensemble était plus probablement voué à nourrir des animaux, nous avons évoqué plusieurs cas où ce type de mélange servait, à l'occasion, d'aliments de substitution et la difficulté d'identifier la destination finale d'un assemblage de semences.

Bien que cerner le rôle économique de ce système de stockage et le relier à l'organisation d'une communauté rurale paraisse illusoire en l'absence de traces sur l'habitat ou les activités des occupants, le contenu du silo a légué quelques touches précieuses d'une forme de production agro-pastorale. Il a permis d'esquisser la physionomie d'un finage Bas-limousin du XI^e-XII^e siècle et de renseigner sur la nature des productions et des milieux exploités. Il laisse deviner un système économique où l'élevage constituait peut-être la part capitale comme il le devient, à l'époque, dans les régions granitiques de l'Ouest. L'ensemencement de prairie temporaire à base de graminées pourrait avoir été pratiqué. Mais d'autres recherches à partir des dépôts carpologiques et des sources écrites devront vérifier cette hypothèse.

Cette découverte archéobotanique, encore rare, prendra sans doute son sens réel à la lumière d'autres études complémentaires.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier particulièrement Patrice Conte (Service Régional de l'Archéologie, Limoges) qui m'a accueillie en 1984 sur le chantier de fouilles après la découverte du dépôt carbonisé et m'a autorisé, pour cet article, à profiter des données archéologiques consignées dans les rapports. J'y associe Marie-Françoise Diot (CNP, palynologie) pour les discussions amicales suscitées autour des analyses archéobotaniques du silo.

Je suis redevable à Messieurs Philippe Jauzein et Guy Raynal de l'INA-Paris-Grignon qui ont très aimablement collaboré en acceptant d'examiner les exemplaires de parasites. Merci aussi à Bénédicte Pradat (Inrap Tours, UMR 7209) qui, m'ayant fait part de ses résultats carpologiques inédits dans le cadre nos collaborations, me permet de m'y référer. Merci enfin à la cellule éditoriale, en particulier Myriam Giudicelli et Julian Wiethold, pour l'ingrat et lourd travail de mise en forme des tableaux.

Addendum

Cet article est la version augmentée d'une contribution demeurée inédite, rédigée en 1991 et revue en 2002 pour sa publication dans le cadre de la monographie du site de Chadalais, à paraître sous la direction de Patrice Conte. Les relevés de terrain réalisés par P. Conte et son équipe ainsi que la description des données archéologiques, palynologiques (M.-F. Diot, CNP, Périgueux) et anthracologiques (J.-J. Fredon, université des Sciences, Limoges) sont extraits des rapports de fouilles des années 1983 à 1987.

- Aillaud 1988**: AILLAUD (G.-J.). — L'ergot du seigle et le Mal des Ardents. In: *Herbes, drogues et épices en Méditerranée. Histoire, anthropologie, économie du Moyen Âge à nos jours*. Actes de la table ronde de l'Institut méditerranéen et de la Chambre de Commerce et d'Industrie de Marseille. Paris: CNRS Éditions, 1988, p. 57-66 (Mémoires et Documents; 3).
- Behre 1973**: BEHRE (K.-E.). — Mittelalterliche Kulturpflanzenfunde aus der Kirche von Middels (Stadt Aurich/Ostfriesland). *Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet*, 10, 1973, p. 39-47.
- Behre 1986**: BEHRE (K.-E.). — Kulturpflanzen und Unkräuter des Mittelalters Funde aus der Kirche von Horsten/Ostfriesland. *Abhandlungen Westfälischen Museums für Naturkunde*, 48 (2/3), 1986, p. 441-456.
- Boardman, Jones 1990**: BOARDMAN (S.), JONES (G.). — Experiments on the effects of charring on cereal plant component. *Journal of Archaeological Sciences*, 17, 1990, p. 1-11.
- Bolens 1985**: BOLENS (L.). — Interprétation anthropologique de la panification d'après la documentation botanique et agronomique hispano-arabe (X^e-XIII^e siècle). In: GAST (M.), SIGAUT (F.), BEUTLER (C.) dir. — *Les techniques de conservation des grains à long terme: leur rôle dans la dynamique des systèmes de culture et des sociétés. Tome 3 (1)*. Paris: CNRS Édition, 1985, p. 101-107.
- Bolens 1990**: BOLENS (L.). — *L'Andalousie du quotidien au sacré - chapitre VII: Les aliments de disette au Moyen Âge: une diététique à base de pains végétaux (Andalousie, XI^e - XIII^e siècles)*. Londres: Variorum Reprints, 1990, p. 1-6 (Collected studies series; 337).
- Bonjean, Picard 1990**: BONJEAN (A.), PICARD (E.). — *Les céréales à paille*. Poitiers: Softword/Groupe ITM; Agriword, 1990, 205 p.
- Bournérias 1984**: BOURNÉRIAS (M.). — Guide des groupements végétaux de la région parisienne. Paris: Sedes-Masson, 1984, 483 p. (troisième édition).
- Champion, Raynal 1993**: CHAMPION (R.), RAYNAL (G.). — La carie commune du blé: une revenante? *Phytoma - La Défense des végétaux*, 450, 1993, p. 16-20.
- Comet 1992**: COMET (G.). — *Le paysan et son outil. Essai d'histoire technique des céréales (France, VIII^e-XV^e siècle)*. Rome: École Française de Rome, 1992, 711 p. (École Française de Rome; 165).
- Conte 1984**: Conte (P.). — *Chadalais (Maisonnis-sur-Tardoire - 87)*. Rapport de fouille (sauvetage) - 1984. Rapport de fouille du site de Chadalais (Maisonnis-sur-Tardoire). Limoges: SRA Limousin, 1984, 62 p. (rapport scientifique multigraphié).
- Conte 1985**: CONTE (P.). — *Chadalais (Maisonnis-sur-Tardoire - 87)*. Rapport de fouille (sauvetage) - 1985. Rapport de fouille du site de Chadalais (Maisonnis-sur-Tardoire). Limoges: SRA Limousin, 1985, 32 p. (rapport scientifique multigraphié).
- Conte 1995**: CONTE (P.). — L'archéologie des silos médiévaux. Apports, limites et perspectives. In: BRUNEL (G.), MORICEAU (J.-M.) dir. — *L'histoire rurale en France*. Actes du colloque de Rennes, 6-8 octobre 1994. Caen: Association d'Histoire des Sociétés Rurales, université Rennes 2, 1995, p. 191-197 (Histoire et Sociétés Rurales; 3).
- De Luca 1981**: DE LUCA (Y.). — Ingrédients naturels employés dans les silos locaux des pays en voie de développement. In: **Gast, Sigaut 1981**, p. 147-150.
- De Lucia, Assenato 1992**: DE LUCIA (M.), ASSENATO (D.). — *L'après-récolte des grains. Organisation et techniques. O.N.V. pour l'alimentation et l'agriculture*. Rome: Services agricoles de la FAO, 1992 (Bulletin des Services agricoles de la FAO; 93, 12 p.).
- Devalette 1994**: DEVALETTE (J.). — La peste de feu. In: DEVALETTE (J.), BARRIÈRE (B.), COMET (G.), CONTE (P.) dir. — *La Peste de Feu, Le Miracle des Ardents et l'ergotisme en Limousin au Moyen Âge*. Limoges: Archea, 1994, p. 13-53 (Les cahiers d'Archea; 3).
- Diot 1990**: DIOT (M.-F.). — *Analyse palynologique de Chadalais*, 1990, 15 p. (rapport scientifique multigraphié).
- Durand 1998**: DURAND (A.). — *Paysages, terroirs et peuplement dans les campagnes du Bas-Languedoc (X^e-XII^e siècle)*. Toulouse: Presses Universitaires du Mirail, 1998, 491 p. (Collection Tempus).
- Ellenberg 1979**: ELLENBERG (H.). — *Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas*. Göttingen: Erich Goltze KG, 1979, 122 p. (Scripta Geobotanica; 9. Réimpression).
- Fixot 1980**: FIXOT (M.). — Découvertes récentes de silos médiévaux en Provence. *Provence historique*, 118, 1980, p. 387-404.
- Flandrin, Montanari 1996**: FLANDRIN (J.-L.), MONTANARI (M.) dir. — *Histoire de l'alimentation*. Paris: Fayard, 1996, 915 p.
- Fournier 1947**: FOURNIER (P.). — *Le livre des plantes médicinales et vénéneuses de France*. Paris: Lechevalier, 1947 (Encyclopédie biologique; I).
- Garcia 1987**: GARCIA (D.). — Observations sur la production et le commerce des céréales en Languedoc Méditerranéen durant l'âge du Fer: les formes de stockage des grains. *Revue Archéologique de Narbonnaise*, 20, 1987, p. 43-98.

Gast, Sigaut 1979: GAST (M.), SIGAUT (F.) dir. — *Les techniques de conservation des grains à long terme: leur rôle dans la dynamique des systèmes de culture et des sociétés, 1.* Paris: CNRS Éditions, 1979, 232 p.

Gast, Sigaut 1981: GAST (M.), SIGAUT (F.) dir. — *Les techniques de conservation des grains à long terme: leur rôle dans la dynamique des systèmes de culture et des sociétés, 2.* Paris: CNRS Éditions, 1981, 238 p.

Gwinner et al. 1996: GWINNER (J.), HARNISCH (R.), MÜCK (O.). — *Manuel sur la manutention et la conservation des grains après récolte. Projet de protection des stocks et des récoltes.* Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, 1996, 388 p.

Halstead 1990: HALSTEAD (P.). — Waste not, want not: traditional responses to crop failure in Greece. *Rural History: Economy, Society, Culture*, 1, 1990, p. 147-164.

Hillman 1984: HILLMAN (G.). — Interpretation of archaeological plant remains: the application of ethnographic models from Turkey. In: **Van Zeist, Casparie 1984**, p. 1-41.

Holden 1975: HOLDEN (J.H.W.). — Oats. *Avena* spp. (Gramineae-Aveneae). In: ZEVEN (A.C.), ZHUKOVSKY (P.M.) eds. — *Dictionary of cultivated plants and their centres of diversity. Excluding ornamentals, forest trees and lower plants.* Wageningen: Centre of Agricultural Publishing and Documentation, 1975, p. 86-98.

Jacomet 1987: JACOMET (St.). — *Prähistorische Getreidefunde. Eine Anleitung zur Bestimmung prähistorischer Gersten- und Weizen-Funde.* Basel: Botanisches Institut der Universität, 1987, 70 p.

Jacomet 2006: JACOMET (St.). — *Bestimmung von Getreidefunden aus archäologischen Ausgrabungen.* Bâle: laboratoire IPNA, 2006, 59 p. (multigraphié, 2^e édition).

Jacomet et al. 1988: JACOMET (St.), FELICE (N.), FÜZESI (B.). — Verkohlte Samen und Früchte der hochmittelalterliche Grottenburg Riedfluh bei Eptingen, Kanton Baselland (Nordwest, Schweiz). Ein Beitrag zum Speisezettel des Adels im Hochmittelalter. In: DEGEN (P.) dir. — *Die Grottenburg Riedfluh. Eptingen BL. Bericht über die Ausgrabungen 1981-1983.* Olten; Freiburg i. Breisgau: Walter Verlag 1988, p. 169-226 (Schweizer Beiträge zur Kultugeschichte und Archäologie des Mittelalters; 15).

Jauzein 1995: JAUZEIN (P.). — *Flore des champs cultivés.* Paris: INRA, SOPRA, 1995, 898 p. (Collection Techniques et Pratiques).

Jean-Blain, Grisvard 1973: JEAN-BLAIN (C.), GRISVARD (P.). — *Plantes vénéneuses. Toxicologie.* Paris: La Maison Rustique, 1973, 140 p.

Jones 1984: JONES (G.). — Interpretation of archaeological plant remains: ethnographic models from Greece. In: **Van Zeist, Casparie 1984**, p. 43-61.

Jones 1998: JONES (G.). — Distinguishing food from fodder in the archaeobotanical record. *Environmental Archaeology*, 1, 1998, p. 95-98.

Knörzer 1967: KNÖRZER (K.-H.). — Die Roggentrespe (*Bromus secalinus* L.) als prähistorische Nutzpflanze. In: KNÖRZER (K.-H.) ed. — *Untersuchung subfossiler Grossreste im Rheinland.* Köln; Graz: Böhlau Verlag, 1967, p. 30-38 (*Archäo-Physika*; 2).

Körber-Grohne 1987: KÖRBER-GROHNE (U.). — *Nutzpflanzen in Deutschland. Kulturgeschichte und Biologie.* Stuttgart: Theiss, 1987 (2^e édition: 1994).

Lambinon et al. 1992: LAMBINON (J.), DE LANGHE (J.-E.), DELVOSALLE (L.), DUVIGNEAUD (J.). — *Nouvelle flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du nord de la France et des régions voisines (Ptéridophytes et Spermatophytes).* Meise: Editions du Patrimoine du Jardin botanique national de Belgique, 1992 (4^e édition).

Laurieux 1989: LAURIOUX (B.). — *Le Moyen Âge à table.* Paris: Adam Biron, 1989, 154 p.

Lemordant 1988: LEMORDANT (D.). — L'ergot du seigle, fléau antique, bienfait moderne. In: *Herbes, drogues et épices en Méditerranée. Histoire, anthropologie, économie du Moyen Âge à nos jours.* Actes de la table ronde de l'Institut méditerranéen et de la Chambre de Commerce et d'Industrie de Marseille. Marseille: CNRS Éditions, 1988, p. 67-77 (Mémoires et Documents; 3).

Lepetz et al. 2002: LEPETZ (S.), MATTERNE (V.), RUAS (M.-P.), YVINEC (J.-H.). — L'agriculture et l'élevage en France septentrionale de l'âge du Fer à l'an mil. Approches carpologique et archéozoologique. In: BELMONT (A.) dir. — *Autour d'Olivier de Serres. Pratiques agricoles et pensée agronomique du Néolithique aux enjeux actuels.* Actes du colloque, Le Pradel (Ardèche), 27-29 sept. 2000. Caen: Association d'Histoire des Sociétés Rurales, p. 70-108 (Bibliothèque d'Histoire Rurales; 6).

Marinval 1992: MARINVAL (Ph.). — Étude carpologique d'une structure exceptionnelle: le silo du premier âge du Fer de Thiais (Val-de-Marne). In: VUAILLAT (D.) dir. — *Le Berry et le Limousin à l'âge du Fer/Artisanat du bois et des matières organiques.* Actes du 13^e colloque de l'AFEAF (Guéret, mai 1989). Guéret: Association pour la recherche archéologique en Limousin – VERSO, 1992, p. 129-136.

Matterne 2001: MATTERNE (V.). — *Agriculture et alimentation végétale durant l'âge du Fer et l'époque gallo-romaine en France septentrionale.* Paris: Mergoil, 2001, 310 p. (Collection Archéologie des Plantes et des Animaux; 1).

Maurizio 1932: MAURIZIO (A.). — *Histoire de l'alimentation végétale depuis la Préhistoire jusqu'à nos jours.* Paris: Payot, 1932, 663 p.

Montégut 1983: MONTÉGUT (J.). — *Pérennes et vivaces nuisibles en agriculture*. Aubervilliers: Champignons et Nature, 1983, 479 p.

Moriceau 1994: MORICEAU (J.-M.). — Le changement agricole. Transformations culturelles et innovation (XII^e-XIX^e siècle). *Histoire et Sociétés Rurales*, 1, 1994, p. 37-66.

Pearse 1999: PEARSE (P.). — *Agriculture et Alimentation. Céréales et graminées ergotées*. <http://www.ccg.ca/View/ergot/ergot99-f.htm>.

Pichot 2002: PICHOT (D.). — *Le village éclaté. Habitat et société dans les campagnes de l'Ouest au Moyen Âge*. Rennes: Presses Universitaires de Rennes, 2002, 395 p. (Collection Histoire).

Pradat 1997: PRADAT (B.). — *Rapport d'analyse carpologique sur le site médiéval de la Madeleine 2 (Gironde)*. Toulouse, 1997, 8 p. (rapport scientifique multigraphié).

Pradat 1999: PRADAT (B.). — *Rapport d'analyse carpologique du site médiéval des « Gillets » à Creysses (Dordogne)*. Toulouse, 1999, 12 p. (rapport scientifique multigraphié).

Pradat 2000: PRADAT (B.). — *Rapport d'analyses carpologiques du site médiéval du Peyrat (Dordogne) (Le Peyrat 3, Saint-Rabier)*. Toulouse, 2000, 6 p. et fig. (rapport scientifique multigraphié).

Pradat 2002: PRADAT (B.). — *Rapport de l'analyse carpologique de Bergerac déviation sud, 2002 (multigraphié)*. Toulouse, 2002, 5 p. et fig. (rapport scientifique multigraphié).

Raynal 1997: RAYNAL (G.). — Les caries du blé. Des maladies dont il faut toujours se méfier. *Phytoma – La Défense des végétaux*, 492, 1997, p. 14-16.

Raynaud 1990: RAYNAUD (Cl.) dir. — *Le village gallo-romain et médiéval de Lunel-Viel (Hérault). La fouille du quartier ouest (1981-1983)*. Paris; Besançon: Les Belles-Lettres; Presses Universitaires de Franche-Comté, 1990, p. 82-84 (Annales Littéraires de l'université de Besançon; 422/Centre de Recherches d'Histoire Ancienne; 97).

Ruas 1985: RUAS (M.-P.). — Rapport préliminaire de l'analyse paléocarpologique de la structure 670: couche 687. Chadalais, Maisonnais-sur-Tardoire 87. In: **Conte 1985**, p. 23, 1985.

Ruas 1989: RUAS (M.-P.). — *Rapport de l'analyse carpologique. Structure 670: couches 683, 684 et 687. de Chadalais, Maisonnais-sur-Tardoire (Haute-Vienne)*. Toulouse, 1989, 18 p. (rapport scientifique multigraphié).

Ruas 1990: RUAS (M.-P.). — Analyse des paléo-semences carbonisées. In: **Raynaud 1990**, p. 96-104.

Ruas 1992: RUAS (M.-P.). — Les plantes exploitées en France au Moyen Âge d'après les semences

archéologiques. In: *Plantes et cultures nouvelles en Europe occidentale au Moyen Âge et à l'Époque moderne*. Actes des onzièmes Journées internationales d'histoire, 11-13 sept. 1990. Centre culturel de l'abbaye de Flaran (Gers). Auch: Comité départemental du tourisme du Gers, 1992, p. 9-35 (Flaran; 12).

Ruas 1998: RUAS (M.-P.). — Les plantes consommées au Moyen Âge en France méridionale d'après les semences archéologiques. In: CAMPECH (S.), POUSTHOMIS-DALLE (N.) dir. — *Usages et goûts culinaires au Moyen Âge en Languedoc et en Aquitaine*. Actes du colloque de Carcassonne, 1996. Carcassonne: Centre d'Archéologie Médiévale du Languedoc, 1998, p. 179-204 (Archéologie du Midi Médiéval; 15).

Ruas 1999: RUAS (M.-P.). — Semences archéologiques, miroir des productions agraires en France méridionale du VI^e au XVI^e siècle. In: BAZZANA (A.) dir. — *Castrum 5. Archéologie des espaces agraires méditerranéens au Moyen Âge*. Actes du V^e colloque international « Castrum ». Murcie, mai 1992. Rome; Madrid; Murcie: École Française de Rome; Casa Velazquez, 1999, p. 301-316 (Collection de l'École Française de Rome; 105/Collection de la Casa de Velazquez; 55).

Ruas 2002: RUAS (M.-P.). — *Productions agricoles, stockage et finage en Montagne Noire médiévale: le grenier castral de Durfort (Tarn)*. Paris: Maison des sciences de l'Homme, 2002, 231 p. (Documents d'archéologie française; 93).

Ruas, Marinval 1997: RUAS (M.-P.), MARINVAL (P.). — À propos de formes de stockage des plantes alimentaires et de denrées végétales. In: GARCIA (D.), MEEKS (D.) dir. — *Techniques et économie antiques et médiévales. Le temps de l'innovation*. Actes du colloque, mai 1996 Aix-en-Provence. Paris: Errance, 1997, p. 232-233.

Ruas, Pradat 1997: RUAS (M.-P.), PRADAT (B.). — *Les semences de fosses-silos carolingiennes du site des Gaudines à Vieux (Calvados)*. Toulouse support d'étude, 1997, 36 p. (rapport scientifique multigraphié).

Ruas, Pradat 2001: RUAS (M.-P.), PRADAT (B.). — Les semences découvertes: plantes attestées et origine des déchets. In: CATTEDDU (I.) dir. — *Les habitats carolingiens de Montours et de la Chapelle-Saint-Aubert (Ille-et-Vilaine)*. Paris: Maison des Sciences de l'Homme, 2001 (Documents d'Archéologie Française; 89/Archéologie Préventive: 65-79/Coll. Archéologie Préventive, Autoroute A84).

Ruas à paraître: RUAS (M.-P.). — Cultures et moissons à Fiorentino: étude des semences carbonisées. In: BECK (P.), PIPONNIER (F.) dir. — *Monographie du site médiéval de Fiorentino (Torremaggiore, Pouille)*. Rome: École Française de Rome, à paraître (Collection de l'École française de Rome).

Sigaut 1978: SIGAUT (F.). — *Les réserves de grains à long terme, techniques de conservation et fonction sociale*. Paris: Maison des Sciences de l'Homme, 1978, 202 p.

Sigaut 1979: SIGAUT (F.). — La redécouverte de silos à grains en Europe occidentale, 1708-1880. *In: Gast, Sigaut 1979*, p. 15-34.

Soltner 1990: SOLTNER (D.). — *Les grandes productions végétales. Céréales – plantes sarclées – prairies*. Angers: collection Sciences et techniques agricoles, 1990, 64 p. (Phytotechnie spéciale; 17^e édition).

Stupnicka-Rodzynkiewicz et al. 1996: STUPNICKA-RODZYNKIEWICZ (E.), HOCHOL (T.), LABZA (T.). — La flore adventice dans les jachères et dans les parcelles cultivées voisines. *In: GASQUEZ (J.) dir. — Actes du X^e colloque international sur la biologie des mauvaises herbes*. Dijon, sept. 1996. Paris: Association Nationale pour la protection des plantes (ANPP); Société européenne de Malherbologie, 1996, p. 263-269.

Tricart 1996: TRICART (J.). — *Les campagnes limousines du XIV^e au XVI^e siècle. Originalité et limites d'une reconstruction rurale*. Paris: Publication de la Sorbonne, université de Paris I, 1996, 285 p. (Collection Histoire Ancienne et Médiévale; 37).

Van Zeist 1970: VAN ZEIST (W.). — Prehistoric and early historic food plants in the Netherlands. *Palaeohistoria*, 14, 1970, p. 41-173.

Van Zeist 1993: VAN ZEIST (W.). — Einige Bemerkungen zur Getreideunkrautflora im mittelalterlichen Douai, Nordfrankreich. *In: KALIS (A.J.), MEURERS-BALKE (J.) eds. — 7000 Jahre bäuerliche Landschaft. 20 Aufsätze zu Ehren von Karl-Heinz Knörzer*. Cologne: Rheinland-verlag, 1993, p. 173-179 (Archaeo-Physika; 13).

Van Zeist, Casparie 1984: VAN ZEIST (W.), CASPARIE (W. A.) dir. — *Plants and Ancient Man. Studies in palaeobotany*. Proceedings of the sixth symposium of the International Work Group for Palaeoethnobotany, Groningen, 1983. Rotterdam; Boston: A.A. Balkema, 1984, 344 p.

Van Zeist, Palfenier-Vegter 1979: VAN ZEIST (W.), PALFENIER-VEGTER (R.). — Agriculture in medieval Gasselte. *Palaeohistoria*, 21, 1979, p. 267-299.

Vaquer 1986: VAQUER (J.). — Les fosses de Carsac et la conservation des grains à l'âge du Fer: hypothèses et déductions. *In: GUILAINE (J.) dir. — Carsac, une agglomération protohistorique en Languedoc*. Toulouse: Centre d'Anthropologie des Sociétés Rurales, 1986, p. 257-260.

Wiethold, Meyer 2003: WIETHOLD (J.), MEYER (J.). — Getreidevorräte und Verarbeitungsabfälle aus einer Brandruine des 13. Jahrhunderts auf dem Grundstück Kuhstrasse 23 in Greifswald. *Bodendenkmalpflege in Mecklenburg-Vorpommern*, Jahrbuch 2002 (2003), 50, 2003, p. 77-118.

Wilcoxson, Saari 1996: WILCOXSON (R. D.), SAARI (E.E.) dir. — *Bunt and Smut Diseases of Wheat: Concepts and Methods of Disease Management*. Mexico, D. F.: CIMMYT, 1996, 66 p.

Willerdig 1978: WILLERDING (U.). — Paläo-ethnobotanische Befunde an mittelalterlichen Pflanzenresten aus Süd-Niedersachsen, Nord-Hessen und dem östlichen Westfalen. *In: BEHRE (K.-E.), LORENZEN (H.), WILLERDING (U.) eds — Beiträge zur Paläo-Ethnobotanik von Europa = Contribution to the Palaeo-Ethnobotany of Europe. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*, 91, 1978, p. 129-160.

Wilson 1984: WILSON (D.G.). — The carbonisation of weed seeds and their representation in macro-fossil assemblages. *In: Van Zeist, Casparie 1984*, p. 201-206.

Zadora-Rio 1998: ZADORA-RIO (E.). — De la haie au bocage: quelques remarques sur l'Anjou. *In: Le village et son environnement. Etudes offertes à Jean-Marie Pesez*. Paris: publications de la Sorbonne, 1998, p. 671-682.

Zohary, Hopf 1988: ZOHARY (D.), HOPF (M.). — *Domestication of plants in the Old World. The origin and spread of cultivated plants in West Asia Europe and the Nile Valley*. Oxford: Clarendon Press, 1988, 249 p. (1^{re} édition).

Zwierzinski 2000: ZWIERZINSKI (E.). — *Diagnostic carpologique du site de La Butinière (commune de Lormont, Gironde)*. Opération AFAN Tramway Bordeaux. Toulouse: SRA Midi-Pyrénées, 2000, 8 p. et fig. (rapport scientifique multigraphié).