

develier-courtételle  
un habitat rural mérovingien

4

environnement et  
exploitation du terroir

michel guélat  
christoph brombacher  
claire olive  
lucia wick

avec des contributions de  
luc braillard  
jacques burnand  
robert fellner  
anne-marie rachoud-schneider

Office de la culture  
Société jurassienne d'Emulation  
Porrentruy, 2008

La Collection des Cahiers d'archéologie jurassienne  
est publiée sous les auspices  
de l'Office de la culture de la République et Canton du Jura  
et de la Société jurassienne d'Emulation.

La Collection est née de la collaboration  
de la Section d'archéologie et paléontologie de l'Office de la culture  
et du Cercle d'archéologie de la Société jurassienne d'Emulation.

#### Recherches et rédaction



Office de la culture  
Section d'archéologie et paléontologie  
Hôtel des Halles  
Case postale 64  
CH-2900 Porrentruy 2  
Tél. 032 420 84 51  
Fax 032 420 84 99  
archeologie@jura.ch  
www.jura.ch/sap

La direction scientifique de la Collection est assumée par  
François Schifferdecker, archéologue cantonal.

#### Rédaction, maquette et mise en pages

Vincent Friedli, Jean Detrey, Marie-Claude Maître-Farine, Line Petignat Häni et Simon Maître

#### Edition et diffusion



Cercle d'archéologie de la  
Société jurassienne d'Emulation  
Rue du Gravier 8  
Case postale 149  
CH-2900 Porrentruy 2  
Tél. 032 466 92 57  
Fax 032 466 92 04  
sje@bluewin.ch  
www.sje.ch  
(commandes d'ouvrages)

#### Code de citation préconisé

Guélat Michel, Brombacher Christoph, Olive Claude, Wick Lucia et al. *Develier-Courtételle, un habitat rural mérovingien. 4. Environnement et exploitation du terroir*. Office de la culture et Société jurassienne d'Emulation, Porrentruy, 2008, 224 p., 190 fig., 5 pl., 1 dépliant. (Cahier d'archéologie jurassienne 16).

Le contenu de ce volume a fait l'objet d'une relecture critique (*peer review*).

#### Publié avec le concours du

Département de la Formation,  
de la Culture et des Sports

Département de l'Environnement  
et de l'Équipement de la  
République et Canton du Jura

#### déjà parus dans la collection des Cahiers d'archéologie jurassienne

consacrés à *Develier-Courtételle, un habitat rural mérovingien*

CAJ 13 vol. 1 Structures et matériaux de construction (2004)

CAJ 14 vol. 2 Métallurgie du fer et mobilier métallique (2007)

CAJ 15 vol. 3 Céramiques et autres objets en pierre, verre, os, bois ou terre cuite (2006)

CAJ 17 vol. 5 Analyse spatiale, approche historique et synthèse. Vestiges gallo-romains (2007)

ISBN 978-2-88436-020-3  
ISSN 1422-5190

© 2008  
Office de la culture et  
Société jurassienne d'Emulation  
CH-2900 Porrentruy

Illustration de la couverture

La première tranchée exploratoire ouverte sur le site archéologique de Develier-Courtételle.

## Préface

A la rencontre entre archéologie et histoire, ce volume des *Cahiers d'archéologie jurassienne*, qui présente l'étude paléoenvironnementale de l'habitat rural mérovingien de Develier-Courtételle, mérite une attention toute particulière. Trop longtemps, en effet, on a considéré comme inutiles et superflues les investigations archéologiques au moment où l'on disposait des premiers écrits pour retracer l'histoire depuis la fin de l'Antiquité et les débuts du Moyen Âge. A cela s'est aussi longtemps ajouté une sorte de discrédit sur ces temps perturbés que les historiens ont même parfois appelés « nuit barbare ». Pourtant, la vérité est que les écrits sont encore rares et déficients ; ils ne nous renseignent guère que sur les élites et le monde urbain. D'autre part, souvent centrées sur les cimetières et les édifices civils et religieux, les investigations archéologiques n'ont que peu pris en compte la ruralité, dans sa composante quotidienne, qu'elle concerne les sociétés ou leur environnement naturel.

Il faut donc saluer le mérite exceptionnel des recherches menées sur le site de Develier-Courtételle à l'occasion de la construction du tracé autoroutier Porrentruy-Delémont. D'entrée de jeu, elles ont associé archéologues et naturalistes pour une reconstitution globale, interdisciplinaire, à la fois archéologique et paléoenvironnementale, des six fermes qui constituaient ce hameau mérovingien niché au cœur du massif jurassien.

Plusieurs volumes des *Cahiers d'archéologie jurassienne* ont déjà pris en compte les données archéologiques, celui-ci est centré sur la présentation des données paléoenvironnementales. La première des études qui constituent cet ouvrage se focalise sur l'approche stratigraphique et sédimentologique des séquences relevées lors des fouilles archéologiques qui ont embrassé plus de trois hectares. Dans une complète transparence, et avec une grande précision de l'observation, le lecteur suit la patiente analyse de chacune des séquences avant une reconstitution d'ensemble, à l'échelle du site, de la dynamique des dépôts, de leur interprétation paléohydrologique, et de la restitution des paysages qu'ils documentent. En appui à cette première étude, le chapitre suivant présente la séquence palustre de La Communance, à quelques kilomètres du site mérovingien, qui offrait l'opportunité d'analyser une autre séquence sédimentaire complémentaire de celles étudiées à Develier-Courtételle. Les trois chapitres suivants s'efforcent de restituer le couvert végétal et les activités anthropiques (alimentation, pratiques agricoles) que reflètent les données paléobotaniques, en s'appuyant sur l'analyse des grains de pollen et des macrorestes végétaux, et en s'inspirant fort judicieusement de l'étude de la végétation et des sols actuels. La dernière étude spécialisée s'attache à l'étude archéozoologique des restes osseux d'animaux retrouvés sur le site de Develier-Courtételle pour retracer l'alimentation carnée de ses habitants mérovingiens. Enfin, le chapitre conclusif établit la synthèse de toutes les données paléoenvironnementales collectées.

Au total, on soulignera la qualité remarquable de ce volume des *Cahiers d'archéologie jurassienne* consacré à l'approche paléoenvironnementale du site mérovingien de Develier-Courtételle. Le spécialiste y trouvera des approches toujours rigoureuses et transparentes, où l'interprétation des données s'appuie sur des observations de haute résolution, ainsi que sur des démarches pertinentes. D'utiles inventaires listent la documentation disponible. Le lecteur moins initié trouvera des reconstitutions très précises, sous la forme de cartes détaillées, d'illustrations très pédagogiques, ou encore d'images suggestives élaborées au terme d'une solide analyse des données collectées. La lecture de ce volume laisse peu à peu apparaître des paysans et des artisans mérovingiens que ne rebutent pas des conditions climatiques moins favorables, elle permet aussi d'esquisser un paysage structuré où l'on rencontre des chèvres armées de cornes en sabre et que parcourt encore l'ours. Enfin, tout en offrant au lecteur un luxe de précisions et de détails, les auteurs de ce volume n'oublient pas de donner à leurs observations une profondeur temporelle et spatiale qui replace l'habitat mérovingien dans la longue histoire des paysages jurassiens.

En définitive, on saluera avec enthousiasme ce nouveau volume des *Cahiers d'archéologie jurassienne*. Et si aujourd'hui l'étude des deux derniers millénaires bénéficie d'un regain d'intérêt certain pour y suivre l'histoire du climat et des interactions entre l'homme et son environnement, nul doute que, dans cette perspective, ce volume n'offre une référence de choix.

Michel Magny  
Laboratoire de Chrono-Environnement  
UMR 6249 du CNRS  
Université de Franche-Comté  
Besançon, novembre 2008



## Table des matières

Préface .....	3
Table des matières.....	5
<b>1 Introduction .....</b>	<b>9</b>
Michel Guélat avec une contribution de Robert Fellner et la collaboration de Jacques Burnand	
1.1 Contexte géologique et géographique .....	9
1.1.1 Travaux géologiques antérieurs.....	9
1.1.2 Aperçu régional .....	10
1.1.3 Focale sur le site.....	10
1.1.4 Climat et végétation.....	11
1.2 Le site archéologique en résumé .....	12
1.3 Les données des archives .....	13
1.3.1 Buts et déroulement de la recherche.....	13
1.3.2 Sur le thème du ruisseau, de sa correction et du canal d'irrigation .....	14
1.3.3 Sur le thème du climat et de l'environnement.....	15
Archives citées.....	15
<b>2 Reconstitution du paysage et paléohydrologie. Approche stratigraphique et sédimentologique .....</b>	<b>17</b>
Michel Guélat	
2.1 Introduction.....	17
2.1.1 Déroulement des travaux .....	17
2.1.2 Remerciements .....	17
2.2 Stratigraphie. Partition du gisement.....	18
2.2.1 Introduction .....	18
2.2.2 Les ensembles sédimentaires .....	18
2.2.3 Les unités utilisées sur le terrain.....	20
2.2.4 Partition spatiale du gisement : les domaines morphosédimentaires.....	20
2.3 Géométrie des couches. Raccords stratigraphiques.....	35
2.3.1 Vision transversale : les coupes synthétiques.....	35
2.3.2 Vision longitudinale .....	39
2.4 Caractérisation des sédiments.....	40
2.4.1 Méthodologie .....	40
2.4.2 L'image C/M des dépôts de La Pran .....	42
2.4.3 Applications ciblées .....	44
2.5 Résultats. Synthèse .....	51
2.5.1 Reconstitution paléogéographique du site .....	51
2.5.2 Dynamique de fonctionnement du ruisseau La Pran et évolution.....	54
2.5.3 La paléohydrologie du Haut Moyen Age.....	57
2.6 Une crise hydrologique entre 500 et 750? .....	60
2.6.1 Les données comparatives à l'échelle régionale... ..	60
2.6.2 ... et à l'échelle extrarégionale.....	61
2.6.3 Facteurs anthropiques ou climatiques? .....	62
2.7 Conclusions.....	62
Notes .....	63
Dépliant .....	
Annexes .....	65
<b>3 La séquence palustre de Delémont, La Communance .....</b>	<b>73</b>
Luc Braillard	
3.1 Introduction.....	73
3.2 Situation géographique et géologique .....	73
3.3 Méthodologie.....	74
3.3.1 Données de terrain.....	74
3.3.2 Terminologie des sédiments organiques.....	74
3.3.3 Prélèvements et analyses .....	75

3.4	Contexte stratigraphique et reconstitution du paysage.....	76
3.4.1	Les domaines morphosédimentaires .....	76
3.4.2	Coupe stratigraphique et évolution du paysage .....	76
3.4.3	Question de définition.....	77
3.5	La séquence organique du sondage 238 .....	77
3.5.1	Géométrie des dépôts et raccords stratigraphiques.....	77
3.5.2	Stratigraphie détaillée et interprétation de terrain.....	78
3.5.3	Géochimie.....	80
3.5.4	Granulométrie.....	80
3.5.5	Chronologie .....	81
3.5.6	Taux de sédimentation.....	82
3.5.7	Dynamique sédimentaire.....	82
3.6	Une crise hydrique au Haut Moyen Age? .....	83
3.7	Conclusions.....	83
3.8	Remerciements.....	84
	Notes .....	84
<b>4</b>	<b>Les analyses polliniques.....</b>	<b>85</b>
	Lucia Wick avec la collaboration d'Anne-Marie Rachoud-Schneider	
4.1	Méthodes.....	85
4.2	Archives polliniques off-site et on-site : sédimentation, conditions de conservation et interprétation .....	85
4.2.1	Données polliniques off-site .....	85
4.2.2	Données polliniques on-site .....	85
4.3	Aux marges de l'habitat : la coupe DEV7 .....	85
4.3.1	Stratigraphie et insertion chronologique.....	85
4.3.2	Développement de la végétation et influence humaine .....	87
4.3.3	Discussion et comparaison avec d'autres diagrammes polliniques du Jura .....	88
4.4	La partie occidentale de l'habitat (fermes 1 et 2) .....	88
4.4.1	La zone riveraine : les coupes DEV2, DEV23 et DEV46 .....	88
4.4.2	Les trous de poteau 401 et 402 .....	89
4.4.3	La zone riveraine : les coupes DEV50, DEV60 et DEV61.....	92
4.4.4	Les échantillons fortement corrodés et stériles .....	92
4.5	La partie orientale de l'habitat (fermes 3 à 6).....	94
4.5.1	Les coupes CTT2 et CTT13.....	94
4.5.2	Le puits 155.....	94
4.5.3	Le bassin occidental : la coupe CTT8.....	94
4.5.4	Echantillons fortement corrodés et stériles .....	94
4.6	Interprétation et discussion .....	95
4.6.1	Conservation des pollens .....	95
4.6.2	Autour de l'habitat : exploitation des terres et modifications paysagères .....	95
4.6.3	Les spectres polliniques de la fouille archéologique.....	96
4.7	Conclusions.....	99
	Annexe. Le profil pollinique de Delémont, La Communance .....	101
<b>5</b>	<b>Les macrorestes végétaux, reflets des pratiques agricoles, de l'alimentation et de l'environnement .....</b>	<b>103</b>
	Christoph Brombacher avec la collaboration de Marlies Klee	
5.1	Introduction .....	103
5.2	Possibilités et limites de l'analyse archéobotanique .....	103
5.3	Méthodologie.....	104
5.3.1	Le prélèvement et le traitement des échantillons.....	104
5.3.2	Les analyses, l'archivage des données et la documentation des restes végétaux.....	104
5.3.3	Les méthodes interprétatives .....	105
5.4	Résultats généraux.....	106
5.4.1	Introduction .....	106
5.4.2	L'origine des macrorestes végétaux.....	106
5.4.3	Les taxons les plus fréquents.....	108
5.5	L'environnement selon l'analyse des macrorestes végétaux.....	108
5.5.1	Introduction .....	108
5.5.2	Le milieu végétal à faible influence anthropique .....	109
5.5.3	Les groupements végétaux d'origine anthropique .....	111

5.6	L'économie, l'alimentation .....	113
5.6.1	Les céréales .....	113
5.6.2	Les légumineuses .....	117
5.6.3	Les plantes fibreuses et oléagineuses .....	117
5.6.4	L'importance des fruits .....	118
5.6.5	Les autres plantes utilitaires .....	119
5.6.6	Comparaison des restes de plantes cultivées avec ceux d'autres sites du Haut Moyen Age .....	122
5.7	Approche spatiale .....	123
5.7.1	La ferme 1 et les aménagements des berges du ruisseau .....	123
5.7.2	La ferme 2 et la zone d'activité 1 .....	126
5.7.3	La zone d'activité 2 .....	129
5.7.4	La zone d'activité 3 .....	129
5.7.5	La zone d'activité 4 et les bassins .....	129
5.7.6	La ferme 3 .....	131
5.7.7	La ferme 4 .....	131
5.7.8	La ferme 5 .....	132
5.7.9	La ferme 6 .....	132
5.8	Approche chronologique .....	133
5.9	La séquence organique du sondage 238 de Delémont, La Communance .....	134
5.9.1	Introduction .....	134
5.9.2	Séquence X .....	134
5.9.3	Séquence VIII .....	134
5.9.4	Séquence IV .....	135
5.9.5	Conclusion .....	135
5.10	Remerciements .....	135
	Notes .....	135
	Annexes, avec planches 1 à 5 .....	136
<b>6</b>	<b>Reconstitution du couvert végétal environnant au Haut Moyen Age .....</b>	<b>151</b>
	<i>Jacques Burnand et Christoph Brombacher</i>	
6.1	Introduction .....	151
6.2	Bases de réflexion .....	151
6.3	Méthodologie de la reconstitution de l'environnement .....	153
6.4	Résultats .....	153
6.4.1	Géologie, hydrologie et sols au 7 <sup>e</sup> siècle .....	153
6.4.2	Population et surfaces cultivées .....	155
6.4.3	La couverture végétale du 7 <sup>e</sup> siècle .....	155
6.4.4	Répartition des essences forestières .....	155
<b>7</b>	<b>De la prairie à la table : l'alimentation carnée des habitants de Develier-Courtételle .....</b>	<b>157</b>
	<i>Claude Olive</i>	
7.1	L'archéozoologie: méthodes et applications .....	157
7.1.1	L'attribution des ossements .....	157
7.1.2	La quantification .....	157
7.1.3	La morphométrie .....	158
7.1.4	Les traces .....	158
7.1.5	Synthèse des observations .....	158
7.1.6	A propos d'anatomie .....	158
7.2	Présentation globale .....	159
7.3	Présentation des données: la partie orientale du site .....	159
7.3.1	Les bovins .....	159
7.3.2	Les caprinés .....	160
7.3.3	Les porcs .....	161
7.3.4	Les équidés .....	162
7.3.5	La volaille .....	163
7.3.6	Le chien .....	163
7.3.7	La faune sauvage .....	163
7.4	Présentation des données: la partie occidentale du site .....	163
7.4.1	Les bovins .....	163
7.4.2	Les caprinés .....	164

7.4.3	Les porcs.....	165
7.4.4	Les équidés.....	166
7.4.5	La volaille.....	166
7.4.6	Le chien.....	166
7.4.7	Le chat.....	166
7.4.8	La faune sauvage.....	167
7.5	Présentation des données : l'aire centrale du site .....	168
7.5.1	Les bovins .....	168
7.5.2	Les caprinés .....	169
7.5.3	Les porcs.....	169
7.5.4	Les équidés.....	169
7.5.5	Le chat.....	169
7.5.6	La faune sauvage.....	169
7.6	Réflexions sur l'ensemble des données recueillies sur les trois parties du site .....	170
7.6.1	Les bovins .....	170
7.6.2	Les caprinés .....	172
7.6.3	Les porcs.....	174
7.6.4	Les équidés.....	174
7.6.5	La volaille.....	175
7.6.6	A propos de la carence des parties riches en viande des espèces du cheptel .....	176
7.7	La morphologie.....	176
7.7.1	Les bovins .....	176
7.7.2	Les équidés.....	176
7.7.3	Les caprinés .....	177
7.7.4	Les porcs.....	177
7.7.5	La volaille.....	178
7.8	La pathologie .....	178
7.9	Traces diverses et artefacts .....	179
7.10	La chasse.....	181
7.11	D'un site à l'autre .....	182
7.12	Conclusion .....	182
	Annexes .....	183
<b>8</b>	<b>Synthèse .....</b>	<b>185</b>
	<i>Christoph Brombacher, Michel Guélat, Claude Olive et Lucia Wick</i>	
8.1	Contexte climatique et évolution du paysage.....	185
8.1.1	Cadre climato-chronologique .....	185
8.1.2	Données des sources écrites .....	185
8.1.3	Modifications anthropiques des écosystèmes dans la vallée de Delémont avant le Haut Moyen Age .....	185
8.1.4	Synthèse des acquis .....	186
8.2	L'environnement du hameau mérovingien .....	189
8.2.1	Les éléments du paysage. Répartition de l'habitat.....	189
8.2.2	La végétation contemporaine de l'occupation du hameau.....	189
8.2.3	Les zones du paysage sous faible influence humaine .....	189
8.3	Ressources et mise en valeur du terroir .....	190
8.3.1	Fonctionnement du ruisseau et utilisation.....	190
8.3.2	Qualité des sols .....	192
8.3.3	Surfaces exploitées pour l'agriculture et l'élevage .....	192
8.3.4	Ressources alimentaires et production agricole .....	193
	Résumé .....	197
	Zusammenfassung.....	198
	Riassunto .....	199
	Abstract .....	200
	Bibliographies .....	201
	Présentation des autres volumes consacrés à Develier-Courtételle, un habitat rural mérovingien.....	213
	Table des illustrations.....	217
	Plan détaillé des fermes et zones d'activité de Develier-Courtételle.....	221
	Crédit iconographique.....	222
	Volumes déjà parus dans la collection des Cahiers d'archéologie jurassienne.....	223

# 1

## Introduction

Michel Guélat

avec une contribution de Robert Fellner et  
la collaboration de Jacques Burnand

Les premiers sondages dans la plaine de la Pran, sur les territoires communaux de Develier, Courtételle et Delémont, furent effectués au cours de la prospection archéologique du tracé autoroutier qui traverse le canton du Jura (autoroute A16, tronçon Porrentruy-Delémont). Réalisés par une équipe composée d'archéologues et de naturalistes, ces travaux avaient pour but non seulement la découverte de gisements archéologiques, mais aussi la collecte de données relatives à l'évolution du paysage et du climat. Les sondages ouverts en 1987 révélèrent déjà que cette plaine alluviale recelait des couches d'occupation humaine préservées et, de plus, dans des conditions de gisement favorables à l'étude du paléo-environnement.

L'impulsion décisive fut donnée en 1993 avec l'ouverture des travaux de fouille. Rapidement, plusieurs séquences sédimentaires renfermant des dépôts organiques, des restes végétaux et des ossements bien conservés furent mises au jour: décision fut alors prise d'intégrer pleinement les sciences naturelles au projet de recherche sur le gisement de Develier-Courtételle.

Dans ce genre d'approche pluridisciplinaire, le sédiment est ainsi considéré comme témoin des temps passés au même titre que tout autre document archéologique. L'aboutissement d'une telle entreprise implique le croisement des résultats provenant aussi bien des géosciences que de la paléobiologie: le lecteur pourra s'en convaincre en parcourant le présent volume, et tout particulièrement sa synthèse (chap. 8). Celle-ci dégage en effet une perception assez complète du cadre naturel durant l'occupation humaine du site, au début du Haut Moyen Age.

Cet ouvrage est le fruit de plusieurs années de labeur consacrées à la collecte des informations et échantillons sur le site, aux analyses de laboratoire, à l'élaboration des données et finalement à la rédaction des différentes contributions. Le déroulement des opérations sur le terrain, intimement lié à l'étude géologique, est présenté en détail au début du chapitre 2. Concernant le cadre administratif nécessaire à la réalisation de ces travaux d'envergure, nous renvoyons le lecteur aux autres volumes de la série consacrée à Develier-Courtételle (CAJ 17 en particulier). Toutefois, il faut souligner que le présent volume n'a vu le jour que grâce au soutien apporté par de nombreuses personnes:

De chaleureux remerciements s'adressent en premier lieu à Maruska Federici-Schenardi et Robert Fellner, archéologues co-responsables du projet de Develier-Courtételle, pour leur précieuse collaboration et leur intérêt pour les sciences naturelles. Mais toutes

les personnes ayant facilité la réalisation d'un aspect de cette étude doivent également se voir particulièrement remerciées; concernant la consultation des archives, il s'agit de Vincent Friedli, pour son aide dans le dépouillement des documents, Jeannine Giuliati-Chappuis qui nous a donné libre accès aux archives communales de Develier, François Kohler qui a orienté nos recherches dans les archives communales de Delémont, et enfin les archivistes François Noirjean, Jean-Claude Rebetez et Damien Bregnard, qui ont facilité la consultation de documents aux archives cantonales et aux archives de l'ancien Evêché de Bâle à Porrentruy. Des remerciements s'adressent également à Jean Fernex, de l'Office des eaux et de la protection de la nature à Saint-Ursanne, qui nous a aimablement communiqué des informations hydrologiques.

Merci aussi à tous les techniciens de fouille ayant apporté leur aide sur le terrain, en particulier à ceux ayant exécuté des relevés stratigraphiques, dont la liste exhaustive se trouve dans un précédent volume de la collection (CAJ 13).

Sont aussi remerciées toutes les personnes qui ont participé à l'illustration du présent volume: les dessinateurs Line Petignat Häni, Yves Maître et Tayfun Yilmaz, Marie-Claude Maître-Farine et Simon Maître pour l'infographie, ainsi que le photographe Bernard Migy. La coordination des travaux éditoriaux et les relectures ont été assurées par Jean Detrey, Vincent Friedli, Céline Robert-Charrue Linder et Laurence-Isaline Stahl Gretschi. Les mises au net des tableaux, la mise en page définitive ainsi que les maquettes ont été réalisées par Marie-Claude Maître-Farine.

L'incontournable appui de l'Office fédéral des routes a été très apprécié. Et, pour terminer, nous aimerions citer encore toutes les personnalités de l'administration cantonale ayant apporté un soutien essentiel à ce projet: Elisabeth Baume-Schneider (ministre de la Formation, de la Culture et des Sports), Michel Hauser (chef de l'Office de la culture), ainsi que François Schifferdecker (archéologue cantonal).

### 1.1 Contexte géologique et géographique

#### 1.1.1 Travaux géologiques antérieurs

Les études relatives aux dépôts du Quaternaire récent dans la région de Develier-Courtételle sont à notre connaissance plutôt rares, voire inexistantes, mais quelques mentions figurant dans la littérature spécialisée méritent d'être relevées. Au 19<sup>e</sup> siècle déjà, le géologue J.-B. Greppin (1855) s'attache à décrire les terrains quaternaires dans la vallée de Delémont et propose leur succession stratigraphique. Avec la publication, en 1930, de la première feuille de l'*Atlas géologique de la Suisse* consacrée à Delémont et sa région (Keller et Liniger 1930), les différentes formations du Quaternaire sont clairement individualisées. Dans son approche géomorphologique publiée en 1969, le géographe D. Barsch reprendra sans grands changements les principales unités stratigraphiques définies pour la carte géologique. Cette étude propose entre autres une datation des terrasses fluviales du bassin de Delémont, basée sur un raccord avec les terrasses de la région bâloise via la vallée de la Birse. L'insertion chronostratigraphique

des formations alluviales doit cependant s'appuyer sur des arguments prenant en compte la nature et les limites en profondeur de tels dépôts, ce qui nécessite une vision détaillée du sous-sol que l'on obtient uniquement par sondage. Menées dès la fin des années 1980, les prospections archéologiques et géologiques ayant précédé la construction de l'autoroute A16 ont justement permis d'acquérir ces données indispensables.

### 1.1.2 Aperçu régional

La vallée de Delémont s'étire sur 25 km selon l'axe ouest-est, pour une largeur maximale de 8 km, totalisant une superficie de 200 km<sup>2</sup> environ. Situé au nord-ouest de la Suisse, dans la partie septentrionale de l'Arc jurassien, ce bassin en forme de quadrilatère se trouve au cœur du Jura plissé, à mi-distance entre le Fossé rhénan et le Plateau suisse dont il est séparé par une vingtaine de kilomètres à vol d'oiseau (fig. 1). Correspondant à un large synclinal à fond plat, il est délimité par des anticlinaux dépassant 1000 m d'altitude, formés par les marnes et calcaires du Jurassique, issus du plissement tardimiocène (Burkhard 1990). De profondes cluses entaillent ces chaînes anticlinales et permettent aux cours d'eaux, la Sorne et la Birse pour les principaux, de s'écouler vers le nord et de rejoindre le Rhin à Bâle.

D'une altitude moyenne de 450 m, le fond de ce bassin est revêtu par les grès et les marnes de l'Oligocène, habituellement réunis sous l'appellation de Molasse alsacienne (Becker et Lapaire 2004). Localement, cette dernière est coiffée par la formation du Bois de Raube, des sables et graviers vosgiens du Miocène moyen qui constituent une des particularités géologiques de cette région (Kálin 1997). Sous ces terrains tertiaires, au contact avec les calcaires karstifiés, s'insère le Sidérolithique (Eocène) dont l'exploitation en tant que minerai par l'industrie du fer ne s'est arrêtée qu'au milieu du 20<sup>e</sup> siècle.

Les dépôts du Quaternaire sont mieux connus depuis les opérations engendrées par la construction de l'autoroute A16, notamment grâce aux études environnementales réalisées conjointement aux

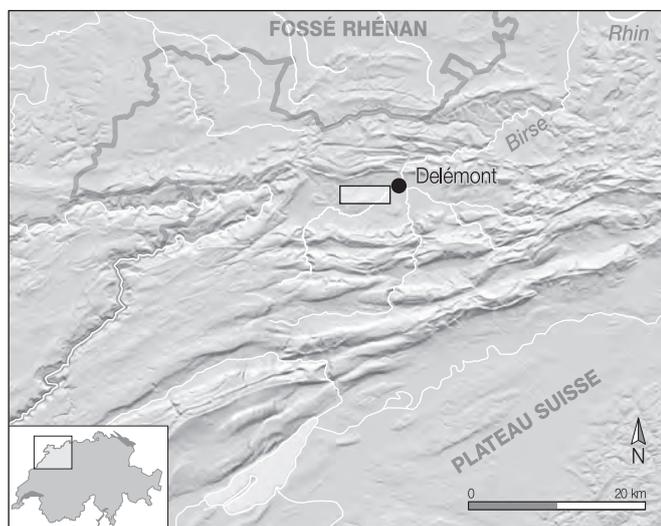


Fig. 1 Le gisement archéologique (encadré, détail voir figure 2) se situe au nord de l'Arc jurassien, entre le Fossé rhénan et le Plateau suisse.

fouilles archéologiques (Guélat 2006). Schématiquement, trois unités alluviales étagées dessinent la géomorphologie du bassin de Delémont. Une nappe discontinue de graviers fluviaux, dont la genèse s'insère dans le Pléniglaciaire inférieur würmien, occupe la position la plus élevée dans le paysage, au centre du bassin (Braillard et Guélat 2008). Une deuxième nappe graveleuse, assez développée latéralement et mise en place au Pléniglaciaire supérieur, s'étend au pied des versants. Enfin, un troisième cailloutis noyé par la nappe phréatique se trouve en fond de vallée: pas encore daté avec certitude, il se serait mis en place entre la fin du Pléniglaciaire supérieur et le début du Postglaciaire. Une séquence alluviale rapportée au Tardiglaciaire se trouve aussi dans les secteurs proches des confluent, au débouché des vallées latérales. Ces sédiments sont progressivement tronqués pour laisser place aux formations chenalisées de l'Holocène ancien, elles-mêmes recoupées par des chenaux plus tardifs. Fréquemment, les dépôts tardi- et postglaciaires forment ainsi une succession chronologique allant du bord de la plaine d'inondation vers le lit actuel des cours d'eau.

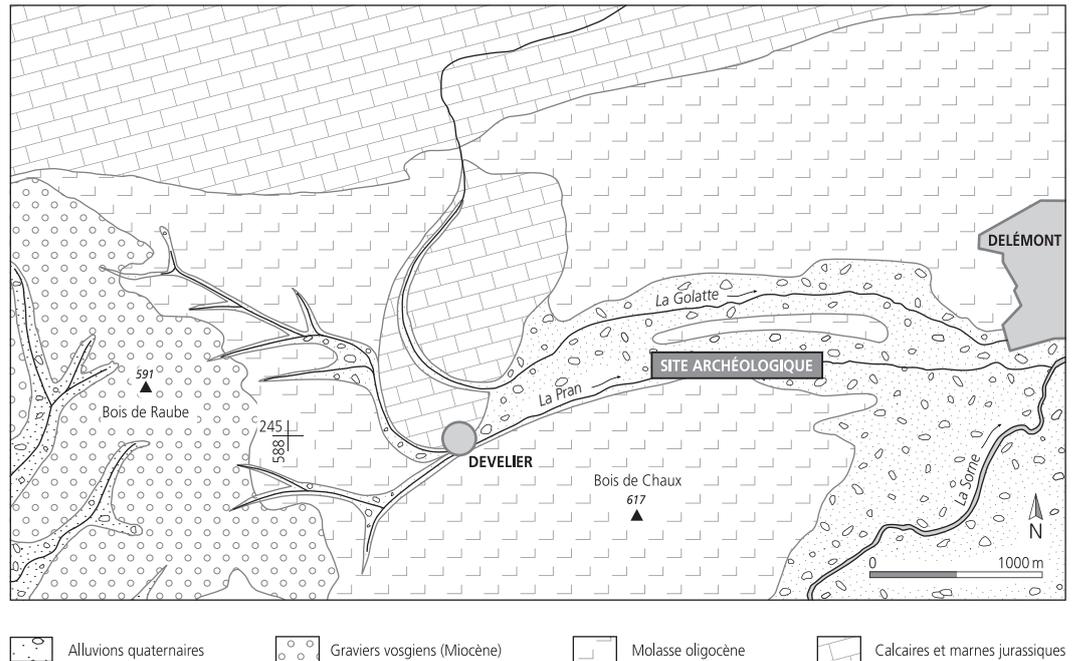
Aussi présent dans la stratigraphie de Develier-Courtételle, un sol fossile dénommé « horizon protohistorique » apparaît au sein des limons accumulés dans la plaine d'inondation. Ce sol enfoui constitue un vrai niveau-repère du fait de la régularité de son apparition dans la vallée de Delémont où les dépôts plus tardifs sont également bien présents (Braillard et al. 2002). Pour l'essentiel, ceux-ci sont de deux types: d'une part, des colluvions issues de différentes déstabilisations se sont accumulées au pied des versants; d'autre part, dans la plaine alluviale, les terrains historiques consistent en des alluvions graveleuses et des limons d'inondation, dans lesquels viennent parfois s'interstratifier des sols enfouis.

### 1.1.3 Focale sur le site

A une altitude moyenne de 450 m, le gisement archéologique de Develier-Courtételle s'inscrit en milieu alluvial, dans la partie centrale de la vallée de Delémont. Située à mi-chemin entre les localités de Develier et Delémont, la plaine dans laquelle ce gisement s'insère est drainée par le ruisseau La Pran, un affluent de la Sorne. Ce vallon s'étend sur environ 2 km d'ouest en est, tandis que sa largeur atteint 200 m à 300 m dans l'axe nord-sud (fig. 2). Sa limite septentrionale est définie par une terrasse d'érosion dans les marnes tertiaires, dominant son fond de quelques mètres. Sa bordure sud est définie par La Pran qui s'écoule au pied d'une colline culminant à 617 m d'altitude et formée par la molasse oligocène, le Bois de Chaux. Vers l'est, cette petite plaine s'ouvre progressivement et le cours d'eau occupe dès lors une position plus centrale.

Le bassin-versant du ruisseau La Pran atteint une superficie de 8 km<sup>2</sup> environ. Ce cours d'eau se caractérise par un régime mixte, en ce sens que sa source principale, située à 4 km en amont du site, est de type résurgence karstique, les autres sources qui l'alimentent étant générées par l'interface entre graviers vosgiens du Bois de Raube et molasse alsacienne. Cette influence karstique se manifeste par un léger retard entre les fortes pluies et le débit du ruisseau (communication de J. Fernex).

Fig. 2 Carte géologique des environs de Develier-Courtételle. Localisé au pied nord du Bois de Chaux, une colline formée par la molasse oligocène, le site archéologique s'inscrit en milieu alluvial, dans la plaine drainée par le ruisseau La Pran.



Sur le gisement archéologique et ses alentours, des sols de types différents se sont développés suivant les conditions écologiques locales, dont le caractère dominant est l'hydromorphie. En effet, des engorgements temporaires affectent les profils de cette zone aux cours des saisons pluvieuses. Les terrasses et autres replats qui dominent la plaine alluviale de quelques mètres ont favorisé la genèse de sols bruns, ayant parfois atteint le stade lessivé selon le substrat. Enfin, des colluviosols recouvrent les talus s'étendant à partir de ces promontoires vers le fond du vallon.

#### 1.1.4 Climat et végétation

avec la collaboration de Jacques Burnand

La vallée de Delémont, et plus précisément son fond où se situe le gisement archéologique, se caractérise par un climat assez doux, avec une durée approximative de la période de végétation de 200 jours (Burnand et al. 1998). A Develier, la température annuelle se situait à 8,5°C pour la période allant de 1951 à 1980 (REKLIP 1995), moyenne à laquelle il faut actuellement ajouter au moins un degré, si l'on se réfère aux mesures effectuées plus récemment dans les principales stations climatiques de Suisse (OFS 2002). Les vents balayant cette région ont deux provenances dominantes, à savoir la direction OSO pour le vent, avec des pointes de vitesse qui peuvent dépasser 8 m/s, et la direction ENE pour la bise, dont les vitesses maximales atteignent 7 m/s. La hauteur des précipitations annuelles se situe entre 900 et 1080 mm. L'évolution des hauteurs d'eau mensuelles dans l'année montre deux pics en été (>100 mm), en l'occurrence aux mois de juin et d'août.

Du point de vue de la végétation forestière, le centre et les premiers flancs de la vallée de Delémont sont caractérisés par la forte présence de hêtraies, où des essences comme le chêne, le cerisier ou le sapin ne jouent que des rôles accessoires. Les frênaies et les aulnaies sont limitées aux endroits inondés (forêts riveraines, fig. 3) ou marécageux; les éboulis sont le domaine des forêts de

tilleuls et d'érables, les pentes rocheuses fortement ensoleillées celui du chêne.

Cette situation est caractéristique, dans le Jura, de la « région moyenne » de J. Thurmann (1849), qui se situe entre 400 et 700 m d'altitude. Elle correspond aussi bien à la « forêt de hêtre » de la zone inférieure de la « ceinture du hêtre et du sapin » d'après E. Schmid (1949) qu'à l'« étage de végétation collinéen (supérieur) » de E. Landolt (1983) et de M. Moor (1950). Les forestiers préfèrent nommer cette association « étage submontagnard » (Ellenberg 1996). L'étage collinéen (au sens restrictif), qui se situe en dessous, est plus tempéré et voit le hêtre se retirer au profit des espèces plus thermophiles que sont le chêne, le charme et le cerisier. Cette association n'est pas présente en tant que telle à Delémont; toutefois les pentes rocheuses fortement ensoleillées au-dessus de la ville, couvertes de chênaies, constituent un microclimat collinéen. L'étage montagnard, d'autre part, a un climat plus frais qui élimine les espèces thermophiles et favorise le sapin



Fig. 3 Reste de forêt riveraine composée de saule et d'aulne, accompagnée d'une prairie grasse sur les rives du ruisseau de La Golatte, au nord du site archéologique (Delémont, lieu-dit Sous les Toyers).



Fig. 4 Pâturages, lisières et forêt mixte de type hêtraie à sapin sur la pente nord de la colline du Bois de Chauv (Develier, lieu-dit Les Cras).

aux côtés du hêtre, toujours très concurrentiel. On en trouve des fragments aux abords immédiats du site archéologique, sur les pentes ombragées du Bois de Chauv (fig. 4) et, naturellement, sur les reliefs plus élevés des alentours.

Par suite des défrichements, la forêt occupe depuis longtemps moins de la moitié de la surface de la région, et les champs, prés et pâturages dominant (ou dominaient jusqu'à peu). Jusqu'au milieu du 20<sup>e</sup> siècle, la variété des sols, le microclimat et les différents types d'utilisation des terres agricoles se traduisaient par une grande variété d'associations végétales; celles-ci comprenaient une forte proportion de prairies maigres et une grande richesse floristique. L'intensification de l'agriculture, particulièrement l'amélioration foncière et l'utilisation de grandes quantités d'engrais, ont estompé cette grande diversité écologique à tel point que les prairies maigres ou humides ont presque disparu, menant à un appauvrissement dramatique de la flore.

## 1.2 Le site archéologique en résumé

Robert Fellner

Afin d'obtenir une compréhension globale du gisement, un condensé des résultats de l'étude archéologique, exposés dans les autres ouvrages de la série (CAJ 13, 14, 15 et 17), est proposé ci-après.

Le site de Develier-Courtételle a été fouillé sur une surface de 3,5 hectares (fig. 5). Les structures découvertes au sein de l'horizon mérovingien, enfouies à une soixantaine de centimètres de

profondeur en moyenne, se regroupent en six fermes et quatre zones d'activité. Ces ensembles sont étalés le long du cours d'eau et sont séparés les uns des autres par des fossés ou par des espaces dépourvus de tout aménagement, ou encore par le ruisseau lui-même.

Les fermes se composent toutes d'au moins une maison à laquelle sont associés plusieurs bâtiments annexes, notamment de petites constructions à quatre poteaux d'angle et/ou des cabanes en fosse. A l'intérieur ou autour de ces bâtisses se trouvent des fours, des foyers, des fosses ainsi que des empierrements et des zones de rejet. Les quatre zones d'activité se situent à l'extérieur des fermes. Deux d'entre elles – les zones 1 et 4 – étaient principalement dévolues à la métallurgie du fer, qui atteint un développement remarquable sur le site (voir aussi le plan détaillé en p. 221).

Au total, quatorze grands bâtiments, dix bâtiments annexes de taille moyenne, quarante bâtiments annexes de petite taille et seize cabanes en fosse se répartissent, à quatre exceptions près, dans les fermes, où se trouvent également six fours et vingt-quatre foyers, ces derniers placés parfois à l'intérieur des maisons. Les constructions, dont les plans sont matérialisés par des alignements de trous de poteau ou, plus rarement, par des fossés de fondation et des solins en pierres espacées, semblent avoir été réalisées en bois – surtout en sapin – et peuvent atteindre une taille de 12,5 x 11 m. Parmi les structures singulières, on peut encore signaler deux tombes isolées et un puits. Deux ensembles de structures spécifiquement liées au ruisseau ont été mis au jour en périphérie des zones habitées. Il s'agit de plusieurs rangées de piquets avec tressage de branchages destinés à consolider la berge du ruisseau au sud des fermes 1 et 2, et d'une série de trois bassins artificiels creusés au nord de la zone d'activité 4 et probablement utilisés pour le trempage du bois de construction. Egalement liés à l'exploitation de l'eau, des secteurs voués au travail des textiles, situés au sud des fermes 1 et 2, sont rattachés à ces dernières par des accès empierrés.

Un abondant mobilier accompagne toutes ces découvertes: environ 10 000 tessons de céramique, 2300 objets et fragments en fer et 140 en bronze, 7500 fragments de tuiles et de torchis, 160 tessons de verre, 90 perles en pâte de verre et en ambre, 200 objets et fragments lithiques, 1000 éléments et fragments de bois travaillé et 20 d'os. S'y ajoutent les déchets composés de quatre tonnes de scories de fer et de 13 000 ossements d'animaux (CAJ 14, 15 et 16).

Les datations <sup>14</sup>C et la typochronologie du mobilier permettent de dresser un panorama évolutif assez précis du hameau. Ainsi, les

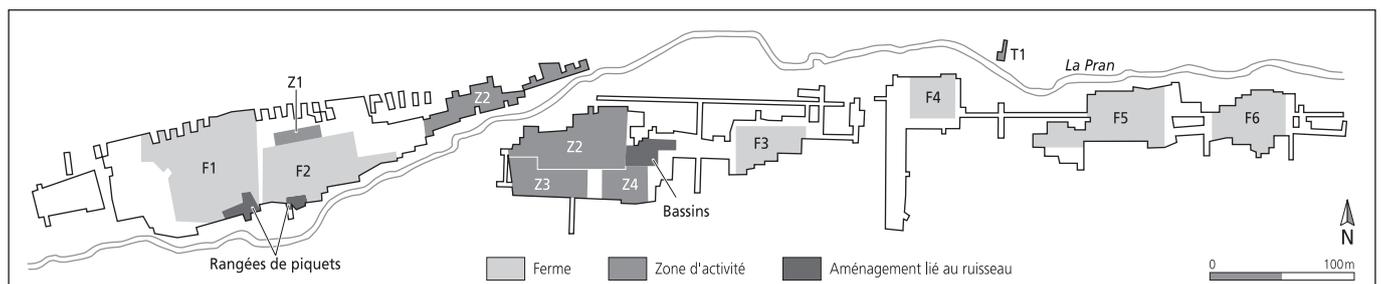


Fig. 5 Vue d'ensemble du site présentant les différents ensembles de structures. Les coordonnées sont CN 1086, 590200-591 120 / 245 290-245 425.

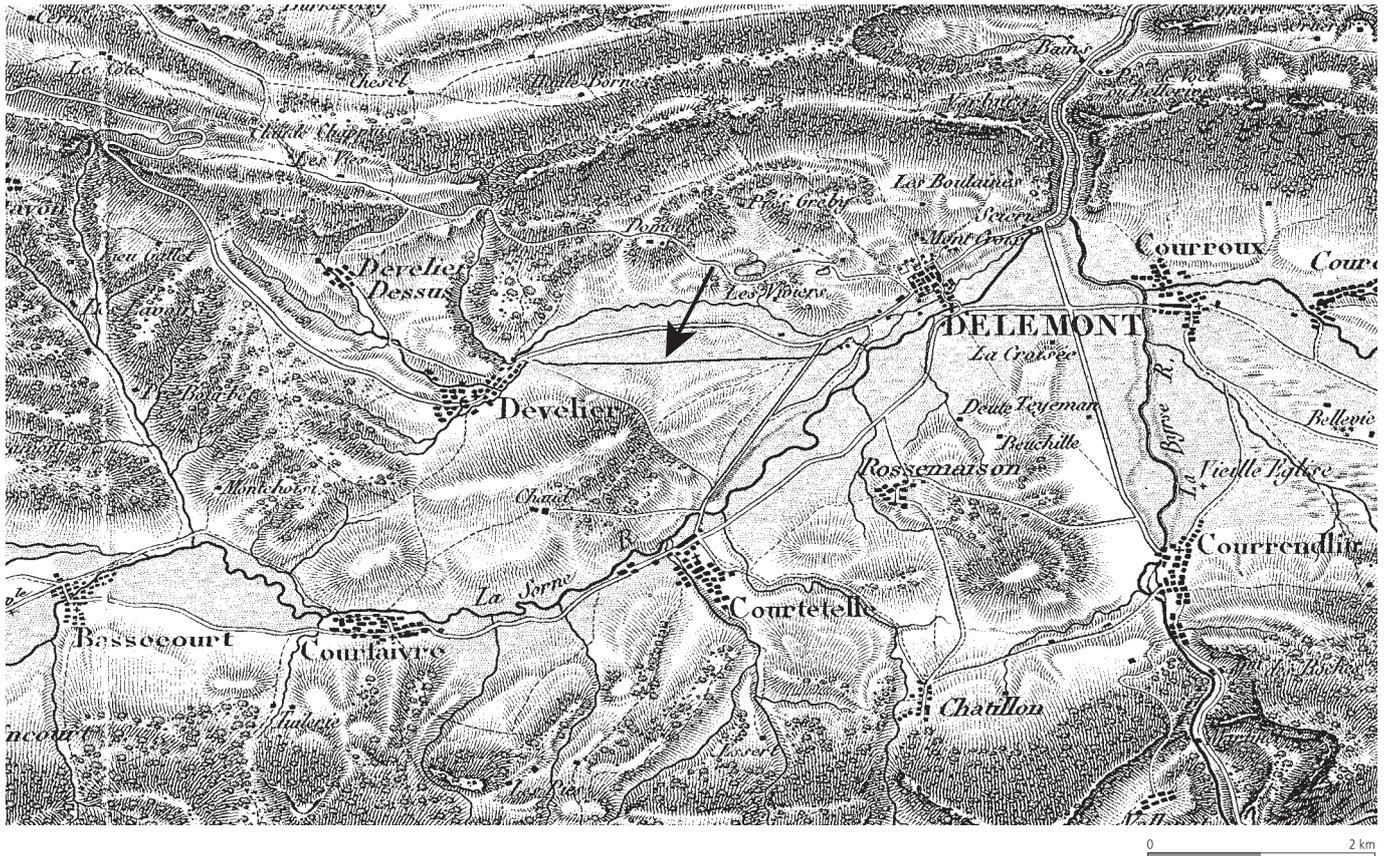


Fig. 6 Extrait de la carte Buchwalder levée de 1815 à 1819. On remarque un tracé très rectiligne dans la plaine de la Pran (flèche): il s'agit en fait d'un canal d'irrigation et non d'un lit corrigé du cours d'eau.

fermes 1, 3 et 5 sont fondées dans la deuxième moitié du 6<sup>e</sup> siècle, alors que toutes les autres unités le sont au plus tard à l'aube du siècle suivant. L'abandon des fermes 3 et 6 survient probablement dès la première moitié du 7<sup>e</sup> siècle, tandis que l'occupation des fermes 4 et 5 et de la zone d'activité 4 continue après le milieu de ce siècle, voire vers la fin. Quant aux fermes 1 et 2 situées dans la partie occidentale du site, elles ne sont délaissées que vers le milieu du 8<sup>e</sup> siècle. Sur le plan économique, la métallurgie du fer joue un rôle très important jusque dans la deuxième moitié du 7<sup>e</sup> siècle. L'abandon de la partie orientale de l'habitat semble coïncider avec une réorientation vers une économie purement agricole.



Fig. 7 Vue aérienne, vers le nord, de la partie occidentale de la plaine de la Pran, avec le site en cours de fouille, soit avant la construction de l'autoroute A16. On distingue dans les champs une trace rectiligne (flèche) correspondant à un ancien canal d'irrigation, qui se raccordait au ruisseau La Pran (ligne d'arbres en bas de l'image).

### 1.3 Les données des archives

#### 1.3.1 Buts et déroulement de la recherche

Comme nous le verrons plus loin dans l'étude géologique, le ruisseau La Pran décrivait au Haut Moyen Age de nombreux méandres – aujourd'hui disparus – dans la plaine: il a donc subi une correction de tracé à une époque inconnue. La carte Buchwalder, levée entre 1815 et 1819 [1], révèle que cette rectification était déjà accomplie à cette période. Par ailleurs, le cheminement du cours d'eau ne correspond pas, sur cette carte, à celui qui a persisté jusqu'à la construction de la Transjurane, mais est placé nettement plus au nord, selon un axe parfaitement rectiligne (fig. 6). L'existence de ce qui devait correspondre à un canal a également été appuyée par des photos aériennes du gisement, qui révèlent un linéament continu au nord du site archéologique (fig. 7). Ce tracé correspondrait-il à un ancien lit que le ruisseau aurait emprunté dans des périodes plus anciennes, y compris peut-être au Haut Moyen Age ?

Pour tenter de répondre à ces questions, nous avons pris l'initiative, en collaboration avec Vincent Friedli, de consulter aussi bien les archives communales, en l'occurrence celles de Develier et de Delémont, que les archives cantonales et celles de l'ancien Evêché de Bâle, déposées à Porrentruy. Fait marquant, la découverte d'un livret relatif aux règlements d'irrigation [2] nous a permis d'exploiter tout un faisceau d'informations dont nous n'avions absolument pas connaissance auparavant. En définitive, cette

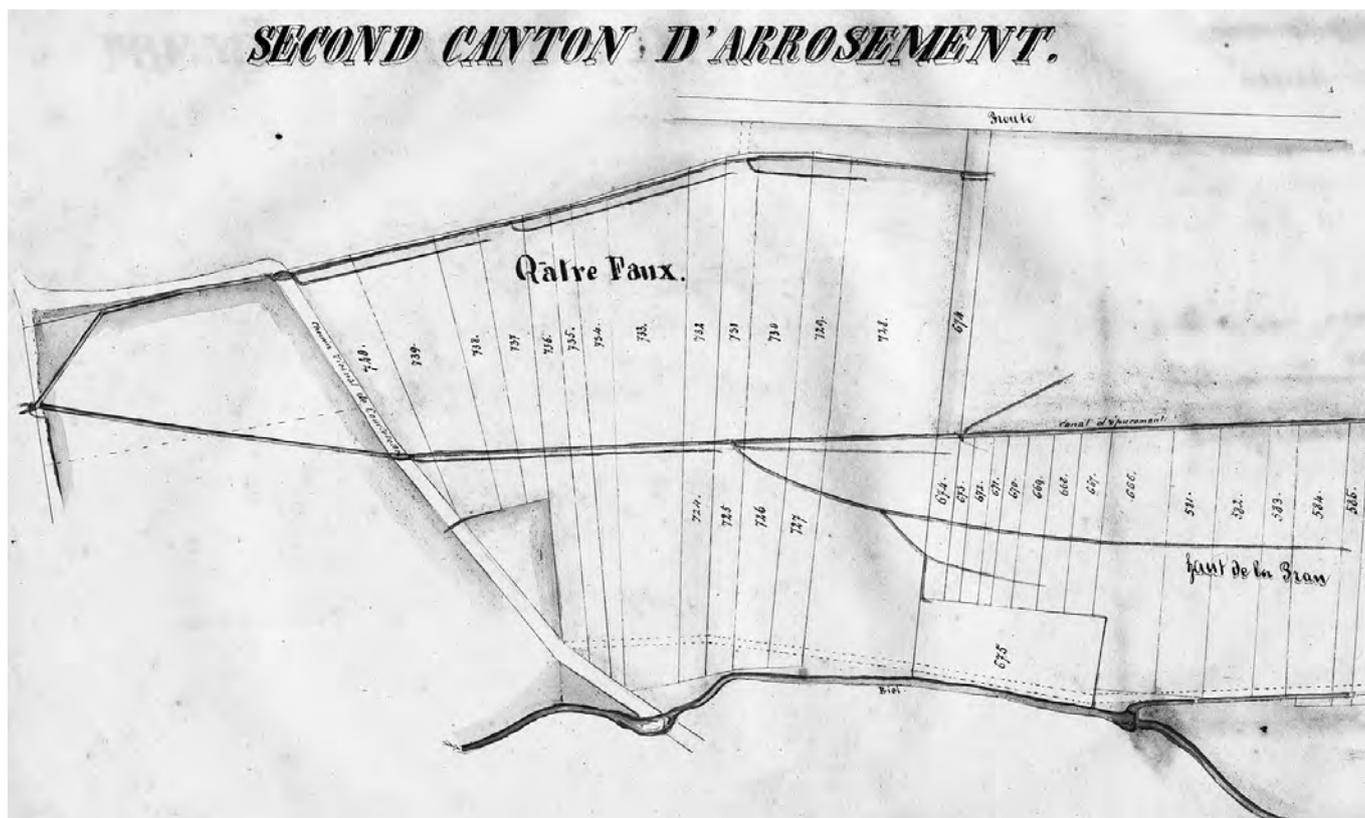


Fig. 8 Reproduction d'un des plans de 1857 figurant dans les « Règlements sur l'irrigation de la Prairie de Develier » qui montre la coexistence du ruisseau (« biel ») avec celle d'un canal principal (« canal d'épurement »).

recherche archivistique a conduit à la consultation de nombreux documents relatant l'histoire, aux 18<sup>e</sup> et 19<sup>e</sup> siècles, du territoire environnant le site archéologique et desquels les éléments présentés ci-après sont extraits.

### 1.3.2 Sur le thème du ruisseau, de sa correction et du canal d'irrigation

La « prairie appelée La Pran » [3-1] était en possession du prince-évêque de Bâle, qui a ordonné des enquêtes, jugé des projets et donné son accord pour toute action menée sur cette propriété: ceci explique les assez nombreuses sources d'archives disponibles pour la seconde partie du 18<sup>e</sup> siècle. A préciser aussi que le terme « La Pran », mot venant tout simplement de *pré* (Jaccard 1978), est utilisé pour identifier le domaine cultivable de cette plaine et non pas le ruisseau; celui-ci n'y a en effet pas de nom précis, il est mentionné comme « rivière qui descend de Develier » [3-1], ou encore « biel » ou « bief de La Pran » [3-2].

D'après ces anciens plans et textes relatifs à l'irrigation, on peut déduire que les premiers travaux d'aménagement de la plaine de La Pran sont antérieurs à 1747 pour Develier, de même probablement pour Delémont, bien que, sur ce territoire, la date un peu plus tardive de 1770 soit effectivement attestée par les documents d'archives. D'ailleurs, dans les textes du 19<sup>e</sup> siècle, il est souvent fait allusion à des travaux d'irrigation exécutés dans des « temps immémoriaux » [2]. La seconde déduction que l'on peut faire est que deux éléments distincts ont coexisté aux 18<sup>e</sup> et 19<sup>e</sup> siècles

dans cette plaine. A savoir, d'une part, le ruisseau avec un tracé corrigé, ne décrivant en aucun cas les méandres mis en évidence dans le présent ouvrage pour la période médiévale; et, d'autre part, le canal d'irrigation cheminant plus au nord selon un tracé tout à fait rectiligne, dont le point de départ se situe dans le village de Develier (fig. 8). C'est ce canal qui est reproduit sur la carte Buchwalder et non le lit corrigé du ruisseau, bien que ce dernier ait toujours existé en parallèle.

Souvent de manière indirecte, les règlements d'irrigation [2] nous renseignent sur des événements marquants de cette portion de terroir. Nous ne résistons pas à l'envie d'en citer quelques-uns particulièrement évocateurs.

- De 1770 à 1792, le canal « d'épurement » principal, qui partait de Develier, a été progressivement complété par un système assez compliqué de fossés (« royes ») et de petites écluses, avec la création de cantons pour la répartition de l'eau; ce réseau servait aussi bien à l'irrigation (ou « égayage ») qu'au drainage (ou « épurement ») des prairies de La Pran.
- En 1811 apparaît pour la première fois la pollution du ruisseau due au lavage du minerai de fer en amont de Develier. Ce problème ne sera jamais vraiment réglé comme l'atteste, entre autres, une lettre envoyée en 1858 par le conseil communal de Develier à A. Quiquerez, ingénieur des mines du Jura, pour lui signaler que le lavage du minerai à Develier-Dessus « amène des eaux rouges ».

– Hors d'usage depuis 1839, le canal principal est rouvert en 1850 et le réseau d'irrigation fonctionnera jusqu'en 1866 ; il sera progressivement abandonné dès les années 1870 malgré une tentative de rénovation en 1881. Ceci explique pourquoi ce canal ne figure pas sur la carte Siegfried levée en 1878 [4], seul le ruisseau La Pran y étant représenté.

### 1.3.3 Sur le thème du climat et de l'environnement

L'indication la plus courante concerne les inondations récurrentes des prairies de La Pran et les problèmes qu'elles posent, ce qui arrivait semble-t-il presque annuellement au 18<sup>e</sup> siècle [3-1], tout particulièrement lors de la fonte des neiges [3-2]. Durant l'hiver, de l'eau pouvait stagner, formant ainsi «une couche de glace qui ruine les possessions», des glaces qui «couvraient cette belle prairie et en énervaient la fertilité» [5]. Les inondations «qui gâtaient les récoltes en fourrages souvent au moment de les cueillir» [5] sont également signalées comme étant en rapport avec de fortes pluies. Ces différentes mentions confirment le fonctionnement quelque peu intempestif du ruisseau La Pran, conclusion à laquelle aboutit également l'étude paléohydrologique présentée dans le chapitre 2. La zone de terrain qui marque la séparation entre les «réages» de Delémont, Courtételle et Develier est considérée comme particulièrement problématique, de par son caractère humide, marécageux «...et le devenant encore davantage lorsque des particuliers de Develier s'avisent d'arroser leurs fonds au-dessus dudit terrain...» [3-2]. Comme nous le verrons également dans le chapitre suivant, cette portion de territoire correspond effectivement à un imbroglio de paléochenaux favorisant une élévation locale de la nappe phréatique. Et la remarque à l'encontre des citoyens de Develier nous signale que certains secteurs devaient au contraire être irrigués pour avoir un meilleur rendement en fourrage.

Pour l'essentiel, les archives révèlent ainsi qu'au 18<sup>e</sup> siècle la plaine de la Pran était soumise aux inondations de manière régulière, tout particulièrement en saison hivernale, au cours de laquelle une véritable couche de glace se formait par endroits. A noter que ces témoignages d'hivers rigoureux sont conformes

au contexte climatique globalement froid de cette période qui se situe dans le Petit Age Glaciaire (chap. 8). En revanche, durant la saison sèche, certaines zones pouvaient temporairement être desséchées et nécessitaient un système d'irrigation. Dans les documents consultés, datant du milieu du 18<sup>e</sup> au milieu du 19<sup>e</sup> siècle, on parle toujours de prés, de prairies, de fourrage, mais jamais de champs ou de cultures : l'affectation de la plaine à la production d'herbage uniquement s'explique par de telles conditions hydrologiques plutôt défavorables. Nous verrons plus loin que ces informations sont précieuses pour la reconstitution du site et de son occupation à l'époque médiévale.

### Archives citées

[1] *Carte de l'Ancien Evêché de Bâle réuni aux Cantons de Berne, Bâle et Neuchâtel*, au 1 : 96 000. Levée de 1815 à 1819 par Antoine Joseph Buchwalder, publiée en 1822. BiCJ (Bibliothèque cantonale jurassienne, Porrentruy).

[2] *Copie des règlements sur l'irrigation de la Prairie de Develier de 1747 à 1852 et suite*. Archives communales de Develier, n° 24, 147 p., avec 5 plans en couleurs et index alphabétique.

[3-1] *Copie de la présente Information datée du 1<sup>er</sup> février 1770*. Avec un plan, en noir et blanc («Plan idéal»). AAEB (Archives de l'ancien Evêché de Bâle, Porrentruy), liasse B175/7.

[3-2] *Procès-verbal de vue et descente des lieux suivie d'expertise sur la Prairie de La Pran située sur le réage de Delémont faites le 30 septembre 1783*. Avec un plan en couleurs («nouveau Plan idéal»). AAEB, liasse B175/7.

[4] *Carte de l'atlas Siegfried au 1 : 25 000, feuille 94 (Delémont), révisée en 1878*. BiCJ.

[5] *Egayage ou arrosement et dessèchement de la prairie de La Pran*. Lettre du 16 mars 1787 du Magistrat de la ville. Archives communales de Delémont, dossier E-SER-TR-O-B, sous-dossier J7.



# 2

## Reconstitution du paysage et paléohydrologie. Approche stratigraphique et sédimentologique

Michel Guélat

### 2.1 Introduction

#### 2.1.1 Déroulement des travaux

A l'occasion d'une campagne de prospection menée en 1987 dans la plaine de La Pran, un schéma de la stratigraphie des dépôts quaternaires avait déjà été formulé (Guélat 1988). Cette vision provisoire a été complétée en 1989 par une deuxième série de sondages mécaniques, qui a conduit à la découverte du gisement de Develier-Courtételle (Masserey et al. 1990). Menés dès 1993, les travaux pour l'étude géologique de ce site s'inscriront dès lors en étroite relation avec les fouilles archéologiques entreprises sur le terrain jusqu'en 1997.

Ils ont consisté tout d'abord dans un suivi de l'enregistrement stratigraphique des coupes dégagées dans les tranchées exploratoires traversant tout le gisement (fig. 9). Des carottages à la tarière ont parfois précédé l'ouverture de ces tranchées afin de définir l'extension des couches archéologiques. Ces sondages manuels ont également permis de collecter des données stratigraphiques dans des zones situées en dehors de l'emprise autoroutière. Cette étape initiale a conduit à l'établissement de la première version de la carte géologique et de l'histoire sédimentaire de ce site (Guélat 1994a). En même temps, des observations issues de sondages supplémentaires dans la partie orientale du site, de même que des analyses sédimentologiques, ont amené une définition plus précise de l'horizon archéologique du Haut Moyen Age (Guélat 1994b).

L'ouverture de secteurs de fouille a ensuite facilité les observations géologiques, que ce soit par des relevés de coupes en bordure de ces espaces ou par des observations en surface, lors des décapages horizontaux. Dès le début de ces opérations, un accent particulier a été mis sur la zone riveraine à dépôts organiques, futur domaine B, qui constitue une zone clé pour la stratigraphie du site (Schenardi et al. 1995; Guélat 1996a). En 1994, un suivi de la fouille du gisement protohistorique de Courtételle, Tivila a été réalisé conjointement, ce qui a permis la collecte d'intéressantes données environnementales, complémentaires à celles de la période médiévale (Guélat 1995a). Après deux années de fouille, ces travaux ont abouti à une première synthèse géologique du site de Develier-Courtételle (Guélat 1995b).

Durant les campagnes de terrain postérieures, les zones offrant une bonne résolution stratigraphique pour le Haut Moyen Age, comme par exemple celle des bassins, futur domaine D, ont monopolisé une bonne partie des efforts (Guélat 1996b). Pour les analyses de

laboratoire effectuées parallèlement, des échantillons de sédiments ont été prélevés dans les coupes, souvent de manière couplée avec des prélèvements pour l'archéobotanique. Les structures archéologiques les plus importantes du point de vue de leur remplissage sédimentaire, comme par exemple les cabanes en fosse, ont fait l'objet d'un traitement identique. En outre, la définition des objectifs de recherche et des méthodes pour y parvenir ont permis de préciser le projet dans son ensemble (Guélat 1996c).

Une fois achevées les interventions sur le terrain, une planification des travaux d'élaboration a été établie (Guélat 1997). La recherche a été lancée sur les thèmes considérés comme prioritaires, en accord avec les archéologues responsables. Auparavant, des mises au point se sont avérées nécessaires pour l'établissement des corrélations stratigraphiques. A savoir, d'une part, la création d'un système de numérotation définitive pour les couches et, d'autre part, un découpage du site en huit domaines (Guélat 1998). L'étude micromorphologique des structures archéologiques a ainsi constitué la première étape principale dans nos travaux de recherche. Elle fait l'objet d'une contribution géoarchéologique dans un volume précédent de la collection (Guélat 2005). Cette étude achevée, nous avons pu nous consacrer intégralement à l'aspect paléoenvironnemental de la problématique, objet du présent chapitre.

#### 2.1.2 Remerciements

De nombreuses personnes m'ont accordé leur soutien dans la réalisation de ce travail. J'exprime toute ma gratitude à Robert Fellner et Maruska Federici-Schenardi, archéologues responsables du projet Develier-Courtételle, pour leur aimable collaboration tout au long des travaux de terrain et de recherche, mais aussi pour l'intérêt manifesté à l'égard de la présente étude. J'aimerais également remercier tous les techniciens de fouille ayant contribué aux relevés stratigraphiques sur le terrain. Merci aussi à Philippe Rentzel et Béatrix Ritter du Laboratoire de l'Université de



Fig. 9 Ouverture de tranchées exploratoires au début des travaux sur le site.

Bâle (IPNA) pour la réalisation des analyses sédimentologiques, ainsi qu'à Claude Girardin et Luc Braillard sans qui l'application Seditool n'aurait pu être conçue. Des remerciements également à Nicole Pousaz pour la mise à disposition des données chronologiques concernant le gisement protohistorique de Courtételle, Tivila. Merci encore à Luc Braillard pour ses remarques avisées concernant cette contribution. J'adresse enfin un grand merci, pour leurs suggestions et critiques, aux relecteurs du manuscrit, à savoir: Philippe Schoeneich, professeur de géographie physique à l'Institut de géographie alpine de l'Université de Grenoble et Catherine Ferrier, maître de conférence à l'Institut de préhistoire et de géologie du Quaternaire de l'Université de Bordeaux.

## 2.2 Stratigraphie. Partition du gisement

### 2.2.1 Introduction

Le complexe stratigraphique de Develier-Courtételle constitue la base de données sur laquelle reposent tous les développements de l'étude: c'est pourquoi son approche présentée ci-après est particulièrement détaillée. L'édification d'une telle structure s'appuie sur une lecture de terrain minutieuse, rendue possible grâce à l'ouverture à la pelle mécanique de longues tranchées exploratoires à travers le site. Sommairement, on peut formuler que l'épaisseur des sédiments du Quaternaire varie de 2 m environ dans sa partie occidentale (territoire communal de Develier) à 3-4 m dans la partie orientale (territoires communaux de Courtételle et Delémont). Il s'agit essentiellement de formations fluviatiles, soit des graviers, sables et limons, entre lesquelles viennent s'intercaler des sols enfouis.

Cependant, de nombreux transects de dimensions plus restreintes ont également contribué à l'acquisition de données plus précises: au total, 120 coupes ont ainsi été levées au cours des opérations de terrain (fig. 10). Au fur et à mesure de cet enregistrement, un modèle préliminaire de la succession stratigraphique, constamment révisé, a été créé. En outre, l'apparition de niveaux-repères continus, à l'instar de l'horizon archéologique médiéval, a permis d'établir des corrélations d'un bout à l'autre du gisement, soit sur une extension latérale de plus de 940 m.

L'élaboration de toutes ces données permet de proposer un découpage stratigraphiquement cohérent du site. Ce système s'organise selon deux axes qui donnent des visions complémentaires. Tout d'abord, la séquence est balayée verticalement par un énoncé

exhaustif des ensembles sédimentaires, ce qui permet de jeter un aperçu général sur cette succession. Ces ensembles sont eux-mêmes subdivisés en séries et en couches, unités d'observation et de relevé utilisées sur le terrain. Dans un deuxième temps, une partition du gisement en domaines morphosédimentaires est exposée. Le passage en revue de ces unités spatiales, qui d'une certaine manière constituent chacune un petit site archéologique, permet de saisir la complexité de la stratigraphie globale. En contexte fluviatile, l'axe horizontal se révèle en effet fondamental pour collecter l'intégralité de l'information stratigraphique. Précisons encore que pour schématiser toutes ces successions de couches et leurs corrélations, nous avons opté pour une représentation inspirée des matrices de Harris (Harris 1992; annexe 1.2). Leur construction a nécessité la mise au point d'un système de numérotation des couches (annexe 1.1) qui se révèle également utile pour la base de données granulométriques (chap. 2.4.1).

### 2.2.2 Les ensembles sédimentaires

#### 2.2.2.1 Généralités, définition

L'ensemble sédimentaire se place à l'échelon hiérarchique le plus élevé dans la subdivision de la séquence stratigraphique. Il peut se définir comme un groupe de dépôts formant une unité lithostratigraphique délimitée par des niveaux-repères, en l'occurrence essentiellement des horizons archéologiques. Pour Develier-Courtételle, ces derniers sont suffisamment continus pour que ce concept d'ensemble sédimentaire soit applicable à tout le gisement. On en dénombre sept au total: les ensembles 6 et 7 constituent des cas particuliers vu leur position géomorphologique et leur faible extension, alors que les cinq autres se retrouvent tout au long de la plaine de La Pran (fig. 11). Chacun d'entre eux fait ci-dessous l'objet d'une présentation générale, les spécificités locales étant discutées plus bas, dans le cadre de la partition du site en domaines morphosédimentaires. Ceci permet une approche résumée de la séquence stratigraphique valable pour la totalité du site, schématisée également par un profil synthétique (fig. 12).

#### 2.2.2.2 L'ensemble 7

Dans la partie sud-est du site, vers le bas du versant, une nappe de graviers fluviatiles non datée est étagée de quelques mètres par rapport au cailloutis de fond de vallée (ou ensemble 5). Assez riche en matrice et comprenant des éléments jusqu'à 20 cm de diamètre, ces graviers essentiellement calcaires atteignent une épaisseur maximale de 80 cm et reposent sur la molasse tertiaire.

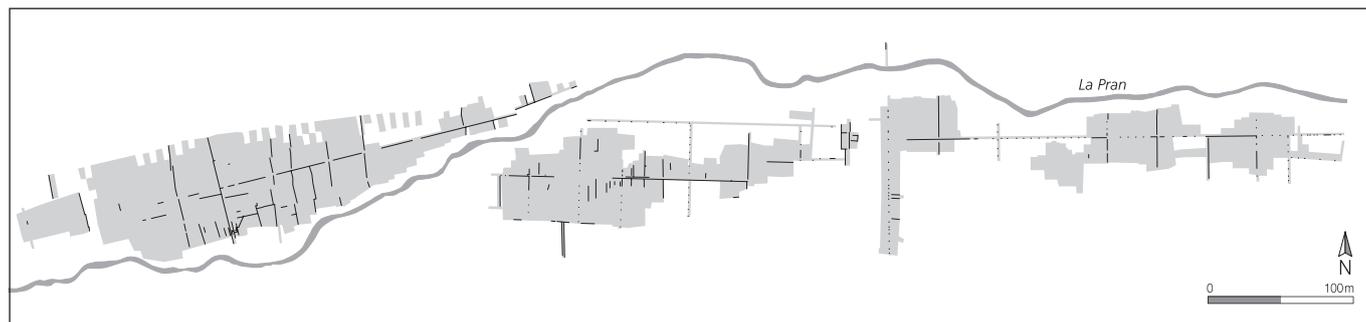


Fig. 10 Les 120 coupes relevées sur le site de Develier-Courtételle.

	Situation	Type de dépôts	Mode de mise en place	Age
Ensemble 1	Sur tout le site, à l'exception du lit actuel du ruisseau.	Limons argileux brun foncé, humifères.	Terre végétale labourée.	Actuel.
Ensemble 2	Fond de vallée et pied des versants.	Limons argileux bruns ou chenaux de graviers et sables calcaires.	Alluvial et colluvial.	De la fin du Haut Moyen Age à aujourd'hui.
Ensemble 3	Fond de vallée et pied des versants.	Séquence comprenant des limons parfois organiques, et des comblements de chenaux gravelo-sableux. Souvent riche en charbons de bois et artefacts.	Dépôts alluviaux et colluviaux, avec une composante anthropique marquée.	Période romaine et Haut Moyen Age. Horizon archéologique médiéval au sommet.
Ensemble 4	Fond de vallée, en contact avec l'ensemble 5. Sa puissance augmente vers l'E.	Limons argileux gris clair à jaune rouille, pédogénisés. Horizon à charbons de bois et rares artefacts au sommet.	Fluviatile, inondation. Evolution sur place. Faible influence humaine.	Du Tardiglaciaire à l'Holocène. Horizon protohistorique au sommet.
Ensemble 5	Nappe de fond de vallée, au-dessus des terrains tertiaires.	Graviers calcaires à stratification entrecroisée. Abondante matrice sableuse à gravillons. Altérés au sommet.	Fluviatile. Contexte périglaciaire.	Pléniglaciaire supérieur würmien (LGM).
Ensemble 6	Associé à l'ensemble 7, sur lequel il repose.	Limons argileux brun jaunâtre, avec chenaux sableux. Très altérés (horizon argillique BTg).	Fluviatile, inondation. Evolution sur place poussée.	Non daté. Antéholocène (Pléniglaciaire supérieur ?)
Ensemble 7	Partie SE du site, en nappe étagée dans le versant, sur le Tertiaire.	Graviers calcaires, assez riches en matrice. Très altérés au sommet.	Fluviatile. Contexte périglaciaire.	Non daté. Antéholocène.

Fig. 11 Les ensembles sédimentaires et leurs principales caractéristiques.

Un niveau d'altération se marque à leur limite supérieure sur une épaisseur de 20 cm : les éléments calcaires, corrodés, y sont noyés dans une matrice argileuse brun rouille.

### 2.2.2.3 L'ensemble 6

Spatialement, cet ensemble paraît associé au précédent sur lequel il repose selon un contact érosif, mais aussi déformé sous l'effet du gel-dégel<sup>1</sup>. Il est constitué de limons très argileux brun jaunâtre, épais de 80 cm au maximum. On y discerne localement des comblements de chenaux sableux à litage distinct et, vers la limite inférieure, quelques galets quartzitiques apparaissent. Issue d'inondations, cette formation a subi après son dépôt une évolution sur place assez poussée, de longue durée. Celle-ci a conduit au développement d'un horizon argillique présentant en outre des traces d'hydromorphie (ou horizon BTg, chap. 2.2.4.6). A l'instar des graviers de l'ensemble 7, aucune datation n'a pu y être réalisée, mais aussi bien sa position stratigraphique que son faciès indiquent un âge antéholocène, éventuellement contemporain du Pléniglaciaire supérieur würmien.

### 2.2.2.4 L'ensemble 5

Il s'agit de graviers fluviatiles qui, au-dessus des terrains tertiaires, occupent le fond de vallée. Siège de la nappe phréatique, ce cailloutis varie en épaisseur, soit de 1 m dans la partie occidentale pour atteindre 2 à 3 m dans le secteur oriental. Structurée en lits décimétriques subhorizontaux ou à stratification entrecroisée, cette nappe se compose d'éléments arrondis de nature calcaire dominante avec cependant 5 à 10% de galets de provenance vosgienne (quartzite, rhyolite et grès divers). La taille moyenne de ces constituants, qui montrent une orientation préférentielle, est comprise entre 3 et 5 cm, mais elle peut aller jusqu'à 30 cm. Ils sont scellés par une abondante matrice sableuse à gravillons, qui devient argileuse à 15 cm du contact supérieur, désignant un horizon d'altération. Aucune matière datable au radiocarbone n'a été découverte dans cette unité plutôt azoïque. Cependant, des éléments de datation issus du domaine morphosédimentaire B (chap. 2.5.3.1), mais également du gisement de Delémont, En La Pran<sup>2</sup>, renforcent l'hypothèse d'une mise en place de ces

graviers en contexte périglaciaire, vraisemblablement au cours du Pléniglaciaire supérieur, durant le LGM<sup>3</sup>.

### 2.2.2.5 L'ensemble 4

Se développant en puissance d'ouest en est, cet ensemble repose selon un contact parfois érosif sur le précédent. Il se compose essentiellement de limons argileux gris clair à jaune rouille, épais de 20 à 50 cm, et les traces d'hydromorphie qu'on y observe fréquemment indiquent un engorgement temporaire en eau.

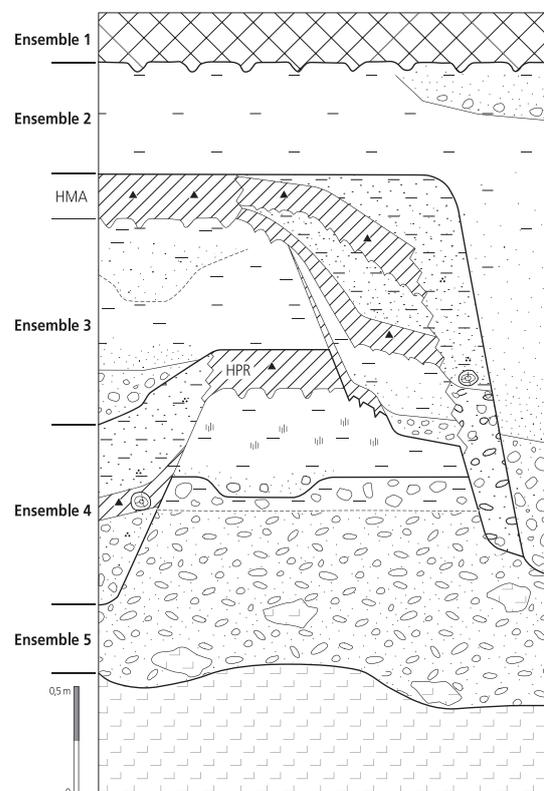


Fig. 12 Stratigraphie schématique du site de Develier-Courtételle et position des ensembles sédimentaires (ensembles 6 et 7 exceptés). HMA : horizon archéologique du Haut Moyen Age. HPR : horizon archéologique protohistorique. Les symboles utilisés sont décrits en annexe 1.2.

Complètement décarbonatés, enrichis en argiles et en oxydes, ces limons d'inondation ont subi une pédogenèse sur une relative longue durée par rapport à ceux des ensembles sus-jacents. Leur dépôt a pu s'opérer du Tardiglaciaire à la première partie de l'Holocène, voire plus tardivement encore, comme en témoigne leur position stratigraphique. A leur sommet vient se plaquer un horizon argileux grisâtre, ponctué de charbons de bois et renfermant de rares fragments de céramique: il s'agit de l'horizon archéologique protohistorique (ou HPR). D'une épaisseur de 10 à 15 cm, cet horizon humifère enfoui s'observe de manière discontinue dans la partie orientale du site surtout. Par endroits, cette unité passe latéralement à des comblements de chenaux (fig. 12). Ceux-ci atteignent une épaisseur maximale de 1,5 à 2 m et sont graveleux à la base, puis scellés par des dépôts plus fins, parfois organiques (chap. 2.2.4.8).

### 2.2.2.6 L'ensemble 3

A l'instar du précédent, cet ensemble correspond à une séquence alluviale comprenant, d'une part, les dépôts qui recouvrent – ou recourent – l'horizon protohistorique (HPR) et, d'autre part, l'horizon archéologique du Haut Moyen Age (HMA) développé au sommet de ces alluvions. Ce dernier se présente en général sous la forme d'une unique couche de limons sableux riche en charbons de bois, de teinte gris foncé à brun-noir et d'une épaisseur de 10 à 20 cm. En revanche, dans les zones riveraines du ruisseau de l'époque médiévale, ce sol enfoui se corrèle avec des séquences plus dilatées, pouvant dépasser 1 m d'épaisseur. Celles-ci peuvent contenir plusieurs horizons renfermant du mobilier archéologique, ainsi que des couches organiques (chap. 2.2.4.3). En outre, des comblements de chenaux métriques, dans lesquels alternent limons, sables et graviers se raccordent à ce même ensemble: ils se distinguent des chenaux de l'ensemble 4 par le fait qu'ils contiennent des charbons de bois en abondance et, plus rarement, du mobilier tel que des scories de fer et des débris ligneux travaillés.

### 2.2.2.7 L'ensemble 2

Il comprend les sédiments alluviaux mis en place au-dessus des couches du Haut Moyen Age, avec deux faciès principaux. Dans la plaine d'inondation d'une part, des limons argileux brun clair scellent habituellement l'horizon archéologique médiéval. D'une épaisseur de 30 à 50 cm et homogénéisés par bioturbation, ces dépôts de crue sont en général décarbonatés, sauf à proximité du lit actuel du ruisseau où s'effectuent de fréquentes recharges en

calcaire lors des débordements. La brunification de ce revêtement limoneux plutôt monotone paraît héritée: ces dépôts d'inondation, peu évolués *in situ*, sont en fait issus de l'érosion des sols sur les versants, dont ils remanient les accumulations colluviales au pied des pentes. D'autre part, second faciès, d'anciens chenaux dessinent une bande d'activité du ruisseau qui ne se confond que partiellement avec le tracé actuel de La Pran. Leur comblement est constitué principalement de graviers et de sables calcaires, à stratification entrecroisée ou laminaire. Ces chenaux d'épaisseur très variable incisent parfois les couches sous-jacentes jusqu'au cailloutis pléniglaciaire (ensemble 5) et atteignent alors une puissance maximale de 2,5 à 3 m.

### 2.2.2.8 L'ensemble 1

Cet ensemble n'est formé que d'une seule couche qui coiffe partout la séquence, soit la terre végétale labourée (horizon Ap ou L, selon AFES 1995). De couleur brun foncé, celle-ci possède en général une texture limono-argileuse et son épaisseur atteint 25 cm au maximum.

## 2.2.3 Les unités utilisées sur le terrain

Deux autres unités ont été utilisées dans la pratique pour les descriptions stratigraphiques sur le site de Delevier-Courtételle:

- la série: désigne un groupe de sédiments apparentés. Sa validité est limitée au domaine morphosédimentaire considéré. Souvent, elle correspond à une phase dans le cadre de la reconstitution des événements géologiques, mais ce n'est pas systématiquement le cas;
- la couche: subdivision de la série, elle constitue l'unité de base et possède un faciès ainsi qu'une position stratigraphique unique par rapport à la totalité du gisement.

## 2.2.4 Partition spatiale du gisement: les domaines morphosédimentaires

### 2.2.4.1 Introduction, définition

Il découle de l'extension conséquente du gisement, d'une superficie proche de 3,5 ha, que certaines de ses parties ont une histoire sédimentaire différenciée, à l'image d'une marqueterie typique des plaines alluviales: d'où la nécessité de créer une subdivision du terrain en domaines morphosédimentaires. Il s'agit d'unités



Fig. 13 Les domaines morphosédimentaires distingués sur le site. A: plaine d'inondation occidentale; B: zone riveraine à dépôts organiques; C: partie médiane, bande d'activité alluviale; D: zone des bassins; E: bas de versant, nappe alluviale étagée; F: plaine d'inondation médiane et gouttière; G: paléochenaux; H: plaine d'inondation orientale.

spatiales qui s'individualisent par leur séquence stratigraphique<sup>4</sup> et leur contexte géomorphologique<sup>5</sup>, mais aussi par leur position dans le gisement. Au nombre de huit et dénommés domaines A à H, leur superficie respective est très variable (fig. 13). Nous proposons ci-dessous un parcours complet de ce compartimentage. Pour chaque domaine, un bref aperçu en est tout d'abord donné, puis la séquence sédimentaire qui lui est propre est brièvement exposée<sup>6</sup>. A souligner que les domaines B, C et D ont livré des informations environnementales particulièrement importantes pour le Haut Moyen Age. Pour ceux-ci, de premières interprétations quant à la dynamique pédosédimentaire, issues essentiellement de la vision de terrain avec quelques données micromorphologiques à l'appui, sont déjà intégrées dans cette partie essentiellement descriptive. Ces premiers diagnostics seront repris et confrontés plus loin aux résultats de l'analyse sédimentologique (chap. 2.4.3.2 et 2.4.3.3).

#### 2.2.4.2 Le domaine A: plaine d'inondation occidentale

##### 2.2.4.2.1 Présentation

Ce domaine relativement vaste forme la majeure partie de l'extension occidentale du site. La séquence des dépôts holocènes, plutôt condensée (2,3 m d'épaisseur maximale), indique un milieu de sédimentation de type plaine d'inondation. Sa stratigraphie s'en trouve donc très simplifiée et l'horizon archéologique médiéval, assez continu et uniforme, ne présente que des dilatations locales liées à des structures archéologiques (fig. 14; annexe 1.2.1). Les fermes 1 et 2, ainsi que la zone d'activité 1, se trouvent dans ce domaine.

##### 2.2.4.2.2 La stratigraphie

Au-dessus des graviers de fond de vallée, épais d'environ 1 m (couche A5), on peut distinguer (fig. 15) :

- couche A4: limons très argileux devenant plus sableux au contact inférieur, de teinte jaune rouille à gris clair et d'une épaisseur de 15 à 25 cm. Décarbonatés, pédogénisés, ils montrent très fréquemment des enrichissements en oxydes, principalement sous la forme de traces d'hydromorphie. Le contact avec les graviers A5 est en général net;
- couche A3: limons sableux à gravillons épars, riches en charbons de bois, de couleur gris foncé à brun-noir. D'une épaisseur de 10 à 20 cm, ils sont décarbonatés. Le contact inférieur



Fig. 15 Stratigraphie typique du domaine A, avec l'horizon archéologique du Haut Moyen Age en position médiane dans la séquence de limons (hauteur 1,2 m).

est net et irrégulier, tandis que la limite supérieure est graduelle et rectiligne, souvent bioturbée. Ce niveau contient des fragments de terre cuite et de céramique ainsi que des graviers passés au feu: il s'agit de l'horizon archéologique du Haut Moyen Age (HMA);

- couche A2: limons d'inondation argileux, bioturbés, de couleur allant du brun clair au gris clair. L'épaisseur est de 35 à 60 cm. Passent latéralement à des chenaux comblés par des sables carbonatés ou des graviers qui entaillent les couches inférieures;
- couche A1: terre végétale labourée.

#### 2.2.4.3 Le domaine B: zone riveraine à dépôts organiques

##### 2.2.4.3.1 Présentation

Adjacent au précédent domaine mais d'extension nettement plus réduite, le domaine B est délimité au sud par le ruisseau La Pran. Il consiste en une zone riveraine de ce cours d'eau, siège d'une activité humaine relativement intense en bordure des fermes 1 et 2. Il se caractérise par une sédimentation active durant le Haut Moyen Age, ainsi que par une conservation de la matière organique, dans les parties les plus basses, due à l'émergence de la nappe phréatique. Ces conditions favorables à un bon enregistrement ont permis une lecture très détaillée de la succession des couches. Ce domaine présente par conséquent la plus grande complexité stratigraphique à Develier-Courtételle (fig. 16; annexe 1.2.2) et, pour mieux saisir celle-ci, un bref aperçu de sa morphologie est nécessaire.

Fig. 14 Domaine A: plaine d'inondation occidentale. Stratigraphie simplifiée. Les symboles sont décrits en annexe 1.2.

	Couche	Description	Interprétation
	A1	Terre végétale.	Agriculture moderne, horizon de labourage.
	A2	Limons argileux bruns, bioturbés.	Dépôt d'inondation éloigné du chenal.
	A3	Limons argilo-sableux gris foncé, avec graviers vosgiens ou calcaires épars. Présence de charbons de bois et artefacts.	Horizon archéologique du Haut Moyen Age.
	A4	Limons argileux jaune rouille, à traces d'hydromorphie.	Dépôt d'inondation altéré par pédogenèse.
	A5	Graviers grossiers, altérés au sommet.	Nappe alluviale pléni-glaciaire.

Il s'agit de deux boucles que le ruisseau décrivait dans ce secteur à l'époque médiévale. Le premier de ces méandres, dans la partie ouest, a une longueur d'onde d'environ 25 m et sa concavité est orientée vers le sud : il individualise un lobe d'une amplitude d'environ 15 m dans cette même direction. Cette avancée de la berge, soumise périodiquement à l'érosion et aux effondrements, a vu l'implantation de nombreuses structures archéologiques rattachées spatialement à la ferme 1. Le second méandre jouxte le premier vers l'est (fig. 17a) et possède une concavité inverse, tournée vers le nord. Plus ample aussi, sa longueur d'onde atteint environ 35 m. Existante dès le début de l'occupation du site, cette deuxième boucle a été recoupée par la suite, ce qui a permis une certaine extension des activités humaines vers le sud (fig. 17b). Les structures archéologiques découvertes sur sa rive font partie de la ferme 2.

#### 2.2.4.3.2 La stratigraphie : description des unités principales

Etabli grâce à toute une série de transects, dont la coupe DEV23 fait figure d'exemple (fig. 18), le complexe stratigraphique du domaine B comprend plus d'une centaine de couches réparties dans les cinq ensembles. Les dépôts quaternaires, principalement des formations alluviales, atteignent une épaisseur de 2,7 m au maximum. Les détails de l'interaction entre occupation humaine et dynamique sédimentaire ont déjà été traités dans un volume précédent (CAJ 13, chap. 5.6). Seules les unités stratigraphiques principales, soumises plus bas aux analyses sédimentologiques (chap. 2.4.3.2.2), sont décrites ci-après ; une synthèse phénoménologique est donnée plus loin (chap. 2.5.3.1).

#### L'ensemble 5

Couche B5 : les graviers de fond de vallée (chap. 2.2.2.4) ont été en partie, voire totalement érodés dans les zones incisées par le ruisseau.

#### L'ensemble 4

Couche B4.1 : ce sont des limons argileux grisâtres, plus sableux vers la base. Effet de la pédogenèse développée à leur sommet, ils sont décarbonatés, enrichis en argiles et montrent souvent des traces d'hydromorphie. Cette unité n'est conservée que par lambeaux de 20 à 30 cm d'épaisseur.

Couches B4.2 et B4.3 : localement, à l'est du domaine (coupes DEV58 et DEV62 ; annexe 1.2.2), un comblement de chenal constitué de limons à rares charbons de bois et de graviers, d'une épaisseur maximale de 60 cm, s'insère entre les graviers de fond B5 et la couche B4.1 (chap. 2.3.1.1.1 ; fig. 30, coupe Ia). La datation effectuée sur les charbons prélevés à la base de cette séquence isolée tend à montrer que celle-ci représente plutôt un stade terminal de la mise en place de l'ensemble 5 (chap. 5.3.1).

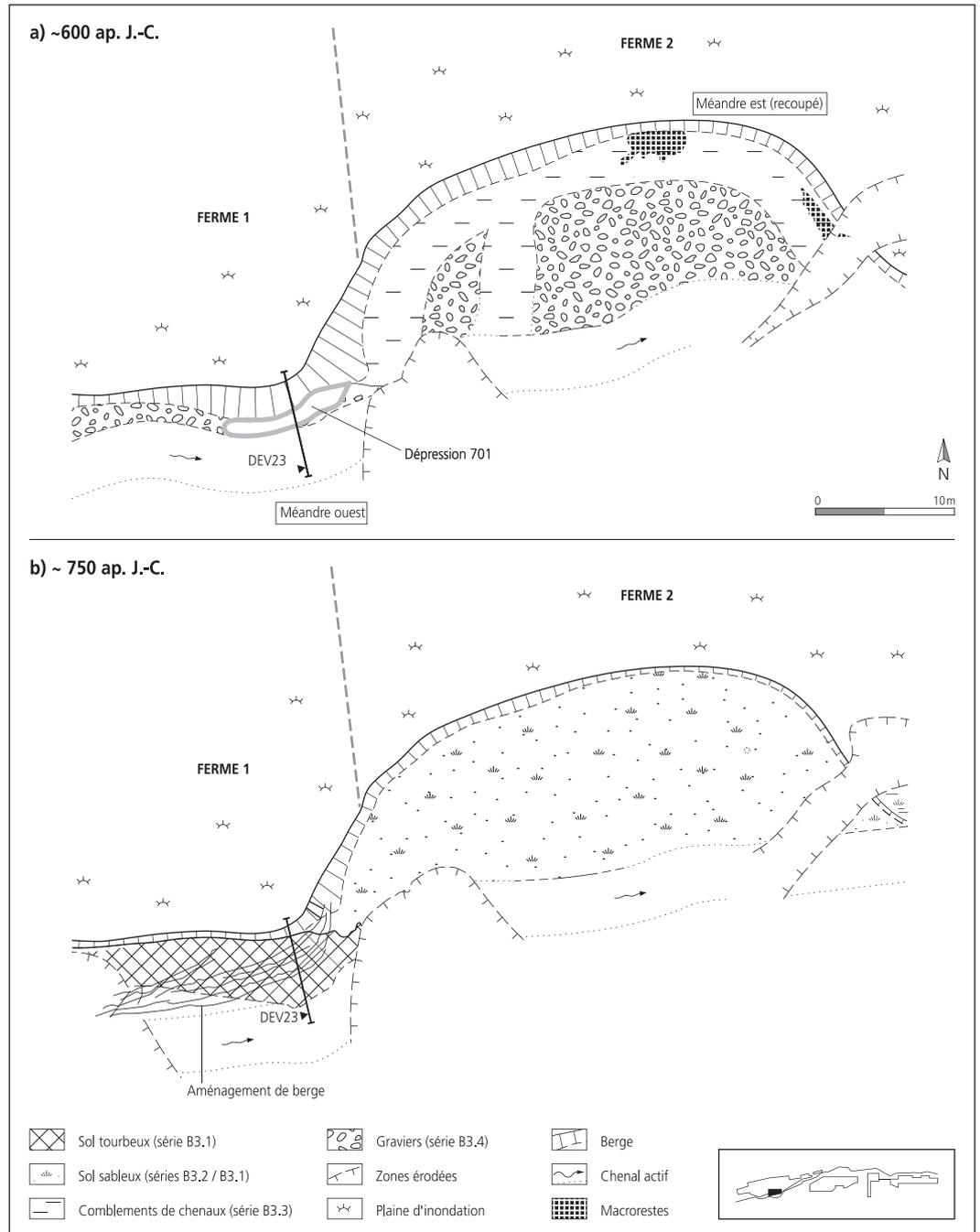
#### L'ensemble 3

Série B3.6 : constituée de graviers assez grossiers (éléments >10 cm à la base) dans une matrice sableuse à gravillons, cette formation fluviale s'appuie sur le cailloutis B5 en progradant vers le sud. D'une épaisseur maximale de 60 cm, ce comblement de chenal, entaillé dans la molasse, est nettement recoupé par les dépôts postérieurs. Il n'apparaît ainsi que dans une zone préservée de l'érosion, entre les deux méandres (coupes DEV60 et 61, annexe 1.2.2).

Série B3.5 : il s'agit d'une succession peu épaisse (25 cm au max.) d'alluvions fines, granodécroissante vers le haut, se terminant par des niveaux silteux violacés qui renferment de la matière organique, soit des macrorestes végétaux et des fragments de bois, très souvent travaillés. Quelques artefacts, dont une scorie, ont également été découverts dans ce niveau qui repose en contact érosif, subhorizontal, sur le banc graveleux B3.6 lorsque celui-ci apparaît.

Partie ouest (ferme 1)			Partie est (ferme 2)			Interprétation
Couche ou série	Description		Couche ou série	Description		
B1	Terre végétale.		B1	Terre végétale.		Agriculture moderne, horizon de labourage.
B2	Limons brun clair, sableux ou argileux.		B2	Limons brun clair, sableux ou argileux.		Dépôt d'inondation éloigné du chenal.
B3.1	Limons organiques bruns, tourbeux.		B3.1	Horizon limono-sableux gris-noir, riche en charbons.		Séquence de dépôts alluviaux et anthropiques du Haut Moyen Age.
B3.2	Sables gris-vert ; effondrements de berge.		B3.2	Nappe de sables gris-vert en deux séquences granoclassées.		
B3.3	Comblement d'une dépression, à faciès variés.		B3.3	Limons sableux gris, à macrorestes carbonisés au sommet.		
B3.4	Graviers assez grossiers, avec artefacts fragmentés.		B3.4	Graviers assez grossiers, avec artefacts fragmentés.		
B3.5	Niveaux silteux violacés, à macrorestes.		B3.5	Niveaux silteux violacés, à macrorestes.		
B3.6	Graviers grossiers, en poches, sans artefacts.					
B4	Limons argileux gris olive, à traces d'hydromorphie.					Dépôt d'inondation altéré par pédogenèse.
B5	Graviers grossiers, altérés au sommet.		B5	Graviers grossiers, altérés au sommet.		Nappe alluviale pléni-glaciaire.

Fig. 16 Domaine B : zone riveraine à dépôts organiques. Stratigraphie simplifiée.



Série B3.4: ces graviers assez riches en matrice sableuse sont structurés en bancs granoclassés progradants, épais de 40 à 70 cm. Ils renferment des fragments de tuile épars. Dans la partie orientale du domaine, ces barres graveleuses progradent vers le nord jusqu'à des chenaux emboîtés, délimités par une berge assez abrupte (fig. 17a); autrement dit, durant cet épisode sédimentaire, le ruisseau décrit un méandre qui entaille au nord les formations alluviales plus anciennes. Dans la partie occidentale du domaine, les dépôts de la série B3.4 viennent s'appuyer sur les précédentes en progradation vers le sud cette fois, ce qui à l'inverse tend à agrandir la rive dans cette même direction (fig. 18).

Série B3.3: dans la zone occidentale, cette série consiste en un remplissage d'une petite cuvette située en pied de berge, à proximité directe du ruisseau (dépression 701, fig. 17a; CAJ 13 chap. 5.6.3).

Comme le montre la coupe DEV23 (fig. 18), ce comblement résulte d'une alternance entre des sédiments alluviaux sablo-graveleux et des niveaux silto-organiques flués de la berge. La présence humaine sur le lobe du méandre se marque également par un horizon archéologique épais de 3 à 5 cm, tassé par piétinement comme l'a montré une analyse micromorphologique (couche B3.313). Dans la zone orientale, des limons sableux gris d'une épaisseur maximale de 50 cm représentent cette série. Subdivisés en deux petites séquences granodécroissantes, ces sédiments constituent des complements de chenaux préexistants (fig. 17a). Les dépôts, de type distal par rapport au chenal actif, ont piégé des débris organiques (couche B3.301; CAJ13, chap. 6.6.2) rejetés à partir de la berge dans un méandre abandonné: il apparaît ainsi que cette boucle est recoupée à ce stade par le ruisseau, qui se cantonne dorénavant tout au sud, en pied de versant.

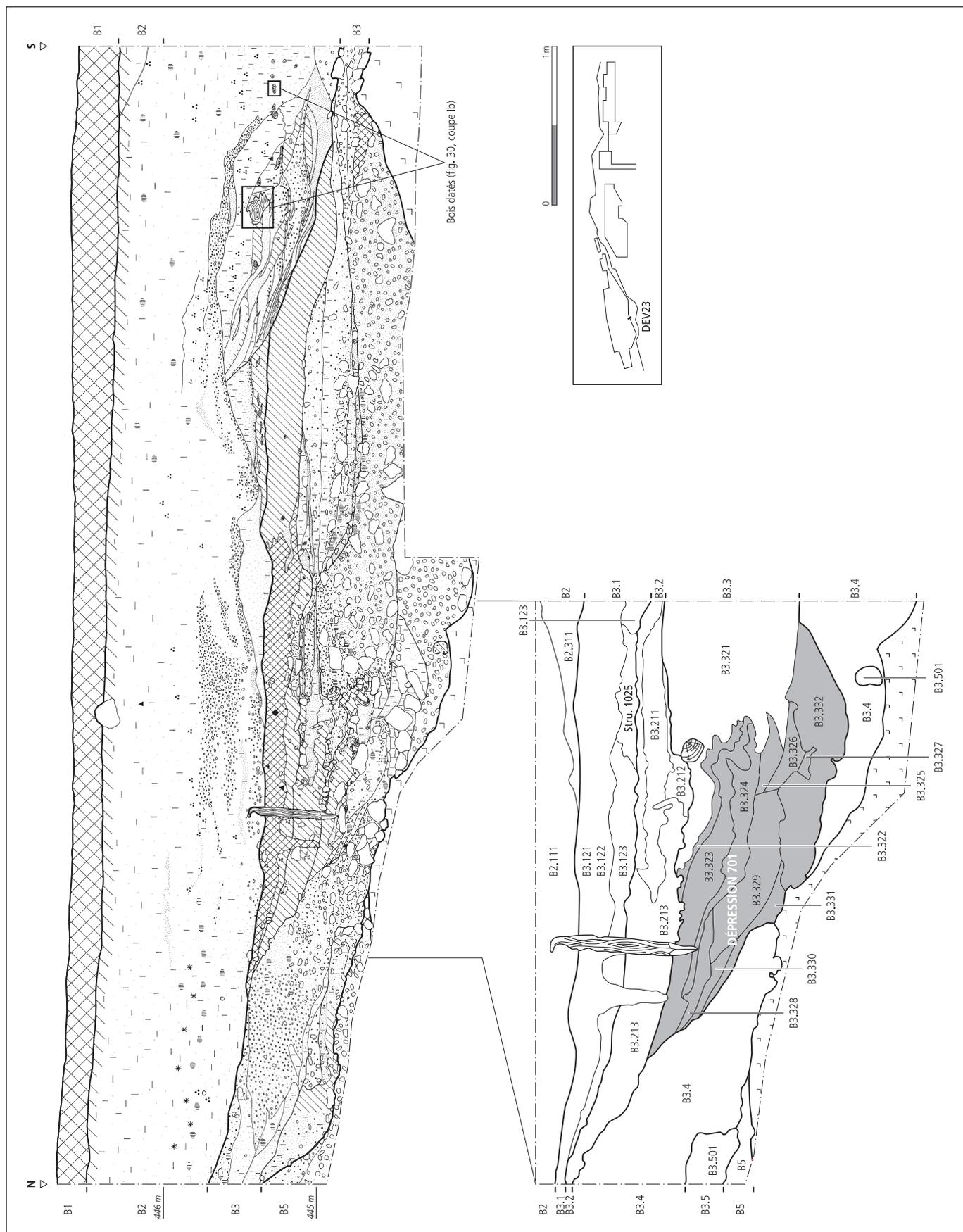


Fig. 18 La coupe DEV23 d'axe N-S à travers la berge du ruisseau illustre bien la complexité stratigraphique du domaine B. Les séries de couches B3.5 à B3.1 se sont mises en place lors de l'occupation mérovingienne. Les symboles géologiques utilisés sont décrits en annexe 1.2.

Série B3.2 : principalement formée de sables gris-vert organisés en petites séquences granoclassées, cette succession recouvre la série précédente selon un contact érosif très net. Dans la partie orientale du domaine, ces sables d'une épaisseur pouvant atteindre 45 cm viennent colmater toute la zone comprise entre l'ancienne berge et le chenal actif du ruisseau, soit sur plus de 10 m de largeur (fig. 17b). Ces dépôts se sont mis en place après une incision localement profonde qui a sapé le pied de la berge, provoquant ainsi des effondrements.

Série B3.1 : cette unité renferme des couches à faciès assez distincts. À l'ouest du domaine, une séquence épaisse de 25 à 30 cm s'est mise en place après l'aménagement du pied de la berge à l'aide de piquets (fig. 17b; CAJ 13, chap. 5.6.4). Elle est constituée à la base de silts sableux brun-gris qui passent vers le haut à des limons tourbeux bruns, s'oxydant à l'air et contenant jusqu'à 25 % de matière organique; dans le niveau sommital, cette dernière est dégradée, ce qui confère au sédiment une teinte noire et une texture plus fine, proche d'une argile. Latéralement, vers le lit du ruisseau, cette succession se mue en des silts grisâtres finement lités; au nord, vers la berge, elle se biseaute en s'appuyant sur des graviers plus anciens.

Dans plusieurs coupes, des indices de compaction, tels que figures de charge ou élévation de la compacité, ont pu être relevés au sommet de la série sableuse B3.2, à proximité du contact avec la série B3.1. On peut supposer que ces traces de tassement résultent du piétinement lors de l'installation, en plusieurs étapes, des rangées de piquets. Vers le sud-est, les faciès organiques sont relayés par un horizon piétiné (couche B3.111)<sup>7</sup>.

Dans la partie orientale, cette série se compose principalement d'une unité qui s'est développée au-dessus des sables B3.2. Il s'agit d'un horizon limono-sableux gris-noir, épais de 10 à 15 cm

et riche en charbons de bois, dont le contact inférieur montre de très nettes traces de bioturbation. Sa teneur en matière organique (4 %) est beaucoup plus faible que celle des faciès tourbeux. Comme dans la zone ouest, un empierrement s'étend dans la continuité de cette couche, sur la berge du méandre (CAJ 13, chap. 5.6.5).

#### Les ensembles 2 et 1

Mis en place après le Haut Moyen Age, les dépôts alluviaux de l'ensemble 2, à dominante limoneuse, peuvent se subdiviser en plusieurs séquences progradantes vers le sud. Leur épaisseur peut dépasser 1 m et ils contiennent souvent des bois dont deux ont été datés (fig. 18; fig. 30, coupe Ib). On observe par endroits des comblements de chenaux, de granulométrie grossière, qui témoignent d'incursions du ruisseau vers le nord. Bien que la tendance générale de ce cours d'eau soit à la migration vers le sud, en érodant le pied de versant molassique, ces divagations vers la plaine alluviale sont responsables de l'ablation partielle ou totale de nombreuses structures archéologiques. Au sommet, la terre végétale termine la séquence stratigraphique du domaine B.

#### 2.2.4.4 Le domaine C : partie médiane, bande d'activité alluviale

##### 2.2.4.4.1 Présentation

Ce domaine plutôt vaste occupe une position médiane dans le gisement. Sa limite avec le domaine A est déterminée par l'apparition d'un seuil puis d'un abaissement assez soudain du substrat tertiaire, au nord de l'actuelle ferme de Tivila (chap. 2.5.1.3) : les sédiments quaternaires s'épaississent ainsi nettement vers l'est à partir de cette limite. La partie occidentale du domaine a fait l'objet de nombreuses coupes stratigraphiques, tandis que l'extension orientale, dans la bande d'activité du ruisseau, n'a été étudiée que

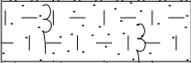
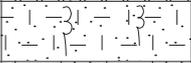
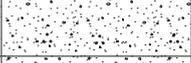
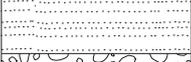
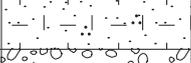
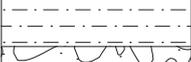
Rive gauche		Rive droite		Interprétation
Couche ou série	Description	Couche ou série	Description	
	C1 Terre végétale.		C1 Terre végétale.	Agriculture moderne, horizon de labourage.
	C2.121 Limons argilo-silteux.		C2.1 Limons brun clair, argileux.	Dépôt d'inondation éloigné du chenal.
	C3.101 Limons sableux gris foncé, à charbons de bois et artefact.		C3.111/12 Limon argilo-sableux brun.	Séquence de dépôts alluviaux et anthropiques du Haut Moyen Age.
	C3.211 Limons organiques brun-noir, avec macrorestes et bois.		C3.2 Limons, sables et graviers à charbons de bois.	
	C3.212 Sables lités jaunâtres.			
	C3.213 Graviers fins gris-vert.			
	C4.101 Limons argileux à charbon de bois.		C4.231 Limons à rares charbons de bois.	Horizon archéologique protohistorique.
	C4.211 Argiles sableuses jaune-orange.		C4.301 Graviers assez fins, à rares charbons de bois.	Dépôts alluviaux altérés par pédogenèse.
	C5 Graviers grossiers, altérés au sommet.			Nappe alluviale pléni-glaciaire.

Fig. 19 Domaine C : partie médiane, bande d'activité alluviale. Stratigraphie simplifiée.

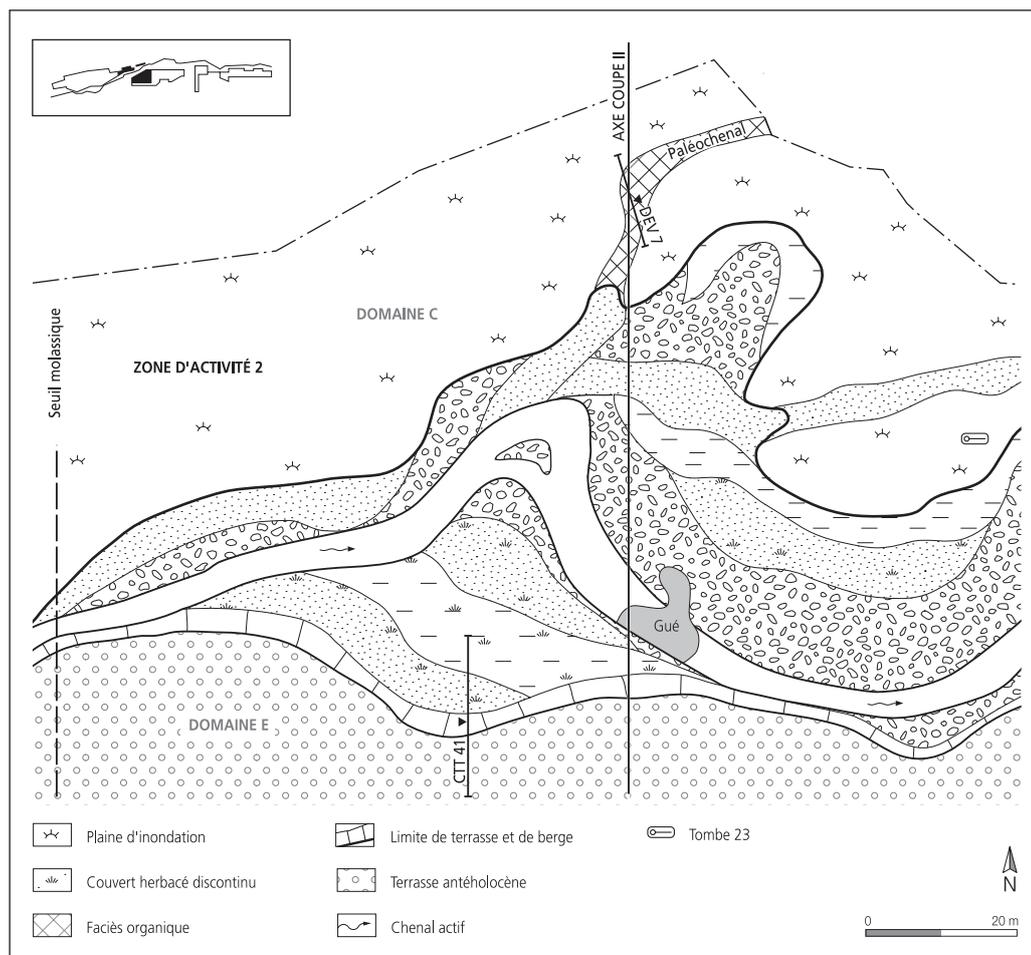


Fig. 20 Reconstitution paléogéographique de la partie centrale du site (domaines C et E). Au Haut Moyen Age, le lit du ruisseau s'élargissait considérablement vers l'est, à l'aval d'un seuil molassique, en décrivant deux boucles successives. La berge sud coïncidait avec le rebord de la terrasse fluviale antéholocène, tandis qu'une zone assez marécageuse s'étendait sur son bord nord : un paléochenal divagant a permis la conservation d'une séquence organique révélée par la coupe DEV7.

grâce aux tranchées exploratoires. La succession des couches varie en fonction de la paléogéographie, suivant que l'on se situe sur une des rives ou dans l'ancien lit du ruisseau. A noter qu'au Haut Moyen Age, en aval du seuil molassique, ce dernier s'élargissait considérablement en décrivant deux boucles successives. Quant aux sédiments, il s'agit de dépôts de plaine alluviale, à savoir des limons d'inondation principalement, qui atteignent une épaisseur moyenne de 1,5 m au-dessus des graviers de fond de vallée, ou couche C5 (fig. 19 ; annexe 1.2.3). Dans le lit du ruisseau, les alluvions s'organisent en comblements de chenaux progradants, de granulométrie assez variable, mais dominée par les sables et les graviers. Ces dépôts épais parfois de plus de 2 m entaillent souvent la molasse, suite à l'érosion totale du cailloutis C5.

#### 2.2.4.4.2 La stratigraphie

##### La rive gauche

Sur la rive gauche du ruisseau de l'époque, qui comprend la zone d'activité 2 (CAJ 13, chap.7), la stratigraphie présente différentes particularités. Tout d'abord, il faut relever l'apparition, sous les couches médiévales (séries C3.1 à C3.5), d'un niveau limono-argileux gris foncé, à paillettes de charbons de bois et rares fragments de céramique. Epais de 20 à 35 cm, il s'agit de la couche C4.101 (respectivement C4.111 tout à l'ouest du site) qui, de manière discontinue, se place au sommet de limons d'inondation altérés (série C4.2). Un fossé, comblé par un sédiment

charbonneux renfermant quelques fragments de céramique, se raccorde du reste à ce niveau, interprété comme l'horizon archéologique protohistorique.

Un peu plus à l'est, un paléochenal d'une largeur de 4 à 6 m a été mis en évidence (fig. 20). Comme l'a révélé la coupe DEV7 (fig. 40), ce chenal divagant incisé dans les ensembles C4 (argiles grises) et C5 (graviers) a piégé une séquence qui s'insère dans l'ensemble C3 (fig. 30, coupe II). D'une épaisseur totale de 1,2 m, elle se compose de plusieurs unités qui ont fait l'objet d'analyses de laboratoire, ce qui permet de proposer une histoire sédimentaire locale (chap. 2.4.3.3) :

- couches C3.213/-12 : sables grossiers très propres en lits grano-décroissants, gris jaunâtre, d'une épaisseur de 50 cm. Ils sont carbonatés, exempts de charbons de bois et passent localement à des lentilles de graviers fins, voire sableux. Au contact supérieur de la couche, ces sables sont coiffés par une accumulation de nombreux bois couchés, dont quelques troncs d'arbre, orientés préférentiellement dans le sens du courant, selon l'axe du chenal (fig. 21) ;
- couche C3.211 : ce sont des silts sableux, microlités, organiques, de teinte brun-noir. Epais de 40 cm au maximum, ils sont pauvres en carbonates mais contiennent de nombreux macrorestes. Vers le sommet apparaissent des charbons de bois, tandis que la fraction minérale silto-sableuse devient prépondérante.

Latéralement, en dehors du chenal, ces dépôts tourbeux se raccordent vraisemblablement avec le niveau inférieur de l'horizon archéologique médiéval, soit la couche C3.221, correspondant à des limons argileux dans lesquels sont implantées quelques structures archéologiques (CAJ 13, chap. 7.5);

- couche C3.101: limons sableux à graviers épars, gris foncé, très compacts, décarbonatés mais riches en charbons de bois, à microlitage en partie conservé. L'épaisseur est de 20 à 25 cm. Par opposition à la couche sous-jacente, la fraction organique, nettement moins abondante, se compose uniquement de débris végétaux carbonisés. On note aussi quelques fragments d'os et de céramique: en dehors du chenal, ces limons se corrélaient précisément avec l'horizon archéologique médiéval (HMA);
- couche C2.121: limons silto-sablonneux, bruns, d'une épaisseur de 70 cm. Ce sont les dépôts d'inondation qui se sont déposés après le Haut Moyen Age; ils sont coiffés par la terre végétale (couche C1, 20 cm).

Plus à l'est, toujours sur la rive gauche du ruisseau de l'époque, deux structures archéologiques apportent des éléments intéressants pour la reconstitution paléogéographique proposée plus loin (chap. 2.5.1).

D'une part, un empiérement interprété comme un gué (CAJ 13, chap. 7.6.1) se situe dans le lit même du ruisseau, plus précisément dans son second méandre et à quelques mètres seulement de la berge méridionale (fig. 20). Cet aménagement a été agencé au-dessus de séquences sédimentaires de type comblement de chenal, dans lesquelles alternent limons, sables et graviers (couches C3.201 à C3.204, annexe 1.2.3). Latéralement, vers le sud, ces unités sont en position directement sous-jacente à l'horizon archéologique médiéval (couche C3.101). Dans le lit du ruisseau, large d'une trentaine de mètres à cet endroit, elles ont la plupart du temps subi une ablation et se voient alors substituées par des sables et graviers appartenant à l'ensemble 2 (couches C2.201 et C2.301).



Fig. 21 Vue de la coupe DEV7 (domaine C), séquence importante pour le paléoenvironnement du site. A la base: dépôts organiques accumulés dans un paléochenal. Hauteur 1,2 m.

D'autre part, une sépulture (tombe 23; CAJ 13, chap. 7.6.2) a été implantée dans le lobe du même méandre, à quelques 5 m de la berge septentrionale cette fois. Sa fosse d'implantation a été creusée jusqu'à l'horizon protohistorique, présent de manière diffuse à cet endroit (couche C4.101, annexe 1.2.3). L'horizon archéologique médiéval (couche C3.101) apparaît aux alentours de la tombe, dont il semble sceller le remplissage: son existence confirme que la sépulture a été creusée en milieu terrestre, en dehors du lit du ruisseau, bien que celui-ci soit tout proche. Latéralement, vers le sud, cet horizon s'infléchit et se termine en biseau, désignant ainsi la berge du cours d'eau.

#### La rive droite

La coupe CTT41 a permis l'approche stratigraphique de la rive droite du ruisseau médiéval dans le domaine C (fig. 30, coupe II). Au sud, une incision prolongeant le franchissement du seuil molassique a complètement érodé les graviers de l'ensemble C5. Cette entaille dessine une banquette de presque deux mètres d'amplitude en bordure de la plaine inondable, délimitant ainsi l'extension nord de la terrasse fluviale du domaine E (fig. 20). Sous les limons bruns de l'ensemble C2, se développe une succession de chenaux emboîtés, globalement progradants vers le nord, qui viennent s'appuyer sur ce rebord. Ce sont des comblements graveleux à la base, puis limono-argileux au sommet, d'une épaisseur maximale de 1,6 m. La plupart de ces sédiments contiennent des charbons de bois, selon des teneurs variables. Ils s'insèrent ainsi dans les ensembles C3 et C4, la limite entre ces deux unités étant ici particulièrement difficile à fixer, en raison des faciès graveleux en pied de profil. En outre, aucun véritable horizon archéologique de type sol enfoui n'apparaît dans ce secteur: les artefacts, peu nombreux, étant dispersés dans les niveaux sommitaux, décimétriques, de type limons d'inondation grisâtres passant vers la pente à des colluvions. On peut penser dès lors qu'au Haut Moyen Age, ce lobe de méandre, peu proéminent, était souvent recouvert par les crues et que son couvert herbacé était de ce fait discontinu. Une divagation postérieure du ruisseau, appartenant à l'ensemble 2, l'a du reste recoupé. Bien plus tardivement, à l'époque moderne, tout le secteur a été enfoui sous des remblais.

#### 2.2.4.5 Le domaine D: zone des bassins

##### 2.2.4.5.1 Présentation

De dimensions plus restreintes que le précédent, le domaine D occupe une position véritablement centrale dans le gisement, imbriquée avec les domaines C (au nord et à l'ouest), E (au sud) et F (à l'est). A l'instar du domaine B, il se localise sur le bord méridional de la plaine alluviale, dans un secteur à cheval entre les rives et le lit du ruisseau de l'époque médiévale. Il coïncide en outre avec la zone archéologique dite des «bassins»: il s'agit du lobe convexe d'un méandre décrit par le ruisseau qui a été aménagé en une succession de trois petites cuvettes, reliées entre elles par un canal (fig. 22a). Cette interaction des activités humaines dans une zone naturellement dynamique a engendré une sédimentation particulièrement active durant le Haut Moyen Age: l'enregistrement stratigraphique s'en trouve bien développé pour cette période et présente ainsi une certaine complexité (fig. 23; annexe 1.2.4).

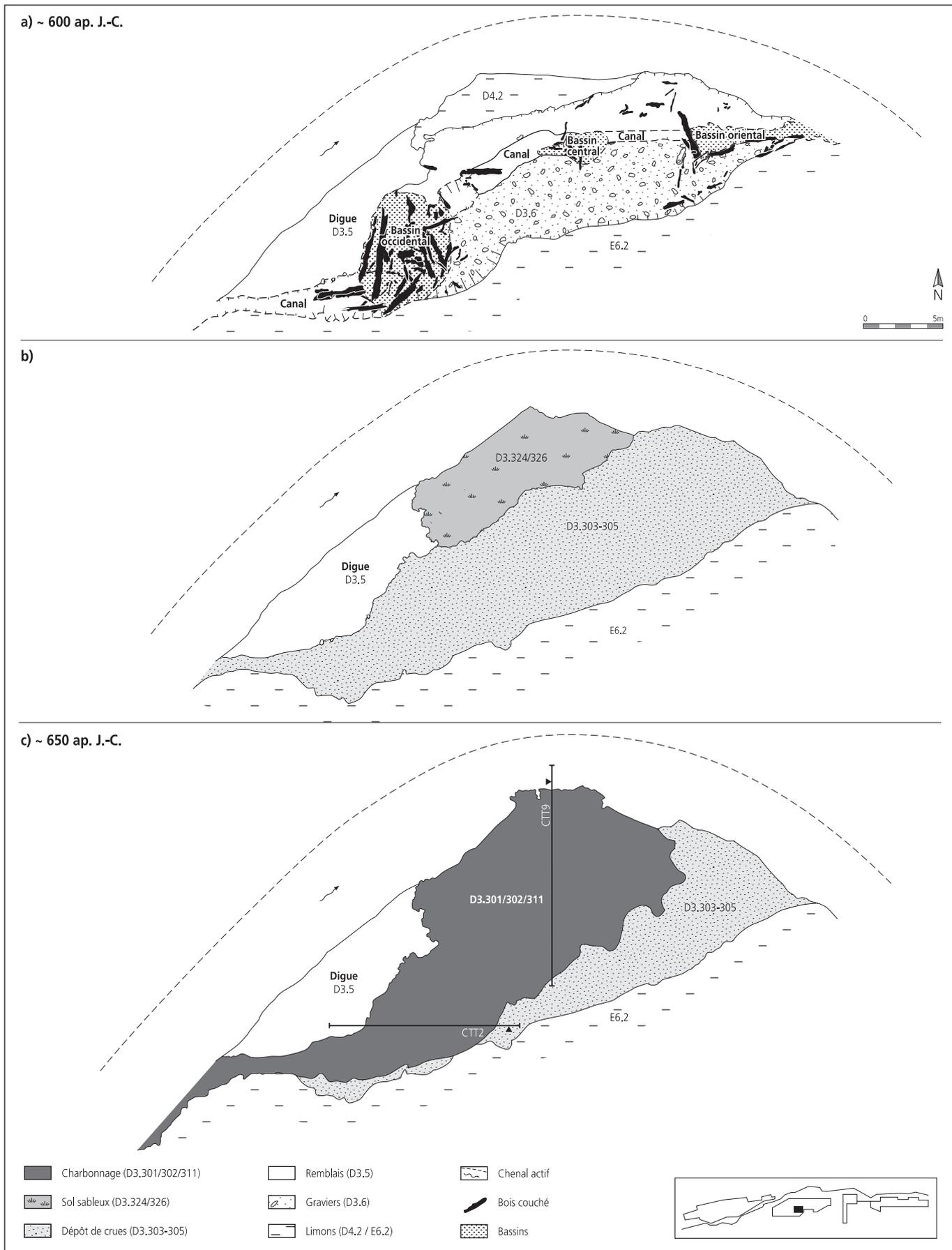


Fig. 22 Evolution morphodynamique de la zone des bassins (domaine D) entre environ 600 et 650 ap. J.-C. a) Vers 600 ap. J.-C., les trois bassins reliés par un canal se raccordent au ruisseau sont en fonction (phase D-VI, fig. 46). b) Suite aux débordements du ruisseau, les bassins sont comblés par des sables sur lesquels se développe un sol (phases D-VII et D-VIII). c) Vers 650 ap. J.-C., le secteur est utilisé comme aire de charbonnage (phase D-IX).

### 2.2.4.5.2 La stratigraphie: description et première interprétation des unités principales

Le complexe stratigraphique du domaine D a été défini grâce à une série de coupes d'axe N-S, dont la coupe CTT9 fait figure d'exemple, elle-même raccordée par la tranchée d'exploration CTT2, d'axe W-E (fig. 24). Les dépôts quaternaires, essentiellement des formations alluviales, y atteignent une épaisseur totale de 2,6 m au maximum. Comme pour le domaine B, les détails de l'interaction entre occupation humaine et dynamique sédimentaire ont déjà été expliqués dans un précédent ouvrage de la série (CAJ 13, chap. 9.4). Seules les unités stratigraphiques principales, soumises plus bas aux analyses sédimentologiques (chap. 2.4.3.2.3), sont décrites ici; une synthèse chronologique est présentée plus loin (chap. 2.5.3.1).

#### L'ensemble 5

Couche D5: graviers de fond de vallée (chap. 2.2.2.4).

#### L'ensemble 4

Série D4.2: ce sont des niveaux limono-argileux gris jaunâtre, décarbonatés, montrant souvent des traces d'hydromorphie. Cette unité apparaît sporadiquement dans le domaine, car elle est recoupée par les dépôts alluviaux plus récents: son épaisseur est donc très variable, mais elle atteint au maximum 5 cm.

Série D4.1: composées d'argiles limoneuses grises à taches de rouille, ces couches pédogénisées contiennent des paillettes de charbon de bois. Épaisses au maximum de 20 cm, leur contact

inférieur avec l'unité D4.2 est très irrégulier, avec des traînées décolorées dues à d'anciennes racines. Bien qu'aucun mobilier n'y ait été découvert, ce sol fossile peut être considéré comme l'horizon archéologique protohistorique par raccord stratigraphique avec les séquences observées en aval, en particulier dans le domaine G. Cet horizon n'a été observé que sur quelques mètres d'extension au-delà de la berge méridionale, en pied de versant.

#### L'ensemble 3

Série D3.7: constituée principalement de graviers calcaires peu altérés, cette unité se loge dans une profonde entaille des couches inférieures, dont elle reprend des éléments en enclaves ou sous forme de galets mous. On note la présence de charbons de bois. L'épaisseur maximale est de 70 cm.

Série D3.6: graviers calcaires assez fins, riches en gravillons, dans une matrice sableuse gris-brun, à charbons de bois. Ces alluvions sont coiffées par des sables et renferment des poches de limons organiques et des fragments de bois, de rares scories de fer et des fragments de tuile. Dans la partie sud de la coupe CTT9 (fig. 24), le contact supérieur de ces graviers, rectiligne, montre des traces de tassement (graviers redressés et forte compacité). L'épaisseur est de 80 cm.

Série D3.5: représentée uniquement par la couche D3.501, elle consiste en un remblai assez structuré, ayant pour fonction de renforcer le détournement du ruisseau sur le flanc occidental du lobe (fig. 22a). Issu des terrains excavés lors du creusement des

	Couche ou série	Description	Interprétation
	D1	Terre végétale.	Agriculture moderne, horizon de labourage.
	D2	Limons argileux bruns, bioturbés.	Limons d'inondation.
	D3.1	Limons sableux brun-gris, riches en charbons de bois et scories de fer.	Dépotoir en liaison avec la métallurgie.
	D3.2	Sables gris et comblements de chenal graveleux.	Dépôts de débordement.
	D3.301 D3.302	Accumulation litée de charbons de bois tassés, interstratifiée par des sables.	Dépôts de charbonnage et inondation.
	D3.324 D3.326	Sables limoneux brun-noir, finement organiques.	Sol humifère brûlé.
	D3.303, -04, -05	Limons sableux gris-jaune, scellant des bois couchés.	Dépôts de débordement.
	D3.401	Plaquages gravelo-sableux dans canal d'adduction.	Dépôts liés au fonctionnement des bassins.
	D3.5	Graviers calcaires assez fins, jaunâtres, pauvres en matrice. Rares artefacts.	Remblais.
	D3.6	Graviers calcaires assez fins, dans matrice sableuse grise à charbons de bois et fragments de tuile.	Alluvionnement avec présence humaine.
	D3.7	Graviers calcaires peu altérés, érodant les unités inférieures, à charbons de bois.	Alluvionnement dans lit du ruisseau.
	D4.101	Argiles limoneuses grisâtres à paillettes de charbon de bois.	Horizon archéologique protohistorique, peu étendu.
	D4.201	Limons argileux gris jaunâtre, décarbonatés, à traces d'hydromorphie.	Dépôt d'inondation altéré par pédogenèse.
	D5	Graviers grossiers, altérés au sommet.	Nappe alluviale pléni-glaciaire.

Fig. 23 Domaine D: zone des bassins. Stratigraphie simplifiée.

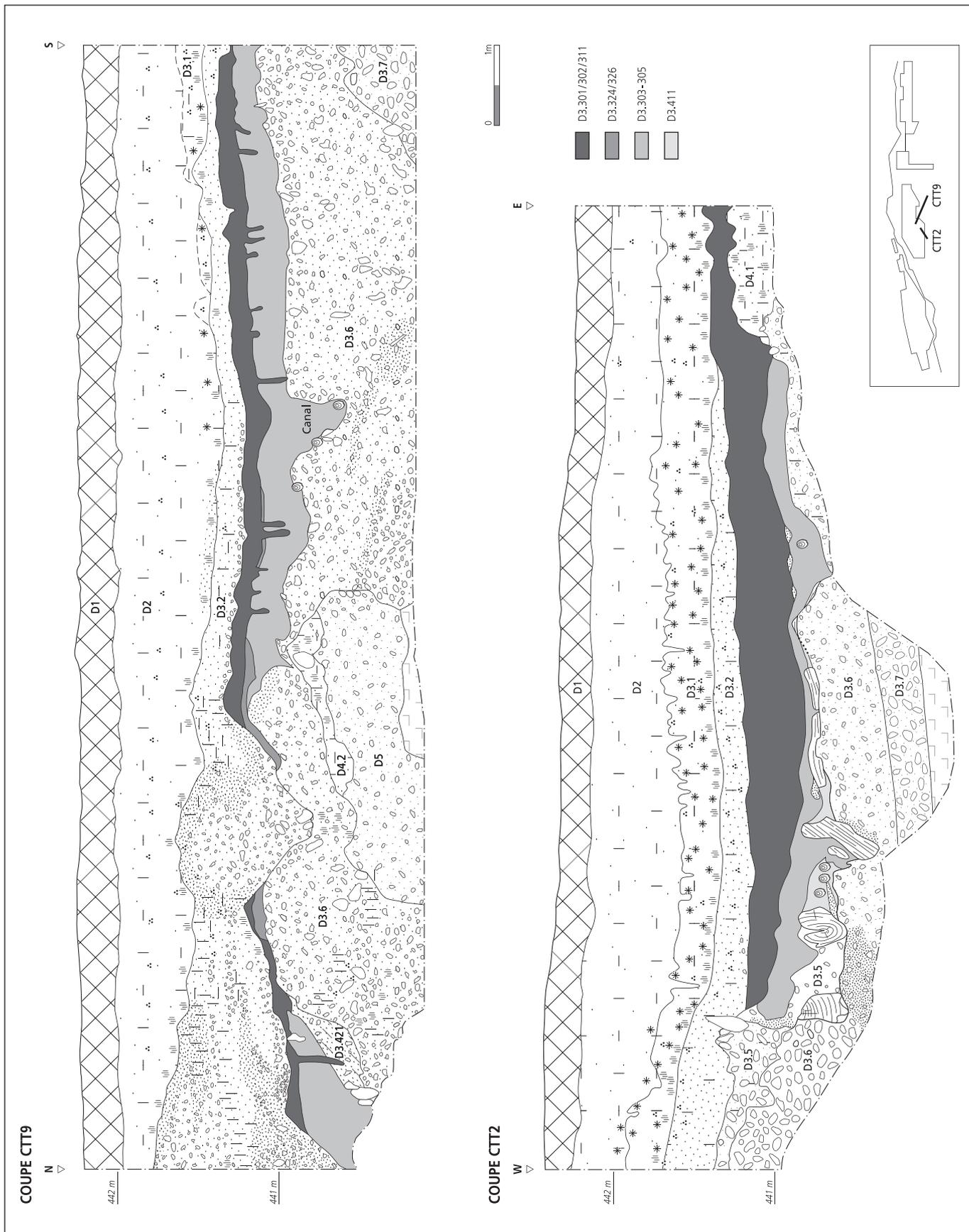


Fig. 24 Coupes à travers la zone des bassins (domaine D). CTT9: coupe N-S entre deux bassins avec, au centre, le canal d'adduction recouvert par les couches de charbonnage (D3.301). CTT2: coupe W-E, selon l'axe longitudinal du bassin occidental comblé.

bassins, cet amas est constitué de graviers calcaires assez fins, pauvres en matrice, jaunâtres, contenant quelques rares tessons de céramique; des cailloux et blocs de calcaire et de molasse, parfois passés au feu et équarris, recouvrent cette assise graveleuse. D'épaisseur très variable, mais de 50 cm au maximum, cette digue s'est localement démantelée à l'occasion de crues du ruisseau, ce qui explique qu'on en retrouve des lambeaux inclus dans des dépôts plus tardifs.

Série D3.4: elle se compose de trois couches. D'une part, il s'agit de la couche D3.411, des silts sableux gris-brun, à matière organique finement dispersée (15 % par perte au feu) et à litage rythmé. Epais de 20 cm au maximum, ce niveau ne se rencontre qu'au fond du bassin occidental (coupe CTT2, fig. 24), conservé sous des troncs couchés qui, stratigraphiquement, se rattachent plutôt à la série sus-jacente. Ce dépôt a été interprété sur le terrain comme le résultat d'une décantation sous une tranche d'eau calme, dans un bassin. D'autre part, on trouve dans cette série les couches D3.401 et D3.421: ce sont des plaquages graveleux ou sablo-silteux qui résultent du fonctionnement du canal d'adduction pour la première et de la circulation humaine sur les rives du ruisseau pour la seconde.

Série D3.3: on peut y distinguer trois groupements de couches:

- à la base, les couches D3.305, D3.304 et D3.303. Constituées de graviers, sables et limons sableux gris-jaune, ces unités forment trois petites séquences granodécroissantes d'une épaisseur totale de 50 cm. Reposant sur un contact d'érosion, ces dépôts sableux ont scellé une bonne partie de la zone aménagée (fig. 22b) et renferment à leur contact inférieur de grands bois couchés qui ont été datés par dendrochronologie et <sup>14</sup>C (chap. 2.5.3.1);
- de manière discontinue, ces dépôts de crue sont surmontés par des sables limoneux brun-noir, décarbonatés, finement organiques, avec des débris végétaux lités au sommet et des traces de brûlis. D'une épaisseur de 2 cm, ce niveau discret développé sur les unités D3.326 et D3.324 et observé dans la coupe CTT9 (fig. 24), a été soumis à une analyse micromorphologique (CAJ 13, chap. 19.5): il correspond à un petit sol humifère tronqué, sur lequel un brûlis a été pratiqué;
- au sommet de la série se placent les couches D3.302 et D3.301 (fig. 22c). La première est constituée d'une accumulation litée de charbons de bois tassés, épaisse de 10 cm, parfois interstratifiée de limons sableux et, dans la coupe CTT9, recouverte par des limons d'inondation piétinés et brûlés (couche D3.321). La seconde, d'une épaisseur de 10 cm, est identique à la première, mais nettement plus riche en fraction sableuse. Un examen micromorphologique a permis l'interprétation de ces dépôts anthropiques (CAJ 13, chap. 19.5). Sommairement, elles traduisent deux épisodes de charbonnage successifs, suivis par des débordements du ruisseau. Latéralement, dans la partie occidentale du domaine, ces niveaux se raccordent à la couche D3.311, une couche silteuse très riche en charbons de bois, qui renferme un abondant mobilier archéologique. Ces amoncellements ont localement occasionné une déformation des sédiments par effet de charge.

Série D3.2: en dehors des chenaux graveleux localisés en marge septentrionale du secteur, il s'agit de sables gris un peu limoneux au sommet et parfois gravillonneux à la base. Etendus sur la totalité de la zone des bassins, ces sédiments reposent sur un contact d'érosion très net, après une ablation localement profonde des couches accumulées au préalable. On peut y distinguer au moins deux épisodes granoclassés majeurs. Leur épaisseur atteint au maximum 80 cm dans les chenaux.

Série D3.1: ce sont des limons sableux brun-gris à traces d'hydromorphie, riches en charbons de bois et renfermant de nombreuses scories de fer. A certains endroits saturés en eau, l'accumulation de ces scories a engendré une déformation des sédiments sous-jacents. Issus de la métallurgie pratiquée plus au sud sur le site (zone d'activité 4), ces rejets sont également à l'origine des oxydes de fer qui imprègnent çà et là les limons. Cette unité, épaisse de 30 cm, a été interprétée sur le terrain comme un dépotoir en liaison avec la métallurgie venant combler les dépressions subsistant encore après le revêtement de toute la rive par les dépôts de crue (unité D3.2).

#### Les ensembles 2 et 1

Il s'agit des dépôts alluviaux mis en place après le Haut Moyen Age. Sur la rive convexe du méandre, la série D2, principalement des limons d'inondation brunâtres épais de 40 cm, scelle les couches inférieures. Dans le lit du ruisseau, cette unité est représentée par des comblements de chenaux sablo-graveleux, progradant vers le nord et pouvant atteindre 1,2 m d'épaisseur. La terre végétale (D1) coiffe la séquence.

#### 2.2.4.6 Le domaine E: bas de versant, nappe alluviale étagée

##### 2.2.4.6.1 Présentation

Ce domaine jouxte les domaines C, D et F par le sud. Différentes tranchées ont mis au jour une terrasse fluviale étagée de 2 à 3 m au-dessus du fond de vallée actuel et que l'on a pu suivre sur environ 150 m dans l'axe W-E, et sur 40 à 50 m dans l'axe N-S (fig. 30, coupe II). Définis comme les ensembles 6 et 7, ces terrains sont riches en argile dans leur partie supérieure: ils ont été exploités en tant que matière première à l'époque gallo-romaine (CAJ 17, chap. 13). Aucune datation n'a pu être réalisée dans ces dépôts, mais aussi bien leur position stratigraphique que leur faciès indiquent un âge antéholocène, éventuellement contemporain du Pléniglaciaire supérieur. De par cette situation géomorphologique en pied de versant, le faciès des couches archéologiques médiévales (et plus récentes) tend à converger vers des colluvions, tandis que la stratigraphie locale est assez simple (fig. 25; annexe 1.2.5). Différentes structures furent implantées au Haut Moyen Age sur ce replat assez favorable au développement de différentes activités artisanales (zones d'activité 3 et 4; CAJ 13, chap. 8 et 9.3).

##### 2.2.4.6.2 La stratigraphie

N'apparaissant que dans le domaine E, il faut le préciser, la formation alluviale perchée se compose de deux termes déjà décrits plus haut: à la base, entaillant la molasse, on trouve tout d'abord la nappe de graviers E7 (0,8 m au max.); puis, au-dessus, selon

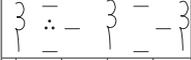
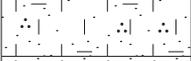
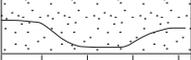
	Couche ou série	Description	Interprétation
	E1	Terre végétale.	Agriculture moderne, horizon de labourage
	E2.1	Limons sablonneux ou silteux brun clair, bioturbés, à charbons de bois épars.	Colluvions, pédosédiments.
	E3.1	Limons sableux, brun-gris avec charbons de bois, et fragments de terre cuite.	Horizon archéologique du Haut Moyen Age.
	E6.1	Comblement de chenaux sableux jaune et blanchâtre.	Alluvions altérées, horizon éluvial E.
	E6.2	Limons jaune rouille très argileux, sableux à la base, enrichis en oxydes.	Dépôt d'inondation très altérés par pédogénèse, horizon BTg.
	E7	Graviers grossiers, altérés au sommet, en nappe étagée par rapport au fond de vallée.	Nappe alluviale antéholocène.

Fig. 25 Domaine E: bas de versant, nappe alluviale étagée. Stratigraphie simplifiée.

un contact érosif souvent irrégulier, apparaît l'unité E6 (0,8 m), elle-même constituée de limons argileux jaune orangé (couche E6.2) qui sont localement incisés par des chenaux à comblement sableux (couche E6.1).

Un examen micromorphologique des limons E6.2, très riches en oxydes ferromanganiques et exempts de carbonates, confirme leur origine alluviale du fait de leur microstructure en lits granoclassés. Mais il révèle surtout une évolution sur place complexe. Sommairement, plusieurs phases d'illuviation d'argiles, entrecoupées de phases d'hydromorphie, y sont discernables. On en déduit que cette couche correspond principalement à un horizon argilluvial hydromorphe (ou horizon BTg) d'un sol lessivé. Dans la partie supérieure de cette même unité, qui passe au jaune clair, on remarque en revanche un appauvrissement en particules fines, désignant plutôt un horizon éluvial (ou horizon E), souvent tronqué. Au-dessus, se place en effet l'horizon médiéval E3.1 selon un contact d'érosion irrégulier. Ce sol enfoui est constitué de limons sableux brun-gris jaunâtre, bioturbés, à paillettes de charbon de bois et fragments de terre cuite épars. Epais de 10 à 15 cm, il disparaît vers le sud, en amont dans le versant, où il est érodé. Il est scellé par des colluvions limono-sableuses brun clair, la couche E2.1, qui s'épaississent également vers le pied du versant (0,5 m au max.). La terre végétale ou couche E1, coiffe la séquence.

## 2.2.4.7 Le domaine F: plaine d'inondation médiane et gouttière

### 2.2.4.7.1 Présentation

De superficie comparable au secteur des bassins (domaine D) auquel il fait suite en aval, ce domaine se localise en marge sud de la bande d'activité du ruisseau (domaine C). Il recèle principalement des séquences de plaine d'inondation plutôt condensées qui passent latéralement, c'est-à-dire vers le nord et à l'est, près du domaine G, à des chenaux comblés de sables et de graviers. Sa stratigraphie ne présente aucune complication particulière (fig. 26; annexe 1.2.6). L'horizon archéologique du Haut Moyen Age s'étend sur l'ensemble du domaine, en rive droite du ruisseau de l'époque. Celui-ci décrivait une boucle d'environ 50 m de longueur d'onde, à concavité orientée vers le nord, dans laquelle débouchait une gouttière transversale (ou « crevasse »), dont le remplissage sédimentaire s'insère stratigraphiquement dans l'ensemble 3. Cette petite entaille d'axe N-S subdivisait ainsi le lobe du méandre en deux, l'habitation A de la ferme 3 ayant été édifée dans la portion orientale (CAJ 13, fig. 148).

### 2.2.4.7.2 La stratigraphie

Au-dessus des graviers de fond de vallée, ou couche F5, les dépôts quaternaires atteignent une épaisseur moyenne de 1,5 m :

	Couche ou série	Description	Interprétation
	F1	Terre végétale.	Agriculture moderne, horizon de labourage.
	F2	Limons argileux bruns, sableux à la base, bioturbés.	Dépôt d'inondation éloigné du chenal.
	F3.1	Limons un peu sableux, brun-gris riches en charbons de bois et fragments de terre cuite.	Horizon archéologique du Haut Moyen Age.
	F4.101	Limons argileux grisâtres à palettes de charbon de bois éparses.	Horizon archéologique protohistorique, peu marqué.
	F4.2	Limons sableux à la base, gris-vert, passant à des limons argileux hydromorphes jaune rouille.	Dépôt d'inondation altéré par pédogénèse.
	F4.3	Graviers fins, altérés.	Remblaiement des chenaux.
	F5	Graviers grossiers, altérés au sommet.	Nappe alluviale pléni-glaciaire.

Fig. 26 Domaine F: plaine d'inondation médiane et gouttière. Stratigraphie simplifiée.

- ensemble 4 : se compose essentiellement de la couche F4.2, soit des limons très argileux gris-jaune à traces d'hydromorphie qui reposent sur des graviers fins, altérés, ou couche F4.3. Sur une bonne partie du domaine, ces limons d'inondation pédogénisés sont coiffés par un horizon grisâtre renfermant des charbons de bois, la couche F4.101. Le comblement d'un fossé se rattache d'ailleurs à ce niveau interprété comme l'horizon archéologique protohistorique (CAJ 13, chap. 10.1). Cette couche montre latéralement une dilatation ainsi qu'un changement de faciès puisqu'elle se corrèle avec des comblements limono-sableux et graveleux (couches F4.112 et F4.111) renfermant des charbons de bois : il s'agit de paléochenaux protohistoriques qui s'individualisent plus nettement vers l'est, dans le domaine G ;
- ensemble 3 : d'une épaisseur de 15 à 20 cm, l'horizon archéologique médiéval, ou couche F3.1, est formé de limons brun-gris foncé à charbons de bois, avec des traces d'hydromorphie. Il repose selon un contact irrégulier mais net sur des limons d'inondation plus sableux, la couche F3.201. Dans la gouttière transversale, ce sol fossile se dilate en une petite séquence granodécroissante épaisse de 35 cm, les couches F3.114 à F3.111. A proximité de la rive du ruisseau, des graviers (couche F3.212) s'insèrent encore sous le revêtement limoneux ;
- ensembles 2 et 1 : la couche F2, des limons d'inondation brun clair épais de 30 cm, recouvre l'ensemble du domaine. A son sommet se place la terre végétale labourée (couche F1).

#### 2.2.4.8 Le domaine G : paléochenaux

##### 2.2.4.8.1 Présentation

Allongé selon l'axe N-S, le domaine G se situe entre les domaines C et F à l'ouest et H à l'est. Suite à différents sondages, ce secteur a fait l'objet d'une fouille indépendante des travaux menés sur le gisement médiéval, car une couche renfermant du mobilier protohistorique y a été mise au jour. Des extensions latérales, sous forme de longues tranchées N-S (fig. 10), sont venues élargir la vision de cette zone qui se caractérise par la quasi-absence de l'horizon archéologique médiéval, alors que les dépôts antérieurs y montrent un bon développement. L'approche géologique de terrain a montré une certaine complexité dans la succession des paléochenaux (Guélat 1995a). Sommairement, ces derniers traduisent une migration assez rapide du lit du ruisseau vers le bord nord de la plaine d'inondation. D'après les datations à disposition (Pousaz et Taillard 1995; chap. 2.3.1.3.2), ce déplacement



Fig. 28 Coupe dans la zone des paléochenaux (domaine G). La couche archéologique protohistorique coiffe le sommet des graviers à la base du profil. Hauteur env. 2 m.

du lit s'est opéré dans une période comprise entre la fin de l'Age du Fer et le Haut Moyen Age. En outre, la tranchée d'exploration a révélé l'existence, sur le flanc nord de la plaine cette fois, d'une unité alluviale perchée de faciès comparable à celle identifiée dans le domaine E (fig. 30, coupe IIIa). Cependant, dans le cadre du présent travail, centré sur le Haut Moyen Age, nous n'entrons pas dans les détails stratigraphiques du domaine G (fig. 27; annexe 1.2.7). Seuls quelques points utiles pour la chronologie générale du site sont décrits ci-après.

##### 2.2.4.8.2 La stratigraphie

L'épaisseur des sédiments quaternaires, y compris les graviers G5 qui sont la plupart du temps incisés, atteint 3 à 3,5 m. Au-dessus de cette nappe, se trouvent les unités suivantes :

##### L'ensemble 4

En dehors des limons d'inondation très étendus (couche G4.2), cet ensemble est représenté par des comblements de chenaux de la série G4.1 (fig. 28). A la limite entre les dépôts sablo-limoneux et la charge de fond, graveleuse, se placent souvent des sédiments

Fig. 27 Domaine G : paléochenaux. Stratigraphie simplifiée.

	Couche ou série	Description	Interprétation
	G1	Terre végétale.	Agriculture moderne, horizon de labourage.
	G2	Limons sableux brun-jaune, carbonatés.	Dépôts de débordement.
	G3.2	Limons argilo-sableux gris à charbons de bois, se corrélant avec des chenaux graveleux-sableux.	Comblements de chenaux recoupés.
	G4.111, /112, /113	Sables silteux bruns, organiques, riches en charbons de bois, renfermant des artefacts.	Séquence de chenal secondaire, protohistorique.
	G4.114	Graviers calcaires interstratifiés de lentilles sableuses, contenant des bois.	Comblements de chenaux (charge de fond).
	G5	Graviers grossiers, altérés au sommet.	Nappe alluviale pléni-glaciaire.

organiques renfermant mollusques, macrorestes végétaux et autres fragments de bois pouvant atteindre la taille d'un tronc : des datations radiocarbone ont été effectuées sur quelques-uns d'entre eux (chap. 2.3.1.3.2). La couche archéologique G4.111 appartient elle aussi à ce type de sédiments. Épaisse de 10 cm, très riche en charbons de bois, elle est constituée de silts sableux bruns, à matière organique finement dispersée. Elle coiffe une petite séquence granoclassée édifée dans les basses de convexité<sup>8</sup> (chap. 2.4.3.1.2). Des datations de bois issus des couches sus- et sous-jacentes, ainsi que sur des charbons prélevés dans le niveau même, confirment son attribution chronotypologique, à savoir l'Age du Fer. Latéralement, en dehors des chenaux, un horizon argileux grisâtre, à charbons de bois et céramiques épars, s'insère entre les limons d'inondation altérés (couche G4.201) et la base de l'ensemble 3. Il s'agit de l'horizon protohistorique (couche G4.101) développé en dehors du lit des paléochenaux, tel que nous l'avons déjà rencontré dans les domaines plus en amont.

#### Les autres ensembles

Par-dessus ces horizons-repères se mettent en place des limons sableux ou argileux rattachés à l'ensemble 3. Ces comblements se corrélaient latéralement vers le nord avec des chenaux emboîtés, à remplissage très sableux. L'horizon archéologique médiéval (couche G3.101), qui devrait se trouver au contact entre les ensembles 2 et 3, a été érodé sur presque tout le domaine. Il n'apparaît que discrètement vers l'ouest, en limite avec le domaine F. La stratigraphie se termine par des limons sableux brun-jaune assez épais (couche G2), carbonatés à la base, qui témoignent d'une certaine dynamique des crues dans ce secteur. Au sommet de ces dépôts d'inondation se trouve l'horizon actuel des labours (couche G1).

### 2.2.4.9 Le domaine H : plaine d'inondation orientale

#### 2.2.4.9.1 Présentation

Constituant toute l'extension orientale du site, ce domaine allongé sur plus de 320 m dans l'axe W-E est le plus vaste du gisement. Il se localise en rive droite du ruisseau sur laquelle de grandes tranchées exploratoires ont permis d'en saisir la stratigraphie avec précision<sup>9</sup>. Par opposition au domaine G, l'horizon archéologique médiéval est assez continu dans cette zone. Le tracé du cours d'eau reconstitué découpe le domaine en trois secteurs principaux. Tout à l'ouest, dans le prolongement du domaine G, il décrit tout d'abord une boucle concave vers le nord, d'une longueur d'onde d'environ 80 m. Ce méandre définit un premier lobe sur lequel la ferme 4 a été installée. Puis, vers l'est, le ruisseau fait une deuxième boucle de longueur d'onde comparable, mais à concavité inverse, orientée vers le sud cette fois. En rive gauche, le lobe de ce méandre est constitué essentiellement d'une succession de chenaux postérieurs au Haut Moyen Age, l'horizon archéologique de cette période n'y apparaît donc plus ; sur la rive droite, hors emprise des travaux, celui-ci semble avoir été érodé. Tout à l'est enfin, d'une extension de plus de 150 m, le cours d'eau dessine une courbe à plus grand rayon, à concavité tournée à nouveau vers le nord. Les occupations humaines se situent sur sa rive droite, avec l'implantation des fermes 5 et 6, séparées par une entaille comblée par des dépôts plus récents (ensemble 2) et liée peut-être à la présence d'un ruz, comme dans le cas du domaine F.

#### 2.2.4.9.2 La stratigraphie

Chacun de ces secteurs comprend bien sûr des particularités, mais on y retrouve finalement des séquences sédimentaires assez comparables, qui ne montrent pas de grande complexité (fig. 29 ; annexe 1.2.8). L'horizon archéologique médiéval se présente en général sous la forme d'un sol alluvial enfoui, développé sur des substrats assez variés tels que limons, sables et graviers. Au-dessous, l'horizon protohistorique est attesté et il se raccorde latéralement avec un paléochenal, bien individualisé sur le bord sud du domaine.

Les sédiments quaternaires atteignent dans le domaine H une épaisseur variant de 2,5 à 3 m, les graviers de fond de vallée H5, altérés sur 15 cm au sommet, égalant 1,5 m de puissance au maximum. Les unités sus-jacentes sont les suivantes :

#### L'ensemble 4

En plaine alluviale, il comprend à la base la couche H4.2, des limons d'inondation argileux, gris-jaune à traces d'hydromorphie, qui ont une épaisseur de 50 à 80 cm ; au-dessus de ces argiles se place l'horizon archéologique protohistorique H4.101, épais de 15 cm, formé de limons gris à charbons de bois – datés de l'Age du Fer (chap. 2.3.1.4) – et rares fragments de céramique. Latéralement, vers le sud du domaine, ce sol fossile se corréla avec des comblements de chenaux métriques, entaillant les unités plus anciennes (couches H5 et H4.2). Dans ces derniers, nous avons également distingué deux termes (fig. 30, coupe IV). D'une part le remblaiement graveleux de fond, ou couche H4.112, qui renferme des charbons et fragments de bois ; d'autre part la couche H4.111, un remplissage de limons argilo-sableux gris clair, à paillettes de charbon de bois assez abondantes.

#### L'ensemble 3

Séries H3.3 et H3.2 : suite à un changement dans le tracé général – le phénomène de migration rapide vers le nord déjà évoqué dans le domaine G – le lit actif du ruisseau, à l'époque protohistorique, est abandonné. Il est comblé par la série H3.3 composée de sédiments limono-sableux (couche H3.311), avec parfois des graviers peu épais à la base (couche H3.312). Ce nivellement des paléochenaux se corréla latéralement avec des sables jaunes, carbonatés, épais de 25 cm au plus (couche H3.301). Ces sables sont recouverts selon un contact érosif par une deuxième séquence de crues, la couche H3.2, constituée de limons sableux brun jaunâtre passant localement, dans la partie orientale du domaine, à des graviers assez fins, en nappe épaisse de quelques décimètres : il s'agit d'un dépôt de crue « torrentielle » à chenaux divagants. Du mobilier gallo-romain a été découvert dans cette unité, en particulier dans les faciès limoneux de la partie occidentale, aux alentours de la ferme 4 (CAJ 17, chap. 14 et 15).

Couche H3.1 : il s'agit de l'horizon du Haut Moyen Age renfermant par endroits un mobilier archéologique abondant. Dans le secteur occidental du domaine, à proximité de la ferme 4 (coupe CTT21), il se présente comme un niveau de 10 à 15 cm d'épaisseur, constitué de limons sableux gris foncé riches en charbons de bois. Aux abords de la ferme 5, dans la partie médiane du domaine, ce sol fossile est mieux exprimé, plus épais (20 cm) et

montre une texture limono-argileuse. Sa limite supérieure, graduelle, est bioturbée, tandis que le contact inférieur, bien qu'assez net, a un contour irrégulier. Dans le secteur oriental, au voisinage de la ferme 6, il devient plus diffus car il se développe sur la nappe graveleuse H3.2 : dans cette zone, la couche médiévale ne constitue parfois qu'un liseré charbonneux de quelques centimètres d'épaisseur.

#### Les autres ensembles

Ensemble 2 : il se subdivise en deux couches distinctes. D'une part, on a des comblements de chenaux constitués en général de graviers et de sables à litage distinct, ou couche H2.2. Ces dépôts sont apparus dans la tranchée d'axe W-E sur 75 m de longueur environ : la bande d'activité du ruisseau La Pran recoupe à cet endroit les couches plus anciennes. D'autre part, en dehors de cette dernière, on trouve la couche H2.1 : ce sont les limons d'inondation argileux brunâtres, de 20 à 30 cm d'épaisseur, qui scellent l'ensemble 3.

Ensemble 1 : la couche H1, soit la terre végétale labourée, coiffe toute la séquence.

### 2.3 Géométrie des couches. Raccords stratigraphiques

Dans le but d'illustrer quelque peu la présentation des domaines morphosédimentaires, une lecture verticale de la stratigraphie est donnée ci-dessous sous une forme résumée. Ce parcours s'effectue selon deux axes. Tout d'abord par une série de coupes transversales qui permettent de mieux saisir la géométrie des unités distinguées. Puis, grâce à une matrice de Harris simplifiée, on considère l'intégralité du site selon l'axe longitudinal, ceci afin d'établir les raccords entre les différents domaines morphosé-

dimentaires. Ces visions synthétiques permettent, entre autres, de déceler certaines tendances évolutives dans la succession des unités alluviales et apportent ainsi des compléments importants pour la paléohydrologie (chap. 2.5.2.2.).

#### 2.3.1 Vision transversale : les coupes synthétiques

Une série de quatre coupes permet de saisir la configuration des différents ensembles sédimentaires en balayant le site d'ouest en est (fig. 30). Espacées de 210 m environ et orientées sud-nord, ces coupes ont une longueur variable selon l'importance de la zone explorée. Leur construction s'appuie non seulement sur les relevés effectués au cours des travaux de fouille, mais aussi sur les données de sondages géotechniques<sup>10</sup> et archéologiques (Guélat 1988; Masserey et al. 1990). Les différents ensembles sédimentaires (chap. 2.2.2) sont ainsi représentés, avec leur lithologie symbolisée en surcharge, tandis que les domaines morphosédimentaires traversés sont précisés (fig. 30).

Les datations à disposition pour les couches concernées sont également reportées; leur référence complète est indiquée par un renvoi au paragraphe concernant la chronologie (chap. 2.5.3), ou bien à l'aide d'une note s'il s'agit d'une date ne figurant pas ailleurs dans l'ouvrage. De manière générale dans ce sous-chapitre, il s'agit de dates <sup>14</sup>C calibrées à 2 sigma<sup>11</sup>.

##### 2.3.1.1 La coupe I

La coupe Ia se localise vers l'extrémité occidentale du gisement. Elle traverse les domaines morphosédimentaires A au nord et B au sud, plus précisément le lobe du méandre occidental de ce domaine, et s'interrompt au pied du versant molassique où s'écoule le ruisseau La Pran. La zone de berge, vu sa relative complexité stratigraphique, est agrandie dans la coupe Ib.

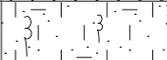
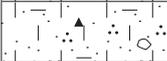
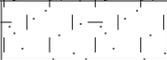
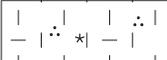
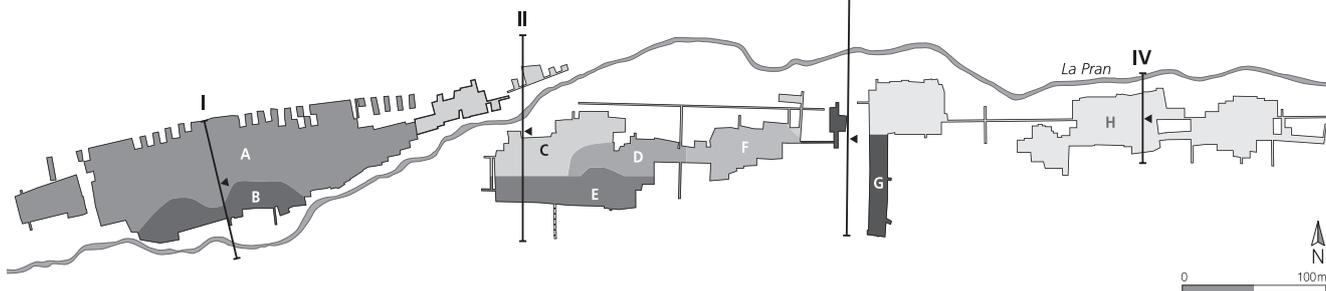
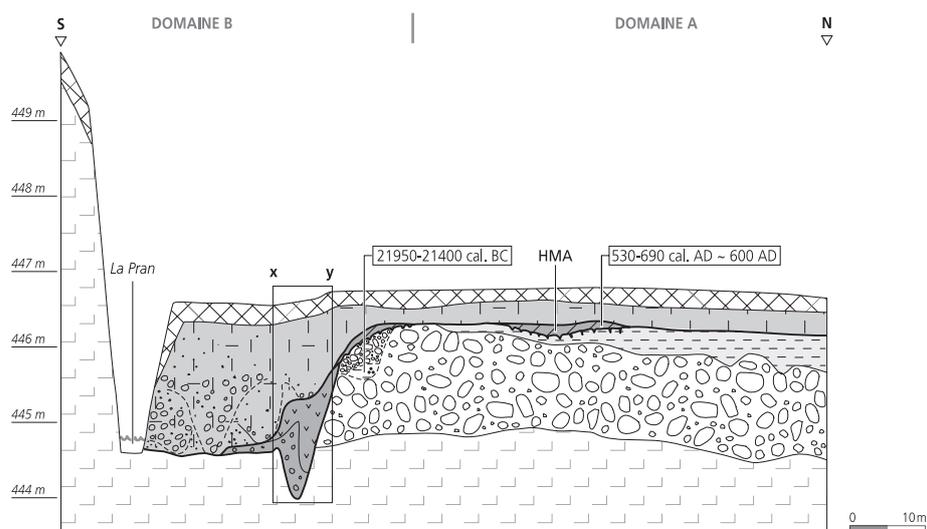
Partie nord		Partie sud (lit protohistorique)		Interprétation
Couche ou série	Description	Couche ou série	Description	
	H1 Terre végétale.		H1 Terre végétale.	Agriculture moderne, horizon de labourage.
	H2 Limons argileux brun clair, bioturbés.		H2 Limons argileux brun clair, bioturbés.	Dépôt d'inondation.
	H3.1 Limons sableux gris foncé; charbons, gravillons et bouts de terre cuite épars.		H3.1 Limons sableux gris foncé; charbons, gravillons et bouts de terre cuite épars.	Horizon archéologique du Haut Moyen Age.
	H3.2 Limons sableux, brun jaunâtre.		H3.2 Limons sableux ou argileux, jaune-brun; raccords latéraux avec chenaux graveleux.	Dépôt d'inondation et remblaiement de chenaux.
			H3.301 Sables limoneux, jaunâtres, carbonatés.	Dépôt d'inondation proche du chenal.
	H4.1 Limons argileux gris, à paillettes de charbon de bois éparses.		H4.111 Limons argilo-sableux brun-gris; charbons épars et rares fragments de céramique.	Horizon protohistorique, comblement de chenaux.
	H4.2 Limons argileux, sableux vers la base; jaune rouille-gris, traces d'hydromorphie.		H4.112 Graviers à matrice sableuse grise; charbons et rares fragments de céramique.	Remblaiement de fond de chenal.
	H5 Graviers grossiers, altérés au sommet.		H5 Graviers grossiers, altérés au sommet.	Dépôt d'inondation altéré par pédogénèse.
				Nappe alluviale pléni-glaciaire.

Fig. 29 Domaine H : plaine d'inondation orientale. Stratigraphie simplifiée.

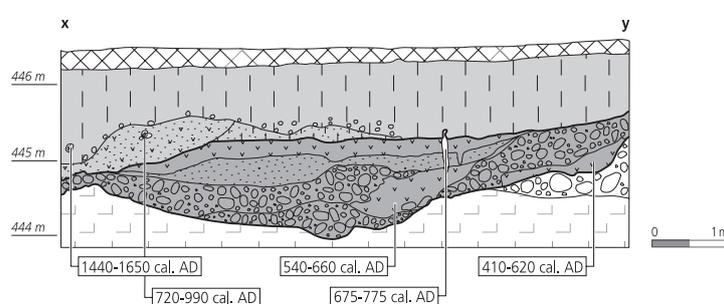
SITUATION DES COUPES



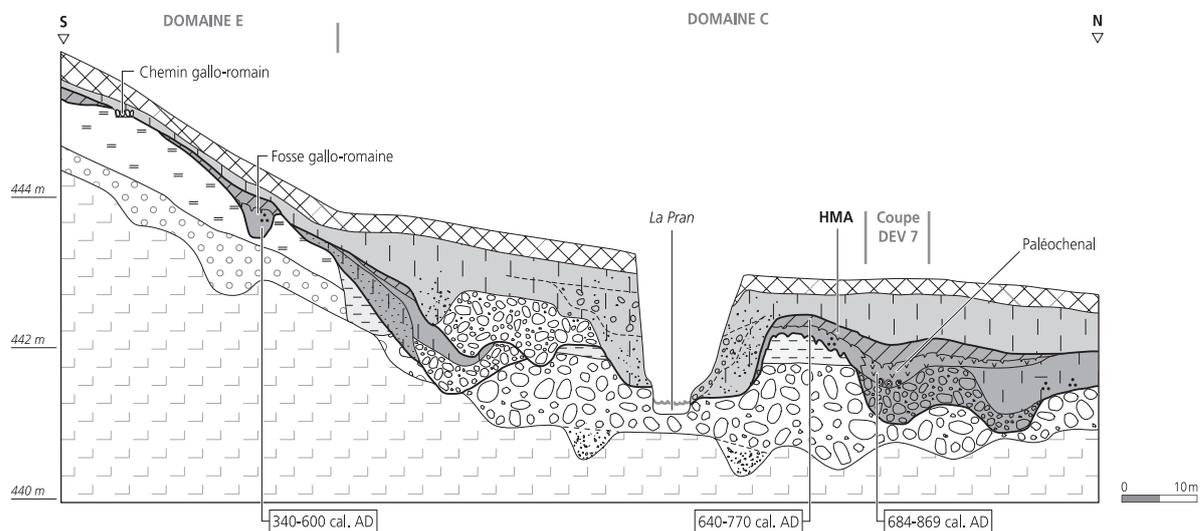
COUPE Ia



COUPE Ib



COUPE II



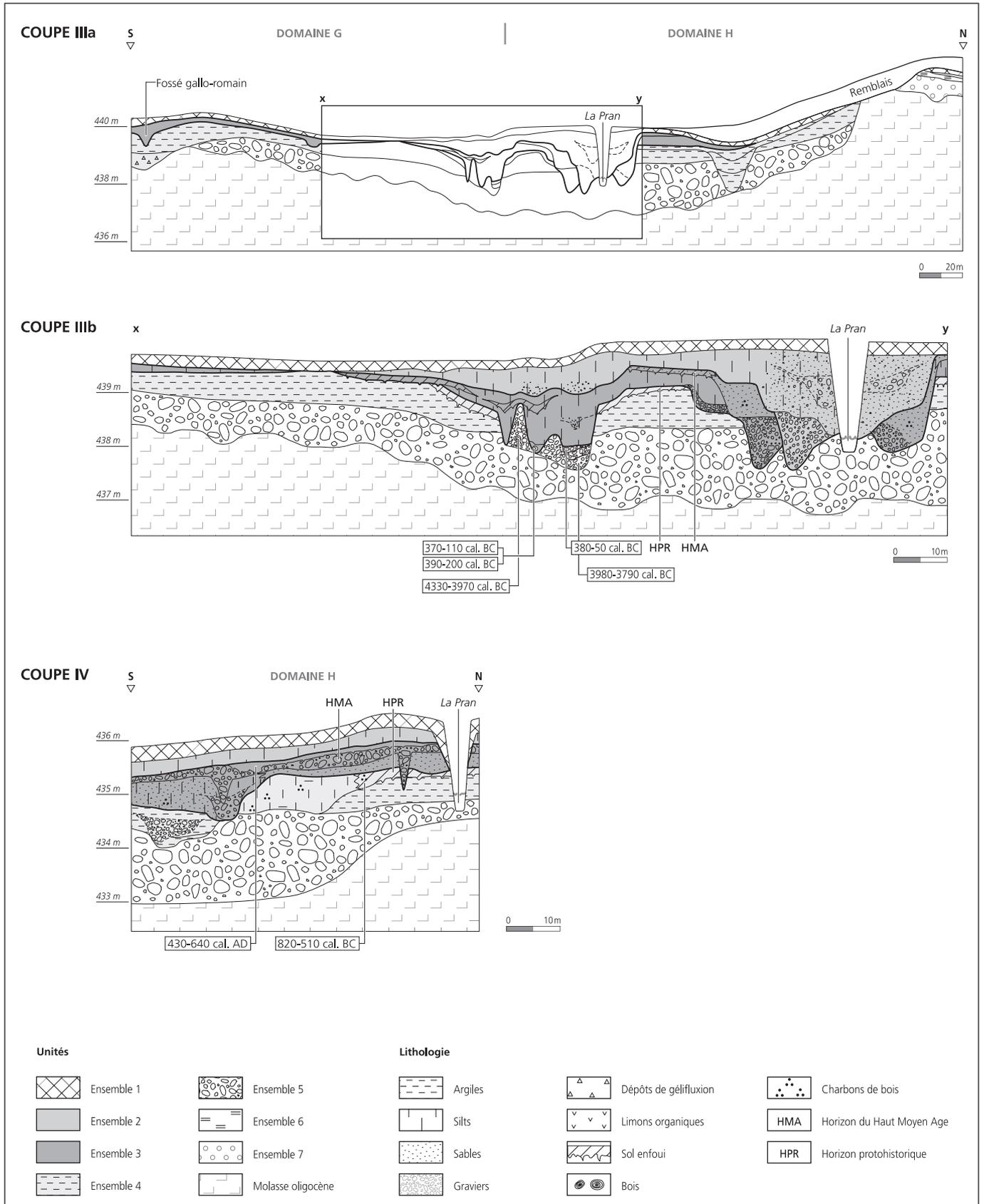


Fig. 30 Coupes synthétiques transversales. Commentaires dans le texte.

**La coupe la**

D'une longueur de 100 m, cette coupe révèle que les sédiments holocènes se développent en épaisseur surtout dans le bord sud de la plaine. Disposés de manière progradante, ils reposent sur la molasse tertiaire, l'ensemble 5 ayant subi une ablation totale à cet endroit. Vers le nord apparaît une séquence isolée représentant un stade terminal de la mise en place du cailloutis de fond de vallée. Ces dépôts limono-graveleux renfermaient, tout à la base, des charbons de bois qui ont livré un âge de 21 950-21400 cal. BC<sup>12</sup> (fig. 45). Cette date tendrait donc à montrer que les graviers de l'ensemble 5 se sont mis en place au LGM, dans la seconde partie du Pléniglaciaire supérieur.

L'ensemble 4, plutôt condensé, apparaît uniquement sous forme d'un revêtement de limons d'inondation altérés. Au-dessus, l'horizon médiéval se marque de manière discontinue suivant la répartition des vestiges, en l'occurrence le bâtiment C de la ferme 1, daté de 600 cal. AD environ (CAJ 13, chap. 5.7.2).

**La coupe lb**

En zone riveraine, l'ensemble 3 se dilate à la faveur du comblement d'un chenal secondaire, et permet une approche à résolution stratigraphique des plus intéressantes pour le site. Agrandissement local de la première, la coupe lb illustre sur 7,5 m de longueur la succession des 5 séries qui constituent précisément l'ensemble 3 (à savoir les séries B3.5 à B3.1, chap. 2.2.4.3.2). Les dates radiocarbone disponibles sont cohérentes avec la disposition spatiale de ces unités : elles se sont mises en place dans un intervalle chronologique compris entre 410 cal. AD et 775 cal. AD au plus tard (fig. 45). Cette accumulation se termine par des dépôts tourbeux traduisant un atterrissement par accrétion verticale. Celui-ci a vraisemblablement été favorisé par un aménagement anthropique de la rive du ruisseau, sous la forme de rangées de piquets. Au-dessus de ces limons organiques, dans l'ensemble 2, deux bois datés dans des chenaux directement progradants ont livré des dates plus tardives non seulement cohérentes avec la stratigraphie, mais également avec la chronologie du site, dont l'abandon est placé vers 750.

**2.3.1.2 La coupe II**

Au travers des domaines C au nord et E au sud, à un endroit où la bande d'activité du ruisseau est plutôt large (fig. 20), cette coupe atteint 145 m de longueur. Par contraste avec la précédente, les terrains holocènes prennent une certaine importance en épaisseur et les différents ensembles, emboîtés, montrent une tendance à l'accrétion verticale.

Première particularité stratigraphique, une nappe alluviale perchée apparaît sur la bordure sud de la plaine. Elle est composée à sa base par l'ensemble 7, c'est-à-dire des graviers fluviaux étagés de quelques mètres par rapport au fond de vallée. Sa limite supérieure avec l'ensemble 6 (revêtement limoneux associé) constitue sans doute un contact érosif, vu son obliquité. Aucune datation n'a pu être réalisée dans ces dépôts par manque de matériau adéquat, mais aussi bien leur position stratigraphique que leur faciès indiquent un âge antéholocène, au moins. Ces terrains riches en argiles ont été exploités à l'époque gallo-romaine (chap. 2.2.4.6)

et les fosses d'extraction se sont comblées postérieurement, par colluvionnement durant la période médiévale (datation de 340-600 cal. AD, par exemple, dans le remplissage de la fosse 43 ; CAJ 17, chap. 14).

Colmatant le fond de vallée, les graviers de l'ensemble 5 sont profondément entaillés par des chenaux plus récents. Des forages ont montré l'existence, par endroits, de chenaux gravillonneux développés au contact entre ce cailloutis et la molasse. Quant aux sédiments de l'ensemble 4, ils n'apparaissent que sous la forme de discrets témoins, épargnés par les divagations plus tardives du ruisseau.

Au nord du ruisseau moderne (définition : voir chap. 2.5.1.2.2), un paléochenal comblé par l'ensemble 3 a été mis en évidence grâce à la coupe DEV7, qui fait l'objet d'une étude détaillée (chap. 2.4.3.3). Coiffée par l'horizon médiéval daté de 640-720 et de 740-770 cal. AD (fig. 47), cette séquence organique traduit l'atterrissement d'une petite zone humide qui s'est développée après le fonctionnement du chenal. A sa base, le croisement de datations dendrochronologiques et <sup>14</sup>C obtenues sur un chêne, soit 684-869 cal. AD (chap. 2.5.3.1), indique une insertion de ces dépôts dans le Haut Moyen Age. Au sud de la plaine, en pied de pente, se trouve également un paléochenal en partie érodé, probablement plus ancien que le précédent étant donné la tendance du ruisseau à migrer vers le nord dans ce secteur (chap. 2.2.4.4.2). Cette structure est remplie de sédiments minérogènes cette fois, recouverts par l'horizon médiéval, ici de type colluvial.

Cette coupe révèle enfin le bon développement de l'ensemble 2, ce qui témoigne de l'importance des divagations relativement récentes du ruisseau dans cette zone rattachée au domaine C.

**2.3.1.3 La coupe III**

La coupe IIIa concerne pour ainsi dire la totalité de la plaine de la Pran. Elle a pu être dressée grâce à des tranchées ouvertes au-delà du tracé autoroutier et traverse le domaine morphosédimentaire G ainsi que l'extrémité occidentale du domaine H. La coupe IIIb consiste en un agrandissement de la section où apparaissent les chenaux protohistoriques (chap. 2.2.4.8).

**La coupe IIIa**

Cette coupe atteint 400 m de longueur. On note tout d'abord l'apparition sur son bord nord d'une unité alluviale étagée de quelques mètres par rapport au fond de vallée. Sa lithologie est comparable à la nappe perchée décrite dans la coupe II (ensembles 6 et 7), mais sa puissance est moindre. L'extension totale de l'ensemble 5 est révélée : on note une érosion partielle en bordure sud, les graviers passant à des coulées de gélifluxion, plus tardives sans doute que la nappe alluviale grossière. Coiffant en tous points cette dernière, l'ensemble 4 a une extension beaucoup plus conséquente que dans les coupes amont. Les autres ensembles se superposent dans la partie médiane du vallon. Cette tendance à l'accumulation verticale dans la période historique a généré de part et d'autre du ruisseau des secteurs relativement déprimés, souvent détremés. Dans le flanc nord de la coupe, cette zone marécageuse a été comblée par des remblais modernes.

### La coupe IIIb

De rapport dimensionnel identique aux coupes I, II et IV, cet agrandissement de la coupe IIIa, d'une longueur de 149 m, met en évidence une certaine complexité dans la succession des paléochenaux. Ces derniers sont progradants et reflètent une migration assez rapide du ruisseau vers le nord (chap. 2.2.4.8).

Dans la partie centrale de la coupe, un ancien lit du ruisseau inclus à l'ensemble 4 est désigné par des fonds de chenaux graveleux renfermant d'assez nombreux fragments de bois et même des troncs. Deux d'entre eux ont livré des dates <sup>14</sup>C assez concordantes, soit 4330-3970<sup>13</sup> et 3980-3790 cal. BC<sup>14</sup>, relativement anciennes par rapport aux couches sus-jacentes. Ces graviers sont en effet scellés par des limons organiques qui renferment du mobilier archéologique attribué au second Age du Fer (Pousaz et Taillard 1995). Deux datations combinées<sup>15</sup> définissent un âge de 380-50 cal. BC confirmant ainsi cette insertion. En outre, deux bois en position stratigraphique équivalente, mais situés dans des coupes adjacentes, ont livré des dates compatibles, soit 370-110 cal. BC<sup>16</sup> pour l'un et 390-200 cal. BC<sup>17</sup> pour l'autre.

Latéralement, l'horizon protohistorique enfoui (chap. 2.2.2.5) s'étend au sommet de l'ensemble 4, en dehors des paléochenaux. Comblés par des sédiments minéroènes, ces derniers recoupent l'horizon HPR et se rattachent donc à l'ensemble 3, au sein duquel un horizon humifère, peut-être gallo-romain, se distingue sur la rive sud. Au sommet de la séquence, de part et d'autre du ruisseau moderne, l'horizon médiéval n'a que très peu d'extension. Quant à l'ensemble 2, il s'emboîte parfaitement dans le précédent.

#### 2.3.1.4 La coupe IV

Cette coupe de 64 m de long se situe dans le domaine H et traverse ainsi l'extrémité orientale du gisement. Elle illustre la géométrie des ensembles dans la partie médiane de la plaine, à proximité du ruisseau moderne.

Au-dessus des graviers de l'ensemble 5, qui s'épaississent beaucoup en direction du sud, on constate à nouveau un empilement vertical des ensembles. A l'instar de la coupe précédente, un ancien lit du ruisseau se dessine dans la partie méridionale de la coupe. Latéralement, ces paléochenaux de l'ensemble 4 se corrélaient avec l'horizon protohistorique (HPR) qui renferme du mobilier archéologique épars et des charbons de bois : ceux-ci ont livré un âge de 820-510 cal. BC<sup>18</sup> qui atteste l'insertion de ce niveau dans l'Age du Fer. La géométrie des dépôts de l'ensemble 3 traduit également une migration du cours d'eau : les chenaux protohistoriques sont comblés et le ruisseau se déplace vers le nord de la plaine, non explorée. L'horizon médiéval, assez continu dans ce secteur où la ferme 5 a été implantée (430-640 cal. AD : cabane en fosse M ; CAJ 13, chap. 13.6), se développe sur des dépôts graveleux renfermant du mobilier gallo-romain. Seuls des limons peu épais, issus d'inondations dans la plaine, représentent l'ensemble 2. Les chenaux se raccordant à ces dépôts distaux doivent en toute logique se localiser, eux aussi, plus au nord. En fait, dans cette zone, le ruisseau moderne a recoupé les méandres : son tracé résulte d'une correction effectuée certainement au 18<sup>e</sup> siècle, comme le montrent les données des archives (chap. 1.3.2).

## 2.3.2 Vision longitudinale

### 2.3.2.1 Présentation

Pour la compréhension de la stratigraphie du gisement selon l'axe longitudinal, l'option d'une matrice de Harris a été choisie en lieu et place d'une coupe géologique, afin de garantir une bonne lisibilité (fig. 31). Simplifié au maximum, ce schéma consiste en un regroupement des profils de référence de chaque domaine morphosédimentaire (annexe 1.1), à l'exception du domaine E, qui n'est pas fondamental pour notre réflexion, vu ses nombreuses particularités (chap. 2.2.4.6). Ce diagramme montre ainsi les liens existant entre les séquences principales, ordonnées d'ouest en est.

### 2.3.2.2 Commentaires

L'ensemble 5 occupe le pied de profil dans tous les domaines figurés. A noter que la puissance de ces graviers augmente notablement d'ouest (1,5 à 2 m) en est (2,5 à 3 m). Concernant l'ensemble 4, l'horizon archéologique protohistorique (HPR) n'apparaît véritablement qu'à partir du domaine G où il s'individualise dans les séquences de plaine d'inondation. Il se poursuit de manière assez continue vers l'est à travers le domaine H, la corrélation étant bien établie par plusieurs datations qui permettent d'insérer ce niveau dans l'Age du Fer (chap. 2.3.1.3 et 2.3.1.4). A noter que ce sol enfoui apparaît aussi 400 m au-delà de l'extrémité orientale du gisement, sur le site protohistorique de Delémont, En La Pran (Pousaz et al. 2000), où les datations se rapportent plutôt à l'Age du Bronze final. A l'ouest du domaine G, ce paléosol n'apparaît que sporadiquement dans les domaines F et C, voire dans le domaine A, où quelques fossés lui ont été attribués. Conjointement, des comblements de paléochenaux se plaçant dans cet ensemble, tout particulièrement dans le domaine G où ils sont bien développés.

Les secteurs du gisement montrant la plus grande dilatation de l'ensemble 3 sont, sans conteste, les domaines B, zone organique riveraine, et D, zone des bassins : tous deux montrent une interaction manifeste entre les phénomènes naturels et des aménagements anthropiques ayant favorisé le « piégeage » de sédiments. Cet enregistrement stratigraphique assez exceptionnel en milieu terrestre permet une reconstitution de la succession des événements pour l'intervalle allant de l'époque gallo-romaine à l'abandon du hameau médiéval, vers le milieu du 8<sup>e</sup> siècle (chap. 2.5.3). A l'exception du domaine A, où l'horizon archéologique médiéval constitue l'unique représentant de l'ensemble 3, la série 3.2 est aussi exprimée dans les domaines C, E, G et H, sans que ces unités ne soient toutefois corrélables. Seules les couches F3.201 et G3.201 ont été reconnues sur le terrain comme strictement identiques.

Pour le sol enfoui médiéval (HMA), un tel degré de corrélation n'existe pas vraiment, ceci pour des raisons chronologiques. Dans le domaine A par exemple, il matérialise toute la période d'occupation du hameau, tandis que dans le domaine B, il indique surtout la phase finale de celle-ci, au 8<sup>e</sup> siècle. Dans le domaine G, cet horizon a subi une ablation presque totale par des chenaux plus tardifs.

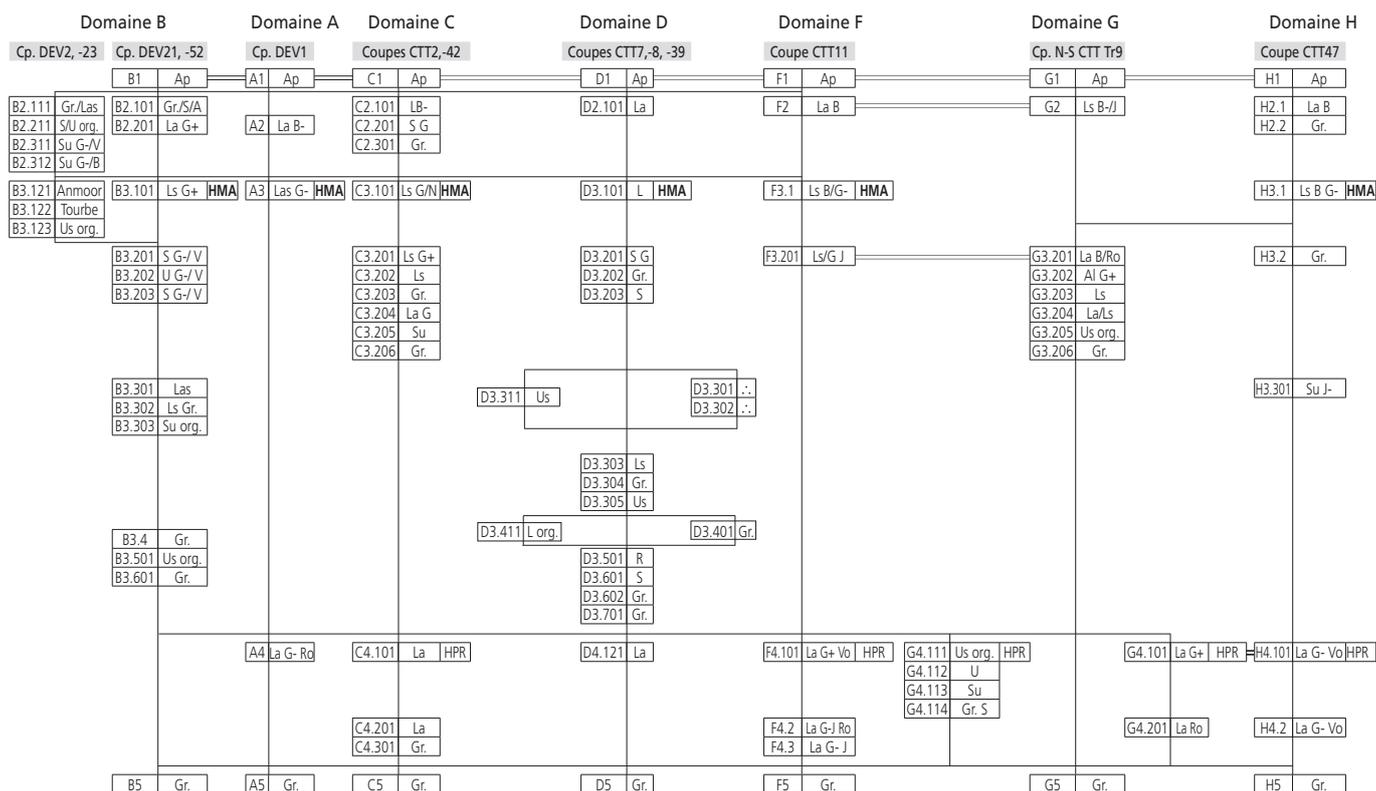


Fig. 31 Représentation schématique (diagramme de Harris) de la stratigraphie du gisement selon l'axe longitudinal. Domaine E exclu. Les légendes des abréviations sont décrites en annexe 1.2

Les séquences de référence pour la matrice de Harris ont été retenues en fonction du meilleur développement de l'ensemble 3, sur lequel l'étude se focalise. Par conséquent, il n'est pas surprenant que l'ensemble 2 n'y soit figuré que par des successions de peu d'importance, ce qui ne correspond bien évidemment pas à la réalité du terrain, comme en témoignent les coupes géologiques détaillées sous le point précédent. En effet, cette unité n'est exprimée dans le diagramme que par des limons d'inondation brunâtres ou, plus rarement, par des comblements de chenaux graveleux ou sableux, comme par exemple la séquence des coupes DEV2 et DEV23 du domaine B: des datations importantes pour la chronologie du site proviennent effectivement de cette dernière (fig. 30, coupe Ib; chap. 2.3.1.1.2). Quant à l'ensemble 1, il n'est représenté que par son seul et unique membre, à savoir l'horizon labouré actuel ou horizon Ap.

## 2.4 Caractérisation des sédiments

La définition des processus de mise en place des dépôts alluviaux ne peut s'appuyer uniquement sur les diagnostics de terrain. Les analyses de laboratoire, grâce à des quantifications et leur représentation graphique ciblée, permettent de compléter cette première lecture des séquences stratigraphiques tout en la vérifiant; elles élèvent également la réflexion à l'échelle d'un domaine morphosédimentaire, voire du gisement tout entier.

### 2.4.1 Méthodologie

Au terme des travaux de terrain, l'analyse granulométrique de plusieurs centaines d'échantillons de sédiments avait généré une

grande masse de données chiffrées qu'il a fallu gérer au plus vite en fonction des objectifs de l'étude. Dans un premier temps, un choix a dû être opéré parmi les diverses méthodes statistiques permettant de reconstituer les modalités de la sédimentation<sup>19</sup> et les formes alluviales qui en découlent. Au-delà de la classique interprétation de la courbe cumulative et des indices de tri et d'asymétrie que l'on peut en tirer, la méthode dite de Passega nous a paru particulièrement adaptée à la problématique du gisement de Develier-Courtételle. Ces options méthodologiques une fois prises, un outil informatique performant a dû être mis au point pour le traitement des résultats de l'analyse granulométrique: il s'agit d'une application du logiciel Excel dénommée Seditool, dont une présentation succincte figure en annexe 2.

#### 2.4.1.1 La méthode de Passega ou image C/M des dépôts alluviaux

Développée à l'origine par R. Passega (1957, 1964; Passega et Byramjee 1969), cette technique a été affinée depuis grâce aux travaux de J.-P. Bravard (Bravard et al. 1986, 1989, 1999) et de J.-L. Peiry (1988, 1994) qui ont montré son efficacité pour la reconstitution des paléoenvironnements fluviaux, tout particulièrement dans le contexte d'un gisement archéologique. Elle cherche à corrélérer les variations de texture d'un sédiment avec les processus de transport et de dépôt. Deux paramètres sont ainsi tirés des courbes cumulatives (fig. 32, en haut):

- la médiane M, qui décrit la grossièreté moyenne du dépôt; ce paramètre prend en compte l'échantillon dans sa globalité;
- le percentile le plus grossier C, qui représente la compétence maximale du courant ayant transporté les particules.

Les paramètres C et M sont mesurés sur chacune des courbes granulométriques et pointés sur un diagramme logarithmique, M en abscisse et C en ordonnée. Vingt à trente échantillons, correspondant aux textures disponibles sur un gisement de plaine alluviale, suffisent en principe pour déterminer un nuage de points, ou image C/M, qui constitue un référentiel propre au site. Cette image s'organise à gauche de la droite-limite C=M, qui représente des dépôts théoriques parfaitement triés. Chaque section ou regroupement de points de cette image complexe est caractéristique d'un processus de transport particulier. Divers processus de transport ou de dépôt ont été distingués par les études entreprises sur les transports solides en domaine fluvial. Des matériaux les plus grossiers aux plus fins, on distingue :

- le roulage sur le fond de la fraction la plus grossière;
- la suspension graduée, qui concerne essentiellement la fraction sableuse, et qui est liée à la décroissance de la turbulence dans une colonne d'eau; ce concept recouvre le mode de transport par saltation<sup>20</sup> (Reineck et Singh 1980);
- la suspension uniforme, qui concerne essentiellement la fraction limoneuse transitant dans une masse d'eau non turbulente;
- la décantation, mode de dépôt dans une masse d'eau stagnante.

Les segments représentatifs des ces modes de transport sont nommés par les lettres O, P, Q, R, S et T :

- le segment OP regroupe les sédiments transportés par roulage et, dans une moindre mesure, en suspension graduée; celle-ci

résulte de la turbulence de l'eau et du dépôt lorsque la charge dépasse la capacité du transport;

- le segment PQ représente les sédiments issus de la partie la plus grossière de la suspension graduée, polluée par des grains transportés par roulage;
- le segment QR correspond aux dépôts de la suspension graduée essentiellement (=saltation);
- le segment RS regroupe les dépôts issus d'un transport en suspension uniforme;
- les points à proximité du pôle T représentent les dépôts de décantation totale.

Des travaux réalisés sur des dépôts alluviaux actuels ont permis de corréler leur mode de transport avec l'unité géomorphologique à laquelle ils appartiennent (fig. 32, en bas). On peut citer en résumé les formes suivantes (Peiry 1988) :

- le segment OP: remblaiement de fond de chenal;
- le segment PQ, à proximité de P: remblaiement de l'extrémité d'un chenal récemment abandonné ou banc de chenal;
- le segment PQ, à proximité de Q: épisode terminal de remblaiement de l'extrémité d'un chenal récemment abandonné;
- le segment QR, à proximité de Q: berge sous-aquatique ou banc émergé;
- le segment QR, à proximité de R: section de chenal abritée ou levée de berge;
- le segment RS, à proximité de R: bras secondaire à courant très lent et intermittent;

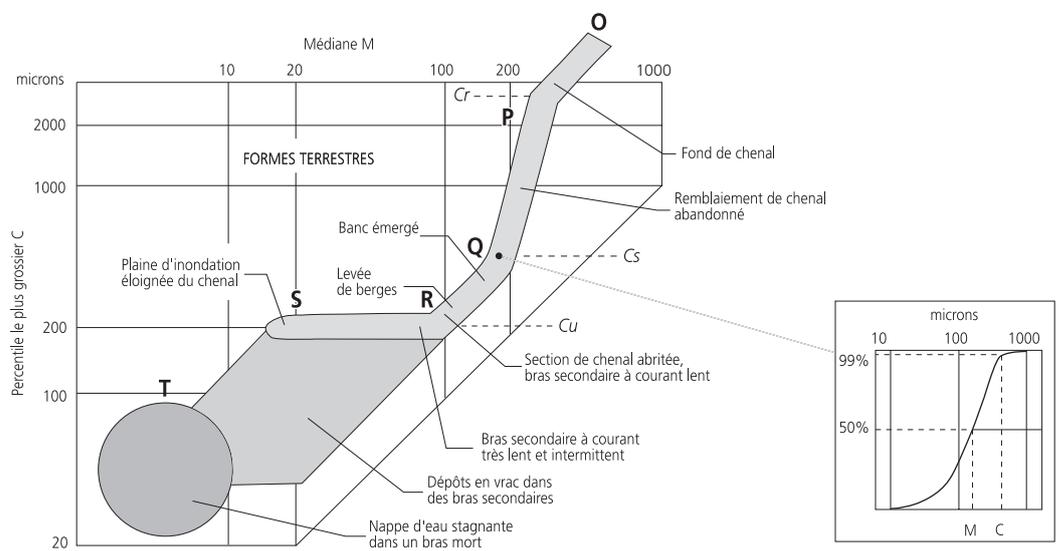
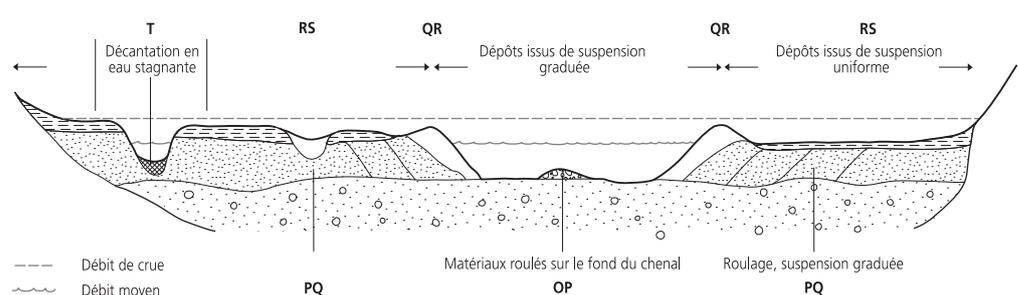


Fig. 32 L'image de Passega ou C/M des dépôts alluviaux est construite à partir des paramètres tirés de la courbe granulométrique de chaque échantillon de sédiment, soit la médiane M et le percentile le plus grossier C (en haut). Cette image s'articule en segments représentatifs des différents modes de transport. Ces derniers ont pu être corrélés avec l'unité géomorphologique à laquelle appartiennent les dépôts alluviaux (en bas). Selon Bravard et al. (1989; 1999), modifié.



- le segment RS, à proximité de S: plaine d'inondation éloignée du chenal actif;
- les points à proximité du pôle T: nappe d'eau stagnante comme par exemple dans un bras mort éloigné du chenal principal.

Autrement dit, cette association des segments de l'image à des formes fluviales permet finalement de déterminer l'unité géomorphologique d'appartenance des dépôts prélevés sur le site de Develier-Courtételle.

En outre, trois valeurs caractéristiques sont lues sur l'image C/M:

- Cr: taille des grains à partir de laquelle le transport est plus aisé par roulage;
- Cs: taille maximale des particules transportées en suspension graduée;
- Cu: taille maximale des particules transportées en suspension uniforme.

Ces indices sont spécifiques au cours d'eau responsable du transport des particules, et ce dans une de ses sections.

#### 2.4.1.2 Les techniques d'analyse granulométrique

Les analyses des 427 prélèvements de sédiment ont toutes été réalisées au Laboratoire de l'Université de Bâle (IPNA)<sup>21</sup> par Beatrix Ritter. La granulométrie des fractions graveleuses (>2 mm) a été effectuée par tamisage à sec. Les fractions sableuses (de 63 µm à 2 mm) ont subi un tamisage humide sur colonne vibrante, selon le procédé classique. La fraction silto-argileuse (<63 µm), ou fine, a été analysée à l'aide d'un granulomètre à laser<sup>22</sup>. Le traitement des très nombreuses données chiffrées fournies par cette analyse a été effectué également grâce à l'application Seditool qui, entre autres, calcule l'indice de classement So et le coefficient d'asymétrie Sk<sup>23</sup>.

#### 2.4.1.3 Les techniques d'analyse géochimique

Pour certaines séquences ou unités stratigraphiques importantes, des analyses chimiques ont été réalisées sur la fraction <0,5 mm du sédiment. Pratiqués en routine au Laboratoire de Bâle, ces tests comprennent:

- la teneur en carbonates, mesurée à l'aide d'un calcimètre de Müller;
- la teneur en matière organique par perte au feu, résultant d'une combustion au four à 1000°C, avec correction du carbone lié aux carbonates;
- la teneur totale en phosphates, obtenue par colorimétrie selon la méthode de Lorch; cette méthode quelque peu désuète est semi-quantitative en ce sens qu'elle fournit des résultats en unités colorimétriques (u.c.) et non pas des teneurs précises en milligrammes. Mais elle présente cependant l'avantage d'une exécution rapide et peu onéreuse;
- les valeurs de matière organique fine («humus»), également par méthode colorimétrique;
- le pH, mesuré au pH-mètre sur une solution de chlorure de potassium (KCl).

## 2.4.2 L'image C/M des dépôts de La Pran

### 2.4.2.1 Construction

Une requête effectuée grâce au logiciel Seditool (annexe 2) a permis de regrouper tous les sédiments dont la mise en place peut sans conteste être attribuée au ruisseau La Pran<sup>24</sup>.

Ce tri a généré un corpus de 355 échantillons reportés dans le graphe C/M (fig. 33b), dont plus du 40% (154 éch.) concernent l'ensemble 3, objectif principal de la présente étude. On remarque d'emblée que tous les points s'organisent à gauche de la droite-limite C=M, avec une densité qui préfigure les différents segments de l'image décrite précédemment. Celle-ci peut être facilement tracée en surimposant au nuage de points un polygone enveloppant les zones les plus denses du nuage. L'image C/M des dépôts de La Pran, caractéristique du gisement, est ainsi construite (fig. 33a). A relever qu'à titre de contrôle, les échantillons provenant du site protohistorique de Delémont, En La Pran, situé un peu plus en aval, ne modifient en rien cette construction: au contraire, ces 159 points supplémentaires ne font que confirmer l'image établie à partir du gisement de Develier-Courtételle (fig. 33c).

### 2.4.2.2 Limites de la méthode

L'image C/M peut varier suivant la section considérée d'une même rivière (p. ex. partie amont à plus forte pente, zone aval en large plaine). Par ailleurs, il semble que certaines métamorphoses fluviales puissent intervenir durant une période telle que l'Holocène pour un tronçon identique (Peiry 1988). Dans le cas de la présente étude, la section prise en compte est bien délimitée, car il s'agit du gisement de Develier-Courtételle que l'on peut considérer comme une entité homogène. Concernant le style fluvial, il semble bien que le modèle actif sur ce site, à savoir le méandrage, n'ait pas subi de changement durant tout le Postglaciaire. Cependant, même dans un environnement fluvial invariant, on peut constater une évolution des valeurs-limites et de la répartition des points dans l'image suivant la période, respectivement l'ensemble sédimentaire considéré: à l'opposé de l'analyse diachronique présentée ci-après, des approches respectant la chronologie seront proposées plus loin (chap. 2.4.3.2).

### 2.4.2.3 Commentaires

L'image C/M des dépôts de La Pran se caractérise par différents aspects (fig. 33a):

- le segment OP est bien exprimé, et bon nombre de points se regroupent à proximité du pôle O: ceci signifie que les matériaux roulés par des courants assez rapides sont bien présents dans les dépôts, par exemple en fond de chenal. A noter que les graviers de fond de vallée (ou ensemble 5), bien qu'ils soient issus d'une dynamique fluviale différente, à savoir de type trassage, s'incorporent également dans cette extrémité supérieure de l'image;
- de nombreux points se situent dans le tronçon PQ, en particulier dans la partie sommitale, près de P: le transport par suspension graduée avec une proportion importante de particules roulées est l'un des processus actifs, tout spécialement lors des

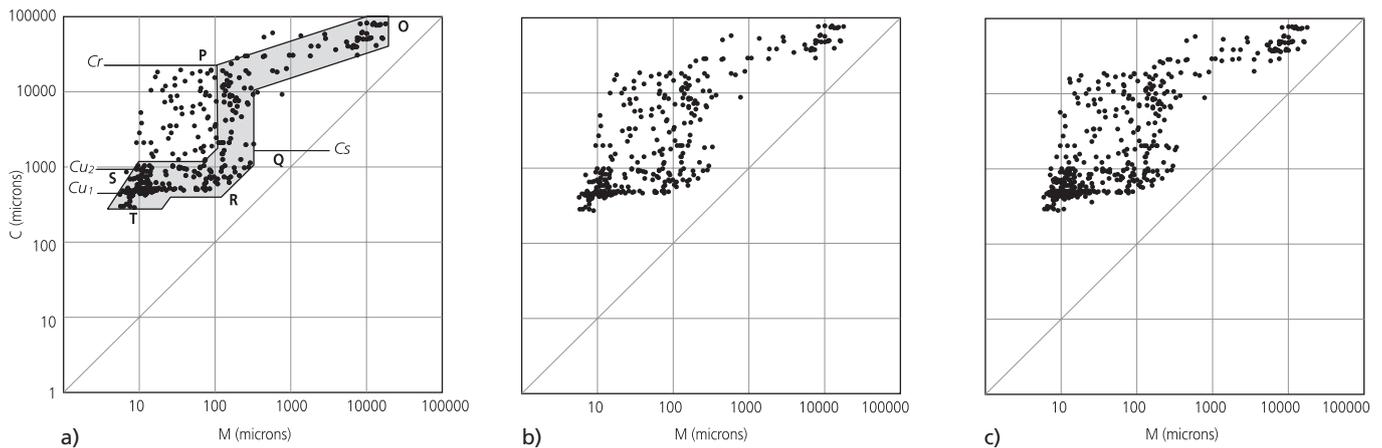


Fig. 33 Image C/M des dépôts de La Pran. a) L'image obtenue, avec ses segments caractéristiques bien individualisés, ainsi que les différents indices correspondants (Cr, Cs et Cu). b) Les 355 points issus du site de Develier-Courtételle préfigurent le polygone-enveloppe. c) Idem que b, mais avec 159 points en plus issus du site protohistorique de Delémont, En La Pran : ceux-ci confirment l'image construite.

crues du ruisseau La Pran qui envahissent les chenaux secondaires, ce qui aboutit à leur comblement.  $Cr \approx 20\,000 \mu\text{m}$  (ou 20 mm) ;

- de peu d'extension, le segment QR englobe des points qui ont tendance à se regrouper parallèlement et à proximité de la droite  $C=M$  : ceci témoigne d'un effet de tri granulométrique exercé par la turbulence du fond. Transportés par suspension graduée, ces sédiments sableux se mettent en place à proximité des berges ou dans un banc de chenal.  $Cs \approx 1600 \mu\text{m}$  (ou 1,6 mm) ;
- le segment RS de l'image est mis en évidence par de très nombreux points, ce qui atteste de l'importance du transport des limons par suspension uniforme dans les zones éloignées du chenal actif. De nets regroupements de points à médiane très faible ( $\leq 10 \mu\text{m}$ ) s'opèrent à proximité du pôle S, qui se situe de manière assez éloignée de la courbe  $C=M$  : ces sédiments sont mal triés. L'indice Cu appelle des commentaires qui nuancent quelque peu ces propos. A proximité de S en effet, on observe une superposition de points à la hauteur de la ligne  $Cu_1 = 500 \mu\text{m}$ . Ce nuage correspond aux limons d'inondation francs, alors que ceux à valeur de C plus élevée, regroupés autour d'une valeur de  $Cu_2 \approx 950 \mu\text{m}$ , ont vraisemblablement subi une pollution par des apports dus à la bioturbation ou à l'activité humaine : comme nous le verrons ci-après, ces échantillons appartiennent surtout aux ensembles 1 (terre végétale) et 3 (horizon HMA). Nous proposons donc de retenir comme indice-limite de la suspension uniforme  $Cu_1 \approx 500 \mu\text{m}$ , une valeur malgré tout assez élevée ;
- les points à proximité du pôle T sont très peu nombreux : la décantation en eau calme est un processus tout à fait anecdotique sur le site de Develier-Courtételle ;
- situés à gauche de l'image C/M, les points correspondant à des formes terrestres (telles que sols, sédiments bioturbés...) se répartissent entre les pôles P, Q et S, souvent à proximité du segment PQ de l'image : ces sédiments pédogénisés ou anthropisés ont fréquemment pour substrat des limons sableux typiques des zones riveraines au ruisseau.

#### 2.4.2.4 Signification. Discussion.

Finalement, tous les segments de l'image C/M obtenue montrent un certain développement : cela confirme d'une part que l'échantillonnage a été suffisant, y compris pour les formes terrestres, et d'autre part que tous les environnements sédimentaires existent réellement dans la plaine de la Pran, ce qui n'est pas le cas de tous les sites<sup>25</sup>. La plus forte densité de points s'observe à proximité du pôle S, ce qui signifie que des courants très lents sont à l'origine de bon nombre de dépôts prélevés, tout spécialement dans la plaine alluviale. L'indice Cu retenu atteint, nous l'avons vu, une valeur de  $500 \mu\text{m}$ , tandis que Cs se situe vers  $1600 \mu\text{m}$ . Si l'on compare ces chiffres avec ceux recensés par J.-L. Peiry (1988) pour différents cours d'eau<sup>26</sup>, on constate qu'ils sont plutôt élevés, en particulier dans le cas de Cu.

Sur le site fribourgeois de Frasses, Praz au Doux, une valeur très proche, soit  $Cu = 510 \mu\text{m}$ , a été déterminée par la technique C/M (Guélat 1999). Ce gisement protohistorique se situe en effet aux abords d'un paléoméandre de L'Arignon, un ruisseau somme toute assez comparable à La Pran, dont les crues ont un caractère énergétique. Par ailleurs, la faible extension du segment QR de l'image montre que le transport des particules par suspension graduée fonctionne plutôt en combinaison avec le roulage, dont le segment PQ est l'expression : ces processus de transport par traction due à des courants rapides sont également d'une certaine importance pour le site.

En résumé, l'image C/M nous renseigne sur la paléohydrologie et le fonctionnement de La Pran. D'une part, on constate une prédominance de la suspension sur les autres modes de transport de sédiments, ce qui est typique du méandrage : ce style fluvial semble ainsi avoir persisté tout au long de l'Holocène. D'autre part, la dynamique de ce ruisseau s'apparente à celle d'un cours d'eau montagnard, avec des crues relativement énergiques. Comme nous le verrons plus loin dans un commentaire approfondi, ces résultats sont corroborés par les données hydrologiques actuelles (chap. 2.5.2.1).

### 2.4.3 Applications ciblées

Après la mise au point de l'image C/M spécifique aux dépôts de La Pran, il devient très intéressant de l'appliquer à des groupes de sédiments sélectionnés, aussi bien pour les caractériser du point de vue sédimentologique que géomorphologique, mais aussi pour comprendre leur évolution dans le temps. Par combinaison des différents critères tels que le domaine, l'ensemble ou la couche, les possibilités de requêtes offertes par l'application Seditool sont multiples. Par conséquent, des choix ont été opérés en fonction de la problématique de l'étude, centrée rappelons-le sur la période du Haut Moyen Age. Après de nombreux tests, les résultats les plus probants sont présentés ci-dessous.

#### 2.4.3.1 Exploration des ensembles sédimentaires

Un premier parcours suivant les unités stratigraphiques constitutives, à savoir les ensembles sédimentaires (chap. 2.2.2), permet de situer la période médiévale dans l'histoire sédimentaire générale du gisement de Delevier-Courtételle. Cette approche offre en effet une vision de la dynamique alluviale à travers les principales périodes distinguées.

##### 2.4.3.1.1 L'ensemble 5

La requête sur Seditool a identifié 14 échantillons prélevés dans les graviers de fond de vallée (fig. 34a). Les points se concentrent principalement dans le segment OP de l'image C/M, en particulier à proximité du pôle O<sup>27</sup> : il s'agit de graviers issus du roulage sur le fond du chenal, mais qui se sont mis en place, il faut le rappeler, selon un modèle fluvial différent des autres unités représentées, à savoir le tressage. Leur classement est assez variable et plutôt médiocre<sup>28</sup>; ce sont les fractions grossières qui sont les mieux triées<sup>29</sup>.

##### 2.4.3.1.2 L'ensemble 4

Les 61 prélèvements de l'ensemble 4 se répartissent de manière assez nuancée dans l'image C/M (fig. 34b) :

- la plus grande concentration se trouve près du pôle S, selon la ligne C = 500 µm : il s'agit de sédiments très fins, mal classés, déposés dans la plaine d'inondation éloignée du chenal ; typiquement, ce nuage regroupe les limons argileux de la série 4.2 rencontrée en particulier dans l'extension orientale du gisement (domaines G et H ; fig. 30, coupe IIIa) ;
- d'autres points se placent dans le segment PQ, surtout à proximité de P : mis en place par roulage, ces sédiments à dominante sableuse consistent en des remblaiements de chenaux, comme dans le domaine G par exemple ;
- dans le segment OP, surtout à proximité de O : il s'agit de graviers de fond de chenaux, dont la médiane est généralement un peu moins conséquente (M < 10 mm) que celle de l'ensemble 5 ; aucun échantillon n'est localisé dans la partie gauche de ce segment ;
- en outre, de nombreux points se localisent dans le secteur terrestre.

On constate ainsi que, globalement, la plupart des géoformes apparaissent dans cet ensemble. Mais on note cependant la forte population d'échantillons caractéristiques d'un dépôt de suspension uniforme, tandis que les dépôts de berge et les comblements de bras secondaire sont absents. Par rapport au laps de temps assez conséquent durant lequel les sédiments appartenant à cet ensemble se sont mis en place, soit de l'Holocène ancien à l'Age du Fer, ce bilan pourrait s'interpréter en termes de stabilité hydrologique, dans un style fluvial à chenal unique, méandrisant, et à variabilité plutôt faible.

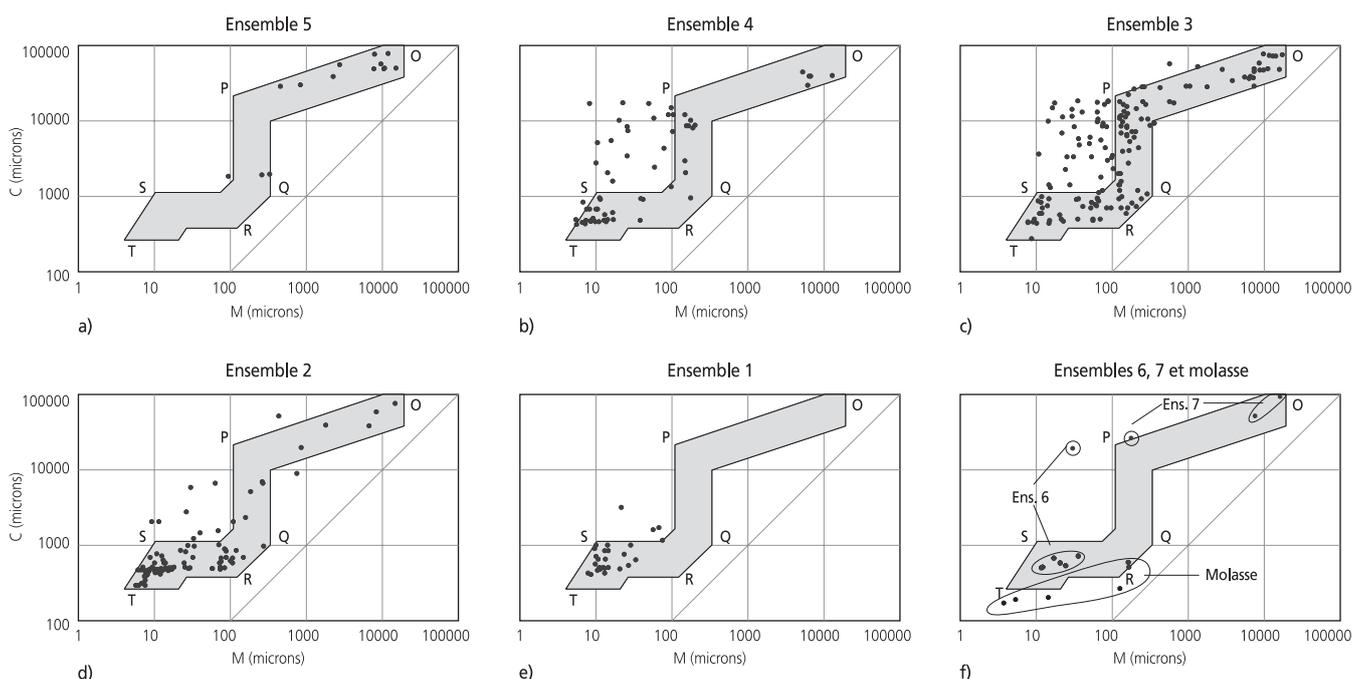


Fig. 34 Répartition des ensembles sédimentaires dans l'image C/M des dépôts de La Pran. a) Ensemble 5 (14 échantillons de sédiments). b) Ensemble 4 (61 éch.). c) Ensemble 3 (154 éch.). d) Ensemble 2 (95 éch.). e) Ensemble 1 (31 éch.). f) Ensembles 6 (6 éch.), 7 (3 éch.) et molasse (7 éch.).

### Les couches protohistoriques

Les six échantillons prélevés dans l'horizon archéologique protohistorique considéré comme un sol enfoui (ou HPR, couche 4.101 ; chap. 2.2.4.8.2) se rassemblent très clairement à l'extrémité S du segment RS (fig. 35a) : il s'agit plutôt de limons d'inondation enrichis en particules diverses telles que charbons de bois, fragments minéraux, etc. qui font augmenter la valeur de C par rapport à la couche 4.2. Quant à la couche de l'Age du Fer piégée dans les paléochenaux du domaine G (couche G4.111), ses deux prélèvements se placent dans les formes terrestres, juste à côté du segment PQ : il ne s'agit pas de dépôts de décantation mais bien d'un remblaiement de chenal abandonné renfermant, comme nous l'avons vu sur le terrain, de la matière organique et des rejets anthropiques.

#### 2.4.3.1.3 L'ensemble 3

Nous nous limitons dans ce paragraphe à quelques brèves considérations de portée très générale sur l'ensemble 3, une approche ciblée de certaines de ses subdivisions, fondamentale pour l'étude, étant proposée plus bas.

La requête sur Seditool a permis de sélectionner 154 échantillons de sédiments appartenant à cet ensemble. L'image C/M montre une répartition relativement homogène des points dans le graphique – tous les segments renfermant des individus – tandis que les formes terrestres sont également assez nombreuses (fig. 34c). Cette distribution exprime une séquence sédimentaire réellement complète, qui inclut la plupart des milieux alluviaux présents dans un secteur fonctionnel de type méandrage. Elle est aussi la conséquence d'un échantillonnage important (chap. 2.4.2.1).

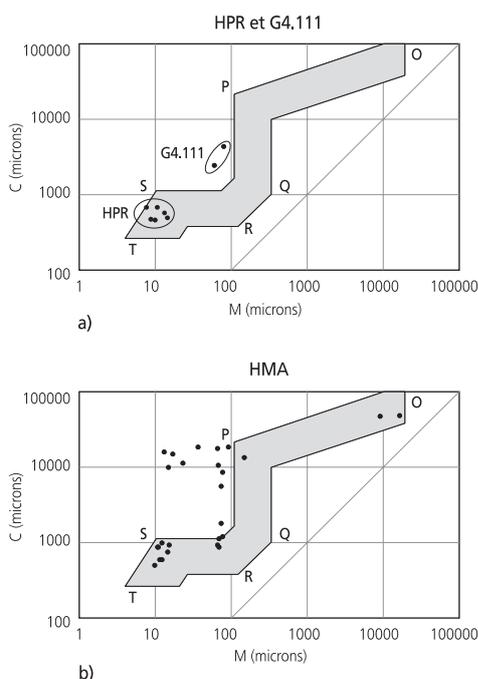


Fig. 35 Position des niveaux archéologiques principaux dans l'image C/M des dépôts de La Pran. a) Horizon archéologique protohistorique type sol enfoui (ou HPR : 7 éch.) et couche de l'Age du Fer dans le domaine G (c. G4.111 : 2 éch.). b) Horizon archéologique du Haut Moyen Age (ou HMA : 27 éch.).

#### 2.4.3.1.4 L'ensemble 2

Contrairement au précédent, la répartition des points de l'ensemble 2 dans le graphe C/M, soit 95 enregistrements, montre un réel déséquilibre en faveur du segment RS, que l'on peut interpréter comme une prédominance du transport par suspension (fig. 34d). Dans ce segment, certains groupes semblent néanmoins s'individualiser :

- à proximité de S, on retrouve le « nuage » organisé selon la ligne  $C=500 \mu\text{m}$ , correspondant aux limons d'inondation bruns (couche 2.1, chap. 2.2.2.7) ;
- quelques points se positionnent près de T : il s'agit de dépôts de décantation pure mis en place par exemple dans des dépressions noyées par la nappe phréatique ;
- dans la partie médiane du tronçon se trouvent une dizaine de points, soit des dépôts issus de courants très lents dans des bras secondaires ;
- près du pôle R se concentrent des sédiments à médiane plus élevée, vers  $100 \mu\text{m}$ , issus de courants un peu plus rapides.

Dans les autres segments, quelques points épars témoignent de comblements de chenaux. Pour des raisons de priorité mais aussi pratiques, seuls quelques remplissages graveleux appartenant à l'ensemble 2 ont été prélevés dans les coupes. Apparemment, leur pointage dans l'image C/M (construite essentiellement à partir de sédiments plus anciens) ne montre aucune contradiction avec les autres ensembles : ceci évoque une certaine continuité des paramètres hydrodynamiques pour les périodes plus récentes que le Haut Moyen Age.

#### 2.4.3.1.5 L'ensemble 1

La projection dans l'image C/M des points représentatifs de l'horizon labouré n'est pas inintéressante. Au nombre total de 31, ceux-ci se regroupent essentiellement dans la partie gauche du segment RS, seuls trois individus se positionnant en domaine terrestre (fig. 34e). Il apparaît ainsi que du point de vue sédimentologique, l'horizon Ap actuel s'apparente à des dépôts d'inondation. Ceux-ci subissent de régulières recharges en particules fines lors du débordement du ruisseau dans la plaine alluviale. Comme nous l'avons déjà expliqué précédemment à propos de l'indice Cu (chap. 2.4.2.3), la granulométrie de ces limons d'inondation est quelque peu faussée, en particulier par la teneur en matière organique, qui atteint de 5 à 10 % dans cet horizon (fig. 40). A relever qu'une répartition assez identique a été obtenue pour l'horizon archéologique protohistorique (chap. 2.4.3.1.2), tandis que le cas de l'horizon médiéval est plus nuancé (chap. 2.4.3.2.1).

#### 2.4.3.1.6 Les autres ensembles

Ajoutons quelques rapides commentaires concernant les unités qui n'ont pas été prises en compte pour la construction de l'image C/M des dépôts de La Pran (chap. 2.4.2.1) :

- ensemble 6 : six points se placent dans le segment RS, près de S (fig. 34f) : il s'agit vraisemblablement de limons d'inondation, comme supposé sur le terrain (chap. 2.2.2.3) ; un seul point se positionne en domaine « terrestre » : il correspond à un sédiment remanié, prélevé à proximité du contact avec la couche 7 ;

- ensemble 7 : les trois échantillons prélevés dans cette nappe de graviers étagée se situent dans le segment OP, dont deux points sur les bords de l'image, un individu possédant les plus fortes valeurs de M et de C de toute l'étude<sup>30</sup>. Cette répartition semble découler d'une dynamique de mise en place similaire à l'ensemble 5 : cette formation fluviatile se compose exclusivement de comblements de chenaux tressés ;
- molasse oligocène : la majorité des sept échantillons du substrat tertiaire se positionnent en dehors de l'image, au-dessous du segment RS, avec des valeurs de C très faibles : ceci confirme la validité du modèle C/M, puisque ces marnes molassiques se sont déposées en milieux de sédimentation complètement différents.

#### 2.4.3.2 Focalisation sur l'ensemble sédimentaire 3

Comme déjà souligné précédemment, il paraît logique que l'intérêt de cette démarche spatio-temporelle se porte principalement sur l'ensemble 3, qui est au cœur de la problématique abordée par la présente étude.

##### 2.4.3.2.1 L'horizon archéologique du Haut Moyen Age

La caractérisation de la couche archéologique principale doit naturellement figurer dans cette approche chronostratigraphique. La requête effectuée concerne cette fois-ci tous les domaines morphosédimentaires, y compris la terrasse fluviatile du domaine E où cet horizon est également présent : 27 échantillons provenant de toute l'étendue du site répondaient ainsi aux critères de sélection<sup>31</sup>. Pointés dans l'image C/M, ceux-ci se répartissent dans différents secteurs (fig. 35b) :

- les formes terrestres, soit de véritables sols, sont logiquement les plus nombreuses et se distribuent à gauche de l'image, souvent au-dessus de la ligne C = 10 000 µm ;
- un petit nuage bien délimité se place dans le segment RS, près du pôle S : il s'agit de dépôts de granulométrie très fine, plutôt mal classés, comparables à des limons d'inondation ;
- des points plus dispersés se placent d'une part à proximité de R, correspondant à des dépôts de levée, et d'autre part près du pôle O ou de P, cas spéciaux où la couche archéologique est développée sur un substrat graveleux (couches A5 et H3.2).

A noter qu'une requête par domaine pour ce corpus d'échantillons ne montre aucun regroupement spécifique. L'analyse confirme le diagnostic de terrain, à savoir que l'horizon archéologique du Haut Moyen Age est bien dans la majorité des cas une forme terrestre, de type sol enfoui. Le substrat sédimentaire de ce paléosol influe nettement le diagnostic C/M, comme le montrent les autres groupes de points mentionnés ci-dessus qui tombent dans les formes aquatiques, en particulier pour les dépôts très fins de la plaine d'inondation. Un tel constat a déjà été fait pour d'autres niveaux du même type, à savoir le sol protohistorique (chap. 2.4.3.1.2, fig. 35a) et l'horizon labouré Ap (chap. 2.4.3.1.5, fig. 34e). Les valeurs de C assez hautes pour des médianes peu élevées pourraient signaler des apports en particules anthropiques relativement grossières (fragments d'artefacts, charbons de bois...) par rapport à un substrat naturel de texture beaucoup plus fine, limono-argileuse (voir aussi le cas de la coupe 7, chap. 2.4.3.3.1).

##### 2.4.3.2.2 Le domaine B : zone riveraine à dépôts organiques

###### Préliminaires

Comme nous l'avons vu dans le paragraphe consacré à la partition du site, le domaine B est localisé dans une zone riveraine du ruisseau et se caractérise par une sédimentation active durant le Haut Moyen Age. Dans l'ordre stratigraphique, nous présentons ci-après l'analyse de ses unités constitutives principales, à savoir les séries, décrites en détail dans le chapitre 2.2.4.3.2 et qui permettent de reconstituer l'histoire sédimentaire de cette zone : une synthèse avec les données de terrain est proposée plus loin (chap. 2.5.3.1).

Pour cette approche ciblée, la requête effectuée ne concerne donc que les sédiments du domaine B et appartenant à l'ensemble 3 : 63 échantillons issus de différentes coupes répondaient à ces critères. Sur ce corpus, une nouvelle requête selon la série permet de distinguer les étapes de l'évolution morphodynamique de ce secteur.

###### La série B3.6

Un seul échantillon a été prélevé dans ces graviers de fond de chenal, à la base de la séquence considérée (fig. 36a). Celui-ci se place dans le segment OP, à proximité de O sur l'image C/M : sa mise en place par roulage est due à des courants rapides, qui ont conduit à l'édification de la charge de fond du chenal, actif à ce stade.

###### La série B3.5

Ces sédiments nettement plus fins que les précédents sont représentés par cinq points sur le graphe (fig. 36b), dont un individu tombe dans les formes terrestres : il s'agit d'un dépôt très organique, à la base de la série. A l'exception d'un échantillon se plaçant dans le segment OP, qui a vraisemblablement subi un remaniement<sup>32</sup>, les formes alluviales identifiées sont de type remblaiement de chenal ou de bras secondaire à courant très lent. Dans l'ensemble, ce corpus de points épars traduit donc une certaine accalmie hydrologique par rapport à la série B3.6.

###### La série B3.4

La plupart des sédiments appartenant à cette unité se place dans le segment OP de l'image (fig. 36c) : il s'agit de dépôts de fond de chenaux et de barres graveleuses mis en place par des courants rapides, qui signalent donc une activité accrue du cours d'eau par rapport au stade précédent.

###### La série B3.3

Rappelons que des installations humaines sur la rive sont attestées pour cette phase. Les 19 prélèvements appartenant à cette unité permettent de par leur position sur le graphique des commentaires plus nuancés :

- une petite dizaine de points se placent dans le segment OP (fig. 36d) : il s'agit de graviers de fond de chenaux déposés en particulier dans le méandre de la ferme 1, à la faveur d'une petite cuvette, la dépression 701 ;
- sur le bord supérieur de ce tronçon, trois points chevauchent la limite près de P : il s'agit de niveaux anthropisés, dont le niveau

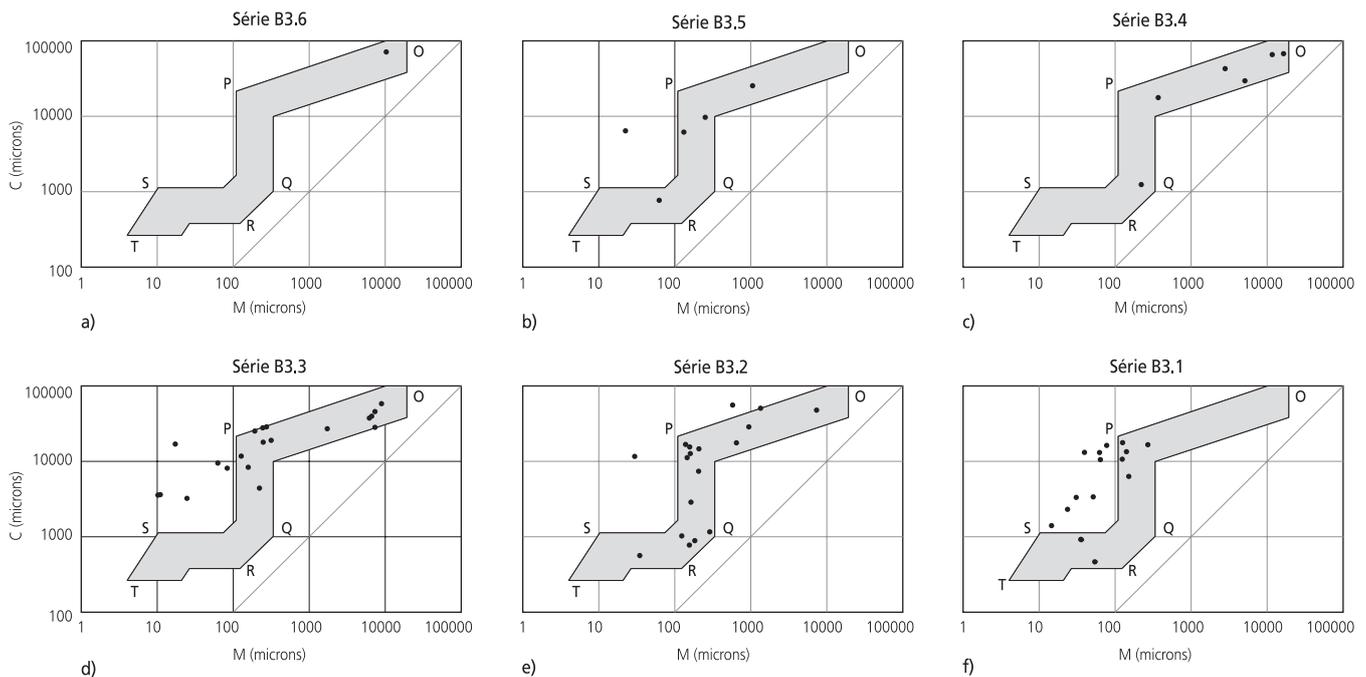


Fig. 36 Séries du domaine B: la migration des nuages de points dans l'image C/M permet de distinguer les étapes de l'évolution morphodynamique de cette zone riveraine. a) Série B3.6 (1 éch.): édification de la charge de fond du chenal actif. b) Série B3.5 (5 éch.): remblaiement d'un chenal secondaire. c) Série B3.4 (7 éch.): charge de fond de chenal. d) Série B3.3 (19 éch.): remblaiement d'un chenal recoupé et niveaux anthropisés. e) Série B3.2 (18 éch.): débordement, dépôts de crues. f) Série B3.1 (17 éch.): atterrissage et occupation humaine. Certains points représentent deux échantillons superposés.

de circulation (couche B3.13). Cette position à cheval entre le terrestre et l'aquatique évoque particulièrement bien les conditions du gisement;

- trois prélèvements se positionnent dans le segment PQ: ces dépôts sont issus du remblaiement d'un chenal abandonné, en l'occurrence le méandre de la ferme 2;
- les points/individus restants sont des formes terrestres; ce sont par exemple des comblement anthropiques de la dépression 701, mais aussi des rejets riches en macrorestes<sup>33</sup> dans le bras recoupé de la ferme 2.

L'image C/M est donc particulièrement discriminante pour cette série de couches et conforte de manière remarquable les observations de terrain. On s'aperçoit ainsi que les sédiments fortement anthropisés ont tendance à sortir de l'image. Du point de vue hydrologique, cette phase marquée notamment par le recouplement du méandre oriental du domaine B (chap. 2.2.4.3.2.3) se montre plutôt active.

#### La série B3.2

La requête pour cette unité a sélectionné 18 échantillons qui se regroupent en deux endroits principaux dans le graphe C/M, à savoir dans le segment PQ, près de P, ainsi que dans le segment QR (fig. 36e): il s'agit de sédiments mis en place par suspension graduée associée, dans certains cas, au roulage. Ceci traduit des écoulements très turbulents, liés à des crues, qui vont déposer des sables aussi bien à proximité des berges que dans les chenaux secondaires. Ces dépôts de débordement se caractérisent également par leur classement, qui est excellent pour les échantillons du segment QR ( $So < 2,5$ ). D'autres sédiments beaucoup plus mal triés ( $So > 10!$ ) se placent dans et juste au-dessus du segment OP. A l'exception d'un échantillon de graviers, issu d'un petit

chenal au sein des sables<sup>34</sup>, ils correspondent tous à la couche B3.213: celle-ci a été identifiée sur le terrain en tant que dépôts tourbeux flués, mis en place suite à l'effondrement de la berge (chap. 2.2.4.3.2) et qui remanient un substrat graveleux. Enfin, les formes terrestres ne sont représentées que par un seul point mais ce cas n'est pas dénué d'intérêt: l'échantillon en question provient en effet d'un faciès distal de cette même couche B3.213, soit des limons organiques, antérieurs à la crue qui a sapé les berges, mais non déformés.

#### La série B3.1

Par rapport à la série précédente, on observe globalement un déplacement des points vers la gauche de l'image C/M pour cette phase encore une fois marquée par une influence humaine (fig. 36f). Au nombre de dix-sept, ceux-ci se localisent en trois endroits:

- six points se regroupent près de P: ils correspondent à des recharges locales en sédiments sableux, par exemple entre les piquets de l'aménagement de berge, au cours de débordements épisodiques du ruisseau;
- neuf points correspondent à des formes terrestres, parfois anthropisées: il s'agit essentiellement des sédiments organiques terminant la séquence dans la ferme 1<sup>35</sup> (fig. 37), mais aussi du niveau de circulation présent dans la ferme 2 (couche B3.111);
- deux points se placent dans le segment RS et indiquent un dépôt par suspension: en l'occurrence, ces sédiments se corrélatent stratigraphiquement avec les limons organiques du groupe «terrestre» ci-dessus, dont ils constituent un faciès latéral.

Tous ces sédiments ont en outre un classement plus médiocre que ceux de la série B3.2 ( $3 < So < 6$ ). En résumé, cette phase se



Fig. 37 Des sédiments organiques terminent la séquence sédimentaire du Haut Moyen Age dans le domaine B (coupe 2 est, tourbe B3.121/122). Outre une phase d'atterrissement, leur analyse révèle un certain impact de l'occupation humaine sur les sédiments. Hauteur : 50cm

caractérisé par une accalmie hydrologique au cours de laquelle le sommet de la séquence a subi un atterrissement, mais aussi par un impact certain de l'occupation humaine sur les sédiments.

### 2.4.3.2.3 Le domaine D : zone des bassins

#### Préliminaires

La zone des bassins constitue le second domaine morphosédimentaire choisi pour cette focalisation, puisque l'enregistrement stratigraphique de la période incluant le Haut Moyen Age y est bien développé (chap. 2.2.4.5.1). Un parcours à travers ses séries de couches, similaire à celui du domaine B, est proposé ci-dessous à partir d'une requête sur le domaine D sélectionnant tous les sédiments de l'ensemble 3 : au nombre de 36, les échantillons proviennent des nombreuses coupes relevées dans ce lobe de méandre aménagé par l'homme. A noter cependant que certaines séries distinguées dans la description détaillée (chap. 2.2.4.5.2.3) ne figurent pas dans cette approche ciblée<sup>36</sup>.

#### La série D3.6

Dans ces graviers renfermant des artefacts (tuiles, scories de fer, etc.), quatre échantillons ont été prélevés (fig. 38a). Portés sur le graphe C/M, ceux-ci montrent une succession traduisant une décroissance de la taille des particules vers le haut : remblaiements de fond de chenal à proximité du pôle O, puis près de P, et passage à des sables de berge sous-aquatique à proximité de Q. Ceci évoque une activité élevée du ruisseau, avec une incision, suivie d'un comblement du chenal actif suite à un recouplement du méandre.

#### La série D3.4

Un seul échantillon représente cette série qui, de plus, a été prélevé dans une unité un peu particulière : la couche D3.411 qui colmate le fond du bassin ouest (coupe CTT2, fig. 24). Son pointage sur le graphe se place dans le segment PQ (fig. 38b), indiquant un remblaiement de chenal abandonné, soit un dépôt de débordement typique. Ce résultat ne correspond pas au diagnostic de terrain : ce niveau avait été considéré en effet comme le résultat d'une décantation sous une tranche d'eau calme, dans le bassin. Peut-être la matière organique contenue (15%), en s'agglomérant, fausse-t-elle les données granulométriques ? Une autre solution serait de rattacher la mise en place de cette couche à l'épisode suivant.

#### La série D3.3

#### Les dépôts alluviaux

On considère dans un premier temps les sédiments minérogènes de la partie inférieure de la série, pour lequel on dispose de onze échantillons (fig. 38c). Sur l'image C/M, ceux-ci se placent essentiellement dans les segments PQ et QR, correspondant à des dépôts mis en place par des courants de turbulence élevée, dans

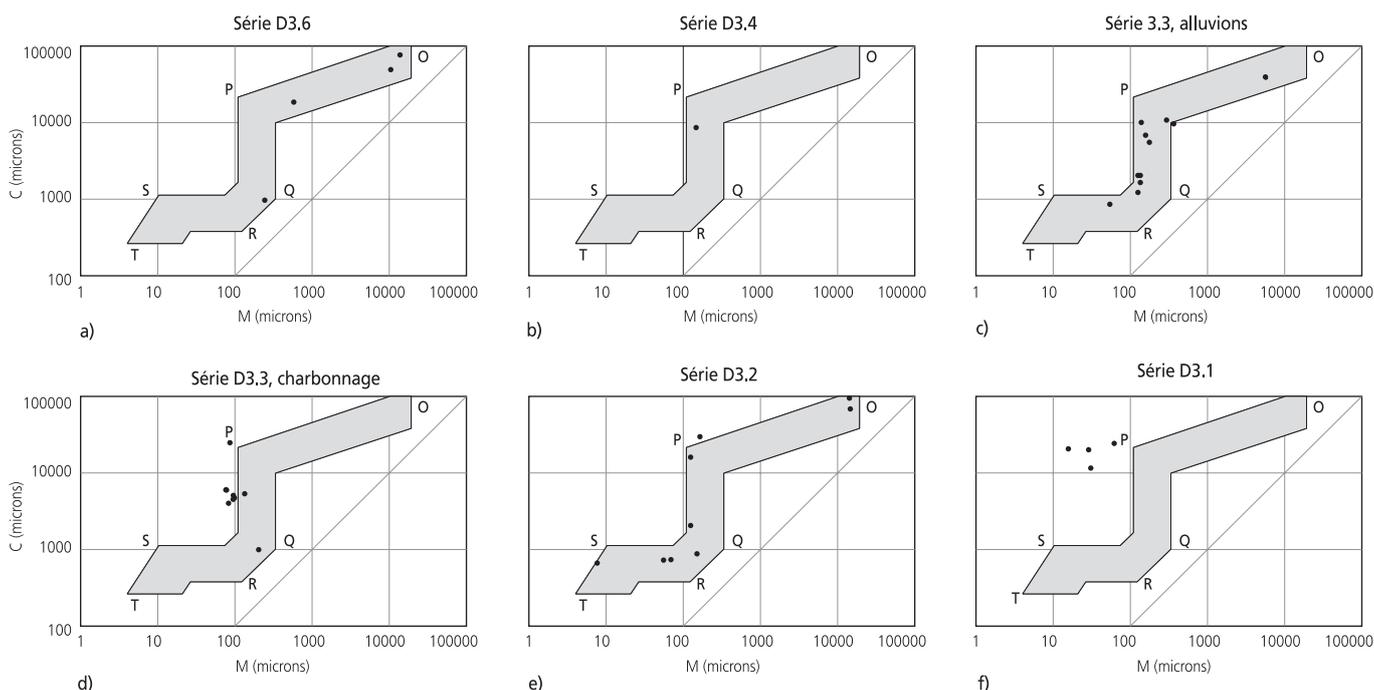


Fig. 38 Séries du domaine D : leur position dans l'image CIM reflète l'évolution morphodynamique de la zone des bassins. a) Série D3.6 (4 éch.) : remblaiement du chenal actif. b) Série D3.4 (1 éch.) : remblaiement de chenal ou décantation. c) Série D3.3 (11 éch.) : dépôts de crues. d) Série D3.3 (7 éch.) : niveaux de charbonnage. e) Série D3.2 (9 éch.) : reprise hydrologique. f) Série D3.1 (4 éch.) : formes terrestres (dépotoir à scories).



Fig. 39 Coupe à travers la zone des bassins (domaine D, coupe CTT9). Les niveaux de charbonnage (en sombre) coiffent le sommet de la séquence alluviale. Hauteur: 110 cm.

des chenaux abandonnés ou à proximité des berges: il s'agit de sédiments typiques d'une phase de crues du ruisseau. Leur classement n'est en général pas très bon ( $3 < So < 5$ ). En outre, le point se trouvant dans le tronçon OP représente des graviers piégés lors de ce même épisode dans le petit canal reliant les bassins<sup>37</sup>.

#### Les niveaux de charbonnage (fig. 39)

Ensuite sept prélèvements de sédiments charbonneux ont été retenus. Ils occupent le sommet de la série D3.3. Sur le graphe C/M (fig. 38d), ces points occupent surtout les formes terrestres, mais tout près de la limite avec le segment PQ dans lequel tombe d'ailleurs un individu. Comme nous l'avons déjà vu dans le cas du domaine B (chap. 2.4.3.2.2), cette position est typique des sédiments à composante anthropique importante. De plus, les deux points localisés dans l'image coïncident soit avec un interlit sableux de crue, soit avec un niveau charbonneux remanié par flottage<sup>38</sup>. A l'exception du lit de sables, les niveaux attribués à une activité de charbonnage ont un classement très médiocre ( $3,5 < So < 5$ ).

#### La série D3.2

Concernant cette unité, la requête a sélectionné neuf échantillons qui se placent tous dans les formes alluviales, mais dans différents secteurs de l'image (fig. 38e). La majorité des points se regroupe dans le segment QR, correspondant à des sédiments déposés à proximité des berges; mais certains points indiquent des dynamiques de mise en place par roulage sur le fond et, dans une moindre mesure, par suspension. Cette série traduit donc un épisode de reprise hydrologique, avec une incision de chenaux et des débordements dans la zone riveraine.

#### La série D3.1

Le graphe C/M montre que les quatre échantillons issus de cette série sont des formes terrestres (fig. 38f). Bien regroupés selon les indices granulométriques, ces sédiments se caractérisent également par leur mauvais classement ( $5,5 < So < 5,8$ ). Ce résultat coïncide parfaitement avec les observations de terrain, puisque ces limons renfermant de nombreuses scories de fer<sup>39</sup> ont été interprétés comme des dépotoirs en liaison avec la métallurgie. Une fois encore, on peut constater l'efficacité de la technique de Passega pour discriminer les sédiments, en particulier ceux à composante anthropique par rapport aux sédiments fluviaux francs.

#### 2.4.3.3 La séquence de la coupe DEV7: domaine C, bande d'activité alluviale

##### 2.4.3.3.1 Préliminaires

Révlée par la coupe DEV7, cette séquence se situe sur la rive gauche du ruisseau, dans la partie occidentale du domaine C (fig. 20). Elle consiste principalement en un comblement organique de paléochenal qui s'insère dans l'ensemble C3 (fig. 30, coupe II; chap. 2.3.1.2). Les différentes unités qui la composent sont décrites dans le paragraphe consacré à la stratigraphie (chap. 2.2.4.4.2). Vu son potentiel pour le paléoenvironnement

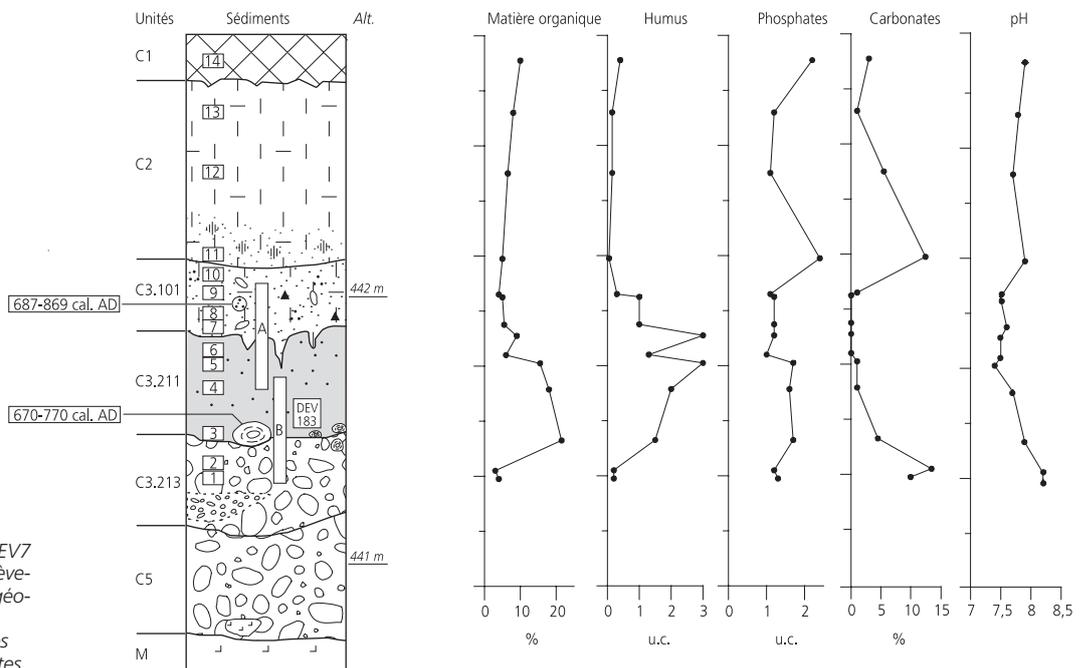


Fig. 40 Séquence de la coupe DEV7 (domaine C): stratigraphie, prélèvements et résultats des analyses géochimiques. A et B: échantillons palynologiques DEV 183: échantillon de macrorestes.

du site, cette succession a fait l'objet d'analyses géochimiques avec en parallèle une approche archéobotanique dont quelques résultats sont repris dans la conclusion partielle.

#### 2.4.3.3.2 Granulométrie: analyse séquentielle

Cette approche ciblée sur la coupe DEV7 se réfère à un corpus de 14 échantillons (fig. 40), qui est discuté cette fois-ci en privilégiant l'ordre stratigraphique de la séquence. Les commentaires se basent sur les courbes granulométriques, mais aussi sur la répartition des couches dans l'image C/M de La Pran agrémentée d'une représentation des indices de classement et d'asymétrie en fonction de la médiane (fig. 41-42):

- couche C3.213: sables jaunes. Très bien classés ( $So < 2,5$ ), avec un coefficient d'asymétrie s'approchant de la perfection ( $0,8 < Sk < 1,2$ ); ils sont représentés par deux points qui se placent dans le segment PQ de l'image C/M. On en déduit qu'ils consistent en un dépôt de remblaiement d'un chenal abandonné, mis en place au cours de crues du ruisseau, avec des courants à turbidité élevée;
- couche C3.211: silts sableux organiques. Les quatre prélèvements de cette couche forment une succession de points curviligne dans le graphe C/M. En se référant à la stratigraphie, le point de départ de cette courbe se trouve dans les formes terrestres, puis elle évolue vers le segment PQ, pour aboutir dans le segment QR. Le classement des particules est moyen à bon ( $3 < So < 5$ ), l'échantillon à la base de la couche qui contient le plus de macrorestes étant logiquement le moins bien trié. Comme en témoigne la fraction sableuse encore bien présente, ces dépôts résultent de remises en eau périodiques du chenal, la matière organique se trouvant piégée à la fin de chacune de ces inondations. Cette sédimentation rythmée n'est donc pas issue d'une décantation en eau calme dans un environnement de type *oxbow lake*, comme suggéré sur le terrain (chap. 2.2.4.4.2.1);

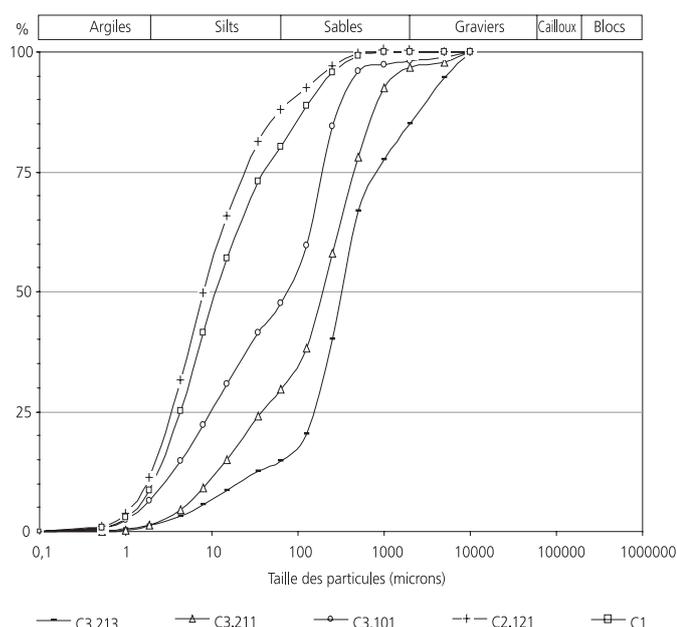


Fig. 41 Courbes granulométriques représentatives des couches distinguées dans la coupe DEV7 (domaine C).

- couche C3.101: limons gris foncé à artefacts épars. Les quatre points de cette unité se placent dans les formes terrestres de l'image C/M, mais tout près des segments PQ et QR dont ils chevauchent parfois la limite. Ceci rappelle les cas déjà observés dans les approches précédentes, par série: cette position est typique des sédiments anthropisés. En l'occurrence, ces dépôts étaient à l'origine des limons sableux assez identiques du point de vue granulométrique à la couche sous-jacente, comme en témoignent, outre le graphe C/M, leurs coefficients de tri et d'asymétrie assez comparables. Il ne s'agit donc pas de limons d'inondation comme évoqué a priori sur le terrain;
- ensembles C2 et C1: limons bruns et horizon labouré. Ces unités forment un petit nuage bien délimité à l'extrémité du segment RS de l'image C/M, entre les pôles S et T. Cette tendance à la convergence des quatre points transparait aussi à travers leur indice de classement ( $2 < So < 3$ ) qui est bon, voire très bon, ainsi que dans leur coefficient d'asymétrie, le meilleur classement se situant du côté des particules fines. Ces faits révèlent une dynamique de mise en place qui diffère de celle de l'ensemble 3: transportés en suspension par des courants très lents, ces sédiments correspondent à des limons d'inondation distaux par rapport au chenal actif, déposés dans la plaine alluviale. Ce résultat coïncide avec le diagnostic émis sur le terrain.

#### 2.4.3.3.3 Géochimie

Les méthodes utilisées ont été présentées au début de l'étude (chap. 2.4.1.3). En résumé, l'évolution de chacun des paramètres dans la séquence de la coupe DEV7 est la suivante (fig. 40):

- matière organique: les teneurs sont logiquement maximales dans les silts organiques (couche C3.211), en particulier à leur base (21,5%), mais elles chutent au sommet de cette même unité pour atteindre un taux assez faible (5,5%) dans la couche renfermant du mobilier archéologique (couche C3.101);
- humus: à l'inverse du paramètre précédent, le taux est maximal (3 u.c.) à la base de la couche C3.101 ainsi qu'au sommet de la couche sous-jacente; ceci traduit une évolution sur place de ces sédiments, à savoir une dégradation de la matière organique;
- phosphates: de manière générale, les teneurs enregistrées sont plutôt basses (1,4 u.c. en moyenne) en comparaison de celles que l'on peut mesurer dans des sédiments très anthropisés<sup>40</sup>; paradoxalement, la couche renfermant du mobilier archéologique contient peu de phosphates (1,2 u.c.), ce qui indique que les apports anthropiques sont restés faibles à ce niveau; l'enrichissement relatif à la base des limons d'inondation (couche C2) est probablement lié à la présence de carbonates, favorables à l'absorption du phosphore, tandis que le taux relevé dans la couche C3.211 s'explique par son contenu en matière organique;
- carbonates: à relever la nette recharge à la base de l'unité C2 (12,5%), au-dessus de la couche C3.101 qui, elle, a subi une décarbonatation totale: cette évolution sur place transparait également dans la partie inférieure du profil où la teneur en carbonates diminue régulièrement de la base (13,5%) vers le sommet (nulle);
- pH: l'ensemble de la séquence se situe dans un domaine neutre à basique (pH > 7,4).

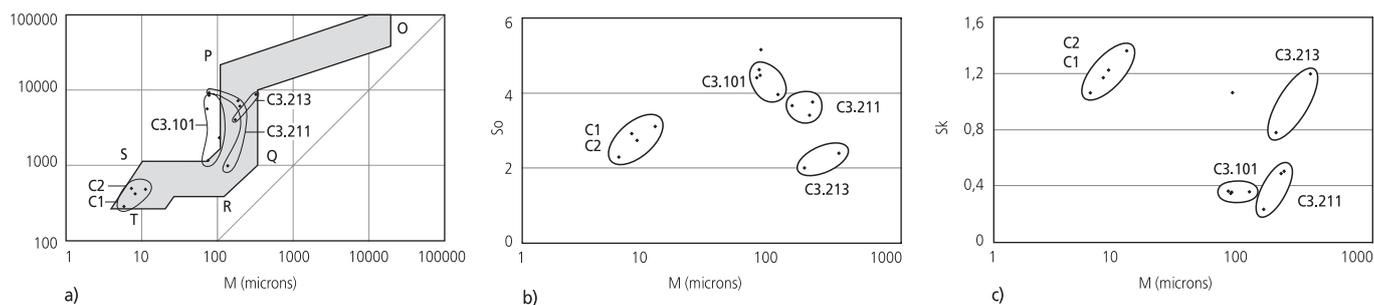


Fig. 42 Analyse granulométrique des couches distinguées dans la coupe DEV7 (domaine C). a) Répartition dans l'image C/M des dépôts de La Pran. b) Représentation de l'indice de classement ( $S_o$ ) en fonction de la médiane ( $M$ ). c) Représentation de l'indice d'asymétrie ( $S_k$ ) en fonction de la médiane ( $M$ ).

#### 2.4.3.3.4 Conclusion partielle : dynamique du comblement

Les analyses apportent des nuances significatives par rapport aux observations de terrain. Une reconstitution des événements, dont la séquence DEV7 est le reflet, s'avère dès lors possible. Cette synthèse locale est intégrée en fin d'étude à la chronologie générale du site (chap. 2.5.3) :

- les sables jaunes (couche C3.213) témoignent de la circulation d'un flux hydrique assez rapide: ils se sont mis en place au cours de la série de crues ayant provoqué le recouplement du chenal. Ce remblaiement sableux a vraisemblablement contribué à la formation progressive d'un bouchon alluvial à l'extrémité amont de la sinuosité;
- à l'interface entre ces sables et les silts organiques, des troncs ou autres bois ont été piégés au terme d'un épisode de crue particulièrement puissant. Comme le montrent les analyses palynologiques, ces bois résultent en partie de l'abattage de la forêt riveraine (chap. 4.3); les essences de forêt alluviale y sont en effet avant tout représentées (chap. 5.7.3). Leur conservation témoigne en outre de la persistance d'une nappe phréatique suffisamment élevée. Le chenal est ensuite abandonné, les troncs ayant pu faire obstacle à l'écoulement (Kalicki et Krapiec 1995);
- comme le montre le diagramme C/M, les sédiments qui s'accumulent ensuite (couche C3.211) traduisent des écoulements plus lents qui parcourent le chenal lors de remises en eau ultérieures, au cours de crues majeures du ruisseau La Pran. Les nombreux bois couchés ralentissent localement les flux et créent des conditions favorables à l'accumulation des débris organiques. Cet épisode pourrait être intervenu en même temps que l'occupation humaine sur d'autres zones du site (chap. 2.5.3.1);
- des crues à caractéristiques hydrologiques assez comparables aux précédentes, mais de plus en plus espacées dans le temps, ont conduit à la mise en place de la couche C3.101. Comme l'indique la géochimie, les apports anthropiques sont très limités dans ce niveau qui se raccorde latéralement avec l'horizon archéologique principal. Des rejets de graviers (CAJ 13, chap. 7.5.3) traduisent un probable assainissement du marécage, peut-être pour en faciliter son franchissement;
- la sédimentation marque un net ralentissement, voire un arrêt durant lequel la pédogenèse va affecter le sommet des dépôts, qui subissent une décarbonatation. Cette évolution a en outre pu être favorisée par un abaissement progressif du niveau de la nappe phréatique;

- postérieur à la période médiévale, le paléochenal apparaissant sous la forme d'une légère dépression dans la topographie se voit scellé par des limons d'inondation assez épais, mis en place à un rythme très variable (couche C2). Ces dépôts résultent de débordements du ruisseau qui envahit de manière épisodique la totalité de la plaine alluviale;
- l'exploitation agricole moderne se traduit par un labourage de la partie sommitale des dépôts alluviaux (couche C1).

## 2.5 Résultats. Synthèse

Issue de la combinaison entre les données du terrain et la caractérisation des sédiments, cette synthèse expose toute une gamme d'implications concrètes quant à la reconstitution du paysage et la paléohydrologie, avec une focalisation sur le Haut Moyen Âge.

### 2.5.1 Reconstitution paléogéographique du site

#### 2.5.1.1 Construction de la carte paléogéographique

Cette reconstitution cartographique (dépliant) a pu être édifiée grâce à la mise au point de la stratigraphie (chap. 2.2) et de la géométrie des couches du gisement (chap. 2.3), basées toutes deux sur plus de 120 coupes levées sur le terrain. Complétées par un relevé topographique des limites géologiques apparaissant en décapage, toutes ces données ont permis une représentation détaillée de la morphologie de la plaine alluviale avec un degré de confiance que l'on peut qualifier de très élevé<sup>41</sup>. La carte se limite ainsi délibérément à la zone explorée lors des travaux de fouille (fig. 10). En outre, pour obtenir une image cohérente du point de vue chronologique, seules les formes alluviales et les sols s'insérant stratigraphiquement au sommet de l'ensemble sédimentaire 3 ont été pris en compte. Selon les éléments de datation à disposition (chap. 2.5.3), on peut affirmer que la carte révèle la paléogéographie du site durant sa phase d'occupation principale, au cours du 7<sup>e</sup> siècle.

#### 2.5.1.2 Formes représentées. Explications

Comme c'est l'usage en géologie, les différentes éléments du paysage symbolisés sont classés dans la légende de la carte par ordre chronologique. Marqués par des italiques, ils sont brièvement définis ci-dessous.

### 2.5.1.2.1 Haut Moyen Age

Le fil conducteur est donné par le *chenal principal*, ou *actif*, du ruisseau auquel se raccordent par endroits des *chenaux secondaires*, régulièrement réactivés lors des crues et séparés par des *bancs graveleux ou sableux*, en général progradants. D'autres *chenaux recoupés*, comblés de sédiments fins propices au développement de *marais*, sont également distingués à l'intérieur du lit même du ruisseau. Celui-ci se définit dans notre étude comme la bande d'activité, à couvert végétal peu développé, qui est délimitée par les *berges*. Au-delà des berges se trouve la *plaine d'inondation*: rehaussée de 1,5 à 2 m par rapport au lit du ruisseau, celle-ci correspond à toute la zone végétalisée que le cours d'eau peut inonder lors de crues importantes.

Quelques aménagements artificiels du ruisseau sont également signalés, tout particulièrement la succession des *bassins* protégés par une petite *digue*, dans la partie centrale du site, ainsi qu'un *gué* localisé 80 m en amont. Chacune des six *fermes* est symbolisée uniquement par le plus important de ses bâtiments.

### 2.5.1.2.2 Autres périodes

Quelques éléments significatifs pour d'autres périodes que le Haut Moyen Age sont également représentés et permettent une vision diachronique. Il s'agit tout d'abord du *ruisseau moderne*, tracé issu d'une correction au 18<sup>e</sup> siècle. (chap. 1.3.2) et qui a persisté jusqu'à la construction de l'autoroute, à la fin du 20<sup>e</sup> siècle. La *bande d'activité postérieure au Haut Moyen Age* correspond aux différentes zones où le ruisseau a migré et déposé des matériaux (appartenant à l'ensemble sédimentaire 2), ceci entre la période mérovingienne et la correction. Cette divagation a entraîné une ablation profonde des dépôts plus anciens (soit antérieurs à l'ensemble 2). Quelques formes typiquement alluviales antérieures au Haut Moyen Age ont aussi été clairement identifiées lors des travaux de fouille. Il s'agit d'un *méandre recoupé* attribué à la *période gallo-romaine*, mais surtout d'un *lit abandonné du ruisseau* qui semble avoir été *en activité jusqu'à l'Age du Fer*; ce dernier s'individualise également à l'est du gisement. Enfin, étagée de 2 à 3 m par rapport au fond de vallée, la *terrasse fluviale antéholocène* (ensembles 6 et 7) se développe au sud de la plaine alluviale, dans la partie médiane du site. Le substrat tertiaire se rencontre à l'affleurement dans le quart sud-ouest de la carte, au *pied du versant* du Bois de Chaux. A cet endroit, la *molasse oligocène* présente un *replat d'érosion* dominant d'une dizaine de mètres le fond de vallée, duquel il est séparé par un *talus* assez raide.

### 2.5.1.3 Le paysage médiéval, ses éléments

La carte paléogéographique permet une vue d'ensemble de la configuration du paysage, qui est brièvement commentée ci-après. Pour une approche plus détaillée, nous renvoyons le lecteur à la description de chaque domaine morphosédimentaire (chap. 2.2.4).

D'un point de vue général tout d'abord, l'une des particularités géomorphologiques du site consiste en un resserrement de la bande d'activité du ruisseau La Pran localisé dans le domaine morphosédimentaire C, à proximité de la ferme 2 (chap. 2.2.4.4.1).

A cet endroit, sur une longueur d'environ 75 m, le cours d'eau a eu un tracé très stable durant tout l'Holocène, aucune migration latérale des chenaux en direction de la plaine d'inondation, vers le nord, n'ayant été décelée. En vision verticale, dans l'axe ouest-est à travers ce goulet, l'épaisseur des sédiments quaternaires passe de 1,8 à 3,5-4 m (voir les coupes synthétiques, fig. 30). Cet approfondissement relativement brutal, mais d'amplitude assez faible, pourrait être dû à un changement de lithologie de la molasse oligocène, comme par exemple la disparition d'un banc de grès substitué vers l'est par des marnes, moins résistantes à l'érosion. Une autre hypothèse consiste en l'intervention d'une faille d'axe N-S (rhénane) qui aurait permis l'abaissement de quelques mètres du compartiment oriental: de tels accidents ont en effet été mis en évidence par un profil sismique à travers le bassin de Delémont (Suter 1978).

Qu'elle soit de nature lithologique ou tectonique, cette anomalie au niveau du substrat tertiaire a conditionné la dynamique fluviale et, partant, la géomorphologie locale. En effet, l'augmentation subite de la pente a entraîné une incision linéaire relativement profonde de la molasse par le ruisseau, ce qui a empêché ses divagations. Vers l'est, juste en aval du goulet, la bande d'activité du ruisseau atteint une largeur maximale pour le site, soit 50 m environ; elle s'appuie au sud contre une terrasse fluviale antéholocène qui apparaît en contrebas d'un replat molassique.

De part et d'autre de ce resserrement, le ruisseau d'époque médiévale décrit toute une succession de méandres d'une longueur d'onde atteignant 86 m en moyenne, qui contraste avec le tracé moderne, plutôt rectiligne. La largeur maximale du chenal actif se situe entre 3 et 5 m; celle du lit, entre les berges, atteint 12 à 20 m dans la partie occidentale pour s'élever aux environs de 30 m en moyenne dans la partie orientale. La bande d'activité du ruisseau est donc nettement plus large que l'actuelle.

A proximité de la ferme 1, tout à l'ouest du site, le tracé du ruisseau du Haut Moyen Age a disparu du fait de l'activité fluviale postérieure, mais, d'après la répartition des structures archéologiques, il est fort probable que le cours d'eau décrivait déjà une boucle à concavité vers le nord dans ce secteur. L'évolution des sinuosités qui font suite vers l'est, entre les fermes 1 et 2, a pu être reconstituée en détail par l'étude de la zone riveraine où se trouvaient des dépôts organiques (domaine morphologique B; chap. 2.2.4.3). Puis, à l'est de la zone resserrée, dans la partie centrale du site, le lit du ruisseau s'élargit très nettement. Sa berge sud coïncide avec le rebord de la terrasse fluviale antéholocène, tandis qu'une zone assez marécageuse se développe sur son bord nord. Dans un lobe de méandre ont été installés les bassins, à la faveur d'un chenal recoupé (domaine D; chap. 2.2.4.5). On note la présence d'une gouttière à l'ouest du secteur rattaché à la ferme 3: cette crevasse n'avait pas de continuité dans la plaine alluviale.

À l'instar de l'extrémité occidentale, le tracé du chenal actif au Haut Moyen Age n'a pu être reconstitué avec précision dans la partie orientale du site, suite aux divagations plus tardives du ruisseau. Cependant, on peut admettre que les limites de la zone érodée, surtout en rive droite, reflètent grossièrement son cheminement

à cette époque. D'une part, la boucle entourant la ferme 4 a bien été identifiée sur le terrain, y compris en rive gauche où la berge a été reconnue dans des sondages (chap. 2.2.4.9.1). D'autre part, la concavité inverse qui lui fait suite vers l'est existait elle aussi déjà à la période médiévale, comme le montrent les informations collectées à proximité de la ferme 5, où un segment de berge a par exemple été également découvert. Puis, tout à l'est, ce tracé devait dessiner schématiquement une courbe à plus grand rayon, à nouveau orientée vers le nord, qui définissait un territoire sur lequel les fermes 5 et 6 ont été implantées. Ces deux établissements sont séparés par une entaille comblée par des dépôts de l'ensemble 2, liée peut-être à la présence d'un ruz à l'époque médiévale.

#### 2.5.1.4 Les sols et leurs potentialités agricoles

Les éléments constitutifs du paysage médiéval sont autant de milieux délimités par des conditions écologiques spécifiques et dans lesquels des sols de types différents se sont développés (dépliant). Nous ouvrons ainsi une brève digression à caractère pédologique qui complète la reconstitution environnementale du site. La reconnaissance des principales catégories de sols présents à l'époque s'appuie non seulement sur les observations de terrain, mais aussi sur l'analyse micromorphologique de profils commentés dans le volume de la collection consacré aux structures archéologiques (CAJ 13, chap. 19). La terminologie utilisée est celle préconisée par le *Référentiel Pédologique* (AFES 1995).

D'extension la plus large sur le terrain étudié, la plaine d'inondation est le siège de sols à caractères nettement hydromorphes. En effet, ils sont développés sur les alluvions fines de l'Holocène ancien (ensemble 4) : altérées, très argileuses, celles-ci créent des engorgements temporaires du profil aux cours des saisons pluvieuses, tandis que le niveau de la nappe phréatique peut tout de même s'y élever à partir des graviers de fond de vallée (ensemble 5). Sous le niveau archéologique médiéval représentant, rappelons-le, l'horizon sommital du sol de l'époque, on observe ainsi un horizon d'altération à caractère rédoxique (ou horizon Sg). En considérant également les fréquents débordements du ruisseau pouvant l'affecter, il semble que cette portion du territoire soit donc plus favorable à l'herbage qu'aux cultures, comme c'était d'ailleurs le cas aux 18<sup>e</sup> et 19<sup>e</sup> siècles, malgré l'aménagement de tout un système de drainage (chap. 1.3.3).

La bande d'activité du ruisseau, délimitée de part et d'autre par ses berges, ne renferme que des matériaux essentiellement sableux ou graveleux, peu altérés : sur de tels substrats qui, de surcroît, sont régulièrement soumis à des inondations et des érosions, des sols jeunes, de type fluviosol peu évolué, peuvent se former. Localement, des dépressions noyées par la nappe phréatique, comme par exemple des chenaux secondaires recoupés, sont en outre propices à la genèse de sols tourbeux, ou histosols. Du point de vue de l'exploitation agricole, cette bande de terrain n'est par conséquent utilisable que pour l'abreuvement du bétail, voire pour un occasionnel broutage.

Etagée de quelques mètres au-dessus du fond de vallée, la terrasse qui se développe au sud, dans la partie médiane du site, se caractérise en revanche par un soubassement très altéré, riche en

argiles et en sables (ensemble 6), mais bien drainé en profondeur par une nappe de graviers (ensemble 7). Ces conditions de station ont conduit à la genèse d'un sol de type lessivé, ou luvisol, caractérisé par l'apparition en profondeur d'un horizon argilluvial (ou horizon BTg). L'évolution de ce sol s'étant déroulée sur une période assez longue, l'accumulation d'argiles a engendré l'apparition de traits d'hydromorphie plus tardifs. Avec de plus une situation hors inondations, cette terrasse recèle ainsi un bon potentiel pour les cultures. Cependant, il faut souligner que ces terrains argileux ont été exploités en tant que matière première à l'époque gallo-romaine et ce par l'ouverture de nombreuses fosses (chap. 2.2.4.6). Bien que nappé de colluvions par la suite, ce replat devait donc apparaître quelque peu défoncé au Haut Moyen Âge, période à laquelle des structures ont également été implantées (zones d'activité 3 et 4 ; CAJ 13, chap. 8 et 9). Néanmoins, ces exploitations n'ont concerné que l'extrémité ouest de la terrasse qui se poursuit vers le sud-est, au-delà de la zone explorée, en offrant tout de même des potentialités agricoles favorables.

Au sud toujours, le talus s'étendant du promontoire molassique vers la plaine alluviale constitue sans aucun doute le siège de colluviosols, qui peuvent atteindre une certaine profondeur en pied de versant. Bien que ces sols soient a priori relativement favorables aux cultures, la pente d'environ 15% du terrain, qui rend le travail de la terre beaucoup plus ardu, diminue leur potentiel. La portion de talus plutôt raide, tournée vers le nord et entaillée à son pied par le ruisseau, est encore moins attractive pour l'agriculture.

Bien qu'aucun sondage n'ait été ouvert sur le replat molassique dominant la plaine alluviale par le sud, on peut affirmer que le substrat oligocène, gréseux à cet endroit, a généré le développement de brunisols. De tels sols ont en effet été observés dans des conditions de station identiques, sur le site protohistorique de Delémont, En La Pran, à moins d'un kilomètre de là, mais souvent sous une forme dégradée (Pousaz et al. 2000). Ces sols bruns possèdent un bon potentiel pour l'agriculture, mais l'escarpement d'une quinzaine de mètres de hauteur qui sépare le replat de la plaine d'installation du hameau constituait peut-être un obstacle à son exploitation par les villageois.

Les différents types de sols et leur extension respective aux environs du hameau n'offraient, en résumé, qu'un potentiel assez médiocre pour les cultures. Le contexte de plaine alluviale, régulièrement soumise à une forte saturation en eau et aux inondations superficielles, se révèle ainsi de manière générale peu favorable aux pratiques agricoles.

#### 2.5.1.5 Répartition des fermes et occupation du territoire

Si l'on considère globalement la distribution des six fermes dans le paysage reconstitué du 7<sup>e</sup> siècle, on constate que les différents établissements sont assez régulièrement espacés. Le fractionnement du territoire semble s'effectuer en fonction d'un élément naturel, en l'occurrence une boucle du ruisseau, dans la plupart des cas. Cette répartition dispersée de l'habitat, rattaché au domaine exploité, coïncide avec le modèle d'occupation du sol proposé par J.-M. Blaising (2002) pour la période mérovingienne.

Les bâtiments principaux des six fermes sont tous implantés dans la plaine d'inondation, en dehors du lit du ruisseau, dont ils ne sont éloignés cependant que de 5 à 10 m. Le substrat naturel de ces maisons consiste en des limons assez argileux, peu propices à l'infiltration des eaux superficielles. Seul le bâtiment principal de la ferme 6 repose sur des graviers assurant un drainage nettement plus efficace. D'autres édifices en revanche, comme les cabanes en fosse, ont carrément été construits dans le lit du ruisseau, à la faveur d'une dépression issue par exemple d'un chenal secondaire<sup>42</sup>. Cette implantation quelque peu surprenante témoigne d'une certaine indifférence aux inconvénients d'inondations pourtant assez fréquentes : la proximité du ruisseau, nécessaire pour certaines activités artisanales (p. ex. le rouissage des fibres textiles), était apparemment jugée prépondérante par rapport aux désagréments passagers engendrés par les débordements.

A relever encore que les fermes 1 et 2 sont toutes deux localisées en rive gauche et sont séparées par une concavité issue d'un chenal secondaire. Comme nous l'avons vu dans l'étude consacrée à la zone riveraine, les lobes de méandres constituaient des accès au cours d'eau très usités (chap. 2.2.4.3). La partie centrale du site, avec un lit du ruisseau très large et des abords marécageux au nord, ne convenait peut-être pas bien à l'habitat ; ceci expliquerait pourquoi elle était plutôt réservée aux activités artisanales nécessitant de l'espace, comme par exemple le charbonnage. En rive droite cette fois, le domaine de la ferme 3 paraît fractionné à l'ouest par une gouttière transversale. Plus à l'est sur cette même rive, les fermes 4 et 5 sont réparties à la faveur de lobes de méandres bien individualisés. Quant à la ferme 6, une entaille de la berge – peut-être liée à la présence d'un ruz – la sépare de la précédente.

#### 2.5.1.6 Formes des périodes antérieures

Quelques éléments du paysage antérieurs au Haut Moyen Age figurent sur la carte, en particulier à proximité des fermes 3 et 4 (ou domaine morphologique G, chap. 2.2.4.8). A cet endroit, un lit du ruisseau encore actif à la période protohistorique a été clairement mis en évidence lors des travaux de terrain (fig. 30, coupe III). Ce tracé abandonné a pu être suivi dans toute la partie orientale du site. Sa largeur varie de 12 à 25 m au maximum, dimension que l'on retrouve sur le gisement protohistorique de Delémont, En La Pran, situé 400 m en aval de la même plaine (Guélat 2009). Par comparaison avec celle du 7<sup>e</sup> siècle, la bande d'activité du ruisseau était donc un peu plus étroite à cette époque. L'ordre de grandeur, qui découle des caractéristiques hydrodynamiques du cours d'eau non contraint par un fort impact anthropique, demeure cependant comparable.

Un chenal divergent, attribué à la période gallo-romaine, est également représenté sous la forme d'un méandre recoupé. Celui-ci résulte d'un changement assez rapide dans le cheminement du ruisseau, qui a migré en bordure nord de la plaine alluviale (chap. 2.2.4.8.1). Des chenaux divagants de taille plus réduite<sup>43</sup>, comblés par des graviers et renfermant du mobilier gallo-romain, ont été également identifiés dans la zone comprenant les fermes 5 et 6 (chap. 2.2.4.9.2). Ils pourraient résulter du même processus de migration du cours d'eau.

## 2.5.2 Dynamique de fonctionnement du ruisseau La Pran et évolution

A partir des résultats de l'analyse C/M et des coupes synthétiques, on peut proposer une approche diachronique subdivisée en différentes thématiques. Celle-ci aboutit à une reconstitution des événements ayant marqué l'hydrosystème de la plaine de la Pran.

### 2.5.2.1 Modèle dynamique et données actuelles

Tout d'abord, il semble que le style fluvial n'ait subi qu'un seul véritable changement au cours des derniers 15 000 ans. Il est mis en évidence par la transition entre les graviers de fond de vallée (ensemble 5) et les dépôts alluviaux de granulométrie plus fine qui les recouvrent (ensemble 4) : les premiers se sont mis en place par roulage sur le fond de chenaux (chap. 2.4.3.1.1), dans un système à bras multiples de type tressage, tandis que les seconds montrent le développement du transport par suspension, caractéristique du méandrage. D'après l'insertion chronologique de ces unités (chap. 2.2.2. et 2.3.1), on peut affirmer que ce changement de modèle a eu lieu durant le Tardiglaciaire, comme nous avons déjà pu l'établir dans d'autres séquences alluviales de la vallée de Delémont<sup>44</sup> (Guélat 1993 ; Braillard et al. 2002). A noter que ce résultat est en accord avec l'histoire des cours d'eau d'Europe centrale (Starkel 1991) et septentrionale (Antoine et al. 2002).

L'image C/M des dépôts du ruisseau montre une persistance du méandrage comme style fluvial pour tout l'Holocène, avec pour caractéristiques principales (Peiry 1988 ; Amoros et Petts 1993) :

- chenal principal unique qui serpente dans la plaine alluviale en formant des boucles plus ou moins prononcées ;
- relative stabilité du chenal principal, la migration des méandres n'atteignant que quelques décimètres par an (Nanson 1980) ;
- prédominance du débordement comme dynamique de mise en place des dépôts, ce qui conduit à la création de formes alluviales spécifiques tels que limons d'inondation, levées sableuses et barres graveleuses sur les rives des méandres.

Pour les dépôts mis en place dès le début du Postglaciaire et jusqu'à l'Age du Fer approximativement (ensemble 4), on constate une forte population d'échantillons typiques d'un dépôt de suspension uniforme (chap. 2.4.3.1.2 ; fig. 34b). Selon A.G. Brown (1985), ceci indique la persistance d'une sédimentation de débordement et une faible migration latérale de la bande d'activité.

Pour les dépôts postérieurs à l'Age du Fer (ensembles 3 et 2), l'image C/M révèle une expansion des dépôts issus de la suspension graduée, souvent en combinaison avec le roulage, mais dans une continuité des paramètres hydrodynamiques<sup>45</sup> (chap. 2.4.3.1). Du point de vue sédimentologique, cela correspond, d'une part, à des crues fréquentes qui envahissent des chenaux secondaires progressivement comblés<sup>46</sup> et, d'autre part, au déploiement de la sédimentation à proximité des berges liée à des débordements récurrents<sup>47</sup> (chap. 2.4.2.3). Conjointement, la suspension uniforme est toujours un processus très actif, avec un indice limite<sup>48</sup> assez élevé, tandis que la décantation en eau calme, comme par exemple dans les bras morts, est quasi inexistante.

Pour la période historique en tout cas, l'interprétation de l'image C/M, de même que les valeurs limites que l'on peut en extraire, montrent que la dynamique du ruisseau La Pran s'apparente à celle d'un cours d'eau montagnard. Par opposition à des cours d'eau matures<sup>49</sup>, ce fonctionnement se caractérise en effet par des crues relativement énergiques qui génèrent des courants de traction plutôt rapides, dans lesquels le roulage se combine avec la suspension graduée pour le transport des particules (chap. 2.4.2.4). Ce résultat de notre démarche analytique se voit élégamment confirmé par l'hydrologie actuelle de La Pran. En effet, des mesures du débit accompagnées d'un bref bilan hydrologique nous ont été aimablement communiqués par Jean Fernex, de l'Office de l'environnement à Saint-Ursanne, dont nous reprenons ci-dessous les termes :

« Une mesure en continu du débit de La Pran a été réalisée en 1990-91 (il s'agit d'années plutôt sèches). On peut en tirer les données suivantes :

- débit moyen annuel : 80 l/s
- débit journalier minimum : 14 l/s
- débit journalier maximum : 2000 l/s.

» Le régime hydrologique est caractéristique d'une tête de bassin, soit un régime très nerveux, avec une réaction très rapide aux événements pluvieux. Les crues surviennent même lors de pluies relativement faibles (distance courte et réservoirs de peu d'importance). Les événements sont brefs et violents, avec des montées en crue pouvant passer de 100 l/s à plus de 4000 l/s en deux heures. Les décrues sont également très rapides : lors de la crue de décembre 1991, le débit est passé de 100 l/s à 4000 l/s en deux à trois heures, tandis que le retour à 100 l/s s'est effectué en 4 à 5 jours. Dans le cas de la crue du 8 juillet 1991, le débit est passé de 70 à 1450 l/s en moins de 10 minutes ! On note en outre une forte influence des épisodes de fonte de neige (pluie chaude sur couverture neigeuse, cas de la crue de décembre 1991 notamment). »

On ne pouvait imaginer une illustration plus frappante de nos résultats ! Ceci établit de manière indubitable le comportement intempêtif du ruisseau, sous forme de crues assez brutales, dont témoignent également les archives du 18<sup>e</sup> siècle (chap. 1.3.3). Considérées sous un aspect évolutif et diachronique (chap. 2.4.2.4), les données dérivées de la technique C/M montrent de plus que ce fonctionnement est celui qui a eu cours durant les deux derniers millénaires en tout cas.

#### 2.5.2.2 Navigabilité du ruisseau

Une question récurrente de la part des archéologues concerne le degré de navigabilité du ruisseau (fig. 43), à savoir si ce dernier permet le transport par voie d'eau de matériaux utilisés en masse sur le site, comme par exemple le bois de construction ou de feu. Trois points sont ainsi à résoudre. En premier lieu, il faut préciser le type d'embarcation qui peut naviguer sur des cours d'eau aussi petits que La Pran. Ensuite, il s'agit de déterminer si les dimensions mais également la profondeur d'eau de ce ruisseau sont suffisantes pour circuler avec un chargement.

Plusieurs éléments de réponse nous sont apportés par un article de M. Eckoldt (1986). Selon cet auteur, l'utilisation de rivières même

très modestes pour la navigation est attestée au Haut Moyen Age par les documents écrits<sup>50</sup>. Souvent monoxyles, les embarcations les plus répandues atteignaient 5 à 12 m de long et 50 à 90 cm de large, pour 40 à 60 cm de hauteur. Elles exigeaient un tirant d'eau de 30 à 40 cm pour une charge utile allant de 200 kg à 1 tonne, soit une ou deux personnes avec bagages et surtout la cargaison. Si l'on considère les irrégularités naturelles du fond des rivières, on peut admettre qu'une hauteur d'eau moyenne et minimale dans le chenal de 60 à 70 cm était nécessaire à la batellerie.

Les dimensions du chenal principal de l'époque mérovingienne, tel qu'il est figuré sur la reconstitution paléogéographique (dépliant), paraissent suffisantes pour la navigation de telles barques. Plusieurs coupes de terrain nous ont en effet permis d'observer une section intégralement préservée de ce chenal et sa largeur mesure entre 2 et 3 m, jamais moins<sup>51</sup>.

La question de la profondeur d'eau se révèle plus complexe à résoudre. La réflexion fait intervenir des notions d'hydraulique fluviale, plus précisément l'équation dite de Manning-Strickler régissant l'écoulement des fluides dans un cours d'eau (Eckoldt 1986; Amoros et Petts 1993). Cette formule met en relation le débit avec plusieurs variables telles que la pente du tronçon considéré, la section du chenal et son coefficient de rugosité. Dans le cas présent, cette équation permet d'estimer le débit si l'on fixe la hauteur d'eau désirée, en l'occurrence 60 cm au minimum. En introduisant les autres valeurs spécifiques au site de Develier-Courtételle, on obtient un débit nécessaire environ 200 fois plus élevé<sup>52</sup> que le débit mensuel maximal mesuré actuellement dans La Pran<sup>53</sup>. Ce résultat montre que ce cours d'eau n'a jamais disposé d'une profondeur d'eau suffisante pour la navigation, même pendant les mois les plus arrosés de l'année. Les valeurs relativement élevées du débit obtenues par ce calcul s'expliquent par le facteur pente, qui n'est de loin pas négligeable dans le secteur considéré<sup>54</sup>, mais aussi par la largeur assez conséquente du chenal.



Fig. 43 Vue du ruisseau actuel. Au Haut Moyen Age, il n'était pas navigable, car son débit ne permettait pas d'atteindre une hauteur suffisante pour des embarcations, même spécialisées.

Pour conclure, il apparaît que le ruisseau traversant le hameau médiéval n'a pas pu servir au transport de matériaux par voie d'eau, tout simplement parce que son débit ne permettait pas d'atteindre une hauteur d'eau nécessaire à des embarcations, même très spécialisées<sup>55</sup>.

### 2.5.2.3 Bilan sédimentaire et évolution de l'hydrosystème depuis 15000 ans

Après la métamorphose fluviale du Tardiglaciaire (chap. 2.5.2.1), le système méandrisant a persisté dans la plaine de la Pran tout au long de l'Holocène et, durant la majeure partie de celui-ci, l'hydrosystème paraît assez stable: les taux de sédimentation restent faibles et les migrations latérales du ruisseau sont plutôt réduites. En revanche, il ressort de nos résultats qu'une certaine instabilité du système se marque approximativement dès la fin de l'Antiquité. Bien qu'il possède un débit très modeste, le ruisseau La Pran se caractérise dès lors par un fonctionnement marqué par des crues épisodiques assez brutales, s'apparentant à celles d'un cours d'eau montagnard. Cette dynamique a persisté jusqu'à aujourd'hui, il est même probable qu'elle a été renforcée par les importants travaux de correction du ruisseau entrepris au 18<sup>e</sup> siècle (chap. 1.3.2).

Les coupes tracées à travers le fond de vallée permettent elles aussi de déceler ces tendances évolutives dans la succession des unités alluviales. Selon L. Starkel (1991), on retrouve ces évolutions dans de nombreux cours d'eau des régions tempérées, ce qui permet à ce même auteur d'en définir les principaux types.

Placée dans la partie centrale du site, la coupe III constitue une bonne référence pour la plaine de la Pran qu'elle traverse en totalité (fig. 30; chap. 2.3.1.3). Pour l'Holocène, la géométrie des unités stratigraphiques montre une évolution générale en recouvrement-remblaiement (type *cut and fill*, ou CF) due à la migration latérale du chenal et à la progradation. Ce type est commun aux rivières des régions restées libres de glace durant la dernière glaciation. Comme le révèle la coupe III, la tendance est tout d'abord à l'incision dans le cailloutis pléniglaciaire et, au contraire, à l'alluvionnement avec un exhaussement relatif du lit majeur depuis la période gallo-romaine (sous-type CF2<sup>56</sup>; fig. 44). Cette tendance à l'accrétion verticale pourrait bien être à l'origine du phénomène de migration rapide révélée par le tracé des chenaux antérieurs au Haut Moyen Age dans la partie orientale du site de Develier-Courtételle (domaines G et H), mais aussi la migration

de méandres sur le gisement protohistorique de Delémont, En La Pran (Guélat 2009).

On retrouve cette dilatation dans toutes les coupes à travers le site de Develier-Courtételle, particulièrement dans la coupe II (chap. 2.3.1.2). Les formations de la première partie de l'Holocène ont subi une ablation importante qui peut s'expliquer par la position de la coupe: elle se situe à l'extrémité orientale d'un encaissement relatif du lit du ruisseau qui a fortement limité les divagations (chap. 2.5.1.3.) et de ce fait favorisé le déblaiement des sédiments. Les dépôts plus tardifs, mis en place dès le début du Moyen Age, se superposent aux précédents et montrent en revanche une tendance à l'accumulation.

A relever que dans une même section, la succession des unités alluviales ne montre pas d'élévation notable du fond des chenaux abandonnés: dans la plupart des cas, ceux-ci incisent le cailloutis pléniglaciaire. Si l'on considère toute la série de coupes stratigraphiques en allant vers l'ouest, on constate que ces chenaux entaillent de plus en plus profondément les graviers de fond de vallée pour atteindre la molasse oligocène à l'extrémité occidentale du site (coupe I, chap. 2.3.1.1).

Comme nous le verrons dans la discussion (chap. 2.6.3), les facteurs climatiques sont vraisemblablement à l'origine de ces mutations de l'hydrosystème local, l'influence des facteurs anthropiques ne devant cependant pas être négligée. Des considérations quant à la composition des sédiments, plus précisément la modification dans le temps du faciès des limons d'inondation, apportent des arguments supplémentaires à ces constats.

Pour la première partie de l'Holocène en effet, du fait de leur faible taux d'accrétion, les dépôts issus d'un transport par suspension subissent une pédogenèse assez avancée après leur mise en place; ils s'enrichissent donc en argiles (chap. 2.5.1.4). A partir de la transition entre l'Age du Bronze final et l'Age du Fer, le détritisme s'accroît et la fraction minérale domine dans la composition des alluvions fines: ce sont des sables gris qui proviennent de l'incision de la molasse oligocène dans la section amont du bassin; les sols des versants ne semblent à ce stade pas encore déstabilisés. Postérieurement au Haut Moyen Age, le taux de sédimentation s'élève encore: les limons d'inondation sont constitués cette fois-ci de particules organo-minérales issues de l'érosion des sols sur les versants, via les accumulations colluviales au pied des pentes.

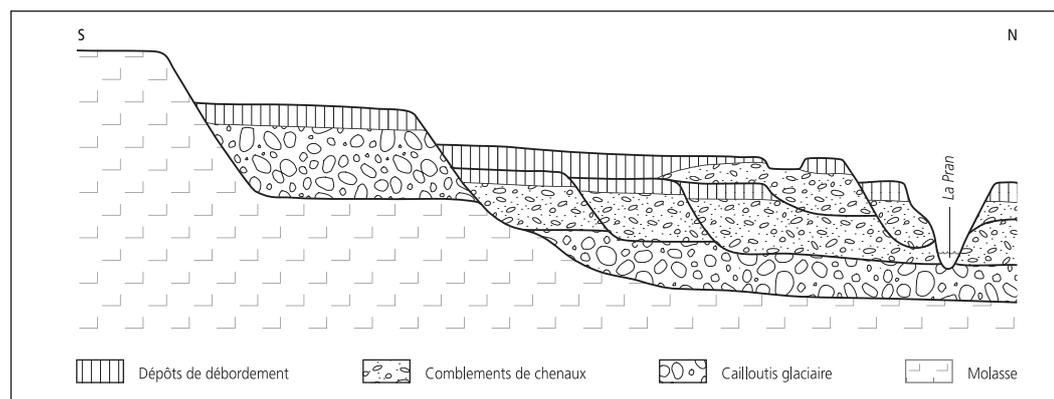


Fig. 44 Schéma de l'étagement des nappes alluviales à Develier-Courtételle. Ce système correspond au type «recouvrement-remblaiement» (sous-type CF2 selon Starkel 1991).

Cette recrudescence des apports limoneux d'origine pédologique, constatée également à l'échelle régionale (Braillard et al. 2002), a conduit au revêtement<sup>57</sup> de la plaine d'inondation. Comme le soulignent J.-F. Pastre (Pastre et al. 2002) pour le Bassin parisien, le facteur explicatif est la conjonction du développement des activités agricoles avec la détérioration climatique du Petit Age Glaciaire<sup>58</sup>.

Pour la vallée de Delémont, il faut rajouter l'impact des activités sidérurgiques, qui connaissent leur essor dès le 11<sup>e</sup> siècle (Eschenlohr 2001). A Develier-Courtételle, les dépôts postérieurs au Haut Moyen Age peuvent avoir des âges assez différents selon le secteur considéré. A proximité du ruisseau moderne, ils se sont essentiellement mis en place à l'Epoque moderne, phase durant laquelle la forte dégradation du couvert forestier, liée précisément à l'expansion régionale de l'industrie du fer, apparaît comme le principal déterminant de la réponse détritique.

## 2.5.3 La paléohydrologie du Haut Moyen Age

Contrairement au point précédent, cette approche est de type synchronique, axée sur le Haut Moyen Age. Elle se base sur des séquences de référence offrant une excellente résolution stratigraphique pour cette période, les autres successions étant mises de côté.

Pour parvenir à une synthèse, un découpage chronologique de l'histoire sédimentaire de ces séquences, au nombre de trois, est tout d'abord nécessaire. Puis, par corrélation, on arrive à reconstituer les principaux événements paléohydrologiques ayant eu pour cadre la plaine de la Pran.

### 2.5.3.1 Les séquences de référence: périodisation et insertion chronologique

Les séquences retenues, à savoir celles des domaines B (zone riveraine), D (bassins) et C (coupe DEV7) sont donc dans un premier

Phase	Unité strat.	Description	Diagnostic par la méthode C/M	Interprétation	Éléments de datation
B-X	B1	Terre végétale, horizon labouré.	S'apparente à des dépôts d'inondation.	Agriculture moderne. Recharges en particules fines lors des inondations.	Actuel.
B-IX	B2	Séquences limoneuses surtout, progradantes vers le sud; comblements de chenaux divagants vers le nord.	Prédominance du transport par suspension. Stabilité des paramètres hydrodynamiques.	Migration du ruisseau vers le sud, en plusieurs étapes. Erosion des sols, agriculture.	1440-1650 cal. AD <sup>a</sup> 720-990 cal. AD <sup>b</sup>
B-VIII	B3.1	Séquence silteuse très organique au sommet. Niveaux anthropisés. Installation en pied de berge des rangées de piquets favorisant l'accumulation de dépôts tourbeux.	Dépôts par suspension; formes terrestres; sables de débordement.	Accalmie hydrologique et net impact de l'occupation humaine sur les sédiments. Ralentissement des flux hydriques par les aménagements de berge (piquets, etc.), puis colonisation végétale (fig. 17b).	Fin vers 750 <sup>c</sup> 675-775 cal. AD <sup>d</sup>
B-VII	B3.2	Sables gris-vert en séquences granoclassées.	Sables transportés par des écoulements très turbulents, déposés à proximité des berges et dans les chenaux recoupés: dépôts de débordement.	Crues répétitives. Effondrements des berges et colmatages du lit du ruisseau par des sables.	
B-VI	B3.3	Comblement organique d'une dépression et niveaux anthropisés ou limons sableux gris à macrorestes.	Graviers de fond de chenaux et remblaiement d'un chenal abandonné. Sédiments anthropisés sortant de l'image.	Hydrodynamisme assez soutenu. Recoupement d'un méandre. Installation humaine bien attestée (fig. 17a).	540-660 cal. AD <sup>e</sup> vers 600 <sup>f</sup>
B-V	B3.4	Graviers sableux, progradants, à fragments de tuile épars.	Dépôts de fond de chenal, mis en place par des courants rapides.	Nette reprise de l'activité hydrique. Incision des berges.	
B-IV	B3.5	Niveaux silto-sableux peu épais, bien lités, avec macrorestes et bois travaillés.	Remblaiement de chenal ou bras secondaire à courant très lent.	Accalmie hydrologique. Rejets organiques: premières traces d'occupation humaine.	410-620 cal. AD <sup>g</sup> 500-550 <sup>h</sup> après 550 <sup>i</sup>
B-III	B3.6	Graviers assez grossiers, en poches, sans artefact.	Matériaux roulés par des courants rapides sur le fond du chenal actif.	Incision verticale et alluvionnement antérieurs à l'occupation médiévale.	
B-II	B4.1	Limons argileux gris olive, sableux vers la base, pédogénisés.	Dépôts de plaine d'inondation éloignée du chenal mis en place par suspension uniforme.	Style fluvial méandrisant à faible variabilité. Equilibre de l'écosystème.	
B-I	B5	Graviers grossiers en nappe de fond de vallée.	Matériaux roulés sur le fond des chenaux par des courants rapides.	Modèle fluvial de type tressage. Contexte périglaciaire.	21 950-21 400 cal. BC <sup>j</sup>

a ARC1029 : 350 ± 50 <sup>14</sup>C BP; bois dans la couche B2.111.

b ARC1031 : 1170 ± 50 <sup>14</sup>C BP; bois dans la couche B2.211 scellant l'ensemble B3 (chap. 2.3.1.1).

c Par l'archéologie: combinaison de 5 dates <sup>14</sup>C incluant les alignements de piquets et deux structures archéologiques: phase d'occupation allant du milieu du 7<sup>e</sup> s. et se terminant vers le milieu du 8<sup>e</sup> s. (CAJ13, chap. 5.6.6).

d Combinaison calibrée à 1 sigma de 3 dates <sup>14</sup>C sur des piquets s'insérant à l'interface des séries B3.2 et B3.1, datant donc le début de la phase B-VIII d'un point de vue sédimentaire (CAJ13, chap. 5.6.6).

e Combinaison de 2 dates <sup>14</sup>C obtenues dans la couche B3.301 (CAJ13, chap. 5.6.6).

f Par l'archéologie: début du 7<sup>e</sup> siècle.

g GrA-9206: 1550 ± 50 <sup>14</sup>C BP; bois dans la couche B3.501.

h Par l'archéologie (CAJ 13, chap. 5.7.2): première moitié du 6<sup>e</sup> siècle.

i Par l'archéologie (CAJ 17, chap. 12.2.1).

j GrA-9075: 19'710 ± 150 <sup>14</sup>C BP; calibration à 1 sigma (Intcal04); charbons à la base de la couche B4.3, un niveau argileux apparu dans la coupe DEV58 (chap. 2.3.1.1.).

Fig. 45 Séquence du domaine B - zone riveraine: synthèse chronologique.

temps systématiquement passées en revue. Cette récapitulation est présentée dans des tableaux (fig. 45-47), sous la forme d'une suite de phases chacune reconnue par différentes rubriques.

Il faut souligner que l'identification des événements, en particulier d'ordre hydrologique, figurant dans la colonne « interprétation » repose sur l'association de trois critères : sédimentologique, archéologique et pédologique. On rappellera à cet égard que c'est non seulement la taille des particules déposées et le taux de sédimentation élevé qui définissent l'émergence de crues répétitives, mais aussi la modification du tracé du chenal principal ou la

destruction d'un aménagement anthropique qui, regroupés, constituent un faisceau d'indices à l'origine du signal.

Tous les éléments de datations disponibles figurent en parallèle dans les trois tableaux. Pour simplifier leur formulation, les références de ces données chronologiques sont explicitées en notes de bas de page. La conversion des âges  $^{14}\text{C}$  conventionnels en âges calendaires a été effectuée à l'aide de la courbe de calibration Intcal98 (Stuiver et al.1998); les dates  $^{14}\text{C}$  mentionnées, de même que leurs combinaisons éventuelles, sont ainsi calibrées à 2 sigma, sauf indication contraire<sup>59</sup>.

Phase	Unité strat.	Description	Diagnostic par la méthode C/M	Interprétation	Éléments de datation
D-XIII	D1	Terre végétale, horizon labouré.	S'apparente à des dépôts d'inondation.	Agriculture moderne. Recharges en particules fines lors des inondations.	Actuel.
D-XII	D2	Comblement de chenaux sablo-graveleux et limons argileux bruns, altérés.	Prédominance du transport par suspension. Stabilité de l'hydrodynamisme.	Migration du ruisseau vers le nord. Régionalement : érosion des sols, agriculture.	
D-XI	D3.1	Limons sableux brun-gris, riches en scories de fer et en charbons de bois.	Formes terrestres très mal classées.	Remblais : dépotoirs en liaison avec la métallurgie.	670 cal. AD <sup>a</sup> 650-700 <sup>b</sup>
D-X	D3.2	Sables gris se corrélant avec des graviers en comblement de chenal.	Dépôts de berge issus de courants turbulents ; matériaux roulés sur le fond des chenaux.	Nette reprise hydrologique : incision, alluvionnement et débordements.	
D-IX	D3.301 D3.302	Accumulation litée de charbons de bois enrichie en sables au sommet.	Formes terrestres surtout. Dépôts de débordement.	Activité humaine de type charbonnage. Débordements épisodiques du ruisseau <sup>c</sup> (fig. 22c).	vers 650 <sup>d</sup> 430-600 cal. AD <sup>e</sup>
D-VIII	D3.324 D3.326	Sables limoneux brun-noir, finement organiques. Discontinus.		Sol humifère (arrêt de sédimentation). Abandon temporaire du secteur <sup>f</sup> (fig. 22b).	
D-VII	D3.303 /-04 /-05 D3.411	Sables silteux ou graveleux gris-jaune, parfois organiques (dans bassin occidental).	Dépôts de débordement et de chenaux abandonnés, mis en place par des courants turbulents. <sup>g</sup>	Crues répétitives du ruisseau. Destruction partielle de l'aménagement.	600-650 AD <sup>h</sup>
D-VI	D3.401 D3.421	Placages gravo-sableux dans le canal ou sur les rives. Bois couchés.		Fonctionnement de l'aménagement (trempage ou stockage du bois ? fig. 22a).	vers 600 <sup>i</sup>
D-V	D3.5	Graviers jaunâtres assez fins, exempts de matrice. Rares artefacts.		Remblais formant une digue. Aménagement des bassins. Piétinement.	vers 600 cal. AD <sup>j</sup>
D-IV	D3.6	Graviers fins et limons organiques, à fragments de tuiles et charbons de bois.	Remblaiement de fond de chenal, puis dépôts de sables sur la berge.	Activité hydrique assez soutenue, avec une incision, puis recouplement probable du chenal actif.	Début occupation médiévale <sup>k</sup>
D-III	b D3.7	Graviers et sables à charbons de bois, dans une profonde entaille.		Incision verticale et alluvionnement antérieurs à l'occupation médiévale.	
	a D4.1	Argiles limoneuses grises, à charbons de bois, pédogénisées.	Limons d'inondation enrichis en particules diverses.	Horizon humifère enfoui, sol fossile. Pédogenèse.	Age du Fer <sup>l</sup>
D-II	D4.2	Limons argileux gris jaunâtre, pédogénisés.	Dépôts de plaine d'inondation éloignée du chenal.	Style fluvial méandrisant assez stable. Équilibre de l'écosystème. Pédogenèse	
D-I	D5	Graviers grossiers en nappe de fond de vallée.	Matériaux roulés sur le fond des chenaux par des courants rapides.	Modèle fluvial de type tressage. Contexte périglaciaire.	

a Fin de la métallurgie établie d'après 2 dates  $^{14}\text{C}$  dans la zone d'activité 4 (CAJ 13, chap. 9.5).

b Par typologie : 2<sup>e</sup> moitié du 7<sup>e</sup> s. (CAJ 13, chap. 9.5).

c Diagnostics confirmés par analyse micromorphologique (CAJ 13, chap. 19.5).

d Par typologie : milieu du 7<sup>e</sup> s. (CAJ 13, chap. 9.5).

e B-6614 : 1540 ± 20  $^{14}\text{C}$  BP ; bois carbonisé issu de la couche D3.302.

f Attesté par l'analyse micromorphologique ; le degré d'évolution peu avancé de ce sol indique que la durée de cet arrêt de sédimentation est de l'ordre de la décennie (CAJ 13, chap. 19.5).

g Pour la couche D3.411, le résultat de l'image C/M ne coïncide pas avec le diagnostic de terrain (dépôt de décantation au fond du bassin occidental, chap. 2.2.4.5.2).

h Par typologie : 1<sup>re</sup> moitié du 7<sup>e</sup> s. (CAJ 13, chap. 9.5).

i Par juxtaposition de deux dates  $^{14}\text{C}$  avec une analyse dendrochronologique : environ 600 cal. AD (CAJ 13, chap. 9.5).

j Par typologie : fin du 6<sup>e</sup> s., ou plus jeune (CAJ 13, chap. 9.5).

k Par analogie avec les couches B3.4 et B3.5 : convergence de faciès, présence de fragments de tuiles et de charbons de bois.

l Par raccord latéral avec les séquences observées en aval, en particulier dans le domaine G, ce niveau peut être considéré comme l'horizon archéologique protohistorique (Age du Fer), bien qu'aucun mobilier n'y ait été découvert.

Fig. 46 Séquence du domaine D - bassins : synthèse chronologique.

### 2.5.3.2 Essai de synthèse paléohydrologique. Discussion

Cette synthèse gravite autour d'un schéma récapitulatif concernant la période allant de 500 à 800 ap. J.-C. (fig. 48). Les trois séquences de référence y sont représentées par une succession de cases correspondant aux phases définies dans le précédent sous-chapitre, l'insertion chronologique se rapportant à une échelle de temps linéaire. La courbe évolutive résulte de la compilation, après pondération, de l'information hydrodynamique extraite à partir des trois séquences : elle met en évidence les variations relatives des flux hydriques au cours de la période représentée.

Une première remarque s'impose si l'on considère maintenant de plus près ce schéma synthétique. Il s'agit de la représentation de l'évolution des flux sans interruption aucune, ce qui peut paraître assez surprenant vu que les données fondatrices proviennent d'un milieu alluvial. Dans ce type d'environnement en effet, l'enregistrement sédimentaire ne s'effectue généralement pas en continu, car la mise en place des dépôts relève d'événements plutôt brefs et intermittents (Macaire 1990 ; Magny et Richard 1992). Cette absence presque totale de lacunes dans le schéma s'explique en premier lieu par l'extension conséquente, proche de 16 hectares, de la section explorée. Sa lecture stratigraphique a été assez exhaustive, spatialement parlant, d'un bord à l'autre de la plaine alluviale et d'amont en aval du gisement, prenant en compte toutes les variations latérales : ceci a permis de sélectionner les séquences les plus dilatées pour la période médiévale. De plus, les conditions hydrologiques elles-mêmes ont certainement favorisé cette relative continuité de l'enregistrement en dynamisant la sédimentation (chap. 2.5.2.3). Cependant, il est fort probable que certains intervalles de temps ne sont pas représentés par des dépôts.

Avant d'entrer dans l'interprétation du diagramme, quelques réserves doivent également être formulées afin de définir la portée de ces nouvelles données, tout particulièrement pour la climato-chronologie. En effet, un des problèmes rencontré au terme d'une telle étude est de distinguer si les fluctuations identifiées dans les séquences sédimentaires sont liées à un phénomène global, d'ordre climatique, ou bien à des facteurs locaux, par exemple géomorphologiques ; l'action anthropique étant pour l'instant volontairement négligée, elle est discutée plus loin (chap. 2.6.3). Comme le soulignent A. Beeching et J.-L. Brochier (2003), la tendance actuelle est en effet de passer très vite de la coupe de terrain au schéma paléoclimatique. Dans un article récent synthétisant l'opinion de nombreux spécialistes, J.-P. Bravard (2002) fait le point sur ce problème de changement d'échelle. Selon cet auteur, une des réponses les plus claires que l'on puisse y apporter consiste à multiplier les coupes dans un même géosystème : ceci permet une meilleure approche globale, à condition d'avoir un jeu suffisant de données indépendantes et complémentaires. Dans le cadre de l'étude de la plaine de la Pran, nous pensons avoir satisfait à cette exigence. Tout d'abord, le découpage stratigraphique du gisement tient compte des domaines morphosédimentaires, qui ont un fonctionnement spécifique. Ensuite, grâce à l'extension latérale considérable de l'horizon archéologique médiéval, les séquences de ces différents domaines ont pu être corrélées de manière fiable. De plus, les évolutions proposées s'appuient sur un important corpus d'échantillons analysés. Enfin, aussi bien l'archéologie que d'autres méthodes de datation fournissent un bon calage chronologique, surtout pour le Haut Moyen Age. Cette continuité assez exceptionnelle de l'enregistrement sédimentaire entre 500 et 800 ap. J.-C. sur le site de Develier-Courtételle permet ainsi d'établir un bilan détaillé des flux hydriques pour cette période.

Phase	Unité strat.	Description	Sédimentologie	Interprétation	Éléments de datation
C-VIII	C1	Terre végétale, horizon labouré.	S'apparente à des dépôts d'inondation.	Agriculture moderne. Recharges en particules fines lors des inondations.	Actuel.
C-VII	C2	Limons silto-sablonneux bruns.	Dépôts carbonatés transportés par des courants lents.	Limons d'inondation distaux par rapport au chenal actif.	
C-VI	-	(lacune)	Décarbonatation et humification de la couche C3.101.	Arrêt de sédimentation et pédogenèse. Abaissement du niveau phréatique local.	
C-V	C3.101	Limons sableux gris foncé, très compacts, riches en charbons de bois, avec rares artefacts.	Formes terrestres, mais très proches de dépôts de crues ; apports anthropiques peu marqués.	Accalmie hydrologique, avec persistance de crues épisodiques ; impact anthropique faible sur les sédiments.	Fin vers 750 <sup>a</sup> 640-720 ; 740-770 cal. AD <sup>b</sup>
C-IV	C3.211	Silts sableux brun-noir, microlités, avec matière organique fine, macrorestes et charbons de bois.	Ecoulements plus lents : sédimentation rythmée liée à des crues, accumulation périodique de matière organique.	Remises en eau périodiques du chenal recoupé. Présence d'une nappe phréatique ; écosystème local stable.	Contemporain de l'occupation d'autres zones du site <sup>c</sup> .
C-III	C3.212 C3.213	Sables grossiers jaunâtres à lentilles de graviers, coiffés par des bois orientés.	Courants assez rapides : remblaiement de chenal abandonné, carbonaté, sans matière organique.	Crues répétitives, piégeage des troncs puis recoupement du chenal ; début de l'exploitation de la forêt riveraine. <sup>d</sup>	684-869 cal. AD vers 650 <sup>e</sup>
C-II	C4.2	Argiles grises, pédogénisées.		Style fluvial de type méandrage.	
C-I	C5	Graviers grossiers.		Modèle fluvial de type tressage. Contexte périglaciaire.	

a Par l'archéologie : date de l'abandon de toutes les autres zones du site.

b Combinaison de trois dates <sup>14</sup>C sur bois et charbons de bois dans la zone d'activité 2 (CAJ 13, chap. 7.7).

c Attesté par raccord stratigraphique (chap. 2.2.4.4.2) et par les données archéobotaniques : à savoir, d'une part, la présence de macrorestes carbonisés de plantes cultivées (chap. 5) et, d'autre part, des défrichements parallèles au développement des cultures (stades palyno. Dev2 à Dev5, chap. 4).

d Voir chap. 4.3 ; chap. 5.

e Croisement entre 2 dates <sup>14</sup>C et une analyse dendrochronologique toutes trois effectuées sur un tronc de chêne, correspondant à la date d'abattage de l'arbre (CAJ 13, chap. 7.7). Compte tenu des données archéologiques, c'est plutôt dans la seconde moitié du 7<sup>e</sup> s. (ou éventuellement dans la première partie du 8<sup>e</sup> s.) que ce tronc a été abattu. Il s'agit donc de l'âge maximal pour le recoupement du chenal (fin de la sédimentation des sables et graviers).

Fig. 47 Séquence du paléochenal apparu dans le domaine C (coupe DEV7) : synthèse chronologique.

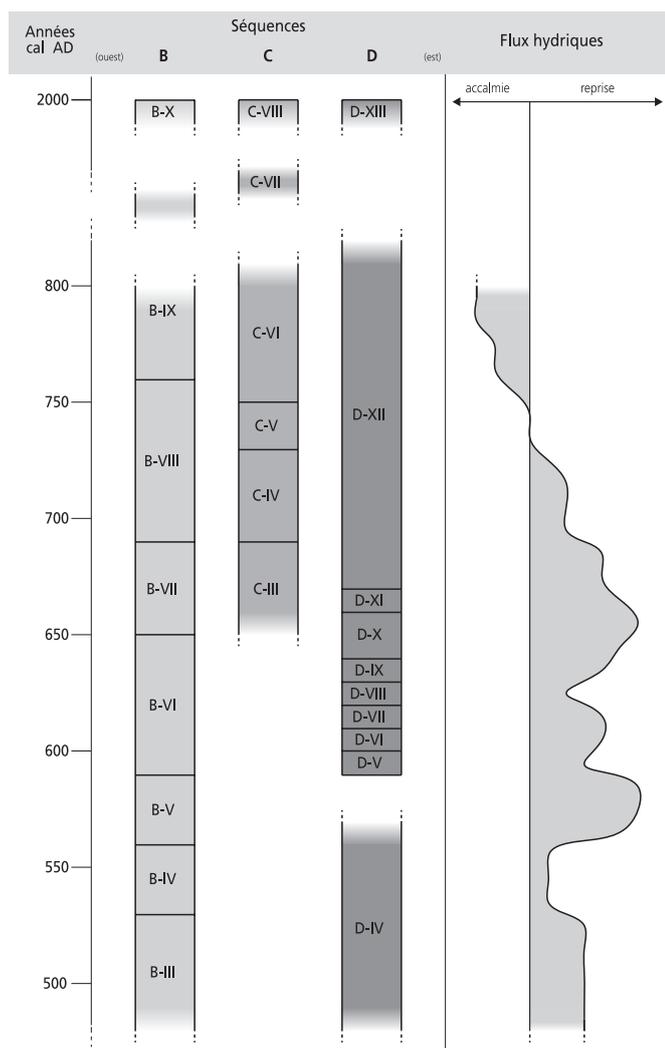


Fig. 48 Schéma paléohydrologique synthétique pour le Haut Moyen Age, basé sur la chronologie et la corrélation des trois séquences prises en compte. Celles-ci sont représentées par une succession des phases, rapportée à une échelle de temps linéaire (à gauche). La courbe évolutive (à droite) résulte de la compilation des trois séquences après pondération et met en évidence les variations des flux hydriques entre 500 et 800 ap. J.-C.

Le premier constat que l'on peut dresser concerne la durée des événements, aspect qui n'apparaît pas dans les tableaux phénoménologiques du point précédent. Le schéma évolutif révèle en

effet que dans les domaines B et C, les phases bien délimitées chronologiquement ont une durée moyenne d'environ 40 ans. En revanche, la plupart des phases identifiées dans le domaine D sont d'une durée notablement plus courte, à savoir de l'ordre de la décennie. On relèvera en outre que les périodes les plus actives hydrologiquement, comme par exemple au niveau des phases B-VII/ C-III/ D-X, se marquent par des crues répétitives qui ont eu un impact morphogénétique important<sup>60</sup>. Selon F. Petit et C. Daxhelet (1989), de telles crues ont une période de retour voisine de 1 à 3 ans pour un grand nombre de rivières.

Enfin et surtout, la courbe évolutive révèle que l'intervalle chronologique allant de 500 à 750 environ peut globalement être qualifié d'hydrologiquement très actif, marqué en outre par deux crises assez bien individualisées. La première de ces reprises très nettes se situe dans la deuxième partie du 6<sup>e</sup> siècle et semble s'atténuer après 600. La seconde se place vers le milieu du 7<sup>e</sup> siècle et paraît se prolonger au-delà de 700. Signalée entre autres par le processus de pédogenèse, une accalmie se dessine dans l'évolution des flux hydriques dès le milieu du 8<sup>e</sup> siècle et perdure au-delà de 800.

## 2.6 Une crise hydrologique entre 500 et 750 ?

Les résultats présentés ci-dessus appellent à l'évidence de nombreux commentaires: cette discussion a surtout pour but d'évaluer l'importance du signal paléoenvironnemental identifié à Delevier-Courtételle.

### 2.6.1 Les données comparatives à l'échelle régionale...

Pour commencer ce petit tour d'horizon des données disponibles dans la région (fig. 49), nous aimerions nous arrêter tout d'abord sur la séquence du bas-marais de Boécourt, Les Montoyes, situé 7,5 km à l'ouest du site de Delevier-Courtételle (fig. 50). Il s'agit là de la première étude paléoenvironnementale d'envergure réalisée dans le cadre de la prospection archéologique dans la vallée de Delémont (Guélat 1993). La succession sédimentaire, un peu lacunaire, a été datée du Bølling au Subatlantique récent par la palynologie (Rachoud-Schneider 1993).

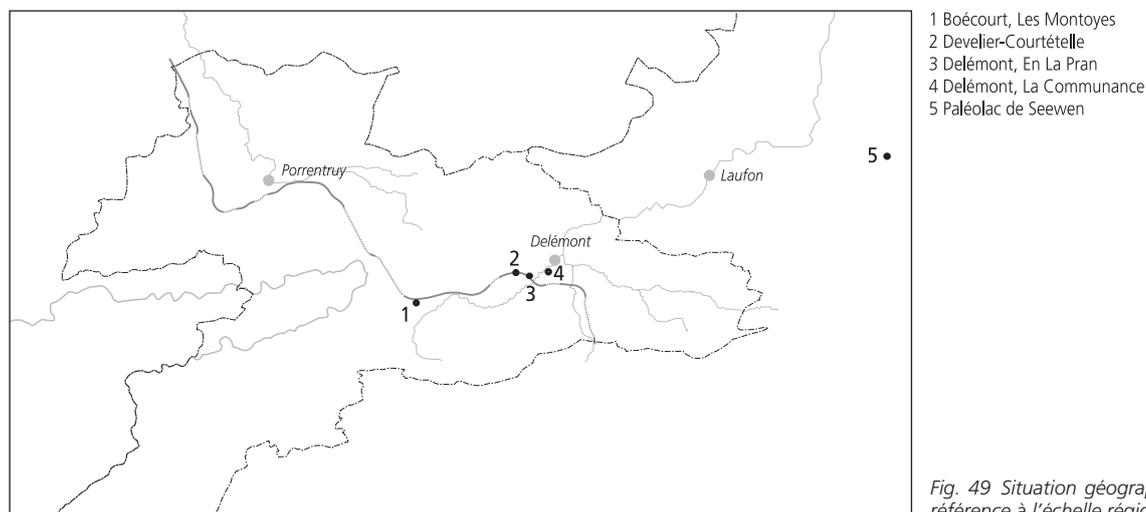


Fig. 49 Situation géographique des gisements de référence à l'échelle régionale.

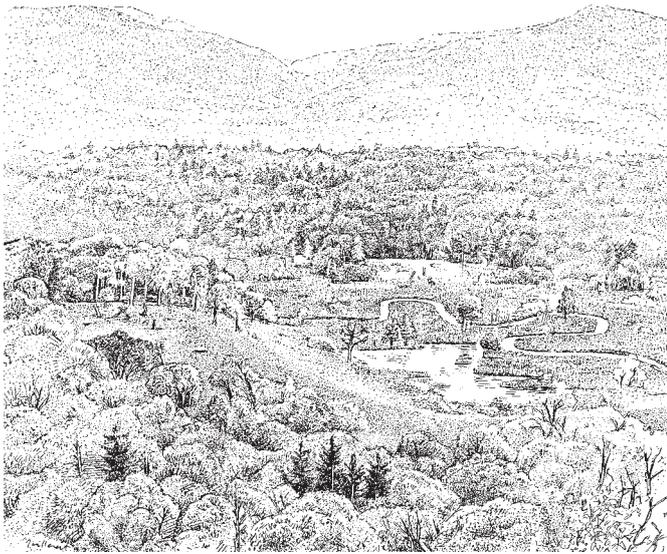


Fig. 50 Le paysage de la fin de l'Age du Bronze aux environs du bas-marais des Montoyes, qui constitue une référence importante pour le paléoenvironnement de la vallée de Delémont (tiré de Guélat et al. 1993).

La dynamique de comblement de cette cuvette montre une nette tendance à l'accrétion verticale après la période gallo-romaine, alors que le site paraît abandonné par l'homme. Les dépôts consistent en des limons parfois organiques contenant des bois et des troncs datés du 5<sup>e</sup><sup>61</sup> et du 7-8<sup>e</sup> siècle<sup>62</sup> ap. J.-C. Accompagnée en outre d'une élévation de la nappe phréatique, cette réponse sédimentaire a été attribuée à une déforestation placée au début du Moyen Age. Après une accalmie favorable à la pédogenèse, cet épisode est suivi d'une phase de recrudescence de l'activité fluviale, dont la datation pose quelque peu problème mais qui doit s'insérer, selon différents indices chronologiques, au Bas Moyen Age.

A l'échelon régional, la séquence palustre de Delémont, La Communance a livré elle aussi un enregistrement sédimentaire remarquable, allant du 4<sup>e</sup> au 12<sup>e</sup> siècle ap. J.-C. Situé à 1,5 km du hameau de Develier-Courtételle, cet ancien bas-marais est d'autant plus intéressant qu'il se place à l'écart des influences anthropiques directes (chap. 2.6.3). Étudiée par L. Braillard (chap. 3), cette séquence traduit une hausse assez constante de la nappe phréatique de la fin du 6<sup>e</sup> siècle jusqu'au 9<sup>e</sup> siècle. Parallèlement, une succession de recoupements-remblaiements dans les versants adjacents indique également une instabilité hydrique des affluents de la Somme durant cette période.

La séquence sédimentaire du paléolac de Seewen, dans le Jura bâlois, soit à une trentaine de kilomètres à l'est de Develier-Courtételle, permet également d'intéressantes comparaisons régionales. Formé au Tardiglaciaire et aujourd'hui asséché, ce lac a accumulé des dépôts reflétant les fluctuations de son niveau supérieur (Becker et al. 2000). Cette évolution révèle ainsi que le plus haut niveau a été atteint vers 1400 <sup>14</sup>C BP, soit vers 600 cal. AD environ, épisode qui a été immédiatement suivi d'un abaissement réalisé sur un laps de temps très court, de l'ordre de 50 à 100 ans. Ce retrait du lac est établi par la présence d'un cimetière

mérovingien à l'extrémité orientale de la cuvette, implanté entre le milieu du 7<sup>e</sup> et le début du 8<sup>e</sup> siècle (Motschi 1991). La raison pour laquelle ce plan d'eau a atteint son extension maximale<sup>63</sup> vers 600 n'est pas connue avec certitude; mais ce fait traduit une augmentation du ruissellement dans le bassin versant, qui est en outre attestée dans les forages par le caractère plus détritique des sédiments vers 600. On peut ainsi raisonnablement attribuer ce bilan hydrique excédentaire à des facteurs climatiques tels qu'une abondance des précipitations.

En résumé, il apparaît que les principales séquences jurassiennes incluant le Haut Moyen Age ont enregistré un signal globalement compatible avec celui mis en évidence à Develier-Courtételle, gisement dont la portée se situe donc en tous cas à l'échelon régional.

## 2.6.2 ... et à l'échelle extrarégionale

Un ouvrage récent fait le point des connaissances sur le paléoenvironnement des rivières et lacs français (Bravard et Magny 2002). Dans l'introduction consacrée aux variations paléohydrologiques en France depuis 15 000 ans, ces auteurs signalent qu'une crise du climat apparaît clairement avant l'an Mil, soit du 6<sup>e</sup> au 8<sup>e</sup> siècle et ce dans différentes régions du quart sud-est de la France. Relativement brève, cette péjoration est de moindre ampleur que les crises climatiques majeures identifiées vers 4500, 2700 et 400 <sup>14</sup>C BP.

A partir des fluctuations du niveau des lacs de la chaîne jurassienne, des Préalpes françaises et du Plateau suisse, M. Magny (2004) propose une synthèse sur la variabilité du climat durant l'Holocène. Un bref épisode de haut niveau lacustre s'inscrit ainsi entre 650 et 850 cal. AD, enregistré en particulier par le lac de l'Abbaye<sup>64</sup> (Jura, F). Selon ce même auteur, une telle phase de niveau plus élevé coïncide avec un accroissement des précipitations annuelles, un abaissement des températures estivales et un raccourcissement de la période propice à la croissance des cultures.

Sur le plateau bressan, au pied occidental de l'Arc jurassien, G. Bossuet (Bossuet et al. 2002) ont étudié deux séquences sédimentaires localisées dans la basse vallée du Doubs (Neublans, Jura, F). Ils ont détecté une phase de forte activité hydrologique contemporaine des 7<sup>e</sup>-8<sup>e</sup> siècles ap. J.-C., plus précisément datée de 664-887 cal. AD. Les analyses palynologiques de ces mêmes forages ont révélé une humidification corrélative du milieu<sup>65</sup> durant cette phase, mais aucun repli des activités agricoles.

Dans la région rhodanienne, J.-F. Berger (2001) signale une péjoration hydroclimatique allant de la fin du 5<sup>e</sup> siècle jusqu'à la fin du 7<sup>e</sup>-début du 8<sup>e</sup> siècle (soit globalement d'environ 500 à 700). Cette crise qu'il qualifie de majeure est perçue sur presque tous les secteurs du Rhône entre le Léman et la mer (Provansal et al. 1999). Marquée par des taux de sédimentation très élevés et un exhaussement<sup>66</sup> généralisé des lits majeurs, elle se caractérise par la fréquence de crues puissantes et chargées. Cette période correspond également à une forte instabilité des affluents préalpins,



Fig. 51 Vue aérienne de la plaine de la Pran avant la construction de l'autoroute A16, avec la ville de Delémont à l'arrière-plan.

dans lesquels on observe entre autres une succession de recoupe-ments-remblaiements très rapides. De nombreux sites riverains semblent en outre déblayés, car on identifie dans les alluvions une grande quantité de tessons, de moellons et de *tegulae* très roulés<sup>67</sup>.

Dans le Midi de la France (Provence et Languedoc), une crise détritique se déclenche à partir du 4<sup>e</sup> siècle ap. J.-C. et elle clôt la phase d'assez bonne stabilité morphogénétique des petits bassins versants allant du 4<sup>e</sup> siècle av. J.-C. au 3<sup>e</sup> siècle ap. J.-C. (Bruneton et al. 2002). Se déroulant dans un contexte d'abandon des structures agraires, cette crise se termine au plus tard au 8<sup>e</sup> siècle. Enfin, dans le nord de l'Italie, H.H. Lamb (1989) note une nette recrudescence de la fréquence des inondations vers 600.

Il existe ainsi une convergence entre la paléohydrologie de la plaine de la Pran (fig. 51) et celle des bassins versants des régions voisines, bien que ceux-ci soient notoirement plus vastes et qu'ils soient sous l'influence d'un climat quelque peu différent selon les cas. La période de forte activité hydrologique que nous avons détectée sur le site de Develier-Courtételle entre 500 et 750 semble ainsi s'inscrire dans une péjoration hydroclimatique actuellement reconnue en Europe occidentale (voir aussi chap. 8.1).

### 2.6.3 Facteurs anthropiques ou climatiques ?

La confirmation au niveau global d'une crise paléohydrologique durant le Haut Moyen Age suggère plutôt un contrôle climatique des fluctuations hydriques mises en évidence sur le site de Develier-Courtételle: on peut suspecter que ces facteurs naturels ont joué le rôle d'amplificateur des dynamiques sédimentaires. Par ailleurs, les modifications anthropiques du paysage sont attestées dans cette même région dès l'Age du Bronze (Braillard et al. 2002). Une quantification de chacun de ces deux

facteurs dans les mutations environnementales ne paraît cependant pas envisageable à partir des seuls résultats de la présente étude. Les données des autres disciplines, tout particulièrement celles issues de la palynologie (chap. 4) et de l'archéobotanique (chap. 5) fournissent également des éléments d'analyse importants. En outre, comme le souligne J.-P. Bravard (2002), l'examen de séquences un peu à l'écart des zones de forte fréquentation humaine, comme celle de Delémont, La Communance (chap. 3), peut permettre de mieux appréhender le rôle du climat.

## 2.7 Conclusions

La synthèse phénoménologique et climato-chronologique générale du site est présentée plus loin, dans les chapitres récapitulatifs de l'ouvrage, où elle est complétée par les autres approches environnementales (chap. 8.1). Par conséquent, seuls quelques bilans généraux sont tirés ci-après en guise de conclusion.

Sur le plan méthodologique tout d'abord, on relèvera que la technique de l'image C/M appliquée aux dépôts alluviaux de La Pran s'est révélée efficace par rapport à la problématique posée. D'une part, cette méthode a permis de reconstituer la dynamique des paléo-écoulements au Tardiglaciaire et au Postglaciaire, avec la définition du mode de fonctionnement du ruisseau; à noter que pour les périodes récentes, les résultats obtenus se sont vus confirmer par des données hydrologiques actuelles. D'autre part, cette technique a mené à une identification des processus de transport et de dépôt actifs au cours des différentes phases de remblaiement du fond de la vallée. Ceci s'est avéré particulièrement utile puisque l'une des clefs de la réflexion résidait justement dans la discrimination des processus sédimentaires efficaces durant une période bien précise, à savoir le Haut Moyen Age. Une réserve doit cependant être émise quant à la méthode C/M: relativement lourde à mettre en oeuvre, elle nécessite un grand travail d'échantillonnage et un nombre élevé d'analyses granulométriques. Mais ceci ne pose guère de problème pour les opérations archéologiques sur les tracés autoroutiers, puisque ces travaux offrent un accès privilégié aux sédiments de contexte alluvial par le biais de tranchées ouvertes et continues. En outre, la mise au point du logiciel Seditool, même si elle a nécessité au départ un investissement conséquent en temps, a été largement bénéfique pour la suite de l'élaboration, entre autres grâce à la possibilité d'effectuer des requêtes sur la base de données granulométriques. Néanmoins, l'établissement de la stratigraphie du site à partir de coupes partielles constitue une étape incontournable afin de concevoir un modèle de réflexion. De la confrontation entre vision de terrain et analyses chiffrées naissent toute une série de résultats d'autant plus fiables.

Les résultats obtenus contribuent à la reconstitution du cadre naturel du hameau médiéval. Mentionnons tout d'abord la paléogéographie, avec les différents éléments du paysage représentés sous forme cartographique. Des déductions quant aux sols et leurs potentialités agricoles ont également été tirées. Cette reconstitution du paysage conduit également à des considérations concernant la répartition des six fermes et l'occupation du territoire à la période mérovingienne. Puis le fonctionnement de

la sédimentation, phénomène lié au comportement du ruisseau à différentes périodes, a été identifié. Cette démarche aboutit à la reconstitution de l'évolution hydrologique du système depuis 15 000 ans. La navigabilité de ce cours d'eau fait en outre l'objet d'un excursus qui permet de répondre par la négative à la question de son utilisation au Haut Moyen Age pour le transport de matériaux. Enfin, dans une approche plutôt synchronique cette fois, la confrontation des histoires sédimentaires issues de trois séquences corrélables a permis de reconstituer la variation des flux hydriques pour la période comprise entre 500 et 800.

Cette évolution révèle que l'intervalle 500-750 peut globalement être qualifié d'hydrologiquement très actif, avec deux crises individualisées vers la fin du 6<sup>e</sup> et au milieu du 7<sup>e</sup> siècle, soit durant l'occupation du hameau. A l'instar des constats effectués sur le terrain déjà, comme par exemple dans la zone des bassins, les crues répétitives du ruisseau ont certainement eu une incidence sur la vie quotidienne des villageois en créant des contraintes supplémentaires dans leurs activités artisanales, mais aussi agricoles. Aux environs du hameau en effet, nous avons vu que les sols – de par leur caractère hydromorphe – n'offraient qu'un potentiel assez médiocre pour les cultures. La capacité de drainage par le lit du ruisseau étant ainsi naturellement faible, l'élévation de la fréquence des inondations n'a pu que restreindre ce potentiel. Certes, le caractère relativement épisodique des crues fait qu'elles ne perturbent pas durablement les activités humaines : à Develier-Courtételle, le risque d'inondation encouru ne semble pas avoir été déterminant pour l'implantation de l'habitat. En revanche, l'élévation durable des aquifères paraît bien plus contraignante, car elle nécessite l'établissement et l'entretien d'un réseau de drainage afin de rabattre le niveau des nappes (Berger 2001). Dans nombre de régions du bassin versant rhodanien par exemple (Provansal et al. 1999), le Haut Moyen Age voit l'abandon du système de drainage préexistant dans les plaines inondables,

ce qui limite encore plus le potentiel agricole et favorise le développement de milieux palustres. Ainsi, les conséquences directes ou indirectes de la détérioration du climat pourraient constituer un des facteurs expliquant l'abandon complet, vers 750, de l'habitat sur le site de Develier-Courtételle.

Au-delà de cette séduisante hypothèse, l'évolution proposée dans la synthèse paléohydrologique est corroborée par les données paléo-écologiques disponibles pour la région jurassienne et couvrant la période médiévale. Ce constat établit l'importance à l'échelon régional en tout cas de la séquence mise en évidence par notre étude. En outre, le signal enregistré semble s'inscrire dans une péjoration hydroclimatique actuellement reconnue en Europe occidentale, puisqu'il trouve une confirmation dans d'importantes séquences extrarégionales.

En définitive, on soulignera une fois encore que le gisement archéologique de Develier-Courtételle possédait un bon potentiel pour l'approche du paléoenvironnement, ce qui a permis d'atteindre les objectifs ambitieux de cette étude. Ses résultats, mais aussi les outils mis au point, ouvrent d'intéressantes perspectives pour la poursuite de la recherche. Au niveau régional, cela signifie en premier lieu l'exploitation des informations collectées sur le site de Delémont, En La Pran. Ce gisement protohistorique appartient en effet au même géosystème que Develier-Courtételle, mais il couvre pour l'essentiel des périodes antérieures<sup>68</sup>. Une autre perspective intéressante consiste en une synthèse générale à l'échelle du bassin de Delémont. Celle-ci permettrait d'élargir la vision, aussi bien du point de vue géologique que chronologique, mais aussi d'intégrer les dépôts plus anciens que le Tardiglaciaire ou le Postglaciaire. La connaissance du Quaternaire de cette vallée jurassienne, dans un intervalle allant du Pléistocène supérieur à la période moderne, se présenterait dès lors sous une forme nettement plus achevée.

## Notes

- 1 L'attribution de cette déformation à des phénomènes de gel-dégel provient de l'association de figures de charge, d'éléments verticalisés et de petites fentes en coin.
- 2 Soit, d'une part, une vertèbre de bison des steppes et, d'autre part, des datations sur charbons de bois dans les couches scellant les graviers, pour lesquelles on a obtenu un âge de 11 000 <sup>14</sup>C BP environ (Pousaz et al. 2000).
- 3 LGM: *last glacial maximum*: dernier maximum glaciaire, aux environs de 20 000 cal. BC.
- 4 Par exemple des séries condensées très simples ou au contraire dilatées, plus complexes.
- 5 Rives du ruisseau, terrasse fluviatile, etc.
- 6 Rappelons que la notion d'ensemble sédimentaire, telle qu'elle a été définie dans le chapitre 2.2.2, reste valable à travers tous ces domaines morphosédimentaires.
- 7 Une analyse micromorphologique a montré que ce niveau épais de 4 à 6 cm résulte d'un apport en matière organique fine, essentiellement ligneuse, avec en parallèle un piétinement de la surface aménagée au préalable (CAJ 13, chap. 5.6.5).
- 8 Plans d'eau effilés et peu profonds isolés par un déplacement latéral du chenal actif (Amoros et Petts 1993).
- 9 Des sondages effectués en 1993, sur la piste de chantier plus au nord, ont fourni également quelques précieuses données sur la stratigraphie de la rive gauche (Guélat 1994b).
- 10 Travaux effectués par le bureau de géotechnique B. Schindler, à Delémont.
- 11 Dans cette étude, la nomenclature suivante a été adoptée pour les datations :
  - les dates radiocarbone non calibrées sont indiquées en années <sup>14</sup>C BP ;
  - les dates radiocarbone sont calibrées à 2 sigma (sauf mention contraire) et données en années cal. BC / AD ; ce calibrage a été réalisé à l'aide du logiciel Oxcal (Bronk Ramsey 2005) selon la courbe Intcal98 (Stuiver et al. 1998) pour la plupart des dates, pour des raisons de cohérence avec les datations parues dans les autres ouvrages de la collection (CAJ 1, 4, 13) ; lorsque la courbe Intcal04 (Reimer et al. 2004) a été utilisée, cette référence est spécifiée ;
  - les dates issues de données archéologiques, soit dans la plupart des cas chronotypologiques, sont exprimées en années ap. J.-C. ; il en va de même pour les dates se référant à la chronologie générale du site, ou à une source écrite, sans liaison directe avec une datation radiocarbone.
- 12 GrA-9075 : 19 710 ± 150 <sup>14</sup>C BP ; calibration à 1 sigma (Intcal04) ; charbons à la base de la couche B4.3, un niveau argileux apparu dans la coupe DEV58.
- 13 Ua-13741 : 5310 ± 80 <sup>14</sup>C BP ; bois B30 extrait de la couche G4.132, dans la coupe CTT50 ; courbe de référence Intcal04.
- 14 B-6436 : 5110 ± 30 <sup>14</sup>C BP ; bois Bo21 extrait de la couche G4.114 ; courbe de référence Intcal04.
- 15 Combinées à l'aide du logiciel Oxcal (Intcal04), ces deux datations proviennent de charbons de bois prélevés dans la couche G4.111. a) échantillon CH55 : B-6433 : 2170 ± 70 <sup>14</sup>C BP ; b) échantillon CH49 : B-6437 : 2180 ± 90 <sup>14</sup>C BP.

- 16 B-6434: 2170 ± 30 <sup>14</sup>C BP; bois Bo2 prélevé dans la couche G3.206; courbe de référence Intcal04.
- 17 B-6435: 2240 ± 30 <sup>14</sup>C BP; bois Bo3.4f prélevé dans la couche G3.213; courbe de référence Intcal04.
- 18 GrA-9216: 2550 ± 50 <sup>14</sup>C BP; charbons de bois extraits de la couche H4.101, visible dans la coupe CTT47; courbe de référence Intcal04.
- 19 Soit sa dynamique et les caractères de l'écoulement.
- 20 Pour des raisons de cohérence avec le modèle de Passega et ses différentes applications utilisées pour établir des comparaisons, seul le terme de *suspension graduée* est utilisé dans cette étude.
- 21 Institut für Prähistorische und Naturwissenschaftliche Archäologie.
- 22 Appareillage de type Malvern Mastersizer.
- 23 Indices calculés: la médiane M à 50%, les quartiles à 25% (Q<sub>1</sub>) et 75% (Q<sub>3</sub>), ainsi que le centile à 99% (C); à partir de ceux-ci sont tirés les Paramètres de Trask (annexe 2, fig. e).
- 24 Les options de ce tri sont les suivantes. Site: DEV ou CTT. Type de coupe: tous les échantillons prélevés dans les profils stratigraphiques, ceux provenant des structures archéologiques étant exclus car susceptibles d'être « pollués » par des apports anthropiques. Nom d'échantillon: tous. Domaine morphosédimentaire: tous, à l'exception du domaine E localisé dans le versant. Ensemble sédimentaire: tous, à l'exception des ensembles 6 et 7 mis en place dans un contexte climatique différent (chap. 2.2). Série: toutes. Couche: toutes, à l'exception de la molasse oligocène (couche M).
- 25 Dans certaines rivières très turbulentes, les parties basses du modèle n'existent pas, probablement suite à l'absence du milieu permettant le dépôt des matériaux les plus fins (Peiry 1988; Guélat 1999).
- 26 Dans un tableau présentant les paramètres de quelques cours d'eau d'Europe et d'Amérique du Nord, actuels ou anciens, Cu se situe entre 200 et 750 µm, tandis que Cs est compris entre 310 et 4000 µm.
- 27 Les deux points situés plus à gauche, dans la partie centrale du segment OP, proviennent du niveau d'altération du sommet des graviers, un peu plus riche en particules fines. Trois échantillons se placent en outre dans le tronçon PQ: il s'agit de graviers fins riches en matrice prélevés dans la coupe DEV2, à proximité du contact des dépôts limono-argileux de l'ensemble 4.
- 28 *Sorting index* compris entre 2,5 et 11.
- 29 Sk < 1.
- 30 Soit: M = 19,3 mm et C = 97,6 mm.
- 31 Critères de sélection: voir pour exemple note 24.
- 32 Il s'agit de la couche B3.521, prélevée dans la coupe DEV23, qui contenait également des scories de fer.
- 33 Couche B3.31, prélevée dans la coupe DEV52.
- 34 Couche B3.23, prélevée dans la coupe DEV52.
- 35 A savoir les couches B3.121 (anmoor), B3.122 (tourbe) et B3.123 (silts organiques) dont la teneur en matière organique peut atteindre jusqu'à 25%.
- 36 Les séries D3.7 et D3.5, formations très localisées, n'ont effectivement pas fait l'objet de prélèvements.
- 37 Couche D3.325.
- 38 Respectivement les couches D3.321 et D3.301.
- 39 Couches D3.101, D3.111 et D3.112.
- 40 Soit entre 5 et 6 u.c. dans certains remplissages de cabanes en fosses: voir CAJ 13, chap. 19.3.
- 41 Soit avec une marge d'erreur de l'ordre du mètre sur la position des limites.
- 42 Cas de la cabane en fosse D de la ferme 4. CAJ 13, chap. 11.3.4.
- 43 Ces structures d'une largeur de l'ordre du mètre n'ont pas été représentées sur la carte pour des questions de lisibilité.
- 44 En particulier dans le bas-marais de Boécourt, Les Montoyes, situé 7,5 km à l'ouest du site de Develier-Courtételle. Dans cette séquence datée par palynologie, nous avons pu établir que ce changement de style fluvial s'est opéré au Bølling, soit entre 12 000 et 12 750 cal. BC (GRIP).
- 45 Comme le débit par exemple.
- 46 Pour ce type de dynamique, la taille maximale des particules transportées est Cr = 20 mm.
- 47 La taille limite des grains correspond dans ce cas à Cs = 1,6 mm.
- 48 Cu = 0,5 mm
- 49 Tels que le Rhône ou la Saône, par exemple (Bravard et al. 1986).
- 50 Il s'agit d'actes impériaux concernant le règlement de la navigation, avec des droits de passage pour les transports fluviaux notifiés sur les cadastres de monastères; mais aussi de descriptions de la vie de notables et de missionnaires qui relatent des voyages en bateau.
- 51 Déterminée en particulier dans les coupes du domaine morphosédimentaire D, en amont des bassins (coupes CTT29 et CTT30), cette largeur a été mesurée précisément à 60 cm du fond du chenal.
- 52 23 m<sup>3</sup>/seconde et 70 m<sup>3</sup>/seconde pour une largeur de chenal de respectivement 1 et 3 m.
- 53 Soit 0,145 m<sup>3</sup>/seconde en moyenne pour décembre 1991 (donnée aimablement fournie par Jean Fernex, de l'Office des eaux et de la protection de la nature, à Saint-Ursanne: voir chap. 5.2.1).
- 54 Entre les extrémités ouest (coupe DEV45) et est (coupe CTT49) du gisement, distantes de 784 m, la différence d'altitude du fond du ruisseau médiéval atteint 11,5 m, ce qui correspond à une pente moyenne de 14,6%. A noter que l'on retrouve exactement cette valeur si l'on fait le calcul avec les altitudes du relevé photogrammétrique actuel.
- 55 On ne peut cependant exclure que du bois ait transité par le ruisseau: comme on le pratiquait encore récemment dans la région du Passwang, à 15 km à l'est de Delémont, le flottage des troncs était rendu possible par une crue de la Lüssel, un ruisseau comparable à La Pran, provoquée par la vidange de retenues dans la partie amont du bassin versant (comm. orale de C. Brombacher).
- 56 Reconnu en Europe par exemple dans les cours supérieurs de la Vistule et du Main.
- 57 D'une épaisseur de 50 cm en moyenne dans la plaine de la Pran.
- 58 Détérioration des conditions climatiques reconnue en Europe entre environ 1350 et 1850 ap. J.-C., au cours de laquelle par exemple les glaciers alpins ont connu une importante avancée.
- 59 Voir note 11.
- 60 Les crues morphogénétiquement les plus actives sont celles dont les débits sont proches de la capacité d'écoulement à pleins bords (Amoros et Potts 1993). Les événements extrêmes, plus rares, sont moins efficaces car ils permettent une dissipation de l'énergie par inondation de toute la plaine alluviale.
- 61 Datation dendrochronologique d'un tronc de chêne de 482 ap. J.-C., voire de 270 ap. J.-C. (Lambert et Lavier 1991).
- 62 CRG 799: 1338 ± 62 <sup>14</sup>C BP; soit 640-730; 740-780 cal. AD 1 sigma; à 2 sigma: 590-870 cal. AD.
- 63 Soit une surface du plan d'eau qui, proche de la cote 550 m, peut être estimée à 0,9 km<sup>2</sup>. Le bassin versant des cours d'eau alimentant ce lac atteint quant lui 18 km<sup>2</sup> (Becker et al. 2000).
- 64 D'une surface moyenne de 0,9 km<sup>2</sup>, ce lac se situe dans une dépression synclinale assez vaste située à 880 m d'altitude. Il est alimenté par deux ruisseaux drainant un bassin versant de 3,25 km<sup>2</sup> seulement, mais des résurgences sous-lacustres doivent également exister, vu l'importance des débits à l'exutoire de type perte karstique (Ministère de l'Environnement, site web).
- 65 Attestée par la recrudescence de l'aulne.
- 66 De l'ordre de 40 à 50 cm.
- 67 L'analogie avec Develier-Courtételle est dans ce cas frappante, par référence aux graviers renfermant de nombreux fragments de tuiles, à savoir les couches B3.4 et D3.6 (chap. 5.3.1).
- 68 Le gisement de Delémont, En La Pran recèle plusieurs séquences sédimentaires dignes d'intérêt: elles documentent en particulier la transition de l'Age du Bronze à l'Age du Fer qui, vers 850 cal. BC, correspond à l'une des crises majeures du climat à l'Holocène (Van Geel et Magny 2002).

## Annexes

### 1 Représentation schématique de la stratigraphie 2 L'application Seditool

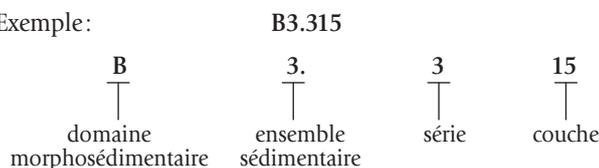
#### 1.1 Système de numérotation des couches. Méthode

##### Principe

Ce système a pour but d'attribuer un numéro à chaque couche qui est unique sur l'ensemble du site (chap. 2.2.3). De plus, chaque numéro doit contenir toutes les informations concernant la position stratigraphique de la couche. A savoir, dans l'ordre :

- le domaine morphosédimentaire, sous forme de la lettre majuscule correspondante (soit de A à H) ;
- le numéro de l'ensemble sédimentaire (effectifs de 1 à 7), suivi d'un point pour faciliter la lecture ;
- le numéro de la série si elle existe (de 1 à 9) ;
- le numéro de la couche (de 01 à 99) qui vient accolé à celui de la série, sans aucune ponctuation.

Exemple :



##### Remarques

- le numéro de couche 00 est éliminé ;
- il en va de même pour la série : le numéro 0 n'existe pas ;
- si, dans un ensemble sédimentaire, une série ne contient qu'une seule couche, on peut alors omettre le numéro de couche. Exemple : la série H3.1 ne renferme qu'une seule couche invariante dans tout le domaine considéré. Selon le principe de numérotation, elle s'écrit : « couche H3.101 » ; mais, dans ce cas précis, on peut aussi écrire « couche H3.1 » ;
- si, dans un domaine, un ensemble sédimentaire ne contient qu'une seule couche, on peut alors omettre aussi bien le numéro de série que le numéro de couche. Exemple : c'est le cas général de l'ensemble 1 (horizon Ap). Il est plus simple d'écrire « couche B1 » que « couche B1.101 ».

##### Déroulement pratique

Pour attribuer les numéros de couches définitifs, on utilise des matrices de Harris qui permettent de représenter de manière compacte les données stratigraphiques collectées sur le terrain (annexe 1.2). Une telle matrice est construite pour chaque domaine morphosédimentaire : elle se constitue de plusieurs « arbres » correspondant à chaque coupe représentative d'une zone du domaine. Parmi ces arbres, on désigne une coupe (ou profil) de référence. Celle-ci correspond à la succession dans laquelle les séries d'un ensemble sédimentaire sont le plus développées, avec le plus grand nombre de couches.

On commence ainsi par attribuer les numéros à la coupe de référence : pour une série x, les couches sont numérotées de 01 à 09 ; on a rarement plus de neuf couches au sein d'une série. Latéralement, dans les autres coupes se corrélant avec la coupe de référence, et au sein d'une série x, la numérotation se fera en fonction de la relation entre les couches. On peut distinguer trois cas :

- les couches ne changent pas de faciès et sont équivalentes à celles de la coupe de référence : la relation entre les couches est exprimée dans la matrice de Harris par un trait double (=). Dans ce premier cas, les numéros de couches attribués sont identiques à ceux de la coupe de référence, à savoir de 01 à 09 ;
- une ou des couches montrent une variation de faciès, mais la position stratigraphique reste comparable : dans la matrice de Harris, cette relation est exprimée par la mise en parallèle des couches dans les deux arbres et l'insertion entre deux traits simples (-). Dans ce deuxième cas, la ou les couches reçoivent un nouveau numéro avec un saut d'une dizaine par rapport à la coupe de référence. Pratiquement, par convention, on effectue l'incréméntation en parcourant de gauche à droite la matrice de Harris, qui est en général établie selon un axe orienté (p. ex. ouest-est, sud-nord...);
- une ou plusieurs nouvelles couches apparaissent dans une succession, sans équivalence avec une unité dans la coupe de référence. Dans ce troisième cas, on procédera comme dans le deuxième cas, à savoir que l'on attribue un nouveau numéro avec un saut d'une dizaine par rapport à l'arbre stratigraphique précédent (soit la coupe de référence, soit la succession située juste à gauche).

Corollaire de ces trois règles, seules les couches appartenant à la coupe de référence (ou équivalentes) possèdent les numéros compris entre 01 et 09.

##### Remarques

- en principe, on n'attribue pas les numéros 10, 20, 30..., ni bien entendu le numéro 00. On fera cependant une exception : si, dans la coupe de référence, la série comprend plus de 9 couches, le numéro 10 peut être attribué ; dans ce cas, la numérotation dans les coupes latérales commencera, si nécessaire, à 21 ;
- il est possible qu'une coupe de référence comprenne plusieurs « branches » parallèles dans une ou plusieurs séries. Dans ce cas on attribue les numéros 01 à 09 à la branche centrale, c'est-à-dire à celle qui est la plus typique de la zone pour laquelle la coupe est représentative. Puis on numérote les autres branches en incrémentant d'une dizaine, ceci en balayant l'arbre de gauche à droite. C'est seulement lorsque toutes les couches du profil de référence ont une numérotation qu'intervient celle des autres coupes, en continuant l'incrémentation.

Le système ci-dessus s'applique pour les couches générées aussi bien par des processus naturels qu'anthropiques, mais en dehors des structures archéologiques. Pour les dépôts accumulés dans ces dernières, une méthode de numérotation indépendante a été adoptée, déjà présentée dans un volume de la série auquel nous renvoyons le lecteur pour plus de détails (CAJ 13, chap. 2.2.5). Ce système parallèle n'intervient pas dans la présente étude.

## 1.2 Diagrammes stratigraphiques (matrices de Harris) des huit domaines morphosédimentaires du site de Develier-Courtételle

Annexe 1.2.1 **Domaine morphosédimentaire A**  
 Annexe 1.2.2 **Domaine morphosédimentaire B**  
 Annexe 1.2.3 **Domaine morphosédimentaire C**  
 Annexe 1.2.4 **Domaine morphosédimentaire D**

Annexe 1.2.5 **Domaine morphosédimentaire E**  
 Annexe 1.2.6 **Domaine morphosédimentaire F**  
 Annexe 1.2.7 **Domaine morphosédimentaire G**  
 Annexe 1.2.8 **Domaine morphosédimentaire H**

### Abréviations et symboles

Pour chaque domaine morphosédimentaire, la coupe de référence est indiquée en gras. Chaque case représente une couche dont on trouve le numéro à gauche et une description abrégée à droite, exemple: Ls G/J (Ro) pour limons sableux gris-jaune taché de rouille.

#### Sédiments

	Argiles	A	particules <2 microns
	Silts	U	particules de 2 à 63 microns
	Sables	S	particules de 63 microns à 2 mm
	Limons	L	mélange de sables, silts et argiles
	Graviers	Gr.	particules de 2 à 60 mm (gravillons : 2 à 10 mm)
	Cailloux (6-20 cm) et blocs (>20 cm)		

#### Pédologie

	Matière organique
	Matière organique diffuse
	Précipitations ferriques
	Précipitations manganiques
	Carbonates secondaires
	Bioturbations

HMA horizon archéologique du Haut Moyen Age  
 HPR horizon archéologique protohistorique  
 Ap horizon labouré, terre végétale

#### Contenu

	Charbons de bois
	Racines
	Bois
	Mollusques
	Artefacts

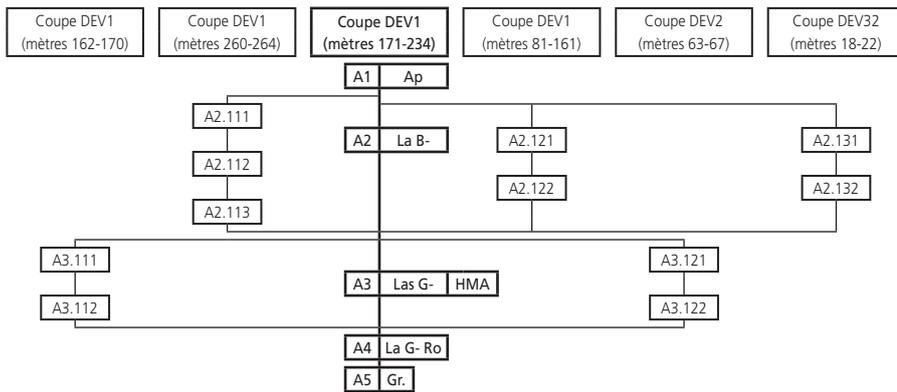
#### Roches

	Remblais
	Calcaire
	Molasse

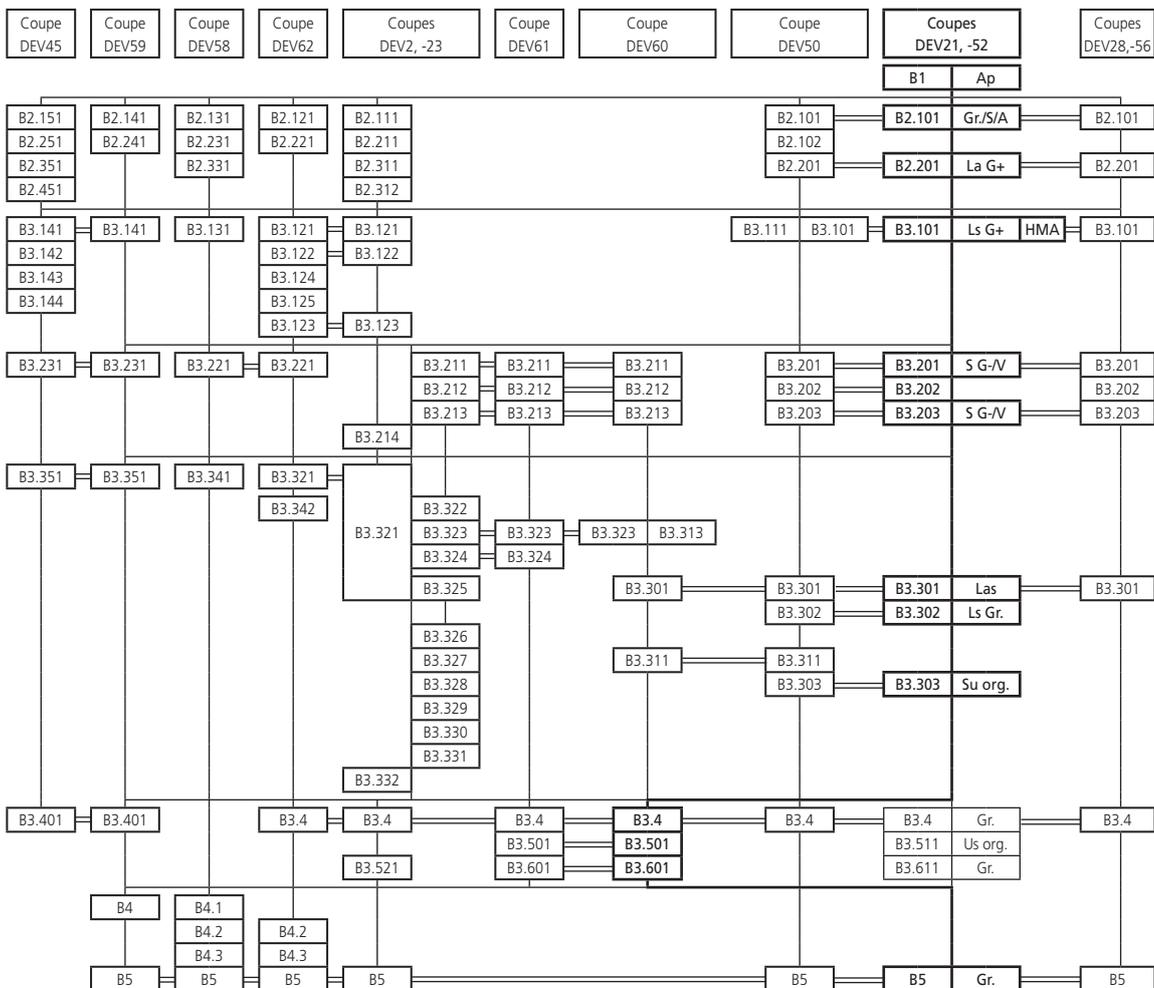
#### Couleurs

B	brun	+	foncé
Ba	blanc	-	clair
Be	bleu		
G	gris		
J	jaune	/	à parts égales
N	noir	( )	taché de
Or	orange		
R	rouge		
Ro	rouille		
V	vert		
Vo	violet		

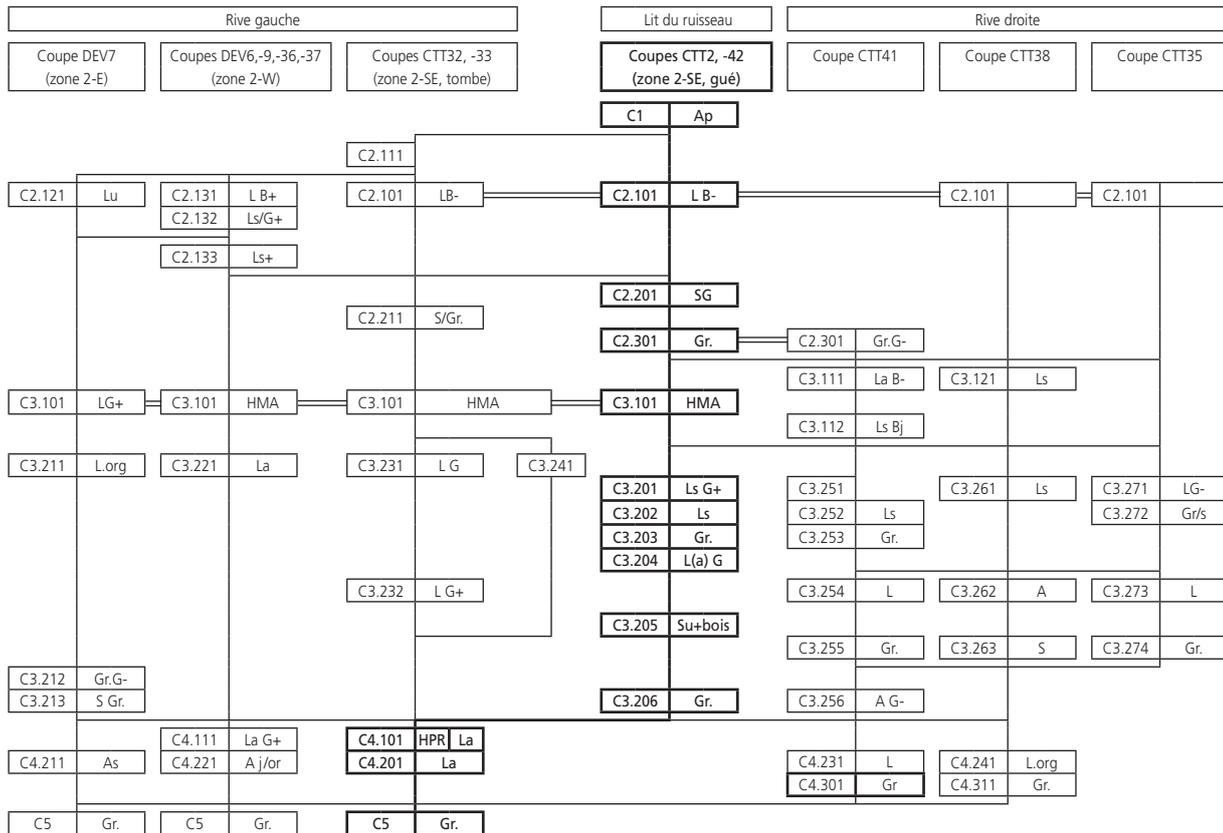
### Annexe 1.2.1 Domaine morphosédimentaire A



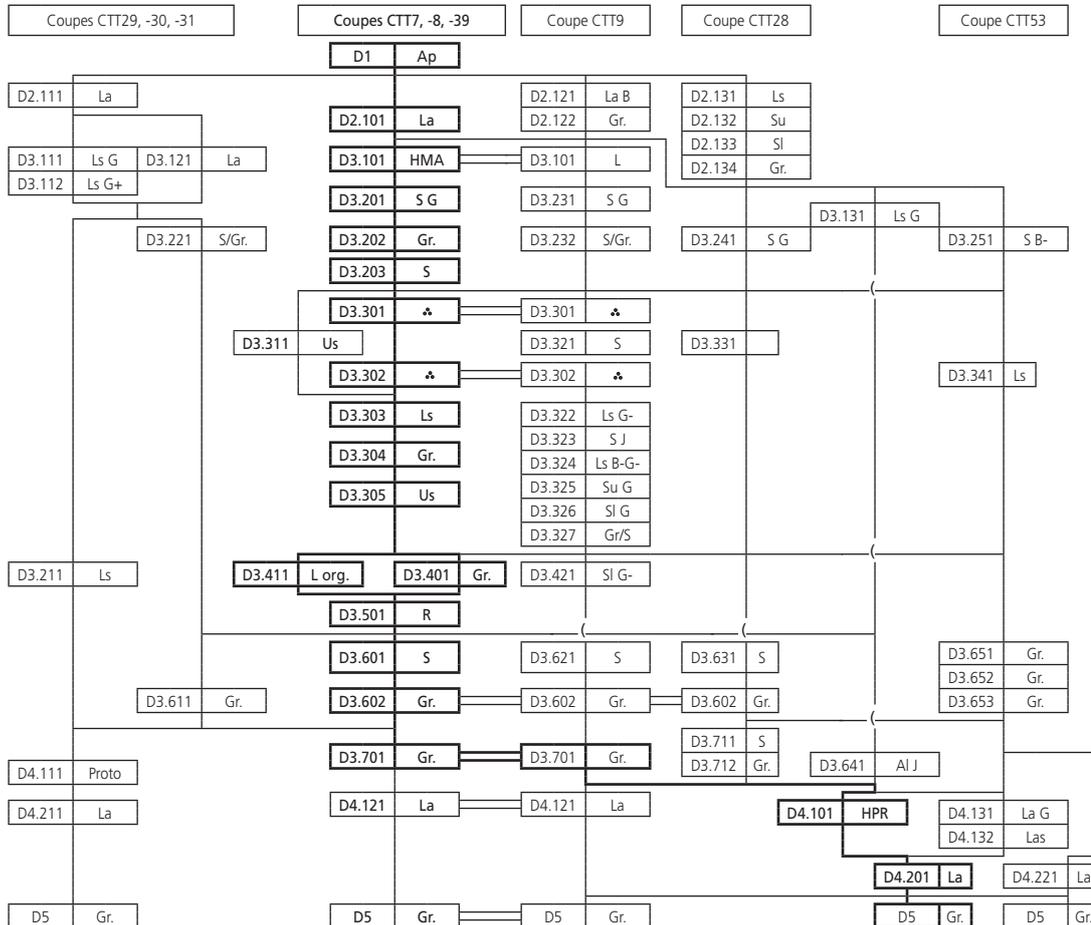
### Annexe 1.2.2 Domaine morphosédimentaire B



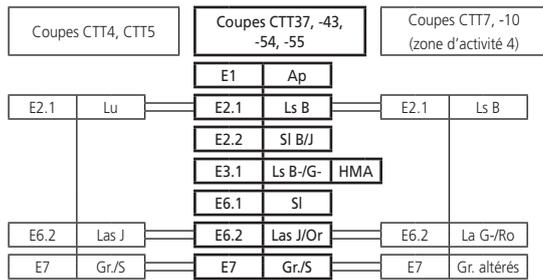
Annexe 1.2.3 Domaine morphosédimentaire C



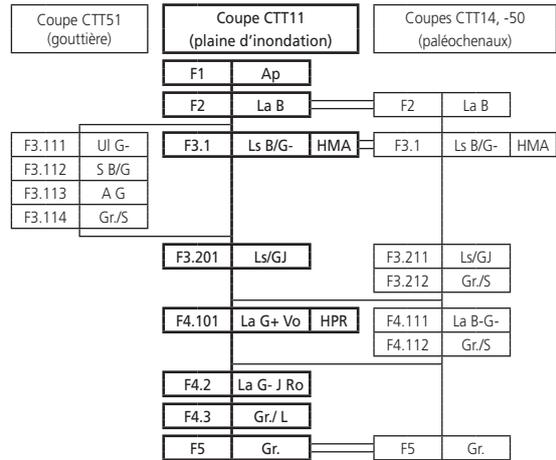
Annexe 1.2.4 Domaine morphosédimentaire D



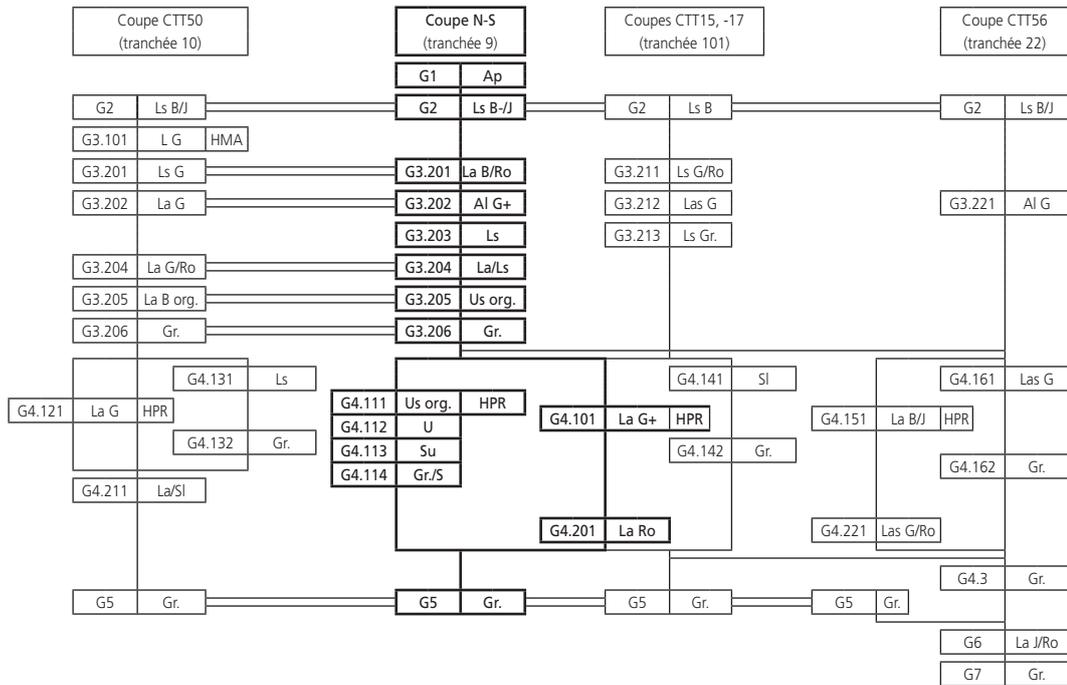
Annexe 1.2.5 Domaine morphosédimentaire E



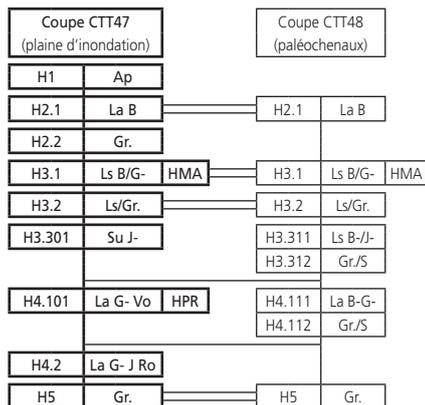
Annexe 1.2.6 Domaine morphosédimentaire F



Annexe 1.2.7 Domaine morphosédimentaire G



Annexe 1.2.8 Domaine morphosédimentaire H



## 2 L'application Seditool

Pour le traitement des résultats chiffrés de l'analyse granulométrique, une application du logiciel Excel a été spécialement conçue en collaboration avec Claude Girardin et Luc Braillard. Elle consiste sommairement en deux classeurs: le premier traite les données brutes tout en traçant la courbe granulométrique de chaque échantillon, tandis que le second permet des requêtes sur le premier, dans le but de construire différents graphiques pour les individus sélectionnés. Plus précisément, le premier classeur, dénommé selon la coupe de terrain, contient deux feuilles:

- la feuille «Données», avec les résultats bruts des analyses;
- la feuille «Graphe», établit automatiquement, d'une part, la table des données à partir de la feuille précédente, selon les classes granulométriques couramment utilisées en sédimentologie (fig. a); sont également calculés:
  - la médiane M, les quartiles à 25% (Q<sub>1</sub>) et 75% (Q<sub>3</sub>) ainsi que le centile à 99% (C);
  - les paramètres de Trask, à savoir l'indice de classement So = (Q<sub>3</sub>/Q<sub>1</sub>)<sup>1/2</sup> et le coefficient d'asymétrie Sk = Q<sub>3</sub>xQ<sub>1</sub>/M<sup>2</sup>.
 dans cette même feuille «Graphe» sont tracées, d'autre part, les courbes granulométriques des 6 échantillons, en mode cumulé ou en fréquence (fig. b);
- à relever que tant pour les images C/M que pour les indices de Trask, toutes les dimensions granulométriques sont exprimées en microns (ou en millimètres) et que les quantiles sont cumulés du plus fin au plus grossier.

Plus complexe, faisant appel à des macros (programmation en visual basic), le second classeur justement dénommé «Seditool» est comparable à une application de type base de données et renferme cinq feuilles:

- la feuille « Mise à jour » sert, comme son nom l'indique, à considérer comme base pour les requêtes la version la plus récente de l'ensemble des feuilles du premier classeur, dont le nombre augmente à mesure que les résultats bruts des analyses sont saisis;
- la feuille «Requêtes» constitue la pièce maîtresse de l'application (fig. c): elle permet d'effectuer des tris d'échantillons en fonction de différents paramètres combinables tels que le site, la coupe, le domaine morphosédimentaire, etc. Par exemple, si l'on désire sélectionner tous les échantillons de l'horizon archéologique du Haut Moyen Age, il faut choisir les options suivantes: Site: DEV ou CTT; Coupes (type de): toutes; Nom de coupe: tous; N° d'échantillon: tous; Domaine morphosédimentaire: tous; Ensemble sédimentaire: 3; Série: 1 ou «vide»; Couche: 1 ou «vide»;
- la feuille «Passega» (fig. d) construit le graphe C/M pour les individus sélectionnés dans la feuille «Requêtes»;
- enfin, les feuilles «Trask» et «Trask légendes» génèrent des graphiques de type So/M et Sk/M pour la requête établie, avec ou sans indication du numéro des échantillons, cette dernière option étant limitée cependant à 26 individus au maximum (fig. e).

Granulométrie globale			Commune		CTT				N° profil		Cp 9 m5-6-b		
	Site		TI				Visa		CG				
N° échantillon	s7		s8		s9		s10		s11		s12		
N° couche	D3.321		D3.302		D3.322		D3.323		D3.324		D3.325		
% Malvern (64,9)	96		93,9		97		96,3		95,6		95,7		
% Tamisage (< 63)	16,8		46,8		36,4		15,7		51,7		9,7		
mm	µm	cum.	effectif	cum.	effectif	cum.	effectif	cum.	effectif	cum.	effectif	cum.	effectif
0,0001	0,1	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
0,00053	0,53	0,19	0,19	0,45	0,45	0,53	0,53	0,20	0,20	0,70	0,70	0,13	0,13
0,001	1	0,68	0,49	1,55	1,10	1,99	1,46	0,70	0,51	2,38	1,68	0,45	0,31
0,00186	1,86	1,94	1,26	4,39	2,84	5,63	3,64	1,92	1,22	6,54	4,16	1,23	0,78
0,0043	4,3	5,46	3,52	11,96	7,58	13,96	8,33	4,96	3,03	16,28	9,73	3,15	1,93
0,00804	8,04	8,84	3,38	19,29	7,33	20,71	6,75	7,78	2,82	24,93	8,65	4,91	1,75
0,015	15	11,73	2,89	26,96	7,68	26,49	5,78	10,53	2,76	33,31	8,38	6,52	1,61
0,0347	34,7	14,72	2,99	37,88	10,92	32,57	6,08	13,68	3,15	43,97	10,65	8,36	1,84
0,063	63	16,80	2,08	46,80	8,92	36,40	3,83	15,70	2,02	51,70	7,73	9,70	1,34
0,125	125	20,80	4,00	54,60	7,80	47,70	11,30	18,80	3,10	64,40	12,70	12,10	2,40
0,25	250	58,30	37,50	78,30	23,70	77,20	29,50	34,80	16,00	85,70	21,30	19,70	7,60
0,5	500	98,20	39,90	91,00	12,70	95,20	18,00	62,60	27,80	98,40	12,70	32,90	13,20
1	1000	99,60	1,40	94,90	3,90	98,00	2,80	77,30	14,70	99,20	0,80	40,00	7,10
2	2000	99,80	0,20	97,80	2,90	99,00	1,00	85,30	8,00	99,40	0,20	42,80	2,80
5	5000	100,00	0,20	99,20	1,40	99,30	0,30	95,70	10,40	99,70	0,30	47,90	5,10
10	10000	100,00	0,00	100,00	0,80	100,00	0,70	99,40	3,70	100,00	0,30	58,50	10,60
20	20000	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,60	100,00	0,00	81,30	22,80
30	30000	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	91,70	10,40
40	40000	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	8,30
50	50000	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00
60	60000	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00
80	80000	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00
100	100000	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00
200	200000	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00
300	300000	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00
400	400000	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00
500	500000	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00
Quartile à 25 %	135,09		12,79		12,77		163,52		8,08		330,22		
Médiane à 50 %	214,44		83,45		131,94		365,20		55,26		5735,99		
Quartile à 75 %	334,15		227,00		237,41		897,22		176,49		16513,94		
Centile à 99 %	743,00		4386,53		2000,00		9278,04		840,90		38637,33		
So	1,57		4,21		4,31		2,34		4,67		7,07		
Sk	0,98		0,42		0,17		1,10		0,47		0,17		

Fig. a. Feuille «Graphe»: table des données établie automatiquement à partir des données brutes, avec calcul de paramètres statistiques.

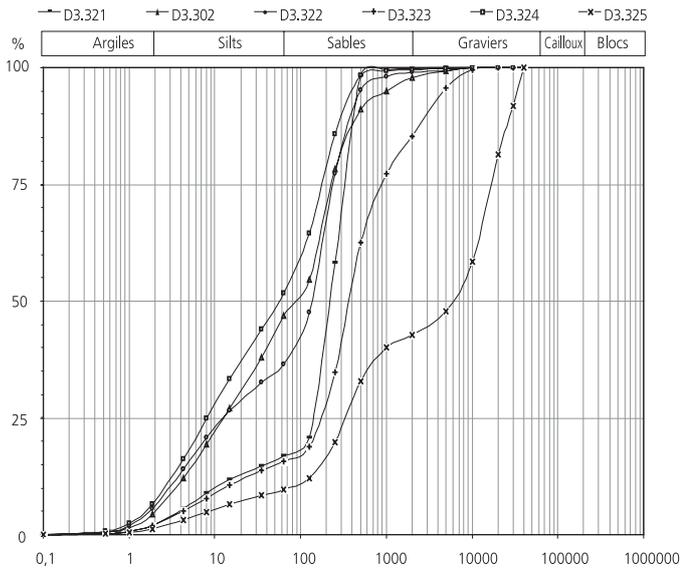


Fig. b. Feuille « Graphe » : courbes granulométriques des échantillons figurant dans la table des données.

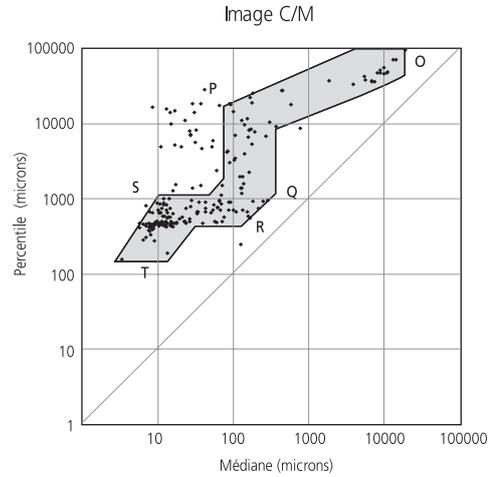


Fig. d. Feuille « Passega » : image C/M construite pour les échantillons sélectionnés dans la feuille « Requêtes ».

Site	Coupe	Nom	N° éch.	Domai	Ensem	Séi	Coue	Quartile 1	Médiane	Quartile 3	Centile	So	Sk	
CTT	Structures	St 374	s 1	E				6.11329878	26.5299336	158.409162	535.886731	5.10644699	1.38457528	
CTT	Structures	St 374	s 2				R374-01	6.43189092	42.1946381	194.728356	687.419927	5.50231263	0.70348262	
CTT	Structures	St 374	s 3				R374-02	5.39826082	66.2979313	185.368364	707.108781	6.01589417	0.23994304	
CTT	Structures	St 374	s 4				R374-03	5.24061624	60.3658762	187.288385	648.419777	5.97811469	0.38831932	
CTT	Structures	St 374	s 5	E		6		4.22484807	15.9311847	60.1291708	424.755897	3.77256785	1.00092435	
CTT	Structures	St 374	s 6	E		6		4.69184363	20.1720485	134.636628	5000	5.36985453	1.5524111	
CTT	Structures	St 523	s 1	H				4.17987282	11.1568447	52.8273468	493.118352	3.5506762	1.77394068	
CTT	Structures	St 523	s 2				R523-01	3.84315688	9.80025491	31.4332339	478.80164	2.85989651	1.2577744	
CTT	Structures	St 523	s 3	H		3		3.98352087	10.5730272	38.155315	870.550563	3.08488121	1.35963384	
CTT	Structures	St 523	s 4	H		3		4.47655087	12.8226084	67.6608374	15992.7646	3.88812835	1.8417929	
CTT	Structures	St 523	s 5	H		4		3.24845581	8.54134682	38.3360422	16583.284	3.43530385	1.70899223	
CTT	Structures	St 523	s 6	H		4		2.49961706	5.6930526	16.5154668	477.420802	2.57044876	1.27372146	
CTT	Structures	St 568	s 1				R568-01	4.7712301	14.3252638	52.3136339	14142.1356	3.31125858	1.21630265	
CTT	Structures	St 568	s 2				R568-02	7.36331229	40.9707179	459.048538	28818.4117	7.89572018	2.01364445	
CTT	Structures	St 568	s 3				R568-03	9.68465694	176.316847	2143.20248	18991.7538	14.8758598	0.86768216	
CTT	Structures	St 568	s 4	H		4		11	4.37674253	18.5318012	130.236932	5325.20545	5.45496011	2.09586621
CTT	Structures	St 341	s 1	H		4		11	3.55220084	11.9001185	142.484891	890.898718	8.3326588	3.57366782
CTT	Structures	St 341	s 2				R341-01	8.35753802	86.293799	208.080446	901.250493	5.72071412	0.17763125	
CTT	Structures	St 341	s 3				R341-02	7.08025188	82.3590098	218.753355	909.809474	5.56630839	0.18105391	
CTT	Structures	St 341	s 4	E		6		5.00422634	37.1530373	203.131107	1468.30708	6.3711781	0.73841857	
CTT	Structures	St 341	s 5	E		6		4.21650146	26.8294721	186.386684	7071.06781	6.28197465	0.8747037	
CTT	Coupes	Cp20-co127-bs 7	H		3	3		11.4924289	134.082279	224.570152	707.106781	4.43048888	0.14355592	
CTT	Coupes	Cp20-co127-bs 8	H		4	1	11	3.0192499	8.91008188	60.8865598	480.093825	4.10538727	1.93528629	
CTT	Coupes	Cp20-co127-bs 9	H		4	2		2.32985278	5.7226888	19.5763064	415.818948	2.89324579	1.39218859	
CTT	Coupes	Cp20-co127-bs10	H		5			58.9657984	456.14034	6823.56759	28362.1656	10.944569	1.88822297	
CTT	Coupes	Cp55-m3-b 7	E		7			13.8239708	178.383481	3724.43772	25955.8267	18.4139821	1.80038889	
CTT	Coupes	Cp55-m3-b 8	E		3	1		8.87433448	68.9436745	211.734839	1122.48205	5.54984472	0.30822041	
CTT	Coupes	Cp55-m3-b 9					R726-01	6.11292917	61.5286868	228.537624	771.105413	6.11440458	0.38900894	
CTT	Coupes	Cp55-m3-b 10					R726-02	3.27378568	8.96946683	85.1491332	454.804737	3.27668114	1.43031911	
CTT	Coupes	Cp55-m3-b 11					R726-03	3.82446722	14.9573312	188.076883	500	6.62929284	2.87321485	
CTT	Coupes	Cp55-m3-b 12					M	1.84380207	3.26139224	5.90520935	157.388885	1.74293181	1.07824388	

Fig. c. Feuille « Requêtes » : table permettant d'effectuer des tris d'échantillons en fonction de différents paramètres combinables (site, coupe, domaine morphosédimentaire, etc.).

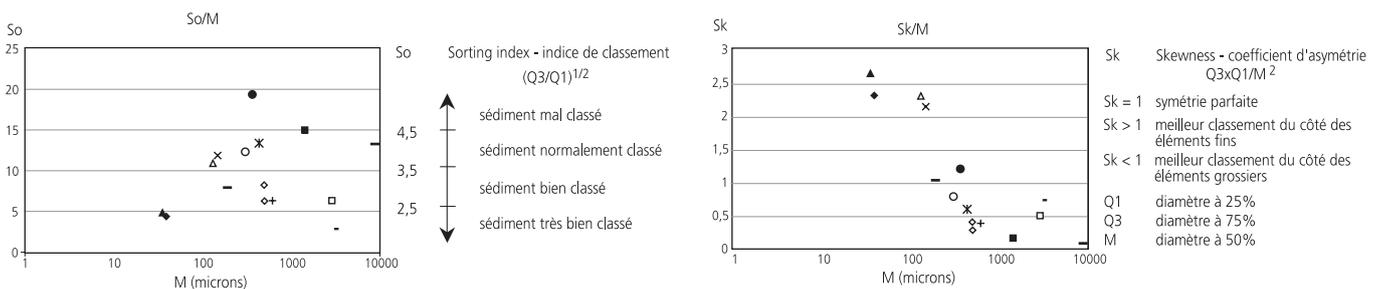


Fig. e. Feuille « Trask légendes » : génère des graphiques de type So/M et Sk/M pour la sélection établie dans la feuille « Requêtes ».



# 3

## La séquence palustre de Delémont, La Communance

Luc Braillard

### 3.1 Introduction

A quelque 1,5 km au sud-est du hameau de Develier-Courtételle, une séquence palustre particulièrement bien préservée a pu être observée au lieu-dit La Communance, sur la commune de Delémont (fig. 52). Repérés pour la première fois en 1997 lors de la fouille d'un site gallo-romain découvert à l'emplacement d'une piste de chantier, ces dépôts organiques ont fait l'objet d'une attention toute particulière lors de la campagne de sondages archéologiques qui a suivi en automne 1998, sur le tracé de la Transjurane. En effet, les séquences palustres sont souvent porteuses d'informations paléoenvironnementales de première importance grâce à l'étude des pollens et macrorestes végétaux qu'elles renferment, couplée à la reconstitution du paysage par l'étude sédimentologique et stratigraphique.

Le travail de terrain a donc visé à comprendre la géométrie des différents ensembles sédimentaires rencontrés de façon à pouvoir restituer une image satisfaisante de l'environnement géomorphologique qui prévalait au moment du dépôt de ces sédiments organiques.

Les nombreuses datations au radiocarbone ont permis de dater précisément cette séquence entre le 4<sup>e</sup> et le 12<sup>e</sup> siècle de notre ère, avec une phase principale de tourbification située entre le 6<sup>e</sup> et le 10<sup>e</sup> siècle. Il est donc apparu important d'insérer l'étude de ces sédiments dans le présent volume puisqu'ils recouvrent une période charnière par rapport à l'occupation humaine ainsi qu'à l'abandon de l'habitat mérovingien de Develier-Courtételle.

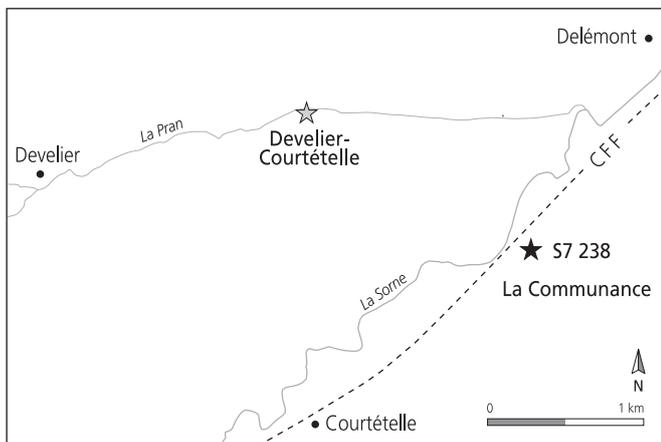


Fig. 52 Situation géographique de Delémont, La Communance.

Le milieu naturel qu'il a été possible de reconstituer – un méandre recoupé comblé par une séquence organo-minérale de bas-marais – constitue une particularité locale du point de vue de la dynamique sédimentaire. Toutefois, le développement d'un tel milieu nécessite des conditions hydrologiques spécifiques, ceci à l'échelle régionale, raison pour laquelle ce remplissage a été étudié dans le détail. Par ailleurs, il est indispensable de comprendre le plus précisément possible l'évolution tant sédimentologique que géochimique des séquences organiques pour pouvoir interpréter correctement celle des spectres polliniques qui en proviennent. Ces derniers sont vraisemblablement exempts de toute influence anthropique directe, aucune trace d'occupation n'ayant été mise au jour dans les environs immédiats de ce méandre après l'abandon du site gallo-romain au 2<sup>e</sup> siècle de notre ère. Par rapport aux enregistrements polliniques du site de Develier-Courtételle qui ont été influencés par les activités anthropiques, les dépôts organiques de La Communance contiennent un signal paléoenvironnemental qui peut être considéré comme régional à l'échelle du bassin de Delémont.

Après une première partie méthodologique concernant les données de terrain, la terminologie utilisée, ainsi que le type d'analyses entreprises, le cadre stratigraphique et la reconstitution du paysage au Haut Moyen Age seront définis par le biais d'une carte présentant les différents domaines tant sédimentaires que géomorphologiques. Dans un troisième temps seulement, l'étude se focalisera sur le sondage 238 qui a livré la séquence la plus épaisse et la mieux préservée du comblement organique de La Communance.

### 3.2 Situation géographique et géologique

La Communance se trouve en rive droite de la Somme, rivière qui draine le bassin de Delémont du sud-ouest au nord-est entre les cluses du Pichoux et du Vorbourg où elle se jette alors dans la Birse. Par rapport au ruisseau La Pran qui jouxte le hameau mérovingien et dont le bassin versant n'est que d'une dizaine de km<sup>2</sup>, la Somme est un cours d'eau plus important dont le tracé est encore méandrique, bien que son lit soit aujourd'hui en grande partie endigué.

Le contexte géologique général, à l'échelle de la vallée de Delémont, est donné au chapitre 2.2. La séquence organique de La Communance se situe dans la plaine alluviale de la Somme, juste au nord d'une petite rupture de pente d'un mètre de hauteur qui marque la limite septentrionale d'une ancienne terrasse fluviale (fig. 53). Mis en place probablement au Pléniglaciaire supérieur (Braillard et al. 2002), ces graviers recouvrent une bonne partie du fond de la vallée à l'altitude moyenne de 425 m (435 m à Courtételle, 415 m à Delémont). Cette unité géomorphologique qui correspond à la « basse terrasse principale » de D. Barsch (1969) a été entaillée de part et d'autre de la Somme au niveau de la plaine alluviale postglaciaire. On la retrouve en rive gauche de la Somme où elle se poursuit jusqu'au vallon de La Pran, à une altitude toutefois légèrement plus élevée (environ 445 m). Cette dénivellation est certainement liée à la différence de débit entre les deux cours d'eau et, partant, à leur capacité érosive,

le bassin de la Sorne étant légèrement surcreusé par rapport à celui de La Pran (M. Guélat, communication personnelle). Ainsi des raccords stratigraphiques stricts sont-ils délicats à établir entre les sites de Develier-Courtételle et de Delémont, La Communance.

### 3.3 Méthodologie

#### 3.3.1 Données de terrain

Les premières données concernant le substrat quaternaire de Delémont, La Communance proviennent de la campagne de prospection archéologique de 1996, lors de laquelle 17 sondages de 5 m sur 1,6 m ont été creusés à l'aide d'une pelle mécanique. En 1997, la fouille d'une dizaine de secteurs totalisant environ 800 m<sup>2</sup>, ainsi que l'ouverture d'environ 30 sondages complémentaires ont mis au jour des dépôts organiques, notamment dans le sondage du secteur 34, où fut alors levée une stratigraphie, complétée d'un échantillonnage palynologique (Aubry et al. 1998).

C'est en 1998, lors de la campagne de sondages dirigée par L. Stalder, que l'essentiel des données présentées ici a pu être récolté, notamment le levé détaillé et l'échantillonnage de la séquence organique du sondage 238. A cette occasion, et grâce aux nombreux levés sédimentologiques et approfondissements jusqu'à la molasse tertiaire d'une partie des 148 sondages, une grande coupe stratigraphique longue de 400 m a pu être construite (Braillard et Guélat 1999). La fouille d'un mausolée gallo-romain a suivi en 1999 et une centaine de sondages ont encore été creusés en 1999 et 2001, mais uniquement sur la terrasse fluviale pléniglaciaire.

Au total, c'est donc une zone allongée d'environ six hectares, s'étendant de la Sorne au nord-ouest en direction du site proto-historique de Delémont, Prés de La Communance au sud-est qui a été explorée. La position exacte des sondages et des secteurs de fouille peut être trouvée sur deux plans de situation (Aubry et al. 1998, p. 26; Paupe et al. 1999, p. 22) et l'historique détaillé des travaux est dressé par V. Légeret (2000, p. 9).

#### 3.3.2 Terminologie des sédiments organiques

La terminologie utilisée correspond à celle définie par M. Guélat (1993) sur les sites palustres de Glovelier, Les Viviers et de Boécourt, Les Montoyes :

- tourbe: dépôt organique fibreux brun foncé, passant au noir sous l'effet de l'oxydation à l'air, et composé de débris végétaux reconnaissables. Le liquide qui s'écoule d'un échantillon pressé est limpide à brun clair et le résidu n'est pas ou peu pâteux (horizons Hf et Hm du référentiel pédologique de l'AFES, 1995);
- anmoor: dépôt organo-minéral noir de structure non fibreuse. Le liquide qui s'écoule d'un échantillon pressé est noir et le résidu est gras et très peu important (horizon An du référentiel pédologique de l'AFES, 1995);
- limon organique: dépôt organo-minéral gris à brun-gris de structure massive, dominé par la fraction minérale mais pouvant contenir quelques macrorestes végétaux encore identifiables. Un échantillon pressé livre un liquide trouble peu abondant.

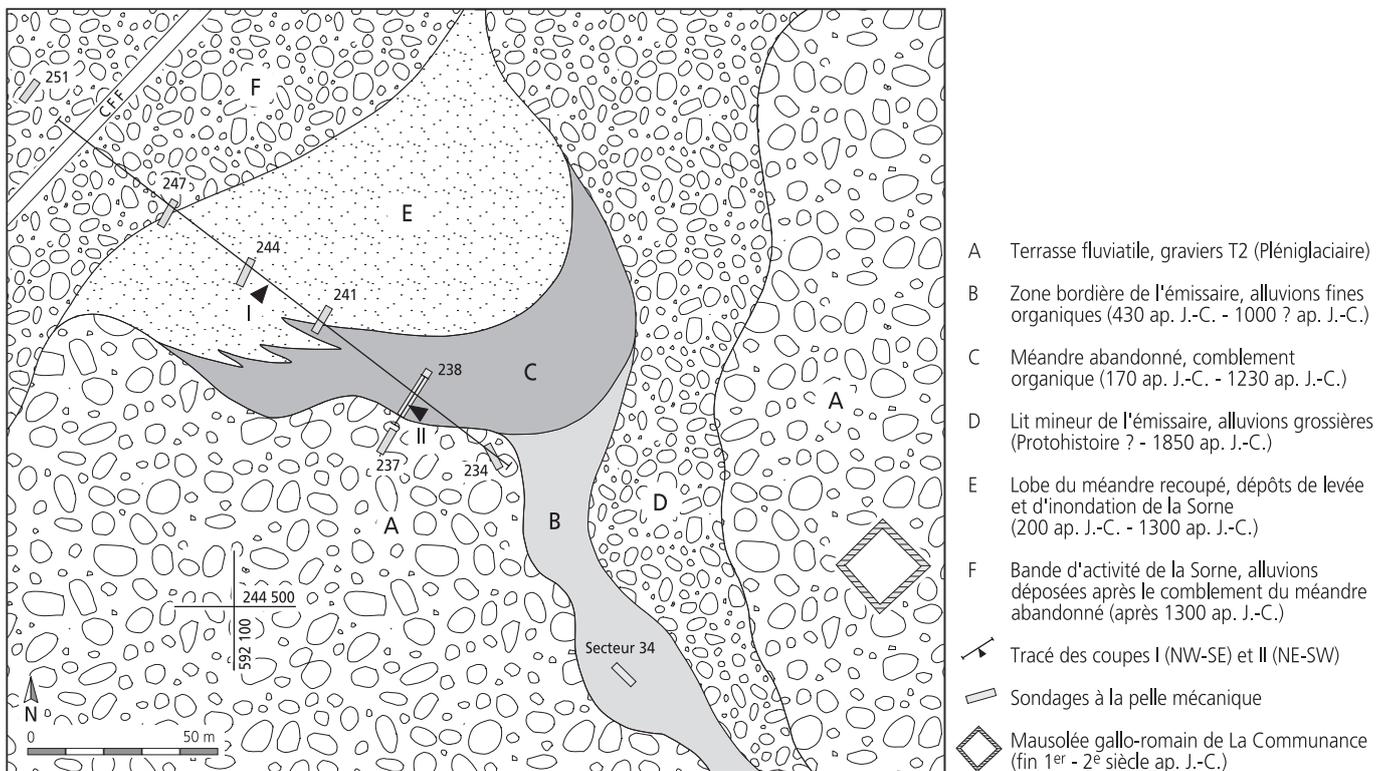


Fig. 53 Carte des domaines morphosédimentaires distingués à Delémont, La Communance. La séquence organique du sondage 238 se situe dans le méandre abandonné du domaine C. Si l'on excepte le domaine F qui matérialise une reprise de l'activité de la Sorne postérieure à 1300 ap. J.-C., la situation est celle qui prévalait durant le Haut Moyen Âge. Remarque: seuls les sondages des coupes I et II ainsi que celui du secteur 34 sont représentés.

Cette classification simple se base sur des critères d'identification utilisables sur le terrain et n'introduit pas d'éléments interprétatifs lors de la description des profils. En ce qui concerne le taux de matière organique, les analyses géochimiques (chap. 3.5.3) indiquent qu'il varie entre 8% et 20% pour les limons organiques et se situe entre 20% et 45% pour les tourbes et anmoors, ces derniers étant toutefois généralement moins riches en matière organique que les tourbes. Les anmoors se forment en effet aux dépens des tourbes dont ils constituent une forme dégradée (tourbe humifiée). Cette dégradation se produit lors de phases d'aérobioses, c'est-à-dire lors d'exposition à l'air libre, et traduit par conséquent une baisse du plan d'eau ou de la nappe phréatique (Duchaufour 1997).

### 3.3.3 Prélèvements et analyses

#### Granulométrie et géochimie

Les 21 échantillons de sédiment prélevé en vrac dans la séquence du sondage 238 ont fait l'objet d'analyses granulométriques et géochimiques, réalisées au Laboratoire de l'Université de Bâle (IPNA) par Philippe Rentzel et Beatrix Ritter. Les méthodes utilisées pour déterminer les paramètres géochimiques – taux de matière organique, d'humus, de phosphates et de carbonates ainsi que pH (KCl) – et pour réaliser les courbes granulométriques sont décrits par M. Guélat (2005). Le traitement d'un échantillon volumineux (21 kg) prélevé dans les graviers pléni-glaciaires au niveau du sondage 290, environ 500 m au sud-est de La Communance, a été effectué au laboratoire du Voirnet (Section d'archéologie et paléontologie), à l'aide de calibres et de tamis.

En ce qui concerne le traitement des données granulométriques, l'application Seditool, dont on trouvera la description au chapitre 2 (annexe 2), s'est avérée très pratique. Il faut également préciser que l'analyse de la fraction fine (<63 µm) a été réalisée grâce à un appareil qui utilise un rayon laser (Malvern Mastersizer), procédé qui a tendance à sous-évaluer la teneur en argiles par rapport au procédé classique de sédimentométrie: pipette, aréomètre, etc. (McCave et al. 1986; Bianchi et al. 1999; Beuselink et al. 1998)<sup>1</sup>. Pour connaître la teneur effective en argiles, il faut ainsi lire le pourcentage correspondant à la fraction inférieure à 3, 4, 5 voire 6 µm (et non pas 2 µm); en effet, plus le pourcentage d'argiles est élevé, plus le décalage entre les teneurs théoriques et les teneurs effectives est grand. Etant donné les teneurs relativement faibles en argiles des sédiments de La Communance, cette correction a été placée à 4 µm.

Les formules utilisées pour le calcul des paramètres granulométriques sont celles de Trask<sup>2</sup>, classiquement appliquées en géoarchéologie depuis de nombreuses années.

#### Archéobotanique

Neuf profils en aluminium ont été utilisés pour les prélèvements palynologiques et transmis à Anne-Marie Rachoud-Schneider (profils P1-4 du secteur 34; profils A-E du sondage 238). L'analyse des macrorestes a été réalisée par Christoph Brombacher sur trois échantillons de sédiment organique prélevé en vrac dans le

sondage 238 (CH1-3). La position exacte de ces échantillons a été reportée sur les figures 54 et 58.

#### Datations radiométriques

Toutes les datations au <sup>14</sup>C ont été réalisées au Département de Sciences des Matériaux de l'Université d'Uppsala en Suède. Une première série de quatre bois du sondage 238 (B1-4, fig. 61) et d'un échantillon de matière organique du secteur 34 (C1), envoyée pour datation en 1999, a ensuite été complétée en 2000 par l'envoi de quatre nouveaux échantillons de sédiment organique (CAR1-4) prélevés dans les résidus des colonnes palynologiques.

#### Dendrochronologie

Deux tranches prélevées sur les bois B1 et B2 provenant du sondage 238 ont été envoyées au Laboratoire de dendrochronologie du Service cantonal d'archéologie de Neuchâtel. Seul B1 a été traité: il s'agit d'un tronc de frêne (*Fraxinus excelsior*) de grande taille (séquence de 59 cernes) dont la dynamique de croissance (cerne moyen: 3,81 mm; cerne le plus large: 6,99 mm) indique qu'il a poussé dans d'excellentes conditions, vraisemblablement sur les berges de la Sorne (Patrick Gassmann, communication écrite).

Les essais de corrélation de la courbe dendrochronologique avec les référentiels celtes et romains à disposition du laboratoire précité n'ont malheureusement donné aucun résultat positif.

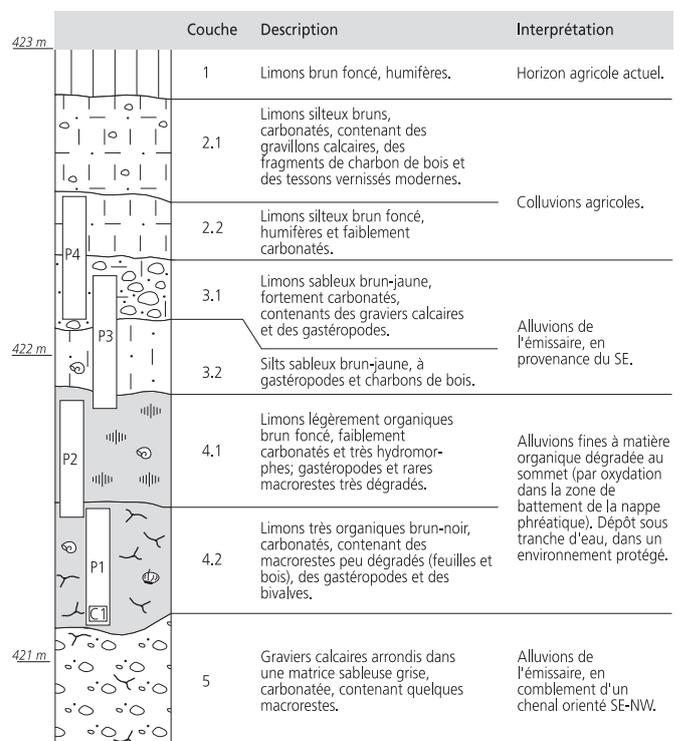


Fig. 54 Stratigraphie du sondage du secteur 34 et position des prélèvements palynologiques P1-4, ainsi que de l'échantillon de sédiment organique C1 (en base de couche 4.2) qui a livré une datation Haut Moyen Age (430-650, 2σ; voir figure 61).

Situation géographique: voir figure 52; légende: voir figure 58.

### 3.4 Contexte stratigraphique et reconstitution du paysage

Les 300 sondages creusés, ajoutés aux secteurs de fouille du site gallo-romain, ont permis de subdiviser la région de Delémont, La Communance en six domaines morphosédimentaires distincts, correspondant chacun à une zone qui se démarque tant par sa séquence stratigraphique et les faciès de ses dépôts que par le contexte géomorphologique (Guélat 1998). Sur la base de ce dernier critère uniquement, seul le domaine A – correspondant à la terrasse fluviale T2 – aurait pu être mis en évidence, grâce à la rupture de pente qui marque sa limite septentrionale. Les autres domaines qui ne se distinguent par aucun élément morphologique n'ont pu être délimités que par l'observation systématique des sondages. La figure 53 présente la répartition spatiale de ces domaines.

#### 3.4.1 Les domaines morphosédimentaires

Constituée de graviers grossiers et matérialisant une surface plane surélevée d'environ un mètre par rapport à la plaine alluviale actuelle, la terrasse fluviale T2 – domaine A – est entaillée au sud par un ancien chenal émissaire qui drainait les eaux en provenance des reliefs molassiques du Montchaibeux, situé à 2 km en direction du sud-est. Deux types de remplissage en constituent le comblement (fig. 54) : des alluvions limono-graveleuses (ensemble 3) et des limons organiques (ensemble 4). Ces derniers ne sont présents que dans la zone bordière de cet ancien chenal et ont permis l'individualisation du domaine morphosédimentaire B (fig. 53). Le domaine D correspond, quant à lui, au lit de cet émissaire dont le début du fonctionnement pourrait remonter à la Protohistoire déjà, et la fin au 19<sup>e</sup> siècle ap. J.-C. seulement<sup>3</sup>. Les alluvions organiques de la zone bordière (domaine B) se sont déposées, quant à elles, à partir du 5<sup>e</sup> siècle ap. J.-C. au plus tôt,

ceci d'après la datation de la base de l'unité stratigraphique 4.2 (fig. 54, 61).

Le domaine morphosédimentaire C représente un méandre abandonné de la Sorne, caractérisé par un remplissage organique qui fait suite à des graviers de fond de chenal. Ces derniers sont nettement moins grossiers que les graviers T2, qu'ils ont entaillés profondément jusqu'au toit de la molasse tertiaire, et contiennent des fragments de bois couchés, transportés par le courant. Ils matérialisent la dernière phase active de ce méandre dont le recouplement a dû intervenir vers le 3<sup>e</sup> siècle ap. J.-C. Le chenal actif de la Sorne – après le recouplement du méandre – n'a pas été retrouvé dans les stratigraphies : soit il se situe au nord de la zone sondée, soit il n'a pas été préservé en raison des migrations postérieures de la rivière qui a réinvesti la zone après le 14<sup>e</sup> siècle. Le domaine F représente cette reprise de l'activité fluviale, matérialisée par des limons d'inondation carbonatés et des comblements de chenaux à séquences granodécroissantes. Finalement, le domaine E correspond à un lobe de méandre. Il est caractérisé, à la base, par des bancs graveleux d'accrétion latérale (« point bar ») qui indiquent une migration du méandre vers le sud-est, surmontés par des dépôts sableux et limoneux. La limite entre le lobe de méandre – qui existait déjà avant le recouplement par la Sorne – et la partie grossière du comblement du chenal abandonné (soit au niveau des sondages 241, 244 et 247) n'a toutefois pas pu être tracée précisément en raison de la similitude des faciès sédimentaires.

#### 3.4.2 Coupe stratigraphique et évolution du paysage

Une grande coupe orientée NW-SE permet de mieux appréhender la géométrie des dépôts et l'évolution du méandre depuis sa création jusqu'à sa fossilisation, en passant par son comblement (fig. 55) :

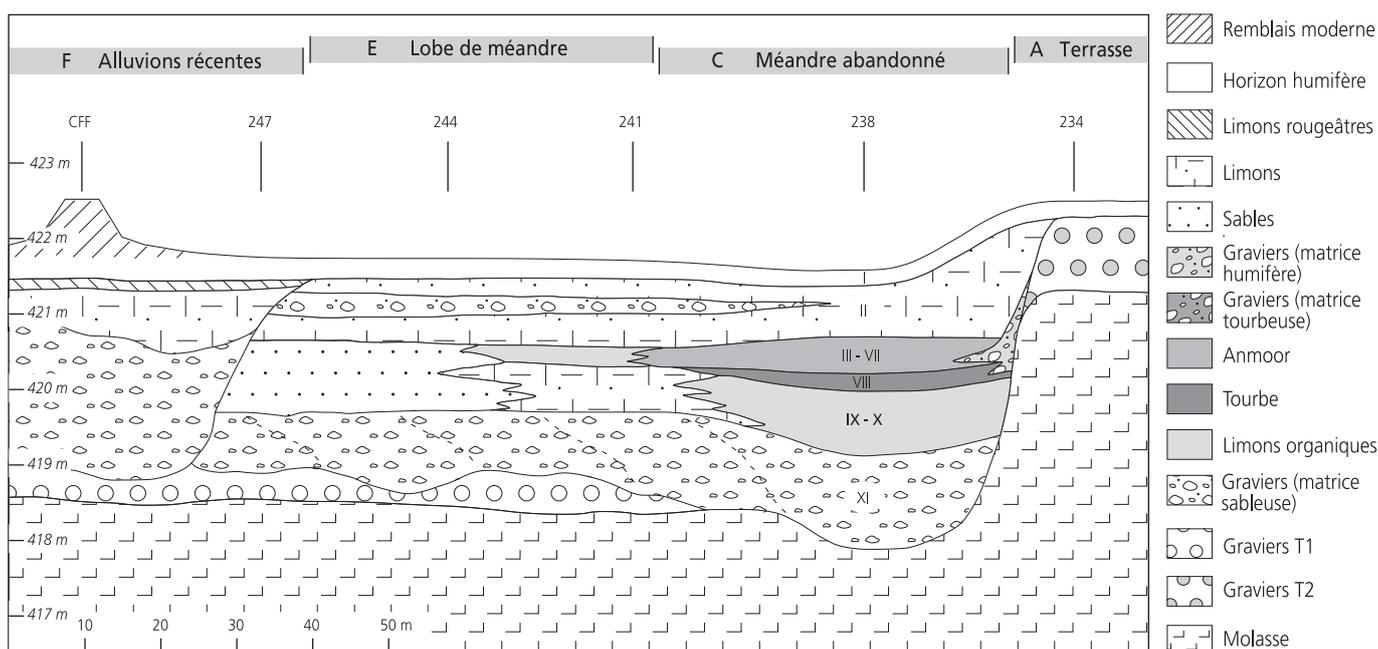


Fig. 55 Coupe stratigraphique I (NW-SE) à travers les différents comblements alluviaux de la plaine de la Sorne. Les quatre zones distinguées au-dessus de la coupe correspondent aux domaines morphosédimentaires de la figure 53. (Echelle verticale exagérée 10 x).

- le recouplement du méandre est réalisé au contact entre les graviers XI et la base des limons organiques X. Cette limite traduit un changement brutal du milieu de dépôt (hydrodynamisme élevé à très faible). Un méandre abandonné, en forme de croissant isolé du système actif de la Sorne, se dessine dans le paysage. Le contact avec cette rivière n'est toutefois pas complètement coupé, du moins en périodes de hautes eaux, et un apport minérogène sablo-silteux se mélange aux dépôts autochtones organiques du bras mort (« oxbow lake »). Les unités X et IX se déposent sous une tranche d'eau;
- les dépôts organiques (limons organiques, tourbes et anmoors) des unités VIII à III constituent l'atterrissement de la dépression, en conditions palustres. La morphologie du bras mort s'estompe progressivement au fur et à mesure des comblements successifs;
- au nord-ouest du méandre abandonné, le comblement organique passe latéralement à des dépôts limoneux puis sableux. Ces niveaux ont été attribués au lobe de méandre (domaine E), mais pourraient aussi constituer la fraction proximale – plus grossière – du remplissage du bras mort. Cette incertitude provient de l'emplacement de la coupe I, qui n'est que très légèrement oblique par rapport à l'orientation du méandre recoupé;
- l'unité II scelle définitivement l'ancien chenal, qui disparaît complètement dans le paysage;
- la Sorne réinvestit le périmètre (alluvions du domaine F), coupant tout lien stratigraphique avec le paléochenal actif lors du comblement du méandre abandonné.

### 3.4.3 Question de définition

Le méandre abandonné qui a permis l'accumulation des sédiments organiques s'apparente à un bas-marais, à la différence que ceux-ci sont des milieux tourbeux de type topogène (nappe affleurante stagnante dans une dépression topographique) ou

limnogène (atterrissement d'un lac ou d'un étang) de plus grande dimension. Au sens strict, on peut qualifier cet environnement de milieu tourbeux fluviogène minérotrophe (Manneville 1999) et son remplissage d'histosol fluviique (AFES 1995).

## 3.5 La séquence organique du sondage 238

### 3.5.1 Géométrie des dépôts et raccords stratigraphiques

Le sondage 238 est situé dans la partie centrale du méandre abandonné. Il a été prolongé en direction du sud-ouest afin d'obtenir les raccords stratigraphiques avec la terrasse fluviatile du domaine morphosédimentaire A (fig. 53).

La coupe II, réalisée sans exagération verticale, montre que la séquence organique s'épaissit en direction du centre du paléoméandre, raison pour laquelle le levé détaillé a été effectué à cet endroit (fig. 56). D'autre part, les couches ont une bonne continuité: on peut les suivre latéralement sur une dizaine de mètres, ce qui tend à montrer que la séquence relevée dans le détail est, d'une part, représentative de ce petit bassin sédimentaire et, d'autre part, qu'elle n'a pas souffert d'érosion significative.

En direction de la terrasse T2, deux lentilles de graviers apparaissent. Mises en place par ruissellement au pied de la rupture de pente entre la terrasse fluviatile et le paléoméandre, elles ont contribué à estomper le relief entre les deux domaines morphosédimentaires. Ces deux niveaux graveleux, dont les éléments calcaires sont remaniés de la terrasse T2, traduisent des phases de déstabilisation. La première est synchronisée à la période de tourbification maximale (unité VIII), alors que la seconde s'insère stratigraphiquement à la base de l'unité VI, dont les dépôts de crue matérialisent vraisemblablement une reprise de l'activité hydrique (chap. 3.5.7).

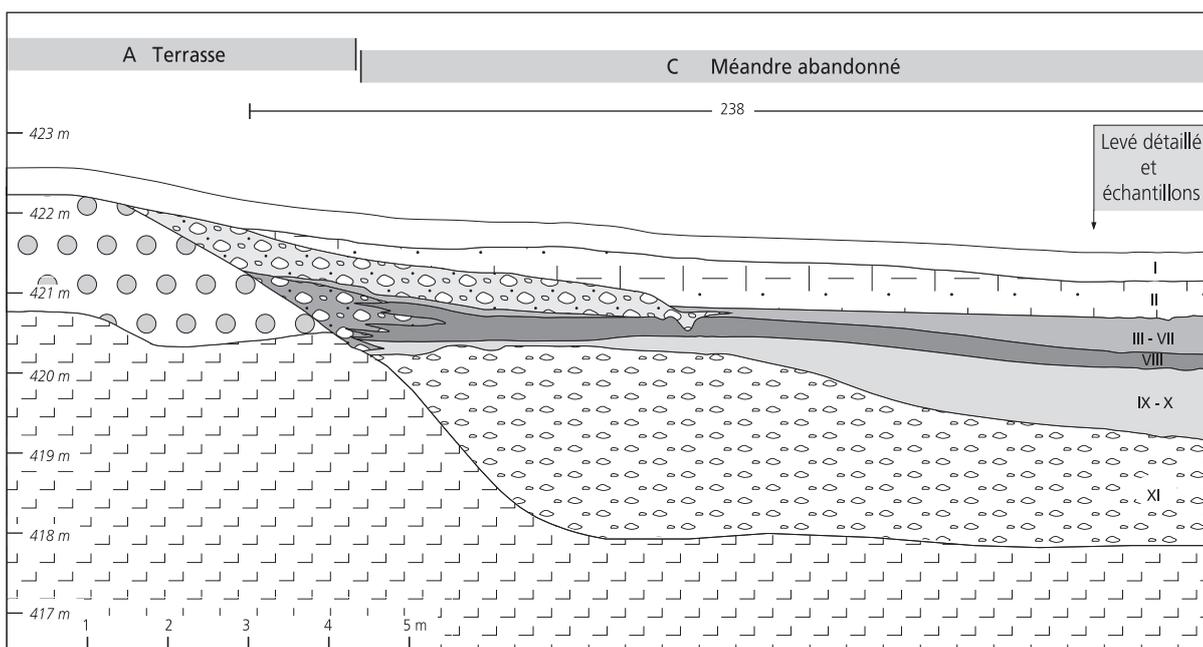


Fig. 56 Coupe stratigraphique II (SW-NE) à travers la terrasse fluviatile T2 et le comblement du méandre abandonné (sondage 238). Le levé détaillé et l'échantillonnage ont été réalisés au NE où la séquence organique est plus épaisse.

Ainsi, les deux périodes de La Communance pour lesquelles l'étude détaillée du sondage 238 a révélé un bilan hydrique positif (chap. 3.6) se corrént latéralement à des dépôts de ruissellement. De plus, l'analyse palynologique a révélé que, dans les deux cas, la base de ces dépôts est marquée par une phase de défrichement (chap. 4).

### 3.5.2 Stratigraphie détaillée et interprétation de terrain

D'une épaisseur de 3,6 m, le remplissage holocène a pu être subdivisé sur le terrain en onze unités sédimentaires (US), numérotées ci-dessous en chiffres romains (fig. 57-58). Lors de la fouille, la nappe phréatique affleurerait à 420,35 m, soit au sommet de l'unité VII. La description qui suit est complétée par une première interprétation de terrain :

- US XI : graviers calcaires arrondis et bien triés dans une matrice sableuse carbonatée abondante. Présence d'un lit de bois couchés et de macrorestes disposés en entrelacs au sommet des graviers. Troncs et macrorestes en diminution vers la base mais présents jusqu'au contact avec la molasse. Fortes venues d'eau lors de l'approfondissement du sondage. *Graviers fluviaux de fond de chenal*;
- US X : limons organiques gris à brun-gris, de texture silto-sableuse, contenant de nombreux mollusques entiers (gastéropodes et bivalves), des macrorestes (brindilles de bois, graines) ainsi que quelques gravillons calcaires épars. Sédiment gorgé d'eau, de très faible compacité, sans litage mais plus sableux à la base. *Limons organiques mis en place sous une tranche d'eau*;
- US IX : limons organiques brun-gris, surmontés d'un liseré tourbeux brun-noir. Gros fragments de bois et mollusques fragmentés (gastéropodes et bivalves). *Premier épisode de tourbification*;
- US VIII : tourbe fibreuse brun-gris contenant des gastéropodes, légèrement dégradée dans la partie sommitale (liseré centimétrique d'anmoor noir). A la base, petit niveau déformé de limons organiques gris, subissant des épaisissements locaux. *Couche d'atterrissement organique marquée à la base par un contact bioturbé, éventuellement érosif*;
- US VII : liseré de tourbe fibreuse brune, contenant des fragments de bois et passant à un anmoor brun-noir dans la partie sommitale. Pas d'apports minérogènes. *Atterrissement organique*;
- US VI : anmoor brun-noir de texture silteuse, contenant de rares gravillons calcaires corrodés et quelques fragments de bois, passant à des limons organiques silteux, puis, à la base, à un liseré de silts argileux gris. *Atterrissement organo-minéral*;
- US V : liseré de silts argileux gris clair passant à un petit niveau tourbeux brun-noir au sommet. Présence de petits gastéropodes. *Atterrissement organo-minéral*;
- US IV : se subdivise en deux niveaux, chaque rythme étant composé à la base de limons fins silteux gris clair et au sommet d'un liseré silteux organique brun, coiffé d'un mince niveau fibreux (anmoor). Présence de petits gastéropodes. *Couches d'atterrissement organo-minérales*;
- US III : silts argileux microlités gris violacé présentant trois liserés fibreux (tapis de mousses?) et contenant de minuscules mollusques (planorbis?). *Limons d'inondation, avec horizons*

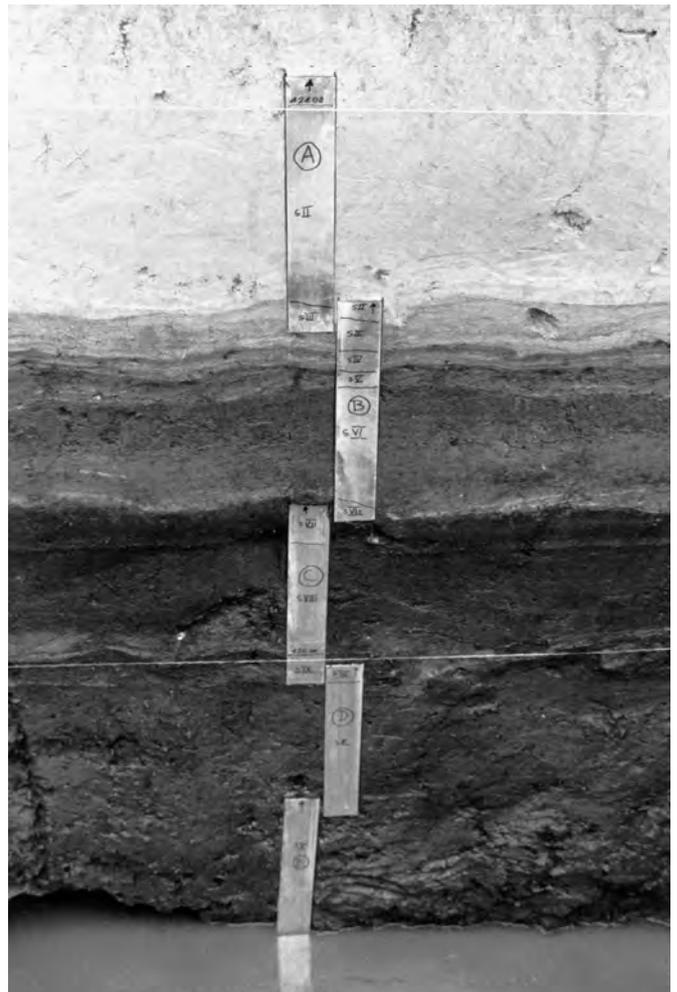


Fig. 57 Détail de la séquence organique du sondage 238 avec positionnement des boîtes de prélèvements palynologiques. Le niveau de l'eau, situé au contact limons organiques / graviers, a été abaissé par pompage. On observe, depuis le bas, les limons organiques assez épais (US X, deux premières boîtes), la tourbe véritable (US VIII, partie médiane de la 3<sup>e</sup> boîte), suivie d'une alternance de couches organo-minérales assez fines (US VII à III, 4<sup>e</sup> boîte). Le tout est surmonté par des limons d'inondation minérogènes (US II, 5<sup>e</sup> boîte). Le niveau du sol actuel se situe 40 cm plus haut, hors photo. L'espacement entre les fils est de 1 m.

*humifères successifs matérialisant la fin de l'atterrissement du bras mort*;

- US II : limons fins carbonatés, brun-jaune et silto-sableux au sommet, passant à des silts argileux gris auxquels font suite des rythmites silto-sableuses à la base. Horizon homogène peu bioturbé, parcouru localement par de fines lentilles sableuses et marqué à la base par des précipitations ferriques. Gastéropodes disséminés et rares paillettes de charbon de bois. *Limons d'inondation peu évolués témoignant d'une sédimentation rapide*;
- US I base : limons argileux brun clair à gris, de faible compacité et de structure massive, contenant un peu de matière organique diffuse et quelques paillettes de charbon de bois. Précipitations ferriques. *Horizon humifère enfoui légèrement hydromorphe, développé sur des limons d'inondation*;
- US I sommet : limons bruns humifères contenant quelques gravillons calcaires. *Horizon agricole actuel, labouré*.

Le substrat molassique est constitué de marnes de texture silto-sableuse, brun-jaune et riches en micas.

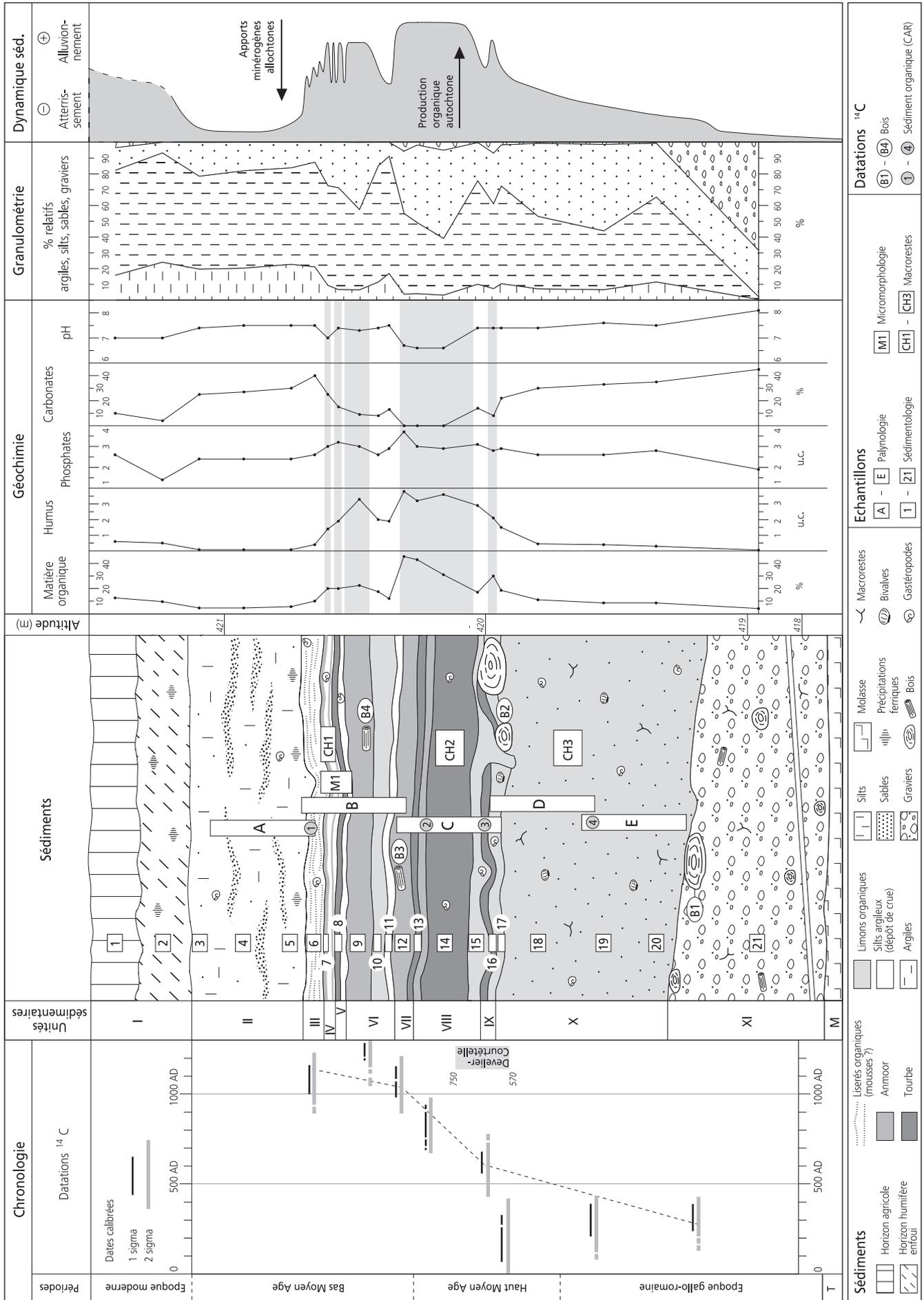


Fig. 58 Stratigraphie du sondage 238 et compilation des données analytiques portant sur le comblement de ce méandre abandonné. A droite: interprétation de la dynamique sédimentaire.

### 3.5.3 Géochimie

L'échantillonnage régulier permet de lire précisément l'évolution des différents paramètres géochimiques mesurés le long du profil (fig. 58). Les taux de matière organique, d'humus et de phosphates évoluent parallèlement et de façon conforme au découpage stratigraphique : les tourbes et les anmoors en sont riches (jusqu'à 45,5 % de matière organique, 3,8 u.c. d'humus et 3,7 u.c. de phosphates) alors que les dépôts de crue minérogènes intercalaires (US VI), les limons organiques (US X) ainsi que les limons sommitaux (US II) n'en contiennent que très peu (moins de 20 % de matière organique, moins de 2 u.c. d'humus et moins de 2,5 u.c. de phosphates). Les courbes du taux de carbonates et du pH se comportent, quant à elles, de façon exactement inverse : complètement décarbonatées, les tourbes et anmoors des unités VII et VIII ont un pH légèrement acide (6,6 à 6,7) alors que les niveaux carbonatés (jusqu'à 40 % de carbonates pour l'unité III) montrent un pH légèrement basique (7,6 ; 8,1 pour les graviers de base).

### 3.5.4 Granulométrie

Les pourcentages relatifs en argiles, silts, sables et graviers montrent également une très bonne corrélation avec la stratigraphie (fig. 58) : les limons organiques, tourbes et anmoors sont caractérisés par une prédominance des fractions sableuse (jusqu'à 50 %) et silteuse (jusqu'à 50 %) alors que les argiles sont sous-représentées (moins de 10 %). Les niveaux minérogènes non organiques sont eux caractérisés par la prédominance de la fraction silteuse (jusqu'à 65 %) et présentent des fractions argileuse et sableuse à parts égales (de 10 à 20 %).

Toutefois, cette apparente simplicité ne peut pas s'interpréter de façon univoque : en effet, la fraction sableuse qui caractérise les tourbes et anmoors n'est pas constituée de grains minéraux transportés par un cours d'eau – comme c'est le cas pour l'unité II par exemple – mais de fibres organiques produites *in situ* sur le plan

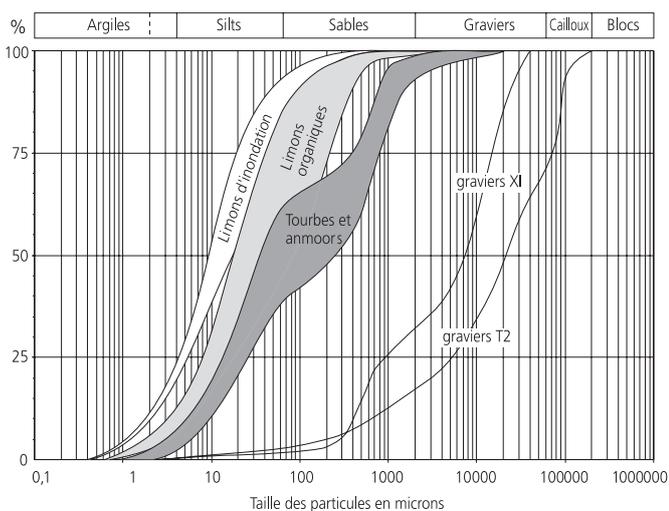


Fig. 59 Plages granulométriques définies à partir des courbes cumulatives des échantillons du sondage 238. Les trois types de sédiment rencontrés – limons d'inondation, limons organiques, tourbes et anmoor – sont bien individualisés. Le décalage vers la droite des domaines granulométriques résulte de l'accroissement en fibres végétales. On note aussi la granulométrie plus grossière des graviers T2 (sondage S7 290) par rapport aux graviers XI du sondage 238. Note : échantillons S1 (horizon agricole actuel) et S6 à 8 (liserés organiques et niveaux tourbeux peu épais) non représentés.

d'eau ou dans ses abords immédiats. Ainsi, dans un milieu mixte tel que celui d'un méandre abandonné, où sédimentation détritique allochtone et production organique locale sont alternativement dominantes, il est nécessaire de prendre en compte le type de particules – organiques ou minérales – lors de l'interprétation des données granulométriques. Pour ce qui est de Delémont, La Communance, un rapide examen des résidus de tamisage montre que c'est essentiellement les fractions silto-argileuses qui traduisent une influence fluviale alors que la fraction sableuse traduit un confinement du système, sauf pour l'unité II et, dans une moindre mesure, l'unité X. La figure 59 illustre bien ce fait : plus le contenu organique augmente, plus les plages granulométriques s'étalent et s'enrichissent en fraction sableuse, laquelle est constituée majoritairement de débris végétaux.

Les diagrammes So/Md et Sk/Md (fig. 60) montrent la bonne répartition des points qui forment trois domaines bien définis correspondant à la nature des couches telle qu'elle a déjà été

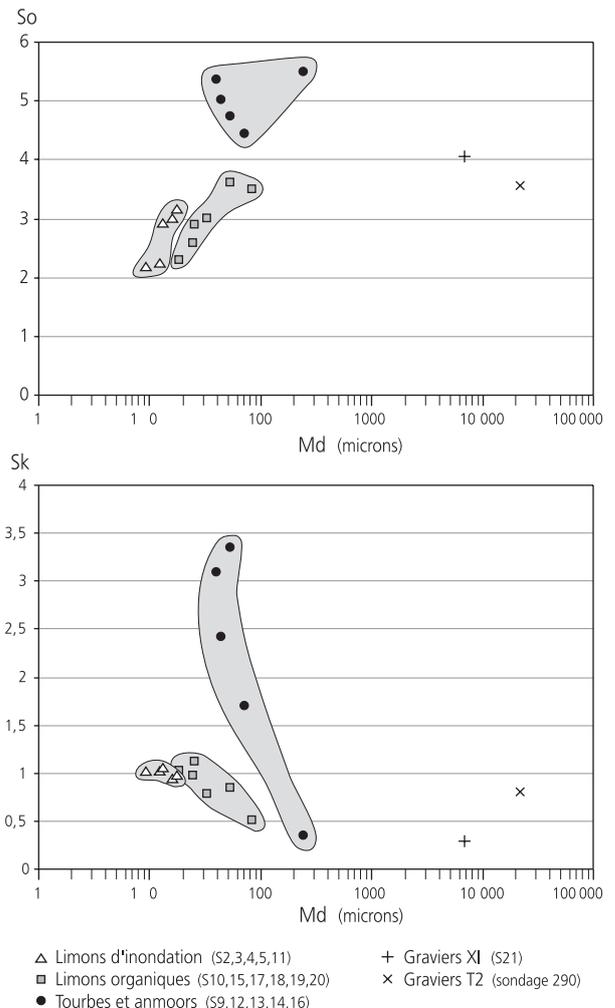


Fig. 60 Paramètres granulométriques de Trask, calculés à partir des courbes cumulatives totales des sondages 238 et 290 (seulement pour graviers T2). Les deux diagrammes de corrélation So/Md (indice de classement/médiane) et Sk/Md (coefficient d'asymétrie/médiane) montrent, pour les sédiments fins, une répartition en trois domaines qui correspondent aux subdivisions sédimentologiques de terrain. Note : échantillons S1 (horizon agricole actuel) et S6 à 8 (liserés organiques et niveaux tourbeux peu épais) non représentés.

interprétée sur le terrain : limons d'inondation, limons organiques, tourbes et anmoors. Le classement est bon (So entre 2 et 3) et l'asymétrie nulle (Sk entre 0,9 et 1,1) pour les limons d'inondation qui ne contiennent que 5 à 10% de matière organique. Les limons organiques, dont le taux de matière organique est de 10 à 20%, présentent des indices de classement ainsi que des coefficients d'asymétrie moins bons et plus variables (So entre 2 et 4; Sk entre 0,5 et 1,2). Cette tendance se confirme pour les tourbes et anmoors montrant un mauvais classement (So entre 4,4 et 5,5) et des coefficients d'asymétrie très variables (entre 0,4 et 3,4) mais généralement supérieurs à 1, ce qui traduit un meilleur classement des particules fines. Ceci s'explique une fois encore par la présence de fibres végétales qui ne résultent pas d'un tri sélectif, comme c'est le cas pour les sédiments transportés par l'eau, mais sont produits sur place ou dans les environs immédiats du petit plan d'eau (hêtraie riveraine; chap. 5.9: les macrorestes végétaux de Delémont, La Communeance).

Les paramètres de Trask des limons intercalés dans la séquence tourbeuse (US VI base) ou la coiffant, sont identiques (So entre 2 et 3; Md entre 8 et 20  $\mu\text{m}$ ) à ceux des limons d'inondation mis en évidence sur le site de Boécourt, Les Montoyes (So entre 2 et 3; Md entre 8,5 et 23  $\mu\text{m}$ ) où ils scellent également des niveaux tourbeux (Guélat et al. 1993, p. 31) et où ils se sont vraisemblablement déposés après le 6<sup>e</sup> siècle de notre ère. Ces valeurs sont caractéristiques des dépôts de plaine d'inondation (Reineck et Singh 1980).

### 3.5.5 Chronologie

#### Datations <sup>14</sup>C

Les huit datations absolues, réparties régulièrement sur une épaisseur de 1,5 m de sédiments, permettent un très bon calage chronologique (fig. 61). En combinant ces résultats aux données sédimentologiques, au type d'échantillon daté (bois ou sédiment organique) et à l'endroit du prélèvement sur les troncs, il est possible d'affiner encore légèrement les intervalles de confiance liés à la calibration et d'écarter certains résultats qui se révèlent aberrants (cas des bois flottés). Cette démarche se doit toutefois d'être rigoureuse et ne peut se limiter à choisir par commodité un pic plus significatif que l'autre sur la courbe de calibration ! Comme l'illustre graphiquement la figure 58, toutes les datations obtenues sont cohérentes et ne présentent pas d'inversions (en tenant compte d'un intervalle de confiance de 2 sigma).

La datation B1, réalisée sur un grand tronc de 25 cm de diamètre imbriqué au sommet des graviers fluviaux de l'unité XI, situe la fin de la période d'activité du méandre du ruisseau entre 130 et 430 ap. J.-C. (2 $\sigma$ ). Cet intervalle de temps correspond également au début de l'enregistrement sédimentaire et palynologique au fond du méandre abandonné. Il peut être réduit à 170-430 (2 $\sigma$ ) en tenant compte de la partie du tronc qui a été datée (vers le vingtième cerne depuis le centre d'un tronc qui en compte 60). Si l'on prend en considération la datation suivante (CAR4, US X) qui a livré un âge comparable, il est possible de restreindre encore l'intervalle de datation du début du remplissage organique à 170-400 (2 $\sigma$ ) ou 280-360 (1 $\sigma$ ), ceci sur la base du temps minimal nécessaire (estimé à 30 ans) au dépôt des 40 cm inférieurs de l'unité X.

Le petit tronc B2 présente certainement un degré de remaniement (bois flotté), ceci par comparaison avec la datation CAR3, nettement plus jeune et pour laquelle le degré de confiance est plus élevé (datation sur sédiment organique non remanié).

Le sommet des dépôts organiques (US III) peut également être mieux circonscrit chronologiquement en tenant compte des datations CAR1 et B4. La première provient de tapis de mousses observés en lame mince (bloc M1, fig. 58), vraisemblablement développés *in situ* au sommet de petits dépôts de crue, et est considérée comme un résultat fiable (absence de remaniement). La seconde (B4) a été réalisée sur un petit bois qui pourrait avoir été remanié et donc livrer une date trop ancienne qui ne correspondrait pas à la mise en place de l'unité VI. Mais il ne peut en aucun cas être plus jeune que les dépôts qui le coiffent. Par conséquent, l'intervalle de temps de CAR1 doit être limité à 1040-1230 (2 $\sigma$ ). En tenant compte du temps nécessaire à la sédimentation des unités VI sommet à III, il est raisonnable d'admettre que la fin de l'atterrissement du bras mort se situe au 12<sup>e</sup> siècle.

Finalement en ce qui concerne les éventuels remaniements des bois B3 et B4, ils ne semblent pas importants, ceci en raison de leur bonne intégration avec les datations qui les encadrent, réalisées elles sur du sédiment organique (CAR1 et CAR2).

#### Périodes archéologiques

Les périodes mentionnées dans la colonne « chronologie » représentée dans la figure 58 n'ont pas été définies sur la base du remplissage sédimentaire, du contenu palynologique ou de vestiges

N° inventaire	Matériel	N° labo.	Date (BP)	Dates calibrées (AD)		Couche
				1 sigma (68,2%)	2 sigma (95,4%)	
DEL-CO 997/Sc. 34/C1	Mat. org.	Ua-15173	1495 ± 55	470-480; 530-650	430-650	4.2 base
DEL-CO 998/238/B1	Bois	Ua-15174	1730 ± 55	240-390	130-160; 170-200; 210-430	XI sommet
DEL-CO 998/238/B2	Bois	Ua-15175	1835 ± 95	70-260; 270-330	0-420	IX
DEL-CO 998/238/B3	Bois	Ua-15176	1000 ± 65	980-1070; 1080-1160	890-1210	VII
DEL-CO 998/238/B4	Bois	Ua-15177	795 ± 55	1190-1200; 1210-1285	1040-1090; 1120-1140; 1150-1300	VI sommet
DEL-CO/238/CAR1	Mat. org.	Ua-17817	970 ± 75	1000-1160	890-930; 940-1230	III
DEL-CO/238/CAR2	Mat. org.	Ua-17818	1210 ± 75	690-700; 710-750; 760-900; 920-940	670-980	VIII sommet
DEL-CO/238/CAR3	Mat. org.	Ua-17819	1415 ± 70	560-680	430-730; 740-780	IX sommet
DEL-CO/238/CAR4	Mat. org.	Ua-17820	1755 ± 70	180-190; 210-390	80-110; 120-430	X

Fig. 61 Résultat des datations <sup>14</sup>C du secteur 34 et du sondage 238 (calibration: courbe de Stuiver et al. 1998).

archéologiques – ceux-ci étant absents – mais à partir du résultat des datations radiométriques; elles servent uniquement de repères chronologiques<sup>4</sup>. La période d'occupation du hameau mérovingien de Develier-Courtételle (550-750 ap. J.-C.) correspond, dans la stratigraphie du sondage 238, aux unités X sommet, IX et VIII base.

### 3.5.6 Taux de sédimentation

La notion de taux de sédimentation est utilisée ici dans son sens large, quelque soit la provenance ou la nature – minérale ou organique – du sédiment. En effet, les tourbes et anmoors peuvent contenir jusqu'à 45 % de matière organique qui résulte non pas d'un apport allochtone mais de production organique *in situ*. La disposition des datations radiométriques le long du profil (fig. 58) permet de dégager trois périodes qui traduisent des taux de sédimentation différents : élevé pour les limons organiques à la base (US X), faible pour l'épisode tourbeux principal (US IX à VII) et à nouveau élevé pour les intercalations limono-organiques sommitales (US VI à III). Sur la base des datations, il est possible de calculer des taux de sédimentation moyens pour chacun de ces trois intervalles ainsi que pour l'ensemble de la séquence organique. Les datations B1, CAR3, B3 et CAR1 servent de limites et le calcul se base sur des moyennes à deux sigma, en tenant compte des corrections apportées au chapitre précédent (fig. 58, 62).

Les taux calculés, entre 0,7 et 3,9 mm/an sont supérieurs aux valeurs généralement admises pour les tourbes holocènes. Pour exemples, un taux de 0,5 mm/an a été calculé pour une tourbe datant de l'Holocène ancien située dans la vallée d'Aoste, à 2510 mètres d'altitude (Manneville 1999, p. 180) et des valeurs oscillant entre 0,1 et 0,6 mm/an proviennent d'une tourbière holocène située dans le Sud du Québec, à une altitude de 800 mètres (Lavoie et Richard 2000). Dans ce dernier cas, les taux pour les trois derniers millénaires approchent 0,5 mm/an. Bien qu'il soit délicat de comparer des taux provenant de bassin sédimentaires différents conditionnés de surcroît par des paramètres climatiques variés, les taux très élevés des parties inférieures et supérieures du remplissage organique de La Communance peuvent s'expliquer par le type d'environnement de dépôt. En effet, une grande partie du sédiment est constituée de grains minéraux déchargés dans le bras mort du méandre lors de crues qui rétablissent temporairement le contact avec la plaine alluviale. En revanche, cet apport minérogène allochtone est moindre dans la partie médiane, véritablement tourbeuse (US VIII et VII), d'où un taux de sédimentation de 0,7 mm/an seulement, plus proche des valeurs généralement admises pour ce type de sédiment. L'étude archéobotanique des macrorestes végétaux (chap. 5.9)

a par ailleurs mis en évidence que le type de végétaux constituant cette tourbe (US VIII, prélèvement CH2) est mixte et comprend aussi bien des espèces d'environnements humides (bas-marais) que secs (hêtraie). Une fois encore, cette situation quelque peu anormale est liée à l'environnement : l'apport en végétaux de milieux secs provient certainement d'une hêtraie avoisinante qui pouvait pousser dans de bonnes conditions directement au sud du méandre, sur la terrasse T2. La surface de cette dernière était effectivement de deux mètres plus élevée que le niveau moyen de la nappe phréatique, alors que celle-ci affleurait dans le méandre en voie d'atterrissement.

### 3.5.7 Dynamique sédimentaire

Le remplissage s'est fait selon deux processus, à savoir production organique autochtone, d'une part, et apport minérogène allochtone, de l'autre. A ces deux modes de comblement correspondent des taux d'accrétion différents : rapide pour les unités influencées par le cours d'eau de la plaine alluviale et faible pour la partie médiane véritablement tourbeuse, dont le matériel source est essentiellement produit sur place, avec toutefois un apport de la hêtraie avoisinante.

Les limons organiques qui forment le comblement basal du méandre se sont déposés rapidement, dès le 4<sup>e</sup> siècle ap. J.-C., alors que le contact avec la Sorne était encore en partie fonctionnel. Déposés sous une tranche d'eau comme en témoigne la présence de nombreux bivalves, ces limons ne contiennent que peu de matière organique mais une fraction minérale sablo-silteuse assez abondante. L'influence de la Sorne a ensuite diminué au fur et à mesure du remplissage et une fois la cuvette – engendrée par le recouplement du méandre – presque totalement comblée, la production organique autochtone l'a emporté sur les apports extérieurs : à partir de la fin du 6<sup>e</sup> siècle, les tourbes et anmoors des unités IX sommet, VIII et VII se sont alors développés en milieu palustre. Ces conditions ont perduré jusqu'au 11<sup>e</sup> siècle, période qui a vu l'influence de la Sorne se manifester à nouveau, comme l'atteste le dépôt de crue qui marque la base de l'unité VI. Après une période de relatif isolement marqué par l'anmoor sommital de l'unité VI, des épisodes de crue sont venus sceller les petits sols développés antérieurement (US V et IV). Les derniers dépôts organiques se réduisent ensuite à de petits liserés qui correspondent à des tapis de mousses, intercalés entre des limons d'inondation (US III). Finalement, au 12<sup>e</sup> siècle, l'alluvionnement augmente de façon drastique et les 40 cm de limons sableux (US II) qui coiffent la séquence organique se déposent rapidement lors d'épisodes de crues successives, peu espacées dans le temps (homogénéité des sédiments, taux de matière organique et d'humus faibles à nuls).

Intervalle	Taux de sédimentation moyens (mm/an)	Épaisseur (mm)	Durée moyenne (ans)	Echantillon	Datations		
					max.	min.	moy.
B3 - CAR1	3,9	330	85	CAR1	1040	1230	1135
CAR3 - B3	0,7	320	445	B3	890	1210	1050
B1 - CAR3	2,5	800	320	CAR3	430	780	605
B1 - CAR1	1,7	1450	850	B1	170	400	285

Fig. 62 Taux de sédimentation moyens calculés pour l'ensemble de la séquence organique (intervalle B1 - CAR1), les limons organiques inférieurs (B1 - CAR3), la tourbe principale (CAR3 - B3) et les intercalations limono-organiques sommitales (B3 - CAR1).

### 3.6 Une crise hydrique au Haut Moyen Age ?

Deux types d'informations peuvent être extraits des dépôts de La Communance pour reconstituer les variations hydrologiques locales durant le Moyen Age. Il s'agit, d'une part, de la dynamique alluviale discutée plus haut et, d'autre part, des variations de la nappe phréatique qui peuvent être déduites des alternances tourbe/anmoor. En effet, un bilan hydrique positif (couplé à un bilan de la matière organique également positif) est indispensable à l'apparition, à la croissance et au maintien d'une tourbière (Manneville 1999). La présence de tourbes correspond donc à des périodes de haut niveau de la nappe phréatique alors que les anmoors traduisent des baisses du plan d'eau qui permettent une oxydation à l'air libre des tourbes.

#### Variations de la nappe phréatique

Du point de vue chronologique, il apparaît que le niveau de la nappe a été élevé à partir de la fin du 6<sup>e</sup> siècle et ceci durablement jusque vers le 9<sup>e</sup> siècle (entourbement principal, US VIII du sondage 238). Par la suite, des intervalles de bas niveau phréatique ont alterné avec des phases de rehaussement de la nappe, ceci jusque vers le 12<sup>e</sup> siècle. La séquence du secteur 34 indique quant à elle un haut niveau phréatique qui a vraisemblablement débuté également au 6<sup>e</sup> siècle (fig. 53-54), suivi d'une baisse qui a créé des conditions oxydantes et altéré le sommet des limons organiques (couche 4.1). En rapportant le taux de sédimentation calculé pour les limons organiques du sondage 238 à l'épaisseur des limons organiques du secteur 34 (fig. 54 : couches 4.2 et 4.1), on peut estimer cette phase de haut niveau phréatique à environ trois siècles, soit jusque vers le 9<sup>e</sup> siècle.

Ainsi, deux séquences distantes d'une centaine de mètres, situées à des altitudes différentes et provenant de surcroît de domaines morphosédimentaires distincts, livrent un signal paléohydrologique identique : une hausse constante et ininterrompue de la nappe phréatique à partir de la fin du 6<sup>e</sup>, jusqu'au premier tiers du 9<sup>e</sup> siècle, donc pendant toute la durée d'occupation du site de Develier-Courtételle et même au-delà. Par ailleurs, six datations <sup>14</sup>C portant sur des comblements organiques de chenaux situés à 1 km vers le sud-est, sur le versant sud du bassin de Delémont, ont fourni des âges identiques, avec un bon recoupement entre 550 et 750 ap. J.-C. (Braillard et Guélat 2000; Braillard 2001a, 2001b; Braillard et al. 2002). Ces comblements de chenaux traduisent également une période caractérisée par un bilan hydrique positif.

#### Dynamique alluviale

Certaines réserves doivent être formulées en ce qui concerne l'interprétation de la dynamique alluviale : l'augmentation de l'activité du cours d'eau – matérialisée en stratigraphie par l'augmentation des dépôts alluviaux – ne peut pas se traduire immédiatement en termes de variations hydrologiques. En effet, un simple rapprochement de la rivière, suite à une divagation naturelle dans la plaine alluviale, peut produire le même effet sur les stratigraphies qu'une augmentation généralisée de la dynamique alluviale à l'échelle de la vallée. Ainsi, l'accroissement drastique de l'alluvionnement au 12<sup>e</sup> siècle (US II), précédé d'une première phase de réactivation au 11<sup>e</sup> siècle (US VI base), n'ont

de signification régionale que s'ils peuvent être corrélés à d'autres événements de ce type, mis en évidence ailleurs dans le bassin de Delémont. L'absence d'alluvionnement dans la partie organique du méandre abandonné entre le 6<sup>e</sup> et le 9<sup>e</sup> siècle ne traduit pas non plus un bilan hydrique déficitaire – ce qui serait en totale contradiction avec la hausse constatée du niveau phréatique pour cette période – mais un confinement géographique du méandre par rapport à la zone d'activité de la Sorne.

On retiendra toutefois que le dépôt de crue de l'unité VI base se corrèle latéralement à une lentille de graviers humifères ruiselés depuis la terrasse T2 (fig. 56). Ces graviers, qui témoignent assurément d'une déstabilisation du bord de la terrasse fluviale, tendent ainsi à confirmer l'existence d'une reprise de l'activité hydrique au 11<sup>e</sup> siècle.

### 3.7 Conclusions

Le suivi des travaux de sondage archéologique à Delémont, La Communance, situés à 1,5 km du hameau mérovingien de Develier-Courtételle, a permis de reconstituer l'environnement naturel à cette période : un ancien méandre de la Sorne a été recoupé au début du 4<sup>e</sup> siècle de notre ère et s'est progressivement comblé de sédiments organiques jusque vers le 12<sup>e</sup> siècle. Bien que le milieu de dépôt qui a piégé ces sédiments constitue une particularité locale, on peut considérer que les spectres polliniques préservés dans cette séquence de bas-marais traduisent un signal paléoenvironnemental régional à l'échelle du bassin de Delémont. En effet, aucune trace d'occupation humaine n'a été mise au jour dans les environs immédiats de La Communance. Cependant, dans les parties basales et sommitales de la séquence organique, soit du 4<sup>e</sup> au 6<sup>e</sup> et du 11<sup>e</sup> au 12<sup>e</sup> siècle, le méandre abandonné était en connexion – de manière diffuse mais constante pour la base et de façon épisodique pour le sommet – avec le chenal actif de la Sorne. Il en a résulté une augmentation de la fraction minérale, un taux de sédimentation très élevé et un apport allochtone probable (microcharbons, pollens).

Sur le plan hydrologique, la période correspondant à l'occupation du site de Develier-Courtételle est marquée par une hausse de la nappe phréatique, dès la fin du 6<sup>e</sup> siècle. Ces conditions ont perduré jusque vers la fin du 9<sup>e</sup> siècle, soit pendant encore un siècle après l'abandon de l'habitat mérovingien. La dynamique alluviale semble ensuite marquer une reprise au 11<sup>e</sup> siècle, vraisemblablement liée à une phase de défrichement, suivie d'une période d'alluvionnement importante au 12<sup>e</sup> siècle. Ces données constituent un point d'accrochage solide qu'il s'agit dès lors de confronter aux autres résultats sédimentologiques et palynologiques, ceci à l'échelle tant locale que régionale (chap. 8.1). Le but final de cette approche est de dégager la part relative de responsabilité que tiennent respectivement le climat et les activités anthropiques sur la dégradation environnementale enregistrée durant le Haut Moyen Age. En effet, cette crise hydrologique peut résulter d'une simple augmentation des précipitations, ce qui constitue évidemment l'explication la plus commode, mais également d'une déforestation généralisée, sans aucune modification des paramètres climatiques. Dans cette seconde hypothèse, la réduction du couvert

végétal aurait engendré une diminution de l'évapotranspiration et une augmentation du ruissellement de surface, ce qui a finalement conduit à un rehaussement du niveau des nappes phréatiques, créant ainsi des conditions d'habitat précaires en fond de vallée. La présence de chenaux érosifs qui, durant cette même période, ont entaillé les collines molassiques bordant la plaine alluviale tend à indiquer que l'homme a été – en partie du moins – responsable de la dégradation de son environnement.

### 3.8 Remerciements

C'est sous l'impulsion et grâce aux conseils avisés de Michel Guélat, initiateur de cette recherche, que les résultats présentés ici ont pu voir le jour. La plupart des levés stratigraphiques, dont celui du sondage 238, ont été réalisés avec sa collaboration.

### Notes

- 1 Différents tests comparatifs entre ces deux méthodes, réalisés avec F. Dapples de l'Université de Fribourg, ont mis en évidence qu'il est effectivement nécessaire de déplacer la limite argiles-silts – fixée par convention à 2 µm – de façon à corriger cette erreur méthodologique. Pour des sédiments ayant des taux d'argiles (déterminés par le système Malvern Mastersizer) inférieurs à 20%, les corrections à apporter se situent entre 3 et 6 µm.
- 2 So (Sorting index – indice de classement):  $(Q_3/Q_1)^{1/2}$   
Sk (Skewness – coefficient d'asymétrie):  $Q_3 \times Q_1 / Md^2$   
 $Q_1$  = diamètre à 25% /  $Q_3$  = diamètre à 75% / Md (médiane) = diamètre à 50%.
- 3 Un gué pavé daté du 18<sup>e</sup> siècle ap. J.-C. (Légeret 2001) atteste que ce cours d'eau de direction transversale par rapport à l'axe de drainage SW-NE de la Sorne, a fonctionné jusqu'à une période récente. Ce ruisseau est effectivement encore visible sur la carte Dufour (1845, au 1 : 100 000). Sa disparition est probablement due à l'aménagement de canaux de drainage rectilignes qui apparaissent sur la carte de l'Atlas Siegfried (1873, au 1 : 25 000).
- 4 Les limites suivantes ont été retenues: 476 ap. J.-C pour le début du Haut Moyen Age (fin de l'Empire romain d'Occident), 987 ap. J.-C. pour le début du Bas Moyen Age (couronnement d'Huges Capet, roi de France) et 1492 pour le début de l'Epoque moderne (découverte de l'Amérique).

Je lui exprime ici toute ma gratitude pour son aide sur le terrain, pour les discussions et conseils scientifiques qui ont suivi lors de l'étude, ainsi que pour la relecture critique d'une première version de ce texte. L'équipe de sondages de Patrick Paupe, constituée de Lucette Stalder, Claude Gigon, Bernard Graber, Didier Lambert et Pierre-Alain Moeschler, m'a toujours apporté une aide logistique des plus précieuses sur le terrain. Merci également à Anne-Marie Rachoud-Schneider et à Christoph Brombacher pour leur collaboration, à Robert Fellner et Maruska Federici-Schenardi, dont l'intérêt porté à la séquence organique de La Communance a permis sa publication dans le cadre de ce Cahier d'archéologie jurassienne, ainsi qu'à Philippe Rentzel et Beatrix Ritter pour la réalisation des analyses. Des remerciements finalement à François Schifferdecker grâce à qui cette étude paléoenvironnementale a été possible.

# 4

## Les analyses polliniques

Lucia Wick

avec la collaboration

d'Anne-Marie Rachoud-Schneider

### 4.1 Méthodes

Les échantillons pour les analyses polliniques (1 cm<sup>3</sup>) ont été traités selon la méthode classique de G. Erdtman (1934) en utilisant HCl 10%, KOH 10%, HF 40%, acétolyse et glycérine. Des tablettes de lycopodes ont été ajoutées au début des préparations afin d'obtenir les comptages absolus selon la méthode de Stockmarr (1971). Les pollens ont été comptés avec un microscope Zeiss à l'agrandissement de 400 à 1000. Pour la détermination des pollens, la collection de référence du Jardin botanique de Lausanne, celle du nord-ouest de l'Europe (Punt et Clarke 1976-1984) et deux clefs de détermination (Faegri et Iversen 1975; Moore et Webb 1978) ont été utilisées.

Pour les calculs relatifs aux plantes locales de marais (*Cyperaceae*, *Alnus*), les plantes aquatiques et les spores de fougères monolètes ont été exclues de la somme pollinique de base. Les calculs et les dessins des diagrammes ont été réalisés avec le programme POLPROF.

### 4.2 Archives polliniques *off-site* et *on-site*: sédimentation, conditions de conservation et interprétation (fig. 63)

#### 4.2.1 Données polliniques *off-site*

Les diagrammes polliniques prélevés hors site archéologique, qui ne sont pas directement influencés par les activités se déroulant sur place, nous informent sur la végétation, le paysage et l'ampleur de l'impact humain sur l'environnement. Le bassin de réception des pollens, c'est-à-dire la taille de la région représentée par le spectre pollinique, dépend de l'étendue du bassin de sédimentation étudié (Bunting et al. 2004; Nielsen et Sugita 2005). Les profils

polliniques de grands lacs et de marais retracent l'évolution de la végétation régionale et de petits changements locaux ne se remarquent pas ou demeurent insignifiants. C'est tout le contraire pour de petits sites, comme le paléochenal situé dans la zone C (zone d'activité 2): ici, la majorité des pollens provient d'un périmètre de quelques centaines de mètres et le diagramme pollinique (fig. 64) reflète l'évolution de la végétation aux alentours de Develier-Courtételle et les modifications anthropiques.

#### 4.2.2 Données polliniques *on-site*

Les pollens des couches archéologiques ont trois provenances: la végétation des environs du site (impliquant un transport aérien), les plantes poussant sur le site et les plantes ramenées par l'homme comme nourriture ou comme fourrage, ou par le bétail sous forme d'excréments. Ces diverses origines rendent l'interprétation de spectres polliniques *on-site* plus complexe. Malgré ces difficultés, les analyses palynologiques de couches d'occupation, associées aux analyses de macrorestes et aux données polliniques *off-site*, apportent de précieux renseignements sur la végétation des environs du site, l'utilisation des ressources naturelles et les méthodes d'exploitation des terres. En général, les conditions pour la conservation des pollens ne sont pas optimales dans les couches archéologiques; leur dessèchement périodique permet à l'oxygène de pénétrer et favorise la destruction (corrosion) des grains de pollen. Comme chaque type de pollen est plus ou moins fragile, un enrichissement sélectif en taxons résistants à la corrosion, comme les cichoriacées et polypodiacées (spores de fougères monolètes), est fréquent dans les échantillons mal conservés. Les taxons fragiles – surtout les pollens d'herbacées – ne sont alors plus identifiables ou totalement absents. Ces écarts entre les spectres polliniques dus à la conservation doivent être pris en compte pour l'interprétation.

#### 4.3 Aux marges de l'habitat: la coupe DEV7

##### 4.3.1 Stratigraphie et insertion chronologique

Les prélèvements effectués dans la coupe DEV7 atteignent 75 cm d'épaisseur, entre 85 et 160 cm de profondeur (chap. 2.2.4.4.2 et 2.4.3.3, fig. 21, 40 et 64). Ils comprennent à la base une couche de sables jaunâtres (couche C3.213, 160-153 cm). Les dépôts organiques situés juste au-dessus sont de la tourbe fortement décomposée; les quantités extrêmement élevées de pollen d'aulnes à la base de ce tronçon (couche C3.211, 153-107 cm) caractérisent

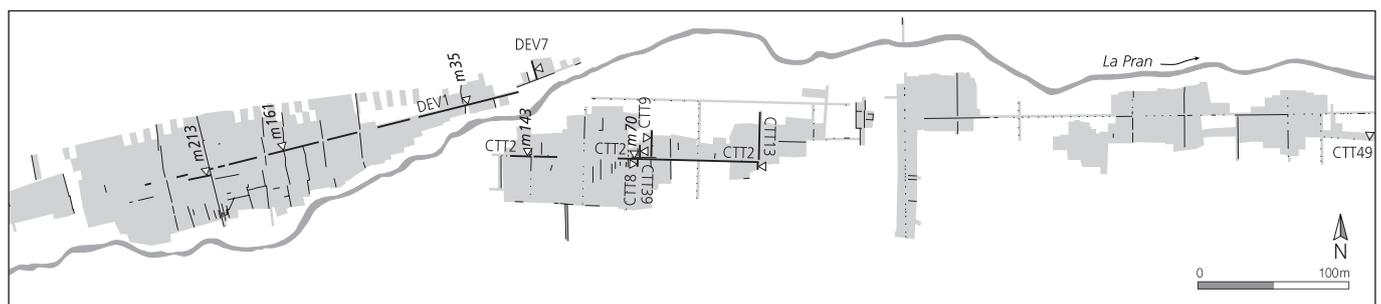


Fig. 63 Les coupes avec prélèvements palynologiques de Develier-Courtételle (à l'exception du domaine B, fig. 65).



une tourbe de forêt marécageuse, alors que les 17 cm au sommet (couche C3.101) comportent principalement de la tourbe de bas-marais avec beaucoup de cyperacées et de fougères. Cette évolution du marais est probablement due aux activités humaines dans le bassin de réception et peut-être aussi aux changements climatiques influençant le régime de l'eau et des matières nutritives. En raison des datations radiocarbone, le début de la sédimentation des tourbes peut être daté vers environ 650 ap. J.-C. Le charme (*Carpinus betulus*) présente déjà depuis la base du profil une courbe pollinique continue; à 147 cm, les premiers grains de pollen de noyer (*Juglans regia*) et de châtaignier (*Castanea sativa*) confirment l'insertion de la base du diagramme (fig. 64) dans l'époque gallo-romaine au plus tôt, mais très certainement déjà dans le Haut Moyen Age. Les 17 cm au sommet peuvent être attribués au Bas Moyen Age ou au début des temps modernes. Le profil est probablement parsemé de hiatus, c'est-à-dire qu'il manque des périodes plus ou moins longues. Les pourcentages extrêmement hauts de cichoriacées et de grains de pollen non identifiables (*Indeterminata*) dans la partie sommitale du diagramme indiquent une perte sélective de pollen. Ceci entraîne une concentration en pollen et en spores résistants à la corrosion (cichoriacées, spores monolètes), alors que les pollens moins robustes ne sont souvent plus identifiables ou manquent totalement. Une interprétation détaillée du tronçon depuis le sommet du profil palynologique jusqu'à la limite entre les deux types de tourbes, 17 cm plus bas, n'est donc pas possible.

#### 4.3.2 Développement de la végétation et influence humaine

Les taux élevés de pollen d'arbres (AP = arboreal pollen) dans la partie inférieure du diagramme (fig. 64, 160-109 cm) indiquent un boisement relativement dense des environs du marais. Le sapin blanc (*Abies alba*), le hêtre (*Fagus sylvatica*) et le chêne (*Quercus*) sont les espèces arborescentes principales de ces forêts. L'aulne (*Alnus*) et le frêne (*Fraxinus excelsior*) poussaient surtout dans des endroits humides de la zone marécageuse et le long du cours d'eau. Bien qu'aucun défrichement massif ne soit reconnaissable dans ce tronçon du diagramme, il est pourtant évident que les forêts des abords du marais étaient exploitées par l'homme. Les pollens de genévrier (*Juniperus*), de plantain (*Plantago lanceolata*, *P. maior/media*) et de cichoriacées témoignent de la pâture. Les faibles valeurs en herbacées parlent malgré tout en faveur d'une présence de prairies et de pâturages. Le bétail devait donc chercher son fourrage principalement dans les forêts. Ceci pourrait aussi expliquer les faibles taux de sapin blanc à la base du diagramme pollinique comparé au hêtre et au chêne. En effet, les herbivores mangent volontiers les jeunes sapins et empêchent ainsi le rajeunissement des forêts, entraînant à long terme une régression du taux de sapins.

Deux phases du diagramme pollinique indiquent une régression passagère de la pression exercée sur la forêt: l'une vers 139 cm et l'autre entre 119 et 109 cm. On y observe une nette diminution de l'aulne, alors que le sapin est en expansion. Les valeurs plus élevées d'orme (*Ulmus*) entre 120 et 109 cm peuvent indiquer une exploitation moins intense de la forêt bordant le marais. A l'image du sapin, l'orme est aussi très sensible au feu et à la

pâture (Tinner et al. 1999; Wick et al. 2003; Wick et Möhl 2006). L'apparition simultanée de plantes rudérales et d'adventices de céréales tels que chénopodiacées (*Chenopodiaceae*), renouée des oiseaux (*Polygonum aviculare*) et armoise (*Artemisia*) reflète cependant un maintien des activités sur le site. On peut en conclure que les cultures ont probablement acquis plus d'importance que l'élevage. Les noyers (*Juglans regia*) ont vraisemblablement été plantés dans la région, alors que les rares trouvailles de pollen de châtaigniers peuvent être attribuées à un transport depuis des régions dont le climat et surtout les sols sont plus favorables. Comme les vents d'ouest dominant (chap. 1.1.4), une provenance de la région de Besançon est possible.

D'importantes interventions dans les forêts sont observées entre 109 et 107 cm. Le diagramme pollinique montre des éclaircissements massifs des boisements et une régression de tous les arbres forestiers. Les raisons de la diminution des forêts sont, d'une part, le besoin accru en bois de construction ou pour la sidérurgie et, d'autre part, l'augmentation de l'importance des cultures et de l'élevage, exigeant une extension des surfaces cultivables, des prairies et des pâturages. Ces défrichements touchaient toutes les essences d'arbres, mais surtout le sapin, apprécié comme bois de construction. Le spectre des pollens non arborescents (NAP= non arboreal pollen) dénote une haute diversification et une exploitation intense des alentours de Develier-Courtételle. Les grandes étendues boisées ont vraisemblablement été refoulées loin du site, sur les versants moins facilement accessibles et dans les zones humides le long des cours d'eau.

L'ouverture du paysage et surtout le défrichement des aulnes ont modifié de manière fondamentale les conditions écologiques du marais. Le niveau de la nappe phréatique a vraisemblablement baissé (chap. 2.4.3.3.4) et le dessèchement partiel qui suivit favorisa l'extension des laïches (*Cyperaceae*). L'aération accrue des couches supérieures de la tourbe et probablement aussi leur exploitation intermittente comme pâturage entraîna une décomposition ou destruction des couches superficielles par le bétail.

Le diagramme pollinique donne l'impression que le déboisement des alentours de Develier-Courtételle s'est déroulé en quelques années ou quelques décennies. L'échantillon prélevé à 107 cm indique cependant des concentrations en pollen nettement plus hautes que les autres horizons, parlant en faveur d'un arrêt de la croissance du marais et d'un enrichissement conséquent en pollen. Il n'est donc pas exclu que cette évolution se soit déroulée sur une plus longue période mais que le tronçon correspondant ne soit conservé que de manière fragmentaire.

Malgré les mauvaises conditions de conservation entraînant une surreprésentation des cichoriacées et des pollens non identifiés dans la partie supérieure du diagramme, il ressort clairement que des interventions massives ont eu lieu dans les forêts au Haut Moyen Age pour répondre aux besoins accrus en bois pour la sidérurgie. En plus, l'exploitation des prairies jouait un rôle central dans l'économie locale. Dans les champs, on cultivait surtout des céréales, du chanvre (*Cannabis sativa*) et peut-être aussi d'autres plantes à fibres.

### 4.3.3 Discussion et comparaison avec d'autres diagrammes polliniques du Jura

#### 4.3.3.1 Aperçu de l'évolution de la végétation dans le Jura au cours de l'Holocène

Il n'existe que très peu de profils polliniques retraçant le développement complet de la végétation dans la région de Delémont – Develier-Courtételle durant l'Holocène. Ceci tient probablement au fait que les archives environnementales tels que lacs ou marais y sont moins fréquents que sur le Plateau et dans les Alpes. De plus, les marais, déjà rares, ont souvent été si fortement détruits par les prélèvements de tourbe, la pâture, le drainage ou autres interventions humaines que les couches de tourbe des deux ou trois derniers millénaires sont fortement décomposées ou ont complètement disparu. Il est donc difficile de relier le diagramme pollinique de Develier-Courtételle à l'évolution de la végétation dans d'autres parties de la chaîne jurassienne. Les analyses existantes et en partie encore non publiées montrent qu'au début de l'Holocène, des forêts de feuillus poussaient dans le Jura avec du chêne, de l'orme, du noisetier, du frêne et du tilleul (Wegmüller 1966; Hubschmid et Lang 1985; Sjögren 2006). Vers 5500 av. J.-C., le sapin blanc apparut et le hêtre suivit quelques siècles plus tard (Lang 1994; van der Knaap et al. 2005). Ces deux essences poussant à l'ombre n'ont d'abord joué qu'un rôle secondaire, mais se sont rapidement répandues entre 4000 et 3500 av. J.-C. environ pour former des forêts étendues à l'étage montagnard. En même temps, l'orme, le frêne, le tilleul et le noisetier ont fortement régressé et le chêne a été refoulé dans des stations climatiquement favorables, exposées au sud et à basse altitude. Ces changements importants de la végétation forestière sont principalement dus à des conditions climatiques plus humides, mais des influences anthropiques ne peuvent être exclues (Roos-Barraclough et al. 2004). A l'étang de la Gruère, l'extension massive du hêtre coïncide avec une croissance des particules microscopiques de charbons et d'indicateurs de pâture (graminées, plantain) (Roos-Barraclough et al. 2004). Comparé au Plateau suisse et aux Alpes, les interventions humaines dans les forêts du Jura au cours du Néolithique et de l'Age du Bronze étaient très faibles. On observe les premiers défrichements importants dans les diagrammes polliniques de l'Age du Fer et de l'époque romaine. A partir du Haut Moyen Age, les activités humaines dans le Jura ont augmenté, l'impact sur la végétation naturelle variant toutefois beaucoup d'une région à l'autre et se limitant aux abords plus ou moins immédiats des sites. L'exploitation des prairies jouait, en plus des cultures, un rôle important dans l'approvisionnement de la population. La forte extension du charme dès 500 ap. J.-C. environ indique une exploitation des forêts en taillis.

#### 4.3.3.2 Développement de la végétation en marge du site

Avant l'occupation de la vallée au Haut Moyen Age, le sapin blanc dominait et formait avec le hêtre des forêts étendues le long des versants. Cette dominance incontestée du sapin à l'Holocène moyen se manifeste également dans d'autres diagrammes polliniques du Jura, par exemple à Court et à Sorvilier, situés environ 15 km au sud de Develier-Courtételle (Wick, en préparation). Les aulnes et les frênes poussaient surtout localement aux abords de marais et d'autres endroits détrempés du fond de la vallée.

Les chênes prospéraient dans des zones plus sèches et plus chaudes; il est possible que l'homme les ait favorisés. Les pourcentages nettement plus élevés du chêne dans le tronçon inférieur du diagramme pollinique concorde avec l'augmentation des pollens de chêne dans de nombreux autres sites et caractérise les forêts pâturées de l'Age du Fer et de l'époque romaine apparues avec l'élevage porcin. Durant l'Antiquité tardive, l'influence de l'homme sur la végétation a globalement diminué, entraînant dans beaucoup de régions une recolonisation des terres cultivées et des pâturages par la végétation forestière naturelle. Dans les forêts aux alentours de Develier-Courtételle, la diminution de la pression humaine a entraîné une prolifération du sapin blanc.

Les défrichements du Haut Moyen Age ont touché la région de Develier-Courtételle avec une ampleur rarement attestée dans le Jura. Malgré la mauvaise conservation des pollens dans le tronçon supérieur du diagramme, on peut en conclure que les surfaces forestières proches et d'accès facile ont été en grande partie détruites. Sous cet angle, Develier-Courtételle est semblable à la région de Court, Chaluet, où des interventions massives dans le paysage ont eu lieu, mais vraisemblablement qu'au début du 18<sup>e</sup> siècle avec l'apparition de l'industrie du verre (Gerber 2003).

La plupart des autres analyses palynologiques témoignent d'une exploitation intense des ressources naturelles limitée à quelques régions, alors que la chaîne jurassienne est en grande partie restée couverte de forêts plus ou moins naturelles (Wegmüller 1966; Hubschmid et Lang 1985; Mitchell et al. 2001; Roos-Barraclough et al. 2004; Sjögren 2006).

## 4.4 La partie occidentale de l'habitat (fermes 1 et 2) (fig. 65)

### 4.4.1 La zone riveraine: les coupes DEV2, DEV23 et DEV46

La dépression 701, dans le profil de la coupe DEV23 (couches B3.324 à B3.327, chap. 2.2.4.3.2, fig. 17a, 18 et 66), est très riche en herbacées (max. 39%). Le seigle atteint des valeurs élevées (jusqu'à 18%), alors que les autres céréales représentent 5%. En plus, les apiacées et *Plantago lanceolata* sont fréquents, alors que les pollens d'arbres et d'arbustes sont rares. La base du profil comprend un grand nombre de pollen de type *Humulus/Cannabis*. Mentionnons encore la trouvaille d'un nombre exceptionnel de pollen de *Xanthium*, atteignant presque 5% dans l'échantillon 5. Les 3 cm au sommet du profil sont fortement corrodés, d'où la présence d'un nombre élevé de grains de pollen non identifiés (*Indeterminata*) et de cichoriacées.

A l'inverse du profil de la dépression 701, un échantillon isolé prélevé dans la couche B3.521 (fig. 66) révèle un taux relativement élevé d'AP (42%). *Fagus* et *Abies* dominant, *Carpinus* atteint près de 2%. *Humulus/Cannabis* est à peine représenté, alors que *Secale* (5%), *Cerealia-T* (5%), poacées (13%) et *Polygonum aviculare* sont fréquents.

Les trois échantillons des couches B3.322 et B3.213 sont pauvres en pollen d'arbres, mais très riches en poacées (40%) et en

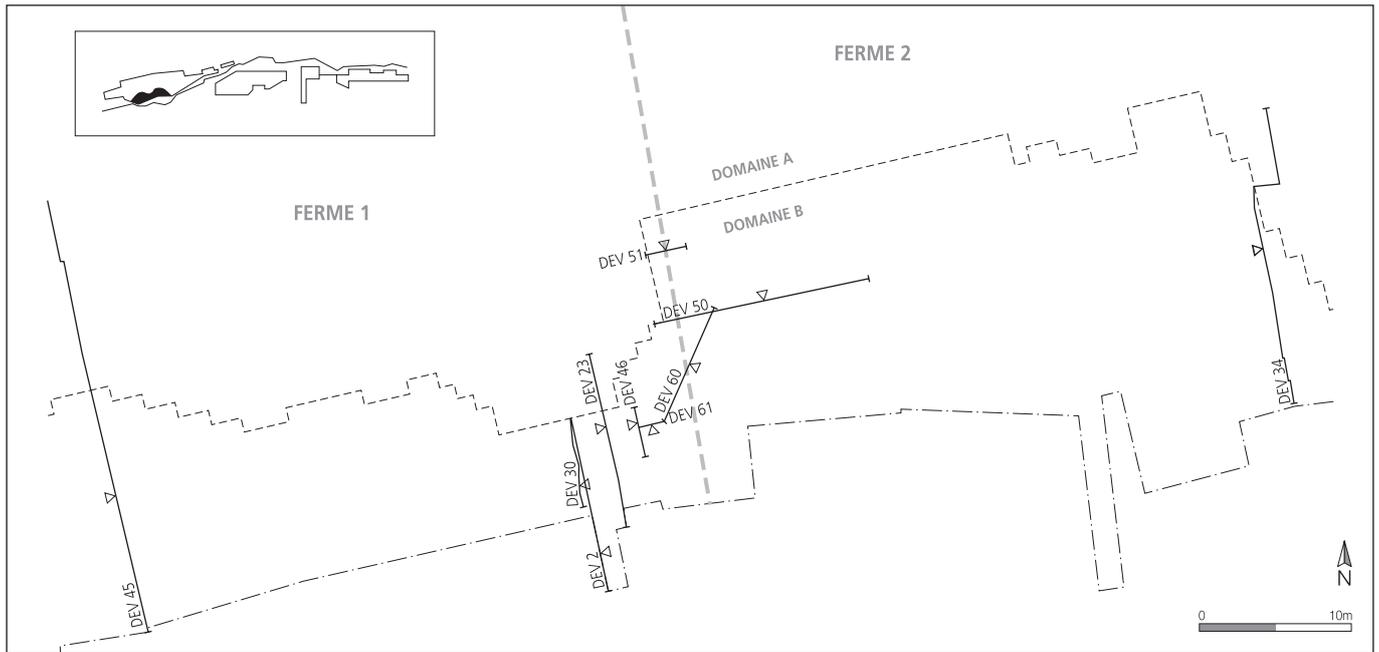


Fig. 65 Domaine B : coupes avec prélèvements palynologiques.

*Secale* (15%). En outre, un spectre varié de pollen d'herbacées est attesté, tels que *Polygonum persicaria-T*, *Linum catharticum-T*, *Dipsacus* et *Valerianella*, témoins d'activités humaines, ainsi que des quantités remarquables de *Xanthium* et *Mentha-T*.

A l'image du diagramme de la dépression 701, les plantes de prairies et de pâturages tels que poacées, cyperacées, apiacées et *Plantago lanceolata* dominent les six échantillons de la coupe DEV2/mètre 9 (fig. 67). Le seigle n'est pas aussi fréquent que dans d'autres coupes, toutefois les céréales atteignent 15%. *Humulus/Cannabis-T* comprend des valeurs élevées surtout dans les échantillons à la base de la coupe (couches B3.212, B3.211 et B3.123), dans lesquels des quantités importantes de pollen de plantes rudérales sont attestées (*Polygonum aviculare*, *Polygonum persicaria-T*). *Buxus*, *Castanea* et *Juniperus* apparaissent régulièrement.

Le spectre pollinique de l'échantillon 106 de la coupe DEV2 (fossé 700) est semblable à celui des échantillons des couches B3.212, B3.211 et B3.123, mais contient un peu plus de seigle, d'*Humulus/Cannabis-T* et de *Carpinus*.

Les sept échantillons du profil de la partie supérieure de la coupe DEV2/mètre 5 (fig. 67) proviennent tous de la couche B2.111. Les pollens des échantillons 1 à 4 de la partie supérieure du profil sont fortement corrodés et les spectres polliniques sont dominés par les cichoriacées, les cyperacées, les spores de fougères et les indéterminés. La conservation des pollens à la base du profil est bonne. Le chêne, le sapin blanc, le hêtre et les autres essences d'arbres y abondent (44%), mais leur nombre diminue rapidement vers le haut. Les valeurs d'*Alnus* et de *Pinus* sont hautes, comparées à d'autres profils. *Castanea*, *Juglans*, *Buxus* et *Juniperus* apparaissent régulièrement. Parmi les NAP, les cyperacées, poacées et cichoriacées dominent; ces dernières doivent vraisemblablement

être attribuées à un enrichissement secondaire dû à la corrosion sélective des pollens, plutôt qu'à une forte présence de ces plantes. *Secale* et *Humulus/Cannabis* n'apparaissent qu'occasionnellement, alors que *Cerealia-T* est bien représenté (près de 5%).

Pour les deux échantillons de la coupe DEV2/mètre 7 (couches B2.211 et B2.312), l'échantillon sommital est fortement corrodé. Le second présente de hautes valeurs en pollen d'arbres comme la coupe DEV2/mètre 5; *Alnus* et *Corylus* sont cependant les essences les mieux représentées.

Le spectre pollinique de l'échantillon 106 de la coupe DEV2 (fossé 700) est semblable à celui des échantillons des couches B3.212, B3.211 et B3.123, mais contient un peu plus de seigle, d'*Humulus/Cannabis-T* et de *Carpinus*.

Les deux échantillons de la coupe DEV46 (couche B3.521, fig. 66) comprennent un taux relativement élevé d'arbres forestiers, avec une dominance de *Fagus* (13-32%), *Abies* (7-9%) et *Quercus* (2-6%). Des stomates d'aiguilles de sapin blanc ont été trouvées dans les préparations de pollen. En plus, les *Poaceae* (16-32%) et d'autres plantes de prairies et de pâturage comme *Plantago lanceolata*, *P. maior/media*, des renonculacées et des plantes adventives et rudérales (*Anthemis-T*, *Polygonum aviculare*, *Fallopia*, chenopodiacées) sont bien représentées. Parmi les plantes cultivées, on peut mentionner *Cerealia-T* (7%), *Secale* (2,5%) et *Juglans* (1%).

#### 4.4.2 Les trous de poteau 401 et 402

L'état de conservation des quatre échantillons des structures 401 et 402, associées au bâtiment R de la ferme 1, est très variable (fig. 68; CAJ 13, chap. 5.3.3). Les deux échantillons supérieurs sont relativement bien conservés, alors que les grains de pollen des échantillons 3 et 4 sont fortement corrodés. L'échantillon 3

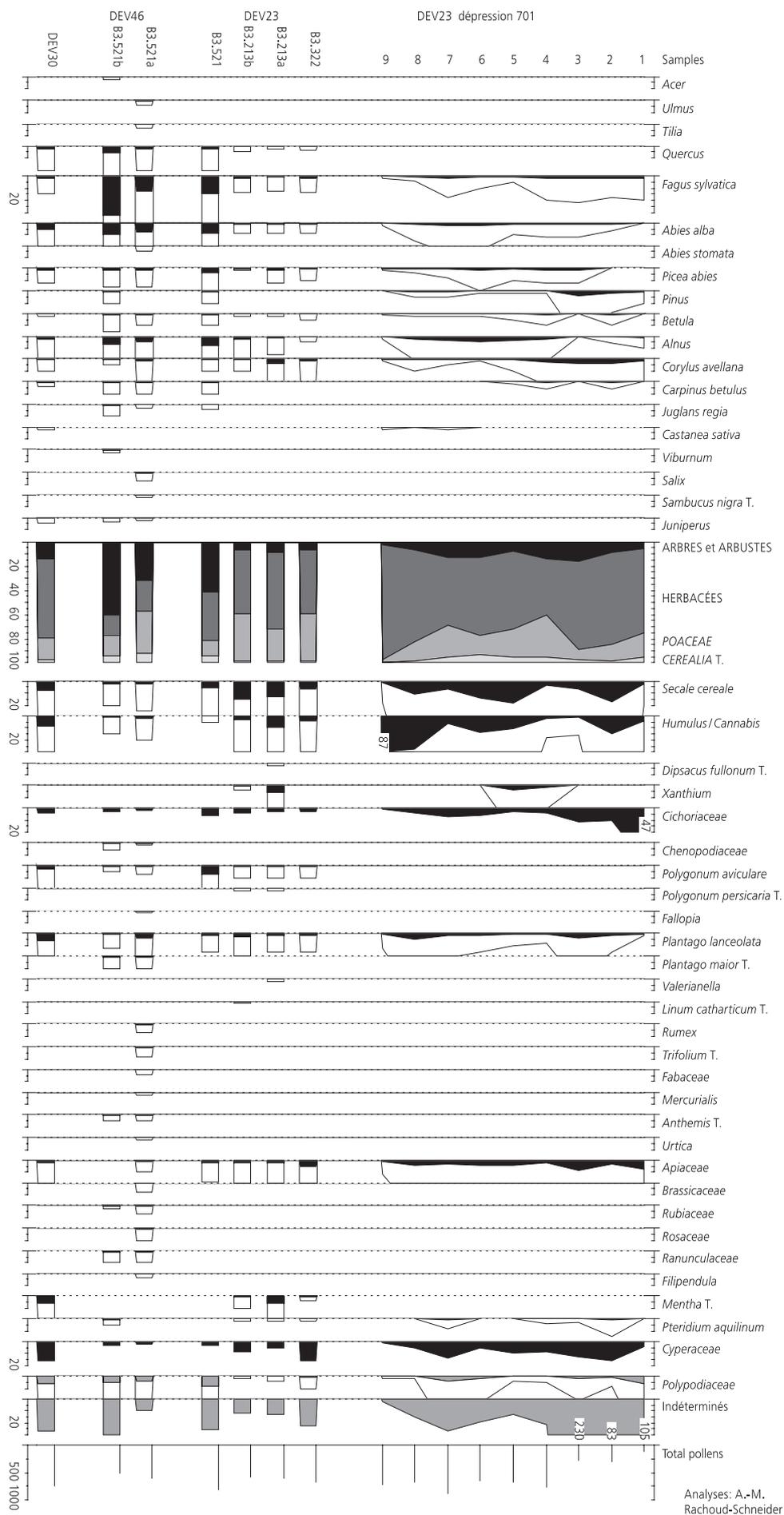


Fig. 66 Diagramme pollinique de la zone riveraine (domaine B), établi à partir du profil de la dépression 701 (coupe DEV23) complété par des échantillons issus de différentes couches des coupes DEV23, DEV46 et DEV30. Les spores de fougères et les pollens indéterminés sont exclus de la somme pollinique. Les courbes des espèces peu représentées sont exagérées de 10 fois.

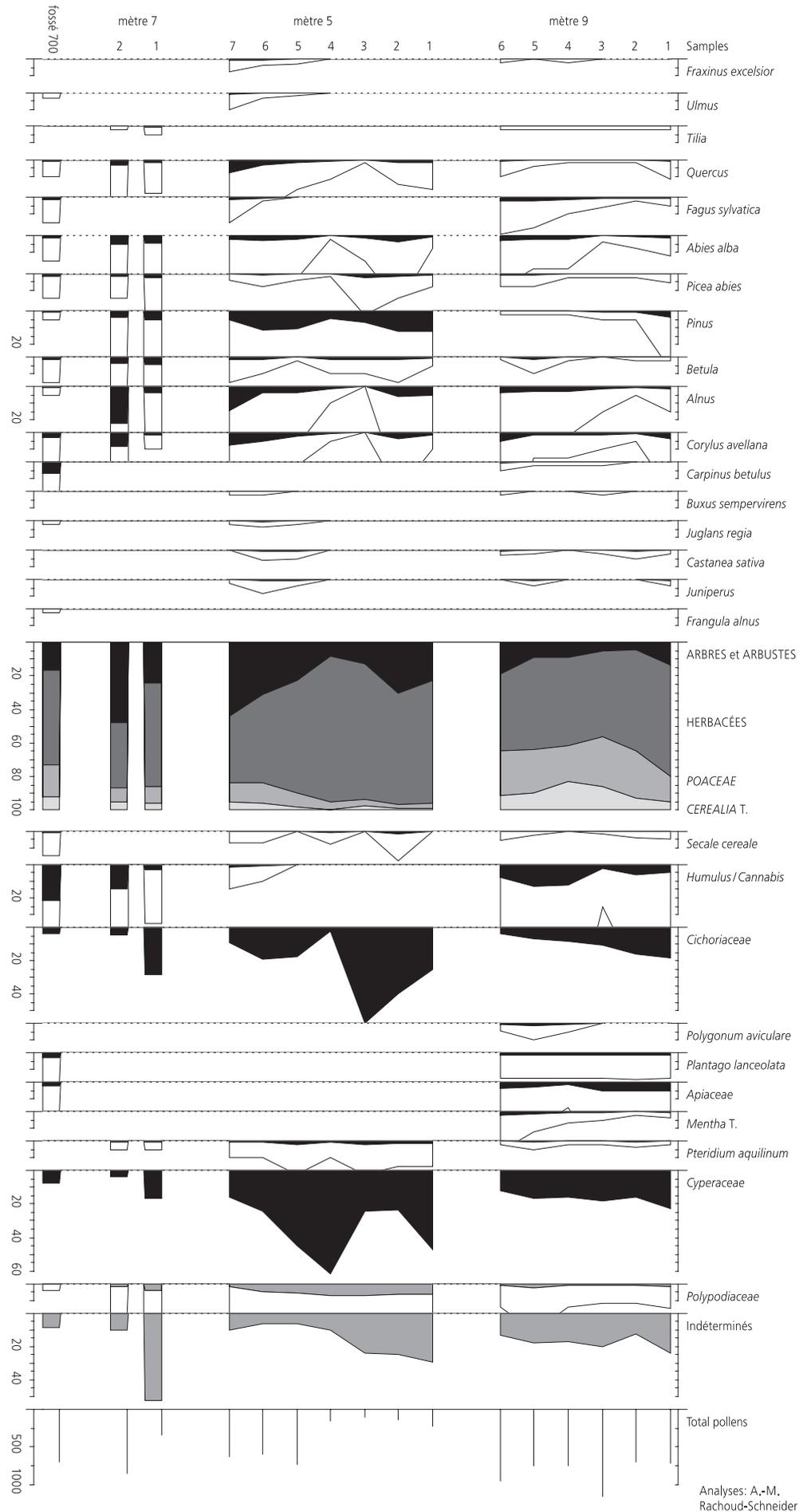


Fig. 67 Spectre pollinique (en %) de la coupe DEV2, dans la zone riveraine (domaine B). Les échantillons proviennent de profils des mètres 5 et 9, mais aussi de prélèvements dispersés issus du mètre 7 de cette même coupe, ainsi que du fossé 700.

Analyses: A.-M. Rachoud-Schneider

comprend une grande quantité de cichoriacées et de pollen non identifiables; l'analyse de l'échantillon n'a pas été poursuivie. Le taux d'AP dans les autres échantillons atteint au maximum 35 %, avec une dominance d'*Abies*, *Fagus* et *Pinus*. Mis à part les valeurs élevées de *Humulus/Cannabis*, les plantes de prairies et de pâturages tels que poacées, apiacées, *Plantago*, *Trifolium* et renonculacées dominant. Cependant, des plantes rudérales comme les chenopodiacées, *Polygonum aviculare*, *Artemisia* et *Urtica* et des adventices de céréales (*Centaurea cyanus*) apparaissent aussi, surtout dans l'échantillon 3. *Cerealìa-T* atteint au maximum 7 %, *Secale* et *Xanthium* ne sont présents qu'à l'état de traces. Le nombre de cyperacées est faible.

#### 4.4.3 La zone riveraine : les coupes DEV50, DEV60 et DEV61

L'un des deux échantillons de la coupe DEV50/mètre 3 (couche B3.303, fig. 68) était tellement corrodé qu'il n'a pu être analysé. Dans l'autre échantillon, la valeur des pollens d'arbres se situe en dessous de 20 %, alors que les poacées dominent avec près de 35 %. Parmi elles, les plantes de prairies et de pâturages (apiacées, fabacées, *Trifolium*, *Rumex*), tout comme les plantes adventices et rudérales (*Mercurialis*, *Polygonum aviculare*, chenopodiacées, etc.), sont abondantes. *Cerealìa-T* est représenté avec 4 %, *Secale* avec 1 % et *Humulus/Cannabis* avec 10 %.

Nous avons analysé un échantillon de chaque couche de la coupe DEV61/mètre 1 (couches B3.211 et B3.213, fig. 68). Les valeurs AP n'atteignent dans les deux échantillons que 10-12 %, avec une dominance de *Fagus*, *Abies* et *Picea*. Parmi les NAP, les cyperacées, poacées, *Humulus/Cannabis* et les céréales dominant (5-10 %). La couche B3.213 est un peu plus riche en plantes cultivées et possède des valeurs assez élevées en *Xanthium* (env. 2 %).

Les trois échantillons de la couche B3.501 proviennent de la coupe DEV60/mètre 4 et de la coupe DEV60/mètre 7 (fig. 68). Les échantillons de la coupe DEV60/mètre 7 ont été prélevés dans la partie supérieure sableuse de la couche, également riche en macrorestes. Les deux spectres polliniques sont presque identiques et témoignent d'un taux de près de 22 % de pollen d'arbres, les plus fréquents étant *Abies*, *Fagus* et *Alnus*. *Carpinus*, *Juglans* et les stomates d'*Abies* sont présents sous forme de traces. Parmi les NAP, les poacées et *Humulus/Cannabis* dominent avec chacun 15-20 %, ainsi que *Secale* et *Cerealìa-T* avec 5 % et 7 %. Les plantes de prairies et de pâturages comme *Plantago*, les renonculacées et apiacées sont très bien représentées, alors que les cyperacées, les plantes adventices et les rudérales n'atteignent que des valeurs minimales.

Dans la coupe DEV60/mètre 4, le tronçon inférieur de la couche B3.5, également sableux, présente des taux significativement plus élevés d'*Abies* et de *Fagus* et le spectre des NAP est dominé par des poacées (40%). Par contre, *Humulus/Cannabis* révèle un taux beaucoup plus faible que dans la partie supérieure de la couche B3.501, alors que *Cerealìa-T*, *Secale* et les autres NAP présentent des taux comparables. Des traces de *Xanthium* apparaissent dans les deux coupes.

#### 4.4.4 Les échantillons fortement corrodés et stériles

En plus des échantillons et des profils décrits ci-dessus, une série d'échantillons supplémentaires ont été analysés. Ceux-ci étaient souvent stériles ou fortement corrodés et ne comprenaient parfois que des cichoriacées, spores de fougères et pollen non identifiables. Comme le nombre de grains de pollen identifiables est très faible dans ces échantillons et qu'il faut compter avec un enrichissement en pollen résistant à la corrosion, un calcul des pourcentages n'a pas de sens. Ces résultats fournissent donc surtout des données qualitatives, sous réserve des données quantitatives.

Des quatre échantillons de la cabane en fosse V de la ferme 1 (CAJ 13, chap. 5.3.4), P1 et P2 (couche R316-1) n'ont pas été analysés, car fortement corrodés. P4 (couche R316-2) comprend un nombre particulièrement élevé d'arbres pionniers comme *Betula*, *Pinus*, *Corylus* et *Alnus*. On ne peut pratiquement rien dire du spectre pollinique de la coupe DEV52 (couche B3.511), alors que celui de la dépression 1 (CAJ 13, chap. 6.6.4) est fortement marqué par des plantes de prairies et de pâturages (*Poaceae*, *Apiaceae*, *Plantago lanceolata*, *Rumex*) et contient beaucoup de *Cerealìa-T*.

Les échantillons de la coupe DEV45/mètre 55 (couches B3.351 et B3.231) et de la coupe DEV34/mètre 14 (couche B4 base) ne livrent pas de données polliniques utilisables; la coupe DEV34 ne comprend pratiquement que des spores de fougères monolètes (*Polypodiaceae*). On reconnaît une tendance à la dominance de la végétation des prairies et des pâturages dans les pollens fortement corrodés des trois échantillons de la coupe DEV51 (fossé 209; CAJ 13, chap. 5.5.4).

Sept échantillons de pollen ont été prélevés dans les sept remplissages successifs de la cabane en fosse R de la ferme 2. Le pollen est très fortement corrodé dans tous les échantillons. Une analyse et une interprétation détaillées ne sont pas possibles. Les spectres polliniques comprennent en général très peu d'AP, relativement beaucoup de poacées et régulièrement des représentants de prairies, de pâturages, de plantes rudérales et d'adventices. À l'exception de l'échantillon 257-1, dans lequel de nombreux *Secale* et *Cerealìa* ont été trouvés, tous les autres échantillons ne présentent pas de quantités exceptionnelles de pollen de plantes cultivées. *Humulus/Cannabis* est rare et *Xanthium* n'a pas été relevé. Tous les échantillons sont très riches en charbons microscopiques.

L'échantillon des dépotoirs dans le méandre de la ferme 2 est lui aussi mal conservé (couche B3.301; CAJ 13, chap. 6.6.2). On peut toutefois y reconnaître une légère dominance des plantes des prairies (*Poaceae*, *Plantago*, *Centaurea jacea*, etc.).

Dans la ferme 1, l'échantillon du trou de poteau 367 du bâtiment Q est un peu plus riche en pollen (CAJ 13, chap. 5.3.3). Cependant, le taux important de cichoriacées indique une corrosion sélective et donc la perte d'une grande partie des pollens. Les apiacées, poacées et cyperacées sont les plantes les plus fréquentes et les échantillons sont riches en charbons de bois.

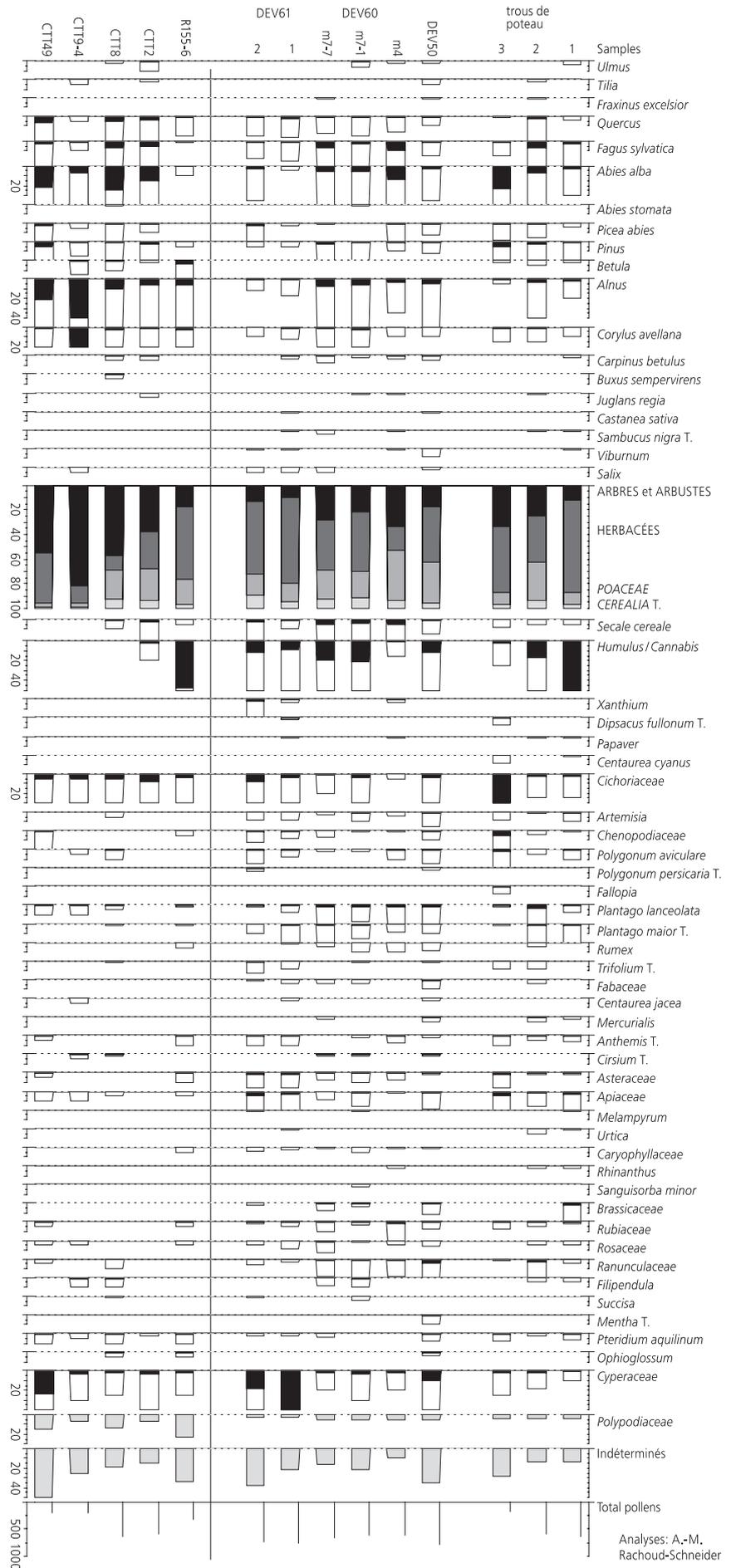


Fig. 68 Spectre pollinique (en %) d'échantillons dispersés prélevés à Develier-Courtételle: trous de poteau de la ferme 1 (bâtiment R, structures 401 et 402); coupe DEV50 (mètre 3, couche B3.303); coupe DEV60 (mètres 4 et 7, couche B3.501); coupe DEV61 (mètre 1, couche B3.211); puits de la ferme 5 (structure 155); coupe CTT8 (bassin occidental, couche D3.411); coupe CTT2 (mètre 70, bassin occidental, couche D3.303); coupe CTT9, échantillon 4 (couche D3.621); coupe CTT49, colonne 1 (couche H2.2).

Analyses: A.-M. Rachoud-Schneider

Les six échantillons 13 à 18 de la coupe DEV1/mètre 35 ont été analysés. Ils proviennent des couches A5 à A2. Le pollen est tellement corrodé dans tous les échantillons qu'aucune interprétation n'est possible. Il en va de même pour les échantillons 10 à 12 des mètres 161-162 (couches A4 à A2); l'échantillon du mètre 213 (couche A5) est stérile.

#### 4.5 La partie orientale de l'habitat (fermes 3 à 6)

##### 4.5.1 Les coupes CTT2 et CTT13

Dans la zone des bassins, l'échantillon 1005 de la coupe CTT2/mètre 70 (couche D3.303, fig. 24) indique une valeur élevée en pollen d'arbres (près de 40%), avec une dominance d'*Abies* devant *Fagus*, *Alnus* et *Quercus* (fig. 68). *Picea* et *Ulmus* atteignent une valeur d'environ 1%, *Carpinus* et *Juglans* sont présents sous forme de traces. Parmi les NAP, les poacées, cyperacées, *Cerealialia-T* et *Secale* dominant, alors que *Humulus/Cannabis* est, avec à peine 2%, mal représenté.

Les échantillons 1006 et 1007 de la couche D3.311 sont fortement corrodés et comprennent presque exclusivement des cichoriacées et des *Indeterminata*. Cette couche n'a pas été analysée plus en détail.

Le pollen de l'échantillon 1003 de la coupe CTT2/mètre 143 (couche C3.101) est aussi très corrodé. On y observe aussi d'importantes concentrations en charbons de bois microscopiques.

Dans la coupe CTT13/mètre 2, les échantillons 1001 (couche F3.1 sommet) et 1002 (couche F3.1 base) ont été analysés. Ils comprennent des charbons de bois microscopiques et des restes de bois, mais très peu de grains de pollen, tous fortement corrodés. Les analyses n'ont pas été poursuivies.

##### 4.5.2 Le puits 155

Parmi les quatre échantillons prélevés dans le puits 155 de la ferme 5 (domaine H; CAJ 13, chap. 13.5.2), trois ne fournissent pas de données exploitables, car trop fortement corrodés. Seul l'échantillon 178-2 (couche R155-6, fig. 68) présente des résultats relativement fiables, bien qu'ici aussi le taux de pollen non identifiable soit très élevé (35%). Les valeurs d'AP atteignent seulement 17% et comprennent *Alnus*, *Corylus* et *Betula*. *Humulus/Cannabis* domine parmi les NAP avec 47% et les poacées sont très bien représentées avec 20%. *Cerealialia-T* est également abondant (4%), ainsi que les asteracées et *Plantago maior/media*.

##### 4.5.3 Le bassin occidental: la coupe CTT8

Parmi les quatre échantillons de la coupe CTT8 (couche D3.411, chap. 2.2.4.5, fig. 22a), MG1-3 et MG1-4 sont fortement corrodés. L'état de conservation des grains de pollen de MG1-2 est si mauvais que les données doivent être considérées avec prudence. Le spectre pollinique de l'échantillon MG1-1 (fig. 68) est dominé par des pollens d'arbres (56%). *Abies* y joue un rôle prépondérant avec 25%. On y a aussi trouvé des stomates d'*Abies*. En plus, *Fagus*, *Quercus* et *Alnus* sont fréquents.

Parmi les NAP, les poacées (25%) et les *Cerealialia* (7%) dominant; *Secale* atteint seulement 1% et *Humulus/Cannabis* est totalement absent. Le reste du spectre des NAP comprend surtout des plantes de prairies et de pâturages plutôt humides, tels que cyperacées, *Filipendula*, des renonculacées, *Carduus/Cirsium*, *Succisa*, etc. La présence de *Filipendula*, *Equisetum* et *Hypericum* dans MG1-2 vient confirmer cette image.

##### 4.5.4 Échantillons fortement corrodés et stériles

Les échantillons 1 (couche D3.302) et 2 (couche D3.324) de la coupe CTT9 ne sont qu'à peine corrodés (fig. 22c et 23). La fréquence des pollens est toutefois si faible qu'une analyse pollinique est inutile. L'échantillon 3 (couche D3.701 base) comprend un peu plus de pollen, mais leur identification est souvent impossible à cause de l'état de corrosion avancé. Seul l'échantillon 4 (couche D3.621, fig. 68) présente un spectre pollinique permettant une interprétation plus détaillée, malgré le mauvais état de conservation du pollen. Le taux de pollen d'arbres est ici très haut (près de 75%) et comprend avant tout *Alnus* et *Corylus*. *Abies* et *Quercus* sont également assez fréquents. Parmi les NAP, les céréales sont totalement absentes, excepté un reste unique de *Cerealialia-T*; les poacées et les cyperacées sont ici les plus fréquents.

Trois échantillons provenant de différentes couches de la coupe CTT49/colonne 1 (domaine H), ont été analysés. Les échantillons des couches H4.111 et H3.1 sont fortement corrodés et ne se prêtent pas à une poursuite des analyses. Malgré tout, les pollens d'*Alnus* et de cyperacées sont les plus fréquents dans ces deux échantillons. Près de la moitié des pollens de l'échantillon de la couche H2.2 n'était plus identifiable, toutefois le spectre pollinique montre une valeur AP très élevée (>50%) et une dominance nette du sapin blanc (fig. 68). *Alnus* est également très fréquent, alors que *Quercus* et *Fagus* sont absents. Il est difficile de préciser dans quelle mesure cette image correspond réellement au pollen qui s'est déposé là. Les pollens d'*Abies* (et d'autres conifères) et d'*Alnus* ne sont pas particulièrement sujets à corrosion et sont encore identifiables à l'état corrodé, alors que ce n'est pas le cas pour la majorité des autres arbres forestiers. Mentionnons la trouvaille d'un grain de pollen de buis (*Buxus sempervirens*) dans cet échantillon. Les cyperacées dominant parmi les NAP; poacées et *Cerealialia* sont rares, *Humulus/Cannabis* est absent.

Les deux échantillons de la coupe CTT39/mètre 3 (domaine D) et les trois échantillons du fossé 39 du bâtiment B de la ferme 4 sont trop pauvres en pollen et trop fortement corrodés (CAJ 13, chap. 11.3.1). Des analyses plus poussées sont inutiles. La même chose est valable pour la fosse d'extraction d'argile 31 (CAJ 17, chap. 14.3).

L'échantillon de la base de la digue aménagée dans la zone des bassins (CTT2, couche D3.5, fig. 22) est aussi fortement corrodé. Toutefois, une dominance d'arbres forestiers, surtout *Quercus* et *Fagus*, est visible. Il y a aussi des traces de genévrier (*Juniperus communis*).

## 4.6 Interprétation et discussion

### 4.6.1 Conservation des pollens

Les pollens des fouilles archéologiques de Develier-Courtételle sont en général assez mal conservés. Ceci doit être lié au fait que les conditions, surtout l'humidité du sol, n'ont pas toujours été favorables à une conservation optimale des grains de pollen depuis l'abandon du site. Le taux de grains de pollen fortement corrodés – donc non identifiables – est élevé dans les échantillons. On peut conclure des spectres polliniques comprenant de hautes valeurs en cichoriacées et en spores de fougères monolètes que les pollens de nature plus délicate ont disparu ou ne sont du moins plus identifiables, alors qu'un enrichissement sélectif en grains de pollen robustes a eu lieu. De plus, les types de pollen fréquents et encore identifiables à l'état corrodé devraient être surreprésentés. Ceci concerne par exemple les pollens de conifères, les poacées, les céréales et les asteracées.

Dans le profil de la coupe DEV7, le tronçon périodiquement desséché proche de la surface est particulièrement mal conservé (chap. 4.3.1).

### 4.6.2 Autour de l'habitat : exploitation des terres et modifications paysagères en lien avec l'occupation mérovingienne et l'industrie du fer

#### 4.6.2.1 Exploitation forestière

Même si les hommes occupaient le Jura à la Préhistoire déjà, les profondes modifications de la végétation et de l'environnement ne sont apparues qu'avec l'installation de communautés villageoises dans les vallées. Les diagrammes polliniques disponibles indiquent que les interventions dans le paysage au Haut Moyen Age ne sont pas aussi massives et étendues que sur le Plateau suisse et dans les Alpes. Les hommes se sont installés là où l'exploitation des ressources naturelles (minerai de fer, bois, etc.) était rentable et où l'approvisionnement de la population était assuré avec les produits de l'agriculture. Le diagramme pollinique DEV7 le montre également, avec un taux de pollen d'arbres stable d'environ 50% et la conservation de grandes étendues de formations forestières naturelles comprenant *Abies*, *Fagus* et *Quercus*.

Ce diagramme pollinique montre aussi clairement que le travail du fer pratiqué à l'intérieur du hameau consommait d'énormes quantités de bois et que les forêts autour du site ont été largement défrichées. Comme on n'observe pas d'augmentation des essences pionnières comme le noisetier, le bouleau et l'aulne, on peut déduire que les hommes ont empêché la reforestation des surfaces défrichées en utilisant ces terres pour la culture et l'élevage. En outre, des forêts alluviales et des forêts d'aulnes ont été défrichées probablement pour couvrir le besoin croissant en bois de feu et/ou pour agrandir les surfaces de pâture.

Une augmentation importante du charme (*Carpinus betulus*) est, elle aussi, documentée (Hubschmid et Lang 1985; Mitchell et al. 2001; Sjögren 2006), reflétant probablement une exploitation

des forêts en taillis. Le diagramme pollinique et les trouvailles régulières de pollen de *Carpinus* dans les couches archéologiques à Develier-Courtételle parlent aussi en faveur de ce mode d'exploitation du bois.

En plus de la filière bois, les forêts alentours ont certainement aussi été exploitées comme source de fourrage pour le bétail. L'utilisation comme fourrage d'hiver de plantes forestières persistantes, lierre (*Hedera helix*) et sapin blanc (*Abies alba*) par exemple, est connue dans les sites préhistoriques lacustres (Akeret 2000; Kühn et Hadorn 2004). Les valeurs polliniques parfois élevées et plusieurs trouvailles de stomates d'*Abies* dans les échantillons pourraient indiquer une utilisation des branches de sapin comme fourrage hivernal pour les ruminants.

#### 4.6.2.2 Elevage

Les valeurs élevées de plantes de prairies et de pâturages dans les diagrammes polliniques indiquent qu'elles ont colonisé une grande partie des anciennes stations forestières. On peut se demander si ces surfaces produisaient assez de fourrage pour toutes les bêtes. Ce sont surtout les vaches qui étaient fourragées avec de l'herbe et du foin, alors que les moutons et les chèvres trouvaient leur nourriture dans les forêts, en lisière de forêts, dans les haies et dans des endroits humides. Comme le montre le diagramme pollinique de Delémont, La Communance, ce genre de végétation était très répandu aux alentours de Develier-Courtételle. Des analyses botaniques de coprolithes de chèvres et de moutons provenant de couches archéologiques de différentes époques ont montré que les prairies humides, les forêts alluviales, les buissons et les manteaux de lisières constituaient les plus importantes sources de nourriture pour ces animaux (Kühn et Wick, en préparation). Un indicateur indirect de la pâture en milieu boisé dans le Jura au Haut Moyen Age est les fréquentes attestations de pollen de genévrier (*Juniperus communis*). Celui-ci n'est pas consommé par les animaux à cause de ses aiguilles pointues.

Les rares attestations de *Juniperus* dans le profil de Develier-Courtételle comparé à Delémont, La Communance peuvent probablement être attribuées à la mauvaise conservation des pollens. Autre composante du fourrage du bétail : les branches feuillées d'arbres. Mais ceci est difficile à détecter à l'aide d'analyses palynologiques. Comme les feuilles de frêne, d'orme et de tilleul se prêtent le mieux comme fourrage, la diminution de ces trois taxons dans le profil de Develier-Courtételle et dans celui de La Communance pourrait être liée à cette pratique.

#### 4.6.2.3 Culture

Les pourcentages de pollen de céréales sont élevés dans les couches archéologiques, mais aussi dans les profils de Develier-Courtételle et de Delémont, La Communance. Mis à part le seigle, toutes les céréales sont autogames et libèrent donc peu de pollen dans l'atmosphère. On peut en conclure que les terres favorables servaient à la culture de céréales et que la population se nourrissait avant tout de sa propre production. Une autre plante cultivée est attestée, le chanvre. Bien que le pollen de houblon (*Humulus lupulus*) ne peut pas toujours être clairement distingué

du cannabis, les hauts pourcentages de ce type de pollen parlent plutôt en faveur de *Cannabis*, donc de la production d'une plante textile. *Humulus* pousse à l'état sauvage plutôt dans des stations humides de forêts alluviales. Ce type de végétation ayant été détruit aux alentours du site, l'apport en pollen sauvage de *Humulus* peut être négligé, mais la culture de houblon aux alentours du site est toutefois possible.

Les données polliniques disponibles ne permettent pas de mettre en évidence la culture locale d'autres plantes destinées à l'alimentation ou à d'autres usages. Les légumineuses, comme le petit pois, la lentille, la fève, mais aussi le lin (*Linum usitatissimum*), produisent et disséminent leur pollen en quantités si ténues qu'ils ne sont palynologiquement décelables que si le profil sédimentaire se situe à proximité immédiate d'anciens champs.

#### 4.6.2.4 Arbres cultivés

Les arbres fruitiers indigènes (pommier, poirier, cerisier, etc.) sont en majorité des plantes de la famille des rosacées, fécondés par des insectes et ne libérant pour ainsi dire pas de pollen. Ceci signifie que la culture locale de fruits ne peut pas être attestée à l'aide d'un diagramme pollinique.

Il en va tout autrement avec le noyer (*Juglans regia*) et le châtaignier (*Castanea sativa*), des espèces à pollinisation anémophile introduites par les Romains. Toutes deux produisent de grandes quantités de pollen qui sont largement disséminées. Cela signifie que les pollens trouvés ne proviennent pas forcément d'arbres proches du site. Comme le climat de Develier-Courtételle est propice au noyer, il y a probablement aussi été planté. Les pollens de châtaignier, par contre, ont vraisemblablement été importés depuis le pied sud du Jura et/ou de la région de Besançon où le châtaignier est présent aujourd'hui encore.

Le pollen de buis (*Buxus sempervirens*) est attesté de manière isolée. *Buxus* est un arbre indigène qui a colonisé le Jura et le Plateau suisse au cours de l'Holocène (Wegmüller 1984; Lang 1994), mais il dissémine si peu de pollen, qu'il est à peine décelable. Le buis devient plus fréquent à l'époque romaine; des trouvailles de bois et de pollen dans la zone des temples de Biesheim (Haut-Rhin, F) laissent présager un rôle culturel (Schlumbaum et Wick, en préparation).

#### 4.6.2.5 Usage des plantes sauvages

Les paysages à demi ouverts de Develier-Courtételle étaient probablement riches en plantes sauvages indigènes utiles à l'homme. Celles-ci comprenaient sûrement la noisette et le sureau noir, particulièrement abondants dans le diagramme pollinique de La Communance. Les cerises sauvages, baies et autres plantes appartenant à la famille des rosacées étaient certainement légion dans les forêts claires ou en lisière de forêts, même s'ils n'apparaissent pas dans les spectres polliniques, à l'image des arbres fruitiers. Les valeurs polliniques exceptionnellement hautes de *Salix* dans le diagramme de La Communance portent à croire que les branches de saule étaient récoltées pour la fabrication de paniers et d'autres objets de vannerie.

### 4.6.3 Les spectres polliniques de la fouille archéologique

L'état plus ou moins fortement corrodé des pollens analysés dans les échantillons *on-site* rend bien difficile une comparaison entre les spectres polliniques. Nous essaierons toutefois ici de mettre en évidence, sur la base des résultats palynologiques, des divergences spatiales et temporelles au sein du site, reflétant différentes utilisations humaines.

#### 4.6.3.1 Comparaison des coupes et structures de la série de couches B3.5

Les diagrammes des figures 66 et 68 montrent des spectres palynologiques de la couche B3.5 provenant de plusieurs coupes du domaine B. Les échantillons peuvent être subdivisés en deux groupes: les spectres polliniques des coupes DEV23, DEV46 et DEV60/mètre 4, spatialement proches, comprennent beaucoup de pollen d'arbres, parmi lesquels *Fagus*, *Abies* et *Quercus* sont les mieux représentés. Des stomates d'*Abies* ont aussi été trouvés, ce qui indique que des branches de sapin étaient peut-être acheminées dans le site. Les poacées dominent parmi les NAP, les céréales et *Plantago lanceolata* présentent des valeurs relativement élevées, alors que *Humulus/Cannabis* est à peine représenté. Dans le deuxième groupe par contre – les coupes DEV51 (échantillons 1 et 2), DEV52 et DEV60/mètre 7 – la proportion de *Humulus/Cannabis* est très élevée, atteignant 20-40%, alors que les arbres et le seigle sont nettement moins abondants. L'échantillon DEV51-3 est si mal conservé que le spectre pollinique est dominé par des pollens résistants à la corrosion et ne permet donc pas d'interprétation fiable.

Comme les différences entre ces deux groupes d'échantillons reposent surtout sur des types de pollen produits en grande quantité et propagés par le vent de façon plus ou moins uniforme, les spectres polliniques ne reflètent pas en premier lieu la végétation des alentours, mais sont un indice d'activités humaines ayant comme conséquence un enrichissement local en certains types de pollen. Ceci concerne notamment le type *Humulus/Cannabis*. Les valeurs très élevées ne peuvent pas être attribuées à des disséminations de pollen de houblon sur de longues distances à partir des forêts riveraines encore préservées, mais proviennent d'apports de chanvre ou de houblon sur le site. Les valeurs relativement élevées de pollen d'arbres dans la coupe DEV51 pourrait aussi résulter d'apports de plantes sur le site, par exemple sous forme de feuilles servant de fourrage.

#### 4.6.3.2 Les spectres polliniques des fermes 1 et 2

Les spectres polliniques des coupes des fermes 1 et 2 sont dominés par des pollens d'herbacées et comprennent presque toujours des proportions élevées de plantes de prairies comme les *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Ranunculaceae* et *Fabaceae*, ainsi que des indicatrices de pâture (p. ex. *Plantago lanceolata* et *Juniperus communis*). Ceci amène à conclure que les alentours immédiats de ces fermes n'étaient pas boisés et servaient à l'agriculture et à l'élevage. En ce qui concerne les prairies et les pâturages, il s'agit avant tout de surfaces plutôt humides et peu productives le long du ruisseau, alors que les champs étaient aménagés sur des sols de meilleure qualité. Les valeurs polliniques des arbres forestiers *Abies*, *Fagus* et *Quercus* sont particulièrement élevées dans certains échantillons

(coupes DEV46, DEV2/mètres 5 et 7, DEV60, trous de poteaux 401 et 402). Nous avons aussi trouvé des stomates d'aiguilles d'*Abies* dans la plupart de ces échantillons. Ceci indiqueraient que des branches de sapin et des feuilles étaient acheminées sur le site comme fourrage ou pour toute autre utilisation. En plus de l'exploitation des herbages, la culture de plantes alimentaires, textiles et tinctoriales jouait un rôle important. On peut conclure sur la base des pourcentages relativement élevés de pollen de type *Cerealia* que les céréales occupaient le premier plan; la faible proportion de seigle est toutefois frappante. *Secale* n'est présent en grande quantité que dans la coupe DEV23 (dépression 701 et couche B3.213, chap. 4.4.1), indice d'une importance économique relativement faible de la culture du seigle. Les faibles valeurs de *Secale*, comparées à celles de type *Cerealia*, dans les diagrammes polliniques DEV7 et de Delémont, La Communance (annexe) viennent conforter cette image. Il faut encore tenir compte du fait que *Secale*, comme les herbes sauvages, est pollinisé par le vent et libère de beaucoup plus grandes quantités de pollen que les autres espèces de céréales autofécondes.

La fabrication de fibres végétales était manifestement très importante pour l'économie secondaire à Develier-Courtételle: on y trouve en première ligne la culture du chanvre. Le chanvre (*Cannabis sativa*) et le houblon, proches parents, possèdent des grains de pollen très semblables et particulièrement difficiles à distinguer quand leur état de conservation est mauvais. Comme la production de fibres de chanvre avait d'une façon générale une grande importance économique au Moyen Âge, attestée par des progressions plus ou moins importantes des pollens de *Cannabis* dans les diagrammes polliniques, on peut vraisemblablement attribuer les proportions élevées de pollen dans les fermes 1 et 2 à la culture du chanvre. Pourtant, une partie des pollens a pu explicitement être identifiée comme *Humulus*. Avec la mise en évidence de macrorestes de houblon, ces données confirment une utilisation de cette plante vivace, cultivée ou cueillie dans les forêts alluviales, soit comme plante médicinale (les composants du houblon ont des propriétés antiseptiques, antidépressives et calmantes), soit pour la fabrication de bière.

Il faut encore signaler le lin comme importante plante textile. Même si la culture et le traitement de *Linum usitatissimum* ne sont pas attestés palynologiquement, on peut considérer sur la base des trouvailles de macrorestes que *Linum* était utilisé comme plante textile en plus de *Cannabis*. L'obtention de fibres à partir de ces plantes exige plusieurs étapes de travail déjà décrites par Hérodote (Toussaint-Samat 1990) et Pline l'Ancien (1964), mais aussi par une série de publications ethnologiques plus récentes (Hager 1918; Peter 1983; Gay 1987; Michka 1995). Mis à part quelques détails, le déroulement des opérations est identique pour ces deux plantes.

#### L'arrachage

Pour le chanvre, la récolte des pieds mâles a lieu exactement au cours de la pollinisation et se fait par arrachage; la moisson des pieds femelles a généralement lieu 15 à 20 jours plus tard, lorsqu'ils commencent à porter des graines. Voilà une première source efficace de dissémination des pollens aux alentours des champs.

#### Le séchage

Les poignées de chanvre sont réunies en bottes que l'on dresse sur le sol après en avoir écarté les pieds. Cette opération n'est pas toujours effectuée; en Anjou, par exemple, les tiges sont amenées au rouissage sitôt après l'arrachage. Il y a à nouveau émission de pollen dans les champs.

#### L'égrugeage

La séparation des graines peut avoir lieu avant le premier séchage, mais elles sont plus facilement libérées après. Suivant les procédés et les différents outils utilisés, cette opération porte des noms variés comme érusage, battage, égrenage, égrugeage, dréageage, maillage, ébauchage et écapsulage (pour le lin). Selon l'endroit où elle est effectuée, la dissémination des pollens se produit soit dans les champs, soit dans l'habitat. Pour le chanvre, cette opération est impérative pour la récolte de semences.

#### Le rouissage

Cette opération est la plus caractéristique de la transformation de la plante en fibres textiles; elle a pour but la décomposition partielle du ciment qui lie les fibres entre elles et avec l'écorce ligneuse. Trois procédés classiques étaient encore employés récemment:

- le rouissage à la rosée (ou rouissage à terre, rosage, rorage, sereinage) se pratique sur terrain engazonné ou sur chaume de céréales et dure de 3 semaines à 2 mois. La récolte doit être retournée à plusieurs reprises. A ce stade, une partie importante des pollens peut à nouveau être libérée dans l'air ou dans les champs;
- le rouissage en eau stagnante est exécuté dans des trous remplis d'eau, dans de petites fosses creusées à cet effet (routoir, rotoir, routeux, rouisson), dans de petites mares de 1 à 2 mètres de profondeur, dans des tourbières ou encore au bord des lacs. La fermentation est bien plus rapide puisqu'elle nécessite entre 6 et 12 jours. Des branches d'aulne ou des fleurs de coquelicots sont parfois ajoutées afin d'obtenir de la filasse d'une belle teinte bleuâtre. Il est évident qu'une partie importante des pollens est libérée au cours de cette opération. L'eau des fosses de rouissage constitue un excellent fertilisant pour les cultures;
- le rouissage en eau courante dans les rivières peut être achevé en 7 à 10 jours. Les meules de chanvre sont placées dans le fond de la rivière, solidement arrimées, recouvertes de paille et chargées de sable et de pierres. Dans ce dernier cas de figure, les pollens libérés peuvent se retrouver piégés sur les berges, dans les méandres de la rivière.

#### Le séchage

Finalement, les bottes hissées hors de l'eau sont lavées, égouttées et séchées, soit à plat sur des chaumes, soit dressées. Le chanvre est alors entreposé à l'abri. Juste avant le broyage, il peut être mis à sécher et à chauffer dans les fours à pain.

#### Le broyage

Cette opération a pour but de casser la partie dure ligneuse (chênevotte) de la tige pour ensuite la séparer en la secouant des longs faisceaux de fibres (filasse). La tige peut être facilement brisée à la main, à l'aide d'un maillet (maillage sur une aire), ou à

l'aide d'une broie (braie, macque, battioiret, briqueret). A ce stade encore, le dégagement de poussière (et de pollen) est réputé pour être fort incommode.

#### Le teillage

Cette opération appelée également espadage, écançage ou raclage, selon les instruments utilisés, sert à débarrasser la filasse des plus petits brins de chènevotte. A ce stade, les fibres sont parfois assouplies par un passage à la meule à main ou au moulin.

#### Le peignage

Le peignage ou cardage isole à coups de peigne la bonne filasse de l'étope et ordonne les brins. Des pollens peuvent éventuellement être libérés à ce stade.

#### Le filage

La filasse est enroulée autour d'un bâton appelé quenouille, les brins sont étirés par les doigts de la fileuse et enroulés sur le fuseau. Il est possible que la filasse contienne encore des pollens de chanvre.

Mis à part les étapes de peignage, de filage et de rouissage, toutes ces opérations, par le dégagement important d'une poussière nauséabonde et envahissante, lourdement chargée de pollen de chanvre, peuvent contribuer à augmenter notablement le stock pollinique des sédiments archéologiques aux alentours du village et/ou dans l'agglomération elle-même. A première vue, le rouissage effectué en fosse peu profonde est l'opération susceptible de fournir la plus grande masse de pollen.

Bien que nous ne connaissions pas les quantités de pollen émises par un champ de chanvre, il nous semble impossible que des pourcentages de plus de 60%, ou même de 20%, puissent s'expliquer par la seule proximité des cultures. Les données expérimentales pour la chaîne opératoire de transformation font également cruellement défaut, mais il est clair qu'une ou plusieurs des étapes citées précédemment ont fourni ces pourcentages substantiels. Pour les échantillons de la coupe DEV23, la richesse en pollen de chanvre est probablement le résultat de la pratique du rouissage. Que cette structure soit un routoir plutôt qu'une fosse comblée de résidus de cette opération reste difficile à déterminer pour l'instant. Pour les autres échantillons, en l'absence de données expérimentales quantifiées, il n'est pas possible d'opter clairement pour l'une ou l'autre des différentes étapes. Il n'est pas certain, en particulier, que la majorité des pollens se soit déposée dans l'eau du routoir. Il est même probable que des quantités importantes continuent à être véhiculées avec le chanvre roui et soient diffusées au moment du broyage et du teillage. La plupart des opérations se sont probablement déroulées dans le hameau de Develier-Courtételle et ont contribué à enrichir le stock pollinique. L'utilisation, à plusieurs reprises, de chaume, au cours des opérations de traitement, est peut-être responsable des forts taux de *Cerealia T.* et/ou de *Secale* étroitement associés à ceux de *Cannabis*.

Dans les diagrammes standards issus de lacs ou de tourbières, la courbe de *Humulus/Cannabis T.* ne s'étend pas massivement avant

le Bas Moyen Age (Ammann 1989). Mais dans certains sites, comme à l'époque romaine à Boécourt, Les Montoyes (Rachoud-Schneider 1993), sa courbe s'infléchit déjà de manière significative bien avant cette période. Les forts pourcentages de *Cannabis* obtenus à Develier-Courtételle ne resteront pas forcément un cas de figure isolé.

A notre connaissance, seuls deux tissus en chanvre ont été retrouvés pour l'époque mérovingienne. Le premier provient de Fréteval (Loir-et-Cher, F) d'une sépulture du 6<sup>e</sup> ou du 7<sup>e</sup> siècle, cité dans A. Ferdière (1984). La seconde trouvaille concerne le linceul en chanvre de la tombe de la reine Arégonde à Saint-Denis (Paris), datée du dernier tiers du 6<sup>e</sup> siècle. Le chanvre semble surtout servir à la fabrication de cordages, cordelettes, filets de pêcheur et même de semelles d'espadrilles (Toussaint-Samat 1990). La consommation des graines ainsi que ses propriétés narcotiques ne sont pas inconnues. Le tissu en chanvre de la tombe hallstattienne de Hochdorf est en écorce de chanvre; il n'a pas subi le même traitement complexe de préparation décrit dans les lignes précédentes (Körber-Grohne 1985). Il est étonnant de n'avoir pas retrouvé le moindre petit bout de tissu de lin ou de chanvre sur le site puisque nous postulons une culture assez extensive, sur place, de ces deux plantes. En fait, même dans des conditions optimales les fibres végétales ne se conservent que difficilement (Behre 1972).

Nous avons encore trouvé des pollens d'autres plantes, dans les fermes 1 et 2, ayant joué un rôle dans l'alimentation et dans la fabrication de biens de consommation. La cardère cultivée (*Dipsacus sativus*), dont les inflorescences séchées étaient utilisées autrefois pour rendre rugueux des tissus de laine, en fait partie. Les pollens de *Dipsacus* ont toutefois été trouvés en très petites quantités, mais sont présents dans plusieurs échantillons. Il est vrai que la cardère cultivée possède le même type de pollen que la cardère sauvage (*Dipsacus fullonum*) qui pousse parmi d'autres adventices dans des endroits humides, riches en matières nutritives, le long de cours d'eau, et qui possédait donc son milieu naturel à Develier-Courtételle.

Un problème identique apparaît avec les trouvailles fréquentes de pollen de *Xanthium* dans les coupes DEV23 (dépression 701 et couche B3.213), DEV60/mètres 4 et 7 (couche B3.5) et DEV61/mètre 1 (couches B3.211 et B3.213): la lampourde ordinaire (*Xanthium strumarium*) pousse comme *Dipsacus* comme adventice dans des endroits frais, riches en matières nutritives et soumis à une influence anthropique, milieux certainement abondants dans le périmètre du site. Près des fermes 1 et 2, le pourcentage de pollen exceptionnellement élevé par endroits amène à la conclusion que *Xanthium* était utilisé comme plante tinctoriale et qu'elle était ainsi encouragée de manière ciblée. Elle possède un colorant jaune et était déjà utilisée par les Romains pour teindre les cheveux et le cuir.

La culture du pavot (*Papaver somniferum*) n'est pas attestée, palynologiquement, de manière certaine: les quelques trouvailles de pollen de *Papaver* proviennent probablement de coquelicot (*P. rhoeas*) et sont arrivés sur le site avec les céréales.

Parmi les pollens d'arbres, il faut signaler la présence de deux espèces, le noyer (*Juglans regia*) et le buis (*Buxus sempervirens*). Bien qu'aucun échantillon ne présentait des valeurs de pollen exceptionnellement élevées, leur présence récurrente indique pourtant que des noyers étaient plantés sur place ou aux alentours. Ceci est aussi valable pour le buis, arbuste sans signification économique, mais plutôt culturel.

#### 4.6.3.3 Les spectres polliniques des fermes 3 à 6

Pour la partie orientale du site, nous avons analysé un nombre moins élevé d'échantillons que pour la zone des fermes 1 et 2. L'état de conservation n'était suffisant que dans trop peu de cas pour permettre une interprétation et une comparaison avec les spectres polliniques du domaine B. Néanmoins, on peut reconnaître des différences nettes entre les deux parties du site. La proportion de pollen d'arbres dans les fermes 3 à 6 est nettement plus élevée, les plantes des prairies et les plantes cultivées sont plus faiblement représentées que dans le domaine B, où les pollens d'herbacées dominent dans presque tous les échantillons. On peut expliquer cette différence par le fait que les champs, les prairies et les pâturages étaient, ici, beaucoup moins étendus qu'aux environs des fermes 1 et 2 et que la forêt était donc plus rapprochée. Les proportions, en partie très élevées, de *Cyperaceae* et d'*Alnus* laissent à penser que la zone était très humide et ne se prêtait pas particulièrement bien à la culture. Les pourcentages parfois très élevés de sapin blanc et de hêtre détonnent avec cette image, puisqu'ils poussent mal sur des sols humides. On peut donc penser que les valeurs polliniques élevées des arbres dans les fermes 3 à 6 sont en relation avec une exploitation ou un traitement du bois.

La distribution unilatérale du pollen de type *Humulus/Cannabis* est frappante: il n'atteint des valeurs élevées que dans le puits 155 où beaucoup de pollens de céréales et de plantes de prairies ont été trouvés, alors qu'il est largement absent des autres échantillons.

## 4.7 Conclusions

Le riche spectre de plantes cultivées, de cueillette et de prairies dans les échantillons de pollen des différentes zones de Develier-Courtételle laisse conclure que les habitants couvraient amplement leurs besoins en alimentation végétale et animale par une production propre. Des plantes textiles et d'autres plantes ont aussi été cultivées et traitées. Une certaine spécialisation au sein de l'habitat semble exister: l'agriculture et l'élevage étaient vraisemblablement concentrés avant tout sur le domaine B (fermes 1 et 2), alors que davantage d'activités artisanales étaient exercées dans la partie orientale du site.

Les forêts situées aux alentours de Develier-Courtételle étaient exploitées intensivement pour le bois de construction et de combustion et étaient aussi utilisées, en partie, comme forêt pâturée. Les diagrammes polliniques de DEV7 et surtout ceux du site un peu plus éloigné de Delémont, La Communance (annexe) reflètent un paysage relativement ouvert et diversifié, avec beaucoup de haies et de buissons, offrant suffisamment de fourrage pour la pâture, mais présentant aussi pléthore de recoins pour les plantes de cueillette comme le sureau, d'autres baies ou des noisettes.



## Annexe

### Le profil pollinique de Delémont, La Communance (fig. 69)

La séquence organique du sondage 238 présente une suite plus ou moins ininterrompue de dépôts limniques et de tourbe, de l'époque gallo-romaine jusqu'au Bas Moyen Age (chap. 3, fig. 58). La relative bonne conservation des pollens a permis d'obtenir ici des informations détaillées sur l'environnement, l'exploitation des terres et le développement du paysage pendant l'occupation mérovingienne de Develier-Courtételle.

Le tronçon inférieur du diagramme pollinique (zone pollinique Com-1, 228-159 cm, unité sédimentaire US X) comprend l'Antiquité tardive à partir du 4<sup>e</sup> siècle ap. J.-C. jusqu'au début du Haut Moyen Age. Contrairement aux paysages largement ouverts et exploités de manière intensive du 1<sup>er</sup> au 3<sup>e</sup> siècle (diagrammes polliniques de Boécourt, Les Montoyes; Rachoud-Schneider 1993), la région était à l'époque amplement boisée, avec une dominance de forêts mixtes de hêtres, sapins et chênes. Sur les sols humides et périodiquement inondés le long des cours d'eau poussaient des forêts de frênes et d'érables, ainsi que des aulnes. Les valeurs polliniques plutôt élevées d'herbacées et la présence régulière de pollen de céréales indiquent cependant que la région n'était pas entièrement boisée et pas totalement inhabitée; de plus, les valeurs élevées de noisetier (*Corylus avellana*) et de charme (*Carpinus betulus*) pourraient indiquer une exploitation de la forêt en taillis pour couvrir les besoins en bois de chauffage. Ces indices plutôt faibles, mais constants, d'interventions anthropiques dans le paysage montrent clairement que la région autour de Develier-Courtételle était habitée avec une faible densité, mais invariable, depuis la fin de l'époque romaine jusqu'au Haut Moyen Age. La diminution nette des indices d'activités anthropiques dans les spectres polliniques postérieurs au Haut Empire s'explique probablement par un abandon partiel des campagnes, au 3<sup>e</sup> siècle, en faveur de zones proches d'agglomérations, abandon motivé par une situation devenue incertaine.

On observe un changement abrupt dans le sédiment et la végétation à la transition entre la zone pollinique Com-1 et Com-2a (159 cm, US IX), qui correspond chronologiquement à la fondation du hameau de Develier-Courtételle. Le diagramme pollinique montre un recul drastique des pollens d'arbres, accompagné d'une forte expansion des *Poaceae*, *Cyperaceae* et de beaucoup d'autres plantes des prairies. L'éclaircissement des forêts s'effectua en premier lieu aux dépens des forêts riveraines, c'est-à-dire que les frênes, aulnes et érables ont été fortement décimés, alors que les interventions anthropiques étaient, au début encore, minimales dans les forêts de hêtres, de sapins et de chênes des versants de la vallée. Elles se sont, là aussi, renforcées avec le temps. Des associations de roselières et de prairies humides avec des *Cypéracée*, massettes (*Typha*), rubanier (*Sparganium*), reine-des-prés (*Filipendula ulmaria*), lythrum salicaria (*Lythrum salicaria*) et autres plantes typiques de milieux humides se sont étendues aux anciennes

zones de forêts riveraines et aux alentours du sondage. On peut considérer que ces milieux humides étaient exploités soit comme prairies à litière, soit comme source pour le fourrage des ruminants. Des prairies et des champs pour la culture de céréales, de *Cannabis* et d'autres plantes domestiques ont été aménagés sur les meilleurs sols, en dehors de la zone d'inondation.

Le paysage autour de Delémont, La Communance a été exploité de manière relativement intense et multiple. Ceci transparait non seulement au travers de la grande superficie des champs, des prairies et des pâturages, mais aussi du spectre varié des arbustes, indiquant un paysage rural fortement structuré avec des haies, des buissons et des forêts claires. Certains fruits de ces arbustes venaient probablement enrichir le régime alimentaire, comme le sureau mais aussi les *Rosaceae* qui sont mal représentées dans les diagrammes polliniques en raison de la mauvaise dispersion de leurs grains de pollen (p. ex. mûres, framboises, cynorrhodons, diverses espèces de *Prunus*). Les valeurs exceptionnellement élevées de *Salix* font supposer un encouragement ciblé et une utilisation des verges de saule pour la technique du tressage, appliquée aussi bien à des éléments architecturaux (cloisons, aménagements de berge du ruisseau; CAJ 13, chap. 15.4) qu'à l'artisanat (vannerie). On peut aussi supposer que les propriétés antalgiques et anti-inflammatoires de l'écorce de saule étaient déjà connues dès l'Antiquité.

Les forêts livraient avant tout le bois de construction et de combustion pour tous les jours, mais aussi pour la sidérurgie. Le hêtre et le chêne surtout ont, à long terme, souffert de cette exploitation continue; leurs peuplements ont régulièrement diminué, alors que le sapin pouvait à nouveau se rétablir. Le régime de taillis pour l'exploitation de bois de combustion a perdu de l'importance par rapport à l'Antiquité tardive. Par contre, les trouvailles de pollen de genévrier (*Juniperus communis*) indiquent qu'en plus de l'économie sylvicole, la pâture des forêts était répandue. Le début de la propagation des pins sylvestres (*Pinus sylvestris*), moins exigeants, dans les anciennes zones de forêts de hêtres et de chênes à la transition vers le Haut Moyen Age (zone pollinique Com-2b) pourrait donc être une conséquence de la surexploitation des forêts et de l'appauvrissement des sols qui y est associé.

Comme l'indiquent plusieurs horizons dont la conservation des pollens est mauvaise (138-134 cm, US VIII; 130-126 cm, US VII; 90-88 cm, US III), la tourbe s'est desséchée plusieurs fois au cours des siècles suivants, ce qui a provoqué l'oxydation de la surface de la tourbe et des pollens associés. Dans la partie supérieure du profil (zone pollinique Com-2b/c), le défrichement des peuplements d'aulnes et l'exploitation des zones humides pour la pâture ont entraîné une décomposition partielle de la tourbe et la corrosion sélective des grains de pollen les moins résistants.



# 5

## Les macrorestes végétaux, reflets des pratiques agricoles, de l'alimentation et de l'environnement

Christoph Brombacher

avec la collaboration de Marlies Klee

### 5.1 Introduction

Au cours de la fouille de l'habitat mérovingien de Develier-Courtételle, un important lot d'échantillons de terre a été prélevé en vue d'analyse des macrorestes végétaux<sup>1</sup>. Comme le site se situe à proximité d'un ruisseau, des sédiments gorgés d'eau ont aussi pu être analysés. Par expérience, les échantillons provenant de contextes humides comprennent un éventail plus large de plantes que les sédiments de milieux secs (Willerding 1991). En 1994 déjà, une analyse préliminaire a mis en évidence un très riche spectre d'espèces (Brombacher 1995a) et promis un très intéressant examen archéobotanique détaillé du site. Certaines questions en rapport avec l'agriculture, l'alimentation et l'environnement seront abordées dans ce chapitre.

- Quelle agriculture pratiquait-on au Haut Moyen Age dans la vallée de Delémont?
- L'éventail des plantes cultivées diffère-t-il de celui d'autres sites contemporains du nord-ouest de la Suisse et des régions limitrophes?
- Peut-on attester l'importation ou le commerce de plantes économiquement importantes?
- Peut-on déceler des différences entre les multiples ensembles archéologiques découverts sur la base du spectre des espèces végétales?
- Dans quel type de milieu vivaient les gens? Où étaient situées les terres cultivées?
- Quel type de végétation naturelle existait à l'époque aux alentours du site par rapport à la situation actuelle?
- Décèle-t-on des indices d'un développement précoce des prairies maigres dans le Jura?
- Décèle-t-on un développement diachronique à travers un changement dans le spectre de plantes?

Les analyses archéobotaniques vont ensuite – par recoupement avec les autres analyses spécialisées des sciences naturelles de ce volume – fournir des indices et des bases pour l'interprétation du rôle et de l'utilisation des constructions ou structures rencontrées dans les différentes zones de la fouille (CAJ 13, chap. 5 à 14).

Jusqu'à présent, nous ne connaissons pas d'autres publications d'analyses archéobotaniques de matériel du Haut Moyen Age pour le nord-ouest de la Suisse, excepté pour deux sites: une cabane en fosse du 8<sup>e</sup> siècle à Bâle (Jacomet et Blöchliger 1994) et le site de Lausen, Bettenach (BL) (Kühn 2000), daté entre le 6<sup>e</sup> et le 12<sup>e</sup> siècle. L'état des connaissances est donc loin d'être

satisfaisant. Actuellement, deux sites en Ajoie (JU) sont en cours d'étude: Courtedoux, Creugenat et Chevenez, Lai Coiratte<sup>2</sup>. Dans un plus large rayon, les sites de Dietikon (ZH) (Klee et Jacomet non publié; Rösch et al. 1992), de Bevaix, les Pâquiers (NE) (Liniger et al. 2006) ainsi que Schallstatt-Mengen, Mülheim-Stetten, Lauchheim, Mühlhausen-Ehingen et Trossingen en Bade-Wurtemberg (Rösch 1991; Rösch 1988; Rösch 1997; Rösch 2004; Rösch et Fischer 2004) livrent des informations supplémentaires. Il existe encore pour la France une étude archéobotanique de l'église, datée du 10<sup>e</sup> siècle, de Saint-Etienne de Mulhouse (Haut-Rhin, F) (Lundström-Baudais et Guild 1997) et d'un habitat rural du 7<sup>e</sup> siècle à Genlis (Côte-d'Or, F) (Ruas 1992a).

Ces sites de comparaison se trouvent presque tous en contexte sec – au contraire du site de Develier-Courtételle – ce qui signifie que seuls subsistent des restes de plantes carbonisés, parfois minéralisés. Ces conditions limitent sensiblement le nombre des espèces végétales conservées.

L'étendue du site de Develier-Courtételle – plus de 3,5 hectares – ainsi que les moyens disponibles n'ont pas permis une analyse d'intensité égale pour toutes les zones de la fouille; nous avons pu toutefois examiner des échantillons de chaque ferme et zone d'activité (fig. 70). Cependant, les analyses archéobotaniques se sont intéressées surtout aux sédiments gorgés d'eau prélevés dans les fermes 1 et 2 (CAJ 13, chap. 5.6), aux structures riches en macrorestes comme la couche de charbonnage des bassins de la zone d'activité 4 (CAJ 13, chap. 9.4), ainsi qu'à plusieurs cabanes en fosse.

Domaine	Echantillons nb	Macrorestes nb	Volume ml
Ferme 1	30	20 791	55 990
Ferme 2	23	18 711	32 390
Ferme 3	9	232	28 900
Ferme 4	4	1 691	12 800
Ferme 5	11	244	12 400
Ferme 6	3	68	5 000
Zone d'activité 1	4	161	4 000
Zone d'activité 2	1	530	4 000
Zone d'activité 3	4	830	16 900
Zone d'activité 4	12	18 164	32 200
Total	101	61 422	204 580

Fig. 70 Nombre d'échantillons analysés.

### 5.2 Possibilités et limites de l'analyse archéobotanique

Il ne faut pas oublier que les chances de conservation des macrorestes végétaux sont très inégales et que, de ce fait, les restes végétaux représentent une vision fragmentaire de l'assemblage des plantes présentes à l'origine sur le site. Sous notre climat, en milieu sec et aéré, les restes végétaux non carbonisés se décomposent rapidement et disparaissent. C'est pourquoi on ne trouve habituellement que des restes transformés chimiquement, c'est-à-dire carbonisés, minéralisés ou encore incrustés de sels métalliques. Seuls les fruits ou graines fortement lignifiées et le bois peuvent se conserver plus longtemps en milieu sec<sup>3</sup>. Ainsi, la découverte

de semences non carbonisées en contexte sec peut indiquer une contamination récente et il faut considérer de tels restes avec prudence (Jacomet et al. 1989; Kreuz 1990; Kühn 1996; Jacomet et Kreuz 1999). Lors d'une conservation en milieu immergé par contre, les restes de plantes non carbonisés se maintiennent très bien, étant en permanence plongés dans un milieu privé d'oxygène. Pour le site étudié ici, nous avons exclusivement pris en compte les restes non carbonisés provenant de sédiments gorgés d'eau des zones humides proches du ruisseau.

Lors de l'évaluation des restes de végétaux, il faut tenir compte du fait que les espèces produisent des quantités très variables de fruits ou de graines par individu. Si nous trouvons une seule semence de *Chenopodium* (chénopode) ou de *Papaver* (pavot), elle ne représente qu'une partie minime de la production totale de la plante. Or, la découverte d'une graine ou d'un fruit de *Prunus* (fruit pourvu d'un noyau, comme la cerise, la prune ou la prunelle) ou de *Corylus* (noisette) a une plus grande signification, puisque ces plantes produisent nettement moins de diaspores par individu.

D'autre part, la probabilité d'entrer en contact avec le feu et de se carboniser n'est pas égale pour tous les restes de plantes. Elle est plus grande pour les plantes cultivées et leur cortège de mauvaises herbes. Les semences d'autres plantes de consommation ou de plantes sauvages ne sont par contre que rarement carbonisées. La carbonisation peut s'opérer lors du séchage au four, de la combustion de déchets, dans les foyers ou dans les forges et les meules à charbon. Un éventuel incendie laisse naturellement aussi des restes de plantes carbonisées derrière lui.

Finalement, lors de l'analyse archéobotanique, nous n'examinons souvent qu'un sous-échantillon des masses de terre prélevées, ce qui peut aussi influencer les résultats (Behre et Jacomet 1991; Willerding 1991).

## 5.3 Méthodologie

### 5.3.1 Le prélèvement et le traitement des échantillons

Plus de 2000 échantillons de terre ont été prélevés pour les analyses archéobotaniques sur une surface de fouille d'environ 35 000 m<sup>2</sup>, mais ils n'ont de loin pas tous été examinés. Les investigations se sont limitées aux couches et aux structures promettant une plus grande concentration en macrorestes. Premièrement les couches sédimentaires gorgées d'eau, situées sous le niveau de la nappe phréatique et proches du ruisseau (fermes 1 et 2, principalement les couches du domaine B et les remplissages de la fosse de rouissage 701; CAJ 13, chap. 5.6). Deuxièmement les cabanes en fosse et les couches riches en charbon de bois situées en milieu sec (fig. 70, annexe 1). S'y ajoutent quelques trouvailles provenant de concentrations de graines ou fruits carbonisés reconnaissables à l'œil nu, ainsi qu'un échantillon (DEV60) contenant de nombreuses tiges de lin et autres restes non carbonisés. Au total, 101 échantillons d'un volume global de 204 litres ont été étudiés. Les fermes 1 et 2 sont particulièrement bien représentées (fig. 70; chap. 5.7).

La méthode usuelle du tamisage a servi à la préparation des échantillons. Pour commencer, le volume des échantillons a été mesuré et le matériel mis à tremper dans l'eau. Tous les échantillons ont été tamisés à travers une série de tamis avec des mailles de 4, 2, 1 et 0,35 mm. Un tamis supplémentaire de 8 mm a été utilisé pour certains échantillons (Jacomet et Kreuz 1999, p. 113). Au cours de cette opération, nous avons répertorié les proportions de matériel organique et anorganique sur un protocole, de même que les observations particulières. Les sédiments restés dans les tamis ont été séparés à l'aide de la méthode dite « d'orpaillage » en éléments organiques et anorganiques, grâce à la différence de leur masse spécifique.

Les échantillons comprenant exclusivement des restes carbonisés ont été séchés, les autres ont été stockés à l'état humide. Une fois identifiés, les semences et autres restes non carbonisés ont été mis dans une solution d'eau distillée, d'alcool et de glycérine additionnée d'un fongicide (thymol) et pour la conservation. Les restes carbonisés sont conservés à sec.

### 5.3.2 Les analyses, l'archivage des données et la documentation des restes végétaux

La plupart des échantillons a été analysée de manière quantitative, c'est-à-dire que tous les restes, dans la mesure du possible, ont été comptés<sup>4</sup>. En cas de volumes importants, comme c'est souvent le cas pour les petites fractions, nous avons examiné des sous-échantillons: pas plus de 100 ml des sédiments restés dans le tamis de 1 mm et 50 ml de ceux du 0,35 mm ont ainsi été analysés. Les quantités de restes comptés dans les sous-échantillons ont été multipliées pour obtenir une estimation pour le volume total de la fraction. Chaque fruit et graine, y compris les fragments, ont été considérés comme une unité.

L'examen des restes de plantes (en particulier des graines et fruits, mais aussi des bourgeons, des aiguilles, des restes de battage de céréales, etc.) a été réalisé à l'aide d'une loupe stéréoscopique (Leica Wild M3Z) dotée d'un agrandissement de 6 à 40 fois. Pour l'analyse détaillée de certains taxons (par exemple *Juncus*), l'utilisation d'un microscope (Wild M20) avec un agrandissement plus fort (200 à 400 fois) a été nécessaire. Nous avons identifié les restes de végétaux en les comparant aux spécimens modernes et subfossiles présents dans la collection de référence du Laboratoire d'archéobotanique de l'Université de Bâle (IPNA). Pour certains genres, nous avons eu recours à la littérature de détermination (Beijerinck 1947; Brouwer et Stählin 1975; Jacomet 2006; Cappers et al. 2006).

Une bonne moitié des plus de 60 000 restes de plantes ainsi obtenus a pu être déterminée exactement, c'est-à-dire au niveau de l'espèce (annexe 3). Les autres restes ont été identifiés à des niveaux taxonomiques plus élevés, comme le genre ou la famille, ou ont été attribués à un groupe d'espèces ou de genres. Ceci s'explique par la grande similitude des diaspores de plantes proches parentes, impossibles à différencier morphologiquement. Autre cas de figure, la mauvaise conservation des macrorestes qui empêche parfois une détermination exacte.

Les restes de céréales en particulier présentent souvent des caractères communs à plusieurs espèces, nous obligeant à recourir à des doubles dénominations ou même à la formation de groupes d'espèces. C'est le cas, par exemple, des restes de battage de *Triticum dicoccon/spelta* (amidonnier ou épeautre) ou des grains de blé nu, qui peuvent appartenir soit à *Triticum aestivum* (froment), *Triticum durum* (blé dur) ou *Triticum turgidum* (blé anglais). De la même manière, on ne peut identifier l'avoine cultivée (*Avena sativa*) qu'en présence des bases d'inflorescences, une catégorie de restes de battage. Ainsi, les grains d'avoine ne peuvent être déterminés que comme avoine au sens large (*Avena* sp.), alors que les restes de battage sont habituellement désignés de manière sûre comme avoine cultivée (*Avena sativa*).

Près de 6% de tous les restes de plantes (4132 pièces) n'ont pas pu être identifiés et ont été placés parmi les « indéterminés » (*Indeterminata* ou Indet.).

Nous avons saisi la composition des échantillons, ainsi que la quantité, le type de restes et l'état de conservation des plantes identifiées dans la banque de données ARBOL<sup>5</sup> (ARchaeoBOTanical Lists) du Laboratoire d'archéobotanique de l'Université de Bâle (IPNA). Ces données peuvent être consultées en tout temps et servir de base pour d'autres analyses.

Nous avons utilisé la nomenclature de la flore de la Suisse (Aeschimann et al. 1996) pour les phanérogames, à l'exception des céréales (Miller 1992; Zohary et Hopf 1994). Quelques macrorestes (en particulier les céréales et les restes spéciaux) ont été documentés à l'aide de dessins ou de photos et décrits dans un catalogue (annexe 4) pour permettre une comparaison avec d'autres découvertes. Tous les macrorestes déterminés se trouvent dans la collection de fruits et de graines subfossiles du Laboratoire d'archéobotanique de l'Université de Bâle (IPNA).

### 5.3.3 Les méthodes interprétatives

#### 5.3.3.1 Les possibilités de regroupement des taxons de plantes

Les tableaux avec les noms de plantes résultant des déterminations et les comptages des macrorestes sont souvent longs et confus (Jacomet et Kreuz 1999). Afin de mettre en évidence les informations que ces listes recèlent, il est préférable de classer ces plantes selon certains critères. Le regroupement le plus fréquemment utilisé s'appuie sur la phytosociologie et se base sur le milieu de croissance de chaque espèce ou sur l'unité de végétation dont elle fait partie. Une autre possibilité de classement importante est une subdivision en groupes fonctionnels, réunissant les espèces végétales selon leurs usages potentiels.

Nous avons attribué les plantes sauvages à des groupes écologiques selon des critères définis lors d'études antérieures (annexe 2) (Jacomet et al. 1989; Brombacher et Jacomet 1997). Ce classement s'appuie sur le principe d'actualité, c'est-à-dire qu'il se base sur le milieu de croissance actuel de chaque plante. Il a été ponctuellement complété ou modifié à partir d'expériences et d'observations personnelles. Ce regroupement offre un aperçu des milieux représentés par les taxons déterminés (Hellwig 1990;

Behre et Jacomet 1991; Kühn 1996; Jacomet et Kreuz 1999). Pour les espèces ubiquistes, le milieu de croissance le plus commun a si possible été considéré<sup>6</sup>.

L'interprétation du spectre des plantes basée sur le principe d'actualité, en particulier pour les époques préhistoriques, mais aussi historiques, ne va pas sans poser de problèmes (Kühn 1996; Brombacher et Jacomet 1997). D'une part parce que la composition spécifique des assemblages anthropiques, en particulier ceux des prés et des champs labourés, dépend très fortement du type et de l'intensité de l'exploitation. D'autre part parce que les associations naturelles se sont transformées au cours du temps. Les classements établis selon le principe d'actualité peuvent toutefois nous aider à mieux cerner les modalités d'exploitation, l'alternance des cultures, la composition des milieux avoisinants, etc.

Parmi les groupes fonctionnels, nous avons considéré, en plus des plantes cultivées, différentes plantes sauvages pouvant être utilisées sous diverses formes. Nous avons constitué les catégories principales suivantes: les céréales, les légumineuses, les légumes et épices, les fruits et noix, les plantes textiles et oléagineuses, les plantes médicinales, les plantes tinctoriales et les plantes fourragères. Cette classification nous fournit un bon aperçu des groupes fonctionnels présents parmi les macrorestes et des espèces les représentant. Cette méthode de classification peut poser problème lors d'utilisations multiples d'une plante. De plus, il n'est pas toujours facile de trancher s'il s'agit d'une plante cultivée pour la consommation, d'une plante sauvage utilisée ou d'une plante dont la présence est fortuite.

Enfin, une autre possibilité de regroupement est fondée sur le mode de vie ou sur la hauteur de croissance des plantes, en particulier des plantes sauvages. Cette division a de l'intérêt pour des questions particulières, par exemple pour la caractérisation des mauvaises herbes des cultures de céréales.

#### 5.3.3.2 Les méthodes quantitatives

A partir des données brutes, nous pouvons calculer la concentration (nombre de restes par litre de sédiment) et la fréquence d'apparition (pourcentage d'échantillons dans lesquels une espèce particulière est attestée) pour chaque taxon. La mesure de la concentration permet d'appréhender la répartition des restes de plantes sur la surface de fouille et peut contribuer à localiser des centres d'activité et ainsi à interpréter des structures archéologiques. De fortes concentrations de plantes utiles à l'homme indiquent par exemple souvent des lieux de stockage. Les fréquences d'apparition de chaque taxon contribuent également à l'interprétation des données: les taxons avec des fréquences élevées jouent un rôle plus important que ceux avec de faibles fréquences.

La mesure de la concentration n'est guère utile pour une étude comparative de différents sites archéologiques, souvent étudiés en utilisant des approches très différentes. Une comparaison des quantités absolues de restes n'est pas non plus possible en raison des variations de la taille des échantillons. Les fréquences d'occurrence des taxons sont alors les données les plus appropriées.

## 5.4 Résultats généraux

### 5.4.1 Introduction

En tout, 61 422 macrorestes végétaux (sans le bois) ont été recensés, dont 4132 indéterminés et 57 290 déterminés, attribués à 241 taxons. Environ 61 % (37 715) des restes sont carbonisés ou partiellement carbonisés, 38 % (23 697) sont non carbonisés et moins de 1 % (10) est minéralisé<sup>7</sup>. Les restes non carbonisés proviennent des 14 échantillons de la zone immergée du site, où la concentration en restes végétaux est très élevée (en moyenne 699 restes/litre). Dans les contextes secs, où seuls les restes carbonisés ont été conservés, les concentrations sont beaucoup plus faibles et un grand nombre d'échantillons présentent même des concentrations de moins de 10 restes/litre.

Les échantillons analysés ont livré un éventail plus ou moins riche de plantes (fig. 71). L'échantillon le plus riche (CTT156) provient d'une fosse et consiste en un stock d'avoine comprenant plus de 14 000 macrorestes, ce qui correspond à une concentration de 3673 restes/litre (chap. 5.7.5.1). Les échantillons DEV100 (5708 restes; chap. 5.7.1.7) et DEV25 (3203 restes; chap. 5.7.2.1) provenant de la couche archéologique, DEV10 (8248 restes; chap. 5.7.2.4) d'une cabane en fosse et DEV114 (2441 restes; chap. 5.7.1.6) de la fosse de rouissage 701 sont également très riches. Tous les autres échantillons comprennent moins de 2000 macrorestes, et la plupart de ceux provenant de contextes secs ne contiennent que quelques diaspores. Dix des 101 échantillons analysés ne contiennent pas de restes végétaux identifiables.

Si l'on classe les échantillons selon leurs structures d'origine, les foyers dominent (25), suivis par les cabanes en fosse (15) et les trous de poteau (12). Onze échantillons proviennent de la couche archéologique et huit de fosses. Le solde des échantillons (30) est issu de diverses structures (bas foyer, puits, dépression naturelle, etc.).

Si nous comparons les concentrations moyennes de ces différentes structures (fig. 72), nous trouvons les valeurs les plus élevées dans la zone immergée de la couche archéologique et dans les cabanes en fosse. Les trous de poteaux, les foyers et les bas foyers

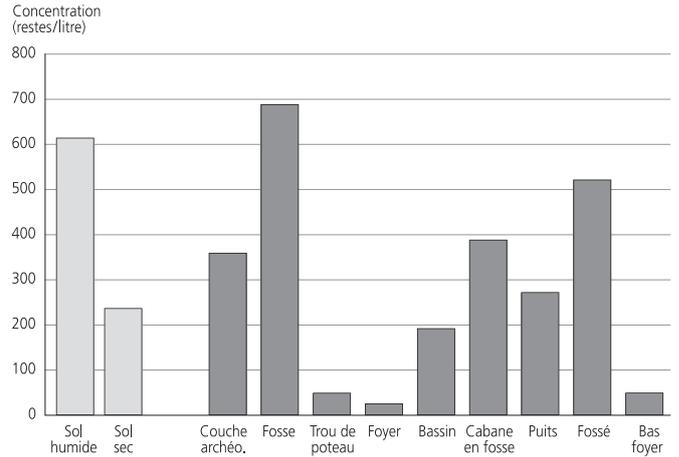


Fig. 72 Concentrations moyennes par structure (en restes par litre).

sont par contre généralement pauvres en restes végétaux. Les fosses ne donnent pas une image homogène: un échantillon est riche en céréales (CTT156) alors que plusieurs autres sont très pauvres en macrorestes végétaux.

### 5.4.2 L'origine des macrorestes végétaux

En règle générale, les plantes attestées sur un site archéologique ne reflètent que de manière limitée la végétation des alentours. Le spectre des plantes est toujours plus ou moins influencé par les activités humaines, que ce soit sur le site ou dans les espaces de vie attenants. Il n'est pas étonnant que les rejets domestiques, pouvant incarner des restes de provisions ou des restes du traitement des récoltes, soient quantitativement les mieux représentés. Les plantes sauvages des milieux fortement influencés ou exploités par l'homme sont aussi fréquentes, comme les mauvaises herbes, les rudérales, les plantes de prairie et de pâturage et les plantes de cueillette. Par contre, les plantes herbacées des forêts et d'autres milieux naturels peu exploités sont plus rares.

Dans la figure 73, nous avons représenté le pourcentage des différents taxons déterminés dans le matériel de Delevier-Courtételle (quantité de taxons et quantité de restes) et appartenant à un groupe écologique précis. Si nous regardons les quantités de macrorestes, les plantes cultivées dominent comme prévu avec

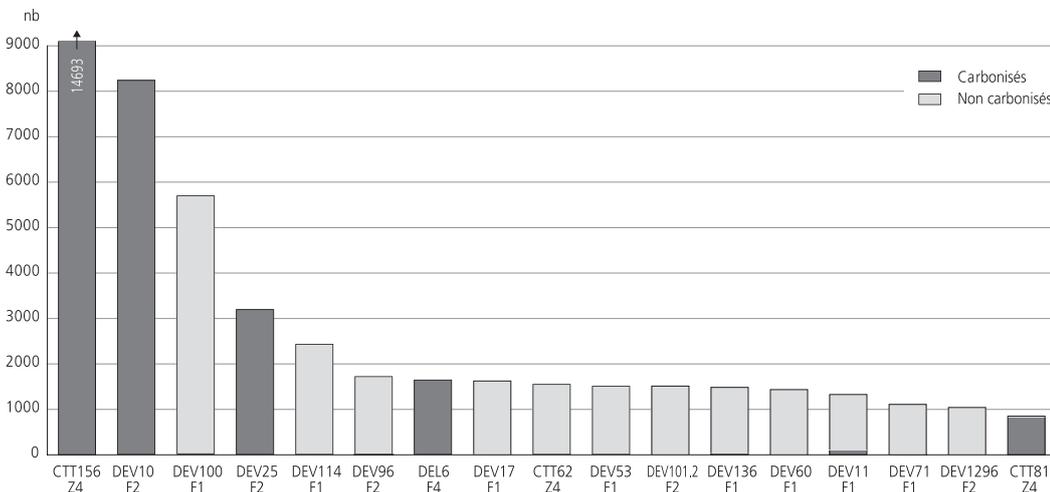


Fig. 71 Les échantillons les plus riches (> 500 macrorestes).

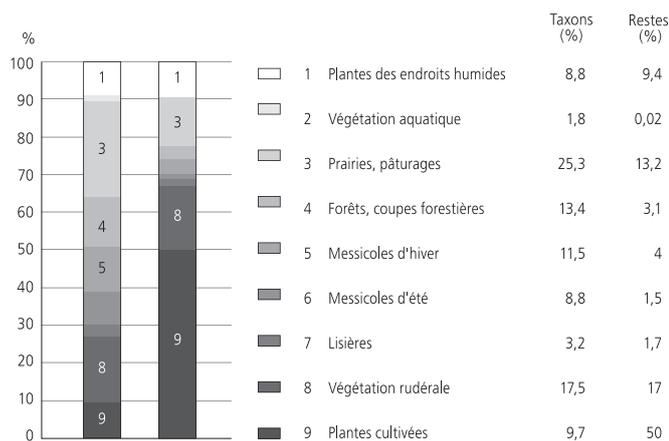


Fig. 73 Taxons (nb=217, sans divers) et restes (nb=43734, sans divers et indéterminés) par groupes écologiques principaux.

plus de 50%, principalement dans les zones d'accumulation ou de stockage. Les plantes rudérales (« mauvaises herbes » de la zone d'habitation, des décombres, des terrains vagues, ...) représentent, avec 18%, une part importante. Les activités anthropiques sont fortement favorables à ces plantes. La proportion des plantes de prairie et de pâturage est, avec 13%, considérable. Quelques-unes de ces espèces ne proviennent cependant pas obligatoirement de prairies ou de pâturages, mais peuvent aussi croître dans des

champs labourés ou des lisières. Il est également possible que ces diaspores de plantes prairiales ou de pâturages soient arrivées sur le site par du fumier d'animaux domestiques.

Naturellement, certaines plantes se trouvent « par hasard » sur le site d'habitation et dans les sédiments. C'est le cas des mauvaises herbes des champs et des jardins déjà mentionnées, mais aussi des plantes sauvages de milieux peu fréquentés, comme les terrains humides proches du ruisseau, qui avec une part de 9% sont relativement bien présentes. En ce qui concerne ces taxa, il faut aussi tenir compte d'un déplacement des fruits ou graines par l'eau.

Si nous comparons les quantités de taxa plutôt que le nombre de restes, les relations entre les groupes d'espèces se modifient nettement en défaveur des plantes cultivées. Les différences entre les groupes écologiques s'estompent et les nombreuses plantes sauvages, dont certaines ne sont attestées que par un petit nombre de restes, se manifestent plus fortement. Les plantes cultivées, avec 22 espèces (fig. 74), ne représentent ici plus que 7% des taxa. On trouve une variété taxonomique plus élevée pour les plantes poussant dans les champs (22%), pour les plantes de prairie et de pâturage (20%) et pour les plantes rudérales (19%). Enfin, 13% des espèces proviennent des milieux forestiers, dont des plantes de cueillette comme la fraise, la mûre et le sureau.

Nom botanique	Total nb	Concentration /litre	Utilisation	Nom français
<b>Céréales (9)</b>				
<i>Avena sativa</i>	61	0,2		Avoine cultivée
<i>Avena sativa/fatua</i>	413	2,788		Avoine cultivée/folle avoine
<i>Avena sp.</i>	11 459	29,343		Avoine
<i>Cerealia</i>	2 292	16,316		Céréales
<i>Hordeum vulgare</i>	256	0,836		Orge
<i>Panicaceae</i>	1	0,003		Millet
<i>Panicum miliaceum</i>	2	0,005		Millet cultivé
<i>Secale cereale</i>	244	5,821	Plantes farineuses	Seigle
<i>Setaria italica</i>	1	0,005		Millet des oiseaux
<i>Triticum aestivum</i>	196	1,029		Froment
<i>Triticum dicoccon</i>	170	1,029		Amidonner
<i>Triticum dicoccon/spelta</i>	58	0,2		Amidonner/épeautre
<i>Triticum monococcum</i>	1 364	11,057		Ingrain
<i>Triticum monococcum/dicoccon</i>	8	0,036		Ingrain/amidonner
<i>Triticum sp.</i>	777	4,998		Blé
<i>Triticum spelta</i>	3 773	14,278		Epeautre
<b>Total céréales</b>	<b>21 075</b>			
<b>Autres (13)</b>				
<i>Anethum graveolens</i>	6	0,015	Epice	Aneth odorant
<i>Apium graveolens</i>	1	0,002	Epice, légume	Céleri
<i>Brassica sp.</i>	19	0,101	Légume	Chou
<i>Cannabis sativa</i>	44	0,202	Plante oléagineuse	Chanvre cultivé
<i>Coriandrum sativum</i>	5	0,026	Epice	Coriandre cultivée
<i>Fabaceae (cult.)</i>	168	0,93	Légumineuses	Fabacées cultivées
<i>Lens culinaris</i>	9	0,067		Lentille comestible
<i>Linum usitatissimum</i>	1 052	8,538		Plante oléagineuse/fibreuse
<i>Malus sylvestris/domestica</i>	11	0,047	Fruit	Pommier
<i>Papaver somniferum</i>	5	0,037	Plante oléagineuse	Pavot somnifère
<i>Pisum sativum</i>	1	0,006	Légumineuse	Pois cultivé
<i>Prunus cf. domestica</i>	1	0,002	Fruit	Prunier sauvage
<i>Vicia sativa</i>	29	0,164	Légumineuse	Vesce cultivée
<b>Total autres</b>	<b>1 351</b>			

Fig. 74 Aperçu des plantes cultivées.

### 5.4.3 Les taxons les plus fréquents

L'importance des 241 taxons attestés varie très fortement: 26 taxons représentent près de 65 % de tous les restes, alors que tous les autres taxons rassemblés ne représentent qu'environ 28 % (7% sont non identifiables). Nous pouvons attribuer ces différences en partie aux facteurs mentionnés au chapitre précédent (production de graines, intensité d'utilisation, capacité de conservation), mais elles nous informent également sur l'importance des différentes espèces à l'époque du hameau mérovingien.

Les taxons les plus fréquents sont d'une part les plantes cultivées ou utilisées par l'homme, très importantes pour la population de l'époque (surtout les céréales), et d'autre part les plantes sauvages dotées d'une grande production de semences et poussant dans ou aux alentours des habitations (fig. 75). Alors que les céréales et les «mauvaises herbes» des champs sont attestées surtout sous forme carbonisée, les diaspores des autres plantes sauvages se trouvent principalement sous forme non carbonisée.

Les céréales forment de loin les restes les plus fréquents. L'avoine (grains carbonisés et restes de battage, sans *Avena fatua*) représente le taxon dominant avec 11 947 restes (19%) grâce à la découverte d'un stock de cette céréale dans l'échantillon CTT156 (fosse 7 de la zone d'activité 4; CAJ 13, chap. 9.3.1). Le deuxième taxon le plus fréquent est l'ortie avec 3979 graines non carbonisées présentes régulièrement dans une grande partie des échantillons en contexte humide. Cette espèce est bien représentée en raison de sa grande production de semences. Le troisième taxon le plus fréquent est à nouveau une céréale, l'épeautre (*Triticum spelta*), une espèce de blé vêtu, avec 3394 attestations carbonisées ou partiellement carbonisées et 379 non carbonisées (chap. 5.6.1.7). D'autres trouvailles fréquentes comprennent diverses herbes, laïches et joncs, avec à chaque fois plus de 2000 attestations. Ces dernières espèces peuvent provenir de milieux naturels proches du ruisseau; elles sont présentes en grand nombre grâce à leur importante production de graines. Pour l'en grain, autre espèce

de blé, 1364 restes dont des grains et des restes de battage ont été trouvés (chap. 5.6.1.5). Le lin, présent sous forme de graines, de fragments de capsules ou de tiges, et d'autres herbes sauvages (*Poa* sp., *Agrostis* sp. et *Carex* sp.) font partie des taxons les plus fréquents avec plus de 1000 attestations pour chacun.

## 5.5 L'environnement selon l'analyse des macrorestes végétaux

### 5.5.1 Introduction

Les modifications anthropiques de la végétation et du paysage sont très anciennes dans la région, comme le montrent différentes analyses polliniques (Rachoud-Schneider 1993; Richard et Eschenlohr 1998). Les défrichements ont atteint, au plus tard à l'époque romaine, des proportions considérables. Nous nous intéresserons ici, toujours en relation avec les investigations archéobotaniques, autant à la végétation climacique<sup>8</sup> qu'à l'étendue des territoires anthropisés au Haut Moyen Age. Il existe différentes approches pour tenter une reconstitution paléoenvironnementale (Ludemann 1994). En plus des résultats des analyses de macrorestes végétaux, de pollens et de bois (chap. 4 et 8; CAJ 13, chap. 15.4.1 et 17.4.5), d'autres sources d'informations existent. Les archives écrites et iconographiques sont des documents importants, mais peu utiles car rares. La possibilité de reconstituer les modifications du paysage et de la végétation à l'aide d'études pédologiques et de la végétation actuelle est plus prometteuse dans notre région. Cela permet de tirer des conclusions quant aux conditions anciennes, puisque la végétation actuelle reflète sous divers aspects des processus historiques (chap. 2 et chap. 6).

Pour reconstituer l'environnement à l'aide des analyses archéobotaniques, nous avons pu disposer, en plus des données de Delevier-Courtételle, de trois échantillons de sédiment recueillis dans un sondage à Delémont, La Communance, à environ 1,5 km du site et datant de la même époque (chap. 3). En plus de la végétation des milieux humides, nous nous intéresserons

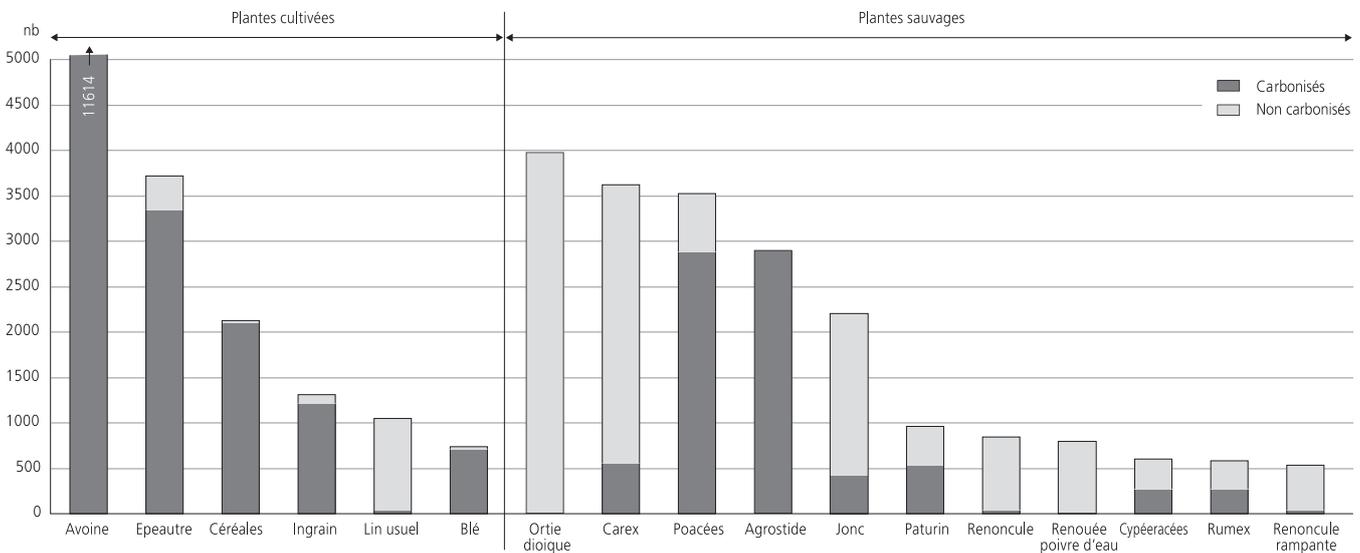


Fig. 75 Les taxons les plus fréquents.

spécialement aux forêts en raison de leur rôle très important comme réserve de bois pour la sidérurgie, la construction et le chauffage, mais aussi parce qu'elles ont subi une transformation anthropique moindre et représentent les milieux encore les plus proches de la végétation climacique.

### 5.5.2 Le milieu végétal à faible influence anthropique

Les macrorestes comprennent un grand nombre de plantes sauvages pouvant pousser dans des milieux divers. Leur appartenance à des groupes écologiques bien définis permet de tirer des conclusions sur la physionomie du paysage aux alentours du site en combinant ces données avec les caractéristiques environnementales de la région. Par plantes sauvages, on comprendra toutes les espèces non cultivées poussant dans leur milieu naturel et dont l'apparition a éventuellement été favorisée ou gênée par les activités anthropiques. Ceci englobe également toutes les plantes de cueillette potentielles.

#### 5.5.2.1 La végétation forestière

Quarante-deux taxons appartenant à plusieurs associations de forêts feuillues des environs du site ont pu être attestés (annexe 3) à l'aide des graines, fruits et aiguilles trouvés lors de la fouille archéologique de Develier-Courtételle et du sondage S7-238 de Delémont, La Communance. Il s'agit en majorité d'arbres et de buissons dont une grande partie est aussi présente sous forme de bois (CAJ 13, chap. 15.4.1). Beaucoup d'espèces appartiennent aux formations de hêtraies et quelques-unes aux frênaies-aulnaies de la zone alluviale des bords de ruisseau. Plusieurs taxons peuvent aussi bien pousser en forêt que dans l'ourlet forestier (lisière), comme *Corylus avellana* (noisetier), *Sambucus nigra* (sureau noir) ou *Origanum vulgare* (marjolaine sauvage). Les espèces herbacées comprennent également quelques plantes de cueillette (*Rubus*, *Fragaria*, *Physalis*). La fructification de plusieurs de ces plantes est réduite dans les formations forestières denses à cause du manque de lumière. Beaucoup d'entre elles n'ont pu se propager qu'après d'importants défrichements. En plus, quelques espèces typiques des hêtraies calcicoles, comme *Mercurialis perennis*, *Asarum europaeum* ou *Scrophularia nodosa*, ont été identifiées.

*Abies alba* (aiguilles), *Fragaria vesca*, *Humulus lupulus*, diverses espèces de *Rubus* et de *Sambucus* ont livré une majorité de restes. Ce sont toutes des plantes qui ont probablement été utilisées par l'homme et donc ramenées sur le site. Trois taxons sont uniquement présents sous forme de bois (*Ulmus*, *Quercus* et *Taxus*; CAJ 13, chap. 15.4.1). Lorsque nous passons à un classement plus précis des espèces d'après leur écologie actuelle (principe d'actualité, annexe 2), nous obtenons l'image suivante.

Une grande partie des plantes pourraient provenir de la zone alluviale du ruisseau voisin. On peut nommer les espèces suivantes pour le domaine souvent inondé et aussi le plus humide de la frênaie-aulnaie: *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior* et *Salix* sp. parmi les arbres, *Sambucus nigra* et *Humulus lupulus* pour la strate arbustive, *Bidens tripartita*, *Lycopus europaeus*, *Mentha aquatica*, *Polygonum hydropiper*, *P. mite* et *Solanum dulcamara* pour les herbacées. *Ranunculus repens* possède également son centre de

distribution dans ce milieu. La zone adjacente, moins humide, de la forêt alluviale d'ormes, représente le milieu de distribution naturel de *Urtica dioica*. On peut aussi s'attendre à y rencontrer un plus grand nombre d'espèces de la hêtraie, comme *Moehringia trinerva*, *Scrophularia nodosa*, *Silene dioica* ou *Veronica chamaedrys*. *Physalis alkekengi* vient probablement aussi de ce milieu, mais ne pousse actuellement plus dans la région. Ces différentes formations de plantes devaient être fortement fragmentées et en partie détériorées par l'occupation du Haut Moyen Age des abords du ruisseau. Plusieurs espèces de la hêtraie sont absentes des stations humides des alentours du site et nous indiquent que des milieux plus éloignés étaient aussi fréquentés. Outre le hêtre lui-même, qui ne croît pas dans un sol subissant les variations de la nappe phréatique, il s'agit du sapin blanc, passablement fréquent encore aujourd'hui dans la région (hêtraies à sapins, chap. 6), de l'asaret (*Asarum europaeum*) et de la mercuriale vivace (*Mercurialis perennis*), un géophyte des hêtraies calcicoles appartenant aussi aux plantes forestières fréquentes dans la région. En plus, plusieurs taxons de clairières et d'ourlets forestiers ont été recensés, en particulier des espèces de lisières ensoleillées, sèches et sur sol plat. Celles-ci incluent *Prunus spinosa*, *Origanum vulgare*, *Teucrium scorodonia*, *Fallopia dumetorum*, *Bupleurum falcatum* et *Hypericum perforatum*. De tels milieux sont à chercher plutôt sur les versants exposés au sud. À l'exception de *Teucrium scorodonia*, qui indique un milieu superficiellement décalcifié, les autres plantes herbacées ont des indices de pH, d'après Ellenberg, neutres à basiques (fig. 76).

*Atropa belladonna* (belladone), *Lapsana communis* (lampsane) et *Rubus idaeus* (framboisier) s'installent de préférence dans des zones de coupes. *Viola reichenbachiana* et *Fragaria vesca* se trouvent aussi plutôt dans les zones forestières peu denses. Les diaspores de différentes essences forestières de stations de hêtraie mésophile sont aussi régulièrement présentes parmi les restes, comme *Acer campestre* (érable champêtre), *Cornus sanguinea* (cornouiller sanguin), *Corylus avellana* (noisetier) et *Crataegus monogyna* (aubépine à un style). La présence de *Betula pendula/pubescens* indique l'existence de zones forestières dégénérées avec beaucoup de surfaces ouvertes, mais il ne faut pas oublier que les graines ailées du bouleau volent très bien et peuvent avoir une origine plus lointaine. L'épicéa, dont une seule aiguille a été trouvée, n'appartient probablement pas à la forêt de hêtre. On ne peut s'attendre à trouver des populations naturelles dans les proches alentours, la zone de distribution de ce conifère se situant à des altitudes plus élevées dans les domaines des éboulis de gros blocs et de dépressions à microclimat frais, fréquents dans les Franches-Montagnes. Il n'est donc pas étonnant que *Picea* ne soit pas attesté par les analyses de bois (CAJ 13, chap. 15.4.1).

#### 5.5.2.2 Les végétations aquatiques et de milieux humides

Globalement, le relativement grand nombre de plantes aquatiques et de rives parmi les restes de Develier-Courtételle est étonnant. Ceci peut surprendre au premier coup d'œil, mais la proximité immédiate d'un ruisseau rend le fait compréhensible. Les diaspores de ces plantes ont pu être acheminées sur le site par voie naturelle et se déposer dans les sédiments. En plus, les surfaces à laiches étaient probablement déjà utilisées pour la

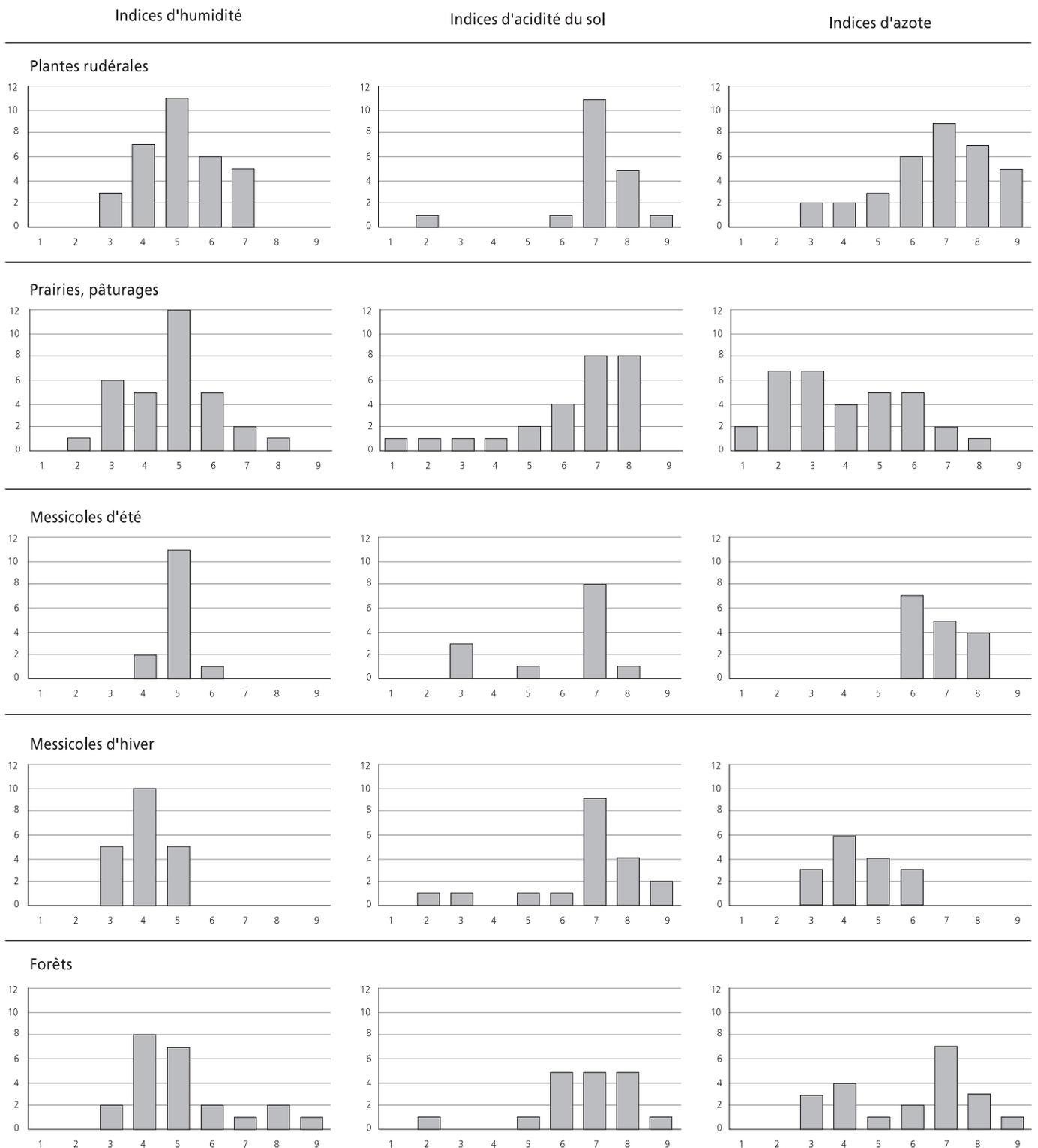


Fig. 76 Indices d'après Ellenberg (nombre d'espèces).

production de litière. Ces zones appartiennent aux rares surfaces naturelles ouvertes, à côté des roselières associées aux eaux courantes et stagnantes. Plus de 20 taxons proviennent de ces milieux avec plus de 3853 restes attestés, ce qui représente 9% de tout le spectre des espèces présentes. Parmi les vraies hydrophytes, *Ranunculus aquatilis* est une espèce qui se plaît dans les étangs comme dans les cours d'eau à léger courant. Les autres plantes aquatiques attestées (*Alisma* sp., *Chara* sp.) préfèrent des eaux

stagnantes. A noter la faible présence d'oogones de *Chara*. Ces algues prospèrent dans des eaux stagnantes faiblement eutrophes et sont aujourd'hui devenues rares dans la région.

Les genres *Typha* et *Eleocharis* attestent la présence de petites formations de roselières; *Galium palustre*, *Glyceria plicata* et beaucoup d'espèces de *Carex* sans identification plus précise sont originaires d'une zone d'atterrissement de marais à grandes laiches.

Les trouvailles de *Juncus bufonius* et de plusieurs taxons déjà mentionnés pour les forêts alluviales comme *Bidens tripartita* et *Lycopus europaeus* indiquent des formations végétales anthropiques de rives boueuses et de mares éphémères.

Les plantes aquatiques et de rives sont très nombreuses dans deux échantillons (CH1 et CH3) du sondage S7-238 de Delémont, La Communance (chap. 5.9). En plus de la présence fréquente d'*Alisma* sp. et de *Scirpus sylvaticus*, on trouve ici aussi des restes de *Chara* sp. et de *Ranunculus aquatilis*. En outre, trois plantes absentes de Develier-Courtételle ont pu être identifiées : *Sparganium erectum*, *Viburnum opulus* et *Rosa* sp. A noter aussi la présence de sphaignes, connues comme précurseurs de la tourbe.

### 5.5.3 Les groupements végétaux d'origine anthropique

Les terrains anthropisés des alentours du site ont donné naissance à une multitude de formations végétales dictées par leur utilisation. Les plus importantes sont celles des champs cultivés, représentant la base de la production agricole, mais aussi celles des prairies et des pâturages qui ont acquis une grande importance en relation avec l'élevage du bétail.

#### 5.5.3.1 Les végétations de prairie et de pâturage

Mis à part les surfaces situées dans le domaine des roselières et des étendues à laiches, toujours dépourvues d'arbres et abritant une végétation de prairie et de pâturage, les formations végétales à usage économique se situent sur des surfaces déboisées par l'homme. Elles atteignaient au Haut Moyen Age déjà une assez grande étendue (chap. 4). Un total de 42 taxons (1133 diaspores) des zones de prairie et de pâturage a pu être attesté, ce qui représente 20% de toutes les espèces de plantes sauvages.

Si l'on considère le nombre de restes et de taxons, les espèces de prairie et de pâturage représentent le groupe de plantes sauvages le plus important (fig. 73). En fonction de leurs indices écologiques (fig. 76), nous avons classé ces espèces en un groupe provenant de stations plutôt fraîches à humides et riches en matières nutritives, et un autre provenant d'emplacements plutôt secs et pauvres en matières nutritives. Il apparaît que la nette majorité des restes émane de milieux humides, alors que les taxons d'endroits secs ne sont présents qu'en nombre restreint. Quelques espèces de prairie humide, difficiles à déceler en raison de leur affinité floristique avec les prairies à laiches, n'ont pas été incluses ici, ayant déjà été traitées avec la végétation des rives.

Le grand nombre de diaspores carbonisées de graminées est remarquable. Elles comptabilisent plus des trois quarts des restes de plantes de prairie et de pâturage avec près de 4900 pièces. Les macrorestes non carbonisés représentent moins d'un quart avec 1100 pièces. Le spectre des espèces comprend, d'une part, des plantes qui selon les vues actuelles attestent la pâture et, d'autre part, des espèces qui ont leur centre de distribution dans les prairies de fauche. Parmi les indicatrices de pâture et de piétinement, on peut citer *Cynosurus cristatus* et *Prunella vulgaris* parmi les plus fréquentes, *Trifolium repens* et *Plantago media* parmi les plus rares. Pour les plantes de prairie classées de nos jours dans

l'*Arrhenatheretalia*, c'est-à-dire les prairies à fromentales, ce sont les restes d'*Agrostis* avec près de 3000 restes qui dominent. Il faut cependant relativiser ce nombre, car cette plante possède une production de graines assez importante. A noter aussi les fréquentes attestations de *Leucanthemum vulgare*, *Phleum pratense* et *Plantago lanceolata*. *Anthriscus sylvestris*, *Taraxacum officinale*, *Trifolium pratense* et le taxon *Euphrasia/Odontites* peuvent également provenir de surfaces fauchées. Il ne faut toutefois pas oublier que même au Bas Moyen Age, la séparation entre prairie fauchée et prairie pâturée n'était pas aussi nette qu'aujourd'hui. Beaucoup de prairies étaient pâturées au printemps et à l'automne, mais fauchées une fois l'an, à la fin de l'été. Une telle forme d'exploitation des prairies peut aussi être envisagée pour le Haut Moyen Age. L'interprétation du spectre des plantes basée selon le principe d'actualité est donc délicate.

Nous avons observé une faible représentation des taxons de milieux secs et pauvres en matières nutritives. Seuls onze taxons appartiennent à ce groupe qui, avec un total de 74 restes, représente une part extrêmement faible des restes (0,5%). Quelques rares espèces comme *Ajuga genevensis*, *Medicago minima* et *Prunella grandiflora* se retrouvent aujourd'hui dans les prairies maigres du Mesobrometum, assez répandues dans le Jura sur sols plats jusqu'à la seconde moitié du 20<sup>e</sup> siècle (Zoller et al. 1986). Cependant, les espèces caractéristiques de cette formation font défaut dans l'assemblage archéobotanique. Nous devons admettre que les rares plantes potentiellement issues de prairies sèches ne proviennent pas de véritables gazons maigres, mais d'une mosaïque de zones plus sèches, plus plates et plus maigres des prairies et des pâturages exploités, comme on l'observe sur des surfaces fertilisées de façon irrégulière. Ce type de milieu pouvait se retrouver sur les surfaces fortement en pente au nord du domaine habité (chap. 6).

Les indices d'azote (d'après Ellenberg) des plantes provenant de milieux secs (fig. 76) révèlent que les surfaces de prairie et de pâturage ne se trouvaient pas exclusivement dans des zones richement fumées. Un grand nombre de taxons avec des indices entre 2 et 3 caractérisent des milieux pauvres en matières nutritives. La moyenne de tous les taxons se situe à 4,5 et indique tout de même des milieux modérément riches en matières azotées.

Malgré tout, on ne peut pas totalement exclure l'existence de prairies sèches dans cette région au Haut Moyen Age, avant tout parce que les zones correspondantes, pentes lisses et sèches, étaient plutôt loin des habitations. Il faut aussi tenir compte du fait que, si ces surfaces étaient déjà exploitées, elles n'étaient que rarement fauchées à cause de leur faible rendement et servaient plutôt de pâturage pour le bétail. Aussi, les taxons de prairie sèche n'apparaissent en zone d'habitation que via les excréments des animaux et non par le foin ou la litière, comme c'est le cas pour les prairies de fauche (Lundstrom-Baudais et al. 1993, p. 83).

Les restes provenant des échantillons de terre tamisés ne permettent pas de déterminer si les diaspores présentes sont arrivées sur le site sous forme de fumier animal ou de foin. Des analyses de coprolithes seraient nécessaires pour cela, comme celles en cours pour plusieurs sites lacustres (Akeret 2002).

### 5.5.3.2 Les mauvaises herbes des cultures

Les champs destinés à la production agricole ont subi les plus grands changements par rapport à la situation d'origine. Le travail des sols a créé de nouvelles conditions de croissance pour les plantes domestiques, mais a aussi permis l'apparition d'espèces sauvages adaptées à ces formes d'exploitation et en partie originaires du bassin méditerranéen.

Les macrorestes de Develier-Courtételle ont livré de grandes quantités de mauvaises herbes spécialisées ou adaptées aux conditions créées par le travail de la terre (annexe 2, groupes 9.2 et 9.3). Pratiquement toutes ces plantes sont des thérophytes, c'est-à-dire des plantes annuelles, dont le cycle de vie est adapté à celui des plantes cultivées. La plupart des restes d'adventices sont carbonisés, comme c'est le cas pour la majorité des plantes cultivées. Quelques taxons ont aussi été trouvés en contexte humide sous forme non carbonisée, en particulier quelques mauvaises herbes du lin. On peut distinguer les adventices selon leur affinité avec les cultures hivernales ou estivales, donc selon la saison de labour des champs. Nous séparons les mauvaises herbes des céréales ou mauvaises herbes d'hiver, à germination automnale, de celles des champs sarclés ou mauvaises herbes d'été, dont l'optimum de germination est lié aux températures plus élevées de la fin du printemps. Toutefois, il ne faut pas oublier que le travail des sols était moins intensif au Haut Moyen Âge et que, par conséquent, cette différenciation n'était pas aussi manifeste qu'aujourd'hui.

En examinant les quantités de mauvaises herbes, on remarque que la part d'adventices de céréales ou mauvaises herbes d'hiver est beaucoup plus élevée que celle des adventices de cultures sarclées ou cultures d'été. Nous avons identifié plus de 1700 restes de mauvaises herbes de céréales appartenant à 25 taxons, ce qui représente 6% de tous les restes et 12% de tous les taxons. Par contre, seuls quelque 650 restes de mauvaises herbes de céréales d'été répartis en 19 taxons ont été trouvés, ce qui représente 2% de tous les restes et 10% de tous les taxons. Ces quantités plutôt faibles ne permettent toutefois pas de conclure à une importance secondaire des cultures d'été, parce que l'avoine, culture d'été typique, est relativement fréquente à Develier-Courtételle. Ceci doit plutôt être mis en relation avec un travail peu intensif des sols. Les conditions pour ces adventices à germination thermophile sont défavorables lorsque les champs ne sont pas retournés ou sarclés au printemps. On a également trouvé une part minime de mauvaises herbes des cultures d'été au 10<sup>e</sup> siècle à Mulhouse; on en a conclu que le sarclage des cultures céréalières était peu pratiqué (Lundström-Baudais et Guild 1997).

Pour près de 1050 restes de mauvaises herbes de céréales d'hiver sous forme carbonisée, il n'existe que 56 restes de mauvaises herbes de céréales d'été carbonisés. Le fait que très peu de restes de ce dernier groupe soient carbonisés indique que la plupart des mauvaises herbes des céréales d'été ne provient pas de champs cultivés. Effectivement, les diaspores d'adventices sont récoltées en même temps que les céréales et ont une probabilité de carbonisation identique. Les quantités importantes de restes non carbonisés dans le groupe des mauvaises herbes de céréales d'été nous indiquent donc une origine différente.

Les mauvaises herbes des céréales d'hiver sont très étroitement adaptées aux semis hivernaux par leur germination automnale. Parmi les plus fréquentes, on trouve *Bromus secalinus*, *Bupleurum rotundifolium*, *Valerianella dentata* et *Avena fatua*. *Agrostemma ghitago*, *Centaurea cyanus*, *Orlaya grandiflora* et *Fallopia convolvulus* sont souvent attestées. Certaines espèces sont devenues très rares aujourd'hui suite à l'intensification de l'agriculture, par exemple *Agrostemma ghitago* (nielle des blés), *Bromus secalinus* (brome faux-seigle), *Bupleurum rotundifolium* (buplèvre à feuilles rondes), *Centaurea cyanus* (bleuet) et *Orlaya grandiflora* (orlaya à grandes fleurs).

Les espèces citées précédemment sont toutes des plantes à haute tige. Les plantes basses sont rares (*Scleranthus annuus*, *Euphorbia exigua*, *Sherardia arvensis*, *Viola tricolor*) et ne totalisent que 0,2% de tous les macrorestes. Certaines espèces comme *Lathyrus nissolia* (gesse de nissolle), *Sherardia arvensis* (sherardie), *Valerianella dentata* (mâche, doucette), *Vicia hirsuta* (vesce hirsute) ou *Vicia villosa* (vesce velue) ont comme milieu de vie, outre les champs cultivés, les lisières de forêts et les surfaces rudérales.

Le cortège des mauvaises herbes comprend en majorité des plantes de stations calcaires. Ceci est bien mis en évidence par les indices d'Ellenberg (fig. 76), indiquant pour celles-ci des pH de 7 et 8. Il faut pourtant noter la présence isolée de plantes indicatrices de milieux acides, comme *Scleranthus annuus*, qui reflètent l'existence de surfaces cultivées au moins superficiellement décalcifiées. On ne trouvera pas ces milieux au fond de la vallée, mais plutôt sur les coteaux en pente douce ou dans la zone située à l'ouest de Develier-Courtételle, riche en galets vosgiens et en molasse.

Parmi les mauvaises herbes des cultures estivales, les espèces à haute tige sont majoritaires. Celles-ci comprennent par exemple *Aethusa cynapium* (petite ciguë), *Polygonum persicaria* (persicaire), *Atriplex patula* (arroche étalée), *Setaria verticillata/viridis* et *Echinochloa crus-galli*. Il n'y a que peu d'espèces à basse tige comme *Stellaria media* (mouron des oiseaux) ou *Anagallis arvensis*. *Polygonum aviculare* (renouée des oiseaux) est également fréquente, *Euphorbia helioscopia* et *Thlaspi arvense* plus rares. La plupart des mauvaises herbes d'été, outre leur présence parmi les céréales d'été, peuvent aussi pousser dans des endroits connaissant des conditions similaires: champs sarclés, jardins, stations rudérales ou encore surfaces pionnières de bandes riveraines périodiquement asséchées. Il faut mentionner spécialement la trouvaille de *Spergula arvensis*, mauvaise herbe typique du lin, dont il existe une forme à grandes graines (chap. 5.9). Il s'agit effectivement de cette forme dans les restes attestés, ce qui nous permet d'affirmer que ces plantes sont arrivées sur place avec les restes de lin; tous les restes proviennent des zones humides de la fouille. De nos jours, cette plante a disparu de la région.

Les valeurs d'Ellenberg indicatrices d'azote des mauvaises herbes permettent de caractériser la teneur en matière nutritive des sols des champs cultivés. Il apparaît que ces indices diffèrent considérablement entre les deux groupes. Les mauvaises herbes des céréales d'hiver ont des valeurs de 3 à 6, ce qui correspond à des sols pauvres à moyennement riches en azote. Les valeurs des mauvaises herbes de culture sarclée se situent par contre toutes entre

6 et 8, ce qui caractérise des sols nettement plus riches en azote. Ceci pourrait signifier que les céréales d'été et d'hiver étaient cultivées en des endroits différents, fait hautement improbable. Il faut plutôt admettre que la plupart des mauvaises herbes des cultures d'été proviennent d'environnements rudéraux riches en azote et non pas des champs de céréales.

**5.5.3.3 Les végétations herbacées d'endroits souvent perturbés et riches en matières nutritives**

Les espèces de ce groupe, qui peuvent aussi être désignées comme plantes rudérales (annexe 2, groupe 10), poussent dans des endroits non utilisés du site, mais fréquentés par l'homme et les animaux et souvent riches en matières nutritives. On les trouve aussi en-dehors de la zone d'habitation, le long des chemins, dans les gravats, les jachères, les champs, les prairies et les pâturages, sur les rives de cours d'eau et en lisière de forêt. La démarcation par rapport aux stations pionnières humides, aux formations de mauvaises herbes de cultures sarclées ou aux ourlets forestiers est plutôt progressive et il n'est souvent pas possible d'affirmer avec certitude l'origine de ces taxons. Il s'agit en règle générale d'espèces dotées d'une grande capacité d'adaptation. A côté de nombreuses espèces annuelles, beaucoup de ces plantes sont vivaces ou pluriannuelles: elles sont aussi appelées hémicryptophytes (p. ex. *Arctium lappa*, *Cirsium vulgare*, *Marrubium vulgare*, *Picris hieracioides*, *Plantago major*, *Sonchus arvensis*).

Parmi les quelque 40 taxons de plantes rudérales, 7459 pièces – 12% de l'ensemble des restes – ont pu être déterminés. La faible quantité de diaspores carbonisées, soit 5% des restes (415 pièces), est frappante. Ceci permet de conclure, comme pour les mauvaises herbes des céréales d'été, que relativement peu de semences proviennent des champs et qu'elles sont arrivées dans la masse sédimentaire par une autre voie qu'en compagnie des céréales (chap. 5.2.).

*Chenopodium album* (chénopode blanc), *Galium aparine* (gratteron), *Cirsium arvense* (cirse des champs) ou *Sonchus oleraceus* (laiteron maraîcher), par exemple, font figure d'intermédiaires entre rudérales et mauvaises herbes. *Galeopsis tetrahit* et *Lapsana communis* pourraient provenir de lisières de forêt et de haie. *Urtica dioica* (grande ortie) et *Myosoton aquaticum* (céraiste aquatique) sont des exemples d'espèces habituelles de milieux naturels humides. Ici encore, on peut faire la différence entre un groupe de plantes provenant de stations fraîches et humides, d'un autre issu de milieux plus secs. La plupart des taxons attestés montrent une préférence pour les milieux humides, ce qui n'est pas surprenant vu la proximité d'un ruisseau. Les taxons les plus fréquents sont *Urtica dioica* (grande ortie), *Polygonum aviculare*, *Lapsana communis*, *Verbena officinalis* et divers taxons de *Chenopodium*. *Xanthium strumarium* appartient aussi aux plantes rudérales et a pu en outre être utilisée comme plante tinctoriale; même chose pour *Conium maculatum*, mais un usage médicinal ne peut être exclu. Les espèces des milieux secs sont nettement moins fréquentes. Elles comprennent *Hyoscyamus niger*, une plante toxique et médicinale, ainsi que *Reseda luteola*, qui a pu servir de plante tinctoriale. On trouve également des indicatrices de stations sèches telles que *Verbena officinalis*, *Saponaria officinalis*, *Marrubium vulgare*, *Melilotus officinalis* et *Daucus carota*, bien que cette dernière soit plutôt associée aux prairies.

**5.6 L'économie, l'alimentation**

**5.6.1 Les céréales**

**5.6.1.1 Aperçu**

Les céréales ont formé une part très importante de l'alimentation. Il n'est donc pas étonnant que leurs restes, avec un total de 21 075, forment une part considérable de l'ensemble des trouvailles (fig. 74). En tout, 15 614 grains et 5461 restes de battage ont été triés, correspondant à des proportions de 74% et respectivement 26%. La plus grande partie des restes (20 399, près de 97%) était carbonisée. Ce n'est que dans les fermes 1 et 2, où la conservation en milieu humide domine, que des restes non carbonisés ont été trouvés.

Tous les farineux connus au Haut Moyen Age ont pu être attestés, toutefois en quantités très variables. Il s'agit de l'avoine cultivée, de l'orge polystyrique, du seigle, de l'amidonnier, de l'engrain, de l'épeautre ainsi que du blé nu. Toutes ces espèces sont présentes aussi bien sous forme de grains que de restes de battage, avec toutefois des proportions très variables selon les taxons. Les graines de millet commun et de millet des oiseaux sont rares, la culture de ces deux céréales sur le site restant incertaine.

La figure 77 montre la proportion de toutes les espèces de céréales trouvées dans les échantillons. En raison d'une grande accumulation de macrorestes dans l'échantillon CTT156 (chap. 5.7.5.1), l'avoine domine devant l'épeautre et l'engrain, tandis que les autres espèces de céréales sont attestées en quantités moindres. Sans cet échantillon riche en avoine, l'épeautre serait la céréale la plus importante avec 49%, suivi à nouveau de l'engrain. Si nous comparons la fréquence d'apparition de chaque espèce sur l'ensemble des échantillons, alors l'engrain se trouve, avec 26%, juste devant l'épeautre, 23%, et l'avoine, 20%. Ainsi ces trois céréales – épeautre, avoine et engrain – représentent-elles les principales céréales à Develier-Courtételle.

Les restes des différentes céréales sont répartis de manière très inégale entre les échantillons. Sur les 21 075 restes de céréales, environ 80% se répartissent entre les trois échantillons les plus

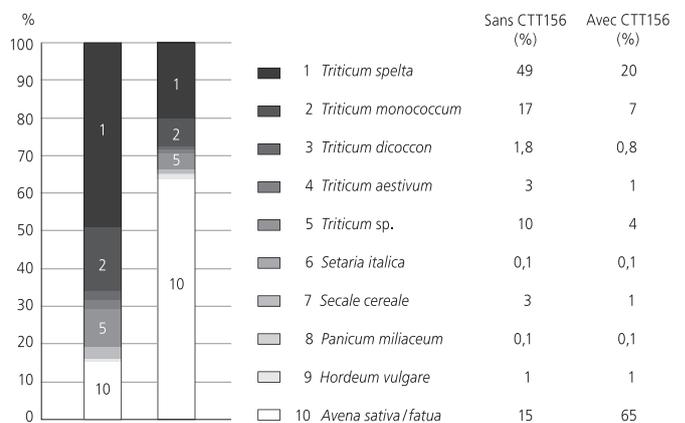


Fig. 77 Aperçu des céréales cultivées à Develier-Courtételle. A gauche, sans l'échantillon CTT156 (nb=7696); à droite, avec l'échantillon CTT156 (nb=18716).

riches, formant des accumulations déjà identifiées en tant que telles lors de la fouille. Il s'agit par ordre décroissant des échantillons CTT156, DEV25 et de DEV100 (annexe 1). Six autres échantillons (CTT143, CTT81, DEV10, DEV94, DEV765 et DEL6), avec 2701 restes, représentent 13% des restes de céréales et indiquent également des zones d'accumulation. Les autres échantillons, par contre, ne contiennent que peu de restes de céréales et peuvent difficilement être interprétés comme des stocks (chap. 5.7).

L'échantillon le plus riche (CTT156) est issu d'une fosse et comprend les restes tous carbonisés d'un stock de céréales (fig. 78; CAJ 13, chap. 9.3.1). Il compte 11 034 restes de céréales et 3659 autres semences, probablement carbonisés avec les céréales. Ici l'avoine forme de loin le plus grand groupe (98% des grains et 86% des restes de battage), suivi de l'orge et de l'engrain. Les autres céréales ne sont présentes qu'en petit nombre. La plus grande partie des restes consiste en grains (97%), avec seulement 3% de restes de battage. La part des plantes sauvages est également faible et indique un nettoyage consciencieux des céréales.

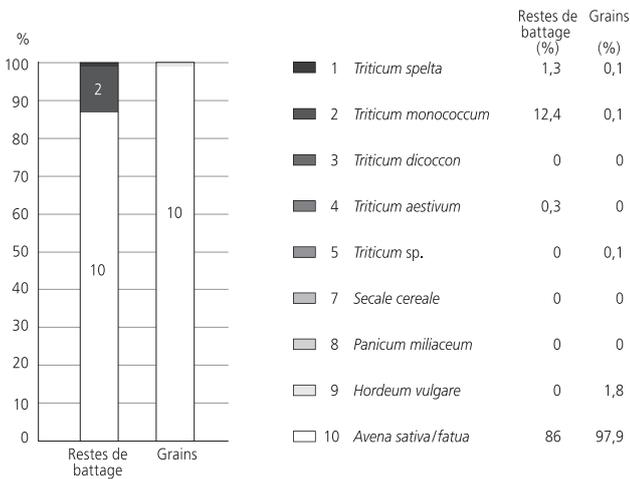


Fig. 78 Proportion des céréales dans l'échantillon CTT156 (nb=11 034).

L'échantillon CTT143 provenant d'un trou de poteau voisin montre un spectre très comparable, avec une dominance de l'avoine (88% pour un total de 446 restes de céréales; fig. 79); il a vraisemblablement la même origine. L'échantillon DEV100 a aussi

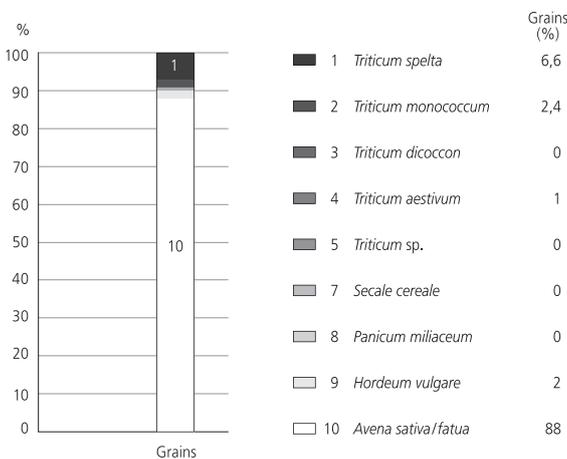


Fig. 79 Proportion des céréales dans l'échantillon CTT143 (nb=446).

fourni un riche assemblage de céréales avec 2671 pièces, quasi exclusivement des restes de battage. Il représente les déchets du décorticage de l'épeautre, avec une faible proportion d'engrain. La majorité des restes d'épeautre est calcinée en surface, donc incomplètement carbonisée (chap. 5.7).

Presque autant de restes de céréales (2677) ont pu être extraits de l'échantillon DEV25, avec toutefois une part importante de grains (86%). Parmi les céréales identifiées sans ambiguïté, les deux blés vêtus engrain et épeautre sont les plus nombreux. Des restes d'avoine, de blé nu et d'orge sont aussi dignes d'être mentionnés. On remarque qu'aucune céréale ne domine cet échantillon, mais que plusieurs taxons atteignent des proportions similaires (fig. 80). Alors que l'avoine, l'orge et le blé nu sont présents avant tout sous forme de grains, ce sont les restes de battage des blés vêtus, engrain et amidonnier qui dominent<sup>9</sup>.

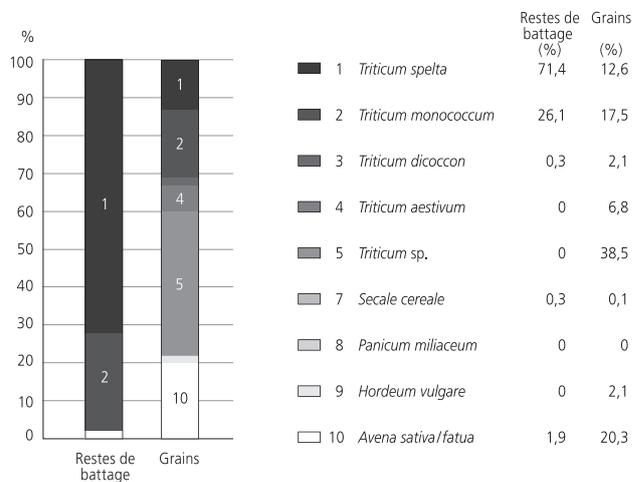


Fig. 80 Proportion des céréales dans l'échantillon DEV25 (nb=2677).

Avec 689 macrorestes, l'échantillon DEV94 suit en quatrième position (fig. 81). Il comprend avant tout un mélange d'épeautre et d'engrain, dans lequel les restes de grains et les restes de battage sont quasi à égalité. Comme autres céréales, on trouve un peu de blé nu et d'orge.

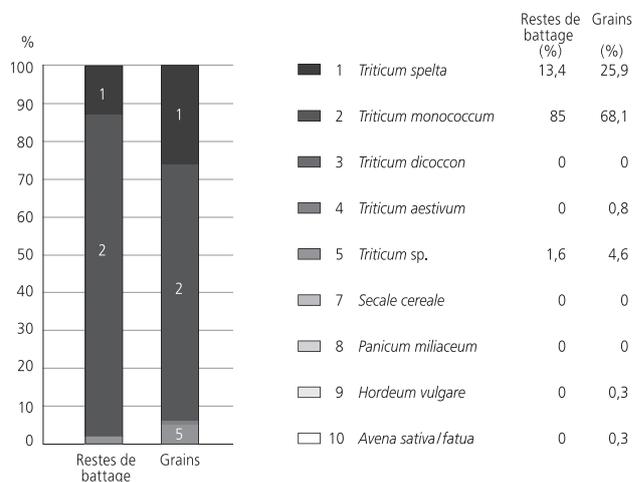


Fig. 81 Proportion des céréales dans l'échantillon DEV94 (nb=576).

L'échantillon CTT81 offre un spectre divergent (fig. 82). Le seigle et le blé nu, deux semis d'hiver qui ne constituent qu'une faible part des trouvailles à Develier-Courtételle, dominant parmi les 524 restes de céréales. L'épeautre, l'engrain et l'avoine sont toutefois présents, mais en faibles quantités. La très grande majorité des céréales est présente sous forme de restes de battage (84%), les grains ne représentant que 16%. La seule attestation de millet des oiseaux (2 graines) provient aussi de cet échantillon.

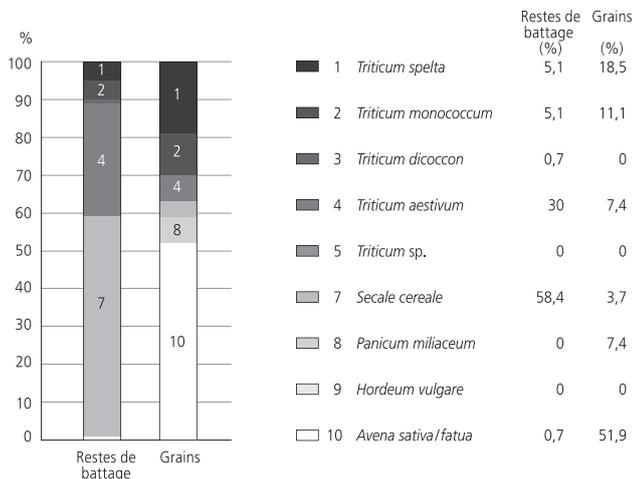


Fig. 82 Proportion des céréales dans l'échantillon CTT81 (nb=524).

Le deuxième échantillon avec relativement beaucoup de restes de seigle (DEV52) est issu du secteur avec conservation humide. À côté des semences de lin, quelques restes de battage de seigle (108 segments de rachis), d'épeautre et d'engrain ont pu être attestés ici.

L'échantillon DEL6 contient des grains et des restes de battage d'avoine, d'engrain et d'épeautre dans des proportions très proches (fig. 83). Mais si l'avoine est presque exclusivement présente sous forme de grains, les restes de battage dominent pour l'engrain et l'épeautre. L'orge, l'amidonniér et le seigle sont faiblement attestés.

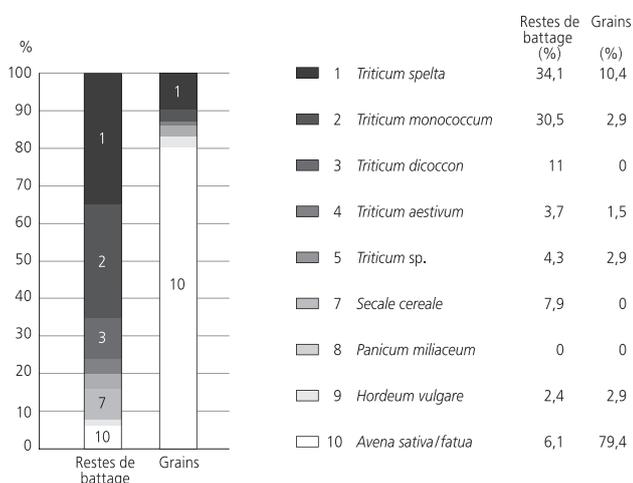


Fig. 83 Proportion des céréales dans l'échantillon DEL6 (nb=97).

### 5.6.1.2 *Avena sativa* (avoine cultivée)

L'avoine est la céréale comprenant le plus grand nombre de restes à Develier-Courtételle. Au total, 11 947 restes sont attestés (11 622 grains et 311 restes de battage; *Avena sp.* compris mais sans *Avena fatua*)<sup>10</sup>. Le nombre de grains trouvés correspond, avec un PMG de 25<sup>11</sup>, à un poids frais de tout juste 300 grammes de céréales. Il est à noter que la plus grande partie des restes (environ 90%) provient d'un seul échantillon prélevé dans la zone d'activité 4. L'importance de l'avoine est aussi soulignée par sa troisième position en fréquence parmi les plantes cultivées (23%): elle est attestée dans 23 des 101 échantillons examinés.

L'avoine a été anciennement en Europe occidentale et centrale un produit alimentaire capital sous forme de gruau<sup>12</sup>. Elle a aussi servi à la fabrication de pain et de bière. Les grains, tout comme la paille de cette céréale, livrent en outre un fourrage nourrissant pour les chevaux. Les grains possèdent une valeur nutritive élevée et sont facilement digérés. L'avoine est aussi considérée comme une plante importante dans la médecine naturelle<sup>13</sup>. Généralement, l'avoine est cultivée comme céréale d'été, mais il existe aussi de l'avoine d'hiver. Elle est communément considérée comme peu résistante au froid et prospère sur tous les sols, mais a cependant besoin de suffisamment d'eau.

### 5.6.1.3 *Hordeum vulgare* (orge polystyrique)

Sur la base des découvertes archéobotaniques, l'orge avait plutôt une faible importance à Develier-Courtételle. Au total seuls 252 grains et quatre restes de battage d'orge, exclusivement carbonisés, ont été trouvés, mais aucun échantillon n'a fourni un nombre important de grains. La fréquence est également assez faible avec une valeur de 10%. Pour les restes présents, il s'agit d'orge polystyrique, plantée aujourd'hui surtout comme culture d'été<sup>14</sup>. L'orge convient particulièrement pour des potées et des soupes, pour la fabrication de malt et pour la distillation. Un pain – ou plutôt une galette – peut être confectionné avec sa farine. L'orge pouvait aussi être utilisée comme fourrage.

### 5.6.1.4 *Secale cereale* (seigle)

Seuls deux échantillons (DEV52 et CTT81) comprennent du seigle en proportion plus élevée. Les restes de battage dominent sur les grains avec 230 pièces contre seulement 14. La fréquence d'apparition s'élève à 9%. À noter que près de la moitié des restes de battage sont présents sous forme non carbonisée. Ces restes proviennent de la couche B3.4 en bordure méridionale de la ferme 1, un niveau situé sous la nappe phréatique. Le seigle était toutefois abondant dans quelques échantillons polliniques (chap. 4). Cela est lié à la pollinisation par le vent de cette céréale qui, de ce fait, est mieux représentée dans les sédiments que le blé par exemple. L'importance réelle du seigle est par conséquent difficile à estimer.

De nos jours, le seigle est principalement semé comme culture d'hiver mais il existe aussi, comme pour la plupart des céréales, des formes d'été. Le seigle sert d'abord à la panification; il peut aussi être utilisé pour remplacer le café, pour brasser de la bière ou pour la fabrication d'eau-de-vie. Cette céréale est souvent utilisée en médecine naturelle. La paille est très résistante et peut donc être utilisée pour des travaux de vannerie ou pour la fabrication des toits.

L'ergot (*Claviceps purpurea*), hautement vénéneux, pousse sur le seigle principalement. Dans le cas d'une consommation chronique, il peut déclencher différents symptômes. Les sclérotés d'ergot découverts à Develier-Courtételle représentent actuellement les plus anciennes attestations du Moyen Age suisse<sup>15</sup>.

#### 5.6.1.5 *Triticum monococcum* (engrain)

L'engrain est, à côté de l'avoine et de l'épeautre, une des céréales les plus fréquemment attestées à Develier-Courtételle. Au total 1364 restes ont pu être déterminés; les restes de battage sont légèrement plus nombreux que les grains avec 762 pièces contre 602. L'engrain possède aussi, avec 27%, la fréquence la plus élevée parmi les céréales, ce qui souligne son importance. Parmi les restes de battage, un grand nombre de pièces non carbonisées provenant des zones immergées sont présentes.

L'engrain est une espèce cultivée de préférence comme céréale d'hiver. Elle est très résistante au gel et aux rouilles, peu exigeante et offre des productions conséquentes sur des sols pauvres et sans fumure. L'engrain pouvait encore être semé en hiver ou au printemps lorsque d'autres espèces de céréales échouaient. La farine est très riche en protéines et convient particulièrement bien à la préparation de pain et d'aliments à base de farine. La paille est, comme celle du seigle, relativement résistante à la décomposition microbienne et a par conséquent été utilisée comme matériau de construction.

#### 5.6.1.6 *Triticum dicoccon* (amidonnier)

L'amidonnier est peu attesté (133 grains et 37 restes de battage) et sa détermination reste en partie incertaine. Ceci parle en faveur d'une moindre importance de cette céréale, fait confirmé par une fréquence faible de 2%. Étant nettement plus sensible aux conditions atmosphériques fraîches que d'autres blés, sa faible importance pourrait être liée au climat plutôt rude du Jura.

La culture de l'amidonnier est principalement connue comme culture d'été, mais aussi comme semis d'hiver dans les régions avec un climat doux. Son utilisation a été soumise à de fortes fluctuations au cours du temps. L'amidonnier n'a plus jamais connu la grande importance qu'il a eu dans notre région durant le Néolithique et l'Âge du Bronze (Brombacher et Jacomet 1997; Hochuli et al. 1998). Il a été utilisé pour la fabrication de pain et de bouillies, mais aussi pour la production d'amidon et comme fourrage.

#### 5.6.1.7 *Triticum spelta* (épeautre)

L'épeautre est à Develier-Courtételle – en nombre de restes – la deuxième céréale la plus importante, après l'avoine. Au total 3773 restes ont été trouvés. Il s'agit ici encore, comme pour l'engrain, de restes de battage (3383, soit 89%). Une grande part (2879 restes) est superficiellement carbonisée ou non carbonisée et provient des couches immergées dans la nappe phréatique.

L'épeautre est une céréale d'hiver caractéristique, peu exigeante et résistante à de nombreuses maladies. Cette espèce est – comme le seigle – autocompatible, ce qui signifie que sa culture successive dans le même champ est possible. La farine est fine et blanche,

très appropriée à la fabrication de pain. L'épeautre et l'amidonnier sont volontiers stockés sous forme d'épillets, étant alors moins sujets aux maladies. La balle d'épeautre – tout comme celle de millet – était et est à nouveau utilisée pour garnir coussins et matelas. L'épeautre étant une céréale vêtue, comme l'amidonnier et l'engrain, un processus particulier est nécessaire pour éliminer les glumes. Les épillets sont souvent grillés et les glumes ensuite éliminées à l'aide de mortiers.

#### 5.6.1.8 *Triticum aestivum/durum/turgidum* (blé nu)

Le blé nu, dont les grains se détachent directement lors du battage, joue un plus faible rôle à Develier-Courtételle que les deux blés vêtus, engrain et épeautre. Avec 134 restes de grains et 62 restes de battage, l'espèce est toutefois attestée dans 18 échantillons, soit une fréquence de 18%. Nous pouvons donc considérer que ce blé a également été cultivé dans la région de Develier-Courtételle au Haut Moyen Age.

Sur la base des caractéristiques morphologiques des segments de rachis trouvés, on peut admettre qu'un blé nu hexaploïde (*Triticum aestivum*) a exclusivement été cultivé. Le blé nu nécessite davantage de chaleur que par exemple le seigle et l'orge et exige aussi des sols plus riches en matières nutritives. Le blé nu est aujourd'hui cultivé principalement comme céréale d'hiver en Europe centrale, mais il existe aussi du blé d'été. Le blé nu a été la plus importante céréale pour la fabrication de pain et de mets à base de farine; il est très bien approprié pour les pâtisseries. Il a toutefois aussi été cultivé pour le brassage, le gain d'amidon et comme fourrage. En outre, le son de blé est un aliment concentré de valeur. Sa paille sert également de fourrage ou de litière et peut aussi servir à la vannerie.

#### 5.6.1.9 *Panicum miliaceum* (millet commun)

Le millet commun avait peu d'importance à Develier-Courtételle. Seuls deux grains de millet commun contaminaient d'autres céréales et rendent une culture de cette plante très peu probable. Cela peut être lié aux conditions climatiques plutôt rigoureuses du Jura, le millet commun ayant besoin de beaucoup de chaleur en été. Il prospère en Europe occidentale et centrale surtout dans les régions se prêtant à la viticulture. Comme le millet commun est sensible aux basses températures, il est exclusivement cultivé en été. Il a été depuis l'Âge du Bronze une importante plante cultivée en Europe occidentale et centrale, mais n'est toutefois plus cultivé de nos jours. Jusqu'à l'introduction de la pomme de terre aux 16<sup>e</sup> et 17<sup>e</sup> siècles, le millet était « le pain du pauvre ». Sa grande popularité a entraîné aussi de nombreuses coutumes.

#### 5.6.1.10 *Setaria italica* (millet des oiseaux)

Un seul reste de millet des oiseaux est présent, et a été interprété comme contaminant d'autres céréales. Du coup, cette espèce de millet n'a pas non plus été cultivée sur place. Le millet des oiseaux, comme le millet commun, sert à la fabrication de pain, de bouillie et de bière et a aussi été utilisé comme plante fourragère et médicinale. Il a des exigences comparables au millet commun quant au climat et au sol. Il s'agit par conséquent aussi d'une céréale d'été.

## 5.6.2 Les légumineuses

Bien que les légumineuses aient également eu une grande importance dans l'alimentation, aucune accumulation pouvant être interprétée comme un stockage n'a pu être mise en évidence pour les trois espèces attestées à Develier-Courtételle. Au contraire, seules de faibles quantités de semences ont été trouvées et les fréquences d'apparition sont très basses : 5 % pour les lentilles et 1 % pour les pois. Il n'y a pas de restes de fèves, cette espèce n'étant présente que sous forme de pollens (chap. 4).

### 5.6.2.1 *Lens culinaris* (lentille)

La lentille, avec un total de neuf semences carbonisées, est l'espèce de ce groupe la mieux documentée à Develier-Courtételle. L'importance de la culture de la lentille est difficile à estimer, vu que le faible nombre de restes peut aussi être lié aux conditions de conservation<sup>16</sup>. Mais il y a d'autres restes de légumineuses, non identifiables (au total 168 restes), parmi lesquels se trouvent probablement quelques lentilles, étant donné leurs dimensions et leurs formes.

Dans différentes régions, les lentilles ont été cultivées en association avec des céréales, comme l'orge ou le seigle. Outre un emploi comme légume ou en bouillie (potée), la farine de lentille a aussi été mélangée à celle de céréales pour la confection de pain. La paille est très riche en matière nutritive et doit donc être considérée comme un précieux fourrage. Il ne faut pas oublier l'importance des lentilles comme engrais vert, mais aussi en tant que remède. Les lentilles prospèrent le mieux sur des marnes, des graviers calcaires ou d'autres sols riches en calcaire, très présents aux environs de Develier-Courtételle.

### 5.6.2.2 *Pisum sativum* (petit pois)

Un seul reste de petit pois ne fournit pas de précisions quant à l'importance de cette espèce dans le hameau. Le petit pois et la fève ont longtemps été les légumineuses les plus importantes sous nos latitudes. Le petit pois a non seulement servi à l'alimentation de l'homme, mais aussi à celle des animaux. Pour quelques variétés, la gousse entière est comestible. L'utilisation de farine de petit pois comme additif à la farine de céréales a également été rapportée, de même que son emploi en médecine naturelle. Des variétés moins estimées ont été distillées. Les sols moyennement lourds, riches en calcaire, et les sols argileux secs à modérément humides sont particulièrement appropriés à la culture du pois.

### 5.6.2.3 *Vicia faba* (fève)

La fève n'a pas été identifiée de manière sûre parmi les macrorestes ; l'espèce est par contre attestée dans les analyses palynologiques (chap. 4). La fève est une ancienne plante cultivée des pays méditerranéens, présente dans nos contrées depuis l'Âge du Bronze. Aux 16<sup>e</sup> et 17<sup>e</sup> siècles, elle comptait parmi les plantes alimentaires les plus importantes d'Europe occidentale et centrale.

Les graines peuvent être consommées comme légume, en potée ou en bouillie, et les jeunes gousses peuvent être préparées entières en légume. La farine de fève était parfois mélangée à la farine de céréales et les fèves grillées ont servi de substitut au café.

Les graines de fève représentent aussi un aliment riche pour les animaux domestiques et sa paille était déjà connue dans l'Antiquité comme engrais. La fève prospère le mieux dans des régions à climat océanique sur de bons sols. On l'a cultivée tant en monoculture qu'en association, par exemple avec des céréales d'été ou des pois ; sa récolte n'intervient fréquemment qu'en octobre. Les plantes sont parfois coupées en période de floraison pour le gain en fourrage vert et en foin sec, parfois seulement après la mise à fruit pour la récolte de foin. La farine de fève était un remède estimé dans l'Antiquité et au Moyen Âge.

### 5.6.2.4 *Vicia sativa* (vesce commune)

Cette légumineuse connaît peu d'attestations (29 semences en tout), mais d'autres graines, regroupées parmi les *Fabaceae*, pourraient s'avérer être des vesces communes. Dans les interprétations archéobotaniques, elle a jusqu'ici rarement été placée parmi les plantes cultivées. Il existe une sous-espèce non cultivée (*V. angustifolia*), fréquente dans les régions agricoles, et *Vicia sativa* proprement dite. Les deux sous-espèces ne peuvent être différenciées qu'en partie à l'aide de leur taille, puisque la longueur des hiles se chevauche (Karg 1996). A ce jour, et pour cette raison, seuls des restes d'importantes accumulations ont été identifiés comme appartenant à cette espèce (comme ceux trouvés à Laufon pour le Bas Moyen Âge ; Karg 1996). Ces vesces ont principalement servi comme fourrage, les graines et la paille étant également appréciées. A l'occasion, cette espèce est aussi mentionnée dans l'alimentation humaine. L'arrière-goût amer des semences peut être éliminé par une cuisson dans de l'eau salée. La farine de vesce a pu être utilisée, comme la farine d'autres légumineuses, pour rallonger le pain. La faible quantité de restes trouvés ici fait plutôt penser à la vesce compagne des cultures (*V. angustifolia*), les dimensions des semences n'excluent toutefois pas la forme cultivée.

## 5.6.3 Les plantes fibreuses et oléagineuses

Les plantes fibreuses et oléagineuses (lin, *Linum usitatissimum* ; chanvre, *Cannabis sativa* ; pavot somnifère, *Papaver somniferum*) ont pu être attestées presque exclusivement dans les couches immergées dans la nappe phréatique, à proximité du ruisseau (chap. 5.3). A l'exception de quelques semences de lin, tous les restes de ces plantes cultivées se trouvaient sous forme non carbonisée. De plus grandes accumulations avec plus de 100 semences ou fragments de capsules de lin étaient présentes dans quatre échantillons (DEV114, DEV60, DEV71 et DEV52 ; annexe 1) et peuvent être interprétées comme des déchets du travail du lin. En revanche, aucun échantillon contenant un grand nombre de restes de chanvre et de pavot somnifère n'a été trouvé. Une autre plante oléagineuse potentiellement cultivée, la caméline (*Camelina sativa*), est présente à seulement quatre reprises et a, par conséquent, été interprétée comme plante sauvage plutôt que cultivée.

### 5.6.3.1 *Linum usitatissimum* (lin)

Le lin est – à la mesure des nombreuses attestations de macrorestes – la plante fibreuse et oléagineuse la plus significative à Develier-Courtételle. La plus grande partie des restes est conservée

dans un état non carbonisé (484 graines et 543 fragments de capsules) mais 25 graines carbonisées ont aussi été trouvées. La fréquence d'apparition s'élève à 9% pour tous les échantillons analysés, mais atteint 100% en ne tenant compte que des échantillons des couches immergées dans la nappe phréatique. Cela signifie que le lin a été trouvé dans presque tous les échantillons bénéficiant de bonnes conditions de conservation. En plus des graines et des capsules, on trouve aussi de grandes quantités de tiges de lin dans quelques échantillons (DEV60), ce qui renforce l'hypothèse que cette plante fibreuse était travaillée aux marges méridionales des fermes 1 et 2, à proximité du ruisseau La Pran (CAJ 13, chap. 5.6.3).

Le lin est une de nos plus vieilles plantes cultivées. Sur les palafittes du Plateau suisse, le lin est déjà attesté en grand nombre au Néolithique récent, surtout sous forme de graines et de capsules, mais aussi de tiges et de restes textiles. Les plus anciennes découvertes de lin viennent du Proche-Orient, d'où sa culture s'est propagée durant le Néolithique vers l'Europe occidentale et centrale, via la Grèce. Conformément à la double utilisation de cette plante cultivée, des variétés à longue tige pour la production de fibres et d'autres à grandes semences, plus riches en huile, et avec des capsules ne s'ouvrant pas à maturité (lin clos) se sont développées. Les graines de lin n'ont pas seulement été utilisées pour la production d'huile, mais ont aussi servi comme nourriture d'agrément, à l'exemple des semences de pavot. Les graines de lin ont aussi été utilisées en médecine pour un usage interne ou externe. Le lin doit être soumis à un mode opératoire exigeant pour l'extraction des fibres (chap. 4).

#### 5.6.3.2 *Cannabis sativa* (chanvre)

Il y a relativement peu d'attestations de macrorestes de chanvre. Au total, 44 graines provenant de six échantillons ont pu être déterminées. Grâce aux nombreux pollens, on peut toutefois conclure à une grande importance de cette espèce (chap. 4). Le chanvre vient d'Asie et a probablement déjà été cultivé en Chine vers 2500 av. J.-C. (Zohary et Hopf 1994). Au premier millénaire avant notre ère déjà, le chanvre était cultivé au Proche-Orient et en Grèce comme plante fibreuse de grande importance et il apparaît dans notre région à partir du second Age du Fer. Le chanvre a été, comme le lin, une plante fibreuse très importante dont les tiges devaient être soumises à un processus de rouissage et de séchage pour en extraire les fibres. Les fibres de chanvre ont été utilisées pour des cordages, des tricots et des textiles robustes.

Les fruits peuvent produire de l'huile avec un rendement de 30-35%. Les plants de chanvre femelles contiennent une résine agissant comme narcotique, connue en Asie depuis longtemps déjà comme produit d'agrément et comme stupéfiant. La drogue a été utilisée en médecine avant tout comme sédatif, narcotique et anesthésique.

Les restes de chanvre de Develier-Courtételle comptent parmi les plus anciens datant du Haut Moyen Age en Suisse. Les graines, exclusivement non carbonisées, soulignent une fois encore combien l'examen de matériel conservé en milieu humide est important. Même si cette espèce est mentionnée dans les sources

historiques (Irniger et Kühn 1997), les preuves archéobotaniques étaient encore très rares en Suisse il y a quelques années à peine.

#### 5.6.3.3 *Papaver somniferum* (pavot somnifère)

Le pavot somnifère offre le plus faible nombre de restes. À côté de quatre semences non carbonisées, une seule graine carbonisée a été trouvée. La fréquence d'apparition est, avec 3%, très faible. Il est par conséquent difficile d'estimer l'importance de cette plante sur le site.

Le pavot somnifère est originaire du bassin méditerranéen et déjà cultivé au Néolithique en Europe centrale. La plante est importante comme oléagineux, comme délicatesse et pour la pharmacopée. Les graines fournissent une huile précieuse, également officinale. On peut produire de l'opium avec la sève des capsules immatures. La drogue était utilisée pour ses propriétés calmantes et contre les douleurs en application interne et externe.

### 5.6.4 L'importance des fruits

#### 5.6.4.1 Aperçu des fruits et des noix au sens large

L'importance de ce groupe de plantes utiles n'est pas encore aussi grande au Haut Moyen Age qu'aux époques ultérieures. Pour cette raison, il n'est pas étonnant qu'elles soient relativement mal représentées à Develier-Courtételle. Seules deux espèces assignées aux fruits cultivés ont pu être déterminées, mais avec peu de macrorestes. Les fruits de cueillette ou potentiellement cueillis sont un peu plus fréquents : douze taxons sont présents dans les foyers. La plupart de ces plantes sauvages viennent de formations végétales de bordure de forêts et de forêts claires ainsi que de haies variées, favorisées par l'action de l'homme et du bétail. Des buissons héliophiles, pourvoyeurs importants de fruits et de noix sauvages au sens large (fruits à coques), en font partie, comme *Rubus idaeus* (framboisier), *Rubus fruticosus* (ronce), *Sambucus* (sureau), *Rosa* (rosier) ou *Crataegus laevigata* (aubépine épineuse). Ces espèces ont toutes été identifiées à Develier-Courtételle. D'autres plantes de cueillette importantes appartiennent à la végétation des forêts, par exemple *Physalis alkekengi* (coqueret alkékenge), *Corylus avellana* (noisetier) et *Fagus sylvatica* (hêtre rouge). Le noisetier produit toutefois davantage de fruits lorsqu'il pousse dans une clairière ou en bordure de forêt qu'à l'ombre des arbres forestiers.

L'absence de *Vitis vinifera* (vigne) n'est pas étonnante puisque la région n'est pas favorable à la viticulture. Quelques pépins de vigne non carbonisés sont attestés pour le Haut Moyen Age à La Neuveville, au bord du lac de Biemme (Brombacher 1999). Mais cette région bénéficie de conditions climatiques favorables.

#### 5.6.4.2 *Malus/Pyrus* (pomme, poire)

*Malus sylvestris/domestica* ou *Pyrus communis* sont représentées avec un total de onze restes de graines, dont quatre n'ont toutefois pu être désignés que comme «provenant probablement de pommes». Les pommes font partie de l'inventaire végétal de base de la plupart des fouilles, tandis que les poires sont plus rares, et ceci malgré leur mention fréquente dans les sources médiévales du nord-ouest de la Suisse (Rippmann 1996; Brombacher et al. 1997).

La distribution de la pomme (*Malus sylvestris*) couvre la zone tempérée d'Europe jusqu'en Turquie et au Caucase. Elle apparaît aussi de manière isolée en Asie orientale et centrale, où elle est indigène. Les fruits des pommes sauvages ont des formes, couleurs et goûts très variables. Les premières découvertes remontent déjà au Néolithique ancien (Brombacher 1995b). La forme cultivée (*Malus domestica*) est arrivée en Europe centrale probablement avec les Romains, comme la poire. On ne connaît pas l'époque de domestication de la pomme et de la poire, mais les pommiers étaient déjà cultivés par les Grecs et les Romains. En effet, trois variétés cultivées ont été décrites par Théophraste (v. 372 – v. 287 av. J.-C.) en Grèce et la reproduction par greffons est aussi mentionnée (Stika 1991 ; Zohary et Hopf 1994).

#### 5.6.4.3 *Prunus* (fruits à noyau)

Un fragment de noyau de *Prunus* pourrait provenir d'un type cultivé, probablement une prune (*Prunus cf. domestica* ssp. *insittia*). Les différentes variétés de prunes, mirabelles et reines-claude sont originaires d'Orient et n'ont été cultivées chez nous qu'à partir de l'époque romaine (Körber-Grohne 1996). La systématique des formes cultivées est très complexe vu le grand nombre de formes et d'hybrides. Par conséquent, il est extrêmement difficile d'attribuer les noyaux de manière fiable. Du point de vue climatique, rien ne parle en défaveur d'une culture précoce de ces fruits dans le bassin de Delémont.

#### 5.6.4.4 Fruits sauvages

Les fruits sauvages (872 pièces) sont regroupés en dix taxons : *Crataegus monogyna* (aubépine à un style), *Physalis alkekengi* (coqueret alkékéngé), *Prunus spinosa* (épine noire), *Rubus fruticosus* (ronce), *Rubus idaeus* (framboisier), *Fragaria vesca* (fraisier des bois) ainsi que plusieurs espèces de *Sambucus* (sureau). Des fragments de graines de *Sambucus* sp. (sureau) sont aussi fréquents, mais n'ont pas pu être déterminés au niveau de l'espèce.

*Corylus avellana* (noisetier) a été attribué aux noix au sens large. La fréquence des restes de noisette s'élève globalement à 8% avec un total de 31 pièces. Le noisetier possède des semences très nourrissantes et riches en huile, qui peuvent être consommées crues ou cuites, et dont on peut tirer une huile culinaire. Les faines de hêtre (*Fagus sylvatica*), dont 69 fragments de cupules ont été trouvés, peuvent aussi servir à la consommation ou à la fabrication d'huile<sup>17</sup>. Le chêne (*Quercus* sp.), dont les fruits ont servi de substitut au café et à la farine en temps de disette, en plus de leur rôle dans l'élevage du cochon, n'est présent que sous forme de bois.

Une question reste ouverte : les plantes de cueillette comme celles du genre *Sambucus*, *Rubus*, *Valerianella*, *Portulaca*, par exemple, pouvaient-elles déjà être cultivées et/ou plantées dans la zone du site ? Il est difficile, de répondre à cette question à l'aide des macrorestes de graines ou de fruits, puisque les plantes sauvages et cultivées peuvent rarement être différenciées par leurs semences. *Portulaca oleracea* (pourpier), dont les plantes cultivées ont généralement de plus grandes semences que les sauvages, forme une exception. Il y a toutefois une grande zone de chevauchement, ce qui réduit le nombre d'identifications certaines (Hellwig 1990).

## 5.6.5 Les autres plantes utilitaires

### 5.6.5.1 Les légumes et les épices

Nous considérons ici les légumes (racines et feuilles), les épices ainsi que les salades qui sont, par expérience, mal représentées par les restes archéobotaniques. Dans le matériel de Develier-Courtételle, seul un petit nombre de taxons cultivés a pu être attribué à ce groupe. Il y a également peu de graines ou de fruits de plantes sauvages de cueillette, dont une utilisation comme salade ou comme légume est envisageable.

Trois épices différentes ont été cultivées avec certitude, puisqu'elles ne poussent pas dans notre région. *Anethum graveolens* (aneth), dont six fruits ont été trouvés (5 exemplaires non carbonisés et 1 carbonisé), est indigène dans le bassin méditerranéen et en Asie de l'ouest (Zohary et Hopf 1994). Depuis le Néolithique, on le retrouve régulièrement sur des sites faisant l'objet d'études archéobotaniques (Schibler et al. 1997). Les feuilles aussi bien que les fruits sont consommés. En médecine naturelle, l'aneth a été utilisé entre autres contre les ballonnements et les nausées ; il est en outre diurétique. Cette plante a longtemps eu sa place dans les superstitions rurales pour lutter contre les sorcières, les démons et les sortilèges.

*Coriandrum sativum* (coriandre), autre épice « exotique », a livré cinq méricarpes carbonisés. La coriandre est aussi une plante cultivée ancienne et originaire de l'est du bassin méditerranéen. Elle apparaît dans notre région à partir de l'époque romaine et pouvait s'étendre fortement dans les zones plus chaudes – dans le bassin méditerranéen surtout – comme mauvaise herbe. Les feuilles ainsi que les fruits sont utilisés. Epice populaire depuis les temps anciens, la coriandre a été utilisée en thérapie contre les ballonnements, les diarrhées et comme vermifuge.

*Apium graveolens* (céleri), dont un seul méricarpe a été trouvé, compte parmi les épices, mais aussi parmi les légumes. Le céleri pousse à l'origine de préférence sur des parcelles riches en sel, en particulier dans les zones côtières ainsi que sur des sols salins à l'intérieur des terres. Comme pour l'aneth, des attestations archéobotaniques isolées existent dès le Néolithique en Europe centrale. La variété cultivée de cette plante est probablement arrivée chez nous avec les Romains seulement. Elle a été utilisée comme condiment et comme légume. Différentes formes de céleri pomme et de céleri feuille ont dû être cultivées<sup>18</sup>.

*Brassica* (choux) avec 44 semences, *Sinapis* (moutarde) avec 86 semences et *Camelina sativa* (caméline cultivée) avec 16 semences étaient probablement des légumes cultivés. Une distinction certaine entre formes cultivées et sauvages n'est toutefois pas aisée pour ces trois types de semences.

### Légumes et épices sauvages

Quatorze taxons de légumes sauvages potentiels ont été identifiés. Il s'agit de fruits de différentes espèces de *Rumex* (rumex ou oseille), soit 593 restes au total. Beaucoup d'espèces de rumex peuvent être accommodés en légume ou en salade. Nous avons aussi régulièrement trouvé, dans 35% des échantillons, des graines

de *Chenopodium album* (chénopode blanc). Cette espèce peut être consommée en légume (feuilles), mais aussi comme substitut de farine (semences). Les espèces suivantes sont autant de légumes sauvages attestés en grand nombre : doucette ou rampon (*Valerianella dentata*, *locusta*, *rimosa*), *Atriplex* sp. (arroche), *Daucus carota* (carotte), *Stellaria media* (mouron des oiseaux) et *Urtica dioica* (grande ortie).

Il n'y a par contre qu'un seul exemplaire de *Portulaca oleracea* (pourpier), *Taraxacum officinale* (pissenlit) et *Pastinaca sativa* (panais cultivé). Toutes ces espèces pouvaient être préparées en légume ou consommées crues en salade. Le rôle du pourpier n'est pas clair ; cette plante est fréquemment découverte parmi les restes de latrines du Bas Moyen Âge et était certainement cultivée à l'époque. Dans le cas de notre trouvaille précoce par contre, il pourrait s'agir d'une forme sauvage.

*Origanum vulgare* (marjolaine sauvage ou origan vulgaire) a probablement été utilisé comme épice. Les trouvailles de *Humulus lupulus* (houblon) méritent une attention spéciale, ses jeunes pousses étant aussi consommées comme légume. L'utilisation du houblon comme condiment pour la bière est plus familière.

Les semences et les fruits d'autres plantes sauvages pouvaient être utilisés pour la fabrication de farine<sup>19</sup>. Ils étaient probablement surtout utilisés en période de disette. Parmi elles on citera : *Bromus secalinus* (brome faux seigle), *Chenopodium album* (chénopode blanc), *Digitaria sanguinalis* (digitaire sanguine), *Fagus sylvatica* (hêtre), *Fallopia convolvulus* (vriillée sauvage), *Setaria verticillata* (sétaire verticillée) ainsi que *Setaria viridis* (sétaire verte).

#### 5.6.5.2 Les plantes médicinales

Les plantes médicinales représentent un autre groupe de plantes jouant un rôle très important pour l'homme (fig. 84). En plus des espèces réservées aux utilisations médicinales, de nombreuses plantes appartenant aux groupes déjà cités ont, joué un rôle important comme médicament au cours de certaines époques.

Nom botanique	Total nb	Concentration /litre	Nom français
<i>Achillea millefolium</i>	14	0,303	Achillée millefeuille
<i>Aethusa cynapium</i>	114	0,769	Petite ciguë
<i>Agrimonia eupatoria</i>	1	0,002	Aigremoine eupatoire
<i>Agrostemma githago</i>	54	0,312	Nielle des blés
<i>Atropa bella-donna</i>	4	0,010	Belladonne
<i>Cannabis sativa</i>	44	0,202	Chanvre cultivé
<i>Claviceps</i>	3	0,011	Ergot
<i>Conium maculatum</i>	12	0,089	Grande ciguë
<i>Coriandrum sativum</i>	5	0,026	Coriandre cultivée
<i>Hyoscyamus niger</i>	17	0,086	Jusquiame noire
<i>Hypericum perforatum</i>	20	0,113	Herbe à mille trous
<i>Marrubium vulgare</i>	49	0,278	Marrube vulgaire
<i>Physalis alkekengi</i>	1	0,002	Coqueret alkékéngé
<i>Plantago lanceolata</i>	101	0,504	Plantain lancéolé
<i>Saponaria officinalis</i>	2	0,010	Saponaire officinale
<i>Verbena officinalis</i>	271	1,271	Verveine officinale

Fig. 84 Plantes médicinales.

Ces espèces avaient une double, voire même de multiples fonctions pour l'homme, servant par exemple de base à la confection de bouillies et de pain, de médicaments et de paille ou de fourrage pour le bétail. En plus des plantes cultivées, beaucoup d'espèces sauvages ont été cueillies. Les trouvailles archéobotaniques ne permettent cependant pas de démontrer une utilisation à des fins thérapeutiques.

Parmi les plantes à potentiel médicinal, il faut aussi citer différentes plantes cultivées comme par exemple des céréales (avoine, orge) ou des épices (coriandre, aneth). Au total, on dénombre 61 taxons pour lesquels une utilisation officinale est probable. Dix sont des espèces cultivées, les 51 autres des plantes sauvages. On peut toutefois partir du principe que les restes des plantes cultivées sont arrivés dans les dépôts archéologiques par le biais de préparations alimentaires. La situation est un peu différente pour les plantes sauvages. Certaines espèces sont fortement toxiques et leur utilisation n'est pas sans danger. Il s'agit par exemple d'*Agrostemma githago* (nielle des blés) comme diurétique et vermifuge, *Atropa belladonna* (belladone) comme hallucinogène, *Claviceps* (ergot) entre autres comme abortif, ainsi que *Hyoscyamus niger* (jusquiame noire) comme hallucinogène (Gessner 1931 ; Roth et al. 1988 ; Frohne et Jensen 1992).

La majorité des plantes médicinales potentielles ne sont cependant pas vénéneuses. Il s'agit de plantes rudérales comme *Verbena officinalis* (verveine officinale) et *Galeopsis tetrahit* (galéopsis tétrahit), de plantes des prés (*Achillea millefolium*, *Euphrasia/Odontites*, *Plantago major*, *Thymus* sp., *Origanum vulgare* et *Hypericum perforatum*) ou de plantes comme *Urtica dioica*, *Viola tricolor* ou *Solanum nigrum*. Beaucoup de ces espèces ne sont que faiblement attestées et leur présence dans les sédiments semble fortuite. Leur éventuelle utilisation médicinale reste donc hypothétique. Cela peut toutefois illustrer l'ampleur du spectre des plantes médicinales de l'époque.

#### 5.6.5.3 Les plantes tinctoriales

L'utilisation tinctoriale de beaucoup de plantes joue un rôle non négligeable (fig. 85). Comme à Develier-Courtételle le travail des textiles avait une grande importance (CAJ 17, chap. 12.3.2), il est pratiquement inévitable d'en retrouver. Au total 25 taxons, pour lesquels une utilisation comme teinture est envisageable, ont été dénombrés.

Les deux espèces les plus importantes pour leurs qualités de coloration sont probablement *Xanthium strumarium* et *Reseda luteola*, attestées dans les secteurs de la fouille également riches en restes de lin. *Xanthium* produit des colorants jaunes et était déjà populaire chez les Romains comme teinture textile ; cette plante est par ailleurs mentionnée pour colorer les cheveux en blond. *Reseda luteola* est également une ancienne plante tinctoriale et donne une teinte jaune ; ici, c'est l'inflorescence qui est riche en colorant.

Un grand nombre d'autres plantes identifiées contiennent également des substances permettant de teindre des fibres ou des textiles, d'origine végétale ou animale, mais aussi les cheveux

Nom botanique	Couleur	Parties utilisées	Total nb	Restes trouvés	Nom français
<i>Abies alba</i>	Brun	Ecorce	466	Aiguilles	Sapin blanc
<i>Alnus glutinosa</i>	Brun clair	Ecorce, cône	111	Graines/fruits	Aune glutineux
<i>Dipsacus fullonum</i>	Bleu clair	Plante séchée	47	Graines/fruits	Cardère sauvage
<i>Bidens tripartita</i>	Jaune d'or	Toute la plante, sauf la racine	6	Graines/fruits	Bident tripartite
<i>Galium aparine</i>	Rose orangé	Racine	133	Graines/fruits	Gaillet gratteron
<i>Galium verum</i>	Rose	Racine	1	Graines/fruits	Gaillet jaune
<i>Hypericum perforatum</i>	Brun-olive, vert foncé	Fleur	20	Graines/fruits	Millepertuis perforé
<i>Papaver somniferum</i>	Rouge, violet	Fleur	5	Graines/fruits	Pavot somnifère
<i>Prunus spinosa</i>	Rose	Fruits mûrs	7	Graines/fruits	Prunellier, épine noire
<i>Quercus</i> sp.	Beige, gris	Ecorce		Bois seul	Chêne
<i>Reseda luteola</i>	Jaune	Toute la plante	2	Graines/fruits	Réséda des teinturiers
<i>Rubus fruticosus</i>	Gris clair, gris-bleu, violet	Jeunes brindilles, fruits	91	Graines/fruits	Ronce
<i>Sambucus ebulus</i>	Violet, brun-rouge	Fruits	162	Graines/fruits	Sureau yèble
<i>Sambucus nigra</i>	Jaune, violet, gris-bleu	Jeunes brindilles, fruits	4	Graines/fruits	Sureau noir
<i>Trifolium pratense</i>	Jaune citron, vert-olive	Toute la plante	9	Graines/fruits	Trèfle des prés
<i>Xanthium strumarium</i>	Jaune moutarde	Plante sans racine	116	Graines/fruits	Lampourde ordinaire

Fig. 85 Plantes tinctoriales.

humains et la peau (Hegi 1906-1929; Cardon et Chatenet 1990; Franke et Liberei 2007). Selon le mordant et les parties végétales utilisées, des nuances de couleurs ou des teintes différentes peuvent être obtenues à partir de la même plante. On obtient ainsi avec *Sambucus* des tons violets, jaunes ou gris, selon que l'on utilise des baies, des feuilles ou de l'écorce. *Alnus glutinosa* donne des teintes différentes (vert-brun, brun ou noir) selon le mordant utilisé.

Les plantes qui produisent des tons jaunâtres à verdâtres sont relativement fréquentes, comme *Achillea millefolium*, *Rubus fruticosus*, *Rubus idaeus*, *Urtica dioica* ou encore *Polygonum persicaria/lapathifolium* dont on utilise les feuilles. En ce qui concerne *Trifolium pratense*, c'est la plante entière qui livre le colorant. Les racines de différentes espèces de rumex donnent généralement des teintes jaunes à oranges. Pour la confection de fibres et de textiles bruns, il convient d'utiliser l'écorce de différents arbres tels que *Abies alba*, *Quercus* et *Prunus spinosa*. Les feuilles de *Corylus avellana* ainsi que de *Malus* et *Pyrus* donnent également des couleurs brunâtres. Les nuances violettes sont obtenues avec les fruits de *Sambucus nigra*, *Sambucus ebulus*, *Rubus fruticosus* et *Prunus spinosa*. Les espèces livrant des colorants rougeâtres sont plus rares : les racines de certaines espèces de *Galium*, ainsi que les inflorescences de *Hypericum perforatum* (millepertuis perforé), en font partie.

Comme pour les plantes médicinales, les études archéobotaniques seules ne peuvent pas livrer la preuve d'une utilisation tinctoriale de ces plantes. Nous avons cependant de bonnes raisons de supposer qu'une grande partie a bel et bien été utilisée à ces fins à Develier-Courtételle, utilisation également mentionnée dans différentes sources écrites du Haut Moyen Âge<sup>20</sup>.

#### 5.6.5.4 Les plantes fourragères

Comme le montrent les études archéozoologiques (chap. 7), l'élevage d'animaux domestiques a été un facteur économique important pour les habitants, la chasse ne jouant qu'un rôle secondaire. Il convient donc de considérer l'alimentation du

bétail, en particulier des bovins qui représentent la plus grande part des animaux domestiques et qui consomment aussi la plus grande quantité de fourrage. D'après C. Pfister (1984)<sup>21</sup>, il faut compter environ 1,5 ha de pâture pour nourrir un bovin pendant une année en herbe et foin. La quantité de fourrage nécessaire doit donc être garantie par des surfaces de prairie, des terres en friche et des pâturages boisés. De plus, il ne faut pas sous-estimer l'utilisation de branches et des feuilles comme fourrage (Haas et Rasmussen 1993). Même si un tel affouragement en feuillage ne peut pas être prouvé par les analyses des macrorestes, diverses sources relèvent l'importance de l'émondage ou de l'effeuillage systématique des arbres. Par exemple dans les domaines ruraux romains, où l'émondage était une activité importante (p. ex. Columella, *De re rustica*, V6, VI3; vers. 70 ap. J.-C.). On dispose aussi de multiples sources du Moyen Âge évoquant l'affouragement avec des feuilles (Guyan 1976; Haas et Rasmussen 1993; Thiébault 2005). Les frênes, tilleuls et noisetiers étaient des arbres à fourrage appréciés, présents aux environs de Develier-Courtételle et attestés parmi les macrorestes (bois ou graines/fruits).

En plus des bovins, d'autres animaux domestiques tels que des chevaux, des porcs, des chèvres et des moutons ont dû être nourris. Les deux derniers cités nous livrent occasionnellement, dans des conditions de conservation particulièrement bonnes (milieu humide) des coprolithes qui, par une analyse fine permettent de mieux connaître leur alimentation<sup>22</sup>.

Une grande partie des plantes de prairie et de pâturage identifiées parmi les macrorestes de Develier-Courtételle ont un bon potentiel comme fourrage. Il s'agit par exemple de *Poa*, *Phleum*, *Agrostis*, *Festuca/Lolium* et *Cynosurus*, différentes espèces de trèfle, ainsi que *Plantago lanceolata* et diverses *Astereaceae*. Il ne faut donc pas exclure que les trouvailleries régulières et parfois importantes de ces espèces puissent provenir de couches de fumier. Cependant les sédiments n'ont pas été identifiés en tant que tels, sauf dans un seul échantillon de la ferme 2 (chap 5.7.2.3; CAJ 13, chap. 19.3.1).

### 5.6.6 Comparaison des restes de plantes cultivées avec ceux d'autres sites du Haut Moyen Age en Europe occidentale et centrale

#### 5.6.6.1 Remarques préliminaires

Comment se caractérise le spectre végétal de Develier-Courtételle, en particulier celui des plantes utiles à l'homme, en comparaison avec d'autres sites du Haut Moyen Age ? Il n'y a à ce jour que peu de sites contemporains ayant livré des données précises à ce sujet<sup>23</sup>. L'étude comparative doit par conséquent faire appel à des informations recueillies sur un espace géographique très étendu. Il faut être particulièrement conscient du fait que la diversité du spectre botanique observé dépend aussi de la nature de l'étude et de la situation des macrorestes botaniques. Dans l'idéal, on ne devrait comparer que des sites similaires ayant profité de conditions de préservation identiques et fourni un nombre représentatif d'échantillons. Les variations climatiques et paysagères, le statut social spécifique des différentes populations ainsi que les caractéristiques des sites doivent être pris en considération lors de la comparaison.

Les données issues d'un territoire couvrant le sud de l'Allemagne et le nord-ouest de la Suisse jusqu'au sud de la France ont été retenues pour l'étude comparative. Il s'agit, en Allemagne méridionale, des sites de Mühlheim, Stetten, de Schallstadt, Mengen et de Lauchheim (Rösch 1997). En Suisse, on peut mentionner les sites ruraux de Lausen, Bettenach, de Schwyz, St.Martin et de La Neuveville (Brombacher 1999), ainsi que de Bâle, Reischacherhof en contexte urbain. Le site français majeur de Charavines, La Colletière sur le lac de Paladru est nettement plus récent, mais a été retenu en raison de l'excellente conservation des restes en milieu humide (Lundstrom-Baudais et al. 1993). C'est également le cas pour Mulhouse, Saint-Etienne, en contexte urbain (Lundström-Baudais et Guild 1997). D'autres sites du Haut Moyen Age du sud de la France ont également été inclus (Ruas 1998).

#### 5.6.6.2 Les céréales

A Develier-Courtételle, les céréales, qui comptent parmi les plus importantes composantes de l'alimentation végétale, sont les

mêmes que sur la plupart des sites contemporains. On constate toutefois des différences dans les fréquences, différences qui augmentent plus on s'éloigne de notre gisement.

Les sites situés dans un rayon d'environ 100 km donnent les résultats suivants (fig. 86). A Develier-Courtételle, l'avoine, l'engrain et l'épeautre sont les espèces les plus fréquentes. A Lausen, Bettenach, l'engrain et l'épeautre sont aussi très bien représentés, suivis du seigle, mais l'avoine n'arrive qu'en quatrième position. A Schwyz, St.Martin, où un seul échantillon a pu être analysé, il n'y a que de l'épeautre (Hopf 1974). Le site pré-urbain de Bâle, Reischacherhof (8<sup>e</sup> siècle; Jacomet et Blöchliger 1994) a livré les quatre céréales en faibles quantités. L'avoine, le blé nu et le seigle sont les plus fréquents. Par contraste, le site plus récent de Mulhouse, Saint-Etienne (10<sup>e</sup> siècle) est marqué par une dominance du seigle, représentant les trois quarts des restes.

Le faible nombre de sites de comparaison ne permet pas d'identifier avec certitude des différences régionales fines. Une plus grande importance du blé nu peut être constatée dans les zones de plaine du Rhin supérieur. La variation dans le spectre des espèces devient plus marquée sur une plus grande échelle géographique.

Ainsi en France, en particulier dans le sud, le blé nu et l'orge sont les deux céréales les plus importantes (Ruas 1998, fig. 5), ce qui est en nette contradiction avec la Suisse septentrionale et l'Allemagne du sud. Dans le même temps, les faibles quantités de blés vêtus, engrain, amidonnier et épeautre, sont remarquables en France. Ces trois espèces ne sont plus attestées à Charavines et sont extrêmement rares sur les autres sites. Il n'existe presque pas de restes d'épeautre et l'engrain n'a été trouvé que sporadiquement. A Develier-Courtételle, l'engrain est par contre une céréale importante et il est aussi fréquent sur des sites contemporains du nord-ouest de la Suisse (Lausen, Bettenach et Bâle, Reischacherhof; fig. 86). L'épeautre est également une céréale importante dans le sud de l'Allemagne au Haut Moyen Age. Cette différenciation géographique semble d'ailleurs se poursuivre durant le Bas Moyen Age.

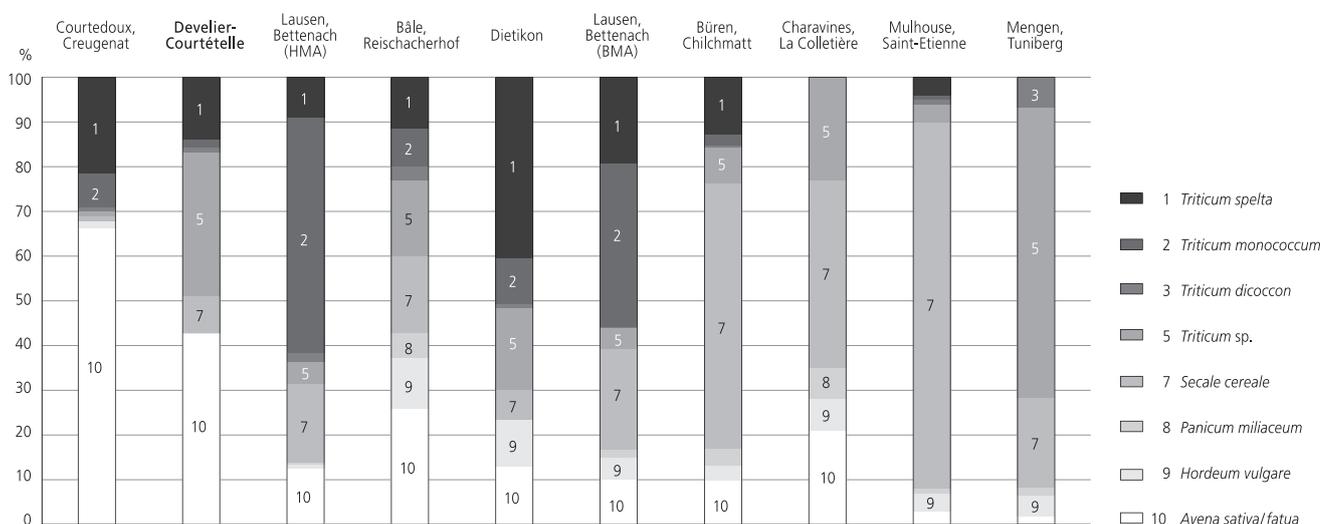


Fig. 86 Proportion des céréales de sites de comparaison, Haut Moyen Age - Moyen Age central (grains et restes de battage).

L'importance de l'épeautre et de l'engrain dans les régions du Jura et des Préalpes est probablement liée au climat local, frais et humide, alors que le froment (blé nu) est la céréale dominante des régions plus chaudes et sèches, comme le Haut-Rhin (Bâle, Mulhouse et Schallstadt, Mengen) ou la France méridionale (Bakels 1999; Ruas 1992b). Le constat est différent pour l'avoine et le seigle. Ces deux céréales, dont les restes sont attestés en grandes quantités dans notre région dès l'époque romaine, sont souvent présentes en proportions similaires dans le sud-ouest de l'Allemagne et en France durant le Haut Moyen Age. D'ailleurs, la dominance du seigle dans les zones frontalières au nord-est du Neckar et de la Schwäbische Alb n'est pas encore très marquée à la période mérovingienne (Rösch et al. 1992). Les millets, des céréales d'été requérant un climat plus clément, sont fréquents sur les sites du sud de la France. En Suisse septentrionale, ces céréales n'ont pratiquement pas été cultivées, leurs restes ne devenant plus fréquents qu'à partir du Bas Moyen Age (Brombacher et al. 1997).

### 5.6.6.3 Les légumineuses, les plantes oléagineuses et les textiles

Une étude comparative de ce groupe d'espèces est beaucoup plus difficile, ces taxons n'étant pas attestés aussi régulièrement que les céréales. C'est surtout le cas pour les plantes oléagineuses et textiles, dont les macrorestes ne sont généralement pas conservés en milieu sec. Les nombreuses pièces conservées dans les sédiments humides à Develier-Courtételle, mais également à Charavines, démontrent que la rareté apparente de ces plantes est trompeuse. Les légumineuses sont, elles, certainement sous-représentées pour des raisons de conservation.

En Suisse et dans le sud de l'Allemagne, les attestations de légumineuses donnent une image relativement uniforme avec la présence de *Lens culinaris* et, plus rarement, de *Pisum sativum* et de *Vicia faba*. Les lentilles, surtout, semblent avoir été cultivées à Develier-Courtételle. Aucun macroreste de *Vicia faba* n'a été découvert, mais des pollens de cette plante sont présents (chap. 4). Cette espèce est nettement plus fréquente dans le sud de la France à cette époque. Une autre légumineuse, *Vicia sativa* a été trouvée à Lausen, Bettenach, à Develier-Courtételle et à Mulhouse, Saint-Etienne. Elle n'était toutefois probablement pas utilisée pour l'alimentation humaine, mais pour celle du bétail. L'éventail des légumineuses est nettement plus grand dans le sud de la France puisque, déjà au Haut Moyen Age, des espèces telles que *Cicer arietinum*, *Lathyrus sativus* et *Lathyrus cicera* se rencontrent sur plusieurs sites (Ruas 1998).

Des trois plantes oléagineuses et/ou textiles attestées à Develier-Courtételle, le lin (*Linum usitatissimum*) semble avoir été la plus importante. Cette espèce est aussi la plus fréquente sur d'autres sites, comme à Lausen-Bettenach dans les environs proches, mais aussi à Mulhouse, à Charavines et à Lauchheim. En revanche, les découvertes de chanvre (*Cannabis sativa*) se limitent aux deux sites avec conservation en milieu humide : Develier-Courtételle et Charavines. Les attestations de pavot (*Papaver somniferum*) sont rares, probablement aussi pour des raisons taphonomiques.

### 5.6.6.4 Les autres plantes cultivées et utiles à l'homme

Les fruits, légumes et épices n'ont pas encore, au Haut Moyen Age, une importance aussi grande qu'aux époques ultérieures, puisque nous nous situons aux débuts de la culture de vergers et de jardins, dont l'usage est apparu dans les monastères. En outre, beaucoup de taxons de ce groupe sont sous-représentés pour des raisons de conservation, ce qui limite forcément une étude comparative. Les macrorestes de fruits et de légumes sont très rares à Develier-Courtételle, seuls cf. *Prunus domestica* (prune) et *Malus/Pyrus* (pomme/poire) ont été reconnus. A La Neuveville, qui a profité d'un climat plus favorable au bord du lac de Bièvre, *Vitis vinifera* (raisin) et *Juglans regia* (noix), deux espèces importantes présentes chez nous depuis l'époque romaine, sont présentes. Elles le sont aussi à Lausen, Bettenach. Par contre les macrorestes de fruits manquent à Bâle-Reischacherhof (8<sup>e</sup> siècle).

Le spectre des fruits et légumes cultivés peut être qualifié de très réduit dans toute la région. Les sites contemporains du sud de la France n'ont pas un spectre plus étendu, à l'exception de restes de pins pignons qui viennent s'ajouter à la liste. Ceci ne change qu'à la fin du 10<sup>e</sup> siècle quand la figue, l'amande et la Calebasse, trois espèces exotiques attestées à Charavines, indiquent clairement une importation destinée à une population de rang social élevé.

## 5.7 Approche spatiale

### 5.7.1 La ferme 1 et les aménagements des berges du ruisseau

Au total, 30 échantillons provenant de diverses structures (foyers, fosses, trous de poteaux) ainsi que de la zone à conservation humide (fosse de rouissage 701 et couches archéologiques du domaine B) ont été analysés. La plupart des échantillons peuvent être attribués aux phases 1 et 2 de l'occupation (environ 570-680 ap. J.-C.; chap. 5.8), alors que quelques échantillons, en particulier ceux des couches archéologiques B3.1 et B3.2, appartiennent déjà à la phase 3 (environ 680-750 ap. J.-C.; annexe 1).

#### 5.7.1.1 Le bâtiment A

Pour l'analyse des macrorestes de ce bâtiment de la deuxième moitié du 7<sup>e</sup> siècle, nous disposons de trois échantillons du foyer 52 attribué à la première phase d'utilisation (volume total 1,5 l). L'échantillon DEV1162 ne contenait pas de macrorestes, les deux autres présentaient une faible densité de fruits et graines (DEV1147 : 2,9 pièces/litre; DEV1176 : 10 pièces/litre). Parmi les neuf macrorestes trouvés, quatre ont pu être identifiés au niveau du genre. Il s'agit exclusivement de plantes sauvages, n'apportant que peu d'indications quant à l'utilisation du foyer. Les deux taxons *Chenopodium* sp. et *Polygonum persicaria* sont fréquents dans les zones rudérales du site. Une provenance des champs, où elles poussent comme messicoles, est aussi possible. *Plantago lanceolata* croît plutôt dans les prairies et les pâturages. Les diaspores trouvées peuvent aussi être arrivées dans ce foyer par hasard, mélangées au matériel de combustion (l'analyse des charbons de bois a montré que du saule a été utilisé ici pour l'allumage du feu; CAJ 13, chap. 17.4.5).

### 5.7.1.2 Le bâtiment B

Pour ce bâtiment de la fin du 6<sup>e</sup> - début du 7<sup>e</sup> siècle, du matériel provenant du foyer 119 a été examiné. L'unique échantillon DEV832 d'un volume de 0,8 litres contenait – par comparaison avec le foyer 52 précédent A – une concentration plus élevée en macrorestes (68 restes/litre). Parmi les 55 restes isolés, 31 ont pu être déterminés : les céréales sont majoritaires, aussi bien sous forme de grains que de restes de battage. Les grains de céréales étaient fortement corrodés, d'où une simple identification en tant que *Cerealia*. Des bases de glumes d'engrain sont aussi présentes. Pour les autres restes de battage, il s'agit de blé dont l'identification précise est impossible. Les quelques plantes sauvages sont sans doute des messicoles mélangées aux plantes cultivées. Une messicole typique des céréales d'hiver est par exemple *Bromus secalinus*. Pour les taxons restants, une provenance des zones de prairies et de pâturages est possible (par exemple *Euphrasia/Odontites*, *Phleum*). La dominance des restes de plantes cultivées indique qu'il s'agit de déchets d'activités ménagères. Du bois de hêtre a été ici principalement utilisé pour le feu (CAJ 13, chap. 17.4.5).

### 5.7.1.3 Le bâtiment Q

Nous avons pu examiner du matériel des deux trous de poteaux 366 et 370 de ce petit bâtiment de la deuxième moitié du 7<sup>e</sup> siècle, interprété comme un grenier. L'échantillon du premier (DEV1346) a fourni un total de 246 fruits et graines, ce qui correspond à une concentration de 246 restes/litre. Il s'agit d'une quantité importante de céréales carbonisées et de diverses plantes sauvages. Les deux échantillons DEV35 et DEV36 du remplissage du second trou de poteau montrent un spectre similaire, avec cependant une concentration nettement plus basse (35-37 restes/litre) et un total de 119 macrorestes de plantes. Sur l'ensemble, les céréales représentent 38 % des restes, avec un éventail très semblable entre les deux trous de poteaux. La céréale panifiable engrain domine avec 34 restes, devant l'épeautre avec 16 restes. Le froment (blé nu), l'avoine et le seigle sont aussi attestés, en faible proportion toutefois. Une grande part des restes de céréales n'a pu être identifiée que comme *Cerealia*. Des céréales d'hiver (épeautre, seigle) et d'été (avoine) sont présentes. Le spectre des plantes sauvages va dans le même sens, avec diverses messicoles typiques des céréales d'hiver, comme *Agrostemma githago*, *Bromus secalinus*, *Sherardia arvensis* et des espèces du genre *Vicia*, mais aussi quelques messicoles d'été ou de cultures sarclées (*Echinochloa*, *Chenopodium*), qui se sont trouvées associées aux céréales dans les sédiments. La faible quantité de plantes rudérales, de prairie et de pâturage parle en faveur d'une origine primaire des champs des macrorestes botaniques. Les nombreuses céréales et la haute densité de macrorestes dans le trou de poteau 366 renforcent l'hypothèse d'un bâtiment ayant servi de grenier. La similitude des spectres entre les deux trous de poteaux parle en faveur d'une origine commune du matériel.

### 5.7.1.4 La cabane en fosse V

L'échantillon DEV80 de cette petite cabane en fosse de la deuxième moitié du 7<sup>e</sup> siècle était à disposition pour l'analyse. Il provient de la couche R316-01, elle-même formée d'une épaisseur de 4 cm de charbon de bois. Malgré un faible nombre de 26 macrorestes (concentration d'à peine 6 restes/litre), trois différentes plantes cultivées ont pu être attestées, représentant 80 % de tous les

restes. Il s'agit de deux espèces de blé (épeautre et engrain, 10 pièces); les neufs grains de céréales additionnels n'ont pu être identifiés plus précisément. Une graine carbonisée de lin souligne la grande importance de cette culture, quand on connaît la rareté des macrorestes carbonisés de cette plante (chap. 5.6.3.1); cette présence dans la structure suggère qu'une activité impliquant cette plante avait lieu dans ou autour de ce bâtiment. Pour les cinq taxons restants, il s'agit sans exception de plantes messicoles potentielles originaires des champs ou de zones à l'intérieur du site, apparemment introduites avec les plantes cultivées.

### 5.7.1.5 Les autres structures

#### Le foyer 322

Cette structure de la deuxième moitié du 7<sup>e</sup> siècle a été échantillonnée à trois reprises. Les échantillons DEV54 et DEV765 proviennent d'une phase ancienne (R322-3), DEV766 d'une phase plus récente (R322-1). Les deux plus anciens montrent une concentration en restes de plantes nettement plus élevée (700-800 restes/litre) que l'échantillon plus récent avec seulement 77 restes/litre. Parmi tous ces restes, exclusivement carbonisés, seuls 58 % ont pu être déterminés plus précisément; le solde (206 pièces) consiste en *Indeterminata*. Le spectre des espèces de la phase ancienne est composé pour la plus grande partie de céréales (grains et restes de battage) ainsi que d'une riche flore adventice et rudérale. Il s'agit probablement des restes d'un stock de céréales grossièrement nettoyé. La relativement faible quantité de macrorestes rappelle aussi des déchets. L'échantillon de la phase plus récente est beaucoup plus réduit et, à côté des céréales (21 attestations), on compte 27 spécimens non identifiables.

Pour les céréales, la proportion de grains par rapport aux restes de battage est à peine de 3 : 1 dans la couche ancienne et de 9 : 1 dans la couche récente, qui contient presque exclusivement des grains non identifiables. Les restes de battage se composent essentiellement d'engrain et d'épeautre (fig. 87), mais il y a également parmi les grains complets de l'avoine et un peu d'orge. Tous les échantillons contiennent une part importante de grains de céréales non identifiables (*Cerealia*) vu la conservation très médiocre.

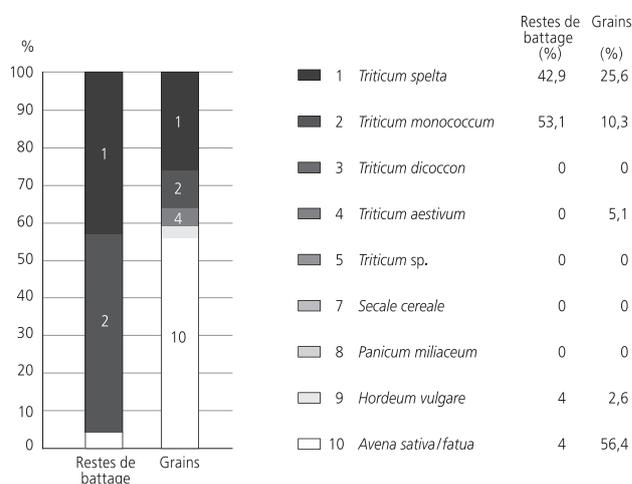


Fig. 87 Proportion des céréales dans l'échantillon DEV765 (nb=88).

La présence de messicoles (entre autres *Bromus secalinus*, *Galium spurium*, *Sherardia arvensis*) confirme la culture de céréales d'hiver. Dans l'échantillon DEV765 surtout, on retrouve diverses plantes de prairie et de pâturage (des espèces de *Trifolium*, *Cynosurus cristatus*, *Phleum pratense* et *Euphrasia/Odontites*). Leur origine est incertaine : elles peuvent provenir soit de prairies plus humides, soit éventuellement aussi de champs et, dans ce cas, elles sont arrivées avec les céréales.

#### La fosse 10

La fosse 10, du début du 7<sup>e</sup> siècle, n'a livré que 96 restes de plantes (dont 21 non identifiables ; échantillon DEV101.1), soit une concentration de 24 restes/litre. La majorité des restes sont non carbonisés, ce que l'on peut attribuer à une préservation en milieu humide. Il s'agit exclusivement de plantes sauvages caractéristiques d'un environnement naturel. À côté du sapin blanc et de *Juncus*, qui indique un milieu humide, 12 diaspores de *Sambucus ebulus* ont aussi été trouvées. Parmi les *Indeterminata*, il y a trois fragments de feuilles assez bien préservées. Toutefois, une influence humaine certaine est décelable dans cet échantillon. En effet, quelques restes de poissons doivent être interprétés comme indicateurs anthropiques et non naturels (Hüster-Plogmann 2004). Ces artefacts sont rarement conservés sous forme carbonisée.

#### Le foyer 185 et la fosse 189

Le petit échantillon prélevé dans le foyer 185 n'a fourni que trois macrorestes non identifiables, qui n'apportent donc rien à l'interprétation de cette structure (DEV1072). L'échantillon DEV992 de la fosse 189 voisine est également très pauvre en macrorestes avec onze pièces, dont une seule est identifiable : une graine de *Vicia/Lathyrus*, évoluant probablement parmi les messicoles.

#### 5.7.1.6 La fosse de rouissage 701

Grâce à d'excellentes conditions de conservation – sédiments recouverts par la nappe phréatique – la fosse de rouissage 701, datée de la première moitié du 7<sup>e</sup> siècle, a livré une grande variété d'espèces. Les cinq échantillons DEV47, DEV53.2, DEV60, DEV71 et DEV114 ont livré en tout 5400 restes pour un volume de 9,5 litres. Plus de cent taxons, en majorité non carbonisés, ont pu être déterminés. On remarque la présence en grand nombre du lin, cette importante plante textile et oléagineuse qui a une signification considérable à Develier-Courtételle. En plus des graines et des capsules, nous avons constaté en particulier dans l'échantillon DEV60 la présence d'un grand nombre de tiges de lin, ce qui parle en faveur de son affinage dans cette zone du site. Pour l'extraction des fibres, il fallait d'abord mettre les plantes moissonnées à tremper dans l'eau. Cette immersion se faisait probablement dans la fosse même, située à proximité immédiate du ruisseau. Des graines de chanvre ont également été trouvées (DEV114), ce qui souligne aussi la grande importance de cette plante pour la fabrication de fibres. Au contraire du lin, le chanvre est également attesté en grand nombre dans les analyses polliniques (chap. 4).

Les macrorestes carbonisés comprennent surtout des céréales : l'épeautre, l'engrain, le froment et l'orge. Il s'agit pour l'essentiel de restes de battage.

Dans l'échantillon DEV114, la présence d'un péricarpe d'*Apium graveolens* – autre plante utile à l'homme – est à relever, de même que la présence de fruits et de baies sauvages : *Malus sylvestris*, *Fragaria vesca*, *Rubus fruticosus*, *Rubus idaeus* et *Sambucus* sp. Une aiguille d'épicéa indique un apport d'un milieu un peu plus éloigné (chap. 5.5.2.1).

L'influence de l'eau est bien visible dans le spectre des plantes sauvages, avec de très nombreux taxons de milieux humides. Ceci s'applique surtout aux genres *Juncus* et *Carex*, mais aussi *Scirpus sylvaticus*, *Polygonum hydropiper*, *Ranunculus repens*, *Verbena officinalis* et *Chenopodium* qui peuvent tous pousser en milieu humide. Parmi les plantes de prairie et de pâturage aussi, une grande part indique des milieux bien engraisés et humides. Des indicatrices de piétinement comme *Plantago lanceolata* ou *Prunella vulgaris*, apparaissant souvent sur des sols compactés, sont aussi attestées. D'après cet ensemble de plantes, des zones fortement marécageuses se trouvaient autrefois aux abords du ruisseau.

Deux espèces dont l'utilisation n'est pas claire sont aussi fréquentes : *Urtica dioica* et *Humulus lupulus*. Toutes deux poussent naturellement dans des milieux humides et riches en azote. Bien que l'ortie soit également considérée comme plante textile, une grande quantité de graines ne représente pas encore une preuve suffisante de son exploitation. Pour cela, il faudrait trouver des fibres d'orties, comme c'était le cas dans la tombe du Haut Moyen Âge de Flurlingen (ZH) (Windler et al. 1995). Comme l'ortie produit un grand nombre de graines, l'importance des macrorestes peut simplement indiquer que beaucoup d'orties poussaient à proximité de la fosse 701. L'interprétation des macrorestes de houblon se révèle encore plus difficile. Le houblon sauvage pousse également dans les forêts alluviales et pourrait de ce fait être naturellement présent dans les environs immédiats du site. Son utilisation en tant que condiment pour la bière reste cependant une possibilité, tout comme une consommation en légume (chap. 5.6.5.1). Un très grand nombre de pollens de type *Humulus/Cannabis* dans la couche B3.322 pourrait indiquer une culture du houblon (chap. 4), mais ces restes palynologiques pourraient surtout provenir du chanvre, déjà attesté par des graines.

Un indice possible en faveur de pratiques tinctoriales nous est fourni par l'attestation de *Reseda luteola* dans l'échantillon DEV71 (B3.332), une plante tinctoriale d'origine méditerranéenne qui pousse surtout dans des milieux rudéraux.

La concentration en macrorestes dans les quatre échantillons du fond de la dépression est, avec 460-610 pièces/litre, relativement élevée et atteint dans la partie supérieure (DEV53.2) une valeur de 1148 pièces/litre. Le lin est très fréquent dans les quatre échantillons du fond de la dépression. Il y a aussi des restes carbonisés de céréales, surtout des restes de battage, qui ne peuvent être mis en relation avec le traitement des fibres dans cette fosse. Dans l'échantillon DEV60 figurent aussi quelques restes de poissons, indiquant une exploitation de cette ressource. Dans les remplissages sommitaux (DEV53.2), les macrorestes de lin sont plus restreints, alors que ceux non carbonisés de céréales sont présents. Particulièrement fréquents sont les restes de battage et

les fragments de *testa*, apparemment des déchets du traitement des céréales. Les restes de céréales carbonisées sont absents de cet échantillon.

#### 5.7.1.7 Le trou de poteau 396

Le remplissage de cette structure correspond à la couche archéologique B3.1. L'échantillon analysé (DEV89) a fourni un total de 671 spécimens/litre. L'éventail des espèces ne diffère pas outre mesure des autres échantillons de la couche archéologique B3.1. Les graines/fruits non carbonisés de *Carex* sp., *Chenopodium* sp. et *Lycopus europaeus* sont présents en grand nombre. *Ranunculus repens*, *Polygonum aviculare* et *Urtica dioica* sont aussi assez fréquents. Parmi les plantes cultivées, les deux blés vêtus engrain et épeautre sont attestés, aussi bien sous forme carbonisée que non carbonisée. En outre, une graine non carbonisée de lin a pu être déterminée.

#### 5.7.1.8 Les couches archéologiques du domaine B en dehors des structures

En bordure méridionale de la ferme 1, la couche archéologique se dilate et présente plusieurs phases sédimentaires distinctes datées entre les dernières décennies du 6<sup>e</sup> siècle (B3.5 et B3.4) et le milieu du 8<sup>e</sup> siècle (B3.1; CAJ 13, fig. 62). Dix échantillons provenant de ces dépôts ont pu être analysés: DEV4, DEV9, DEV11, DEV17, DEV52, DEV53.1, DEV69, DEV100, DEV136 et DEV150 (annexe 1). Ces analyses ont fourni plus de 13 000 macrorestes appartenant à un grand nombre de taxons.

L'éventail des plantes cultivées est très riche. Les restes de lin et de chanvre soulignent la grande importance de ces deux plantes utiles à l'homme. Il existe aussi quelques restes de pavot somnifère. Parmi les céréales, l'épeautre prédomine devant l'engrain et l'orge, alors que les autres espèces (amidonniér, orge, avoine, froment) ne sont attestées qu'en nombre restreint. Des légumineuses cultivées comme les lentilles, l'aneth et le chou (*Brassica*) sont également attestées. Le spectre des fruits de cueillette (avant tout des baies, des noisettes et des pommes) est identique à celui de la fosse de rouissage 701. On peut encore signaler la présence d'*Atropa belladonna* et de *Hyoscyamus niger*, deux plantes potentiellement médicinales.

Parmi les plantes sauvages, il existe aussi un éventail d'espèces très semblables à celui de la fosse de rouissage 701, avec beaucoup de restes de *Cyperaceae* et de *Poaceae*, ainsi que des genres *Juncus* et *Polygonum*. *Urtica dioica* est très bien représentée dans presque tous les échantillons.

Si nous comparons les échantillons provenant des différents étages stratigraphiques, il devient évident que la concentration en macrorestes des phases anciennes (B3.5, B3.4) est nettement plus élevée – avec jusqu'à 1635 diaspores/litre – que dans les couches plus récentes (B3.2, B3.1). Dans la phase ancienne, les restes de lin sont très fréquents, alors qu'ils manquent dans les couches supérieures. Ceci révèle pour cette phase plus récente une diminution, voire une disparition, du travail du lin (chap. 5.8). Un grand nombre de fruits de *Xanthium strumarium* ont été trouvés dans l'ensemble des couches inférieures

(DEV53, B3.4). Cette plante, qui croît de préférence en milieu rudéral, est, comme *Reseda luteola*, une plante tinctoriale appréciée et utilisée lors du traitement des textiles. Le grand nombre de pièces non carbonisées de restes de battage de seigle conservés dans la partie inférieure de la couche (DEV52) est remarquable, comme la grande quantité de restes de battage d'épeautre dans l'échantillon DEV100. Le seigle et *Xanthium* ont aussi été identifiés par l'analyse palynologique de ce même ensemble de couches (chap. 4); le grand nombre de pollens de type *Humulus/Cannabis* mis en évidence par cette étude reflète probablement le traitement du chanvre. L'absence de pollen de lin a des origines méthodologiques (chap. 4). Les restes de plantes carbonisées sont complètement absents de la couche B3.4; dans la phase plus récente (B3.2, B3.1) par contre, il y a des restes carbonisés de plantes dans tous les échantillons, en particulier des restes de céréales et de plantes messicoles. Ceci indique un apport plus important de déchets ménagers carbonisés. Le faible nombre de restes de plantes non carbonisées pourrait aussi être lié à une mauvaise conservation de la couche, ce qui se manifeste dans les analyses palynologiques par une corrosion plus forte des pollens (chap. 4).

#### 5.7.2 La ferme 2 et la zone d'activité 1

Un total de 27 échantillons provenant de cette partie du site ont fait l'objet d'analyses, 23 de la ferme 2 et quatre de la zone d'activité 1. La plupart des échantillons ont été prélevés dans les remplissages de diverses cabanes en fosse, mais deux échantillons proviennent de la couche archéologique.

##### 5.7.2.1 La dépression 1 et le fossé 2

Comme la dépression 701 de la ferme 1, ces deux structures de la fin du 6<sup>e</sup> ou du début du 7<sup>e</sup> siècle se trouvent à proximité du cours d'eau et sont caractérisées par une très bonne conservation du matériel botanique (CAJ 13, chap. 6.6.4; CAJ 17, chap. 12.2.2).

Les deux échantillons analysés de la dépression 1 (DEV96, DEV1296), avec un volume total de 3300 ml et une concentration en restes de 2371, respectivement 417 restes/litre, ont fourni un spectre de plantes riche et proche de celui de la dépression 701. Ici aussi apparaissent des indices sur les pratiques artisanales installées à proximité du cours d'eau. Plus de 99,9 % de tous les restes de plantes sont non carbonisés, les rares macrorestes carbonisés étant exclusivement des céréales. Il faut souligner les attestations de lin (y compris des fragments de capsules) et de chanvre: ces plantes textiles ont apparemment été travaillées à l'intérieur ou aux alentours de la dépression. Les restes de *Dipsacus fullonum/sativa* peuvent également être mis en relation avec l'élaboration des textiles.

L'essentiel des macrorestes provient de plantes sauvages de zones humides, poussant probablement à proximité immédiate. *Juncus*, *Poa*, *Ranunculus repens* et diverses laiches en font partie. Des restes carbonisés de céréales d'hiver sont également présents avec des akènes très bien conservés de *Centaurea cyanus*, ainsi qu'un grand nombre de graines de *Bupleurum rotundifolium*. Il faut remarquer que *Bupleurum rotundifolium* apparaît souvent avec des restes de lin et il est possible qu'il provienne des mêmes champs.

L'échantillon DEV101.2 du fossé 2 montre un spectre d'espèces similaire avec une concentration de 1512 restes/litre et du matériel presque exclusivement non carbonisé. Ici encore les plantes sauvages de stations humides dominent, comme *Scirpus sylvaticus*, *Juncus* sp., *Linum catharticum*, *Ranunculus repens*; il faut mentionner une haute concentration de *Setaria verticillata/viridis*. Les messicoles des céréales d'hiver sont aussi relativement fréquentes, en particulier *Orlaya grandiflora*, *Valerianella dentata* et *rimosa* ainsi que *Bupleurum rotundifolium*. Parmi les plantes cultivées, il faut nommer les macrorestes de lin et de pavot somnifère. Quant aux restes carbonisés, peu nombreux, il s'agit exclusivement de céréales (engrain, épeautre et *Cerealialia* non identifiables).

### 5.7.2.2 La cabane en fosse Q et les foyers 49 et 50

Six échantillons de cette cabane en fosse datée vers le milieu du 7<sup>e</sup> siècle ont été analysés. Deux proviennent de deux foyers domestiques installés dans la fosse après l'abandon du bâtiment (CAJ 13, chap. 6.3.4). Ils ont fourni un assez riche spectre de plantes, presque exclusivement carbonisées.

L'échantillon DEV1324 provient de la partie inférieure de la cabane en fosse, remplie de litière animale et végétale (CAJ 13, chap. 19.3.1). La densité est ici de 49 diaspores/litre. Parmi les céréales, les restes de battage d'engrain dominant, ce qui caractérise des déchets du traitement des céréales. Il s'agit cependant pour la plupart de macrorestes de plantes sauvages, en particulier de plantes rudérales ou de prés et pâturages de zones humides, pouvant pousser dans les environs proches. Il faut également souligner deux attestations de restes de plantes minéralisées non identifiables, révélant un apport plus élevé en phosphates pouvant provenir de matières fécales. La présence de coprolithes de grands herbivores a d'ailleurs été confirmée par l'analyse micro-morphologique (CAJ 13, chap. 19.3.1).

Les échantillons prélevés dans le foyer 49 (DEV103, DEV1314, DEV1315) ont livré des résultats comparables. Ici aussi les plantes rudérales, des prés et des pâturages dominent. Trois espèces de céréales sont également attestées : engrain, épeautre et froment. Ce sont par contre les grains de céréales et non les restes de battage qui dominent ici. Les deux échantillons DEV103 et DEV1314, prélevés au sommet du foyer, sont nettement plus riches avec des concentrations de 140, respectivement 79 spécimens/litre, que l'échantillon DEV1315 provenant de sa partie inférieure, avec une concentration de 5 spécimens/litre.

Le foyer 50 est la structure la plus pauvre, avec seulement 70 restes attestés (DEV1323, DEV1325). Parmi les sept taxons identifiés les laiches dominent, mais il faut aussi souligner la présence de onze grains carbonisés de *Hyoscyamus niger*, une plante médicinale hautement toxique, poussant principalement en milieu rudéral. Vu l'absence de plantes de culture, rien ne prouve qu'il s'agisse d'un foyer domestique.

### 5.7.2.3 La cabane en fosse R

Un très riche spectre de plantes a été trouvé dans les six échantillons de cette cabane en fosse, datée entre la fin du 7<sup>e</sup> et le milieu du 8<sup>e</sup> siècle (DEV6, DEV10, DEV44, DEV291, DEV309, DEV431).

Un total de 9494 graines/fruits – quasi tous carbonisés – a été trié, ce qui correspond à une concentration globale de 968 restes/litre. La quantité de taxons s'élève à près de 65. Les échantillons proviennent de divers niveaux du remplissage (R117-7 à R117-2/4), en partie bioturbés (CAJ 13, chap. 19.3.2). Les échantillons de la première phase d'utilisation R117-7 (DEV44, DEV309, DEV431 ; fig. 88) présentent, avec 59-130 pièces/litre de sédiment, la plus faible concentration en macrorestes de cette structure. Les taxons attestés sont au nombre de 35. Les céréales carbonisées dominent (en partie l'engrain, mais aussi un peu d'épeautre, de seigle, de froment, d'orge et d'avoine) et sont présentes aussi bien sous forme de grains que de restes de battage. Des messicoles de céréales (*Bromus secalinus*, *Sherardia arvensis*) ont aussi été identifiées, ainsi que quatorze espèces de prairie et de pâturage, bien qu'en faibles quantités. La présence d'un sclérote de claviceps carbonisé dans l'échantillon DEV431 est particulièrement intéressante. Ce champignon, autrefois cause de nombreuses intoxications, attaque en particulier les épis de seigle (chap. 5.6).

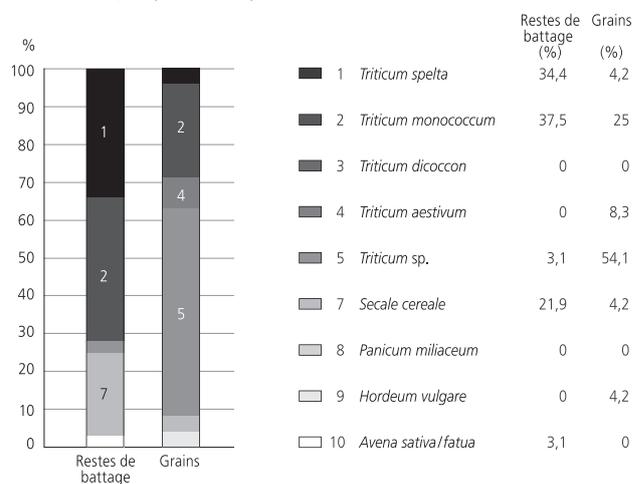


Fig. 88 Proportion des céréales dans les échantillons DEV44, DEV309 et DEV431 (nb=56).

L'échantillon DEV10 de la couche R117-5, plus récente, montre une densité de restes nettement plus haute (4341 pièces/litre). Le spectre des plantes cultivées n'est que légèrement modifié. L'avoine domine, l'engrain et l'épeautre sont aussi largement représentés avec un peu d'amidonier et de froment, alors que le seigle manque (fig. 89).

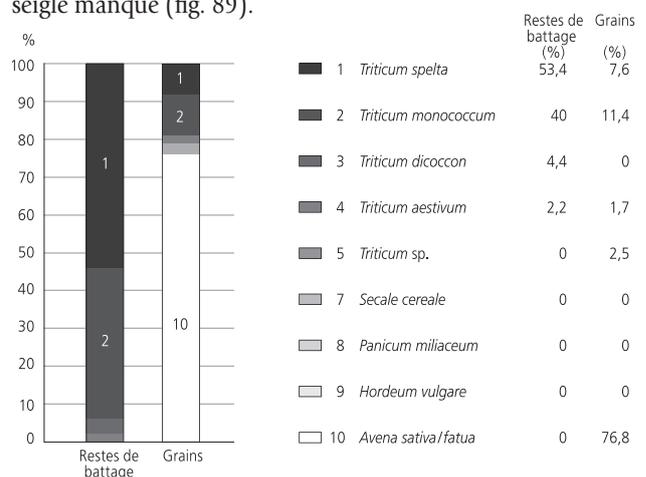


Fig. 89 Proportion des céréales dans l'échantillon DEV10 (nb=281).

On ne peut dire avec certitude si les restes d'avoine sont en lien avec l'alimentation animale. Parmi les plantes cultivées, signons des graines de céréales (22 pièces) ainsi que deux légumineuses non identifiables. Cet échantillon a fourni les seuls restes de coriandre (5 pièces), une épice exotique originaire du bassin méditerranéen oriental, mais qui peut être cultivée chez nous dans des emplacements protégés. Mis à part les plantes cultivées et les messicoles (en particulier *Bromus secalinus* et des espèces de *Vicia* à petits fruits), il y a aussi de très grandes quantités de plantes de prairies et de pâturage, pour lesquelles une interprétation comme plantes compagnes des cultures est à remettre en question. Diverses *Poaceae*, parmi lesquelles *Agrostis* et *Poa*, mais aussi des espèces du genre *Trifolium*, *Juncus* et *Leucanthemum vulgare* apparaissent en grand nombre. Il pourrait très bien s'agir ici de restes de foin carbonisés. On ne peut dire s'il s'agit d'un stock de fourrage, de litière pour les animaux domestiques ou si le matériel servait à l'origine à d'autres utilisations, par exemple comme matériel d'isolation ou de couverture de toiture. La grande proportion des plantes de prairie et de pâturage apparaît toutefois très clairement. D'après les analyses archéologiques et micromorphologiques, ce niveau est le reliquat d'une aire de combustion installée dans la fosse après l'abandon de la cabane (CAJ 13, chap. 6.3.4).

Dans les remplissages supérieurs la concentration en macrorestes est plus basse avec 117 à 737 restes/litre (DEV6, DEV291), alors que la proportion de plantes de prairie et de pâturage est toujours élevée. Parmi les plantes cultivées, seules des céréales (engrain, épeautre, avoine, amidonnier) sont attestées (fig. 90). À l'exception du brome faux-seigle (*Bromus secalinus*), il y a peu de plantes messicoles. Par contre, les plantes de prairie et de pâturage, avec un spectre diversifié de quatorze taxons, pourraient indiquer des restes carbonisés de foin.

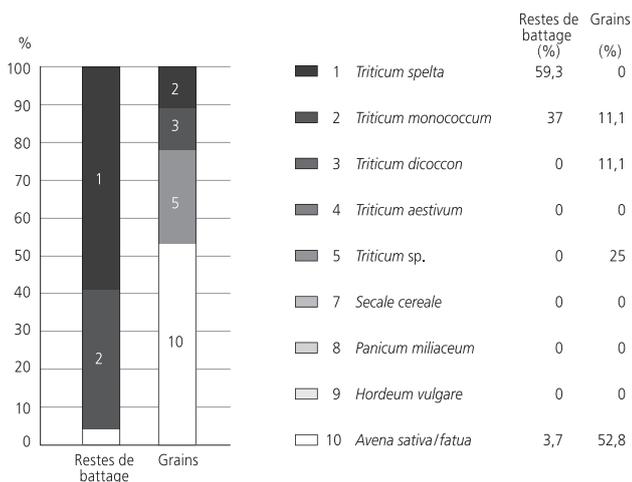


Fig. 90 Proportion des céréales dans les échantillons DEV6 et DEV291 (nb=69).

#### 5.7.2.4 La cabane en fosse V et la cabane en fosse U

Dans les échantillons de ces deux cabanes en fosse de la première moitié du 8<sup>e</sup> siècle, les concentrations en macrorestes sont nettement inférieures à celles de la cabane en fosse R, avec 100 graines et fruits/litre (CAJ 13, chap. 6.3.4; CAJ 17, chap. 12.2.2). Dans les deux échantillons de la cabane en fosse V (DEV574,

DEV585), les céréales représentent 68% des restes. L'état de conservation des graines est mauvais, c'est pourquoi la grande majorité des restes a été identifiée comme *Cerealia* (131 grains et 4 restes de battage). Parmi les céréales identifiables, il y a l'engrain, le froment, le seigle et l'avoine, chacune représentée par quelques spécimens seulement. Le faible éventail de plantes sauvages est surtout composé de plantes ségétales ou de prairie et de pâturage, probablement amenées sur place avec les céréales. Nous avons découvert dans les deux échantillons des restes minéralisés isolés, ce qui indique une haute teneur en phosphates liée à la présence de coprolithes.

Dans l'échantillon DEV610 de la cabane en fosse U, la concentration en macrorestes est un peu plus élevée avec 126 spécimens/litre. La part des céréales y est nettement plus basse, avec 12%, et la proportion de plantes sauvages est plus haute. Parmi les céréales, les restes de froment, d'engrain, d'épeautre et d'orge sont attestés. Cet échantillon est caractérisé par un grand nombre de plantes de prairies et de pâturage, en particulier des espèces de trèfles et diverses herbes, en plus de quelques messicoles de céréales d'hiver (*Agrostemma githago*, *Bromus secalinus*, *Fallopia convolvulus*). Se pose dès lors la question de savoir si ces plantes proviennent des champs ou s'il peut s'agir de restes de foin ou de fumier de bétail. La découverte de quelques restes non carbonisés de poisson mérite une attention spéciale. Comme dans la cabane en fosse R, nous avons ici encore retrouvé un sclérote carbonisé d'ergot, issu de céréales contaminées.

#### 5.7.2.5 Le four 271 et le foyer 582

Les échantillons prélevés dans ces deux structures ne contenaient pratiquement pas de macrorestes. Seuls trois graines/fruits non identifiables (Indet.) ont été trouvés dans le four 271 (DEV1000), alors que le foyer 582 (DEV702 et DEV712) n'a fourni aucune diaspore.

#### 5.7.2.6 Les bas foyers 187 et 189 et la fosse 565 de la zone d'activité 1

Les trois échantillons DEV199, DEV210 et DEV226 prélevés dans deux bas métallurgiques contenaient quelques graines et fruits. Près d'un tiers des macrorestes sont des grains de céréales mal conservés et non identifiables (*Cerealia*). Le solde est représenté par des espèces ségétales et rudérales, en particulier *Vicia* et *Galium*, qui ont dû arriver sur place avec les céréales. Près d'un tiers de tous les restes n'ont pu être déterminés (*Indeterminata*). Les macrorestes de ces bas foyers ne proviennent pas d'échantillons tamisés mais ont été triés en même temps que les restes de la sidérurgie (battitures), ce qui explique très probablement l'absence de restes de battage et la présence réduite de diaspores de petite taille. Il est difficile de trancher s'il s'agit ici de déchets brûlés ou si les grains de céréales peuvent être interprétés comme les restes d'un repas.

L'échantillon prélevé dans la fosse 565 (DEV690) contient exclusivement des restes non carbonisés de *Sambucus* (11 pièces). Comme cet échantillon ne provient pas d'un sédiment humide, mais sec, seuls des restes carbonisés devraient avoir été conservés. Il s'agit dès lors probablement de graines modernes.

### 5.7.2.7 Deux concentrations de macrorestes carbonisés dans la couche archéologique

Deux concentrations de ce type ont été repérées à l'intérieur de la couche archéologique B3.3, datant de la première moitié du 7<sup>e</sup> siècle. Elles ont livré un total de 3990 macrorestes, tous carbonisés, avec un très riche spectre d'espèces. Les restes de plantes cultivées (en grande partie des céréales) représentent près de 88 % de l'ensemble. L'épeautre et l'engrain dominant, l'amidonnier, le froment, l'orge vêtue et l'avoine sont attestés comme espèces additionnelles (fig. 80-81). Les légumineuses sont présentes (petit pois, lentilles et vesce cultivée, *Vicia sativa*). Un pépin de pomme a aussi pu être déterminé, cependant il n'est pas possible de différencier le fruit sauvage du fruit cultivé. Dans l'échantillon DEV25, la densité des restes (1880 pièces/litre) est deux fois plus élevée que dans l'échantillon DEV94 et le nombre de taxons présents est aussi significativement plus élevé. L'avoine, l'amidonnier, le petit pois et la vesce cultivée ne sont présents que dans l'échantillon DEV25, en petit nombre. Par contre l'engrain et l'épeautre sont les céréales dominantes dans les deux échantillons. Les plantes messicoles (toutes des compagnes des céréales d'hiver) sont bien représentées dans les deux échantillons; toutefois DEV94 comporte un peu plus de taxons. Un plus grand nombre de plantes de prairie et de pâturage, pour lesquelles une provenance des champs est à remettre en question, apparaît dans l'échantillon DEV25.

Les analyses palynologiques de cette zone offrent également de très hautes valeurs de *Poaceae* avec 31 % (coupe 50sm3; chap. 4), ce qui nous amène plutôt à penser à une origine des prés ou des pâturages (foin?). Les plantes textiles ne sont par contre pas du tout représentées dans ces échantillons, alors qu'elles le sont dans les analyses palynologiques.

### 5.7.3 La zone d'activité 2

**5.7.3.1 La couche archéologique C3.211 du secteur oriental**  
Un échantillon a été prélevé dans des limons organiques de cette partie marécageuse du site (DEV183). Avec 529 restes identifiables et une concentration de 132 spécimens/litre, cet échantillon s'est montré nettement moins riche que ceux prélevés dans des sédiments comparables en bordure des fermes 1 et 2. Cette couche, qui s'est montrée très riche en pollens (chap. 4), contient une concentration moyenne en macrorestes. En plus des 377 restes non carbonisés, probablement sédimentés *in situ*, il y avait 152 graines/fruits carbonisés (29 %). Ces derniers forment probablement un dépôt secondaire à partir d'une structure ou d'une zone de combustion. Il s'agit principalement de plantes cultivées dont quatre espèces de céréales: avoine, seigle, engrain et épeautre. Cependant, un grand nombre de grains n'ont été identifiés que comme *Cerealia*. La lentille est présente, ainsi qu'un fragment carbonisé d'un noyau de fruit de Prunier (*Prunus cf. domestica*). Les graines/fruits non carbonisés proviennent surtout de plantes de bord de rivière (avant tout *Alnus glutinosa*, *Eleocharis* sp., *Alisma* sp., caractéristiques de zones fortement humides ou inondées) et des espèces de prairie et de pâturage plutôt humides (p. ex. *Juncus* sp.). Quelques plantes de forêt isolées, ne poussant pas dans les environs immédiats d'un cours d'eau (*Fragaria*,

*Mercurialis perennis*, *Abies*, *Fagus*), mais ayant leur centre de distribution dans la hêtraie, sont également présentes. Le spectre de plantes contenu dans le présent échantillon trouve de très bons parallèles avec un échantillon de Delémont, La Communance (DEL-CO2, séquence VIII), interprété comme sédiment plus ou moins naturel (chap. 5.9).

### 5.7.4 La zone d'activité 3

#### 5.7.4.1 La cabane en fosse B

Le seul échantillon analysé de cette cabane en fosse du début du 8<sup>e</sup> siècle (CIT170) a fourni exclusivement des grains de céréales carbonisés (37 pièces), dont la plus grande part n'a pu être identifiée. Seuls un grain d'avoine et deux de froment ont été identifiés avec certitude. L'absence de restes de battage indique qu'il s'agit donc de restes de céréales nettoyées.

#### 5.7.4.2 Le foyer 27

Les deux échantillons CIT116 et CIT176 du foyer 27, daté de la fin du 6<sup>e</sup> siècle, sont très pauvres en macrorestes et ne permettent pas d'interprétation archéobotanique. Parmi les six graines et fruits trouvés, on compte un grain de céréale<sup>24</sup>, une graine de *Vicia* sp. et quatre diaspores non identifiables (Indet.).

#### 5.7.4.3 La couche archéologique

L'échantillon CIT14, prélevé dans la couche archéologique, a fourni 728 macrorestes, presque exclusivement carbonisés, ce qui correspond à une concentration de 120 spécimens/litre. Près de 5 % de tous les restes proviennent de plantes cultivées, surtout des céréales: engrain, épeautre, froment et avoine. La lentille, autre plante cultivée, est également attestée. Parmi les plantes sauvages, il n'y a que peu d'espèces ségétales et rudérales, alors que les espèces de prairie et de pâturage sont mieux représentées. Ceci concerne en particulier les graminées (*Poa*, *Agrostis*, *Cynosurus* et *Phleum*) et différentes espèces de trèfle. Il pourrait s'agir ici – comme pour d'autres restes déjà présentés (DEV25, DEV10, DEV610) – de foin. Les seuls restes non carbonisés appartiennent à *Sambucus* sp. (77 pièces) et sont peut-être modernes.

### 5.7.5 La zone d'activité 4 et les bassins

Les douze échantillons analysés de ce domaine ont fourni 17 600 macrorestes, ce qui correspond à 28 % de tous les restes trouvés. Cette grande quantité est avant tout attribuable à un important échantillon de céréales (CIT156) et à un riche échantillon prélevé dans la zone des bassins (CIT62).

#### 5.7.5.1 Les fosses 4, 5 et 7

La teneur en macrorestes de ces trois fosses du 7<sup>e</sup> siècle est très variable. Alors que peu de restes de plantes sont présents dans les fosses 4 et 5, avec respectivement 58 et 91 pièces (CIT153 et CIT164), près de 15 000 macrorestes ont pu être identifiés dans la fosse 7 (CIT156). Tous sont conservés sous forme carbonisée, caractéristique d'une conservation en milieu sec.

L'échantillon CIT153 de la fosse 4 comprend quasi exclusivement des restes de plantes sauvages, soit 98 % de tous les restes. Une

seule céréale (engrain) y figure et les espèces de prairie et de pâturage comme les laiches, les trèfles et diverses graminées, venant peut-être des environs immédiats du site, sont majoritaires.

Les restes de céréales sont nettement mieux attestés dans l'échantillon CTT164 de la fosse 5 (65% de tous les restes). Si beaucoup n'ont pu être identifiés (*Cerealialia*), les quatre espèces avoine, orge, seigle et engrain sont certainement présentes. Parmi les plantes sauvages, il n'y a presque pas d'indicatrices de prairies ou de pâturages, les quelques espèces identifiées appartenant avant tout à des messicoles (*Sherardia arvensis*, *Galium*, *Vicia/Lathyrus*).

L'échantillon CTT156 de la fosse 7 a livré la plus grande quantité de macrorestes parmi tous les échantillons analysés : 14 693 spécimens, équivalant à une concentration de 3673 restes/litre de sédiment. La plus grande partie (75%) est formée de céréales et l'avoine y est domine avec plus de 1000 pièces. Nous sommes donc ici en présence d'un stock d'avoine accidentellement carbonisé et placé dans cette fosse. Les autres céréales sont faiblement représentées, et sont considérées comme plantes compagnes : ce sont par ordre d'importance décroissante l'orge, l'engrain, l'épeautre, le froment et le seigle (fig. 78). En seconde position figurent les plantes de prairies et de pâturage (5%), parmi lesquelles les *Poaceae* (en particulier les genres *Agrostis*, *Festuca/Lolium* et *Poa*), ainsi que *Trifolium*. Il est difficile de déterminer si ces espèces proviennent des prairies ou si elles ont été amenées des champs avec les céréales. La faible quantité de restes de battage de céréales et de messicoles, indices d'un nettoyage efficace des récoltes, plaide cependant contre l'hypothèse d'un transport accidentel avec les céréales. Trois messicoles typiques des céréales d'hiver sont attestées par quelques restes d'*Agrostemma githago*, *Bromus secalinus* et *Sherardia arvensis*, ainsi qu'un sclérote d'ergot (*Claviceps*).

#### 5.7.5.2 Le trou de poteau 8

Une autre analyse provient du trou de poteau 8, situé à seulement 1,5 m de la fosse 7 (CTT143). Elle montre un spectre très comparable avec une très grande part de céréales (91%) et une dominance de l'avoine, indiquant qu'il s'agit ici d'une partie du même stock que celui déposé dans la fosse 7 (fig. 79). Parmi les 120 grains d'avoine, quelques grains d'orge, d'engrain et d'épeautre peuvent être interprétés comme des contaminants ; la part d'épeautre est ici un peu plus élevée que dans l'échantillon CTT156. Les restes de battage sont peu nombreux (quelques bases de glumes d'épeautre). Parmi les plantes sauvages, les espèces de prairie et de pâturage forment à nouveau le second groupe en importance ; le nombre d'espèces nettement plus faible est fonction de la petite quantité de restes. La grande proportion d'avoine observée ici et dans la fosse 7 pourrait être mise en relation avec l'élevage de chevaux, mais les données archéologiques ne vont pas dans ce sens ; il est tout aussi possible que ces restes représentent les vestiges d'un stock de céréales prévu pour l'alimentation humaine.

#### 5.7.5.3 L'aire de forge 14

Un unique grain de froment a pu être attesté dans cette structure. Cependant le tri des deux échantillons de cette structure (CTT95, CTT96) s'est fait lors de la recherche de battitures et le résultat ne peut être considéré comme représentatif.

#### 5.7.5.4 Les bassins

Cette zone correspond à une série de trois bassins creusés dans un ancien méandre. Les six échantillons analysés proviennent de différentes couches et livrent un spectre de plantes passablement varié (fig. 91). L'échantillon CTT62, prélevé dans le remplissage le plus ancien, la couche D3.4, comporte exclusivement des restes non carbonisés de plantes sauvages et présente en même temps la plus haute densité en macrorestes. La plupart de ces restes indiquent un environnement très humide, ce qui correspond bien aux résultats géomorphologiques (CAJ 13, fig. 145). Les deux espèces les plus fréquentes sont *Juncus* sp. et *Urtica dioica*, avec plus de 60% de tous les restes de cet échantillon. Des espèces de *Carex*, *Poaceae* et *Scrophularia* cf. *nodosa* sont attestés en grand nombre. Des plantes d'eau stagnante ou faiblement courante sont présentes, entre autres quatre oogones de *Characeae*, des algues devenues rares aujourd'hui. L'attestation de *Typha* sp. (massette) indique aussi un milieu marécageux de type roselière qui devait autrefois dominer dans le méandre du cours d'eau. Cet ensemble de plantes devrait bien refléter la végétation naturelle du début de l'occupation de Delevier-Courtételle.

La couche D3.303 (CTT60) contient en partie les mêmes indicateurs d'humidité que la couche D3.4 (*Juncus*, *Urtica*, *Mentha*), mais considérée globalement, l'influence de l'eau y est nettement plus faible. Il faut remarquer la présence d'*Atropa belladonna*, fréquente dans les clairières et les coupes forestières. Des restes carbonisés apparaissent isolément (entre autres un reste de battage de céréale et quelques diaspores de messicoles), indiquant une influence anthropique.

L'échantillon CTT81 de la couche D3.302, située dans un niveau très riche en charbons de bois, correspond aux vestiges d'une meule à charbon et contient un tout autre spectre de plantes. Il s'agit exclusivement de restes carbonisés. Une grande part est composée de plantes cultivées, surtout des restes de céréales : *Cerealialia* indéterminées, avoine, épeautre, engrain, froment, seigle et millet. Une très grande partie de tous ces macrorestes sont des restes de battage et résultent du processus de nettoyage (fig. 82). Ce matériel a peut-être été utilisé pour recouvrir la meule ou comme combustible. Les nombreux restes carbonisés

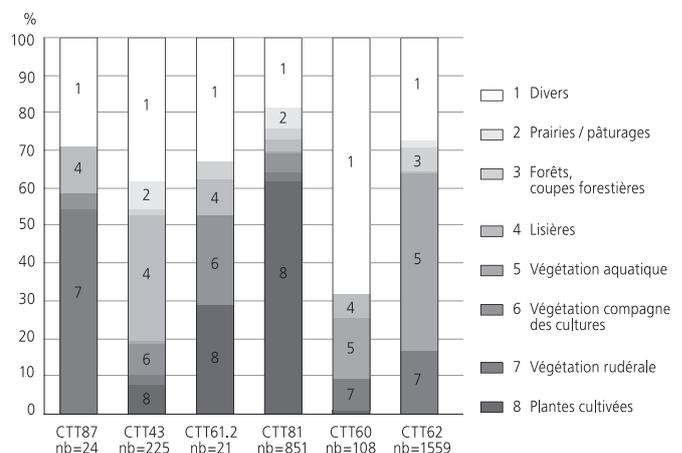


Fig. 91 Échantillons des bassins par groupes écologiques principaux (nombre de restes).

de messicoles et de plantes de prairie et de pâturage peuvent être interprétés dans le même sens. Les restes d'aiguilles de sapin blanc pourraient provenir de rameaux; l'analyse anthracologique a aussi révélé la dominance du sapin blanc dans cette structure (79 %; CAJ 13, annexe A).

Pour la couche D3.311, faciès latéral de la couche D3.302, deux échantillons contiennent eux aussi avant tout des macrorestes carbonisés (CTT43, CTT61.2). La densité y est toutefois plus basse et le spectre différent. Les grains de céréales sont plus nombreux, alors que les restes de battage et les messicoles sont rares. Dans le même temps, on retrouve chez les genres *Carex*, *Fragaria*, *Polygonum* et *Sambucus* des restes non carbonisés (avant tout dans l'échantillon CTT43), ce qui indique un sédiment mélangé.

L'échantillon CTT87 a été prélevé dans la couche D3.2, résultat d'une inondation qui a scellé par les remplissages inférieurs. Seuls 24 graines et fruits ont pu être triés, comprenant exclusivement des restes de plantes sauvages non identifiables (*Poaceae*, *Carex* sp., *Chenopodium* sp.) et n'autorisant du coup aucune interprétation précise.

### 5.7.6 La ferme 3

Au total, neuf échantillons de la ferme 3, provenant pour la plupart de trous de poteau, ont été analysés. Par expérience, de tels échantillons sont pauvres en macrorestes, ce qui se confirme ici puisqu'en tout seuls 176 restes ont été trouvés. Cette ferme a été occupée entre les dernières décennies du 6<sup>e</sup> et le milieu du 7<sup>e</sup> siècle.

#### 5.7.6.1 Le bâtiment A

Les deux échantillons CTT61.1 et CTT121, provenant du trou de poteau 53 et du foyer 64, ont livré 83 et 30 macrorestes, ce qui correspond à des densités de 18,4 et de 21,4 spécimens/litre. Des céréales sont chaque fois présentes, mais en faible quantités. L'épeautre et l'avoine sont attestés, toutefois plusieurs restes n'ont pu être identifiés qu'au niveau de *Cerealia*. Les messicoles sont en faible nombre (en particulier des *Vicia* à petits fruits). La fréquence élevée des *Poaceae*, des laiches et d'autres plantes de prairie et de pâturage est remarquable. Elles n'ont peut-être pas été amenées avec les céréales.

#### 5.7.6.2 Le bâtiment B

Prélevé dans le foyer 16, l'échantillon CTT27.1 a fourni 30 restes de plantes, dont 21 identifiés. Nous n'avons reconnu que des plantes utiles à l'homme, avec des grains d'avoine et d'orge et un fruit de cueillette (une graine de mûre). Les restes de battage et les messicoles sont absents. Il s'agit donc ici probablement de restes de stocks nettoyés.

Les échantillons des trous de poteau 3 et 13 (CTT6, CTT15) n'ont fourni respectivement que deux (Indet.) et cinq restes (dont quatre non carbonisés), ce qui correspond à une concentration de seulement 0,7 et 1,5 spécimens/litre. Il n'y a que des plantes sauvages. Les quatre restes non carbonisés de l'échantillon CTT15 sont probablement d'origine récente.

#### 5.7.6.3 Le bâtiment C

Le trou de poteau 43 de cette petite construction quadrangulaire a donné une densité de restes qui, avec 6 spécimens/litre, est basse (CTT59). Toutefois cinq restes de céréales ont pu être reconnus (trois grains et deux restes de battage) pour un seul reste de battage d'épeautre. Les autres macrorestes n'ont pu être déterminés.

#### 5.7.6.4 Le trou de poteau 32

L'échantillon CTT20 prélevé dans le trou de poteau 32 ne contient aucun macroreste.

#### 5.7.6.5 La zone de combustion 68

Avec 72 macrorestes et une concentration de 34 spécimens/litre, l'échantillon CTT100 prélevé dans cette zone de combustion est le plus riche de la ferme 3. La majorité des restes provient de messicoles (avant tout des espèces de *Vicia*), les restes de céréales étant plutôt rares: un reste d'avoine et un d'épeautre, le solde étant formé de *Cerealia* (trois restes de battage et trois grains). Diverses plantes de prairie ont pu être déterminées, en particulier des *Poaceae* ainsi que *Trifolium* sp. et *Plantago lanceolata*. Cette composition caractérise plutôt des déchets que des stocks de plantes cultivées. L'analyse des graines et des fruits ne fournit donc pas d'arguments sur le fait que ce matériel pourrait venir du bâtiment A, comme suggéré dans l'étude archéologique.

#### 5.7.6.6 La couche archéologique

L'échantillon CTT3, prélevé dans la couche archéologique, n'a fourni que onze grains carbonisés de céréales: avoine, engrain et épeautre ainsi que trois grains de *Cerealia*.

### 5.7.7 La ferme 4

Les quatre échantillons de la ferme 4, occupation du 7<sup>e</sup> siècle, ont livré un total de 1707 restes de plantes dont la plupart proviennent d'une cabane en fosse (1671 pièces). Les trois échantillons restants sont pratiquement stériles.

#### 5.7.7.1 Le bâtiment A

Deux échantillons provenant des trous de poteau 14 et 34 ont été analysés (CTT 27.2, CTT 4). Ici encore les concentrations sont très basses avec 2, respectivement 7 spécimens/litre, ce qui réduit forcément l'intérêt de ces échantillons. Parmi les 20 macrorestes de CTT 27.2, quatre restes de céréales (*Cerealia*) accompagnent des graines de *Chenopodium*. Les restes de plantes de culture manquent totalement dans CTT4, qui n'a livré que six restes, dont ceux de chénopodes (*Chenopodium* sp.) et de vesces (*Vicia* sp.).

Dans le foyer 24, situé à l'intérieur du bâtiment A, la concentration en macrorestes est également basse, avec seulement 2,5 spécimens/litre (CTT58). Parmi les dix semences, huit n'étaient pas identifiables (*Indeterminata*) et deux diaspores proviennent de *Vicia* à petits fruits, interprétés comme des messicoles. Il s'agit éventuellement de déchets brûlés.

#### 5.7.7.2 La cabane en fosse D

L'unique échantillon de la ferme 4, riche en semences, provient de cette cabane en fosse (DEL6). L'analyse micromorphologique

montre que le remplissage échantillonné représente les restes d'une meule à charbon, installée dans la fosse après abandon du bâtiment (CAJ 13, chap. 19.6.2).

Au total 623 restes de plantes, tous carbonisés, ont été analysés (densité de 173 restes/litre). Les restes de céréales représentent 23 % du total et les six espèces attestées reflètent presque le spectre complet des céréales cultivées au Haut Moyen Âge : avoine, orge, engrain, amidonnier, épeautre et froment (fig. 83). Seuls 43 % de ces restes sont des grains, la majorité étant des restes de battage, mais aussi de chaumes de céréales, ce qui caractérise des déchets provenant du nettoyage des céréales. À côté d'un grand nombre de messicoles, cet échantillon contient aussi une part relativement élevée d'espèces de prairie et de pâturage. Ces plantes et les déchets provenant du nettoyage des céréales pourraient avoir été utilisés pour recouvrir la meule. D'ailleurs l'utilisation occasionnelle de plaques de gazon pour isoler les meules à charbon est connue ; il est dès lors possible qu'une partie des semences carbonisées proviennent de coussins d'herbe.

### 5.7.8 La ferme 5

Les onze échantillons prélevés dans cette ferme, fondée durant la seconde moitié du 6<sup>e</sup> siècle et abandonnée avant la fin du 7<sup>e</sup> siècle, sont tous très pauvres ou stériles, à l'exception des deux échantillons du puits 155. Les macrorestes sont carbonisés, sauf ceux du puits.

#### 5.7.8.1 Les bâtiments A, B et C

Il n'y a que très peu de macrorestes dans les trois échantillons prélevés dans le foyer 48 du bâtiment A (CTT337), dans le foyer 136 du bâtiment B (CTT256) et dans le trou de poteau 5 du bâtiment C (CTT298). Le premier n'a livré aucun macroreste identifiable, le deuxième une unique graine carbonisée de *Chenopodium* sp. et un reste non carbonisé de *Sambucus* sp. ; le dernier n'a fourni qu'un seul grain carbonisé d'avoine. Ces faibles quantités de restes ne permettent aucune interprétation.

#### 5.7.8.2 Les cabanes en fosse K et L

Ces deux cabanes en fosse n'ont fourni aucun macroreste identifiable. L'échantillon CTT293 (cabane en fosse L) ne contenait pas de macrorestes. L'échantillon CTT534 (cabane en fosse K) est, à l'exception de deux diaspores carbonisées non identifiables, lui aussi stérile.

#### 5.7.8.2 La «cuisine»

Quatre échantillons proviennent d'un ensemble interprété comme cuisine (CAJ 13, chap. 13.5.1) ; ils ne contiennent toutefois pratiquement aucune diaspore identifiable. Ceux des foyers 30 et 33 (CTT319 et CTT348) sont stériles, mais celui du rejet de foyer 34 (CTT383) n'a livré que deux graines carbonisées de *Chenopodium album*, une plante rudérale poussant probablement sur le site. L'échantillon CTT560 (prélevé à côté du four 36) est également très pauvre : une graine de *Chenopodium album* et un reste non identifiable. Les plantes cultivées et utiles à l'homme manquant dans tous ces échantillons, l'interprétation archéologique de cet ensemble de structures ne peut être confirmée par l'archéobotanique.

### 5.7.8.4 Le puits 155 et la cabane en fosse M

Les deux seuls échantillons riches en macrorestes de la ferme 5 ont été prélevés dans la structure 155. Il s'agit d'un puits qui, après son abandon, a été transformé en cabane en fosse (CAJ 13, chap. 13.5.2). Ici, un total de 232 macrorestes a été comptabilisé. La densité en restes de l'échantillon inférieur provenant de la base du puits (CTT214 ; R155-6) est, avec 457 pièces/litre, près de trois fois plus élevée que pour l'échantillon prélevé plus haut dans la cabane en fosse M (CTT197 ; R155-2), avec 144 pièces/litre, indiquant une meilleure conservation. Le spectre des espèces des deux échantillons est néanmoins très comparable et est dominé par les plantes sauvages, poussant pour la plupart aux environs immédiats de la structure.

Les plantes utiles à l'homme sont représentées par quelques baies (fraises, framboises et mûres) et un reste de battage carbonisé de blé. La plus grande partie des restes botaniques provient de plantes sauvages d'associations rudérales ou ségétales, ainsi que de prairies bien engraisées et d'endroits plutôt humides. Les taxons les plus fréquents sont *Chenopodium* sp., diverses espèces de *Polygonum*, *Poaceae* et *Silene* cf. *alba*. *Fallopia convolvulus* et *Sherardia arvensis* peuvent être mentionnées comme messicoles. *Aethusa cynapium* est un peu plus fréquemment attestée. Dans l'échantillon inférieur, les restes correspondent surtout à des restes non carbonisés et les plantes indicatrices d'un milieu humide sont fréquentes (*Mentha*, *Polygonum hydropiper*, *Ranunculus sceleratus*, *Myosoton aquaticum*). Elles ont pu se sédimenter *in situ* et reflètent ainsi la végétation des abords du puits. Un échantillon palynologique provenant de cet horizon (chap. 4) révèle un nombre frappant de pollens de chanvre, ce qui ne correspond pas avec les résultats de l'analyse des macrorestes qui reflète surtout la végétation naturelle. Les pollens ont une dispersion nettement plus importante et ne proviennent donc pas forcément des environs immédiats de la structure.

Le remplissage de la cabane en fosse a essentiellement livré des restes carbonisés (CTT197), ce qui correspond à un sédiment moins touché par la nappe phréatique. En présence d'oxygène, les restes de plantes non carbonisés se sont décomposés. Il pourrait s'agir ici d'un matériel en position secondaire, rejeté dans la dépression après l'abandon de la cabane en fosse. Les attestations de plantes cultivées manquent et l'éventail des espèces montre avant tout des plantes de prairie et de pâturage ainsi que des *Fabaceae* sauvages, qui pourraient bien être des messicoles.

### 5.7.9 La ferme 6

La ferme 6, occupée durant la première moitié du 7<sup>e</sup> siècle, n'a livré que peu de restes de plantes (68 pièces), provenant de trois échantillons.

#### 5.7.9.1 Le bâtiment A

L'échantillon prélevé dans le foyer 126 de cette construction (CTT 516) ne renferme que treize macrorestes, dont un seul grain de céréale non identifiable (*Cerealialia*). Les autres taxons sont des plantes sauvages qui proviennent peut-être aussi des champs.

### 5.7.9.2 Le bas foyer 59

Les 51 macrorestes trouvés dans ce bas foyer composent le plus grand ensemble de plantes de la ferme 6 (CTT460). Le matériel n'a pas été tamisé par nos soins, mais trié dans le cadre de la recherche de battitures : l'absence de petites graines et de restes de battage est donc due à la méthodologie. Les restes identifiés sont en majorité des grains de céréales. L'avoine domine avec 34 pièces, alors que l'épeautre et l'orge ne sont attestés qu'avec un, respectivement trois restes. En ajoutant les 10 grains de *Cerealia*, les plantes cultivées représentent 94% de tout l'ensemble. Parmi les plantes sauvages, il y a deux messicoles de céréales *Bromus secalinus* et *Galium aparine*. L'absence de déchets de céréales est éventuellement une autre conséquence de la méthodologie. La découverte d'un bon nombre de grains de céréales dans un bas foyer est frappante et indique que celui-ci n'a pas seulement servi au travail du fer.

### 5.7.9.3 Le foyer 74

L'échantillon prélevé dans ce foyer isolé n'a livré que quatre restes pour 2 litres de sédiment (CTT476). Il s'agit sans exception de plantes sauvages des champs ou d'emplacements rudéraux.

## 5.8 Approche chronologique

L'évolution chronologique de l'habitat de Develier-Courtételle, occupé durant environ deux siècles, a été bien décrite (CAJ 17, chap. 12). Dans les limites du possible, les échantillons archéobotaniques ont été attribués à l'une des trois phases distinctes, longues de 30 à 80 ans (phase 1 : env. 570-600; phase 2 : env. 600-680; phase 3 : env. 680-750). Il subsiste toutefois quelques difficultés méthodologiques qui seront brièvement discutées ici.

La fiabilité de l'attribution chronologique n'est pas égale pour tous les échantillons, raison pour laquelle près d'un quart d'entre eux n'ont pas été pris en considération ici. Le nombre d'échantillons datés est restreint, en particulier pour la phase 3 avec onze

échantillons et pour la phase 1 avec treize échantillons, ce qui rend une évaluation difficile. Pour la phase 2, 42 échantillons ont pu être retenus. Une difficulté plus importante encore est posée par la variation de l'état de conservation : les macrorestes associés à la phase 3 sont principalement carbonisés, alors que dans les phases 1 et 2 des restes de plantes non carbonisés sont également présents<sup>25</sup>. En outre, une grande partie des échantillons provenant d'un milieu sec ne contenaient qu'un petit nombre de restes (carbonisés) ; le spectre des plantes de ces échantillons ne peut alors être considéré comme représentatif.

En dépit de ces problèmes méthodologiques, le regroupement des échantillons a mis en évidence quelques différences apparemment d'origine chronologique. Les valeurs de présence/absence ainsi que les fréquences d'occurrence se sont avérées utiles pour la comparaison.

Le spectre des plantes cultivées ne semble guère avoir évolué durant l'occupation. Les mêmes espèces de céréales ont été cultivées dans les trois phases, en premier lieu l'avoine, l'en grain et l'épeautre. Les autres plantes de culture n'évoluent que très peu. Néanmoins, quelques différences apparaissent au sein de certaines espèces et pourraient être le résultat de changements dans les pratiques agricoles. Une augmentation générale de la proportion des céréales parmi les restes identifiés est à relever au cours de l'occupation (fig. 92). Mais cette augmentation reflète sans doute en bonne partie la taille et la qualité des échantillons (souvent pauvres pour la phase 1) et non une véritable intensification de la culture des céréales.

Par contre, un recul effectif de la culture du lin semble se dessiner, ce qui a pu être constaté avant tout dans les échantillons provenant des différentes couches du domaine sédimentaire B (chap. 5.7.1.7). Elle n'a cependant pas été abandonnée, puisque des échantillons de la phase 3 ont encore livré quelques restes carbonisés de lin. Tout comme les attestations de lin, les restes de

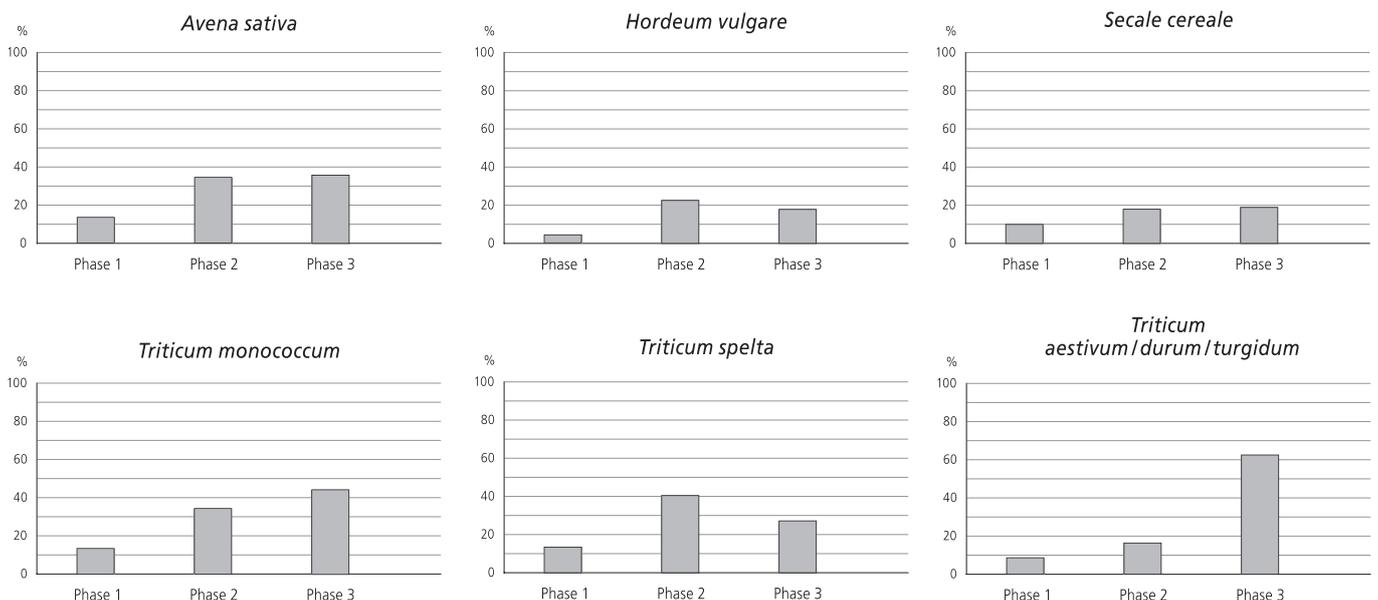


Fig. 92 Fréquences des céréales par phase chronologique. Phase 1 : env. 570-600; phase 2 : env. 600-680; phase 3 : env. 680-750.

chanvre (*Cannabis sativa*), de *Dipsacus* div. sp. et de *Xanthium strumarium* – également en relation avec le façonnage des textiles – tendent à décroître.

Un petit nombre d'espèces de légumes et d'épices apparaissent en phase 3, par exemple la coriandre (*Coriandrum sativum*) et le pourpier (*Portulaca sativa*). D'autres, comme le chou (*Brassica* sp.), deviennent plus fréquents, ce qui indique une intensification de leur culture. Certaines épices, comme *Apium graveolens*, *Origanum vulgare* et *Anethum graveolens*, sont attestées depuis le début de l'occupation.

Ces faits nous indiquent que l'usage des légumes et des épices a pris de l'importance à Develier-Courtételle au cours du 7<sup>e</sup> siècle. La coriandre, une épice plutôt exotique, est attestée justement vers la fin de la période d'habitation. L'évolution de la culture des fruits ne peut être évaluée, puisque le nombre de restes est très faible pour toutes les phases d'occupation.

## 5.9 La séquence organique du sondage 238 de Delémont, La Communance

### 5.9.1 Introduction

Trois échantillons ont été prélevés dans des sédiments humides de ce sondage déjà cité dans le chapitre 3. Comme il s'agit de matériel extrait d'une couche immergée dans la nappe phréatique, les restes de plantes non carbonisés forment l'intégralité des macrorestes recueillis. Les sédiments, datés entre le 4<sup>e</sup> et 12<sup>e</sup> siècle, sont en partie contemporains de l'occupation de Develier-Courtételle, raison pour laquelle la discussion de ces découvertes est intégrée dans ce volume. Les trois échantillons analysés proviennent de différents niveaux (séquence X, VIII et IV, fig. 56) et contenaient tous de nombreux restes de plantes (2412 au total). Le spectre des plantes fourni par ces échantillons est passablement diversifié (fig. 93). En tout, 48 plantes vasculaires et une algue *Characeae* ont été identifiées (annexe 3). De plus, nous avons déterminé les mousses dans quelques sous-échantillons et 19 taxons ont été reconnus (fig. 94).

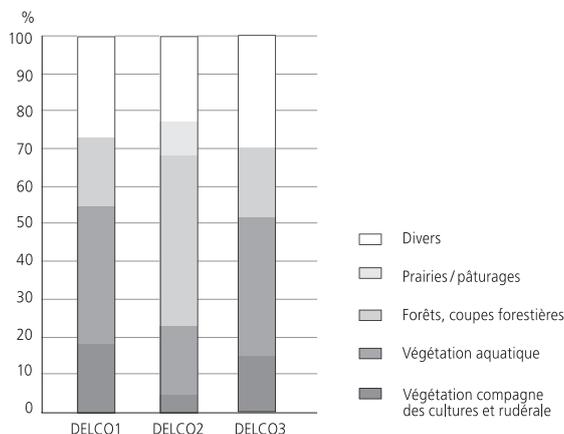


Fig. 93 Echantillons de Delémont, La Communance par groupes écologiques principaux (nombre de restes = 2412).

Taxon	Groupe	DEL-CO1	DEL-CO2	DEL-CO3
<i>Calliergon giganteum</i>	H	XXX		
<i>Drepanocladus sendtneri</i>	H	X		
<i>Cratoneuron filicinum</i>	H		XX	
<i>Campylium stellatum</i>	H		X	
<i>Calliergonella cuspidata</i>	H		X	
<i>Bryum</i> cf. <i>pseudotriquetrum</i>	H		X	
<i>Amblystegium varium</i>	H		X	
<i>Thuidium philibertii/delicatulum</i>	H		X	
<i>Eurhynchium hians</i>	S		XXX	X
<i>Eurhynchium striatum</i>	S		X	
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	S		X	
<i>Polytrichum juniperinum</i>	S		X	
<i>Anomodon viticulosus</i>	E/R		X	
<i>Antitrichia curtispindula</i>	E/R		X	
<i>Leucodon sciuroides</i>	E/R		XX	
<i>Homalothecium sericeum</i>	E/R		X	
<i>Neckera crispa</i>	E/R		XX	
<i>Neckera</i> cf. <i>complanata</i>	E/R		X	
<i>Ctenidium molluscum</i>	R/S		X	
<b>Total</b>		<b>2</b>	<b>17</b>	<b>1</b>

H Indicateurs d'humidité dans marais, tourbières et fossés  
 S Mousse du sol  
 E/R Epiphytes poussant aussi sur les rochers  
 R/S Fréquents sur les roches calcaires, isolés aussi sur le sol

Fig. 94 Aperçu des mousses déterminées à Delémont, La Communance.

### 5.9.2 Séquence X

L'échantillon DEL-CO3 est, avec 26 taxons, l'échantillon le plus riche en espèces. Les plantes indicatrices d'eau ou d'humidité sont ici bien représentées. Les taxons des prairies à grandes laiches dominant, pourtant *Alisma* sp. et *Sparganium erectum*, indicateurs d'endroits plus fortement inondés et détrempés, apparaissent aussi fréquemment. Les plantes indicatrices de forêt manquent presque complètement dans cet échantillon, à l'exception du genre *Sambucus* et *Rubus* dont les baies peuvent avoir été dispersées par les oiseaux. Par contre, quelques messicoles (*Euphorbia helioscopia*, *Valerianella dentata*) indiquent la présence de champs aux alentours. L'absence totale de mousses des marais est frappante et indique un niveau relativement élevé de l'eau.

### 5.9.3 Séquence VIII

L'échantillon DEL-CO2 présente une densité en macrorestes bien plus faible, mais un plus grand nombre de taxons. Vingt-deux taxons de plantes vasculaires sont présents, dont un grand nombre de plantes de milieux secs (forêts, coupes et prairies; fig. 93). La majorité provient de diverses espèces d'arbres indicatrices de forêts humides (*Alnus*, *Fraxinus*), mais aussi d'essences de forêts mésotrophes (*Fagus*, *Abies*, *Acer*, *Corylus*) formant aujourd'hui les principales espèces des forêts avoisinantes. D'autres plantes typiques de la hêtraie sur sol calcaire, comme *Asarum europaeum* et *Mercurialis perennis*, sont également présentes. Ce spectre indique que ce niveau comprend, outre des restes de plantes ayant poussé sur les sols humides des alentours immédiats, du matériel de provenance plus lointaine (prairies, pâturages et forêts). Les restes de mousses appartenant à 17 taxons donnent la même image. La majorité des espèces (11) provient de hêtraies: des mousses

du sol et des épiphytes poussant sur des arbres ou sur des pierres ont été identifiées. Une minorité d'espèces (6) sont typiques d'un milieu humide et ont probablement poussé sur place.

#### 5.9.4 Séquence IV

L'échantillon DEL-CO 1 dans la partie inférieure de la séquence offre la plus grande densité en macrorestes, avec 654 graines/fruits par litre de sédiment. La diversité dans cet échantillon est très restreinte puisque seuls onze taxons sont attestés; ils sont par contre présents en grand nombre. Il n'y a pratiquement que des espèces de prairie humide: *Scirpus sylvaticus* (1170) et diverses espèces de *Carex* (385) représentent la majorité des restes. En troisième position, *Eleocharis palustris* caractérise des endroits fortement humides comme par exemple une roselière. Cet échantillon comprend encore un grand nombre de fragments de feuilles et de tiges de deux mousses des marais, connues comme précurseurs de la tourbe. *Calliergon giganteum* est une espèce caractéristique des prairies de laiches. Il doit donc s'agir ici d'une situation d'atterrissement.

#### 5.9.5 Conclusion

Une grande partie des macrorestes des échantillons DEL-CO1 et DEL-CO3 proviennent d'endroits humides, voire détrempés. Ces plantes ont pu pousser à proximité immédiate d'une zone

marécageuse, en bordure des méandres de la Sorne. Par contre, les nombreux taxons des hêtraies de l'échantillon 2 indiquent un dépôt ou un glissement des sols de stations un peu plus éloignées et plus sèches. L'absence de plantes cultivées indique qu'il n'y a quasi pas eu d'activités anthropiques aux alentours immédiats de ce sondage. La présence de quelques messicoles et de plantes des prairies suggère par contre l'existence de terrains exploités un peu plus éloignés.

#### 5.10 Remerciements

Pour leur collaboration, Marlu Kühn (analyses, déterminations de certains échantillons) et Elisabeth Schraner (analyses, des-sins). Certaines déterminations de bois ont été faites par Pascal Favre et Angela Schlumbaum (interprétation des résultats par Werner Schoch, CAJ 13). Pour la détermination des mousses, Josef Betram (Bâle-Allschwil). Pour les relevés de végétation aux alentours de la fouille, Pascal Favre, et pour les traductions Danièle Martinoli et Dominique Hecker. Les photographies ont été réalisées par George Haldimann (La Chaux-de-Fonds) et Urs Weber (Larix-Consult, Bâle).

Les tableaux complets avec tous les *taxa* présents dans chaque échantillon peuvent être obtenus chez l'auteur ou sur la page d'accueil de la section d'archéobiologie de l'IPNA (<http://pages.unibas.ch/arch/archbot/tabpubl>) sous forme de tableaux Excel.

#### Notes

- 1 L'expression «macrorestes végétaux» est employée ici comme synonyme de «restes paléocarpologiques» plus en usage en France. Avec celle des fruits et des graines, l'analyse comprend aussi les parties végétatives des plantes comme les restes de battage, les aiguilles de conifères, etc.
- 2 Les analyses archéobotaniques des sites jurassiens du Haut Moyen Âge de Courtedoux, Creugenat et de Chevenez, Lai Coiratte sont en cours sous la direction de D. Hecker.
- 3 Parmi ceux-ci, on compte par exemple les semences de *Rubus* (ronce) et de *Sambucus* (sureau) ou les coquilles de noix de *Juglans* (noyer).
- 4 Divers restes végétatifs font exception, comme par exemple les tiges de lin (DEV60). Les quelques macrorestes compris dans les échantillons analysés a fortiori, essentiellement pour les battitures, font aussi exception.
- 5 Application du logiciel Microsoft Visual Fox Pro.
- 6 Les principales associations végétales de l'Arc jurassien ont été décrites par M. Moor (1952) et J.-L. Richard (1961).
- 7 Ces restes minéralisés résultent d'un dépôt de phosphate de calcium et peuvent indiquer un faible apport en matières fécales, humaines ou animales (Green 1979; Carruthers 2000).
- 8 La végétation climacique, ou végétation potentielle, désigne l'état le plus stable dans les conditions abiotiques (climat, sols, relief) existantes.
- 9 La surreprésentation des restes de battage des blés vêtus (engrain, amidonnier, épeautre) peut être attribuée à leur robustesse, d'où une meilleure chance de conservation.
- 10 Les taxons *Avena sativa/fatua* et *Avena* sp. sont considérés comme avoine cultivée.
- 11 PMG: poids (g) de mille grains d'avoine moderne.
- 12 Les grains décortiqués et concassés sont décrits comme gruau.
- 13 Les informations sur la culture et l'usage des céréales sont reprises de G. Hegi (1906-1929), W. Franke et R. Liberei (2007) et U. Körber-Grohne (1987).
- 14 Une culture hivernale (c'est-à-dire un semis en automne) est possible pour cette céréale.
- 15 Il n'existe à ce jour en Suisse d'autres attestations de claviceps que pour le Bas Moyen Âge Laufon, Rathausplatz et Bâle, Rosshof (Karg 1996; Kühn 1996), Lausen, Bettenach (Kühn 2000) et Oberwinterthur, Mörzburgstrasse (Kühn et al. 2002). Ces sites sont toutefois nettement plus récents.
- 16 Les légumineuses sont généralement sous-représentées.
- 17 En outre, le hêtre est attesté par de très nombreux restes de bois (CAJ 13, chap. 15.4.1 et annexe A).
- 18 Il est impossible de différencier ces formes à l'aide des restes archéobotaniques de fruits.
- 19 Hegi 1906-1929; Machatschek 1999; Maurizio 1927.
- 20 Littérature du travail de diplôme d'Anselgruber, Vienne 1988.
- 21 Schleithem (Hotz et al. 2002).
- 22 Des macrorestes de coprolithes ont pu être identifiés dans différents sites lacustres de Suisse: Arbon Bleiche 3, Horgen-Scheller, Egolzwil 3 (Rasmussen 1993; Akeret 2000).
- 23 Une compilation de tous les sites de Suisse étudiés jusqu'en 1997 ou en cours d'étude est donnée dans Brombacher et al. 1997.
- 24 Ce reste ne provient pas d'un échantillon tamisé, mais a été récolté comme spécimen isolé.
- 25 Pour des raisons de différences dans la représentativité, seuls des états de conservation identiques devraient être comparés (Jacomet et Kreuz 1999, chap. Méthodes).

## Annexes

1. Echantillons archéobotaniques de Develier-Courtételle
2. Groupes éco-sociologiques
3. Tableau récapitulatif des macrorestes végétaux provenant de Develier-Courtételle et de Delémont, La Communance
4. Inventaire des macrorestes végétaux

### 1. Echantillons archéobotaniques de Develier-Courtételle

Echantillon	Ensemble	Structure n°	Stratigraphie	Volume ml	Macrorestes nb	Concentration / litre	Milieu	Interprétation archéologique	Phase	Référence CAJ 13 n° chapitre
DEV4	F1		B3.121	3600	97	26,9	humide	Couche archéologique	2-3	5.6.2
DEV6	F2	F2/117	R117-3	800	676	845,0	sec	Cabane en fosse R	3	6.3.4
DEV9	F1		B3.122	1900	612	322,1	humide	Couche archéologique	2-3	5.6.2
DEV10	F2	F2/117	R117-5	1900	8248	4341,1	sec	Cabane en fosse R	3	6.3.4
DEV11	F1		B3.123	2100	1328	632,4	humide	Couche archéologique	2-3	5.6.2
DEV17	F1		B3.121	2000	1625	812,5	humide	Couche archéologique	2-3	5.6.2
DEV25	F2		B3.301	1700	3203	1884,1	sec	Epannage de macrorestes (couche archéologique)	1-2	5.6.5
DEV35	F1	F1/370	R370-1	2400	85	35,4	sec	Trou de poteau appartenant au bâtiment Q		5.3.3
DEV36	F1	F1/370	R370-1	900	35	38,9	sec	Trou de poteau appartenant au bâtiment Q		5.3.3
DEV44	F2	F2/117	R117-6 à 7	300	39	130,0	sec	Cabane en fosse R	3	6.3.4
DEV47	F1	F1/701	B3.332	30	17	566,7	humide	Fosse de rouissage	1-2	5.6.3
DEV52	F1		B3.4	200	327	1635,0	sec	Couche de graviers		5.6.2
DEV53.1	F1		B3.4	2000	1516	758,0	sec	Couche de graviers		5.6.2
DEV53.2	F1	F1/701	B3.322 ou 3.323	330	379	1148,5	sec	Fosse de rouissage	1-2	5.6.3
DEV54	F1	F1/322	R322-3	30	22	733,3	sec	Foyer	2-3	5.5.2
DEV60	F1	F1/701	B3.332	2800	1454	519,3	humide	Fosse de rouissage	1-2	5.6.3
DEV69	F1		B3.212	1500	734	489,3	sec	Couche archéologique		5.6.2
DEV71	F1	F1/701	B3.332	2400	1109	462,1	humide	Fosse de rouissage	1-2	5.6.3
DEV80	F1	F1/316	R316-1	4500	26	5,8	sec	Cabane en fosse V	2-3	5.3.4
DEV89	F1	F1/396	R396-1	1800	671	372,8	sec	Trou de poteau 396	2-3	
DEV94	F2		B3.301	800	787	983,8	sec	Epannage de macrorestes (couche archéologique)	1-2	5.6.5
DEV96	F2	F2/1	R1-1	730	1731	2371,2	humide	Dépression naturelle	1?	6.6.4
DEV100	F1		B3.501	5500	5708	1037,8	humide	Couche archéologique	1	5.6.2
DEV101.1	F1	F1/10	R10-1	1500	96	64,0	sec	Fosse	1	5.5.1
DEV101.2	F2	F2/2	R2-1	1000	1512	1512,0	humide	Fossé		6.6.4
DEV103	F2	F2/49	R49-1	400	56	140,0	sec	Foyer dans cabane en fosse Q	2	6.3.4
DEV114	F1	F1/701	B3.332	4000	2441	610,3	humide	Fosse de rouissage	1-2	5.6.3
DEV136	F1		B3.213	5200	1483	285,2	sec	Couche archéologique		5.6.2
DEV150	F1		B3.123	4800	234	48,8	sec	Couche archéologique	2-3	5.6.2
DEV183	Z2		C3.211	4000	530	132,5	sec	Couche archéologique		7.3.2
DEV199	Z1	F2/187	R187-1	1000	71	71,0	sec	Bas foyer	1-2	6.5.1
DEV210	Z1	F2/189	R189-2	1000	39	39,0	sec	Bas foyer	1-2	6.5.1
DEV226	Z1	F2/189	R189-2	1000	40	40,0	sec	Bas foyer	1-2	6.5.1
DEV291	F2	F2/117	R117-2 à 4	1700	199	117,1	sec	Cabane en fosse R	3	6.3.4
DEV309	F2	F2/117	R117-7	1800	106	58,9	sec	Cabane en fosse R	3	6.3.4
DEV431	F2	F2/117	R117-7	5000	310	62,0	sec	Cabane en fosse R	3	6.3.4
DEV574	F2	F2/428	R428-2	1000	112	112,0	sec	Cabane en fosse V	3	6.3.4
DEV585	F2	F2/428	R428-2	1600	98	61,3	sec	Cabane en fosse V	3	6.3.4
DEV610	F2	F2/424	R424-1	1500	189	126,0	sec	Cabane en fosse U	3?	6.3.4
DEV690	Z1	F2/565	R565-1	1000	11	11,0	sec	Fosse		6.5.2
DEV702	F2	F2/582	R582-3	800	0	0,0	sec	Foyer		6.5.3
DEV712	F2	F2/582	R582-3	230	0	0,0	sec	Foyer		6.5.3
DEV765	F1	F1/322	R322-3	500	407	814,0	sec	Foyer	2-3	5.5.2
DEV766	F1	F1/322	R322-1	800	62	77,5	sec	Foyer	2-3	5.5.2
DEV832	F1	F1/119	R119-1	800	55	68,8	sec	Foyer appartenant au bâtiment B	1	5.3.1
DEV992	F1	F1/189	R189-1	800	11	13,8	sec	Fosse	1?	5.5.3
DEV1000	F2	F2/271	R271-1 ou 3	600	3	5,0	sec	Four	3	6.5.3
DEV1072	F1	F1/185	R185-1	200	3	15,0	sec	Foyer	1	5.5.3
DEV1147	F1	F1/52	R52-3	700	2	2,9	sec	Foyer appartenant au bâtiment A	2-3	5.3.1
DEV1162	F1	F1/52	R52-3	1000	0	0,0	sec	Foyer appartenant au bâtiment A	2-3	5.3.1
DEV1176	F1	F1/52	R52-3	700	7	10,0	sec	Foyer appartenant au bâtiment A	2-3	5.3.1
DEV1296	F2	F2/1	R1-1	2500	1042	416,8	humide	Dépression naturelle	1?	6.6.4
DEV1314	F2	F2/49	R49-1	1500	122	81,3	sec	Foyer dans cabane en fosse Q	2	6.3.4

Echantillon	Ensemble	Structure n°	Stratigraphie	Volume ml	Macrorestes nb	Concentration / litre	Milieu	Interprétation archéologique	Phase	Référence CAJ 13 n° chapitre
DEV1315	F2	F2/49	R49-2	180	1	5,6	sec	Foyer dans cabane en fosse Q	2	6.3.4
DEV1323	F2	F2/50	R50-3	1100	2	1,8	sec	Foyer dans cabane en fosse Q	2	6.3.4
DEV1324	F2	F2/41	R41-1	3500	207	59,1	sec	Cabane en fosse Q	2	6.3.4
DEV1325	F2	F2/50	R50-3	1750	68	38,9	sec	Foyer dans cabane en fosse Q	2	6.3.4
DEV1346	F1	F1/366	R366-1	1000	245	245,0	sec	Trou de poteau appartenant au bâtiment Q		5.3.3
DEL6	F4	F4/61	R61-2	3600	1655	459,7	sec	Cabane en fosse D, niveau de charbonnage	2	11.3.4
CTT3	F3	F3.1	F3.1	7500	11	1,5	sec	Couche archéologique	2	10.1
CTT4	F4	F4/34	R34-1	2200	6	2,7	sec	Trou de poteau	2	11.3.1
CTT6	F3	F3/13	R13-1	3000	2	0,7	sec	Trou de poteau appartenant au bâtiment B	2	10.3.2
CTT14	Z3		E3.1	5700	778	136,5	sec	Couche archéologique	?	8.1
CTT15	F3	F3/3	R3-1	4000	5	1,3	sec	Trou de poteau appartenant au bâtiment B	2	10.3.2
CTT20	F3	F3/32	R32-1	2000	0	0,0	sec	Trou de poteau appartenant à l'alignement a	2	10.4
CTT27.1	F3	F3/16	R16-1	3000	30	10,0	sec	Foyer dans bâtiment B	2	10.3.2
CTT27.2	F4	F4/18	R18-2	3000	20	6,7	sec	Trou de poteau appartenant au bâtiment A	2	11.3.1
CTT43	Z4		D3.311	6000	255	42,5	sec	«Bassin» occidental	2	9.4.1
CTT58	F4	F4/24	R24-1	4000	10	2,5	sec	Foyer dans bâtiment A	2	11.3.1
CTT59	F3	F3/43	R43-1	1500	10	6,7	sec	Trou de poteau appartenant au bâtiment C	2	10.3.3
CTT60	Z4		D3.303	2000	108	54,0	humide	«Bassin» occidental	2	9.4.1
CTT61.1	F3	F3/53	R53-1	4500	71	15,8	sec	Trou de poteau appartenant au bâtiment A	2	10.3.1
CTT61.2	Z4		D3.311	1200	21	17,5	sec	«Bassin» occidental	2	9.4.1
CTT62	Z4		D3.411	2200	1559	708,6	sec	«Bassin» occidental	2	9.4.1
CTT81	Z4		D3.302	3000	851	283,7	sec	«Bassin» occidental	2	9.4.1
CTT87	Z4		D3.221	500	24	48,0	sec	Hors structure (concentration en surface)	2	9.4.1
CTT95	Z4	Z4/14	R14-2/3	1000	0	0,0	sec	Fosse métallurgique/forge	2	9.3.2
CTT96	Z4	Z4/14	R14-1	1000	1	1,0	sec	Fosse métallurgique/forge	2	9.3.2
CTT100	F3	F3/68	F3.1	2000	72	36,0	sec	Zone de combustion	2	10.5.3
CTT116	Z3	Z3/27	R27-1	1000	0	0,0	sec	Foyer	1?	8.5.3
CTT121	F3	F3/64	R64-1	1400	31	22,1	sec	Foyer dans bâtiment A	2	10.3.1
CTT143	Z4	Z4/8	R8-1	3800	503	132,4	sec	Trou de poteau 8	2	9.3.3
CTT153	Z4	Z4/4	R4-2	4500	58	12,9	sec	Fosse	2	9.3.1
CTT156	Z4	Z4/7	R7-2	4000	14693	3673,3	sec	Fosse	2	9.3.1
CTT164	Z4	Z4/5	R5-1/2	3000	91	30,3	sec	Fosse	2	9.3.1
CTT170	Z3	Z3/13	R13-3	6000	47	7,8	sec	Cabane en fosse B	3	8.3.2
CTT176	Z3	Z3/27	R27-1	4200	5	1,2	sec	Foyer	1?	8.5.3
CTT197	F5	F5/155	R155-2	500	72	144,0	sec	Puits, niveau cabane en fosse M	1	13.5.2
CTT214	F5	F5/155	R155-6	350	160	457,1	humide	Puits, fond	1	13.5.2
CTT256	F5	F5/136	R136-1	1100	2	1,8	sec	Vidange de foyer	1	13.3.1
CTT293	F5	F5/114	R114-1	1200	0	0,0	sec	Cabane en fosse L	1	13.3.4
CTT298	F5	F5/1	R5-1	3000	4	1,3	sec	Fosse	2?	13.5.3
CTT319	F5	F5/30	R30-1	1000	0	0,0	sec	Foyer dans « cuisine »	2	13.5.1
CTT337	F5	F5/48	R48-1	1200	0	0,0	sec	Foyer dans bâtiment A	2	13.3.1
CTT348	F5	F5/33	R33-1	1500	0	0,0	sec	Foyer dans « cuisine »	2	13.5.1
CTT383	F5	F5/34	R34-1	1000	2	2,0	sec	Vidange de foyer dans « cuisine »	2	13.5.1
CTT460	F6	F6/59	R59-1	1000	51	51,0	sec	Bas foyer	2	14.5.2
CTT476	F6	F6/74	R74-1	2000	4	2,0	sec	Foyer	2	14.5.3
CTT516	F6	F6/126	R126-1	2000	13	6,5	sec	Foyer dans bâtiment A	2	14.3.1
CTT534	F5	F5/51	R51-5	850	2	2,4	sec	Cabane en fosse J	2	13.3.4
CTT560	F5		H3.1	700	2	2,9	sec	A proximité du four 36	2	13.5.1
<b>Total</b>				<b>204580</b>	<b>61422</b>					

Phase 1 : env. 550-600 ap. J.-C.

Phase 2 : env. 600-680 ap. J.-C.

Phase 3 : env. 680-750 ap. J.-C.

## 2. Groupes éco-sociologiques

Gr.	Description	Classe n° 1) Description	Ordre n° 1) Description	Alliance Description	Particularités (écologie)
<b>1-3 Végétations riveraines: végétation d'eau douce et de marais (Ellenberg: 1), formations naturelles et anthropiques des rives (sans arbres)</b>					
1	Groupements d'hydrophytes				
1.1	Groupements d'hydrophytes submergés d'eaux stagnantes	- <i>Charetea fragilis</i> Groupements d'algues vertes 1.3 <i>Potamogetonetea</i> Groupements de potamots	- <i>Nitellotalia flexilis</i> - <i>Charetales hispidae</i> 1.31 <i>Potamogetonetalia</i>	- Nitellion (2 alliances) - <i>Charion asperae</i> 1.311 <i>Potamogetonion</i> 1.312 <i>Nymphaeion</i> 1.313 <i>Ranunculion fluitantis</i>	Oligotrophe (pauvre en matières nutritives) Mésotrophe à eutrophe (riche en matières nutritives) Oligo- à eutrophe; eaux vives
1.2	Groupements de plantes flottantes d'eaux stagnantes	" "	" "	" "	" "
1.3	Groupements d'hydrophytes d'eaux vives	" "	" "	" "	" "
2	Groupements d'atterrissements de rives de lacs ou de rivières				
2.1	Roselières	1.5 <i>Phragmitetea</i> Roselières et marais à grandes laïches	1.51 <i>Phragmitetalia</i>	1.511 <i>Phragmition</i> 1.512 <i>Glycerio-Sparganion</i> 1.514 ( <i>Magno-</i> ) <i>Caricion elatae</i>	Eaux stagnantes Eaux vives
2.2	Marais à grandes laïches	" "	" "	" "	" "
2.3	Groupements pionniers de rives périodiquement sèches	3.1 <i>Isoeto-Nanojuncetea</i> Formations de joncs nains et des fonds sableux 3.2 <i>Bidentetea</i> Groupements de bidens de rives boueuses	3.11 <i>Cyperetalia fuscii</i> 3.21 <i>Bidentetalia (tripartitae)</i>	3.111 ( <i>Nano-</i> ) <i>Cyperion</i> 3.211 <i>Bidention</i> 3.212 <i>Chenopodion rubri</i>	Plutôt oligotrophe Eutrophe "
3	Groupements de plantes de marais sans arbres au-dessus du niveau d'eau moyen et bas-marais (marais à petites laïches) en partie anthropiques				
3.1	Prairies humides et bas-marais	1.7 <i>Scheuchzerio-Caricetea nigrae</i> Marais à grandes laïches 5.4 <i>Molinio-Arrhenatheretea</i> Groupements de prés et de pâturages	1.73 <i>Caricetalia nigrae</i> 1.72 <i>Tofieldetalia</i> 5.41 <i>Molinietalia</i> Prairies humides et de fauche	1.731 <i>Caricion nigrae</i> 1.721 <i>Caricion davallianae</i> 5.411 <i>Molinion</i> 5.415 <i>Calthion</i> 5.412 <i>Filipendulion</i>	Acidophytes (acide) Basiphytes Oligo- à mésotrophe, basiphytes Eutrophe Eutrophe
3.2	Prairies humides de hautes herbes	" "	" "	" "	" "
<b>4-6 Forêts feuillues d'emplacements humides à mésophiles</b>					
4	Groupements forestiers d'emplacements humides				
4.1	Forêts et groupements arbustifs des sols organiques détrempés (au bord de plans d'eaux calmes)	8.2 <i>Alnetea glutinosae</i> Buissons de prairies marécageuses	8.21 <i>Alnetalia glutinosae</i> 8.22 <i>Salicetalia auritae</i>	8.211 <i>Alnion glutinosae (Frangulo-) Salicion auritae</i> 8.221	
4.2	Forêts alluviales (au bord d'eaux vives)	8.1 <i>Salicetea purpureae</i> Saulaie et groupements arbustifs alluviaux 8.4 <i>Quercu-Fagetea</i>	8.11 <i>Salicetalia purpureae</i> 8.43 <i>Fagetalia</i>	8.111 <i>Salicion eleagni</i> 8.112 <i>Salicion albae</i> 8.433 <i>Alno-Ulmion (=A.-Padion)</i>	Forêt alluviale à bois tendre " Forêt alluviale (en cours d'évolution vers) à bois dur
5	Groupements forestiers de milieux frais (à secs): localisation 1	8.4 <i>Quercu-Fagetea</i>	8.43 <i>Fagetalia</i>	8.431.3 <i>Cephalanthero-Fagion</i> 8.431.5 <i>Tilio-Acerion</i> 8.432 <i>Carpinion</i> 8.311 <i>Quercion robori-petraeae</i>	Basiphytes Acidophytes
	Forêts mixtes claires	8.3 <i>Quercetea robori-petraeae</i> Hêtraie acidophile mixte	8.31 <i>Quercetalia robori-petraeae</i>		
6	Groupements forestiers de milieux frais: localisation 2	8.4 <i>Quercu-Fagetea</i>	8.43 <i>Fagetalia</i>	8.431.1 <i>Luzulo-Fagion</i> 8.431.2 <i>Galio odorati-Fagion (=Eu-F.)</i> 8.431.4 <i>Aceri-Fagion</i> - <i>Lunario-Acerion</i> 8.431.6 <i>Galio rot.-Abietion</i>	Acidophytes Avec arbustes hauts; étage montagnard supérieur Forêt de gorge Groupements riches en conifères
	Forêts ombragées				
<b>7 Coupe forestière, lisière de forêt, forêt arbustive xerotherme</b>					
7.1	Groupements de coupes et de reforestation	6.2 <i>Epilobietea angustifoliae</i> Groupements de coupes forestières et groupements arbustifs	6.21 <i>Epilobietalia ang.</i>	6.211 <i>Epilobion angustifoliae</i> 6.212 <i>Atropion balladonnae</i> 6.213 <i>Sambuco-Salicion</i>	Plutôt acidophytes Plutôt basiphytes
7.2	Lisières de forêts, haies de milieux humides	8.4 <i>Rhamno-Prunetea</i> Taillis de prunelliers, haies	8.41 <i>Prunetalia</i>	8.411 ( <i>Rubo-</i> ) <i>Prunion spinosae</i> 8.412 <i>Berberidion</i>	Basiphytes, xerothermes
7.3	Manteaux forestiers xerothermes	6.1 <i>Trifolio-Geranietea sanguinei</i> Groupements de manteaux forestiers et de buissons de milieux secs 8.4 <i>Quercu-Fagetea</i>	6.11 ( <i>Trifolio-</i> ) <i>Origanetalia</i> 8.42 <i>Quercetalia pubescenti-petr.</i> Forêt de chêne xerotherme Forêt de chêne pubescent	6.111 <i>Trifolion medii</i> 6.112 <i>Geranion sanguinei</i> 8.421 <i>Quercion pubescenti-petraeae</i>	

8 Groupements de prés et de pâturages, la plupart anthropo-zoogènes (gazons sur sables, sur rochers, prairies piétinées et pionnières humides incluses)					
8.1	Groupements de prés et de pâturages de milieu humide (F6-9) <sup>2)</sup>	3.7 <i>Plantaginea</i> Prairies piétinées et pionnières humides	3.71 <i>Plantaginetalia (majoris)</i> 3.72 <i>Agrostietalia stoloniferae</i>	3.711 <i>Polygonion avicularis</i> 3.721 <i>Agrostion stoloniferae</i>	Plutôt eutrophe "
8.2.1	Groupements de prés et de pâturages de milieux frais et riches en matières nutritives	5.4 <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>	5.42 <i>Arrhenatheretalia</i>	5.421 <i>Arrhenatherion</i> 5.422 <i>Polygono-Trisetion</i> 5.423 <i>Cynosurion</i>	Prairies de fauches amendées, collinéen-submontagnard Prairies de fauches amendées, montagnard supérieur-subalpin Prairies grasses
8.2.2	Groupements de prés et de pâturages de milieux pauvres en matières nutritives (maigres)	5.1 <i>Nardo-Callunetea</i> Landes à nards et à arbustes nains	5.11 <i>Nardetalia</i>	5.112 <i>Violion caninae</i>	Acidophytes, océaniques
8.3	Prairies maigres de milieux secs (F1-4)	5.2 <i>Sedo-Scleranthetea</i> Gazons clairs sur sables et rochers  5.3 <i>Festuco-Brometea</i> Gazons à bromes et à fétuques	5.21 <i>Sedo-Scleranthetalia</i>  5.31 <i>Festucetalia vallesiacaе</i> 5.32 <i>Brometalia erecti</i>	5.211 <i>Sedo-Scleranthion</i> 5.212 <i>Alysso-Sedion</i>  5.311 <i>Festucion vallesiacaе</i> 5.312 <i>Cirsio-Brachypodion</i> 5.321 <i>Bromion (Meso-, Xerobr.)</i>	Basiphytes
9 Végétation des champs					
9.1	Plantes cultivées	–			
9.2	Groupements d'adventices de cultures sarclées, resp. de cultures d'été	3.3 <i>Chenopodietea</i>	3.31 <i>Polygono-Chenopodietalia</i>  3.32 <i>Eragrostietalia</i>	3.311 <i>Fumario-Euphorbion</i> 3.312 <i>Spergulo-Oxalidion</i> 3.321 <i>Eragrostion</i> 3.322 <i>Panico-Setarion</i>	Basiphytes Acidophytes
9.3	Groupements d'adventices de céréales, resp. de cultures d'hiver	3.4 <i>Secalinetea</i>	3.41 <i>Secalinetalia</i> 3.42 <i>Aperetalia</i>  3.43 <i>Lolio-Linetalia</i>	3.411 <i>Caucalidion</i> 3.421 <i>Aphanion</i> 3.422 <i>Amoseridion</i> 3.431 <i>Lolio-Linion</i>	Basiphytes Acidophytes Sur sable Groupement d'adventices du lin
10 Végétation herbacée d'endroits souvent perturbés et riches en matières nutritives (végétation rudérale)					
10.1	Groupements rudéraux de milieux humides (F6-9) <sup>3)</sup>	3.5 <i>Artemisietea</i>	3.52 <i>Calystegio-Alliarietalia</i> – <i>Glechometalia</i>	3.521 <i>Calystegion sepii</i> – <i>Aegopodion</i>	
10.2	Groupements rudéraux de milieux frais (F5)	3.3 <i>Chenopodietea</i> 3.5 <i>Artemisietea</i>	3.33 <i>Sisymbrietalia</i> 3.51 <i>Artemisietalia</i> 3.52 <i>Calystegio-Alliarietalia</i> – <i>Glechometalia</i>	3.331 <i>Sisymbriion</i> 3.511 <i>Arction</i> 3.522 <i>Geo-Alliarion</i> – <i>Lapsano-Geranion</i>	
10.3	Groupements rudéraux de milieux secs (F1-4) <sup>4)</sup>	3.3 <i>Chenopodietea</i>  3.6 <i>Agropyretea</i> Formations pionnières à chiendents de milieux secs	3.34 <i>Onopordetalia</i>  3.61 <i>Agropyretea repens</i>	3.341 <i>Onopordion acanthii</i> 3.342 <i>Dauco-Melilotion</i> 3.611 <i>Convolvulo-Agropyriion</i>	Chaleur estivale-continentale

1) Numéros des unités phytosociologiques d'après Ellenberg 1979.

2) Variante humide du groupement décrit sous 8.8.

3) Variante humide du groupement décrit sous 10.2 (la démarcation des groupes écologiques 2.3 et 8.8 est difficile).

4) Variante sèche du groupement décrit sous 10.2.

### 3. Tableau récapitulatif des macrorestes végétaux provenant de Delevier-Courtételle et de Delémont, La Communance

Nom botanique	Total		Concentration (litre)		Nom français
	DEV-CTT	DEL-CO	DEV-CTT	DEL-CO	
<i>Abies alba</i>	466	28	1,019	1,037	Sapin blanc
<i>Achillea millefolium</i>	14		0,303		Achillée millefeuille
<i>Aethusa cynapium</i>	114		0,769		Petite ciguë
<i>Agrimonia eupatoria</i>	1		0,002		Aigremoine eupatoire
<i>Agrostemma githago</i>	54		0,316		Nielle des blés
<i>Agrostis sp.</i>	2916		14,435		Agrostide
<i>Agrostis tenuis</i>	5		0,012		Agrostide capillaire
<i>Ajuga genevensis</i>	2		0,009		Bugle de Genève
<i>Ajuga reptans</i>	10		0,068		Bugle rampante
<i>Alchemilla sp.</i>	1		0,002		Alchémille
<i>Alisma sp.</i>	2	250	0,008	9,259	Flûteau
<i>Alnus glutinosa</i>	111	179	0,284	6,629	Aune glutineux
<i>Amaranthus sp.</i>	11		0,021		Amaranthe
<i>Anagallis arvensis</i>	40		0,318		Mouron des champs
<i>Anagallis sp.</i>	3		0,012		Mouron
<i>Anethum graveolens</i>	6		0,015		Aneth odorant
<i>Anthriscus sylvestris</i>	1		0,05		Cerfeuil des prés
<i>Anthyllus vulneraria s.l.</i>	1		0,002		Anthyllide vulgaire
Apiaceae	45	2	0,247	0,074	Apiacées
<i>Apium graveolens</i>	1		0,002		Céleri
<i>Arctium lappa</i>	5		0,022		Bardane commune
<i>Arctium sp.</i>	22		0,431		Bardane
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	25		0,098		Sablina à feuilles de serpolet
<i>Asarum europaeum</i>		1	0,037	0,037	Asaret d'Europe
<i>Asperula sp.</i>	1		0,025		Aspérule
<i>Asperula / Galium</i>	4		0,021		Aspérule / Gaillet
Asteraceae	33		0,161		Astéracées (composées)
<i>Atriplex patula</i>	1		0,005		Arroche étalée
<i>Atriplex sp.</i>	30		0,146		Arroche
<i>Atropa bella-donna</i>	4		0,01		Belladone
<i>Avena fatua</i>	224		0,558		Folle avoine
<i>Avena sativa</i>	61		0,2		Avoine cultivée
<i>Avena sativa / fatua</i>	413		2,788		Avoine cultivée/folle avoine
<i>Avena sativa / fatua / Bromus seca</i>	14		0,059		Avoine cultivée/folle avoine / Brome faux seigle
<i>Avena sp.</i>	11459		29,344		Avoine
<i>Barbarea sp.</i>	3		0,09		Barbarée
<i>Barbarea vulgaris</i>	1		0,002		Herbe de Sainte-Barbe
<i>Betula pendula / pubescens (alba-type)</i>	4		0,01		Bouleau pendant / pubescent (blanc)
<i>Bidens tripartita</i>	6		0,046		Bident tripartite
<i>Brassica rapa</i>	25		0,219		Rave
<i>Brassica sp.</i>	19		0,102		Chou
<i>Brassica / Sinapis</i>	15		0,027		Chou / Moutarde
Brassicaceae	14		0,043		Brassicacées (crucifères)
<i>Bromus secalinus</i>	491		3,503		Brome faux seigle
<i>Bromus sp.</i>	24		0,079		Brome
<i>Bromus / Avena</i>	50		0,619		Brome / Avoine
Bryophyta	10		0,234		Mousses
<i>Bupleurum falcatum</i>	5		0,021		Buplèvre en faux
<i>Bupleurum rotundifolium</i>	347		2,813		Buplèvre à feuilles rondes
<i>Bupleurum sp.</i>	1		0,005		Buplèvre
<i>Calamintha sp.</i>	1		0,006		Sarriette
<i>Camelina sativa</i>	16		0,069		Caméline cultivée
<i>Campanula sp.</i>	1		0,014		Campanule
<i>Cannabis sativa</i>	44		0,202		Chanvre cultivé
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	22		0,053		Capselle bourse-à-pasteur
<i>Cardamine pratensis</i>		3		0,111	Cressonnette
<i>Cardamine sp.</i>	8		0,033		Cardamine
<i>Carex sp. bicarpellat</i>	1104	20	6,489	0,741	Carex à deux carpelles
<i>Carex brizoides</i>	1		0,003		Laiche fausse brize
<i>Carex muricata</i>	19		0,08		Laiche en épi
<i>Carex sp.</i>	7		0,025		Laiche
<i>Carex sp. tricarpellat</i>	2558	350	13,784	12,963	Carex à trois carpelles
<i>Carex / Polygonum / Rumex</i>	176		0,917		Carex / Renouée / Rumex
<i>Carex / Rumex</i>	29		0,073		Laiche / Rumex
Caryophyllaceae	43		0,231		Caryophyllacées
<i>Centaurea cyanus</i>	30		0,407		Bleuet
<i>Centaurea jacea</i>	1		0,01		Centaurée jacée
<i>Centaurea sp.</i>	2		0,014		Centaurée
<i>Cerastium fontanum</i>	99		1,038		Céraiste des fontaines
<i>Cerastium sp.</i>	2		0,005		Céraiste
Cerealia	2292		16,316		Céréales
<i>Chaerophyllum aureum</i>	1		0,004		Chérophylle doré
<i>Chara sp.</i>	2	1	0,009	0,037	Chara
<i>Chenopodium album</i>	146		1,937		Chénopode blanc
<i>Chenopodium ficifolium</i>	27		0,087		Chénopode à feuilles de figuier
<i>Chenopodium polyspermum</i>	22		0,274		Chénopode polysperme
<i>Chenopodium sp.</i>	479	1	2,274	0,037	Chénopode
<i>Cirsium arvense</i>	4		0,014		Cirse des champs
<i>Cirsium sp.</i>	21	41	0,116	1,615	Cirse
<i>Cirsium vulgare</i>	12		0,029		Cirse vulgaire
<i>Cirsium / Carduus</i>	79		0,704		Cirse / Chardon
<i>Claviceps</i>	3		0,011		Ergot
<i>Conium maculatum</i>	12		0,089		Grande ciguë
<i>Coriandrum sativum</i>	5		0,026		Coriandre cultivée
<i>Cornus sanguinea</i>	1		0,002		Cornouiller sanguin
<i>Corylus avellana</i>	31	19	0,144	0,704	Noisetier
<i>Crataegus monogyna</i>	1	8	0,003	0,296	Aubépine à un style
<i>Crepis capillaris</i>	1		0,004		Crépide capillaire
<i>Cynurus cristatus</i>	169		0,583		Crételle à crête
Cyperaceae	571	3	2,721	0,111	Cypéacées

Nom botanique	Total		Concentration (litre)		Nom français
	DEV-CTT	DEL-CO	DEV-CTT	DEL-CO	
<i>Cyperus fuscus</i>	494		4,177		Souchet brun noirâtre
<i>Daucus carota</i>	121		1,108		Carotte
<i>Deschampsia caespitosa</i>	3		0,008		Canche gazonnante
<i>Digitaria ischaemum</i>	9		0,032		Digitaire ischème
<i>Dipsacus fullonum / sativus</i>	42		0,154		Cardère sauvage
<i>Dipsacus pilosus</i>	17		0,095		Cardère poilue
<i>Dipsacus sp.</i>	1		0,004		Cardère
<i>Dipsacus sativus</i>	5		0,008		Cardère à foulons
<i>Echinochloa crus-galli</i>	15		0,063		Echinochloa pied-de-coq
<i>Eleocharis palustris s.l.</i>	184	65	1,355	8,667	Héléocharis des marais
<i>Eleocharis sp.</i>	8		0,035		Héléocharis
<i>Epilobium hirsutum</i>	13		0,066		Epilobe hérissé
<i>Epilobium sp.</i>	7		0,021		Epilobe
<i>Euphorbia exigua</i>	4		0,022		Euphorbe fluette
<i>Euphorbia helioscopia</i>	11	1	0,039	0,037	Euphorbe réveille-matin
<i>Euphorbia platyphyllis</i>	24		0,117		Euphorbe à larges feuilles
<i>Euphrasia sp.</i>	29		0,12		Euphrase
<i>Euphrasia / Odontites</i>	196		1,085		Euphrase / Odontites
Fabaceae	443		2,388		Fabacées
Fabaceae (cult.)	168		0,93		Fabacées cultivées
<i>Fagus sylvatica</i>	69	18	0,133	0,667	Hêtre
<i>Fallopia convolvulus</i>	101		0,717		Vrillée faux liseron
<i>Fallopia dumetorum</i>	2		0,004		Grande vrillée
<i>Festuca pratensis</i>	18		0,059		Fétuque des prés
<i>Festuca sp.</i>	35		0,099		Fétuque
<i>Festuca / Lolium</i>	358		1,119		Fétuque / Ivraie
<i>Filipendula ulmaria</i>	1	3	0,007	0,111	Reine-des-prés
<i>Fragaria vesca</i>	144	1	0,746	0,037	Fraisier des bois
<i>Fragaria / Potentilla</i>	2		0,007		Fraisier / Potentille
<i>Fraxinus excelsior</i>		4		0,148	Frêne commun
<i>Galeopsis bifida</i>	10		0,019		Galéopsis bifide
<i>Galeopsis ladanum</i>	3		0,017		Galéopsis ladanum
<i>Galeopsis sp.</i>	24		0,104		Galéopsis
<i>Galeopsis tetrahit</i>	28		0,161		Ortie royale
<i>Galium album</i>	1		0,002		Gaillet blanc
<i>Galium aparine</i>	133		0,86		Gaillet gratteron
<i>Galium palustre</i>	1		0,002		Gaillet des marais
<i>Galium sp.</i>	15		0,09		Gaillet
<i>Galium sp. (kleinfrüchtig)</i>	2		0,006		Gaillet
<i>Galium spurium</i>	10		0,049		Gaillet bâtard
<i>Galium verum</i>	1		0,003		Gaillet jaune
<i>Glyceria plicata</i>	1		0,002		Glycérie plissée
<i>Glyceria sp.</i>	2		0,008		Glycérie
<i>Holcus lanatus</i>	1		0,02		Houque laineuse
<i>Hordeum murinum</i>	1		0,006		Orge des rats
<i>Hordeum sp.</i>	3		0,014		Orge
<i>Hordeum vulgare</i>	256		0,836		Orge
<i>Humulus lupulus</i>	233		0,801		Houblon grim pant
<i>Hyoscyamus niger</i>	17		0,086		Jusquiame noire
Hypericaceae	2		0,027		Hypericacées
<i>Hypericum perforatum</i>	20		0,113		Herbe à mille trous
<i>Hypericum sp.</i>	3	1	0,016	0,037	Millepertuis
<i>Hypericum tetrapterum</i>	1		0,002		Millepertuis à quatre ailes
<i>Indeterminata</i>	4132		27,038		Plantes non déterminées
<i>Juncus articulatus</i>	81		0,322		Jonc articulé
<i>Juncus bufonius</i>	26		0,12		Jonc des crapauds
<i>Juncus conglomeratus / effusus</i>	100		0,468		Jonc aggloméré / épars
<i>Juncus sp.</i>	1992		8,768		Jonc
<i>Lactuca perennis</i>	1		0,025		Laitue vivace
Lamiaceae	25		0,269		Lamiacées
<i>Lamium purpureum</i>	2		0,006		Ortie rouge
<i>Lamium sp.</i>	10		0,04		Lamier
<i>Lapsana communis</i>	355		2,488		Lapsane commune
<i>Lathyrus aphaca</i>	1		0,002		Gesse sans feuilles
<i>Lathyrus hirsutus</i>	1		0,012		Gesse hérissée
<i>Lathyrus nissolia</i>	1		0,003		Gesse sans vrilles
<i>Lathyrus tuberosus</i>	1		0,003		Gesse tubéreuse
<i>Lathyrus / Lens / Vicia</i>	8		0,042		Gesse / Lentille / Vesce
<i>Lathyrus / Pisum / Vicia</i>	4		0,021		Gesse / Pois / Vesce
<i>Lens culinaris</i>	9		0,067		Lentille comestible
<i>Leucanthemum vulgare</i>	264		1,773		Marguerite
<i>Linum catharticum</i>	51		0,325		Lin purgatif
<i>Linum usitatissimum</i>	1052		8,538		Lin usuel
<i>Lotus corniculatus</i>	27		0,092		Lotier commun
<i>Lotus uliginosus</i>	1		0,033		Lotier des marais
<i>Lotus / Trifolium</i>	1		0,003		Lotier / Tréfle
<i>Luzula multiflora</i>	4		0,028		Luzule à fleurs nombreuses
<i>Luzula sp.</i>	41		0,154		Luzule
<i>Lynchnis flos-cuculi</i>	59		0,508		Silène fleur-de-coucou
<i>Lycopus europaeus</i>	72	13	0,423	0,578	Lycopce d'Europe

Nom botanique	Total		Concentration (litre)		Nom français
	DEV-CTT	DEL-CO	DEV-CTT	DEL-CO	
<i>Malus sylvestris / domestica</i>	11		0,047		Pommier
<i>Malva neglecta</i>	6		0,018		Mauve commune
<i>Malva sp.</i>	2		0,01		Mauve
<i>Marrubium vulgare</i>	49		0,278		Marrube vulgaire
<i>Medicago lupulina</i>	53		0,164		Minette
<i>Medicago minima</i>	2		0,006		Luzerne naine
<i>Medicago sp.</i>	3		0,008		Luzerne
<i>Medicago / Trifolium</i>	3		0,008		Luzerne / Trèfle
<i>Melilotus altissima</i>	1		0,012		Méliot élevé
<i>Melilotus officinalis</i>	2		0,025		Méliot officinal
<i>Melilotus sp.</i>	1		0,003		Méliot
<i>Melilotus / Medicago / Trifolium</i>	280		0,77		Méliot / Luzerne / Trèfle
<i>Mentha aquatica</i>	2		0,007		Menthe aquatique
<i>Mentha arvensis</i>	21		0,058		Menthe des champs
<i>Mentha arvensis / aquatica</i>		27		1	Menthe des champs / aquatique
<i>Mentha longifolia</i>	27		0,051		Menthe à longues feuilles
<i>Mentha sp.</i>	81	91	0,523	3,37	Menthe
<i>Mercurialis perennis</i>	4	1	0,01	0,037	Mercuriale vivace
<i>Moehringia trinervia</i>	17		0,074		Moehringie à trois nervures
<i>Myosotis sp.</i>	1		0,014		Myosotis
<i>Myosoton aquaticum</i>	20		0,185		Myosoton aquatique
<i>Origanum vulgare</i>	32	1	0,193	0,133	Marjolaine sauvage
<i>Orlaya grandiflora</i>	44		0,474		Orlaya à grandes fleurs
<i>Panicaceae</i>	1		0,003		Millet
<i>Panicum miliaceum</i>	2		0,005		Millet cultivé
<i>Papaver somniferum</i>	5		0,037		Pavot somnifère
<i>Papaver sp.</i>	1		0,005		Pavot
<i>Pastinaca sativa</i>	1		0,002		Panais cultivé
<i>Phleum paniculatum</i>	2		0,025		Fléole paniculée
<i>Phleum pratense</i>	286		3,332		Fléole des prés
<i>Phleum sp.</i>	49		0,187		Fléole
<i>Physalis alkekengi</i>	1		0,002		Coqueret alkékéngé
<i>Picea abies</i>	1		0,002		Epicéa
<i>Picris hieracioides</i>	1		0,002		Picride fausse épervière
<i>Pimpinella saxifraga</i>	1		0,006		Boucage saxifrage
<i>Pisum sativum</i>	1		0,006		Pois cultivé
<i>Plantago lanceolata</i>	101		0,525		Plantain lancéolé
<i>Plantago major</i>	416	1	1,907	0,133	Grand plantain
<i>Plantago media</i>	4		0,021		Plantain moyen
<i>Plantago sp.</i>	1		0,003		Plantain
<i>Poa annua</i>	2		0,023		Paturin annuel
<i>Poa nemoralis</i>	1		0,05		Paturin des bois
<i>Poa nemoralis / palustris</i>	3		0,008		Paturin des bois / des marais
<i>Poa pratensis / trivialis</i>	54	1	0,134	0,037	Paturin des prés / commun
<i>Poa spec.</i>	961	1	9,419	0,133	Paturin
<i>Poaceae</i>	3668		16,144		Poacées
<i>Polygala comosa</i>	4		0,016		Polygale à toupet
<i>Polygala sp.</i>	3		0,03		Polygale
<i>Polygonum amphibium</i>	1		0,002		Renouée amphibie
<i>Polygonum aviculare</i>	480		1,81		Trainasse
<i>Polygonum hydropiper</i>	792	11	3,485	0,407	Renouée poivre-d'eau
<i>Polygonum lapathifolium</i>	20		0,149		Renouée à feuilles de patience
<i>Polygonum lapathifolium / persic.</i>	80		0,334		Renouée à feuilles de patience / persicaire
<i>Polygonum minus</i>	1		0,006		Renouée fluette
<i>Polygonum mite</i>	3		0,015		Renouée douce
<i>Polygonum persicaria</i>	140		0,707		Pied-rouge
<i>Polygonum sp.</i>	63		0,256		Renouée
<i>Portulaca oleracea</i>	1		0,005		Pourpier potager
<i>Potentilla erecta</i>	20	4	0,114	0,148	Tormentille
<i>Potentilla reptans</i>	136		0,959		Quintefeuille
<i>Potentilla sp.</i>	7		0,029		Potentille
<i>Prunella grandiflora</i>	2		0,008		Brunelle à grandes fleurs
<i>Prunella vulgaris</i>	357	1	4,012	0,037	Brunelle vulgaire
<i>Prunus cf. domestica</i>	1		0,002		Prunier
<i>Prunus sp.</i>	3		0,03		Prunier
<i>Prunus spinosa</i>	7		0,028		Epine noire
<i>Ranunculaceae</i>	1		0,006		Renonculacées
<i>Ranunculus aquatilis</i>	2	2	0,007	0,074	Renoncule aquatique
<i>Ranunculus repens</i>	561	20	4,373	1,607	Renoncule rampant
<i>Ranunculus sceleratus</i>	2		0,057		Renoncule sclératée
<i>Ranunculus sp.</i>	850		5,014		Renoncule
<i>Reseda luteola</i>	2		0,008		Gaude
<i>Rhinanthus sp.</i>	15		0,076		Rhinanthe
<i>Rosa sp.</i>		1		0,037	Rosier
<i>Rubus fruticosus</i>	91		0,523		Ronce
<i>Rubus idaeus</i>	158	12	0,587	0,541	Framboisier
<i>Rubus sp.</i>	81		0,197		Ronce
<i>Rumex conglomeratus</i>	1		0,002		Rumex aggloméré
<i>Rumex crispus / obtusifolius</i>	19		0,083		Rumex crépu / Patience sauvage
<i>Rumex sp.</i>	573	1	3,987	0,037	Rumex
<i>Salix sp.</i>	24		0,933		Saule
<i>Sambucus ebulus</i>	162		0,943		Sureau yéble
<i>Sambucus nigra</i>	4		0,011		Sureau noir

Nom botanique	Total		Concentration (litre)		Nom français
	DEV-CTT	DEL-CO	DEV-CTT	DEL-CO	
<i>Sambucus nigra / racemosa</i>	9	7	0,038	0,259	Sureau noir / à grappes
<i>Sambucus sp.</i>	115		0,379		Sureau
<i>Sanguisorba minor</i>	5		0,02		Petite pimprenelle
<i>Saponaria officinalis</i>	2		0,01		Saponaire officinale
<i>Scirpus sylvaticus</i>	6	1173	0,017	156,11	Scirpe des forêts
<i>Scleranthus annuus</i>	7		0,044		Gnavelle annuelle
<i>Scrophularia nodosa</i>	78	2	0,347	0,074	Scrophulaire noueuse
<i>Scrophularia sp.</i>	2		0,013		Scrophulaire
<i>Secale cereale</i>	244		5,821		Seigle
<i>Setaria glauca</i>	9		0,037		Sétaire glauque
<i>Setaria italica</i>	1		0,005		Millet des oiseaux
<i>Setaria sp.</i>	6		0,024		Sétaire
<i>Setaria verticillata / viridis</i>	122		1,109		Sétaire verticillée / verte
<i>Sherardia arvensis</i>	99		0,42		Rubéole des champs
<i>Silene alba</i>	33		0,677		Compagnon-blanc
<i>Silene dioica</i>	16		0,065		Compagnon-rouge
<i>Silene gallica</i>	2		0,006		Silène de France
<i>Silene sp.</i>	17		0,125		Silène
<i>Silene vulgaris</i>	5		0,022		Silène enflée
<i>Sinapis arvensis</i>	3		0,013		Moutarde des champs
<i>Sinapis sp.</i>	83		0,222		Moutarde, Sénévé
<i>Solanum dulcamara</i>	2	1	0,01	0,037	Morelle douce-amère
<i>Solanum nigrum</i>	22		0,057		Morelle noire
<i>Solanum sp.</i>	2		0,011		Morelle
<i>Sonchus arvensis</i>	52		1,322		Laiteron des champs
<i>Sonchus asper</i>	52		0,516		Laiteron rude
<i>Sonchus oleraceus</i>	21		0,077		Laiteron maraîcher
<i>Sonchus sp.</i>	1		0,005		Laiteron
<i>Sparganium erectum</i>		26		0,963	Rubanier dressé
<i>Spergula arvensis</i>	74		0,262		Sparagote des champs
<i>Stachys annua / arvensis</i>	1		0,005		Epiare annuelle / des champs
<i>Stachys arvensis</i>	2		0,004		Epiare des champs
<i>Stachys sp.</i>	6	5	0,016	0,185	Epiare
<i>Stachys sylvatica</i>	2		0,004		Epiare des forêts
<i>Stellaria graminea</i>	187		1,046		Stellaire graminée
<i>Stellaria graminea / palustris</i>	4		0,02		Stellaire graminée / des marais
<i>Stellaria media</i>	104		0,561		Mouron des oiseaux
<i>Stellaria sp.</i>	1		0,005		Stellaire
<i>Taraxacum officinale</i>	2		0,011		Pissenlit officinal
<i>Thlaspi arvense</i>	4		0,021		Herbe aux écus
<i>Thymus sp.</i>	5		0,01		Thym
<i>Trifolium arvense</i>	4		0,007		Pied-de-lièvre
<i>Trifolium fragiferum</i>	2		0,04		Trèfle porte-fraise
<i>Trifolium hybridum</i>	1		0,002		Trèfle hybride
<i>Trifolium hybridum / repens</i>	1		0,003		Trèfle hybride / rampant
<i>Trifolium montanum</i>	7		0,094		Trèfle des montagnes
<i>Trifolium pratense</i>	9		0,047		Trèfle des prés
<i>Trifolium repens</i>	13		0,14		Trèfle rampant
<i>Trifolium sp.</i>	423		2,064		Trèfle
<i>Triticum aestivum</i>	196		1,029		Blé ordinaire, Froment
<i>Triticum dicoccon</i>	170		1,029		Blé amidonnier
<i>Triticum dicoccon / spelta</i>	58		0,2		Amidonnier / Epeautre
<i>Triticum monococcum</i>	1364		11,057		Ingrain
<i>Triticum monococcum / dicoccon</i>	8		0,036		Ingrain / Amidonnier
<i>Triticum sp.</i>	777		4,998		Blé
<i>Triticum spelta</i>	3773		14,278		Epeautre
<i>Typha latifolia</i>	1	3	0,002	0,111	Massette à larges feuilles
<i>Typha sp.</i>	2		0,009		Massette
<i>Urtica dioica</i>	3979		18,091		Ortie dioïque
<i>Valeriana dentata</i>	279	1	2,018	0,037	Valérianelle dentée
<i>Valeriana locusta</i>	6		0,018		Doucette
<i>Valeriana rimosa</i>	6		0,059		Valérianelle sillonnée
<i>Varia</i>	377		1,037		Varia
<i>Verbascum sp.</i>	1		0,002		Molène
<i>Verbena officinalis</i>	271		1,271		Verveine officinale
<i>Veronica chamaedrys</i>	3		0,037		Véronique petit-chêne
<i>Veronica serpyllifolia</i>	2		0,005		Véronique à feuilles de serpolet
<i>Veronica sp.</i>	85	3	0,476	0,111	Véronique
<i>Viburnum lantana</i>	1		0,002		Mancienne
<i>Viburnum opulus</i>		1		0,037	Boule-de-neige
<i>Vicia angustifolia</i>	1		0,002		Vesce noire
<i>Vicia hirsuta</i>	13		0,096		Vesce hérissée
<i>Vicia sativa</i>	29		0,164		Poisette
<i>Vicia sp.</i>	153		0,852		Vesce
<i>Vicia sp. (kleinsamig)</i>	58		0,391		Vesce
<i>Vicia tetrasperma</i>	76		0,247		Vesce à quatre graines
<i>Vicia villosa</i>	2		0,008		Vesce velue
<i>Vicia / Lathyrus</i>	81		0,423		Vesce / Gesse
<i>Viola reichenbachiana</i>	1		0,005		Violette des forêts
<i>Viola sp.</i>	1	3	0,007	0,207	Violette
<i>Viola tricolor</i>	2		0,02		Pensée tricolore
<i>Xanthium strumarium</i>	116		0,7		Lampourde ordinaire
<b>Total</b>	<b>61422</b>	<b>2412</b>			

## 4. Inventaire des macrorestes végétaux

Seule une sélection de taxa est mentionnée ici, dont des espèces rarement attestées ou encore difficiles à identifier, ainsi que quelques plantes cultivées. Les familles de plantes, comme les taxa au sein des familles, sont présentés par ordre alphabétique. Un cf. signale les déterminations incertaines. Toutes les dimensions sont exprimées en millimètres.

**ALISMACEAE**

*Alisma* sp. (pl. 1.1)

**Dimensions:** fruit n=1 non carb., 1,8x1; graine n=2 non carb., 1,1-1,4x0,8

**Description:** fruit plat, de forme ovoïde, délimité par un bord. Surface du fruit finement striée longitudinalement et transparente. Graine foncée, repliée en forme de fer à cheval resserré. La surface porte des cellules isodiamétriques disposées en colonnes.

**Remarque:** la plupart du temps, des fruits entiers sont conservés où la graine foncée transparait au travers du fin péricarpe.

**APIACEAE**

*Anthriscus sylvestris* L./*A. nitida* (Wahlenb.) Garcke (pl. 1.2)

**Dimensions:** n=1 non carb., 6,7x1,5

**Description:** méricarpe beaucoup plus long que large, légèrement plus étroit vers l'apex et se terminant avec un style côtelé. Le dos est bombé sans aucune côte. La surface présente des rangées de cellules allongées typiques.

**Remarque:** les deux espèces sont à peine différenciables à l'aide du matériel récent dont nous disposons.

*Conium maculatum* L. (pl. 1.3)

**Dimensions:** n=4 non carb., 2,8 (3,4) 3,7x1,6 (1,7) 1,8

**Description:** méricarpe ovoïde avec pointe apicale, légèrement comprimé latéralement et à peine courbé. Le dos est bombé et porte cinq côtes clairement proéminentes. Le côté ventral est plat, finement sillonné longitudinalement.

*Coriandrum sativum* L. (pl. 1.4)

**Dimensions:** n=1 carb., 1,9x2,2

**Description:** méricarpe formant une demi-sphère et portant une petite pointe du côté apical. Cette dernière n'est plus visible que sous forme de trace sur l'exemplaire carbonisé présenté.

*Orlaya grandiflora* L. (pl. 1.5)

**Dimensions:** n=6 non carb., 6,6 (7,9) 10,7x3,1 (3,8) 4,5

**Description:** méricarpe relativement plat, ovoïde pointu. Le dos est pourvu de cinq minces côtes principales finement ciliées, ainsi que de quatre côtes secondaires dotées de plusieurs rangées d'épines. Face ventrale plate avec un pli médian et deux bandes latérales foncées.

**ASTERACEAE**

*Bidens tripartita* L./*cernua* L. (pl. 1.6)

**Dimensions:** n=2 non carb., 4,1-5,4x1,8-2

**Description:** achènes linéaires-cunéiformes, émoussés, avec le point le plus large juste au-dessous du bord supérieur. Fines soies dans la partie supérieure et le long des arêtes latérales. Extrémité apicale dotée de deux soies latérales et d'une centrale.

**Remarque:** les deux espèces ne sont pas différenciables à l'aide du matériel dont nous disposons.

*Xanthium strumarium* L. (pl. 1.7)

**Dimensions:** n=5 non carb., 10,5 (11,6) 13,9x6 (6,6) 7,4

**Description:** grand fruit à parois épaisses, ovoïde à elliptique allongé. Surface avec des bosses armées de fines épines en forme de crochet.

**CANNABACEAE**

*Cannabis sativa* L. (pl. 1.8)

**Dimensions:** n=3 non carb., 3,9 (4,4) 5x3 (3,6) 4,4

**Description:** forme de la graine ovoïde large, avec un léger bourrelet à l'extrémité basale. Bordure ventrale et dorsale légèrement saillante. Surface fréquemment couverte d'un fin filet clair et de champs foncés.

*Humulus lupulus* L. (pl. 1.9)

**Dimensions:** n=5 non carb., 2 (2,2) 2,4x1,7 (1,9) 2

**Description:** graines elliptiques, latéralement un peu aplaties. Bord aigu. Extrémité inférieure légèrement pointue (hile), extrémité supérieure surmontée d'une petite pointe, voire d'un petit bonnet (= reste du pistil). Couleur brune.

**CARYOPHYLLACEAE**

*Scleranthus annuus* L. (pl. 2.10)

**Dimensions:** n=4 non carb., 1,6 (1,8) 2x1,3 (1,4) 1,4

**Description:** fruit avec cinq minces dents du calice, pointues et dressées; le calice est en forme de coupe et présente dix côtes.

**Remarque:** les fruits de *Scleranthus perennis* sont très semblables, mais les dents du calice sont émoussées.

*Spergula arvensis* L. (pl. 2.11)

**Dimensions:** n=4 non carb., 1,7 (1,8) 1,9x1,4 (1,4) 1,5

**Description:** graines rondes-ovales avec des ailes étroites et lisses sur tout le pourtour. Surface foncée.

**Remarque:** il s'agit de la sous-espèce ssp. *linicola* possédant des graines sensiblement plus grandes et une surface lisse. Parmi les trouvailles exclusivement carbonisées, la plupart proviennent de deux échantillons riches en lin, ce qui souligne leur lien avec la culture du lin.

**CHARACEAE**

*Chara* sp. (pl. 2.12)

**Dimensions:** n=1 non carb., 0,75x0,5

**Description:** oospores de forme ellipsoïdale, avec 8-9 fines côtes peu saillantes. Surface lisse, brillante et brunâtre transparente.

**Bibliographie:** Krause 1986; Haas 1994; Nötzold 1975.

**DIPSACACEAE***Dipsacus fullonum* L./*sativa* L. (pl. 2.13)**Dimensions:** *D. cf. fullonum* n=7 non carb., 3,8 (4,3) 4,8x1,2 (1,4) 1,6**Dimensions:** *D. cf. sativus* n=5 non carb., 3,6 (4,5) 4,9x1,3 (1,7) 1,9**Dimensions:** *D. fullonum* récent n=10, 3,8 (4,4) 4,8x1,1 (1,3) 1,5**Dimensions:** *D. sativus* récent n=10, 3,9 (4,6) 5,3x1,2 (1,3) 1,5**Description:** fruit allongé, avec trois arêtes aiguës et d'épaisses côtes médianes. Entre les stries médianes, creux longitudinaux profondément enfoncés dans la partie apicale.**Remarque:** les achènes de *D. fullonum* sont tendanciellement plus longs et plus étroits que ceux de *D. sativus*. L'indice longueur/largeur est en règle générale >3 chez *D. fullonum*, <3 chez *D. sativus*. Il existe cependant un domaine de recoupement, ce qui rend difficile une différenciation nette entre les deux espèces. Chez *D. fullonum*, les creux apicaux sont la plupart du temps moins bien développés, les stries centrales sont par contre mieux formées.*Dipsacus pilosus* L. (pl. 2.14)**Dimensions:** n=1 non carb., 4x1,9**Description:** fruit allongé trapu avec des stries centrales à peine développées. Nervures du bord moins développées que chez les autres espèces de *Dipsacus*. Clairement différent des autres espèces.**FABACEAE**cf. *Lens culinaris* Med. (pl. 2.15) Cosse**Dimensions:** cosse n=1 carb., env. 12x5x3,5 (légèrement fragmentée). Matériel de comparaison récent n=5, 9,5-14,5x4,4-6,9x3,1-4,5**Description:** cosse à peine creusée, à surface lisse. Probablement à deux graines.*Vicia cf. sativa* L. s.l. (pl. 2.16)**Dimensions:** n=4 carb., diamètre graine: 3 (3,2) 3,3, longueur du hile: 1,8 (2) 2,1. Matériel de comparaison récent n=15, diamètre graine: 3,3 (4,5) 5,7, longueur du hile: 1,5 (2,2) 3,2**Description:** forme des graines très variable, sphérique à cylindrique, en partie aplatie à lentiforme; hile relativement mince, souvent plus long que la moitié du diamètre de la graine.**Remarque:** la délimitation par rapport à *Vicia angustifolia*, qui possède de plus petites graines, n'est pas claire puisqu'il existe, pour la taille, une zone de recoupement.**Bibliographie:** Karg 1996.**LAMIACEAE***Marrubium vulgare* L. (pl. 2.17)**Dimensions:** n=7 non carb., 3,2 (3,5) 3,8x1,9 (2) 2,1**Description:** nucules allongés, brun clair avec trois arêtes bien développées, partie apicale de la face ventrale aplatie. Surface à structure cellulaire avec des verrues relativement grandes et irrégulières.**POACEAE***Setaria glauca* (L.) P.B. (pl. 3.18)**Dimensions:** n=3 non carb., 2,5 (2,8) 3x1,7 (1,9) 2**Description:** caryopses ronds ovales et fortement aplatis. Glume carénée, surface de la glume fortement ridée transversalement.*Avena* ssp. (*A. sativa* L./*fatua* L.) (pl. 3.19-25)**Dimensions:** grains: n=10 carb., L: 5,1 (5,92) 6,9, l: 2,04 1,7 (2,04) 2,3, h: 1,4 (1,78) 2,1**Description:** grains de forme mince, fuselée, avec les deux extrémités émoussées. Sillon ventral étroit et plat, profil ventral et dorsal légèrement bombé.**Remarque:** par leur forme étroite et relativement mince, les grains d'avoine sont bien reconnaissables par rapport aux autres céréales. La différenciation entre avoine cultivée et formes sauvages n'est pas possible à l'aide des grains seuls. Les espèces d'avoine se laissent toutefois identifier grâce aux bases d'inflorescence attachées. Celles qui ont une zone d'abscission ovale sont caractéristiques de l'avoine cultivée.**Bibliographie:** Jacomet 1986.*Hordeum vulgare* L. (pl. 3.26-27)**Dimensions:** grains: n=10 carb., L: 4,4 (5,53) 6,2, l: 2,8 (3,40) 4, h: 2,1 (2,57) 3,2**Description:** grains typiquement fusiformes de face et de profil, les extrémités se resserrant souvent vues de profil. Sillon ventral fermé et non affaissé. Sur l'orge vêtue, au moins deux carènes longitudinales sont présentes aussi bien sur la face dorsale que ventrale, manquantes sur les grains d'orge nue. Les grains d'orge nue portent souvent des stries transversales en forme de vagues.**Remarque:** la plus grande partie des vestiges d'orge provient d'orge vêtue; pour quelques rares exemplaires, on n'a pu décider s'il s'agit d'orge vêtue ou nue. En raison de grains symétriques, aux côtés de quelques grains asymétriques, il faut donc compter avec une forme polystyque d'orge.**Bibliographie:** Jacomet 2006.*Panicum miliaceum* L. (pl. 3.28)**Dimensions:** grains: n=2 carb., L: 1,8-2,2, l: 1,5-1,6**Description:** grains ronds et légèrement aplatis, avec fosses embryonnaires ovales atteignant au plus la moitié de la longueur de la graine et s'élargissant à leur base.**Remarque:** le millet commun se différencie des autres millets grâce à la surface lisse des glumes et à la forme typique de la fosse embryonnaire.*Triticum aestivum* L./*T. turgidum* L./*T. durum* Desf. (pl. 4.29-32)

Blé nu hexa- ou tétraploïde.

**Dimensions:** grains: n=10 carb., L: 4,2 (4,87) 5,9, l: 3,2 (3,42) 3,7, h: 2,3 (2,78) 3,3**Description:** grains souvent relativement larges avec profil dorsal régulièrement voûté et profil ventral droit; sillon ventral relativement large et profond, embryon incorporé dans une cavité. Surface lisse sans empreintes de glumes.**Remarque:** une différenciation des diverses espèces de blé nu à l'aide de vestiges de grains est à peine réalisable, c'est pourquoi on ne parle ici que de blé nu. Une délimitation serait possible à l'aide des entre-nœuds, mais des exemplaires bien conservés manquent.**Bibliographie:** Jacomet 2006; Maier 2001.*Triticum monococcum* L. (pl. 4.33-37)**Dimensions:** grains: n=10 carb., L: 4,1 (5,6) 5,9, l: 2,2 (3,12) 3,5, h: 2,3 (2,94) 3,4

**Description:** grains minces, à face dorsale arrondie, devenant relativement pointus aux deux bouts, souvent plus hauts que larges. Profil ventral convexe. Le sillon ventral est étroit et profond. L'embryon est en règle générale apposé de biais et placé au-dessus.

**Remarque:** il existe aussi de l'engrain à deux grains, où la face ventrale des grains n'est pas bombée mais plate. De tels vestiges ne sont pas présents à Develier-Courtételle. Dans une publication antérieure (Brombacher et al. 1997), nous avons mentionné par mégarde une fourche d'épillet provenant d'un engrain à deux grains, ce qui s'est avéré être une erreur d'identification.

**Bibliographie:** Jacomet 1986; Jacomet 2006.

*Triticum dicoccum* Schübl. (pl. 4.38-39)

**Dimensions:** grains: n=10 carb., L: 4,6 (5,52) 6,3, l: 2,7 (2,7) 3,2, h: 2,6 (2,76) 2,9

**Description:** grains minces, en partie légèrement en forme de goutte et se terminant plus ou moins en pointe à l'extrémité supérieure. Profil ventral droit. Le sillon ventral est étroit et profond. Profil dorsal souvent bossu avec hauteur maximale en général juste au-dessus du germe. L'embryon est la plupart du temps apposé de biais et placé au-dessus.

**Remarque:** les grains d'amidonner et d'épeautre sont délicats à différencier. Les fourches d'épillets d'amidonner ont des bases de glumes largement écartées, au contraire de l'engrain où elles restent parallèles. Pour l'amidonner, elles sont plus grandes et plus larges que sur l'engrain, mais plus graciles que sur l'épeautre. Elles ont, comme pour l'épeautre, des lignes sur la surface extérieure mais, contrairement à l'épeautre, une base plus étroite.

**Bibliographie:** Jacomet 2006.

*Triticum spelta* L. (pl. 4.40, pl. 5.41-43)

**Dimensions:** grains: n=10 carb., L: 5,2 (5,7) 6,2, l: 2,5 (3,05) 3,4, h: 2,2 (2,45) 2,8

**Description:** grains allongés ovales avec souvent des côtés parallèles. Profil dorsal droit et régulièrement voûté. Sillon ventral plat, fermé et peu pénétrant. Extrémité apicale des grains émoussée arrondie. Embryon souvent surmonté de biais. Surface des grains en partie avec empreintes de glumes.

**Remarque:** glumes reconnaissables et différenciables de l'amidonner par leurs fortes stries longitudinales typiques et par leur large base fortement développée. Les fourches d'épillet ne s'écartent pas aussi fortement que sur l'amidonner et leur base est plus fortement développée.

**Bibliographie:** Jacomet 2006.

*Secale cereale* L. (pl. 5.44-47)

**Dimensions:** grains: n=5 carb., L: 4,7 (5,1) 5,5, l: 2 (2,34) 2,7, h: 2,1 (2,16) 2,2

**Description:** grains allongés minces avec côtés parallèles, souvent face dorsale en forme de toit. Extrémité supérieure du grain émoussée large, extrémité basale pointue. Face ventrale avec flancs bombés, se rejoignant en un sillon ventral étroit. Fosse embryonnaire longue, étroite et peu creusée.

## RESEDACEAE

*Reseda luteola* L. (pl. 5.48)

**Dimensions:** n=1 non carb., 1,5x1,6

**Description:** graines de forme presque ronde avec une légère anfractuosité, radicule faisant à peine saillie, légèrement séparée par un sillon.

## RUBIACEAE

*Galium spurium* L. (pl. 5.49a et b)

**Dimensions:** n=4 non carb., 2 (2,1) 2,2x1,6 (1,7) 1,9, n=1 carb., 1,6x1,3

**Description:** graines semi-globulaires à réniformes, avec hile introverti, rond à carré. Surface finement grumeleuse à lisse, avec une structure cellulaire isodiamétrique sur la surface.

*Galium palustre* L.

**Dimensions:** n=1 carb., 0,5x0,6

**Description:** graine globulaire avec un hile introverti, ovale et large. Surface avec des cellules isodiamétriques.

## SCROPHULARIACEAE

*Veronica cf. arvensis* L. (pl. 5.50)

**Dimensions:** n=1 carb., 0,6x0,9

**Description:** graine ovale et plate avec en milieu de face ventrale un hile ovale allongé proéminent. Surface couverte de légères rides.

*Veronica cf. chamaedrys* L. (pl. 5.51)

**Dimensions:** n=2 carb., 1,1-1,2x1

**Description:** comme *Veronica cf. arvensis* L.

**Remarque:** plusieurs espèces entrent en ligne de compte, se distinguant par la taille de leurs graines (*V. verna*, *arvensis*, *teucrium*, *chamaedrys*). Comme les mensurations se chevauchent, une attribution spécifique n'est presque pas possible.

## SOLANACEAE

*Atropa belladonna* L. (pl. 5.52)

**Dimensions:** n=2 non carb., 1,7-1,9x1,3-1,5

**Description:** graines ovoïdes obliques avec les cellules de la testa en forme de mailles de filet. Surface mate à légèrement brillante.

**Remarque:** *Atropa* se différencie de *Hyoscyamus*, d'une part par la forme de la graine, d'autre part par la plus grande épaisseur de la graine (rapport largeur/hauteur: env. 2) et par la forme plutôt arrondie des cellules de la testa.

*Hyoscyamus niger* L. (pl. 5.53 a et b)

**Dimensions:** n=4 non carb., 1,4 (1,5) 1,6x1,2 (1,3) 1,5

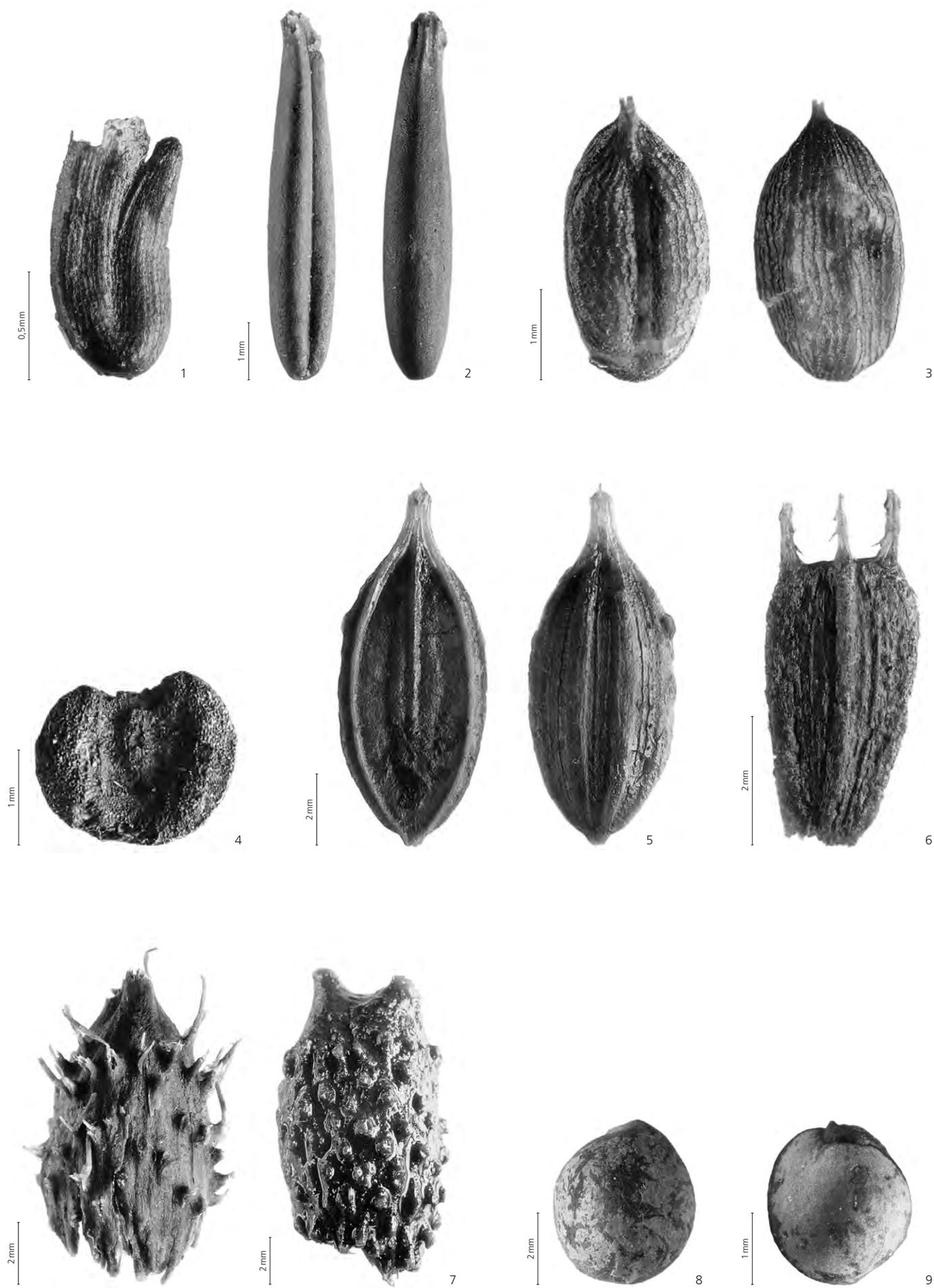
**Description:** graines semi-circulaires à rondes ou réniformes. Surface avec des cellules en forme de mailles de filet formant clairement de petites fosses.

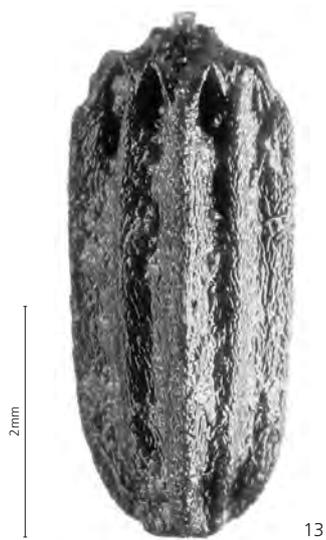
## CLAVICIPITACEAE

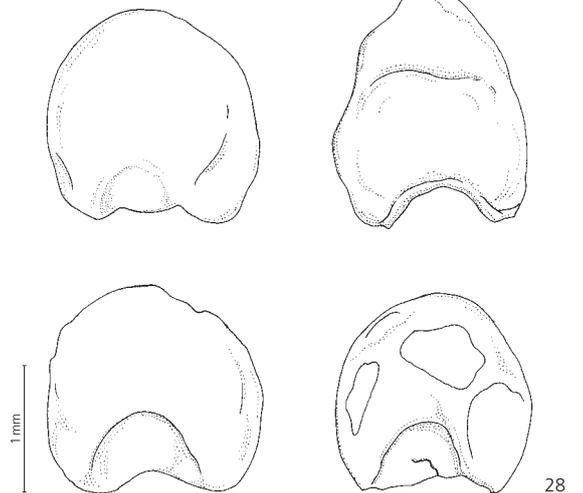
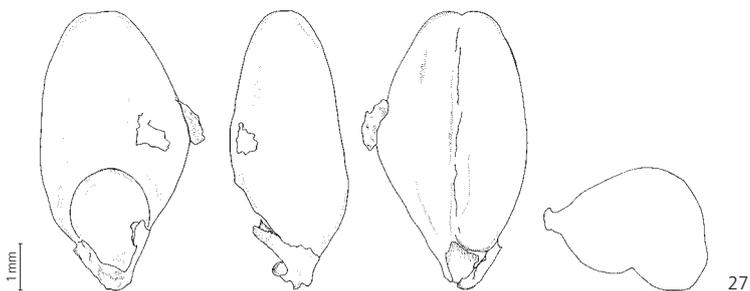
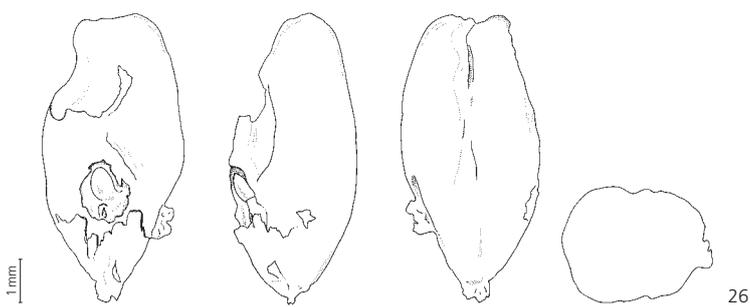
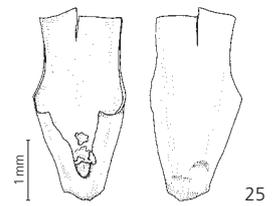
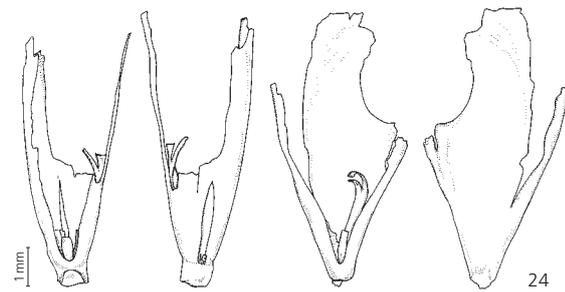
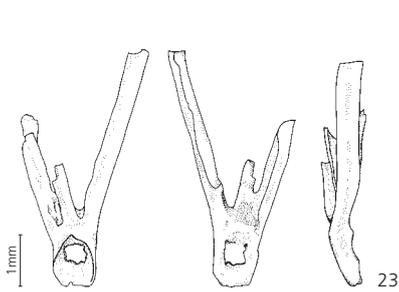
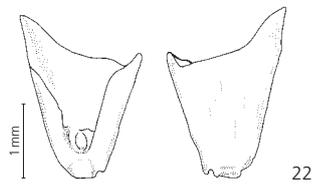
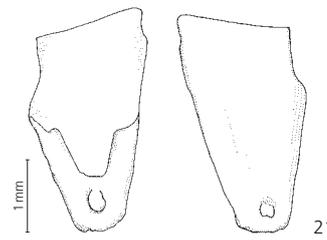
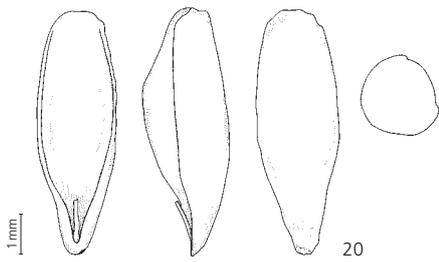
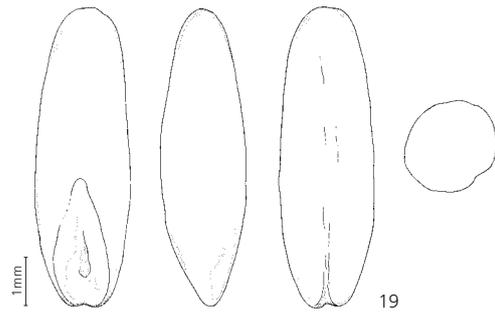
*Claviceps* (Fr.) Tul. - *Ergot de seigle* (pl. 5.54)

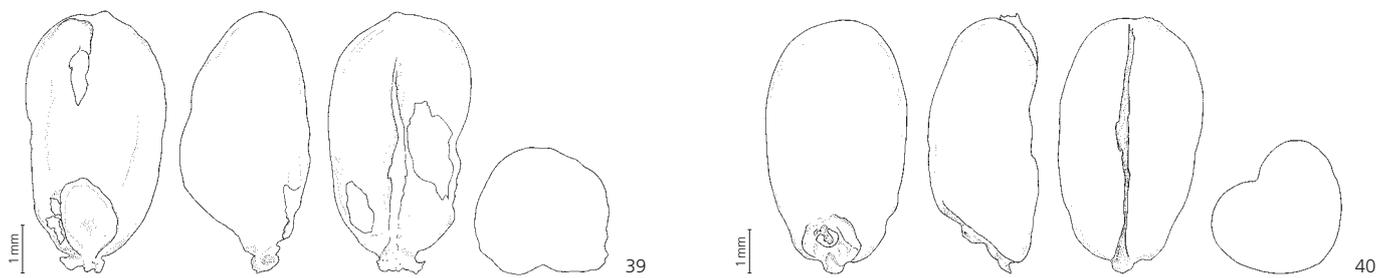
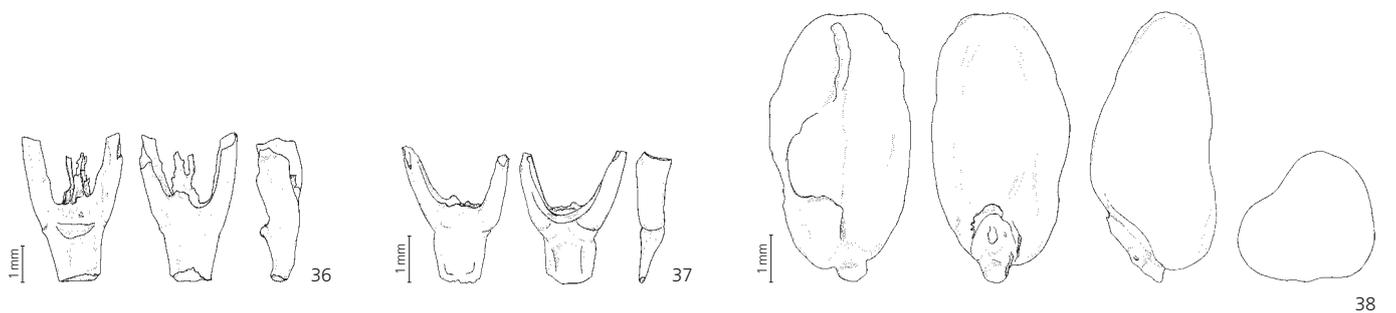
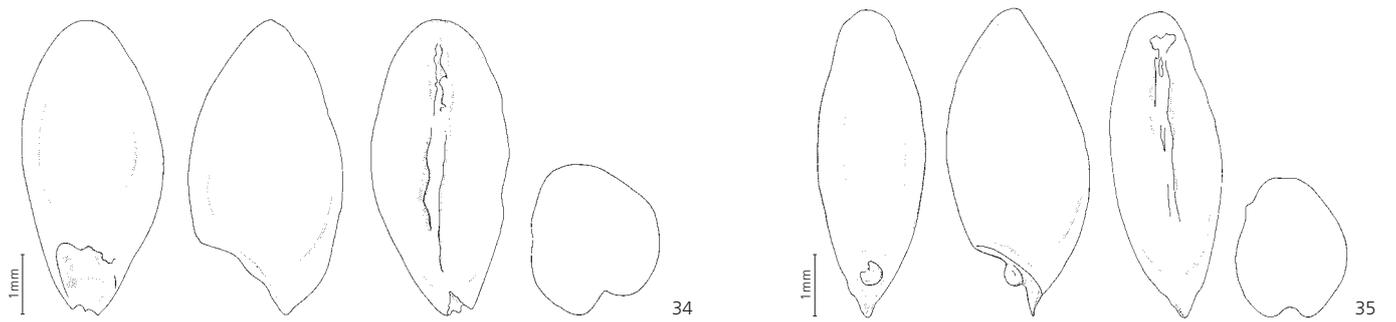
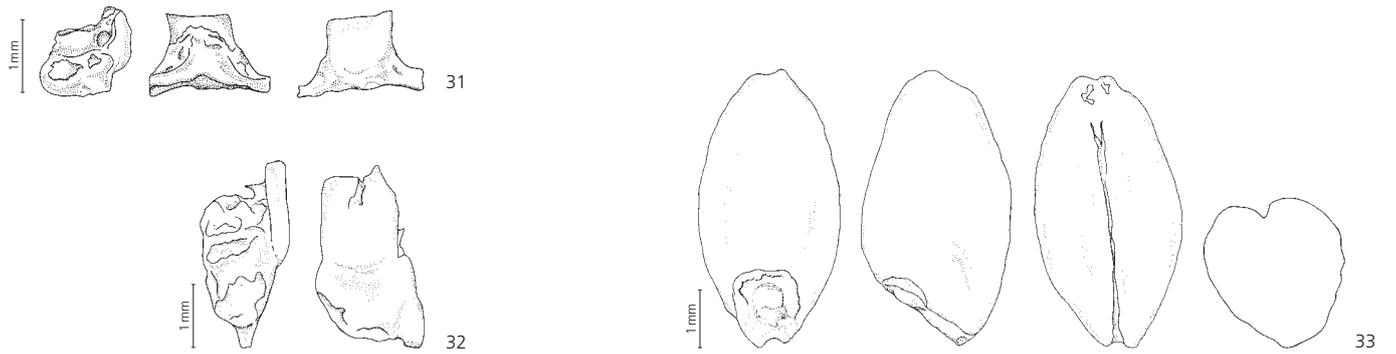
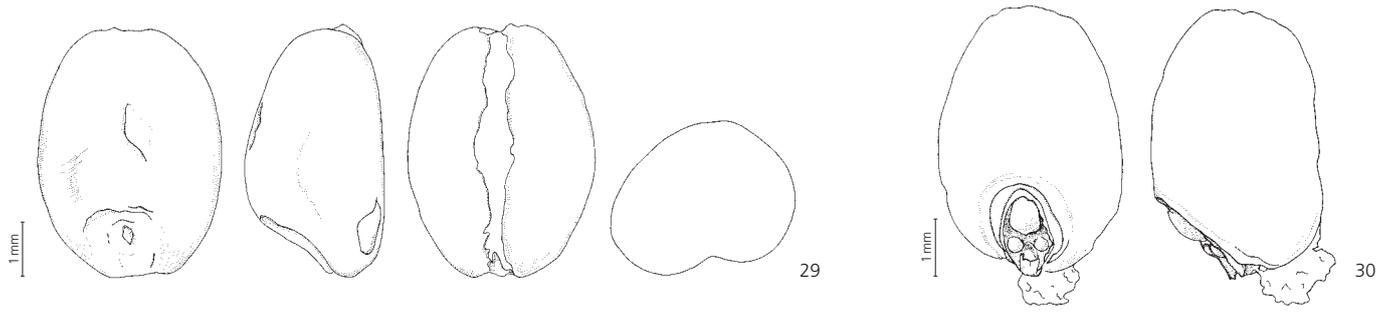
**Dimensions:** sclérote n=1 carb., 5,9x1,1

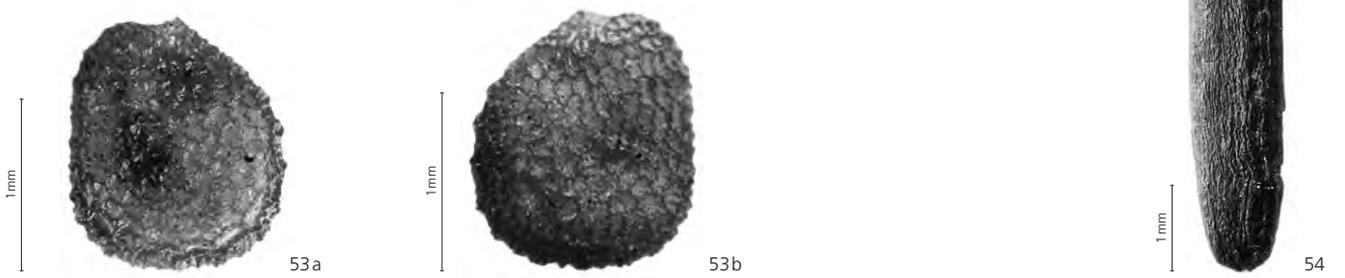
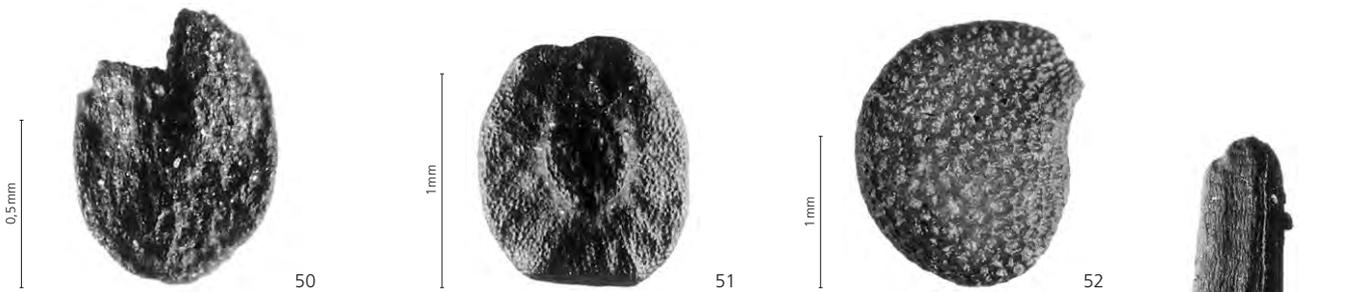
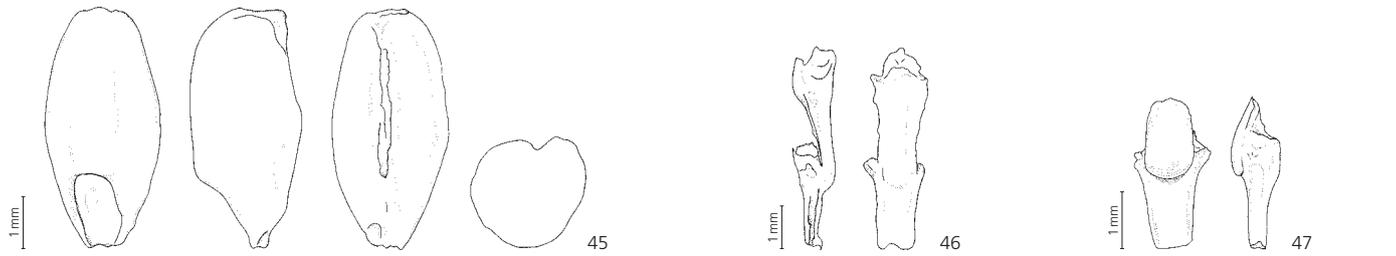
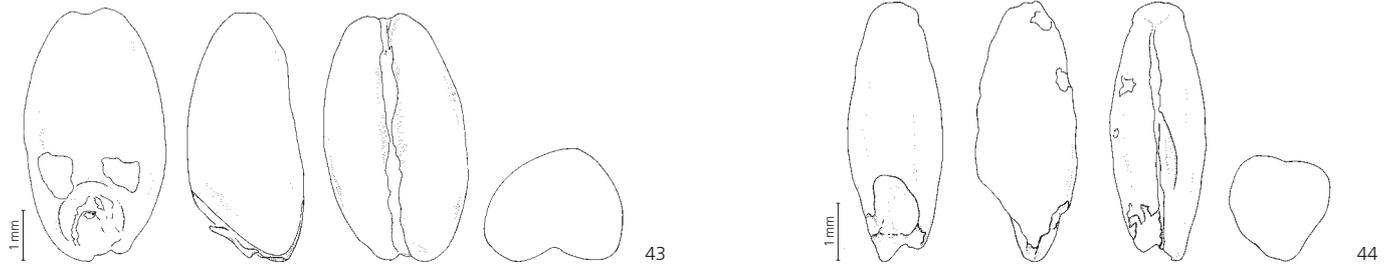
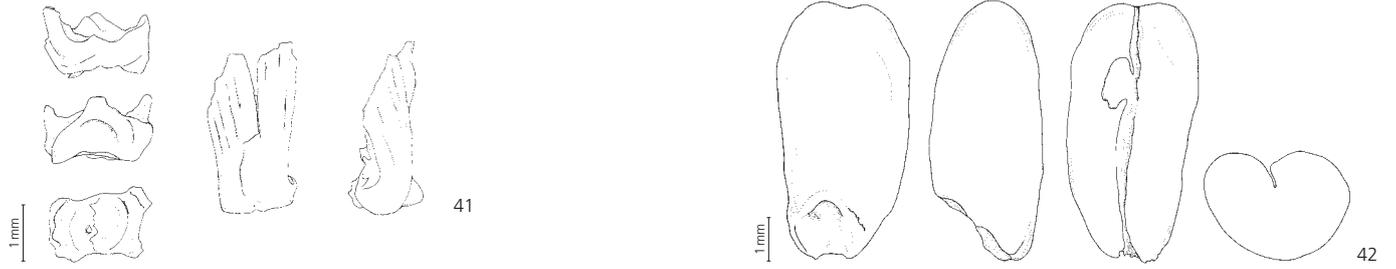
**Description:** les sclérotés carbonisés présentent une forme légèrement arquée et possèdent une surface cannelée.













# 6

## Reconstitution du couvert végétal environnant au Haut Moyen Age: l'apport de l'étude de la végétation et des sols actuels

Jacques Burnand et Christoph Brombacher

### 6.1 Introduction

La couverture végétale actuelle de la région se présente de la manière suivante: environ un quart de la surface est couvert de forêts plus ou moins intensément exploitées et d'un aspect en général dense. Leur composition (essences présentes, végétation au sol) ne diffère pas beaucoup de la forêt potentielle naturelle (chap. 6.2.). Une partie croissante du paysage ouvert est occupée par les constructions, le solde étant réservé à l'exploitation agricole: à côté des aires cultivées de manière intensive (champs, prés, pâturages), les prairies et pâturages non engraisés occupent de petites surfaces sur les pentes de l'adret. Les cours d'eau ne sont plus guère bordés que d'étroits cordons boisés.

Il y a cent ans, les forêts étaient encore marquées par la surexploitation du siècle précédent (peuplements plus ouverts), les prairies maigres et les haies étaient beaucoup plus répandues et la surface bâtie était bien plus restreinte qu'aujourd'hui. Si l'on remonte plus loin dans le temps, peut-on savoir comment se présentait le paysage au Haut Moyen Age? Peut-on se faire une idée de la couverture végétale, de la répartition entre forêts et milieux ouverts d'alors?

Une image du paysage du 7<sup>e</sup> siècle n'apportera pas seulement des éléments supplémentaires quant aux alentours du site prospecté, mais peut fournir des indications sur l'origine des restes végétaux, en particulier ceux des espèces arborescentes, retrouvés dans les fouilles. Vu qu'il peut s'agir de morceaux de bois de dimensions importantes et que les moyens de transport étaient limités, cette question, et donc celle des distances de transport, présente un intérêt certain.

La reconstitution du paysage du 7<sup>e</sup> siècle, et en particulier de sa couverture végétale, n'offrira toujours qu'une image plus ou moins nette car elle ne peut se baser uniquement sur des faits vérifiés; elle doit donc recourir à un certain nombre d'hypothèses concernant les caractéristiques et l'utilisation du paysage au Haut Moyen Age. Nous allons tenter cette reconstitution dans cette optique.

### Définitions

#### Site prospecté

Site des fouilles A16 de Develier-Courtételle au nord de la ferme de Tivila, comprenant un hameau d'au moins six unités d'habitation et occupé entre le 6<sup>e</sup> et le 8<sup>e</sup> siècle.

#### Périmètre

Territoire aux alentours du site, limité au nord par l'adret de la chaîne de la Haute-Borne, à l'est par la coordonnée 592 500, au sud par la coordonnée 244 000 et à l'ouest par la crête bordant le bassin de Develier (en partie parcourue par la route cantonale); la superficie est d'environ 16,9 km<sup>2</sup>.

#### Végétation naturelle potentielle (VNP)

La couverture végétale qui s'est développée ou qui se développerait sans influence humaine; elle peut se définir pour n'importe quelle période historique. Nous utilisons la VNP actuelle (VNP 2000 qui se compose à plus de 90% de forêts) et celle du Haut Moyen Age (VNP 700).

### 6.2 Bases de réflexion

La reconstitution de la végétation se base sur certains faits.

A Le climat du Haut Moyen Age était semblable au climat du 20<sup>e</sup> siècle (Burga et Perret 1998), de même que la gamme des essences forestières présentes. Nous en concluons que la végétation naturelle potentielle d'alors (VNP 700) ressemblait beaucoup – à station correspondante – à celle d'aujourd'hui (VNP 2000) et constituait donc une couverture continue de forêts interrompues seulement par le (large) lit des cours d'eaux, par quelques marais inondés et par des bandes de rochers sans arbres.

B Pour ce qui concerne – au Haut Moyen Age – la surface cultivée nécessaire par habitant dans une communauté en économie plus ou moins autarcique, nous nous basons principalement sur le modèle dressé pour la reconstitution du site de Schleithelm (SH) (Hotz et al. 2002). Calculé selon ces données, ce besoin est d'environ un hectare par personne, en admettant qu'un tiers de cette surface était effectivement labouré et ensemencé chaque année (assolement triennal; Hotz et al. 2002).

C La population du site prospecté est estimée au 7<sup>e</sup> siècle et sur la base des données archéologiques et archéobotaniques, à 60 habitants (communication orale de R. Fellner). Vu que ceux-ci étaient, au moins en partie, occupés par la production du fer, ils cultivaient probablement une surface de moins de 60 hectares. Ils n'étaient donc pas à même de vivre de manière autarcique et devaient acquérir une partie de leurs besoins en vivres à l'extérieur.

D Les défrichements opérés en vue des cultures étaient en priorité aux abords des habitations, aux endroits peu sujets aux inondations et sur les terres les plus aisées à cultiver, à savoir les sols profonds, pas trop caillouteux, perméables ou imperméables seulement à plus grande profondeur.

E Au Haut Moyen Age – tout comme aujourd'hui – les forêts étaient la partie du paysage la plus proche de la nature. Selon le genre de sol, le degré d'humidité et le climat local, elles se différenciaient en plusieurs types, chacun présentant une combinaison caractéristique des essences arborescentes.

F Contrairement à la situation actuelle, la séparation entre les cultures, les pâturages et la forêt était peu nette, avec des transitions (forêts plus ou moins pâturées) sur de grandes étendues. Plus on s'approchait des zones habitées, plus les forêts présentaient une structure éclaircie.



### 6.3 Méthodologie de la reconstitution de l'environnement

A partir de ces bases de réflexion, nous pouvons procéder à la reconstitution de l'environnement de la manière suivante.

- 1 Pour déterminer quelles parties du périmètre ont été probablement défrichées et cultivées (champs labourés, jardins potagers; chap. 6.2D), nous nous référons aux indications des cartes et travaux concernant la profondeur et la perméabilité du sol, la configuration du terrain et le tracé des cours d'eau :
  - la géologie et la pédologie selon l'Atlas géologique de la Suisse 1 : 25 000, feuille Delémont (Keller et Liniger 1930); la Carte hydrogéologique de la Suisse 1 : 100 000 (Pfirter et Hauber 1991) et la Carte géotechnique de la Suisse 1 : 200 000 (de Quervain et al. 1964);
  - les analyses pédologiques du site 1 : 2000 (chap. 2);
  - la topographie (exposition, pente, altitude) selon la Carte nationale 1 : 25 000 (1994, 2003) et l'Atlas Siegfried (1873).
- 2 La surface cultivée par habitant est arbitrairement fixée pour la communauté de Develier-Courtételle à un demi-hectare (chap. 6.2.B-C), donnant une surface défrichée de 30 hectares correspondant à la moitié de leurs besoins. Nous admettons par ailleurs que d'autres communautés, principalement agricoles, se trouvaient dans le périmètre considéré et qu'elles couvraient une partie des besoins des habitants du site en plus des leurs (autarcie, en sachant que la capacité de travail – des hommes et des animaux – est le facteur limitant; Holz et al. 2002). Le reste des vivres nécessaires a dû être amené de l'extérieur du périmètre. Par recoupement de ces données et des résultats du point 1, on peut reconstituer, de manière naturellement très aléatoire, la population totale.
- 3 Le reste du périmètre est, pour la majeure partie, couvert de forêts se divisant, selon les conditions stationnelles, en un certain nombre de types (chap. 6.2A et E). S'agissant des surfaces boisées actuelles, nous les déterminons en utilisant les cartes au 1 : 5000 du Service cantonal des forêts (Develier: Burnand et al. 2000; Delémont: Burnand et Brombacher 2001; Courtételle: Choffat 2001). Les instruments principaux sont le catalogue et la clé de cartographie des stations (Burnand et al. 1998); cette clé se base sur les groupes différentiels d'espèces végétales – indicateurs de conditions stationnelles spécifiques telles que degré d'humidité ou d'acidité du sol et conditions thermiques. Les différentes stations forestières, donc les types de forêts, se reconnaissent à la combinaison spécifique de ces groupes différentiels.

Sur cette base la cartographie se fait, dans le terrain, surface par surface.

- 4 Pour les autres parties du territoire actuellement non forestières, nous reconstituons la forêt en déduisant les types de forêts des conditions stationnelles. Nous élaborons ceux-ci sur les bases mentionnées sous le point 1 (géologie, pédologie, topographie). Aux abords des lisières actuelles, nous utilisons la cartographie des stations forestières comme argument supplémentaire.
- 5 On estime, sur cette base et pour chaque essence, l'endroit probable du peuplement le plus rapproché du site prospecté.

Les cartes résultant de cette analyse ont été élaborées au 1 : 25 000. Vu l'échelle de la carte géologique (1 : 25 000), de la carte hydrogéologique (1 : 100 000) et de la carte géotechnique (1 : 200 000), mais aussi du degré d'incertitude concernant les cours d'eau, il aurait été peu judicieux de choisir une représentation aussi détaillée que celle de la carte des stations forestières (1 : 5000). Celle-ci a donc été généralisée avant l'élaboration de la végétation du 7<sup>e</sup> siècle.

## 6.4 Résultats

### 6.4.1 Géologie, hydrologie et sols au 7<sup>e</sup> siècle

Au 7<sup>e</sup> siècle, la situation géologique – le sous-sol – n'était guère différente de celle de la fin du 20<sup>e</sup> siècle. Concernant l'hydrologie, les cours d'eau se présentaient dans leur état plus ou moins naturel, avec une zone alluviale régulièrement inondée. À côté de la Sorne et, dans la vallée de Develier, des ruisseaux de La Pran et de La Golatte, les petits cours d'eau latéraux venant des pentes étaient plus nombreux qu'actuellement, souvent en relation avec des terrains mouillés, aujourd'hui drainés.

Les sols de la plaine entre Develier et Delémont étaient des sols profonds et avaient déjà été cultivés depuis l'Age du Bronze. Preuve en est leur dégradation observée par M. Guélat (chap. 2), résultat de processus s'étendant sur plusieurs millénaires. Cette détérioration diminuait déjà au 7<sup>e</sup> siècle l'aptitude de ces sols au labourage mais ne les empêchait probablement pas d'être parmi les terres les plus favorables à la culture; ceci dans l'hypothèse que les sols du reste du périmètre étaient soit beaucoup plus lourds (surtout au bas des pentes), soit très caillouteux ou superficiels, soit situés sur de fortes pentes. Les sols profonds du dos de la colline à l'ouest du village de Develier, où le sous-sol se compose de galets des Vosges, font exception à cette règle.

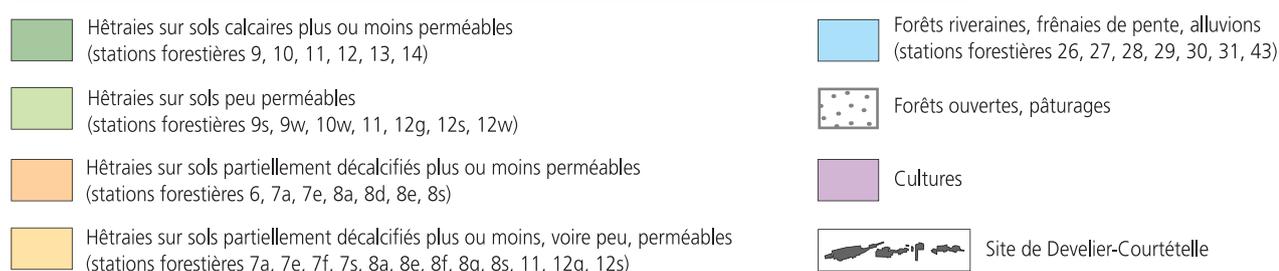


Fig. 95 Couverture végétale dans la région de Develier-Courtételle (7<sup>e</sup> siècle ap. J.-C.). Stations forestières selon Burnand et al. 1998. (Reproduit avec l'autorisation de swisstopo BA081829).



### 6.4.2 Population et surfaces cultivées

La population du site prospecté estimée à 60 habitants cultivait 30 hectares (chap. 6.2B-C et 6.3.1.). Une partie de ses besoins était couverte par les communautés agricoles des alentours (chap. 6.3.2): nous admettons donc un quart des besoins totaux, soit 15 hectares de cultures. A l'intérieur du périmètre, la carte de la figure 95 montre qu'environ 170 hectares entraient dans la catégorie la plus apte à la culture, ce qui correspondrait à une population totale de 170 âmes. Quarante-cinq hectares auraient servi à l'approvisionnement des habitants du site: 30 sur le site même et 15 aux alentours, le reste de l'approvisionnement venant de l'extérieur (chap. 6.3.2). Les autres communautés du périmètre auraient donc eu 125 hectares facilement cultivables à disposition pour les besoins propres à un groupe de 125 personnes. Selon le modèle déjà évoqué (Hotz et al. 2002) et avec une surface cultivable totale de 140 hectares, cette population paysanne devait être à la hauteur du progrès technologique d'alors – charrue à bœufs, par exemple – si elle ne voulait pas dépasser sa capacité de travail.

Pour tester la validité de ces chiffres, nous avons fait le même calcul sur l'hypothèse selon laquelle toute la subsistance qui n'était pas produite par les habitants du site l'aurait été par les communautés du périmètre. Celles-ci auraient dû cultiver 30 hectares pour la communauté de Develier-Courtételle et auraient eu de ce fait 110 hectares à disposition pour leur besoins; leur population n'aurait donc pas dû dépasser 110 personnes, devant travailler 140 hectares. Selon G. Hotz, cette surface dépasserait largement la capacité de travail de ces 110 personnes, ce qui rend donc cette hypothèse beaucoup moins probable que la précédente.

### 6.4.3 La couverture végétale du 7<sup>e</sup> siècle

La question posée en introduction – comment se présentait la couverture végétale aux abords du site durant le Haut Moyen Âge – appelle la réponse suivante (fig. 95).

En dehors des zones alluviales situées le long des cours d'eau, la plaine à l'est du village actuel de Develier et dans la vallée de la Sorne était défrichée, ne laissant que quelques arbres isolés. A proximité des endroits habités se trouvaient probablement des

jardins potagers, les champs momentanément cultivés couvraient un tiers de la plaine, le reste étant laissé en jachère avec un roulement triennal (chap. 6.2B).

Le reste du territoire était couvert de forêts plus ou moins ouvertes. Dans les parties les plus rapprochées des localités, donc sur les pentes entourant la plaine, elles étaient fortement décimées par des coupes de bois, particulièrement pour la production du fer, et par la pâture.

Les arbres clairsemés étaient probablement écotés, les branches coupées avec les feuilles vertes servant de fourrage pour le bétail. Plus on s'éloignait des habitations, plus la forêt devenait dense. Ce gradient se maintenait malgré le charbonnage pratiqué probablement aussi dans les endroits situés à l'écart. La sylviculture était inexistante: les essences présentes en forêt étaient toutes naturelles et aucun arbre n'y était planté.

### 6.4.4 Répartition des essences forestières

Dans ces conditions naturelles ou semi-naturelles, les différentes essences se répartissaient selon les variations du sol ou du climat et de la dynamique des cours d'eau.

La figure 96 montre la répartition probable des essences dans le périmètre étudié. Parmi les essences retrouvées dans les fouilles, une grande partie pouvait se rencontrer aux alentours plus ou moins immédiats du site, soit sur la pente du Bois de Chaux, soit dans les zones alluviales.

La répartition des espèces principales requiert toutefois une analyse plus approfondie (fig. 97).

Le sapin (*Abies alba*), essence la plus fréquente dans les restes organiques (chap. 5; Davila Prado 2004), trouvait lui aussi des conditions optimales sur l'envers du Bois de Chaux proche du site. Etant un bois de construction recherché, et vu qu'il supporte mal le pâturage, il était devenu rare aux abords du site dès le Haut Moyen Âge, fait corroboré par les résultats palynologiques du site de Delémont, La Communance (chap. 4). Toutefois, les collines à trois kilomètres à l'ouest du site devaient être encore riches en sapin.

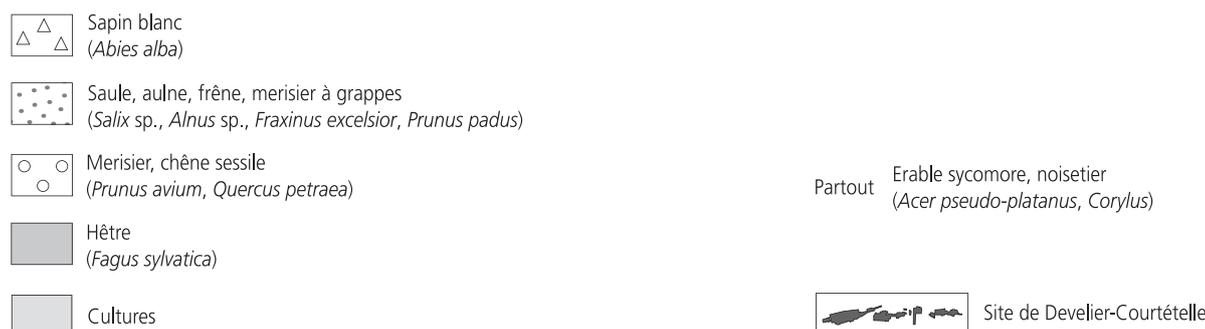


Fig. 96 Distribution des essences forestières dans la région de Develier-Courtételle (7<sup>e</sup> siècle ap. J.-C.). (Reproduit avec l'autorisation de swisstopo BA081829).

Types de forêt	Essences arborescentes principales	Espèces arbustives principales
Hêtraies sur sols calcaires ± perméables, climat submontagnard tempéré	Hêtre, chêne, frêne, merisier, charme, tilleul, alisier	Noisetier, épine noire*, nerprun purgatif, cornouiller, églantine*, genévrier*
Hêtraies sur sols calcaires ± perméables, climat montagnard plus frais	Hêtre, frêne, érable sycomore, sapin, orme	Noisetier, épine noire*, nerprun purgatif, cornouiller, églantine*, genévrier*
Hêtraies sur sols calcaires peu perméables, climat submontagnard tempéré	Hêtre, chêne, frêne, merisier, charme, érable sycomore, pin sylvestre	Noisetier, bourdaine, épine noire*, cornouiller, églantine*, genévrier*
Hêtraies sur sols calcaires peu perméables, climat montagnard plus frais	Hêtre, frêne, érable sycomore, sapin, orme	Noisetier, bourdaine, épine noire*, cornouiller, églantine*, genévrier*
Hêtraies sur sols décalcifiés ± perméables, climat submontagnard tempéré	Hêtre, chêne, merisier, charme	Noisetier, bourdaine, genévrier*
Hêtraies sur sols décalcifiés ± à peu perméables, climat montagnard plus frais	Hêtre, frêne, érable sycomore, sapin	Noisetier, bourdaine, genévrier*
Forêts alluviales et frênaies de pentes	Frêne, érable sycomore, aulne, merisier, saule orme	Bourdaine, épine noire*, nerprun purgatif, cornouiller, églantine*, genévrier*

\*espèces favorisées par l'abrouissement et plus fréquentes dans les zones pâturées que dans la forêt naturelle

Fig. 97 Répartition des essences forestières.

Les hêtraies étaient présentes partout, à l'exception des zones alluviales et des endroits rocheux secs. Le hêtre était donc très répandu dans toute la région.

Le chêne était probablement peu fréquent sur les envers. On devait traverser la plaine ou contourner la colline du Bois de Chaux pour en trouver des peuplements plus importants. Peut-être quelques chênes isolés restaient-ils dans la plaine.

Le saule, espèce caractéristique des zones alluviales et humides, était sûrement fréquent, probablement même planté et cultivé le long des cours d'eau.

L'épicéa n'était très probablement pas présent dans les forêts de la région. Dans le Jura, il était confiné en bordure des tourbières et sur les éboulis grossiers des endroits frais (Franches-Montagnes, vallée du Doubs).

Dans la liste des espèces retrouvées, il faut mentionner les nombreuses espèces arbustives; elles aussi devaient pousser aux alentours du site. Les zones pâturées étaient particulièrement favorables aux espèces épineuses et tout spécialement au genévrier, dont l'expansion lors de la colonisation du site au Haut Moyen Age s'exprime par l'augmentation des pollens dans les analyses palynologiques (chap. 4).

# 7

## De la prairie à la table : l'alimentation carnée des habitants de Develier-Courtételle. Propositions archéozoologiques

Claude Olive

### 7.1 L'archéozoologie: méthodes et applications

L'archéozoologie est une discipline qui se situe à la croisée de la zoologie et de l'histoire. Elle est basée sur l'étude des restes osseux d'animaux retrouvés en contexte archéologique (fig. 98) et donc étroitement liée aux données archéologiques et historiques. Ces restes sont les témoins de la relation entre l'homme et l'animal: chasse, domestication, élevage.

Son fondement méthodologique s'appuie sur d'autres disciplines telles que l'anatomie comparée, la zoologie, les sciences vétérinaires (pour les maladies affectant le squelette). Ces restes osseux, qui sont la base de l'étude, proviennent le plus souvent de rejets liés à l'alimentation; c'est le cas des établissements de Develier-Courtételle.

#### 7.1.1 L'attribution des ossements

L'objectif prioritaire est de définir le spectre faunique en identifiant les différentes espèces présentes. La première action consiste donc à déterminer anatomiquement et spécifiquement les restes osseux. Afin d'éviter toute attribution erronée, certains fragments ne possédant pas de caractères discriminants suffisamment nets ont été rassemblés en diverses catégories. Le groupe des grands mammifères concerne les fragments appartenant soit aux bovins, aux équidés ou éventuellement au cerf, au sanglier. Le groupe des mammifères de taille moyenne rassemble les fragments osseux pouvant être attribués, soit aux caprinés domestiques ou sauvages, aux porcs, aux petits cervidés, soit aux carnivores de taille moyenne. Enfin certains restes, réduits à l'état d'esquilles, sont classés comme éléments indéterminés.

Tous ces restes, spécifiquement déterminés ou non, sont enregistrés à partir des données archéologiques (complexe, mètre carré, couche). Cet enregistrement porte sur l'état de détermination (espèce, élément anatomique, latéralité), le nombre de restes, leur poids, leurs caractéristiques (conservation, fragmentation, traces), l'âge et éventuellement le sexe des animaux et enfin, quand elle est possible, l'analyse ostéométrique.

#### 7.1.2 La quantification

Le nombre de restes (NR) attribués définit l'importance de chacune des espèces. Dans le cas de Develier-Courtételle, habitat de type agricole, la suprématie de l'élevage sur la chasse est incontestable. Les proportions relatives des espèces du cheptel vont

permettre de définir les choix alimentaires des habitants et, dans un sens, les tendances de l'élevage.

L'âge d'abattage, estimé, pour chaque individu, à partir de l'éruption et l'usure dentaires, ainsi que du degré d'ossification des différents éléments anatomiques, associé au sex-ratio - indiquant la proportion entre femelles et mâles - nous donne une indication sur la gestion des troupeaux. La composition des courbes d'âge permet de voir la destination des animaux: l'éleveur pratiquait-il un élevage de boucherie? Dans ce cas les courbes indiquent des âges relativement bas, les animaux jeunes fournissant une viande de qualité. Ou bien seule une partie des animaux est destinée à la boucherie, tandis que d'autres, abattus plus tardivement, servent à la production laitière, au travail, à la reproduction ou fournissent la laine.

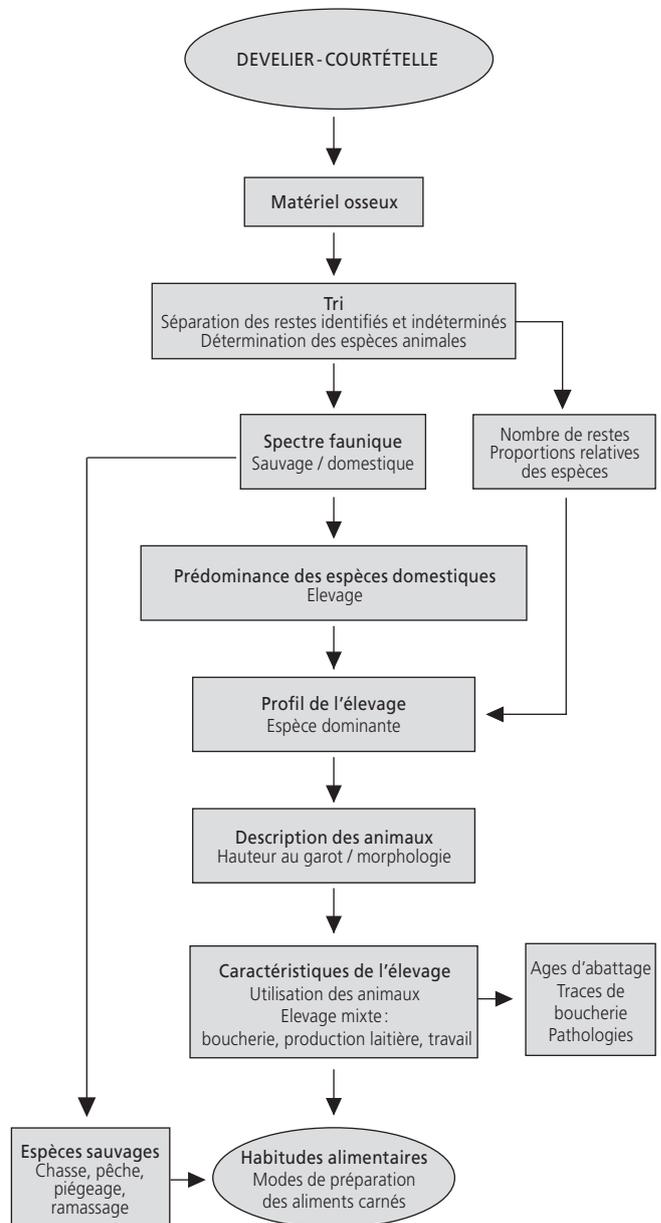


Fig. 98 Parcours archéozoologique dans les fermes de Develier-Courtételle.

La répartition anatomique des éléments du squelette des différents animaux, étudiée pour chaque complexe archéologique, est une donnée qui permet de savoir si les animaux ont été abattus et dépecés à proximité des lieux de consommation. Les éléments anatomiques présents sont une indication sur le choix des quartiers consommés.

Le nombre minimum d'individus (NMI) abattus pour chaque espèce est évalué à partir de l'élément anatomique latéralisé (gauche/droit) le mieux représenté, différencié par l'âge et la métrique. Cette quantification a pour but d'éliminer certains biais introduits par le nombre de restes. Tout en ayant ses propres défauts – nous ne pouvons pas dire que ce nombre d'animaux représente l'effectif de départ, puisque nous nous trouvons devant des éléments résiduels de squelettes, difficiles à assembler, et non devant des squelettes complets – il présente de manière plus attractive l'aspect du troupeau et permet, selon l'âge des animaux et le poids des os, d'évaluer la masse de viande fournie.

### 7.1.3 La morphométrie

La prise de mesures – longueur, diamètres, épaisseur – a plusieurs objectifs : quelquefois elle est nécessaire pour différencier espèce domestique et sauvage (p. ex. porc et sanglier, chien et loup) ; elle peut contribuer à la détermination du sexe sur certains os du squelette.

L'ostéométrie permet également de décrire certaines caractéristiques des animaux, comme leur stature – évaluée à partir de la longueur des os des membres – ainsi que leur robustesse. Ces données, comparées à celles obtenues sur d'autres sites de la même époque, mettent en évidence des ressemblances morphométriques, mais aussi certaines variations locales liées à l'évolution des espèces sur un terroir particulier.

### 7.1.4 Les traces

Diverses traces sont observables sur les os :

- les traces naturelles liées aux conditions d'enfouissement. Les agents climatiques (pluie, gel, sécheresse, etc.) et la nature des sols (acidité) laissent des traces de fractures, de délitescence. Les racines et radicelles en s'accrochant à l'os altèrent souvent sa surface de façon néfaste ;
- les traces anthropiques. Les agressions naturelles gênent quelquefois l'observation des traces laissées par les outils utilisés pour l'abattage, l'enlèvement de la peau, le partage de la carcasse, la découpe de détail.

Les traces liées à l'abattage sont diverses : coup de merlin, égorgeage, pour les espèces domestiques, impact d'une arme sur diverses parties osseuses pour les espèces sauvages. L'enlèvement de la peau est souvent indiqué par des traces au niveau des bas de pattes (métapodes, phalanges) mais aussi sur le crâne par des stries sur le museau, et l'enlèvement des cornes qui sont, dans ce cas, tranchées ou sciées.

La découpe de boucherie varie selon la personne qui la pratique, l'animal qui la subit et l'époque que l'on étudie. Elle se manifeste d'abord, en général, par la préparation de la carcasse :

l'enlèvement de la tête (traces à la base du crâne ou sur les premières vertèbres), le partage du corps en quartiers (traces laissées sur les vertèbres et/ou les côtes, désarticulation des membres). Puis intervient la découpe de détail reprenant ces quartiers ; on les divise à nouveau afin d'obtenir des morceaux plus ou moins nombreux, propres à la préparation culinaire choisie. Le prélèvement de la chair laisse également des traces sur les os : stries, encoches, enlèvements de la surface osseuse, correspondent entre autres à la découpe en tranches des jambons, des gigots, etc. Toutes ces actions participent à la fragmentation et fournissent, d'un côté les éléments déterminables, d'un autre, de nombreuses lames et esquilles difficilement attribuables. L'os et la matière cornée sont également utilisés pour la préparation d'objets ;

- la consommation des restes par les animaux – carnivores, porcs, rongeurs – se manifeste par les nombreuses marques de morsures que l'on peut aisément observer sur les fragments osseux. L'identification de l'animal responsable de ces traces révèle souvent la présence de certaines espèces non retrouvées parmi ces restes alimentaires : chien ou rongeurs, par exemple ;
- les traces de feu sont soit l'indice d'un mode de cuisson, soit de la présence d'un foyer dans lequel on aura jeté les restes ;
- certaines pathologies affectent le squelette. Elles peuvent être liées à une maladie, à une mauvaise alimentation, à l'utilisation de l'animal pour le travail, à l'âge avancé du sujet. Les fractures, les abcès sont aussi des agents destructeurs qui marquent le squelette.

### 7.1.5 Synthèse des observations

Toutes ces observations enregistrées, analysées sont présentées sous forme de tableaux, de graphiques et de textes interprétatifs. Avec ces témoins que sont les restes osseux, nous essaierons de proposer une approche concrète des habitudes alimentaires et donc des pratiques d'élevage et des activités cynégétiques des communautés ayant fréquenté ces lieux durant le Haut Moyen Âge.

### 7.1.6 A propos d'anatomie

Dans les textes qui suivent il sera question de certains termes que nous avons adoptés pour la description des parties anatomiques des animaux, afin de permettre une meilleure compréhension : il semble utile pour le lecteur d'en désigner la position sur la silhouette ci-dessous (fig. 99).

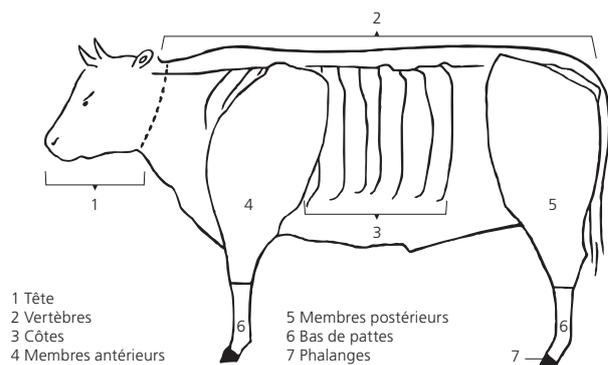


Fig. 99 Désignation des parties anatomiques.

## 7.2 Présentation globale

Les abondants vestiges osseux d'origine animale exhumés du site de Develier-Courtételle vont permettre d'aborder quelques aspects de la nourriture carnée de ses habitants durant les périodes d'occupation du site, puisque ces ossements appartiennent dans leur grande majorité à des rejets culinaires.

Cet ensemble constitué d'un peu plus de 30 400 ossements, pour un poids d'environ 189 kg, provient de diverses structures distribuées dans des unités chronologiques qui se recoupent.

Les fermes orientales, colonisées pendant les dernières décennies du 6<sup>e</sup> ou le début du 7<sup>e</sup> siècle, ont toutes été abandonnées avant la fin de ce dernier alors que la partie occidentale du site a été occupée entre le dernier quart du 6<sup>e</sup> siècle et le milieu du 8<sup>e</sup> siècle. Les zones d'activité 2 et 3, qui forment en quelque sorte des aires de contact entre ces deux parties du site, ont fonctionné entre le début du 7<sup>e</sup> et le début du 8<sup>e</sup> siècle (CAJ 13, chap. 17.13). Ces entités géographiques se composent de divers complexes (fig. 100). La répartition des restes est très différente d'une partie à l'autre du site (fig. 101, annexe 1).

Partie orientale	Partie occidentale	Aire centrale
Ferme 3	Ferme 1	Zone d'activité 2
Ferme 4	Ferme 2	Zone d'activité 3
Ferme 5		
Ferme 6		
Zone 4 et bassins		

Fig. 100 Répartition géographique des complexes de Develier-Courtételle.

La majorité des espèces inventoriées appartient aux espèces du cheptel : bovins, moutons et chèvres, porcs et parmi les équidés, le cheval surtout. La part de la faune sauvage destinée à la consommation est assez marginale puisqu'elle n'atteint pas 0,5 % des espèces consommées. Cependant sa diversification est intéressante. Certaines espèces sont de nature commensale comme les campagnols. La taupe est mentionnée, mais il n'est pas certain qu'elle appartienne au lot archéologique, elle peut, par sa nature fouisseuse, être simplement intrusive. Les batraciens, tous retrouvés dans la partie occidentale et dans une même structure, feront l'objet d'une discussion spécifique afin d'en expliquer la présence.

Une portion assez minime des vestiges (15 %) est restée totalement indéterminée. Ce sont des esquilles dont le poids ne dépasse pas 0,5 g.

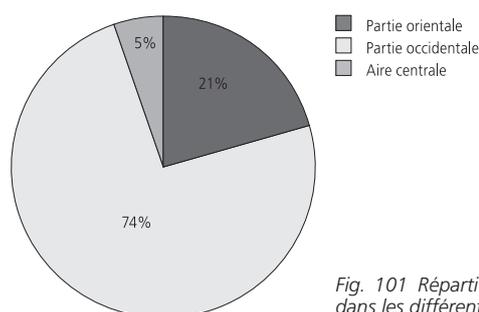


Fig. 101 Répartition des restes osseux dans les différentes parties du site.

## 7.3 Présentation des données : la partie orientale du site

Quatre unités agricoles (fermes 3 à 6) et une zone d'activité (zone 4) ainsi qu'un ensemble de bassins attenants à cette zone sont regroupés dans cette partie du site. Comme pour les grandes unités géographiques, on observe entre les unités agricoles et la zone d'activité quelques différences dans la valeur des échantillons (annexe 2).

Dans toutes les fermes ainsi que dans la zone d'activité le bœuf est l'élément prédominant, tant en nombre de restes qu'en poids. La zone d'activité 4 qui, d'après les résultats archéologiques, est réservée au travail du fer, contient un matériel osseux tout à fait analogue à celui des fermes, les mêmes espèces du cheptel et les restes d'un chien, âgé de plus de 24 mois.

On peut noter que dans les fermes 5 et 6 les équidés prennent une place importante derrière les bovins.

### 7.3.1 Les bovins

Chaque ferme paraît fonctionner plutôt indépendamment, comme nous l'avons remarqué plus haut, et bien que les bovins aient un rôle important dans chacune d'elles, leur représentation diffère d'un complexe à l'autre (annexe 2).

La ferme 5 semble un pôle important pour la production et la consommation des bœufs, tandis que la ferme 6 est le plus réduit des ensembles.

Les âges d'abattages des bovins sont fonction du rôle qui leur est imparti dans la vie quotidienne des villageois : élevage pour la production de viande ou utilisation des animaux pour la production laitière et le travail de traction (fig. 102). On constate qu'une bonne part des animaux, excepté dans la ferme 6, est abattue avant la deuxième année. On peut considérer que ces animaux sont élevés pour la boucherie, produisant ainsi de la viande tendre. Dans la ferme 3, la catégorie entre 24 et 48 mois n'existe pas. Les individus abattus après 48 mois, de préférence vers 7 ou 8 ans, sont probablement des animaux de réforme.

La zone d'activité 4 et la ferme 5 sont les deux seuls complexes à présenter des animaux de moins de 12 mois. La ferme 3 n'a que deux périodes d'abattage : des jeunes bêtes de boucherie et des animaux de réforme. Sur les trois bovins abattus dans la ferme 6,

Ages	Bovins				
	Ferme 3 (5 ind.) %	Ferme 4 (12 ind.) %	Ferme 5 (37 ind.) %	Ferme 6 (3 ind.) %	Zone 4 (17 ind.) %
6 / 12 mois			5		6
12 / 24 mois	40	50	36		18
24 / 36 mois		8	27	33	6
36 / 42 mois		25	5	33	6
> de 48 mois	60	17	27	33	64

Fig. 102 Distribution des âges d'abattage des bovins dans les complexes orientaux. Le nombre d'individus indiqué est celui sur lequel est basée cette approche des âges.

deux d'entre eux sont destinés à la boucherie. Dans la ferme 4 la moitié des bovins sont mis à mort entre 12 et 24 mois. Dans la ferme 5 près des deux tiers des animaux passent par la boucherie avant 36 mois. Dans la zone d'activité 4 les animaux abattus sont surtout des bêtes ne pouvant plus offrir les fonctions qu'on leur affectait.

Dans tous les complexes on observe que cette distribution des âges s'apparente à un système d'élevage double: d'une part des individus destinés à la boucherie tandis que d'autres servent à la production laitière et au travail, comme le portage et surtout les labours, souvent en lieu et place des équidés (fig. 103).



Fig. 103 Bœufs aux labours, 12<sup>e</sup> siècle. (Florence, Bibl. Laurenziana, Plut. 12,17, f<sup>o</sup> IV).

L'étude métrique a permis de déterminer la présence d'au moins quatre femelles: une dans la ferme 3, une dans la ferme 4 et deux dans la ferme 5, où une patte postérieure presque complète a été rejetée avant dislocation. Aucune trace de désarticulation ou de découpe n'est observable sur les os de cette patte, les seules traces sont des morsures de chien. Lorsque cette patte a été éliminée, les os étaient encore reliés entre eux par les ligaments.

La distribution anatomique des restes étudiés et le nombre minimal d'individus décomptés à partir de ces restes indiquent que si les animaux étaient bien abattus sur place, ils n'y étaient pas entièrement consommés (fig. 104).

On constate qu'à partir des restes postcrâniens, le nombre d'individus est – excepté dans la ferme 6 – inférieur à celui comptabilisé avec les restes crâniens. Le déficit en nombre d'éléments anatomiques postcrâniens est donc très important. L'absence ou la quasi-absence de vestiges thoraciques n'est dû qu'à la difficulté d'attribuer spécifiquement ces éléments très fragmentés, mais nous en trouvons trace dans la classe des grands mammifères. Ainsi dans les fermes 3 et 4 quelques restes de côtes ont-ils été reconnus: 2% dans la première et 1% dans la seconde (annexe

Parties anatomiques	Bovins									
	Ferme 3		Ferme 4		Ferme 5		Ferme 6		Zone 4	
	NR (%)	NMI	NR (%)	NMI						
Crâne	49	6	48	12	35	42	19	3	59	17
Côtes / vertèbres / sternèbres					3				4	
Membres antérieurs	11	5	24	4	26	15	47	3	8	9
Membres postérieurs	3	2	21	3	15	13	12	2	16	6
Bas de pattes	33	5	5	3	19	12	19	2	7	5
Phalanges + sésamoïdes	6		3		2		3		6	

Fig. 104 Distribution anatomique des restes de bovins dans les complexes orientaux du site. NR (%): pourcentage calculé sur le nombre de restes; NMI: minimum d'individus dénombrés à partir des restes (annexe 2).

2). Dans la ferme 5 on comptabilise 9% de fragments de côtes et 1% d'éléments vertébraux, tandis que dans la zone d'activité 4 les sections de côtes atteignent 13% et les fragments de vertèbres 4%. La ferme 6 n'a fourni aucun de ces éléments. Cette carence répétée sur toutes les fermes et dans la zone d'activité peut s'expliquer par une exportation vers d'autres lieux.

### 7.3.2 Les caprinés

Ce terme réunit les restes des moutons et des chèvres spécifiquement déterminés ainsi que les restes ne pouvant être attribués à l'une ou l'autre espèce faute de caractère spécifique, le squelette de ces deux animaux étant morphologiquement très proche.

Dans cette partie du site, les moutons et chèvres sont, bien qu'assez loin derrière, les espèces les mieux représentées après les bovins. Comme pour ces derniers, la participation des caprinés suit un protocole différent d'un complexe à l'autre (annexe 2).

Quoique les chèvres soient très bien représentées, les moutons prédominent. La diagnose sexuelle a été possible pour quelques individus. Mâles et femelles sont présents dans les deux groupes. Pour les ovins, on constate que les brebis sont majoritaires (fig. 105). Parmi les restes osseux de caprinés quelques chevilles osseuses ont permis la discrimination mâle/femelle (fig. 106).

Caprinés	Ferme 3 (8 ind.)	Ferme 4 (11 ind.)	Ferme 5 (28 ind.)	Ferme 6 (5 ind.)	Zone 4 (11 ind.)
Moutons	6 (3♀)	7 (4♀)	16 (1♂ 8♀)	3 (1♀)	3 (2♀)
Chèvres	2 (1♂)	2 (2♀)	4 (1♂ 2♀)	1	2

Fig. 105 Distribution du nombre de caprinés identifiés dans les fermes.

Les âges d'abattage des caprinés montrent une forte proportion d'individus abattus avant la deuxième année. Ceci paraît indiquer un élevage essentiellement tourné vers la boucherie (fig. 107). L'abattage des chèvres semble se faire plus tardivement que celui des moutons. Dans la séquence 6/12 mois, seul un chevreau a été identifié dans la ferme 6. La plupart des restes appartenant à cette espèce dans les autres fermes indiquent un abattage au-delà de 36 mois.



Fig. 106 Chevilles osseuses de chèvres: femelle (1) et mâle (2).

Ages	Caprinés				
	Ferme 3 (8 ind.) %	Ferme 4 (10 ind.) %	Ferme 5 (22 ind.) %	Ferme 6 (5 ind.) %	Zone 4 (11 ind.) %
6 / 12 mois	25	20	9	20	27
12 / 24 mois	25	40	59	40	37
24 / 36 mois	13	20	18	20	18
> 36 mois	37	20	14	20	18

Fig. 107 Distribution des âges d'abattage des caprinés dans les complexes orientaux. Le nombre d'individus indiqué est celui sur lequel est basée cette approche des âges.

Parmi les ovins, la consommation d'agneaux de moins d'une année est, semble-t-il, systématique dans chaque complexe. Les quelques individus ayant dépassé 36 mois peuvent être des individus fournissant laine et lait, mais aussi les reproducteurs. La faible représentation d'animaux âgés parmi cette espèce peut laisser penser que l'on ne disposait pas d'un troupeau mais plutôt de quelques brebis qui se reproduisaient une fois ou deux, puis que l'on abattait.

L'élevage des chèvres paraît essentiellement tourné vers la production de lait, probablement destiné à la fabrication de fromages très appréciés depuis fort longtemps et que l'on pouvait consommer frais ou secs, ces derniers étant plus faciles à conserver et à transporter (fig. 108).



Fig. 108 Chèvre allongée à côté du panier contenant les fromages fabriqués à partir de son lait, 4<sup>e</sup> siècle. (Mosaïque de la basilique d'Aquiléa, Prov. d'Udine, Italie).

La distribution anatomique nous permet d'évaluer la quantité de quartiers consommés dans les fermes (fig. 109). La différence entre le nombre d'individus abattus et celui décompté avec les restes postcrâniens est, là encore, très accentuée. Le déficit en corps vertébraux et en côtes vient de leur grande fragmentation qui a empêché leur détermination spécifique. On retrouve ces éléments thoraciques très morcelés dans le groupe des mammifères de taille moyenne où ils sont regroupés avec ceux des suidés et peut-être ceux de petits ruminants sauvages comme le chevreuil. Ils sont surtout nombreux dans la zone d'activité 4 (annexe 2). Les bas de pattes ainsi que les phalanges et les petits os sésamoïdes sont peu représentés, tant dans les fermes que dans la zone d'activité 4.

Parties anatomiques	Caprinés									
	Ferme 3		Ferme 4		Ferme 5		Ferme 6		Zone 4	
	NR (%)	NMI	NR (%)	NMI	NR (%)	NMI	NR (%)	NMI	NR (%)	NMI
Crâne	81	8	68	11	80	28	62	5	68	10
Côtes / vertèbres / sternèbres			2		1				2	
Membres antérieurs	9	4	6	1	5	4	35	3	6	3
Membres postérieurs	6	2	18	4	5	5			18	5
Bas de pattes	2	1	3	2	8	5	3	1	3	2
Phalanges + sésamoïdes	2		3		1				3	

Fig. 109 Distribution anatomique des restes de caprinés dans les complexes orientaux (annexe 2).

### 7.3.3 Les porcs

Pour le cochon domestique, la question de son rapport avec les hommes est aisée à résoudre puisque cet animal est élevé uniquement pour la viande. Omnivore, le porc est d'un élevage facile, toute nourriture lui convenant; il absorbe indifféremment des restes de cuisine, des déchets du jardin mêlés au son et allongés de petit lait, le tout tiédi, que du crottin de cheval souvent mêlé à sa ration « mélangée de son, balle, seigle, grains vides, rinçures, le tout placé dans un tonneau défoncé, arrosé d'eau chaude et distribué après fermentation » (Viborg 1805 in Laurans 1976). Cependant le pâturage est fort recommandé et dès les beaux jours il est mené aux champs avec les autres animaux; le pacage en forêt dès l'automne, où il engloutit faines et glands, complète heureusement son engraissement (fig. 110).



Fig. 110 Porcher menant ses porcs à la glandée, 12<sup>e</sup> siècle. (Martyrologe obituaire de Saint-Germain-des-Prés, Paris, BNF, Département des manuscrits, Latin 12834, f° 79v).

Dans cette partie du site de Develier-Courtételle, sa situation est cependant assez modeste dans la trilogie des animaux du cheptel. Dans chaque ferme il ne vient qu'en troisième position par le nombre de restes – les équidés n'étant pas dans le cas présent élevés dans un but alimentaire – néanmoins le poids des vestiges, reflet de la masse de viande, le range le plus souvent en seconde place.

Cette représentation n'est apparemment pas un fait exceptionnel, C. Beck (1997) constate que, pour la fin du Moyen Age en Bourgogne, donc plus tardivement que notre chronologie mais ceci est malgré tout une référence: « Bien différente serait la place du porc dans les exploitations: mesurée, secondaire même. Un peu plus du tiers des mainmortables dont nous avons l'inventaire (32%) en possédaient, et pratiquement toujours à l'unité.»

Les fermes 3 et 4 présentent à peu près le même profil tant en nombre de restes qu'en nombre d'individus, tandis que la ferme 5 affiche toujours sa prédominance (annexe 2).

Le porc est destiné dès sa naissance à la boucherie; son âge d'abattage est fonction de son engraissement mais aussi de la qualité de la viande que l'on voudra consommer. Dans l'ensemble des complexes, les porcins sont pratiquement tous abattus avant leur deuxième année (fig. 111).

Ages	Porcs				
	Ferme 3 (5 ind.) %	Ferme 4 (4 ind.) %	Ferme 5 (25 ind.) %	Ferme 6 (2 ind.) %	Zone 4 (13 ind.) %
3/6 mois		25 (♂)	4 (♀)		1 (♂)
6/12 mois	20	25 (♂)	20 (3♂ 1♀)	50 (♂)	2 (♀)
12/24 mois	80 (1♂ 2♀)	50 (1♂ 1♀)	64 (9♂ 6♀)	50 (♀)	8 (4♂ 2♀)
> de 36 mois			12 (2♀)		2 (♀)

Fig. 111 Distribution des âges d'abattage des porcs et nombre de mâles et femelles reconnus dans les complexes orientaux.

La diagnose sexuelle a été pratiquée par le biais des canines, différentes entre mâles et femelles. Lors des naissances, le nombre de femelles et de mâles est pratiquement identique. Mais toutes les femelles ne pouvant être gardées pour la reproduction, il faut donc en sacrifier au même titre que les mâles. On sait que, depuis l'Antiquité au moins, il est normal de mettre à l'engraissement les femelles aussi bien que les mâles, les deux étant castrés auparavant et seules quelques truies reproductrices gardées après leur deuxième année. Les propriétaires de porcs ont depuis fort longtemps fait en sorte que les truies mettent bas entre février et avril, afin que les jeunes porcins bénéficient d'une bonne nourriture avant l'hiver. La truie porte environ pendant quatre mois, ce qui donne des naissances échelonnées entre juin et août. L'abattage de la plupart des porcs dans les fermes se fait donc le plus souvent à la fin de l'automne, cependant quelques porcelets ont pu être abattus avant et consommés immédiatement, pour une occasion particulière, sans que la viande ne passe par le salage ou le fumage.

Tous les quartiers riches en viande ont été consommés. Les bas de pattes et les phalanges sont pratiquement absents (fig. 112). Si l'abattage des porcins se fait dans les fermes il ne semble pas qu'ils soient entièrement consommés sur place : en effet, excepté dans la ferme 6, le nombre d'individus abattus, identifiés par les restes crâniens, ne se retrouve pas dans le décompte des éléments anatomiques postcrâniens.

Parties anatomiques	Porcs									
	Ferme 3		Ferme 4		Ferme 5		Ferme 6		Zone 4	
	NR (%)	NMI	NR (%)	NMI						
Crâne	84	5	52	6	79	29	8	1	59	11
Côtes / vertèbres / sternèbres			2						3	
Membres antérieurs	5	2	37	4	13	5	77	2	23	6
Membres postérieurs	11	2	5	1	5	2	15	1	13	5
Bas de pattes			2	1	1	1			1	1
Phalanges + sésamoïdes			2		2				1	

Fig. 112 Distribution anatomique des restes de porcs dans les complexes orientaux (annexe 2).

### 7.3.4 Les équidés

Les équidés sont présents dans toutes les fermes ainsi que dans la zone d'activité 4. D'après les restes dentaires il semble que nous soyons en présence de chevaux (*Equus caballus*) et non d'ânes. Pour les hybrides comme le mulet ou le bardot, la discrimination n'est pas encore très fiable et il est possible que certains individus appartiennent à l'un ou l'autre de ces deux groupes. Le mulet et la

mule sont parfois identifiables sur l'iconographie médiévale ; ils sont recherchés pour les qualités qu'ils tiennent du cheval (taille, allure) et de l'âne (endurance et pied sûr). Les bovins tirent des charges relativement lourdes mais ne sont pas très rapides ; c'est pourquoi les équidés ont souvent pris le relais pour les travaux de portage et de traction (fig. 113).

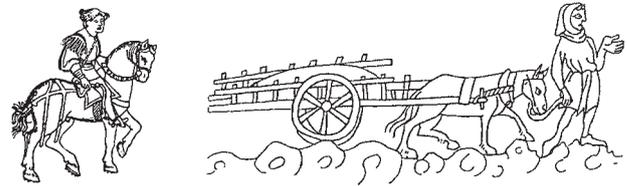


Fig. 113 Deux utilisations du cheval par l'homme au Moyen Age, 13<sup>e</sup> siècle. (Cavalier repris d'après un dessin anonyme ; homme avec une charrette : Bruxelles, Bibl. Royale, Ms 1175, f° 98v).

Excepté dans la ferme 5 où l'on dénombre au moins sept sujets, les autres complexes n'ont livré les restes que d'un seul individu.

L'âge des équidés a été estimé à partir de l'éruption et de l'usure dentaires, sauf dans la ferme 3 où seule une phalange a été identifiée et pour laquelle nous n'avons pu donner qu'un âge évalué par la fusion épiphysaire de la partie proximale (+ de 15 mois). Ce sont, pour la majorité, des animaux assez âgés. Dans la ferme 5, la présence d'une canine a permis d'identifier un mâle de plus de 6 ans (fig. 114).

Les preuves archéozoologiques de la consommation des équidés sont assez ponctuelles dans nos régions depuis la période romaine et ce sont en général des animaux ne pouvant plus remplir les fonctions qui leur sont assignées.

La répartition anatomique des restes n'est pas homogène d'une ferme à l'autre. Dans les fermes 3 et 4, chaque individu est représenté uniquement par des éléments de pattes et quelques dents qui peuvent être associés à un simple équarissage. Dans la ferme 6, de l'animal abattu on retrouve quelques dents, un tibia très fragmenté et surtout des os de bas de pattes. Dans la zone d'activité 4 nous trouvons quelques fragments dentaires et des bas de patte mais aussi les restes d'un membre antérieur. Dans la ferme 5, les restes crâniens, les éléments d'un membre antérieur et de trois membres postérieurs ainsi que les os de bas de pattes, ont permis le décompte des sept individus.

Les restes postcrâniens portent des marques de découpe et de prélèvement de la viande.

Ages	Equidés				
	Ferme 3 NMI	Ferme 4 NMI	Ferme 5 NMI	Ferme 6 NMI	Zone 4 NMI
> de 15 mois	1				
2 / 3 ans			1		
4 / 5 ans			1		
> de 8 ans		1	5 (1♂)	1	1

Fig. 114 Distribution des âges des équidés dans les complexes orientaux.

### 7.3.5 La volaille

La basse-cour est essentiellement représentée par la poule. La modeste contribution de cet animal dans l'ensemble des complexes peut être le résultat d'une disparition naturelle – ces os étant relativement fragiles – disparition aggravée par l'absorption des restes par les porcs et les carnivores, chiens en particulier.

### 7.3.6 Le chien

Le chien, présent dans ce contexte culinaire n'a pourtant rien à voir avec l'alimentation des humains dans les fermes. Dans la ferme 5, on trouve des fragments d'une mandibule et d'un os de la patte antérieure d'un jeune chien, dont l'âge se situe entre 6 et 12 mois. Les vestiges d'un crâne et d'un arrière-train d'un chien, âgé de plus de 24 mois, ont été identifiés dans la zone d'activité 4, ces restes étant regroupés dans un même secteur. Ces ossements proviennent certainement d'animaux morts accidentellement ou naturellement, et rejetés parmi les déchets ; aucune trace ne laisse supposer qu'ils ont été dépecés ou même dépouillés.

### 7.3.7 La faune sauvage

La faune sauvage est quasiment absente de ces ensembles. Les quelques fragments de bois de cerf élaphe (*Cervus elaphus*) récupérés dans la ferme 5 sont peut-être les restes d'un bois de chute ramené de la forêt et non prélevé sur un animal chassé. Le bois presque complet retrouvé dans la ferme 3 est, quant à lui, un bois de chute, l'animal qui le portait devant avoir entre 4 et 5 ans.

Le sanglier (*Sus scrofa scrofa*) est signalé par un fragment d'une mandibule très robuste qui ne correspond pas aux porcs domestiques élevés sur le site. Le lièvre (*Lepus europaeus*) devrait connaître une meilleure représentation, mais sa médiocre prestation provient peut-être de la disparition de ses ossements consommés par les chiens, nombreux aux alentours si l'on en croit les abondantes traces de morsures sur tout le matériel osseux, ou d'un désintérêt pour la viande de cet animal.

## 7.4 Présentation des données : la partie occidentale du site

Cet ensemble qui comprend deux complexes agricoles, les fermes 1 et 2, a fourni le matériel le plus abondant mais également le plus diversifié en ce qui concerne la faune sauvage, en particulier dans la ferme 1 (annexe 3). La zone d'activité 1 est traitée comme une partie de la ferme 2.

Dans ces fermes occupées entre le dernier quart du 6<sup>e</sup> siècle et le milieu du 8<sup>e</sup> siècle, et donc partiellement contemporaines des complexes de la partie orientale, on retrouve la suprématie des bovins, en nombre de restes et en poids.

En nombre de restes, la seconde place est occupée par les porcs dans la ferme 1 et par les caprinés dans la ferme 2. En poids, le porc occupe la seconde place devant les équidés dans la ferme 1, et fait part égale avec ces derniers dans la ferme 2.

### 7.4.1 Les bovins

Le nombre de bovins estimé dans les deux fermes dépasse très largement celui retrouvé dans les différents complexes de la partie orientale. Bien que le nombre de restes et leur poids soient plus importants dans la ferme 1, c'est dans la ferme 2 que l'on trouve la plus grande quantité d'individus (annexe 3). La différence entre les deux fermes sur le nombre et le poids des restes et sur le nombre d'individus, semble indiquer que les morceaux consommés dans la ferme 1, ainsi que la masse de viande fournie par les bovins, étaient plus conséquents.

Les âges d'abattage basés comme précédemment sur l'éruption et l'usure dentaires ainsi que sur le degré d'épiphytation des os présents vont permettre de mettre en évidence les catégories d'animaux consommés dans cette partie du site. Dans la ferme 1, on observe que 27 % d'animaux sont mis à mort entre 6 et 24 mois, alors que dans la ferme 2 ce pourcentage n'atteint que 7 % (fig. 115). Dans la ferme 1, environ 79 % des individus sont abattus avant la quatrième année, contre 46 % dans la ferme 2. Les animaux de réforme, au-delà de 48 mois, sont en conséquence plus nombreux dans la ferme 2.

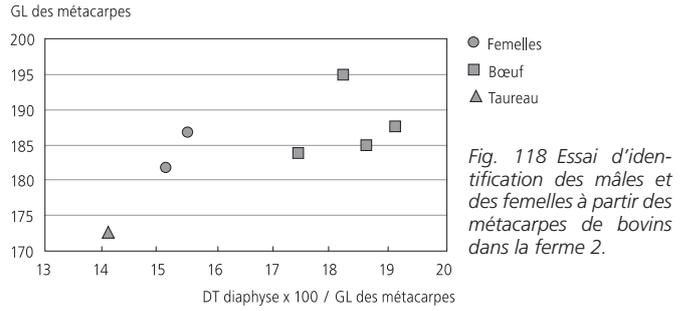
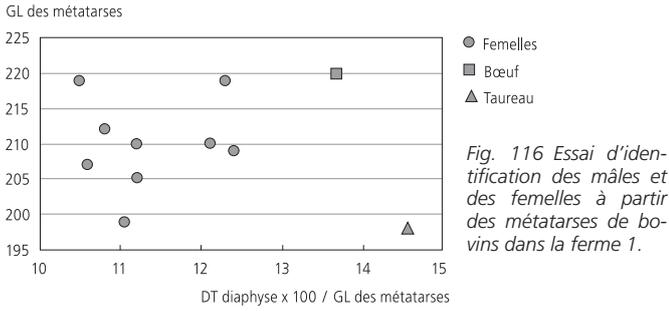
Fig. 115 Distribution des âges d'abattage des bovins dans les complexes occidentaux. Le nombre d'individus indiqué est celui sur lequel est basée cette approche des âges.

Ages	Bovins	
	Ferme 1 (56 ind.) %	Ferme 2 (71 ind.) %
6 / 12 mois	11	3
12 / 24 mois	16	4
24 / 36 mois	23	14
36 / 42 mois	29	25
> 48 mois	21	54

On constate ainsi, entre ces deux fermes, une légère différence quant au mode d'exploitation des bovins : animaux de boucherie dans la ferme 1 et animaux de travail dans la ferme 2. On revient à la constatation faite pour la partie orientale où l'élevage concernait deux groupes d'animaux : ceux destinés à la consommation et ceux réservés – pour un temps – au travail et/ou à la production laitière.

A partir des données métriques sur les métapodes, il a été possible d'établir un graphique orientant la discrimination sexuelle : ceci n'est pas forcément une réponse catégorique mais donne une idée sur les quelques différences possibles entre certains individus par la longueur et la gracilité des os de leurs membres antérieurs et postérieurs. Dans la ferme 1 les données disponibles se trouvent sur les métatarsiens, os longs des bas de pattes postérieures, tandis que dans la ferme 2 quelques métacarpiens, os longs des pattes antérieures, permettent cette démarche. On établit un indice à partir du diamètre transverse de l'os rapporté à sa longueur. Cet indice est en principe fort pour une longueur courte chez le taureau, un indice moyen à fort pour une grande longueur chez le mâle castré (bœuf) et indice faible pour une longueur presque identique à celle du bœuf chez la vache (fig. 116).

L'analyse paraît donner une part importante aux femelles. Ceci reste cependant une tendance puisque seuls onze ossements pour 62 individus ont permis cette approche. Il n'est toutefois pas



impossible qu'il y ait eu une production laitière programmée; la présence de jeunes bêtes indiquant un vêlage régulier provoquant ainsi cette lactation, en serait la preuve. Le lait est un élément de base dans l'alimentation et, par sa transformation en fromages, il devient une nourriture importante au quotidien (fig. 117), particulièrement durant les périodes de jeûne qui sont fort nombreuses au Moyen Age. Bien que les livres de cuisine ne fassent que tardivement mention de son utilisation (Flandrin 1992), le beurre a pu être utilisé dans les préparations culinaires durant cette période médiévale.



Fig. 117 Traite de la vache, 1491. (Johannes de Cuba, «Hortus sanitatis», Jacob Meydenbach, Mainz).

Les choses paraissent un peu différentes dans la ferme 2 où l'on trouve plus de bœufs que de femelles, mais comme pour l'analyse précédente ceci reste une proposition puisque, ici encore, le nombre de sujets ayant permis ce calcul est de sept sur 72 dénombrés (fig. 118). Rappelons que les âges d'abattage des bovins dans cette ferme orientent l'élevage vers une production de bœufs de travail. La présence d'un taureau dans chaque ferme a été reconnue, ce qui semble étonnant si l'on part du principe qu'un taureau suffit à la reproduction pour environ une trentaine de femelles. Néanmoins on peut s'autoriser à penser que les bovins des deux fermes n'étaient pas issus de la même « race », ou, plus simplement, on peut admettre qu'étant donné la durée d'occupation de cette partie du site les deux animaux n'aient pas « cohabité » !

Réservés au travail, à la production laitière ou destinés à l'embouche, ces animaux seront consommés à plus ou moins brève échéance. Regardons les parties qui ont été servies sur les tables

des habitants des deux fermes. La distribution anatomique nous aidera dans cette démarche (fig. 119). Si nous partons du principe que le nombre d'animaux estimé avec les restes crâniens représente les individus abattus sur place, nous observons que dans la ferme 1 le nombre d'individus reconnus avec les éléments des membres postérieurs est identique et que ceux répertoriés avec les membres antérieurs et les bas de pattes sont très proches. Ce qui n'est pas le cas de la ferme 2 où l'on constate un sérieux déficit dans les trois cas. Ce manque, déjà observé dans la partie orientale, est un fait intéressant puisqu'il se répète dans cet espace du site.

Parties anatomiques	Bovins			
	Ferme 1		Ferme 2	
	NR (%)	NMI	NR (%)	NMI
Crâne	29	62	35	72
Côtes / vertèbres / sternèbres	7		5	
Membres antérieurs	20	56	19	45
Membres postérieurs	29	62	22	51
Bas de pattes	15	56	16	51
Phalanges + sésamoïdes	4		3	

Fig. 119 Distribution anatomique des restes de bovins dans les complexes occidentaux (annexe 3).

### 7.4.2 Les caprinés

Ce groupe de mammifères domestiques est différemment représenté dans les deux fermes. Pour un nombre d'individus presque identique, le nombre de restes est plus important dans la ferme 2, mais le poids de ces restes est nettement moins élevé que dans la ferme 1 (annexe 3). Comme pour les bovins, nous pouvons en déduire que les quartiers étaient moins fragmentés dans la ferme 1 et de ce fait que les parts de viande y étaient plus conséquentes.

Bien que le mouton soit l'élément essentiel de ce groupe, des chevilles osseuses indiquent la présence de la chèvre dans les fermes 1 et 2. Parmi les individus dénombrés, la présence de femelles dans les deux groupes a pu être mise en évidence (fig. 120).

Les âges des caprinés indiquent un abattage plutôt tardif. Bien qu'une partie de ce petit bétail soit consacrée à l'alimentation, c'est après la troisième année que se pratique l'abattage le plus important (fig. 121). Les chevreaux sont consommés plus souvent que dans la partie orientale, mais dans l'ensemble les chèvres

Caprinés	Ferme 1 (73 ind.)	Ferme 2 (69 ind.)
Moutons	34 (13 ♀)	42 (17 ♀ 1 ♂)
Chèvres	12 (4 ♀)	8 (6 ♀)

Fig. 120 Distribution du nombre de moutons et de chèvres dans les complexes occidentaux.

Fig. 121 Distribution des âges d'abattage des caprinés dans les complexes occidentaux. Le nombre d'individus indiqué est celui sur lequel est basée cette approche des âges.

Ages	Caprinés	
	Ferme 1 (71 ind.) %	Ferme 2 (69 ind.) %
3/6 mois		3
6/12 mois	6	4
12/24 mois	17	7
24/36 mois	28	28
>36 mois	49	58

sont mises à mort après 24 mois. Les brebis comme les chèvres ont probablement été utilisées pour fournir le lait. D'après M. Pastoureau (1994) «S'agissant du lait, il faut corriger une idée reçue, en tout cas chez les jeunes. L'animal qui produit le lait que l'homme consomme, pendant des millénaires, ce n'est pas la vache mais la brebis et, accessoirement, la chèvre.» Nous ne saurions être aussi affirmative pour ce qui est des habitants de Develier-Courtételle, mais ce lait a participé à la diète des villageois sous sa forme naturelle ou transformé en fromages comme celui de la chèvre (fig. 122).



Fig. 122 Traite de la brebis et fabrication du fromage en Suisse, 1549. (Cosmographie universelle de S. Munster, H. Petri, Bâle).

Cet abattage tardif d'une partie des animaux peut également signaler un élevage de moutons lainiers. La laine est un élément particulièrement important puisqu'elle permet la fabrication d'étoffes confortables.

La distribution anatomique montre une consommation à peu près équivalente des quartiers antérieurs et postérieurs dans la ferme 1, tandis que dans la ferme 2 la préférence se fait sur l'avant-train (fig. 123). Là encore, on remarque un déficit entre la quantité d'animaux dénombrés avec les restes crâniens et ceux comptabilisés avec les restes postcrâniens. Il y a également une sous-représentation des éléments anatomiques pour chaque quartier.

Parties anatomiques	Caprinés			
	Ferme 1		Ferme 2	
	NR (%)	NMI	NR (%)	NMI
Crâne	59	60	78	69
Côtes / vertèbres / sternèbres	2		1	
Membres antérieurs	14	34	28	24
Membres postérieurs	15	33	7	22
Bas de pattes	9	19	5	12
Phalanges + sésamoïdes	6		1	

Fig. 123 Distribution anatomique des restes de caprinés dans les complexes occidentaux (annexe 3).

### 7.4.3 Les porcs

Comme déjà souligné, les porcs sont nettement mieux représentés dans cette partie du site et en particulier dans la ferme 1 (annexe 3). Le poids des restes dans la ferme 1 indique que l'on y consommait des parts plus importantes.

Ici encore, le porc est uniquement destiné à la boucherie et l'âge d'abattage ne varie qu'en fonction du goût des consommateurs mais aussi de la quantité de viande souhaitée, donc selon son degré d'engraissement.

Dans les deux fermes presque tous les porcs sont abattus avant la deuxième année, 81 % dans la ferme 1 et 85 % dans la ferme 2 (fig. 124).

Si l'on observe l'éruption et l'usure dentaires assez semblables sur l'ensemble des dents examinées pour la période d'abattage de la séquence 12/24 mois, on peut évaluer à environ 65 % la part d'individus mis à mort autour de 18/20 mois. Dans cette partie du site on note une séquence d'abattage non perçue dans la partie orientale, celle comprise entre 24 et 36 mois.

L'identification des mâles et des femelles a pu être entreprise sur un certain nombre d'individus. L'abattage des mâles entre 3 et 24 mois dans la ferme 1 se révèle plus important que celui des femelles, ensuite la tendance s'inverse. Dans la ferme 2, parmi les porcelets de 3 à 6 mois on compte autant de femelles et de mâles; entre 6 et 24 mois le nombre de femelles et de mâles reste presque équivalent puis, comme dans la ferme 1, entre 24 et 36 mois on ne retrouve que des femelles; après 36 mois les mâles réapparaissent. Ce sont vraisemblablement, comme les femelles de cette tranche d'âge, des reproducteurs. Ne pas avoir identifié de mâles au-delà de 36 mois dans la ferme 1 est peut-être dû à la conservation des restes dentaires, de nombreuses canines mâles, trop morcelées, n'ont pu être classées dans une catégorie d'âge déterminée.

Ages	Porcs	
	Ferme 1 (83 ind.) %	Ferme 2 (64 ind.) %
3/6 mois	6 (1♀ 3♂)	8 (2♀ 2♂)
6/12 mois	24 (6♀ 12♂)	28 (6♀ 8♂)
12/24 mois	51 (13♀ 22♂)	49 (14♀ 13♂)
24/36 mois	13 (8♀ 1♂)	9 (4♀)
>de 36 mois	6 (3♀)	6 (2♀ 2♂)

Fig. 124 Distribution des âges d'abattage des porcs et nombre de mâles et femelles reconnus pour chaque classe d'âge, dans les complexes occidentaux. Le nombre d'individus indiqué est celui sur lequel est basée cette approche des âges.

Avec la distribution des parties anatomiques on constate que, comme dans la partie orientale du site, les restes crâniens donnent un nombre d'individus supérieur à celui comptabilisé avec les différents quartiers postcrâniens (fig. 125). Les phalanges et les petits os sésamoïdes qui les accompagnent sont toujours peu représentés.

Parties anatomiques	Porcs			
	Ferme 1		Ferme 2	
	NR (%)	NMI	NR (%)	NMI
Crâne	48	80	52	64
Côtes/vertèbres/sternèbres	1		2	
Membres antérieurs	24	49	20	45
Membres postérieurs	18	52	16	34
Bas de pattes	7	20	6	25
Phalanges+sésamoïdes	2		4	

Fig. 125 Distribution anatomique des restes de porcs dans les complexes occidentaux (annexe 3).

### 7.4.4 Les équidés

Ces animaux sont également très présents dans la partie occidentale, puisqu'on dénombre au moins quatorze individus, dont la plus forte densité se trouve dans la ferme 1. Si l'on se fie aux restes dentaires examinés nous sommes encore en présence d'équidés de type *caballus*, autrement dit des chevaux. Cependant, comme dans la partie orientale, rien ne permet d'éliminer la présence de mulets ou de mules.

Des traces discrètes sur différents ossements postcrâniens indiquent bien la consommation des équidés mais, d'après leur âge, il ne semble pas que l'élevage soit essentiellement tourné vers une exploitation de boucherie (fig. 126). La présence d'une jeune bête de moins de 12 mois dans la ferme 2 est cependant intéressante puisqu'elle indique le choix d'une viande de poulain que l'on n'avait pas retrouvé dans la partie orientale. La consommation de cet animal est attestée par des traces de découpe sur différents ossements et surtout sur la mandibule (fig. 127).

Ages	Equidés	
	Ferme 1 NMI	Ferme 2 NMI
6 à 12 mois		1
2/3 ans	2	
4/5 ans	2	
5/6 ans	1	2
>8 ans	6	

Fig. 126 Distribution des âges d'abattage des équidés dans les complexes occidentaux.

La répartition des éléments anatomiques rappelle celle des autres espèces du cheptel. Dans la ferme 1 le nombre minimum d'individus estimés par les restes crâniens se situe autour de onze, tandis que les éléments antérieurs ne comptabilisent que deux individus et les membres postérieurs quatre sujets.

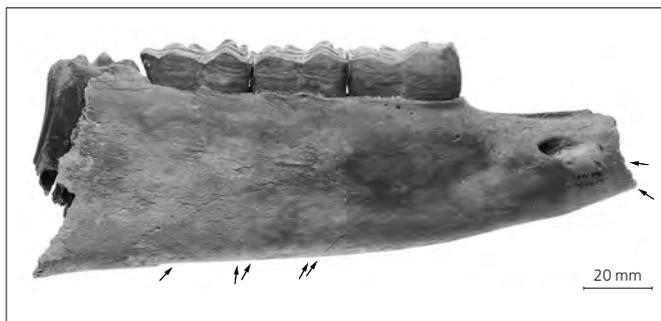


Fig. 127 Stries sur la mandibule de poulain (flèches).

### 7.4.5 La volaille

Les restes d'oiseaux de basse-cour sont un peu plus abondants dans cette partie du site. La poule en est l'élément essentiel. Sept individus, cinq adultes et deux subadultes, ont été comptés dans la ferme 1 et cinq individus, tous adultes, dans la ferme 2. Certains ossements ont permis de repérer la présence de femelles dans les deux fermes. Un autre volatile est signalé dans la ferme 1, c'est l'oie. Quatre restes osseux provenant d'une cuisse sont les seuls indices de la présence de cette espèce sur l'ensemble du site et pour toute la durée de l'occupation, c'est pourquoi il paraît difficile d'évoquer un élevage.

### 7.4.6 Le chien

Comme dans la partie orientale, les vestiges osseux de cette espèce n'ont rien à voir avec les restes culinaires. Dans la ferme 1, ce sont des restes dentaires d'un chien âgé et dans la ferme 2 ceux d'un très jeune chiot. Ils proviennent vraisemblablement de cadavres rejetés dans les alentours et qui se sont mélangés par la suite aux rejets de cuisine. Les chiens sont omniprésents dans les fermes, la grande quantité d'ossements rongés ou mâchouillés en est la preuve. Ces animaux gardent probablement le bétail et protègent la basse-cour des carnivores qui rôdent alentour (fig. 128).

### 7.4.7 Le chat

Une fraction de diaphyse de radius identifiée dans la ferme 1 a été attribuée à cette espèce, mais il n'a pas été possible de préciser si elle appartenait à l'animal domestique ou sauvage. D'autres éléments retrouvés dans ce même complexe archéologique ayant été affectés à un individu sauvage, il est possible que cet os appartienne à cette espèce. Néanmoins rappelons que la présence du chat domestique est reconnue dans divers sites médiévaux, comme au village de Charavines (Isère, F; Olive 1993) ainsi que dans l'évêché de Sainte-Croix de Lyon (Rhône, F; Forest 1987). Après avoir été surtout un animal de compagnie, il est devenu l'indispensable chasseur de rongeurs. D'après les zoologues, le chat domestique que nous connaissons n'est pas le descendant du chat forestier mais serait issu du chat domestiqué en Egypte et introduit sur le continent européen par les Grecs puis, dans nos contrées, par les Romains. Notons que des chats domestiques ont été identifiés dans le nord de la Gaule au 4<sup>e</sup> siècle de notre ère (Lepetz 1996), l'auteur avance que la présence de ce carnivore domestique dans cette région est presque probable dès le 1<sup>er</sup> siècle.

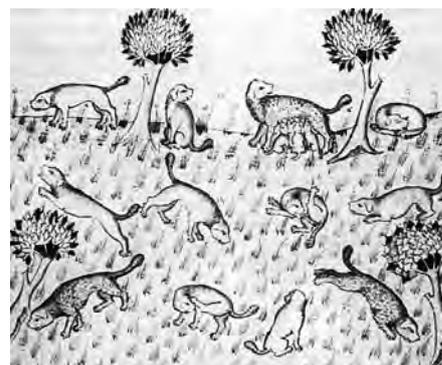


Fig. 128 Du chien d'oiseaux et de toute sa nature, Le livre de la chasse de Gaston Phoebus, 15<sup>e</sup> siècle. (Paris, BNF, Département des manuscrits, Français 616, f<sup>o</sup> 50).

#### 7.4.8 La faune sauvage

Bien que médiocrement attestée en nombre, la faune sauvage, essentiellement regroupée dans la ferme 1, est très présente dans cette partie du site. Le cerf (*Cervus elaphus*) est l'espèce prédominante. Nous avons ici la preuve qu'il a été consommé puisque ce sont les restes de deux épaules et d'un cuissot, ainsi que les éléments d'une patte antérieure, retrouvés dans la ferme 1, et les vestiges d'une épaule et d'un cuissot dans la ferme 2.

Le lièvre est également présent dans les deux fermes. Le chevreuil a été identifié par une épaule. Le sanglier (*Sus scrofa scrofa*) est discrètement attesté par les vestiges d'un jarret postérieur. Le chamois (*Rupicapra rupicapra*) n'est signalé que par un bas de patte, sans valeur alimentaire; il est toutefois possible que parmi les restes de mammifères de taille moyenne, trop fragmentés pour être déterminés, se trouvent des éléments osseux appartenant à cette espèce. Le bouquetin (*Capra ibex*) est présent avec les éléments de deux épaules.

L'ours (*Ursus arctos*) a été reconnu dans la ferme 2 par une prémolaire supérieure appartenant à un individu dont l'âge se situe entre 6 et 12 mois et dans la ferme 1 par une phalange, perforée en deux endroits, provenant d'un animal adulte (fig. 129). Ainsi transformée, cette phalange très érodée pouvait être portée comme amulette, peut-être un souvenir de chasse? Il est difficile de préciser si l'animal dont provient cette pièce a été chassé durant la période d'occupation, ou s'il s'agit d'un objet offert ou transmis d'une génération à l'autre.

Comme nous le signalions plus haut, le chat sauvage (*Felis silvestris*) est présent dans la ferme 1 avec deux éléments postérieurs – un fragment de bassin et un fémur droits – le tout formant une cuisse. La longueur de ce fémur (112 mm) a permis l'identification de l'espèce sauvage, les chats médiévaux étant nettement plus petits. Depuis la Préhistoire le chat sauvage est très souvent reconnu dans les lots osseux archéologiques; il est probablement consommé mais surtout chassé pour sa peau. Le fémur porte les traces d'une découpe de la partie proximale (tête de fémur) qui favorise sa séparation d'avec le bassin (fig. 130).

On trouve souvent des traces sur les squelettes de chats mais leur origine est plutôt le prélèvement de la peau: traces sur le museau et les extrémités des pattes. Il est assez rare de retrouver des traces de consommation, les mêmes que l'on observe en général sur les



Fig. 129 Phalange d'ours perforée retrouvée dans la ferme 1.

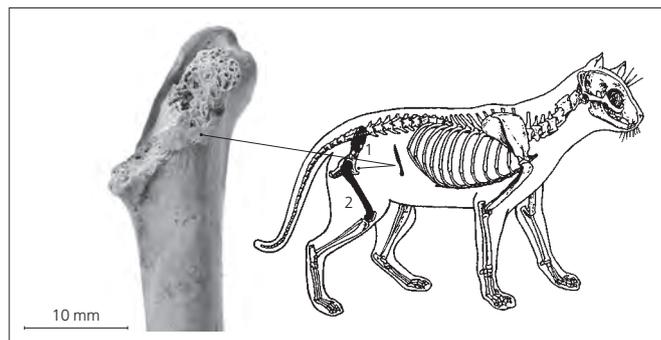


Fig. 130 Sur le squelette de chat, la partie du bassin retrouvée est en noir (1) ainsi que le fémur découpé (2). A gauche, le fémur portant la trace de la découpe de la tête.

os de lagomorphes. Un site plus tardif (13<sup>e</sup>-16<sup>e</sup> siècle) à Besançon (Doubs, F) a permis de mettre en évidence la consommation de chats domestiques lors de fêtes rurales (Olive 1990).

Bien que l'on puisse supposer que la chasse ou le piégeage des oiseaux devait agrémenter de temps à autre le régime alimentaire des habitants de Develier-Courtételle, peu de restes nous sont parvenus, absorbés probablement par les chiens rôdant alentour. Les seuls oiseaux sauvages identifiés sont la buse variable (*Buteo buteo*), qui peut avoir été abattue parce qu'elle s'en prenait aux couvées de poussins et un corvidé de type geai (*Garrulus glandarius*) ou pie (*Pica pica*) qui, l'un comme l'autre ont très bien pu être consommés. Quant à la perdrix grise (*Perdix perdix*) qui niche au sol, elle devait être relativement abondante dans les champs et consommée plus souvent que ne laisse supposer sa représentation parmi les restes osseux.

Une concentration de restes d'amphibiens provenant d'une dépression naturelle à proximité de la ferme 2 a attiré notre attention. L'étude minutieuse de ces très petits ossements a permis de dénombrer environ 43 individus, tous des Ranidés. Il a été possible de séparer au moins deux espèces (Bailon 1999), la grenouille verte (*Rana esculenta*) et la grenouille rousse (*Rana temporaria*).

Ces deux espèces sont de taille à peu près identique, entre 8 et 12 cm de longueur totale. Leur répartition géographique et leurs mœurs sont assez semblables, les lieux anthropisés ne les dérangent pas. La première vit à proximité des eaux stagnantes riches en végétation mais également près des lacs et des rivières, donc des mœurs très aquatiques, et ceci jusqu'à environ 1000 m d'altitude; son régime alimentaire est à base d'insectes, de vers, de crustacés ou de petits vertébrés et elle se reproduit en avril/mai. La seconde est plus terrestre mais ne se retrouve malgré tout que dans les zones humides, en plaine et jusqu'à 2500 m d'altitude. Elle se nourrit d'insectes, de vers et de limaces. Sa période de reproduction démarre en février. La grenouille verte vit plutôt en groupes plus ou moins hiérarchisés tandis que la grenouille rousse est davantage solitaire hors des périodes de reproduction (Dottrens 1963).

La grenouille verte (*Rana esculenta*) serait en fait une hybride de la grenouille rieuse (*Rana ridibunda*) et de la petite grenouille verte (*Rana lessonae*). Les têtards des grenouilles vertes ont une viabilité réduite tandis que les jeunes provenant de l'hybridation de *Rana*

*esculenta* avec l'une des deux autres espèces donne des produits tout à fait viables. Il est donc possible que certains éléments non spécifiquement déterminés appartiennent aux espèces *Rana ridibunda* et *Rana lessonae* (Ballassina 1984).

Le squelette de ces amphibiens est anatomiquement bien représenté; on retrouve des éléments provenant de presque toutes les parties: crâne, membres antérieurs, colonne vertébrale, membres postérieurs. Cependant l'ensemble des restes osseux très fragmentés ne représente pas l'anatomie de la quarantaine d'individus dénombrés; une grande part a pu disparaître naturellement.

Plusieurs possibilités sont à envisager face à cette accumulation. La première qui se présente est évidemment une mort naturelle due à l'assèchement de la mare où elles se trouvaient. Elle peut aussi être le fait d'un animal: un mustélidé. Certaines espèces, comme le putois ou le blaireau, consomment des amphibiens, le blaireau apportant souvent les batraciens en réserve dans son terrier. Et puis il y a l'homme. La consommation des batraciens par l'homme est attestée depuis la Préhistoire, ainsi sur les sites néolithiques du Jura français (Bailon 1997). Néanmoins il semble que plus tardivement « la grenouille fut considérée par les Anciens et l'Occident médiéval comme impropre à la consommation, voire toxique ou venimeuse. C'est au 16<sup>e</sup> siècle que la grenouille apparaît dans l'alimentation » (Wasserman 1990). Malgré cela il n'est pas impossible que cette disqualification n'ait pas été partout la même, J.-L. Flandrin (1990) précise d'ailleurs que les paysans à l'occasion « se payaient secrètement une bécasse prise au collet, des grenouilles ou des poissons pêchés à la ligne ». La nourriture n'est pas le seul rapport entre l'homme et les amphibiens. Ils font partie de la symbolique (le bien, le mal) ou de l'imaginaire collectif (pharmacopée, météorologie); selon que l'on était « grenouille » ou « crapaud » on était utile ou maléfique, mais toujours répugnant (Bingen 1989)!

Parmi les espèces non consommées on trouve deux petits rongeurs, deux campagnols. Le campagnol terrestre (*Arvicola terrestris*) est présent dans la ferme 1. C'est un petit animal de couleur brun-noir sur le dos et plutôt gris sur le ventre. Son poids et sa taille sont très variables (80 à 270 g pour une taille de 18 à 35 cm dont 6 à 11 cm sont attribués à la queue); les plus grands se concentrent plutôt en plaine et les plus petits se rencontrent davantage dans les régions montagneuses. Deux types existent: on trouve certains individus dans les prairies humides, c'est le type « fouisseur », d'autres sujets préfèrent les berges des cours d'eau, c'est le type « aquatique ». Les deux formes ont pu vivre dans les environs des fermes.

Le second rongeur identifié dans la ferme 2, est le campagnol des champs (*Microtus arvalis*). Il est nettement plus petit que le précédent, sa taille varie de 12 à 17 cm (dont 2,5 à 4 cm pour la queue) et ne pèse que 18 à 40 g. Son pelage est gris-brun sur le dos et son ventre jaunâtre. Les prairies ou des champs cultivés sont ses habitats favoris.

Tous deux ont un régime identique, végétal. Mais ces deux petites bêtes étant fouisseuses de nature, il est possible qu'elles ne soient pas liées aux restes archéologiques bien que rien ne l'interdise puisque l'environnement s'y prêtait.

Une autre espèce a été identifiée, c'est la taupe (*Talpa talpa*). Comme les précédents, c'est un animal fouisseur. Il est possible que la taupe soit intrusive mais, comme pour les deux campagnols, il est aussi envisageable qu'elle ait fréquenté la campagne de Delevier-Courtételle.

## 7.5 Présentation des données: l'aire centrale du site

Cet espace enserré entre les parties orientale et occidentale comprend deux zones d'activité qui n'ont pas livré la même densité de restes (annexe 4). Ces deux zones ont fonctionné comme le confirme l'archéologie entre le début du 7<sup>e</sup> et le début du 8<sup>e</sup> siècle.

Le matériel osseux plus abondant dans la zone d'activité 2 a fourni également un nombre d'individus plus élevé. La présence du cheval y est plus accentuée que dans la zone d'activité 3. A l'intérieur de chaque zone on retrouve cependant des caractéristiques communes: la suprématie des bovins et l'ordre d'importance des porcs et des caprinés. Tandis que les porcs et les bovins ont une représentation comparable dans les deux cas, les caprinés sont nettement plus présents dans la zone d'activité 3. La quantité de restes de porcs est presque équivalente dans les deux zones.

### 7.5.1 Les bovins

Les âges d'abattage indiquent quelques différences entre les deux complexes (fig. 131). Le pourcentage de jeunes bovins abattus entre 24 et 36 mois est très important dans les deux zones. Seule la zone d'activité 2 comporte une séquence d'abattage entre 12 et 24 mois. La phase d'abattage entre 36 et 42 mois dans la zone d'activité 3 n'apparaît pas dans la zone d'activité 2. Les restes d'une femelle ont été identifiés dans la zone d'activité 2.

Ages	Bovins	
	Zone 2 (14 ind.) %	Zone 3 (6 ind.) %
12/24 mois	14	
24/36 mois	57	50
36/42 mois		33
>48 mois	29	17

Fig. 131 Distribution des âges d'abattage des bovins dans les complexes centraux.

Les rejets dans ces deux zones offrent une image très semblable à celle observée dans les parties orientale et occidentale du site, à savoir qu'il existe un important déficit dans la représentation des éléments anatomiques (fig. 132). Ainsi le nombre d'individus comptabilisés avec les restes crâniens et le squelette appendiculaire est différent.

Parties anatomiques	Bovins			
	Zone 2		Zone 3	
	NR (%)	NMI	NR (%)	NMI
Crâne	47	10	46	6
Côtes / vertèbres / sternèbres	11		13	
Membres antérieurs	15	6	12	3
Membres postérieurs	15	5	3	2
Bas de pattes	7	4	13	3
Phalanges + sésamoïdes	5		7	

Fig. 132 Distribution anatomique des restes de bovins dans les complexes centraux (annexe 4).

### 7.5.2 Les caprinés

Les moutons et les chèvres sont représentés dans les deux zones. La distinction mâle/femelle n'a été possible que pour les chèvres de la zone d'activité 2 (fig. 133). Là encore, la distribution des âges d'abattage est un peu différente entre les deux zones (fig. 134). On note la présence de jeunes bêtes dans la zone d'activité 2. Les animaux abattus entre 24 et 36 mois sont des ovins tandis que l'abattage le plus tardif concerne les caprins.

Fig. 133 Distribution du nombre de caprinés dans les complexes centraux.

Caprinés	Zone 2 (16 ind.)	Zone 3 (4 ind.)
Moutons	8	2
Chèvres	4 (2♀ 2♂)	1

Fig. 134 Distribution des âges d'abattage des caprinés dans les complexes centraux.

Ages	Caprinés	
	Zone 2 (11 ind.) %	Zone 3 (4 ind.) %
6/12 mois	9	
12/24 mois	37	
24/36 mois	18	75
>36 mois	36	25

La répartition anatomique des restes s'identifie à celle retrouvée dans les autres parties du site, on ne constate pas de rejets spécifiques. Les restes crâniens permettent toujours le décompte maximal des individus (fig. 135). Les éléments anatomiques postcrâniens comptabilisés sont toujours déficitaires.

Parties anatomiques	Caprinés			
	Zone 2		Zone 3	
	NR (%)	NMI	NR (%)	NMI
Crâne	74	16	88	4
Côtes / vertèbres / sternèbres			3	
Membres antérieurs	13	5	4	2
Membres postérieurs	8	4	4	1
Bas de pattes	4	3		
Phalanges + sésamoïdes	1		6	

Fig. 135 Distribution anatomique des restes de caprinés dans les complexes centraux (annexe 4).

### 7.5.3 Les porcs

La présence du porc dans cette aire centrale est tout juste évoquée avec seulement 3% de l'ensemble des restes de porcins reconnus sur le site. Les âges évalués par l'éruption et l'usure dentaires s'entrecroisent avec les âges étudiés sur les deux autres parties du site (fig. 136).

Fig. 136 Rythme d'abattage et sex-ratio des porcs.

Ages	Porcs	
	Zone 2 (9 ind.) %	Zone 3 (4 ind.) %
3/6 mois	11 (1♂)	
6/12 mois	56 (2♀)	25 (1♂)
12/24 mois	33 (3♂)	50 (1♀ 1♂)
> de 36 mois		25 (1♀)

Les restes rejetés fournissent un fort pourcentage d'éléments crâniens comptabilisant le nombre maximum d'individus dans chaque zone: 57% pour neuf individus dans la zone d'activité 2 et 63% pour quatre individus dans la zone d'activité 3 (fig. 137). Les restes du squelette postcrâniens sont toujours sous-représentés.

Parties anatomiques	Porcs			
	Zone 2		Zone 3	
	NR (%)	NMI	NR (%)	NMI
Crâne	57	9	63	4
Côtes / vertèbres / sternèbres	4			
Membres antérieurs	19	6	21	1
Membres postérieurs	11	3	11	1
Bas de pattes	4	1		
Phalanges + sésamoïdes	5		5	

Fig. 137 Distribution anatomique des restes de porcs dans les complexes centraux (annexe 4).

### 7.5.4 Les équidés

Trois individus ont été dénombrés dans la zone d'activité 2. Les dents sont de type caballin. Deux de ces animaux sont âgés d'environ 8 ans, le troisième a largement dépassé 10 ans. Les restes postcrâniens appartiennent à une épaule et à trois membres postérieurs. Ces éléments portent quelques traces prouvant la découpe de boucherie.

Dans la zone d'activité 3, seuls deux fragments de métapodes ont été identifiés.

### 7.5.5 Le chat

Le chat est représenté par un fragment de tibia appartenant à un jeune individu, moins de 8 mois, d'où la difficulté d'attribuer cet os à l'espèce sauvage ou domestique.

### 7.5.6 La faune sauvage

La faune sauvage est discrète et représentée exclusivement dans la zone d'activité 2. Le cerf (*Cervus elaphus*) est signalé par un élément d'une patte antérieure appartenant à une jeune bête. Le sanglier (*Sus scrofa scrofa*) a pu être chassé autant pour sa chair que pour protéger les parties agricoles où il venait peut-être chercher sa nourriture. L'ours (*Ursus arctos*) est encore présent mais avec un élément que l'on peut rattacher à une épaule, l'humérus. On observe des traces évidentes de découpe sur cet os (fig. 138).

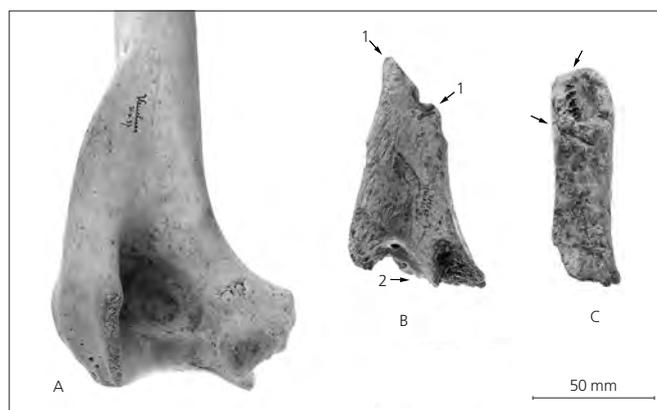


Fig. 138 Humérus d'ours découpé. La partie d'un humérus d'ours actuel (A) (Collection du Musée jurassien des sciences naturelles, Porrentruy) est comparée à la même partie de l'os retrouvé (B et C) et sur laquelle on observe des traces de découpe (B1) et des traces de machouillage par les chiens (B2). A droite, les détails de la découpe (C).

## 7.6 Réflexions sur l'ensemble des données recueillies sur les trois parties du site

Les résultats de l'étude archéozoologique obtenus sur les fermes des parties orientale et occidentale ainsi que sur les deux zones d'activité de l'aire centrale montrent une très grande analogie tant par le spectre faunique que par la répartition anatomique des éléments osseux. Ceci indique une certaine stabilité durant toute l'occupation du site.

Il est intéressant d'observer que la zone centrale qui est une aire de contact entre les secteurs oriental et occidental et qui a probablement collationné des rejets de ces deux espaces, reproduit les mêmes résultats avec cependant une meilleure représentation des caprinés par le nombre d'individus (fig. 139).

Dans la partie occidentale, l'élevage des principales espèces du cheptel (bœuf, mouton, chèvre et porc) occupe à peu près la même position tandis que les bovins font l'objet d'un élevage plus intensif dans la partie orientale. Cependant, si l'on considère la masse de viande produite par chacune de ces espèces, le bœuf est largement prépondérant dans tous les complexes (fig. 140).

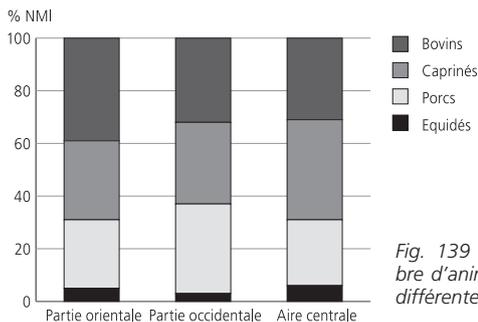


Fig. 139 Distribution du nombre d'animaux abattus dans les différentes parties du site.

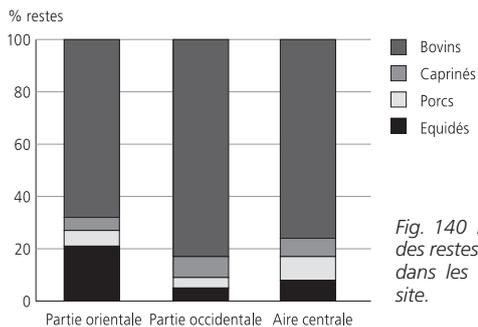


Fig. 140 Distribution, en poids, des restes des espèces d'élevage dans les différentes parties du site.

### 7.6.1 Les bovins

#### 7.6.1.1 Leur utilisation

Sur l'ensemble des complexes on trouve peu de très jeunes bêtes. Quelques veaux sont abattus entre 6 et 12 mois. Dans la partie orientale on a deux phases d'abattage importantes, la première entre 12 et 24 mois et la seconde après 48 mois. Dans la partie occidentale on observe un abattage régulier, sans pic discernable, mais qui augmente à partir de la troisième année. L'aire centrale indique un fort taux d'animaux abattus entre 24 et 36 mois.

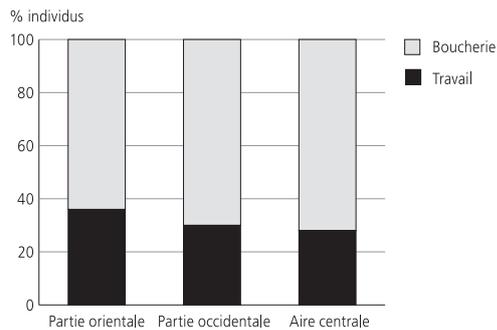


Fig. 141 Comparaison des âges d'abattage des bovins dans les différentes parties du site.

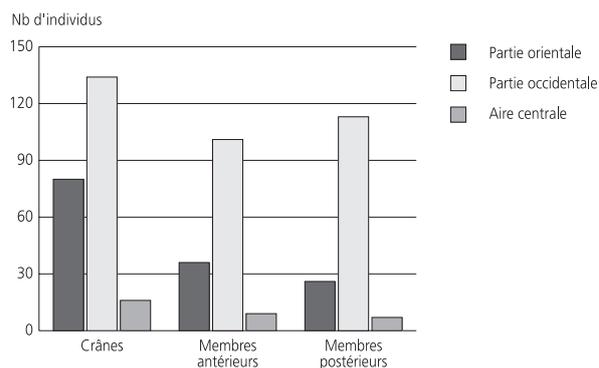


Fig. 142 Nombre de bovins comptabilisés à partir des éléments anatomiques dans les différentes parties du site.

On se trouve donc en présence de deux groupes, un premier réservé à la boucherie, dont les individus sont abattus avant 42 mois, et un second réservé à la production de lait – on a vu qu'une majorité de bovins étaient des femelles – et au travail ainsi qu'à la reproduction (fig. 141). Ainsi regroupés, les âges nous indiquent une place plus importante des animaux de boucherie sur l'ensemble du site.

#### 7.6.1.2 La viande consommée

Comme il a été dit plus haut, l'abondance des restes crâniens n'est pas uniquement le résultat, comme c'est souvent le cas, d'une grande fragmentation de cette partie osseuse mais correspond, ici, au plus grand nombre d'individus décomptés. Le dénombrement des éléments anatomiques pour chaque partie du site a mis en évidence la carence des restes postcrâniens qui se retrouve dans le nombre d'individus estimés (fig. 142).

Selon leur catégorie, ces animaux sont tôt ou tard destinés à la consommation. Le premier geste du boucher est la mise à mort de l'animal. L'iconographie médiévale nous offre de multiples représentations de ce passage obligé (fig. 143).



Fig. 143 Mode d'abattage du bœuf. (Londres, Brit. Libr., Add 17102, f° 11).

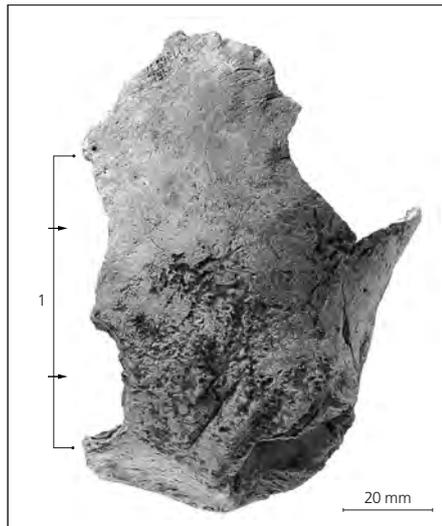


Fig. 144 Traces laissées sur un crâne lors de la mise à mort d'un bovin.

Un fragment de crâne porte les traces de cet abattage, l'enfoncement de la boîte crânienne en deux endroits indique probablement cette phase de la boucherie (fig. 144).

L'animal est ensuite saigné puis la peau est prélevée et la découpe se fait au niveau des premières phalanges (fig. 145.1-2). Des stries laissées par le couteau sur ces ossements l'indiquent distinctement (fig. 146).

A ce stade les chevilles osseuses sont parfois détachées (fig. 147). La corne est souvent séparée de ce support osseux puis utilisée telle quelle, comme récipient ou aménagée afin d'en tirer divers objets.

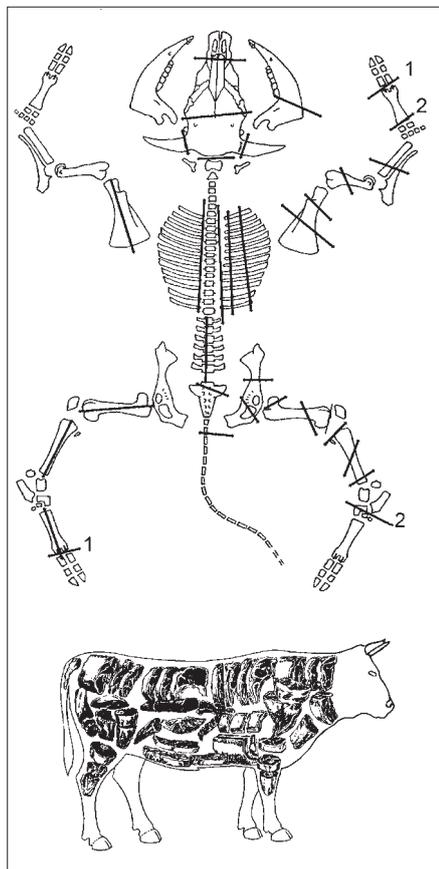


Fig. 145 Détails de la découpe des bovins. En dessous, les parts de viande correspondantes.



Fig. 146 Stries laissées par le couteau sur les premières phalanges, lors du prélèvement de la peau.

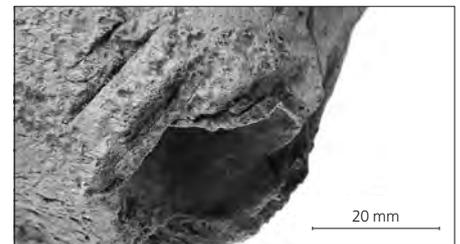


Fig. 147 Traces laissées lors de l'enlèvement de la corne.

La peau sert à de multiples usages: fabrication de vêtements, de chaussures, de sacs, etc. Après enlèvement de la peau, l'animal est éviscéré puis partagé en quartiers détaillés ensuite pour la cuisine. Bien que les os soient fortement morcelés, les traces laissées sur les os permettent de suivre quelques-unes des actions du partage. Elles ne semblent pas avoir évolué pendant la durée d'occupation.

Le crâne est séparé du corps par un coup (parfois plusieurs!) porté soit entre le crâne et la première vertèbre, soit entre la première et la deuxième vertèbre. De cette tête on tire tout d'abord la cervelle et la langue, on prélève les joues; puis, après l'avoir fait cuire, elle est désossée. On en retire ainsi jusqu'au dernier morceau de viande. La consommation de la langue est attestée par des traces laissées sur l'os qui supporte cet organe: l'os hyoïde. Ces morceaux sont soit cuits en ragoût ou en « potage » (potage de tête de veau frite, dans le *Cuisinier français*, Flandrin 1990).

Le partage de la carcasse commence par le prélèvement de la colonne vertébrale. On observe des traces de découpe de chaque côté des vertèbres, ce qui permet de récupérer les éléments rachidiens pour les utiliser en bouillon ou pour agrémenter la cuisson des légumes. Les apophyses épineuses des vertèbres lombaires ont souvent été prélevées, augmentant ainsi la découpe du rachis (fig. 148).

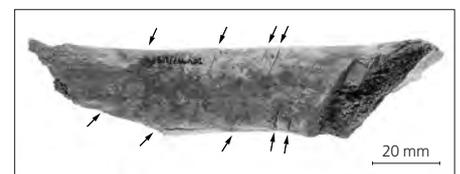


Fig. 148 Détail de la découpe des vertèbres, apophyse épineuse tranchée.

Ce prélèvement effectué, nous obtenons deux moitiés de carcasse qui sont partagées à nouveau en quartiers. Les bas de pattes sont séparés du reste du corps à la hauteur du talon (fig. 145.2). Cette séparation se fait quelquefois habilement en désarticulant la patte, on observe alors des traces fines laissées par le couteau, en particulier sur l'astragale; d'autres fois cette disjonction est plus brutale et s'accomplit à l'aide d'une feuille ou d'un couperet. L'action n'aboutit pas toujours du premier coup et le calcanéus porte parfois les marques d'essais infructueux. Mais le plus souvent le talon, dans son ensemble, est tranché. Cette découpe est valable sur tout le site, on retrouve ainsi une série d'astragales (le deuxième os du talon) tranchés de la même façon, provenant des diverses fermes.

Les côtes, une fois prélevées, seront débitées en de nombreux morceaux prêts à cuire. Les os des membres sont rarement séparés à la hauteur des articulations. Le boucher qui pratique la découpe n'a pas toujours la main très sûre et on peut constater sur certains humérus (os de l'épaule) des ratés de découpe (fig. 149A2 et B2). Ce partage des membres peut se faire au-dessous de l'articulation proximale ou au-dessus de l'articulation distale (fig. 149A1). Cependant, on observe des désarticulations pratiquées par un coup net qui tranche la jointure proximale ou distale (fig. 149B1 et C).



Fig. 149 Séparation de l'os de l'épaule (A et B) et de la cuisse (C).

Après ce partage, les os des membres et les os des ceintures, scapulaire et coxale, sont à nouveau fractionnés en de multiples segments afin d'obtenir un maximum de morceaux à cuisiner (fig. 150). Cette découpe concerne des os assez gros donnant des pièces de viande conséquentes et on peut imaginer qu'une part de la viande était prélevée avant la cuisson, des stries fines de ce prélèvement se remarquant sur la plupart des diaphyses. Les os encore entourés d'un peu de chair finissent probablement dans des bouillons ou agrémentent les potages.



Fig. 150 Découpe des os longs de bovins. Découpe de l'humérus (A) et partage du fémur (B).

## 7.6.2 Les caprinés

### 7.6.2.1 Leur utilisation

Les chèvres sont généralement abattues assez tardivement. Elles fournissent les chevreaux et produisent du lait que l'on transforme rapidement en fromages.

Les âges des moutons nous indiquent un abattage important de jeunes adultes (fig. 151). En effet, quelle que soit l'aire géographique, on observe que les pourcentages sont en faveur d'animaux de boucherie car, entre les jeunes bêtes de moins de 12 mois et les jeunes adultes entre 12 et 30 mois, on obtient des pourcentages de 84% dans la partie orientale et de 62% dans la partie occidentale. Quant à l'aire centrale, elle ne fournit aucun élément d'animaux âgés. Cependant on peut également remarquer que la partie occidentale fournit davantage d'animaux âgés, ce qui peut signifier que les options lainière et laitière y étaient plus développées.

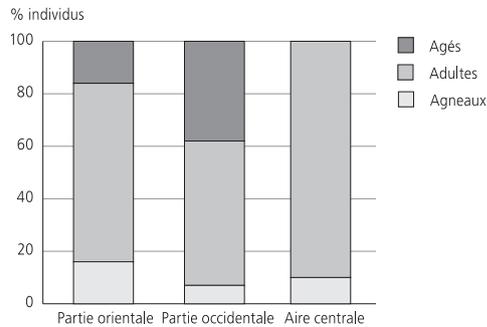


Fig. 151 Rythme d'abattage des moutons dans les différentes parties du site.

### 7.6.2.2 Les viandes consommées

Bien qu'intervenant en seconde position par le nombre de restes, les caprinés ne viennent, par le poids, qu'en quatrième rang, après les équidés et les porcs. Le nombre d'animaux abattus est nettement plus important dans la partie occidentale du site que dans la partie orientale: cette supériorité peut s'expliquer par la durée d'occupation des fermes 1 et 2. L'aire centrale réunit deux zones d'activité qui ne fonctionnaient pas de manière autonome.

Les parts consommées ne se différencient pas entre les moutons et les chèvres. Comme pour les bovins, le plus grand nombre d'individus décomptés a été obtenu à partir des éléments crâniens (fig. 152). Les proportions de restes des membres antérieurs et postérieurs n'indiquent pas un choix particulier dans

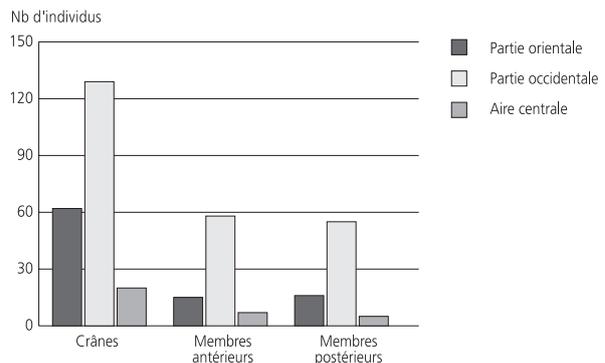


Fig. 152 Nombre de caprinés à partir des éléments anatomiques dans les différentes parties du site.



Fig. 153 Égorgement du mouton. (The four seasons of the house of Cerruti, Edit. Arnoldo Mondadori, 1984).

l'une ou l'autre partie du site. Les vertèbres et les côtes sont également très mal représentées et, bien qu'une partie de ces éléments très fragmentés se trouvent probablement dans la part des restes non spécifiquement déterminés, leur sous-représentation est évidente.

Depuis fort longtemps on a pu constater sur les restes de chèvres et de moutons que leur mise à mort passait par l'égorgeage; sur le site de Develier-Courtételle la preuve en est encore faite (fig. 153, 154).

Il n'est pas aisé de suivre la préparation de la carcasse des caprinés, l'ensemble du squelette étant extrêmement morcelé. Cependant quelques observations ont pu être retenues. La colonne vertébrale est parfois partagée en son milieu, mais on retrouve également des vertèbres dont le corps n'a pas été tranché, en particulier dans la région cervicale. Sur la figure 155, le côté B donne une version

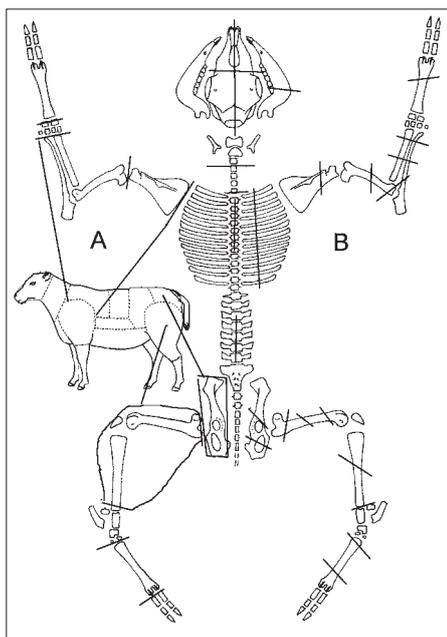


Fig. 155 Essai de restitution de la découpe des caprinés domestiques.

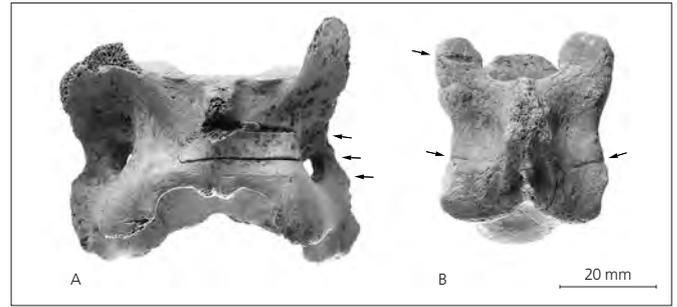


Fig. 154 Traces du couteau sur la première (atlas) (A) et la troisième vertèbre cervicale de mouton (B).

au plus près des diverses découpes possibles d'après les traces étudiées et le côté A présente les quartiers correspondant aux restes retrouvés.

La tête n'est pas partagée de façon systématique, mais on repère souvent un coup porté sur le calvarium comme pour prélever la cervelle. Cet abat fait partie des « issues » consommées immédiatement après l'abattage des animaux.

Contrairement à la découpe du bœuf qui paraît être le fait de personnes expérimentées, les squelettes des moutons et des chèvres présentent une découpe que l'on peut qualifier d'amateur. En effet, on observe souvent sur les restes d'os longs et les déchets osseux, une succession de coups portés avant de parvenir au partage de l'os (fig. 156). Parfois cependant, un intervenant plus adroit opère en un seul coup, comme sur ce fémur (fig. 157).

La découpe de ces animaux suppose une préparation mijotée plutôt que grillée. La viande peut être hachée pour cuisiner des pâtés ou des tourtes. Les agneaux et les chevreaux, peu nombreux, ont pu, quant à eux, être cuits entiers, leur viande tendre s'y prête parfaitement.

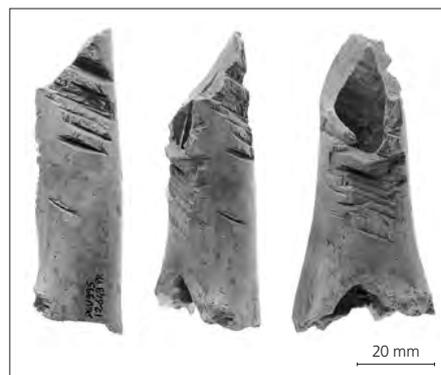


Fig. 156 Ratés de découpe sur des humérus.



Fig. 157 Découpe franche d'un fémur de mouton.

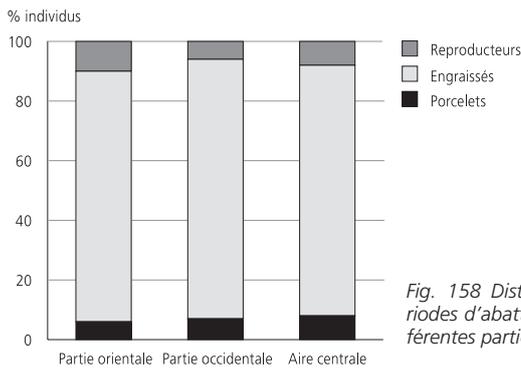


Fig. 158 Distribution des périodes d'abattage dans les différentes parties du site.

### 7.6.3 Les porcs

Comme il a été dit plus haut, les porcs n'ont qu'une destinée, la boucherie. Leur âge d'abattage dépend de la viande que l'on veut obtenir. Le très jeune porcelet fait partie des repas de fête et sa viande est consommée immédiatement après l'abattage. Si l'on veut une viande de conservation, on préférera une viande plus grasse, fournie par des porcins dont l'engraissement est au maximum. Cette conservation se fait par salage ou fumage selon les goûts et les habitudes des consommateurs, les deux modes pouvant aussi être utilisés. Sur l'ensemble du site la réponse est toujours la même: un maximum d'animaux abattus entre 12 et 24 mois. Les quelques individus plus âgés servent au renouvellement des animaux de boucherie (fig. 158).

L'abattage du porc se fait soit à la fin de l'automne, soit durant l'hiver; il fournit ainsi la viande jusqu'au printemps. Sa mise à mort est souvent présentée dans l'iconographie médiévale; il est parfois d'abord assommé par un coup asséné sur le crâne afin de l'étourdir, puis égorgé. D'autres fois c'est par un coup porté directement au cœur, mais cette dernière méthode apparaît, semble-t-il, plus tardivement. Le sang est toujours recueilli par un ou une aide (fig. 159). Ce sang récupéré est transformé en boudin. Les soies qui recouvrent le corps sont brûlées et la peau nettoyée. Puis, comme le montre la figure 159, l'animal est ouvert et vidé de ses entrailles. Les viscères sont récupérés. Les intestins une fois vidés servent d'enveloppe aux boudins et autres saucisses, et tous les abats sont préparés pour une consommation rapide. Les poumons sont parfois mis à sécher et réservés pour plus tard.

Toutes les parties du porc ont été consommées dans les différentes fermes, mais leur représentation indique un déficit des parties postcrâniennes. Ce déficit n'est pas l'effet d'une forte fracturation



Fig. 159 Abattage et éviscération du cochon. (Dessin d'après une fresque de l'église Saint-André d'Autun, F).

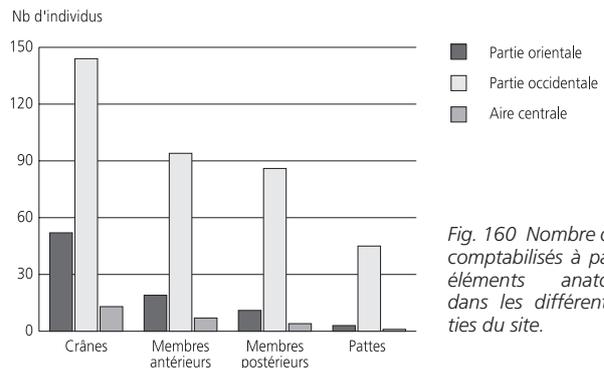


Fig. 160 Nombre de porcs comptabilisés à partir des éléments anatomiques dans les différentes parties du site.

des crânes mais bien le fait d'une exploitation de la viande porcine ailleurs que sur le site. Les éléments crâniens fournissent toujours un nombre d'animaux abattus, supérieur à celui fourni par les différentes parties postcrâniennes (fig. 160).

Le très grand fractionnement des os rend pratiquement impossible une description fiable de la découpe des porcs. Tous les os longs sont morcelés, les parties articulaires rongées par les chiens. Aucune trace ne permet de reconstituer le partage de la carcasse. Seuls les fragments d'os présents nous guident dans la reconstitution des parties consommées (fig. 161).

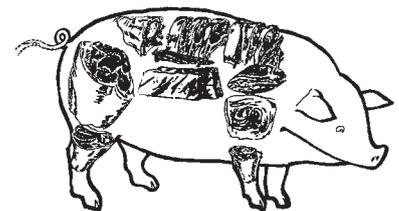


Fig. 161 Reconstitution des quartiers de porc consommés.

Cette forte fracturation peut indiquer une conservation des viandes par salage, à moins que cela ne soit le fait de la préparation culinaire. La consommation des rejets alimentaires par les animaux a amplifié cette détérioration. Le nombre important de crânes morcelés laisse à penser que la tête de porc n'était pas un quartier délaissé. Une fois désossée, de multiples préparations sont possibles: les oreilles, le museau, la langue, les joues sont des mets fort appréciés. En dehors des parties osseuses que nous avons pu reconnaître, il reste toutes les parties grasses qui accompagnent d'autres préparations, la gorge, la poitrine. Le lard est consommé tel quel ou transformé en saindoux qui entre dans la préparation des pâtes pour la fabrication de tourtes et de gâteaux et permet la cuisson des aliments. Le moindre morceau est récupéré et transformé en pâtés ou saucisses.

### 7.6.4 Les équidés

Les équidés identifiés sont en majorité des chevaux, rien n'a permis d'évoquer la présence de l'âne. Peu d'individus sont consommés jeunes, un seul sujet, dans la partie occidentale, a été abattu avant la fin de sa première année. Un premier groupe est abattu entre 3 et 6 ans et le second, plus important, après 8 ans. Ce sont là des sujets de réforme dont la viande ne devait pas avoir une

très grande valeur alimentaire. Ces animaux ne concernaient pas la boucherie de façon systématique.

L'hippophagie n'est pas une habitude dans l'histoire de l'alimentation médiévale de nos régions occidentales; ce n'est que ponctuellement que l'on constate la consommation des équidés. Les interdits alimentaires imposés par l'Église durant le Haut Moyen Âge sont nombreux. Ainsi le pape Grégoire III qui, en 732, rappelle sévèrement à saint Boniface occupé à réorienter les églises germaniques vers des croyances moins païennes « qu'il fallait absolument interdire toute consommation de cheval, domestique ou sauvage à ses ouailles fraîchement converties » (Lauriou 1989). Pourtant l'application de ces interdits n'est pas rigoureuse et varie d'une région à l'autre. Si la consommation de certaines viandes est prohibée, elle est cependant parfois acceptée et pour le cheval en particulier « il n'est pas interdit bien que ce ne soit pas la coutume d'en manger » (Lauriou 1989) et souvent, comme en Angleterre, ces chevaux sont des animaux de réforme.

Cette hippophagie se retrouve sur certains sites mérovingiens comme à Villiers-le-Sec (Val d'Oise, F; Yvinec 1986) et à Genlis, La Borde (Côte-d'Or, F; Clavel 1992). La part du cheval dans l'alimentation carnée sur le site de Develier-Courtételle n'est donc pas inhabituelle mais est malgré tout un fait intéressant, puisque l'ensemble des secteurs est concerné et que sa représentation en nombre d'individus abattus et en poids n'est pas négligeable.

La présence des bas de pattes et des restes crâniens paraît indiquer un abattage sur place. Le déficit des os des membres est presque constant, ce qui présuppose que seule une partie des animaux à été consommée sur place (fig. 162).

Si les traces de l'abattage ainsi que celles du partage de la carcasse sont inexistantes sur les restes retrouvés dans les divers complexes du site, quelques fragments d'os longs portent des traces de la découpe secondaire. Ces traces sont semblables à celles identifiées sur les os de bovins et les empreintes laissées par le couteau lors du prélèvement de la chair sont parfois visibles (fig. 163).

Dans les nombreux ouvrages médiévaux sur les préparations culinaires, on ne note aucune recommandation sur la manière d'accommoder la viande de cheval, d'âne ou de mulet.

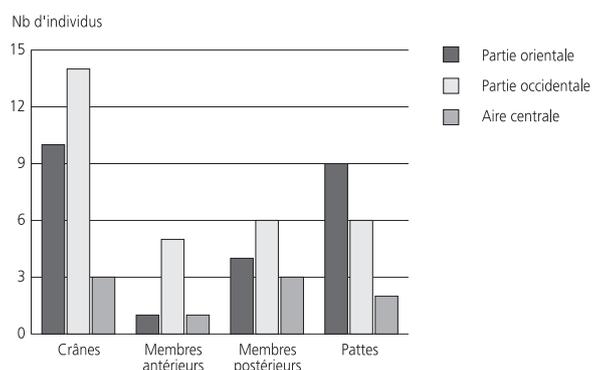


Fig. 162 Nombre d'équidés comptabilisés à partir des éléments anatomiques dans les différentes parties du site.



Fig. 163 Stries d'enlèvement de la chair sur un fragment d'humérus d'équidé.

### 7.6.5 La volaille

L'essentiel des restes appartient à la poule, seuls quelques fragments osseux d'oie ayant été identifiés dans la partie occidentale du site. La médiocrité de l'échantillon osseux est vraisemblablement due à la conservation différentielle, les os d'oiseaux sont plus fragiles que ceux des mammifères et les animaux rôdant aux alentours ont pu en absorber une grande partie. Les ossements d'oie sont plus résistants que ceux des gallinacés et la très modeste prestation de cette espèce reflète probablement une présence plutôt discrète.

Il est difficile à partir de ces données d'évaluer le véritable impact de la basse-cour sur l'alimentation carnée. Une majorité de restes appartient à des poules adultes, sacrifiées lorsqu'elles ne produisent plus d'œufs. Ces animaux sont probablement préparés bouillis ou en ragoûts afin d'attendrir leur chair un peu ferme, puis accommodés à diverses sauces.

Cette majorité de poules adultes suppose un élevage tourné plutôt vers la production d'œufs (fig. 164). Ceux-ci se consomment de multiples façons: frits, brouillés, pochés, en « aumelette », et entrent dans diverses préparations culinaires. Des restes de coquilles sont signalés dans le remplissage d'une cabane en fosse de la ferme 2 (CAJ 13, chap. 19.3.1).



Fig. 164 Ramassage des œufs. (The four seasons of the house of Cerruti, Edit. Arnoldo Mondadori, 1984).

**7.6.6 A propos de la carence des parties riches en viande des espèces du cheptel**

La présence des crânes et des bas de pattes plaide en faveur d'un abattage sur place des animaux, et donc du débitage des carcasses. L'étude de la répartition spatiale des restes fauniques semble appuyer ce postulat par la localisation d'aires de dépeçage à la périphérie des zones d'habitat tandis que les rejets culinaires ont été retrouvés à proximité des lieux de consommation (CAJ 17, chap. 6).

Les carnivores et les suidés ont participé à la destruction d'une partie des restes osseux en brisant les plus gros et en ingérant une part des rejets, en particulier les petits os des pattes comme les sésamoïdes ou les os du carpe ou du tarse. Mais il n'est pas possible de leur imputer l'ensemble de ce déficit. Si l'on considère la quantité d'ossements, parfois très volumineux (os de bovins et d'équidés), que représentent les squelettes de l'ensemble des individus abattus, les chiens et les porcs ne devaient pas être assez nombreux pour faire disparaître ces lots d'os manquants. De plus, le déficit est continu et systématique pour chaque espèce domestique consommée, ce qui implique un choix délibéré.

On peut supposer un commerce de laitage et de viande vers des marchés ou des foires avoisinants ou évoquer des redevances à un seigneur, une abbaye ou un monastère. Les restes osseux ne peuvent répondre à ces questions en suspens. Mais les deux propositions sont valables selon le statut social des villageois.

**7.7 La morphologie**

La hauteur au garrot est l'une des données morphologiques que l'on peut proposer à partir des restes osseux. Cette observation permet d'établir une comparaison entre les espèces, d'un site à l'autre, et d'observer d'éventuelles variations géographiques ou chronologiques.

**7.7.1 Les bovins**

Les bovinés sont les animaux qui nous ont fourni le plus d'éléments métriques utilisables (fig. 165). Dans ces présentations, mâles et femelles ont été réunis; en effet si un certain nombre de métapodes ont permis de déterminer le sexe des animaux, pour d'autres il y avait litige. D'autre part quelques hauteurs ont été calculées à partir des os longs des membres qui ne permettent pas leur attribution à un mâle ou à une femelle. Bien que, dans chaque secteur, quelques individus paraissent sortir du lot, on note qu'une grande majorité n'atteint pas 120 cm.

	Partie orientale (8 ind.)	Partie occidentale (25 ind.)	Aire centrale (3 ind.)
Etendue	108-125 cm	95-127 cm	110-130 cm
Moyenne	115 cm ± 5,32	114 cm ± 7,23	119 cm ± 10,15

Fig. 165 Distribution de la hauteur au garrot des bovins dans les différentes parties du site.

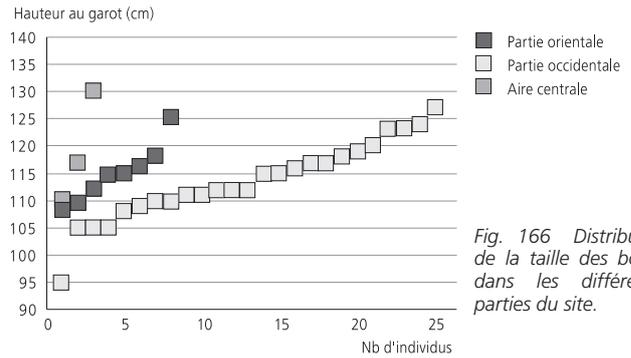


Fig. 166 Distribution de la taille des bovins dans les différentes parties du site.

Notre animal ne mesurant que 95 cm au garrot n'est pas un cas unique (fig. 166), puisqu'on retrouve pour la période des 7<sup>e</sup>-9<sup>e</sup> siècles des individus dont la taille se situe autour de 93 cm en Tchécoslovaquie (Audoin-Rouzeau 1991). Plus près de notre région, H. R. Stampfli (1981) décrit le squelette d'une femelle de boviné, trouvé au 19<sup>e</sup> siècle dans la région de Bienne (BE), datant probablement du Moyen Age sans plus de précision, dont la taille se situait autour de 90 cm.

Si l'on resitue l'ensemble de ces données dans le contexte du Haut Moyen Age, on observe une certaine relation entre les statures des bovins de Delevier-Courtételle et celles évaluées sur d'autres sites. Le site de Courtedoux, Creugenat (Putelat 2004; 7518 restes déjà étudiés sur un corpus total de 11 500) se situe à peu de distance de notre site et son fonctionnement s'établit selon la même chronologie. Charavines (Isère, F; Olive 1993), site de l'An Mil, représente une période charnière. Pour cette comparaison toutes les données du site de Delevier-Courtételle sont rassemblées (fig. 167). On constate une certaine homogénéité entre toutes ces réponses.

	Delevier-Courtételle (6 <sup>e</sup> -8 <sup>e</sup> s.) (36 ind.)	Courtedoux, Creugenat (6 <sup>e</sup> -8 <sup>e</sup> s.) (11 ind.)	Charavines (11 <sup>e</sup> s.) (22 ind.)
Etendue	95-130 cm	105-125 cm	101-119 cm
Moyenne	114 cm ± 7,05		110 cm ± 5,02

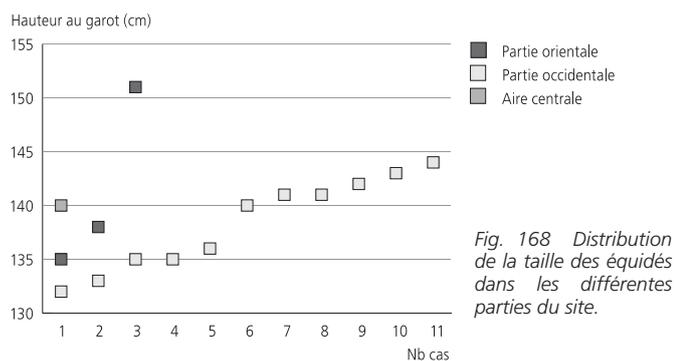
Fig. 167 Hauteur au garrot des bovins de Delevier-Courtételle et de deux sites de comparaison.

**7.7.2 Les équidés**

Pour les équidés les hauteurs se distribuent entre 132 et 144 cm, mais on trouve un sujet dépassant 150 cm dans la partie orientale (fig. 168). Il est possible par ailleurs que soient mélangés des restes de chevaux à proprement parler et des restes d'hybrides comme le mulet, mais la taille ne devrait pas vraiment les séparer.

Etant donnée la contemporanéité du fonctionnement des secteurs, la moyenne des données rassemblées permet de comparer les tailles des équidés du site avec celles d'autres sites. La moyenne obtenue se place à 139 ± 4,98 cm (15 mesures).

Pour la période romaine, dans la région de Martigny (VS) on note, entre le 2<sup>e</sup> et le 4<sup>e</sup> siècle, des hauteurs un peu plus importantes avec une moyenne de 147 ± 5,5 cm (6 mesures; Olive 2003b). Au 2<sup>e</sup> siècle, dans la basse vallée du Rhône, les statures sont plus proches de celles de Delevier-Courtételle puisque la moyenne



s'établit à  $141 \pm 8,20$  cm (13 mesures; Olive 2002). Pour une période s'étendant du 9<sup>e</sup> au 11<sup>e</sup> siècle, deux hauteurs, 135 et 139 cm, sont fournies sur le site de Vuillonex, Saint Mathieu (GE) (Olive, à paraître) et pour l'ensemble du Haut Moyen Age en France du Nord la moyenne des tailles des chevaux est de 141 cm (Clavel 2001).

### 7.7.3 Les caprinés

Le petit bétail a fourni peu de possibilités pour la reconstitution des hauteurs. La taille des ovins se rapporte essentiellement aux brebis: 59, 60, 61 et 62, cm. Pour les caprinés nous obtenons 70 cm pour un bouc et 69 cm pour une femelle.

Quoique très ponctuelles, ces données peuvent soutenir quelques comparaisons. Ainsi pour la période romaine trouve-t-on également en Valais des moutons d'une hauteur de 61 cm environ et des chèvres dont la taille avoisine 68-69 cm. A Sézegnin (GE) dans l'habitat occupé entre le 4<sup>e</sup> et le 8<sup>e</sup> siècle, nous trouvons des moutons dont la taille se situe entre 59,5 et 60 cm et des chèvres hautes de 69 et 71 cm (Voser 1985). A Lyon au 7<sup>e</sup> siècle, la hauteur de deux brebis se situe à 63 cm (Olive 2001). Dans le Nord de la France les moutons du Haut Moyen Age mesurent environ 61 cm (Clavel 2001) et à Charavines (11<sup>e</sup> siècle) entre 55 et 60 cm, tandis que la chèvre paraît plus petite sur ce dernier site avec 62-63 cm. Il semble que les ovinés n'aient pas subi de grandes variations de taille au cours des siècles. Grâce aux restes crâniens, nous avons la preuve qu'à Develier-Courtételle certains moutons étaient armés, en particulier dans l'aire centrale où un fragment crânien porte les bases de chevilles osseuses assez robustes appartenant probable-



Fig. 169 Chèvre médiévale, avec cornes en sabre. (The four seasons of the house of Cerruti, Edit. Arnoldo Mondadori, 1984).

ment à un bélier. Il n'est cependant pas certain que tous les ovins fussent porteurs de cornes. Pour la chèvre il est difficile de porter un jugement sur une ou deux données, il ne s'agit donc que d'une indication. Nous savons par ailleurs que ces chèvres portaient des cornes en forme de sabre (fig. 106), caractéristique qui se retrouve à l'époque romaine comme au Moyen Age dans les régions alpines. Nous pouvons également observer sur les représentations médiévales des caprinés d'une grande ressemblance avec ce type de caprinés (fig. 169).

### 7.7.4 Les porcs

La morphologie des porcs est pratiquement impossible à appréhender, les animaux étant le plus souvent abattus avant que les os de leur squelette ne soient totalement épiphysés. Ceci est un handicap majeur à la reconstitution de leur stature et, dans le cas présent, s'ajoute la grande fragmentation de tous les éléments. Deux mesures seulement nous permettent d'approcher cette thématique: 75 et 76,5 cm pour des porcins dont nous ne connaissons pas le sexe. Ces données cependant s'intègrent dans la moyenne des porcs de Charavines (11<sup>e</sup> siècle) qui se situe autour de 75 cm. Les individus recensés en Valais aux 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> siècles se positionnent entre 75 et 81 cm. La hauteur moyenne des porcins du Nord de la France, entre les 6<sup>e</sup> et 9<sup>e</sup> siècles, est de 72 cm. On note donc une grande ressemblance dans le format des cochons domestiques pour les différentes régions citées. L'espèce porcine est l'une des plus malléables et l'allure des porcs médiévaux ne correspond pas vraiment à celle d'aujourd'hui. La documentation à notre disposition les montre de temps en temps roses mais aussi de couleur brune ou noire, les soies sont souvent abondantes, quelquefois frisées, le plus souvent raides formant parfois «une sorte de crinière hérissée sur le dos». La tête est plutôt allongée et le profil est soit droit, soit subconcave; les oreilles sont généralement dressées. Les membres sont assez fins et la queue peu «tirebouchonnée» (Laurans 1975) (fig. 170).



Fig. 170 Un aspect du porc médiéval, 1491. (Johannes de Cuba, «Hortus sanitatis», Jacob Meydenbach, Mainz).

7.7.5 La volaille

Il est difficile d’approcher la morphologie des poules. Les données métriques sont très lacunaires. Seuls deux os des extrémités des ailes (carpo-métacarpes) et trois os des bas de pattes (tarso-métatarses) sont entiers. L’habitat de Sézegnin est le seul qui procure quelques données de comparaison pour cette période (fig. 171).

	Delevier-Courtételle	Sézegnin
Carpo-métacarpe	GL : 37,0-39,0mm	GL : 35,0-35,2mm
	Dt distal : 7,0-8,0mm	Dt distal : 6,7-8,0mm
Tarso-métatarse	GL : 62,0-78,0-81,0mm	GL : 83,5mm
	Dt diaphyse : 5,0-7,0-6,0mm	Dt diaphyse : 6,0mm
	Dt distal : 11,0-13,0-13,0mm	Dt distal : 8,5mm

Fig. 171 Données métriques des gallinacés de Delevier-Courtételle comparées à celles de Sézegnin. GL: grande longueur; Dt: diamètre transverse.

7.8 La pathologie

Aucun traumatisme n’a été relevé, mais la grande fragmentation des os longs est un lourd handicap pour cette observation.

Les seules pathologies osseuses retrouvées concernent les bœufs pour lesquels on note surtout des pathologies liées à l’âge et au travail, comme cet élargissement de la partie distale des métapodes surtout caractéristique des bœufs tirant des chariots ou la charrue (fig. 172), ou bien diverses anomalies sur les premières phalanges (fig. 173). Ces pathologies sont connues et retrouvées régulièrement sur les os de bovins (Bartosiewicz et al. 1997).

D’autres pathologies sont plus difficiles à définir, ainsi les traces laissées sur la surface articulaire d’une vertèbre lombaire de bovin (fig. 174). Ce sont de fines cannelures très rapprochées, peut-être provoquées par un déplacement de la vertèbre attenante.

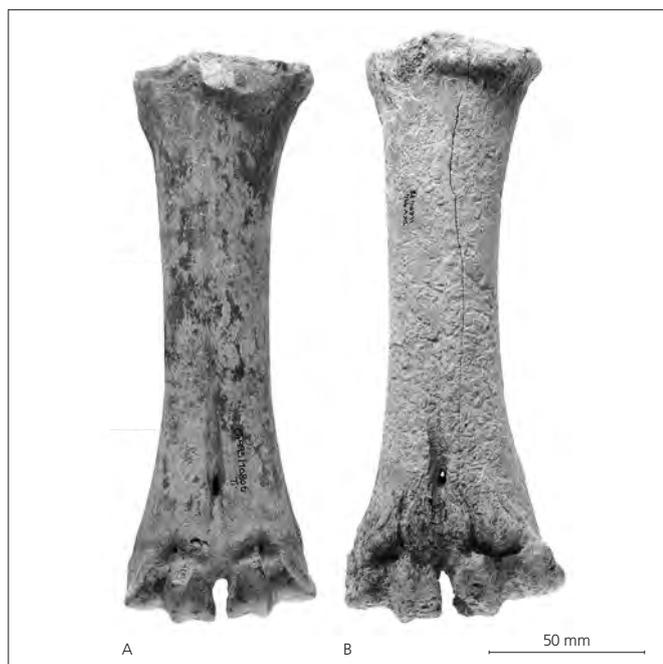


Fig. 172 Métacarpe normale (A) et métacarpe présentant un net élargissement de la partie distale (B).

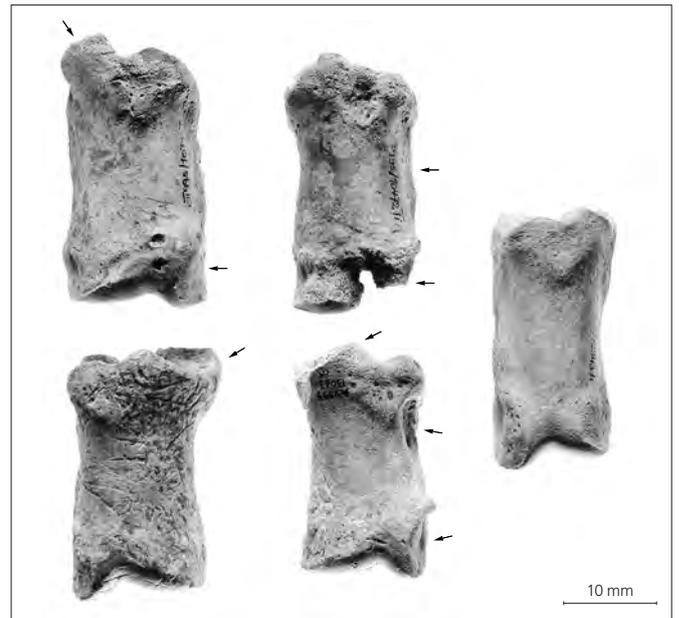


Fig. 173 Anomalies pathologiques sur des premières phalanges de bovin. A droite, une phalange « normale ».



Fig. 174 Traces d’usure sur l’articulation d’une vertèbre lombaire de bovin.

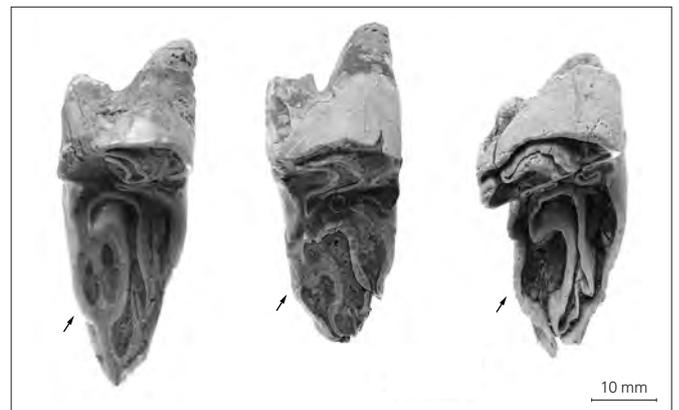


Fig. 175 Usure anormale sur des troisièmes molaires supérieures de bovin.

Par ailleurs on retrouve une anomalie dentaire très particulière sur plusieurs troisièmes molaires supérieures, provenant d'individus différents issus des fermes orientales et occidentales. Il s'agit d'une usure singulière du dernier lobe. La dent est normalement usée sur la surface occlusale du lobe médial, tandis que la surface occlusale du lobe distal n'est manifestement pas totalement abrasée et forme ainsi une pointe très agressive (fig. 175). La troisième molaire inférieure présente trois lobes sur lesquels reposent les deux lobes de la troisième molaire supérieure. Les deux faces occlusales, supérieure et inférieure, sont en phase, le frottement des deux surfaces donne une table d'usure plus ou moins plane et en principe les dents présentent des usures comparables (fig. 176A). Dans le cas présent le dernier lobe de la troisième molaire supérieure forme une pointe acérée (fig. 176B).

Cette anomalie peut être le fait d'une malformation du maxillaire ou de la mandibule inférant un mauvais système de mastication. On peut encore évoquer la possibilité de l'absence du troisième lobe de la dent inférieure, ce qui laisse la partie distale de la dent supérieure sans appui et donc sans possibilité d'usure.

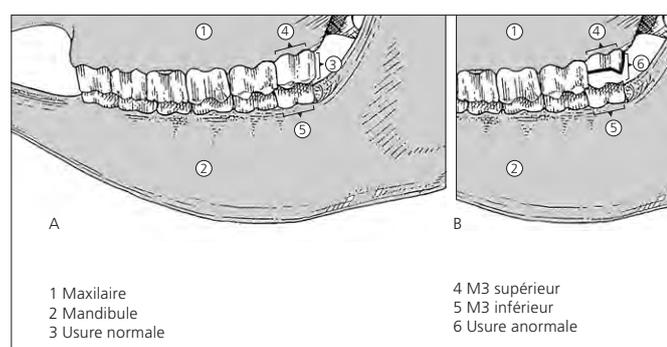


Fig. 176 Troisièmes molaires supérieures de bovin (fig. 175) : usure normale (A) et anormale (B).

## 7.9 Traces diverses et artefacts

La plupart des ossements sont marqués par les dents de chiens (fig. 177). D'après l'impact de ces dents et selon les dimensions des os entamés, nous pouvons voir que certains de ces compagnons des hommes étaient probablement assez robustes.

D'autres traces sont le fait des éléments météorologiques, comme ce métatarsien de bovin retrouvé brisé en deux par le gel. Les deux surfaces correspondant à la cassure sont curieusement crénelées (fig. 178).

En dehors de ces marques, quelques ossements portent les empreintes d'aménagements par l'homme. Des os à peine transformés comme cet astragale de bœuf dont la face articulaire avec la pointe du calcaneus a été tranchée et qui porte la trace d'une usure d'utilisation (fig. 179). Cet outil, qui se tient bien en main, peut être utilisé pour frotter des surfaces que l'on veut lissées.

On trouve également une phalange 1 de bœuf dont la surface articulaire a été sciée (fig. 180). Comme l'extrémité non aménagée



Fig. 177 Divers ossements ayant subi les morsures plus ou moins appuyées des chiens : os de bovin (A-E) et métacarpe d'ovin (F).

a été rongée, cet objet a peut-être été dérobé par les chiens et rejeté parce que devenu inutilisable. Était-ce un objet utilitaire semblable à celui décrit précédemment ou bien encore un jeu ? Au Kunsthistorisches Museum de Vienne, sur un tableau de Pieter Bruegel datant de 1559-1560 et intitulé *Kinderspiele* on peut voir, en haut du tableau à droite, des enfants jouant le long d'un mur avec des phalanges de bœuf comme avec un jeu de quilles. La question est posée.

Des restes osseux sont également aménagés ponctuellement, de manière moins précise ; ainsi des os sont travaillés de façon plus sommaire mais correspondent à des outils utilisés comme ces pointes façonnées sur des os de bœuf (fig. 181). Cette partie époutée porte les traces d'utilisation. Des objets semblables se retrouvent dans plusieurs sites de Grande-Bretagne



Fig. 178 Métatarsien de bovin brisé en deux par le gel (A) ; aspect de l'une des surfaces cassées (B).



Fig. 183 Fragment d'os d'oiseau avec perforation.



Fig. 179 Astragale de bœuf : surface articulaire intacte (A) et usée (B).

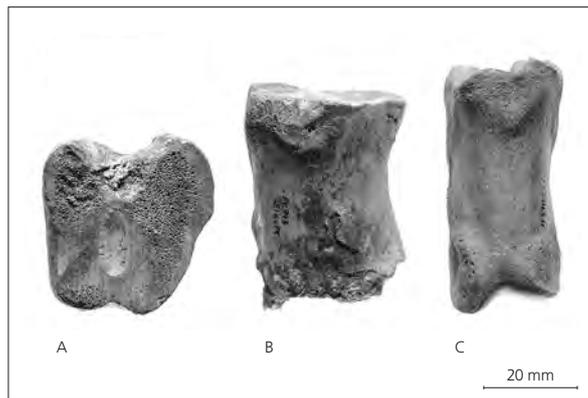


Fig. 180 Phalange 1 de bœuf : phalange (B) et sa surface articulaire sciée (A) comparée avec une phalange 1 normale (C).

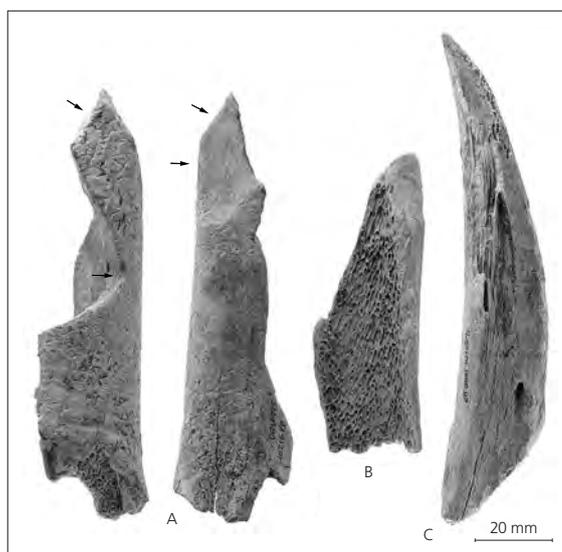


Fig. 181 Os de bœuf préparés : deux faces d'un même os (A) et deux pointes provenant des fermes 1 et 5 (B-C).



Fig. 182 Bois de cervidé : fragment tranché et évidé (A) et fragment épointé et aplani sur une face (B).

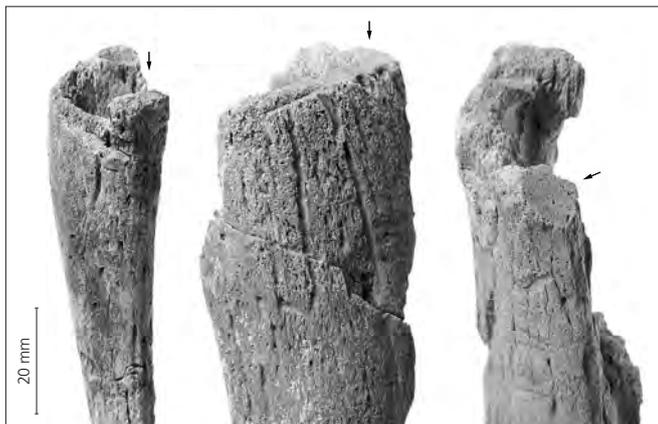


Fig. 184 Chevilles osseuses de chèvre dont la base a été tranchée.

(Mac Gregor 1985, Mac Gregor et al. 1999), nous en avons également retrouvés dans la phase chronologique 9<sup>e</sup>-11<sup>e</sup> siècle du site de Saint-Mathieu. Décrits comme des « pointes », ces instruments sont aussi bien des armes que des outils.

Le bois de cervidé a également été utilisé comme matériau pour la préparation d'objets. Deux sections façonnées nous sont parvenues (fig. 182).

Un fragment d'os d'oiseau porte une perforation; il peut s'agir d'un rebut de préparation d'objet ou d'un objet cassé (une flûte ? fig. 183).

Le prélèvement des chevilles osseuses de bovins (fig. 147) et de caprinés (fig. 184) laisse supposer que la matière cornée a été utilisée. Ces cornes pouvaient être utilisées sous leur forme initiale ou bien transformées et aménagées en objets (Olive 1990).

### 7.10 La chasse

La part des animaux sauvages consommés est assez réduite, mais ce n'est pas une exception. Hormis les sites seigneuriaux et parfois religieux, la plupart des sites médiévaux ruraux et souvent urbains sont assez pauvres en restes de gibier.

L'histoire de la chasse à partir du Haut Moyen Age est relativement complexe (Pacaut 1980). A l'époque romaine le gibier est accessible à tous, il est *res nullius*, la chose de personne. Sans distinction de condition sociale, chacun pouvait chasser à son gré sur tous les domaines non clos. Aux premiers temps du Haut Moyen Age, le droit de chasse est peu réglementé, et varie selon les régions, les peuples. Cependant, sous l'autorité franque, certaines lois prévoient des amendes pour le détournement du gibier. Dès le 6<sup>e</sup> siècle, il semble que le droit de chasse soit davantage fixé et que déjà on établisse des règles. Parfois, si l'on en croit certains récits, quelques seigneurs font protéger leurs domaines par des gardes. Ainsi Grégoire de Tours signale dans son *Histoire des Francs* (Livre X, chap. 10) que le roi Gontran s'adonnant à la chasse dans la forêt des Vosges, remarqua qu'un buffle (?) avait été abattu. Il interrogea le « garde-forestier » qui lui révéla le nom de Chundon, cubulaire du roi (valet de chambre). Le roi fit poursuivre le fautif qui, rattrapé, fut lapidé. On voit par ce témoignage que le droit de chasse devient une prérogative durement défendue. Bien qu'encore imprécis, c'est au cours des 7<sup>e</sup>-8<sup>e</sup> siècles que le concept de réserve (chasse, pêche) semble apparaître sous le terme de *forestis*. C'est Charlemagne qui, par un capitulaire, fixera les premiers règlements pour la gestion des domaines, réservant ainsi les droits de chasse et de pêche. Cependant on peut supposer que, en dehors des réserves, les interdits ne s'appliquaient pas forcément; ainsi Charlemagne autorise-t-il la chasse aux petits gibiers jusque dans ses propres forêts.

Pour la période qui couvre l'occupation de Develier-Courtételle il est donc difficile de connaître de façon précise les droits et les interdictions concernant les paysans de la région. Si certains droits existaient, les diverses activités menées par les habitants ne leur permettaient probablement pas de consacrer beaucoup

de temps à la recherche et la poursuite du grand gibier et c'est probablement très ponctuellement qu'ils s'y adonnaient. Pour le petit gibier, comme le lièvre, point n'est besoin d'une organisation cynégétique particulière. Facile à transporter, il est piégé ou se chasse avec des chiens. Durant ces périodes où le lapin n'a apparemment pas encore fait son apparition, le lièvre est le gibier le plus commun; il se retrouve systématiquement sur les sites médiévaux de toutes les catégories sociales.

En dehors des enjeux sociaux, les raisons de chasser sont multiples: pallier à une nourriture insuffisante ou s'assurer un complément de viande, se procurer de la fourrure, mais aussi la nécessité de se protéger ou de protéger les animaux domestiques et les surfaces agricoles des espèces nuisibles. Bien que l'on soit dans un milieu où l'élevage assure une nourriture carnée vraisemblablement suffisante, il ne faut pas exclure des moments de pénurie ni, dans certaines circonstances, la volonté d'acquérir des viandes « différentes ».

Les espèces à fourrure, renard, martre, fouine, castor, loutre, etc., sont absentes. La recherche de fourrures ne semble donc pas être un objectif pour cette population jurassienne qui dispose de laine et de peaux par le biais des animaux domestiques.

En dehors de l'obligation ou du désir de se procurer de la viande, il est concevable que les grands mammifères aient également été chassés afin de protéger les récoltes ou les couvées. Ainsi en est-il des sangliers qui saccagent les champs à la recherche de racines et autres végétaux dont ils raffolent, du chat sauvage qui ravage les poulaillers et s'attaque aussi aux très jeunes bêtes comme les agneaux et les chevreaux, et peut-être aussi de la buse qui agira comme le chat sur la basse-cour et les jeunes mammifères.

Les ours pouvant s'en prendre aussi bien aux hommes qu'aux animaux, leur chasse a probablement été une nécessité. Dans ces temps médiévaux, la poursuite de ces animaux dangereux n'est pas le fait de paysans mais plutôt réservée aux seigneurs disposant d'hommes, de chiens et d'armes. Cependant on peut imaginer que les habitants de Develier-Courtételle se soient trouvés dans l'obligation d'écarter ces grands carnivores qui rôdaient autour des habitations et que, connaissant leurs habitudes, ils les ont piégés (fig. 185).



Fig. 185 L'ours pris au piège. (Paris, BNF, Département des manuscrits, Français 616, f° 106v).

La chasse aux oiseaux se fait souvent par piégeage. Bien que cette faune aviaire soit très modestement présente, la campagne de Develier-Courtételle, avec les bois et les buissons, devait fournir de nombreuses possibilités d'approvisionnement. En dehors des quelques oiseaux identifiés, tout porte à croire que de nombreuses autres espèces participaient à l'alimentation. Autrefois, et il n'y a pas si longtemps, à l'exception des charognards qui se nourrissent de chair morte, toutes sortes d'oiseaux étaient consommés : tous les petits oiseaux mais aussi les plus gros, le cygne, la grue, les hérons (Saly 1984). On allait parfois les chercher au nid. Cette nourriture était soit un complément, soit un plaisir.

### 7.11 D'un site à l'autre

Afin d'identifier les différences ou les convergences sur le rapport de l'homme à l'animal dans l'alimentation, quelques éléments comparatifs nous sont donnés par les sites de Sézegnin (4<sup>e</sup>-8<sup>e</sup> siècles; Voser 1985) et celui de Courtedoux, Creugenat (Putelat 2004), site jurassien proche de Develier-Courtételle (fig. 186).

On voit que la seule convergence est la prédominance des bovins, quoiqu'à Courtedoux elle soit moins prononcée que sur les deux autres sites. Pour les autres espèces, et bien que la hiérarchie soit respectée, leur représentation est différente d'un site à l'autre. On note qu'à Sézegnin les porcs et les équidés sont quasiment absents.

La volaille semble un peu mieux représentée à Courtedoux (poule et oie) et à Sézegnin (poule), avec environ 3 % des restes des animaux de ferme sur ces deux sites, tandis qu'elle atteint à peine 0,2 % à Develier-Courtételle (poule et oie). Mais on peut encore discuter sur la conservation différentielle des os de ces volatiles et sur la participation des chiens, thèmes qui ont déjà fait l'objet d'une remarque en rapport avec cette modeste représentation à Develier-Courtételle.

	Develier-Courtételle (13 795 restes) %	Courtedoux, Creugenat (3961 restes) %	Sézegnin (701 restes) %
Bœuf ( <i>Bos taurus</i> )	58	38	58
Mouton ( <i>Ovis aries</i> ) Chèvre ( <i>Capra hircus</i> )	19	31	40
Porc ( <i>Sus domesticus</i> )	17	28	1
Équidés ( <i>Equus sp.</i> )	6	3	1

Fig. 186 Les espèces du cheptel sur les trois sites de comparaison.

La plupart des espèces sauvages consommées sont identifiées sur les trois sites : cerf (*Cervus elaphus*), chevreuil (*Capreolus capreolus*), sanglier (*Sus scrofa scrofa*), lièvre (*Lepus europaeus*). Tandis que le bouquetin (*Capra ibex*) n'apparaît qu'à Develier-Courtételle, le chamois (*Rupicapra rupicapra*) est présent sur les deux sites jurassiens. A Courtedoux, parmi les espèces dites nuisibles, en plus du chat sauvage (*Felis silvestris*), on trouve le blaireau (*Meles meles*) et le renard (*Vulpes vulpes*). Pour les oiseaux sauvages on peut citer la présence à Sézegnin de la perdrix bartavelle (*Alectoris graeca*), de la caille des blés (*Coturnix coturnix*), de la grive draine (*Turdus viscivorus*), du moineau (*Passer domesticus*) ainsi que de petits passereaux non identifiés. Aucune mention d'oiseau sauvage sur le site de Courtedoux.

### 7.12 Conclusion

L'étude ostéologique des restes de faune retrouvés sur le site de Develier-Courtételle présente l'intérêt, avec un corpus raisonnable d'ossements, de poser les premiers jalons d'une étude inter-régionale sur l'alimentation durant le Haut Moyen Age dans cette partie de l'Europe occidentale. Il reste à espérer que de nombreux travaux continueront à nous dévoiler les goûts et les habitudes alimentaires de ces populations, ceci afin d'apporter aux historiens de nouvelles données sur les pratiques culinaires médiévales, hors des contextes aristocratiques ou religieux.

## Annexes

1. Inventaire général du matériel ostéologique de Develier-Courtételle
2. Distribution des restes osseux dans la partie orientale du site
3. Distribution des restes osseux dans la partie occidentale du site
4. Distribution des restes osseux dans l'aire centrale du site

1.	Partie orientale			Partie occidentale			Aire centrale		
	NR	Poids (g)	NMI	NR	Poids (g)	NMI	NR	Poids (g)	NMI
<b>Mammifères</b>									
Bœuf ( <i>Bos taurus</i> )	1637	21 160	80	6070	82 884	138	367	9569	16
Mouton ( <i>Ovis aries</i> )/ chèvre ( <i>Capra hircus</i> )	489	1568	63	1997	7670	142	227	958	20
Porc ( <i>Sus scrofa domesticus</i> )	399	1885	55	1897	10 031	147	78	518	13
Equidés ( <i>Equus</i> sp.)	321	6391	11	256	9024	14	57	3108	4
Cerf elaphe ( <i>Cervus elaphus</i> )	2	3		18	303	3	1	22	1
Chevreuil ( <i>Capreolus capreolus</i> )				1	8	1			
Chamois ( <i>Rupicapra rupicapra</i> )	1	1	1	3	27	1			
Bouquetin ( <i>Capra ibex</i> )				3	77	1			
Sanglier ( <i>Sus scrofa scrofa</i> )	1	12	1	2	41	1	3	17	
Ours ( <i>Ursus arctos</i> )				2	6	2	1	51	1
Lièvre ( <i>Lepus europaeus</i> )	4	2	1	3	1	1			
Chat ( <i>Felis silvestris</i> )				2	2	1			
Chat ( <i>Felis</i> sp.)				1	9	1	1	2	1
Chien ( <i>Canis familiaris</i> )	17	124	1	5	8	2			
Campagnol terrestre ( <i>Arvicola terrestris</i> )				1		1			
Campagnol des champs ( <i>Microtus arvalis</i> )				1		1			
Rongeurs sp.				3	2				
Taupe ( <i>Talpa talpa</i> )				4		1			
<b>Mammifères moyens</b>									
Fragments divers	1192	1693		3050	3540		413	568	
Fragments de côtes	107	175		298	504		47	68	
Fragments de vertèbres	21	50		161	383		36	51	
<b>Grands mammifères</b>									
Fragments divers	1005	4560		3187	12 223		215	1373	
Fragments de côtes	145	552		443	1965		30	266	
Fragments de vertèbres	90	734		447	2709		22	192	
<b>Oiseaux</b>									
Poule ( <i>Gallus gallus</i> )	10	6	7	46	47	12	1	1	1
Oie ( <i>Anser anser forma domesticus</i> )				4	13	1			
Buse variable ( <i>Buteo buteo</i> )				3	2	1			
Pie ( <i>Pica pica</i> )				1		1			
Perdrix ( <i>Perdix perdix</i> )				1	1	1			
Oiseaux sp.	1	1		10	6				
<b>Batraciens</b>									
Grenouille rousse ( <i>Rana temporaria</i> )				65		15			
Grenouille verte ( <i>Rana esculenta</i> )				29		11			
Batraciens ( <i>Rana</i> sp.)				765	1	17			
<b>Poissons indéterminés</b>				2					
Esquilles indéterminées	891	465		3749	1701		89	59	
<b>Total</b>	<b>6333</b>	<b>39382</b>		<b>22530</b>	<b>133188</b>		<b>1588</b>	<b>16823</b>	

NR (nombre de restes); P (poids, en grammes); NMI (nombre minimum d'individus)

2.	Partie orientale														
	Ferme 3			Ferme 4			Ferme 5			Ferme 6			Zone 4		
Mammifères	NR	P (g)	NMI	NR	P (g)	NMI	NR	P (g)	NMI	NR	P (g)	NMI	NR	P (g)	NMI
Bœuf ( <i>Bos taurus</i> )	203	2157	6	256	3281	12	754	9612	42	67	831	3	357	5279	17
Mouton ( <i>Ovis aries</i> )/ Chèvre ( <i>Capra hircus</i> )	53	144	8	90	170	11	217	695	28	31	75	5	98	484	11
Porc ( <i>Sus scrofa domesticus</i> )	37	185	5	41	259	6	189	611	29	13	69	2	119	761	13
Equidé ( <i>Equus</i> sp.)	1	25	1	17	139	1	234	5465	7	63	555	1	6	207	1
Cerf elaphe ( <i>Cervus elaphus</i> )	1	1					2	3	1						
Sanglier ( <i>Sus scrofa scrofa</i> )				1	12	1									
Ours ( <i>Ursus arctos</i> )							4	2	1						
Chien ( <i>Canis familiaris</i> )							2	22	1				15	102	1
<b>Mammifères moyens</b>															
Fragments divers	213	412		204	244		450	570		65	77		260	390	
Fragments de côtes	5	6		2	7		51	76					49	86	
Fragments de vertèbres							6	14					15	36	
<b>Grands mammifères</b>															
Fragments divers	185	767		205	1065		420	1774		101	407		94	547	
Fragments de côtes	14	86		11	15		40	235		4	21		76	195	
Fragments de vertèbres	11	53		2	22		45	376		1	5		31	278	
<b>Oiseaux</b>															
Volaille ( <i>Gallus gallus</i> )							9	5	4				1	1	1
Oiseaux sp.	1	1													
<b>Esquilles indéterminées</b>	128	57		118	65		451	212		35	21		159	110	
<b>Total</b>	<b>852</b>	<b>3894</b>		<b>947</b>	<b>5279</b>		<b>2874</b>	<b>19672</b>		<b>380</b>	<b>2061</b>		<b>1280</b>	<b>8476</b>	

3.	Partie occidentale					
	Ferme 1			Ferme 2		
	NR	P (g)	NMI	NR	P (g)	NMI
<b>Mammifères</b>						
Bœuf ( <i>Bos taurus</i> )	3199	52561	62	2871	30323	76
Mouton ( <i>Ovis aries</i> )/ chèvre ( <i>Capra hircus</i> )	892	4764	73	1105	2906	69
Porc ( <i>Sus scrofa domesticus</i> )	1108	6989	83	789	3042	64
<b>Equidés</b> ( <i>Equus</i> sp.)	140	5779	11	116	3245	3
Cerf elaphe ( <i>Cervus elaphus</i> )	12	227	2	6	76	1
Chevreuil ( <i>Capreolus capreolus</i> )	1	8	1			
Chamois ( <i>Rupicapra rupicapra</i> )	3	27	1			
Bouquetin ( <i>Capra ibex</i> )	3	77	1			
Sanglier ( <i>Sus scrofa scrofa</i> )	2	41	1			
Ours ( <i>Ursus arctos</i> )	1	5	1	1	1	1
Lièvre ( <i>Lepus europaeus</i> )	1		1	2	1	1
Chat ( <i>Felis silvestris</i> )	2	2	1			
Chat ( <i>Felis</i> sp.)	1	9	1			
Chien ( <i>Canis familiaris</i> )	2	5	1	3	3	1
Campagnol terrestre ( <i>Arvicola terrestris</i> )	1		1			
Campagnol des champs ( <i>Microtus arvalis</i> )				1		1
Rongeurs sp.	3	2				
Taupe ( <i>Talpa talpa</i> )				4		1
<b>Mammifères moyens</b>						
Fragments divers	1393	1575		1657	1965	
Fragments de côtes	93	190		205	314	
Fragments de vertèbres	52	138		109	245	
<b>Grands mammifères</b>						
Fragments divers	1441	5943		1746	6280	
Fragments de côtes	214	1075		229	890	
Fragments de vertèbres	164	1456		283	1253	
<b>Oiseaux</b>						
Poule ( <i>Gallus gallus</i> )	21	28	7	25	19	5
Oie ( <i>Anser anser forma domesticus</i> )	4	13	2			
Buse variable ( <i>Buteo buteo</i> )	3	2	1			
Pie ( <i>Pica pica</i> )				1		1
Perdrix ( <i>Perdix perdix</i> )	1	1	1			
Oiseaux sp.	5	3		5	3	
<b>Batraciens</b>						
Grenouille rousse ( <i>Rana temporaria</i> )				65		15
Grenouille verte ( <i>Rana esculenta</i> )				29		11
Batraciens ( <i>Rana</i> sp.)				763		17
Poissons indéterminés				2		
Esquilles indéterminées	1066	558		2683	1143	
<b>Total</b>	<b>9830</b>	<b>81479</b>		<b>12700</b>	<b>51709</b>	

NR (nombre de restes); P (poids, en grammes); NMI (nombre minimum d'individus)

4.	Aire centrale					
	Zone 2			Zone 3		
	NR	P (g)	NMI	NR	P (g)	NMI
<b>Mammifères</b>						
Bœuf ( <i>Bos taurus</i> )	267	6070	14	100	3499	6
Mouton ( <i>Ovis aries</i> )/ Chèvre ( <i>Capra hircus</i> )	157	596	16	70	362	4
Porc ( <i>Sus scrofa domesticus</i> )	57	325	9	21	193	4
<b>Equidés</b> ( <i>Equus</i> sp.)	55	3045	3	2	63	1
Cerf elaphe ( <i>Cervus elaphus</i> )	1	22	1			
Sanglier ( <i>Sus scrofa scrofa</i> )	3	17	1			
Ours ( <i>Ursus arctos</i> )	1	51	1			
Chat ( <i>Felis</i> sp.)	1	2	1			
<b>Mammifères moyens</b>						
Fragments divers	204	280		209	288	
Fragments de côtes	22	28		25	40	
Fragments de vertèbres	19	33		17	18	
<b>Grands mammifères</b>						
Fragments divers	133	806		82	567	
Fragments de côtes	19	203		11	63	
Fragments de vertèbres	10	103		12	89	
<b>Oiseaux</b>						
Volaille				1	1	1
Esquilles indéterminées	61	33		28	26	
<b>Total</b>	<b>1010</b>	<b>11614</b>		<b>578</b>	<b>5209</b>	

# 8

## Synthèse

Christoph Brombacher, Michel Guélat, Claude Olive et Lucia Wick

### 8.1 Contexte climatique et évolution du paysage

#### 8.1.1 Cadre climato-chronologique

Voyons tout d'abord quelle fut l'évolution du climat au cours du Haut Moyen Age selon les données récentes. Auparavant, le Bas Empire, soit de la fin du 3<sup>e</sup> siècle à la fin du 5<sup>e</sup> siècle ap. J.-C., semble avoir bénéficié de conditions assez favorables : il s'agit en effet d'une période à climat continental marqué, plus chaude et plus sèche que celle du Haut Empire dont l'ambiance climatique était plutôt humide (Schmidt et Gruhle 2003). Cette amélioration se traduit, entre autres, par une accalmie des dynamiques érosives et fluviales, ainsi que par un abaissement du niveau des lacs jurassiens et subalpins (Magny et Richard 1992; Berger 1996, 2001; Magny 2004). Le début du Haut Moyen Age, dès le 6<sup>e</sup> siècle, se caractérise en revanche par une ambiance fraîche et humide, occasionnant une reprise hydrologique et érosive. Plusieurs auteurs proposent de rattacher cette dégradation climatique avec la phase transgressive Petit Maclu 2 (Berger 2001; Bossuet et al. 2002; chap. 2.6.2). Enregistrée par des lacs du Jura français, celle-ci s'insère en effet entre 650 et 850 (Magny 2004). Dans le domaine alpin, des signaux morphoclimatiques comme l'avancée des glaciers (Maisch et al. 2000) et l'accroissement de la fréquence des glissements de terrain (Dapples et al. 2003) indiquent une phase froide corrélative, dénommée Göschenen II (Zoller 1960, 1977), qui est mal calée chronologiquement (Magny 1995). Par comparaison des données dendroclimatiques alpines avec celles des isotopes de l'oxygène dans les forages du Groenland<sup>1</sup>, on considère qu'aux alentours de 500 le climat devait être relativement froid et humide, tandis que de 700 à 1000 environ celui-ci était au contraire plutôt chaud et sec (Tinner et al. 2003). Enfin, en considérant différents indicateurs, C. Maise (2005) arrive à la conclusion que le nombre et la durée des phases froides ont été plus élevés durant l'intervalle allant de 250 à 800 que durant les périodes antérieure et postérieure; ces périodes auraient culminé aux environs de 530 et 690 pour le Haut Moyen Age.

#### 8.1.2 Données des sources écrites

Les rares documents écrits consultés, qui de par leur titre étaient susceptibles de contenir des informations d'ordre climatique relatives au Haut Moyen Age, n'évoquent en fait que de manière assez vague quelques événements météorologiques. On remarquera cependant un article synthétique qui fait le point sur les données relatives aux variations de la température entre 750 et 1300 ap. J.-C. (Pfister et al. 1998). Ainsi, pour la période allant

de 750 à l'An mille, quelques anomalies extrêmes sont à relever. Décrit par une douzaine de sources, l'hiver 763-764 fut l'épisode froid le plus remarquable de notre ère. Puis, au 9<sup>e</sup> siècle, quatre grands hivers sont connus<sup>2</sup>, tandis que pour le 10<sup>e</sup> siècle, les données sont plus fragmentaires.

En ce qui concerne le Bas Moyen Age, l'« optimum climatique médiéval » désigne une période s'étendant de 900 à 1300 environ au cours de laquelle les hivers sévères étaient moins fréquents et plus modérés qu'au 9<sup>e</sup> siècle et aux 14<sup>e</sup>-19<sup>e</sup> siècles. Au 13<sup>e</sup> siècle en effet, le climat hivernal fut régulièrement chaud<sup>3</sup>, l'hiver 1289-1290 étant attesté comme très doux et très sec. Enfin, la période 1300-1329 fut plus froide et marque la transition au Petit Age Glaciaire qui s'est prolongé jusqu'en 1850. A noter que pour les 13<sup>e</sup>-14<sup>e</sup> siècles, une certaine contradiction existe entre les informations tirées des sources écrites et les données paléoenvironnementales : selon M. Magny (2004), la période 1200-1300 correspond à une phase transgressive<sup>4</sup> des lacs du Jura français, corrélative à une oscillation froide et humide du climat, tandis que l'intervalle 1300-1400 montre l'inverse, à savoir une régression du niveau moyen de ces lacs. Enfin, des conditions climatiques plutôt fraîches se sont établies entre 1100 et 1400 (Tinner et al. 2003), période qui a vu deux avancées marquantes du glacier d'Aletsch<sup>5</sup>.

#### 8.1.3 Modifications anthropiques des écosystèmes dans la vallée de Delémont avant le Haut Moyen Age

Dans la vallée de Delémont, les premières traces de déboisement apparaissent en connexion avec les premières occupations humaines au Subboréal, entre 2000 et 1000 av. J.-C., c'est-à-dire au cours de l'Age du Bronze. Le paysage forestier dominant à l'époque devient moins dense et fait place aux premières zones cultivées (Rachoud-Schneider 1993). A l'Age du Fer, on peut constater des interventions répétées et plus intensives dans le milieu forestier, marquées par un éclaircissement croissant de la hêtraie à sapin des versants (Richard et Eschenlohr 1998; Braillard et al. 2002; Richard 2007a et b). L'influence de la déforestation à l'époque préhistorique sur la végétation et la faune sauvage de la vallée de Delémont est toujours difficile à estimer vu le mauvais état des connaissances. Des recherches réalisées sur le Plateau suisse (Richoz et Haas 1995; Jacomet et al. 1998, 1999; Hadorn 1994; Schibler et Chaix 1995; Schibler et Studer 1998; Schibler et al. 1999) et dans le Jura français (Richard et Ruffaldi 2004; Gauthier 2004) montrent localement des changements importants dans le cortège des espèces, même si, là encore, des phases de déboisements intenses alternaient avec des phases de régénération. Le recul ou la disparition des grands mammifères des forêts intactes – comme l'aurochs, l'élan ou le bison – est à mettre sur le compte d'une augmentation de l'influence anthropique. Un milieu naturel plus fractionné a en même temps favorisé d'autres animaux sauvages (p. ex. le lièvre ou les oiseaux de milieux ouverts). Dès le début de l'occupation gallo-romaine (attribuée au Subatlantique ancien), on observe une activité de défrichement plus intensive avec l'apparition de voies de communication bien aménagées et une intensification de l'agriculture. Les forêts alluviales de plaine

sont en forte diminution en même temps que les cypéracées augmentent nettement, colonisant ces milieux. On observe aussi une exploitation plus intense et un éclaircissement des forêts de feuillus sur les versants au cours de l'occupation romaine. Parallèlement, des indices, quoique rares, de la présence de *Castanea* et de *Juglans*, des arbres introduits par les Romains, apparaissent dans les relevés polliniques. Toutefois, il est possible que les pollens de châtaigniers, pollens très légers pouvant parcourir de grandes distances, proviennent de la région de Besançon, de l'Alsace ou du pied sud du Jura. Il faut aussi mentionner la présence isolée de pollens de buis dans la couche archéologique de Develier-Courtételle. Ce sont les Romains qui ont dispersé ce buisson, apparemment planté ici aux abords du site. Les analyses palynologiques révèlent la présence fréquente de céréales (parmi lesquelles *Secale*) et de *Cannabis/Humulus* parmi les plantes cultivées. De nouvelles herbacées anthropochores apparaissent. Les Poacées, le trèfle, les cypéracées, le plantain lancéolé, la fougère aigle ainsi que le genévrier attestent la présence simultanée de pâturages.

#### 8.1.4 Synthèse des acquis

La plupart des études présentées dans ce volume mènent à des résultats impliquant le climat et l'évolution du paysage à l'échelle locale, voire régionale, dont il s'agit de tirer une vision synthétique. Ce paragraphe s'appuie donc sur un diagramme chronologique allant de 400 à 1100 ap. J.-C. qui, sous une forme qualitative, compile les évolutions les plus parlantes (fig. 187). Les fluctuations des lacs du Jura français sont représentées en parallèle.

##### 8.1.4.1 Paléohydrologie du site de Develier-Courtételle

La synthèse paléohydrologique élaborée à partir de ce gisement est schématisée par une courbe allant de 500 à 800 environ (chap. 2.5.3). Basée sur la compilation de trois séquences distinctes, elle met en évidence les variations des flux hydriques dans la plaine de la Pran. Elle révèle que l'intervalle allant de 500 à 750 environ peut être qualifié d'hydrologiquement très actif, marqué par deux crises assez bien individualisées : la première débute après 550 et semble s'atténuer après 600, tandis que la seconde intervient vers 650 et paraît se prolonger jusqu'à 700. Signalée entre autres par le processus de pédogenèse, une accalmie se dessine dès le milieu du 8<sup>e</sup> siècle et perdure au-delà de 800. A noter qu'une période d'assèchement relatif a récemment été mise en évidence à partir des 9-10<sup>e</sup> siècles sur le site de Courrendlin, En Solé, à 4 km au sud-est de Delémont, dans une séquence palustre (Guélat 2005) ayant fait l'objet d'une analyse palynologique (Richard 2007a).

##### 8.1.4.2 Bilan hydrique à Delémont, La Communance

Les variations du bilan hydrique à Delémont, La Communance se basent principalement sur l'alternance tourbe-anmoor reconnue dans la séquence de ce site palustre (chap. 3.6) : les tourbes traduisent des périodes excédentaires, tandis que les anmoors résultent de la dégradation des tourbes à l'air libre, suite à un abaissement du plan d'eau. Ainsi, la période allant de 550 à 820 se caractérise par un bilan hydrique positif, tandis que l'intervalle 900-1050 montre l'inverse. La transition entre ces deux régimes s'effectue tout d'abord par une baisse assez brusque de la nappes phréatique

cependant suivie, vers 880, d'un bref épisode d'élévation de son niveau moyen. Dès 1050, la sédimentation détritique se réactive, puisque des limons d'inondation et des dépôts de ruissellements collatéraux se mettent en place. Cette période postérieure à l'An mille semble donc correspondre à une reprise des écoulements superficiels.

##### 8.1.4.3 Evolution du couvert végétal

Entre la fin de l'occupation romaine dans la vallée de Delémont<sup>6</sup> et l'implantation du village du Haut Moyen Age de Develier-Courtételle, l'influence anthropique diminue à nouveau. Contrairement aux paysages bien ouverts et exploités de manière intensive entre le 1<sup>er</sup> et le 3<sup>e</sup> siècle ap. J.-C., la région était amplement reboisée durant l'Antiquité tardive. Ceci est très net dans les profils polliniques des Montoyes à Boécourt (Rachoud-Schneider 1993), alors que le diagramme pollinique de Delémont, La Communance (chap. 4.3) révèle des valeurs plutôt élevées de pollens d'herbacées, la présence de pollens de céréales et d'autres plantes cultivées, indiquant par là que la région n'était pas entièrement boisée ni totalement inhabitée.

Une nouvelle phase de déboisement plus intense suit vers la fin du 6<sup>e</sup> siècle, touchant principalement les zones propices à l'agriculture. Les interventions anthropiques étaient au début encore minimales dans les forêts de hêtres, de sapins et de chênes des versants de la vallée mais se sont, là aussi, intensifiées avec le temps. Aux alentours du site de Develier-Courtételle, le foisonnement soudain des herbacées illustre bien un paysage végétal fortement déboisé.

Un tel développement se renforce au Bas Moyen Age, illustré par un recul des pollens d'arbres dans les spectres polliniques et une régression de la courbe des feuillus et du sapin. Dès lors, il faut compter avec un éclaircissement et une exploitation croissante des forêts (utilisation du bois, pâture) allant de pair avec une forte expansion des terres cultivées. L'augmentation du pin, une espèce héliophile, pourrait être liée à l'apparition de zones à sols dégénérés et le genévrier (*Juniperus*) passe pour un indicateur typique de pâturages laissés à l'abandon.

##### 8.1.4.4 Erosion et ravinement des sols

Au sud de Delémont, sur le versant nord de la colline du Montchaibeux, des sondages ont révélé la présence d'anciens ravins comblés. Profonds de quelques mètres au maximum, ils entaillent les terrains quaternaires, souvent jusqu'à la molasse, et comprennent fréquemment des dépôts organiques à la base de leur remplissage : des datations <sup>14</sup>C sur ces débris végétaux montrent un bon recoupement entre 550 et 750 (chap. 3.6). Sur le site de Courrendlin, En Solé, un autre vallonnement comporte lui aussi à sa base des tourbes datées de l'Antiquité tardive et a été comblé avant 650 (Guélat 2006) ; l'analyse palynologique préliminaire de ces tourbes montre par ailleurs une reforestation des environs du site au cours des 4<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> siècles (Richard 2007b). Aujourd'hui dissimulés sous une couverture colluviale, ces ravins témoignent ainsi d'épisodes de ruissellements répétitifs au début du Haut Moyen Age, plus précisément dès la fin du 6<sup>e</sup> et surtout au cours du 7<sup>e</sup> siècle.

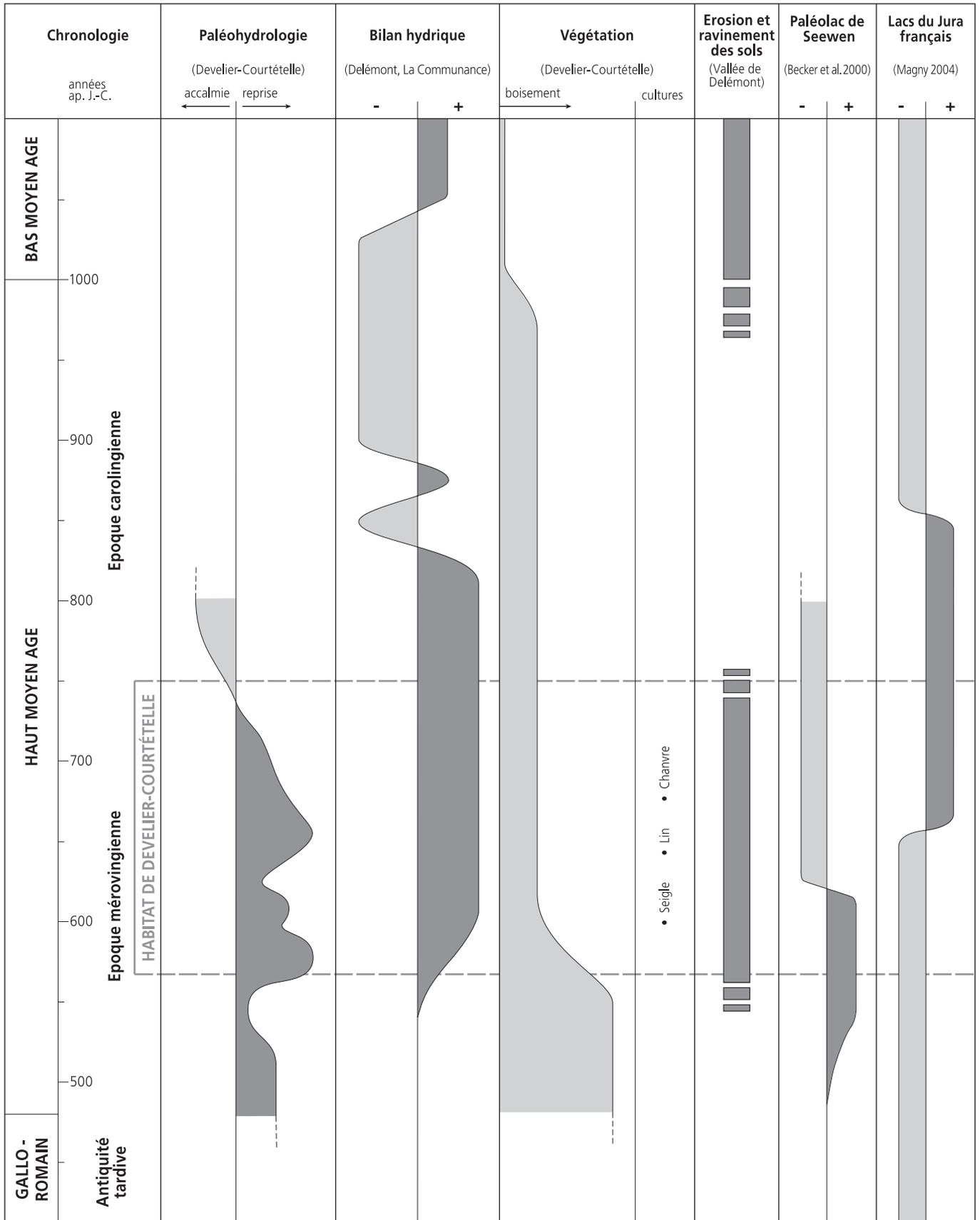


Fig. 187 Paléohydrologie, évolution du couvert végétal et indices de ravinement dans la vallée de Delémont au cours du Haut Moyen Age. A gauche, la courbe évolutive établie à Develier-Courtételle met en évidence les variations des flux hydriques dans la plaine de la Pran entre 500 et 800 ap. J.-C. environ. Sur le site palustre de Delémont, La Communance le bilan hydrique montre une alternance entre des périodes excédentaires et déficitaires, établi à partir des fluctuations de la nappe phréatique. L'évolution du taux de boisement aux environs de Develier-Courtételle indique qu'une phase de déboisement intense a eu lieu vers la fin du 6<sup>e</sup> siècle; de nouvelles cultures apparaissent juste après. Des ravinements sur des versants de la vallée témoignent d'épisodes de ruissellement corrélatifs. Enfin, sur la droite, les fluctuations du niveau du paléolac de Seewen (Becker et al. 2000) et des lacs du Jura français (Magny 2004) sont représentées à titre de comparaison suprarégionale.

Sur le site de Develier-Courtételle, les dépôts de crue scellant l'horizon médiéval sont constitués de particules issues de l'érosion des sols sur les versants (chap. 2.5.2.3). Au début du Bas Moyen Age, cette recrudescence des apports limoneux via les accumulations colluviales au pied des pentes a conduit au colmatage du fond de la vallée de Delémont (Braillard et al. 2002).

#### 8.1.4.5 Paléolac de Seewen

La séquence sédimentaire du lac aujourd'hui disparu de Seewen (SO), situé 25 km à l'est de Delémont, offre un point de comparaison intéressant à l'échelle régionale (chap. 2.6.1). Créé au Tardiglaciaire par un glissement de terrain, cet ancien plan d'eau a atteint son extension maximale vers 600 ap. J.-C. (Becker et al. 2000). Ce haut niveau du lac reflète une période à bilan hydrique positif. Cette phase transgressive est suivie d'un retrait très rapide du lac, qui a permis l'implantation sur sa rive d'un cimetière mérovingien entre le milieu du 7<sup>e</sup> siècle et le début du 8<sup>e</sup> siècle.

#### 8.1.4.6 Lacs du Jura français

A titre de comparaison suprarégionale cette fois, les fluctuations du niveau des lacs du Jura français sont reproduites tout à droite dans la figure 187 (Magny 2004). Comme déjà évoqué (chap. 8.1.1), un épisode transgressif assez bref mais bien marqué est enregistré entre 650 et 850 (phase Petit Maclu 2).

#### 8.1.4.7 Succession des événements

##### Interprétation

Les différentes courbes évolutives montrent de sensibles convergences permettant de proposer une interprétation du diagramme en cinq étapes principales.

Avant 550 environ, l'activité hydrologique était déjà assez soutenue sur le site de Develier-Courtételle, tandis que le marais de la Communance était encore sous l'influence directe du chenal actif de la rivière (en l'occurrence la Sorne). Les données de la palynologie issues de différents sites de la vallée de Delémont suggèrent que l'emprise de la forêt reste encore importante à ce stade : durant l'Antiquité tardive en effet, une reforestation semble être intervenue par rapport à la période antérieure, à paysage plus ouvert, du Haut Empire.

De 550 à 750 environ, soit au début du Haut Moyen Age, l'activité hydrologique est très intense à Develier-Courtételle, avec des paroxysmes vers 580 et 650. A la Communance, la nappe phréatique se maintient à un niveau élevé durant tout cet intervalle. Fait majeur, le couvert forestier diminue de manière drastique dès le commencement de cette étape. Dans un premier temps, la forêt ne semble être exploitée que partiellement par l'homme, en particulier pour la pâture. Puis, en quelques décennies, elle devient le théâtre d'éclaircissements massifs, conséquence des besoins importants en bois pour la construction et la sidérurgie. Ces déboisements s'expliquent aussi par le développement de l'élevage et des cultures – avant tout les céréales, le chanvre et le lin – qui nécessitent une extension des zones ouvertes. Autre fait marquant, on assiste au développement – et au comblement consécutif – de nombreux ravinements sur les versants de la val-

lée. Témoins des ruissellements superficiels et par conséquent d'une forte pluviosité, ces incisions ont pu être déclenchées par les défrichements. En outre, nous avons vu que le paléolac de Seewen atteint son extension maximale vers 600 (chap. 8.1.4.5). Cette convergence des indicateurs d'une phase climatique plus humide et peut-être plus froide à l'échelle régionale est en accord avec les données de portée plus large (chap. 8.1.1) : on relèvera particulièrement la concordance avec une transgression des lacs du Jura français, celle-ci se prolongeant toutefois jusqu'au milieu du 7<sup>e</sup> siècle. L'occupation du hameau mérovingien de Develier-Courtételle, soit de 570 à 750, s'est donc déroulée durant cette péjoration climatique, ce qui n'a certainement pas été sans conséquence pour les villageois (chap. 8.3).

L'intervalle allant de 700 à 830-890 environ peut se définir comme une période de transition vers une ambiance plus sèche, signalée sur le site de Develier-Courtételle par une nette déprise hydrologique dès le milieu du 8<sup>e</sup> siècle et qui perdure au-delà de 800. On constate un certain décalage de cette évolution avec celle du marais de la Communance où le bilan hydrique ne deviendra négatif que vers le milieu, voire la fin du 9<sup>e</sup> siècle. Ceci pourrait s'expliquer par un effet retard entre, d'une part, l'activité du ruisseau La Pran qui réagit très rapidement aux variations de pluviosité et, d'autre part, le niveau moyen de la nappe phréatique de fond de vallée, dont le temps de réponse est sûrement beaucoup plus lent<sup>7</sup>. Durant cette même période, le taux de boisement restera identique à la précédente, il ne subira du reste aucune variation notable jusque vers l'An mille. Sur les versants de la vallée, les ravins ouverts précédemment sont en voie de colmatage complet ; aucune nouvelle génération de ces entailles n'a pu être identifiée. Le niveau du paléolac de Seewen s'est abaissé semble-t-il au 7<sup>e</sup> siècle déjà, mais nous avons vu qu'un doute subsiste à propos de cet événement (chap. 8.1.4.5). Quoiqu'il en soit, le fonctionnement de ce lac de barrage est certainement différent de celui des lacs des hauts plateaux jurassiens, caractérisés par un temps de renouvellement plutôt lent<sup>8</sup>.

De 830-890 à l'An mille environ, vers la fin du Haut Moyen Age, l'évolution du climat régional vers des conditions plus sèches, et peut-être aussi plus chaudes, se confirme. Cette tendance se vérifie surtout par l'enregistrement d'un bilan hydrique négatif sur le site de la Communance, mais aussi à d'autres endroits du bassin de Delémont, comme à Courrendlin, En Solé par exemple (chap. 8.1.4.1). Les séquences de Develier-Courtételle enregistrent à ce stade des phénomènes de pédogenèse, en particulier une altération des tourbes, ce qui est en parfait accord avec cette tendance à l'assèchement général. Les autres indicateurs ne montrent pas de variation notable, le paysage végétal et les versants paraissant en équilibre. Cette amélioration relative du climat est corroborée par les fluctuations des lacs du Jura français, dont le niveau moyen s'abaisse, mais aussi par d'autres données climato-chronologiques disponibles dans la littérature (chap. 8.1.1).

Après l'An mille, au début du Bas Moyen Age, une réactivation de l'alluvionnement est mise en évidence sur le site de la Communance. Le couvert forestier endure quant à lui de nouvelles atteintes, des essences telles que le hêtre et le sapin subis-

sant des régressions drastiques. Ces défrichements résultent d'une extension des terres cultivées, allant de pair avec une exploitation croissante des forêts. Ils sont certainement à l'origine de la déstabilisation des versants constatée pour cette même période, tendance qui ne fera que s'accroître dans les siècles à venir : exacerbée par la pratique du labourage, l'érosion des sols conduit à l'accumulation en pied de pente de colluvions qui se verront remobilisées par les cours d'eau en fond de vallée (chap. 8.1.4.4). Comme le 11<sup>e</sup> siècle s'insère dans l'« optimum climatique médiéval » (chap. 8.1.2), une détérioration du climat ne peut assurément pas être tenue pour seul responsable de cette augmentation du transit sédimentaire. Nous privilégierions plutôt le facteur anthropique pour expliquer cette rupture d'équilibre dans le paysage local : outre l'agriculture, il faut rajouter l'impact des activités sidérurgiques qui, dans la vallée de Delémont, connaissent leur essor dès le 11<sup>e</sup> siècle (chap. 2.5.2.3).

## 8.2 L'environnement du hameau mérovingien

Une reconstitution imagée du hameau de Develier-Courtételle ainsi que de son paysage environnant vers 650 ap. J.-C. a été tentée (fig. 188). Ce paragraphe en constitue les commentaires.

### 8.2.1 Les éléments du paysage. Répartition de l'habitat

Le cadre naturel dont seuls les traits principaux sont repris ci-après a sans aucun doute influencé l'implantation des fermes mérovingiennes.

Rattaché au domaine exploité, l'habitat se répartit de manière plutôt dispersée dans le paysage reconstitué du 7<sup>e</sup> siècle (chap. 2.5.1). Les six fermes sont assez bien espacées, le fractionnement du territoire s'effectuant schématiquement selon les boucles décrites par le ruisseau La Pran ; les lobes des méandres constituent en effet des accès au cours d'eau très usités. Les bâtiments principaux des six fermes sont tous installés dans la plaine d'inondation, mais près du lit du ruisseau, dont ils ne sont éloignés que de quelques dizaines de mètres. En revanche, des édifices annexes telles les cabanes en fosse sont parfois construits directement dans des chenaux abandonnés, ce qui témoigne d'une certaine indifférence face au problème des inondations : vitale pour toutes les activités artisanales, la proximité du ruisseau est bien plus importante que les désagrèments passagers engendrés par ses débordements.

La plaine elle-même est grossièrement délimitée au sud par une butte allongée de molasse, dont la crête est encore boisée. Des travaux d'abattage sont représentés sur un replat dominant les fermes 1 et 2 (au premier plan à droite de l'image), plus loin, vers l'est, le versant de cette colline adopte une pente régulière et peu prononcée, qui paraît propice à l'agriculture.

Le ruisseau s'écoule d'ouest en est, soit du premier plan vers le fond de l'image où il se jette dans une rivière plus importante, en l'occurrence la Sorne, au voisinage de laquelle se trouve le marais de la Communance. Élément facilement identifiable, un resserrement caractérisé par un tracé rectiligne du cours d'eau se place

dans la partie plutôt occidentale du site, vers la ferme 2 et en aval de celle-ci : un rehaussement local du substrat tertiaire a eu pour effet de limiter les divagations dans ce secteur. De part et d'autre de ce rétrécissement, le ruisseau d'époque médiévale décrit toute une succession de méandres avec un chenal actif large de 5 m au maximum. D'une berge à l'autre, son lit mesure de 10 à 20 m dans la partie occidentale pour s'élever aux environs de 30 m en moyenne dans la partie orientale. En aval du resserrement, vers l'est, le ruisseau décrit plusieurs boucles. La première contourne une zone marécageuse, peu propice à l'habitat ; la deuxième, assez large, vient s'appuyer au sud contre une ancienne terrasse fluviale, étagée de quelques mètres par rapport à la plaine alluviale. Sur le lobe du méandre suivant, des bassins dont la fonction ne peut être précisée avec certitude (CAJ 13, chap. 9.4.2) ont été installés à la faveur d'un chenal recoupé. Des activités de charbonnage symbolisées par une meule à charbon de bois ont lieu juste à côté de ces bassins. Un peu plus loin, un ruz bordé par une haie sépare ces installations de la ferme 3, elle-même établie très près du ruisseau.

Dans la partie orientale du site, un méandre tourné vers le nord entourait la ferme 4. Puis, tout à l'est, le cours d'eau dessinait une courbe à plus grand rayon, à nouveau orientée vers le nord, découpant un terrain sur lequel les fermes 5 et 6 ont été implantées. Ces deux établissements sont également séparés par un ruz qui, bordé d'une haie d'arbustes, prenait sa source au pied de la colline de molasse.

### 8.2.2 La végétation contemporaine de l'occupation du hameau

A quoi ressemblait la végétation aux alentours du village du Haut Moyen Âge ? On peut dire que la plus forte influence humaine était exercée dans les zones les plus proches du site. Il s'agit des zones de méandres de la rivière, bordées à l'origine d'une forêt alluviale qui fut défrichée et remplacée par des fermes et des zones d'activités. Comme les terrains étaient passablement marécageux et qu'il fallait occasionnellement compter avec de fortes inondations, ils se prêtaient mal à l'agriculture. Les analyses des macrorestes mettent en évidence une progression des prairies humides par une abondance de laïches et de joncs, mais aussi la présence, dans la zone d'habitation, de plantes rudérales indicatrices d'humidité comme l'ortie (*Urtica dioica*). Ces secteurs se prêtaient plutôt à l'élevage (zones de pâture). Les principaux espaces utilisés pour des activités agricoles étaient plus distants, plats ou légèrement inclinés, et à l'abri des inondations. La transition entre ces milieux et des formations végétales moins influencées par l'homme (forêts, haies) était progressive. La présence fréquente de plantes de lisière et de clairière parle en faveur d'un paysage fortement structuré.

### 8.2.3 Les zones du paysage sous faible influence humaine

Les environs du site se composent de milieux très différents selon les conditions géologiques et pédologiques, ce qui se reflète dans la mosaïque formée par la végétation naturelle.

Comme les forêts d'aulnes et de frênes des zones alluviales étaient en grande partie défrichées, il n'en subsistait que des vestiges très fragmentaires. Des ruisseaux bordés de roselières et des surfaces d'eaux libres existaient pourtant, ce que montrent les plantes indicatrices d'eaux vives et stagnantes. Des mousses de marécage, génératrices de tourbe, existent en particulier dans le profil de Delémont, La Communance dans lequel les niveaux organiques s'insèrent selon des datations  $^{14}\text{C}$  entre 600 et 1200 environ (fig. 187; chap. 3.5.5).

Des zones forestières plus étendues étaient cantonnées sur des terrains plus éloignés et moins propices à l'agriculture. Ces emplacements abritaient des formations de hêtraies, dont les caractéristiques sont différentes selon la profondeur des sols et l'exposition. Ainsi le chêne, l'érable, le merisier et le tilleul accompagnent-ils le hêtre, espèce arbustive dominante, dans les emplacements plus chauds, alors que le sapin blanc (fig. 189) devient plus fréquent dans les milieux plus frais exposés au nord ou à des altitudes de plus de 600 m (chap. 6).

L'exploitation des forêts entraîna une modification de la composition en espèces, ce que nous montrent les analyses de macrorestes et de pollens de la Communance. Le sapin (*Abies alba*) jouait semblable-t-il, avec le hêtre, un rôle important; il a toutefois beaucoup souffert des influences anthropiques. L'épicéa (*Picea abies*), dont le pollen est présent régulièrement mais en faible pourcentage, ne jouait pas un rôle important dans les forêts de proximité. Ces pollens peuvent provenir en majorité de vols sur de longues distances à partir de zones à altitude élevée. L'épicéa ne pouvait être que très localement présent dans les alentours, à savoir dans des zones de tourbières ainsi que dans des éboulis de gros blocs avec une couche d'humus brut. Un autre conifère, le pin (*Pinus*), augmente au cours du Haut Moyen Age, mais surtout au Bas Moyen Age, ce qui pourrait être interprété comme un indice de coupes (clairières) ou de pâtures, couplé à une dégénérescence des sols. Le pin devient plus compétitif par rapport au hêtre après éclaircissement des populations de hêtres sur sols marneux à humidité variable.

Parallèlement, le troène, qui pousse aussi de préférence sur des sols marneux, est en recrudescence. L'augmentation du pin pourrait aussi indiquer une colonisation des sols autrefois exploités pour la tourbe que l'on trouve dans le Jura surtout à altitude moyenne (Bégot et Richard 1996; Richard et Eschenlohr 1998). Mais la propagation des pins sylvestres (*Pinus sylvestris*) devait plutôt être une conséquence de la surexploitation des forêts de basse altitude et de l'appauvrissement des sols qui y est associé.

On remarque une nette augmentation du saule (*Salix*) dans le spectre pollinique durant l'occupation de Develier-Courtételle, augmentation qui se poursuit au Bas Moyen Age, alors que toutes les autres essences de forêts alluviales subissent une baisse. Les raisons en sont complexes. Les valeurs exceptionnellement élevées de saule portent à croire que ses verges étaient utilisées comme matière première, par exemple pour la construction: à proximité des fermes 1 et 2, des renforts de berges ont ainsi été érigés à l'aide de piquets de chêne et de branches de saule entrelacées (CAJ 13, chap. 15.4).

Des indices clairs d'une exploitation forestière de type élagage, au cours de laquelle la plupart des arbres sont périodiquement coupés à ras du sol pour l'approvisionnement en bois de chauffe, ne sont pas visibles. Les arbres favorables à une telle exploitation sont des espèces comme le charme ou le noisetier, possédant de bonnes facultés à former des rejets de souches. Ces espèces n'augmentent pas dans les spectres polliniques. Le hêtre et le sapin, qui ne supportent pas une telle exploitation, sont toujours bien représentés, même si les valeurs reculent quelque peu au cours de l'occupation.

Les spectres polliniques et les résultats des analyses des macrorestes indiquent une pâture des zones forestières. Dans cette forme d'exploitation, les plantes héliophiles et indicatrices de pâturages abandonnés, comme le genévrier (*Juniperus*) ou le pin (*Pinus*), augmentent nettement. L'ampleur des glandées potentielles, pour lesquelles les grands chênes étaient préservés dans les forêts pâturées, n'est pas claire. L'élevage de porcs avait une certaine importance (avec une part de près de 20% des animaux domestiques attestés), mais ceci ne se manifeste pas par une hausse de la courbe pollinique du chêne à la Communance. Ceci pourrait en partie être dû à la mauvaise conservation des pollens, en particulier ceux du chêne, peu résistants.

Parmi les animaux sauvages, la présence du cerf et de l'ours indique qu'il y avait encore, du moins dans un périmètre plus large, des environnements à peine exploités et peu perturbés. Les biotopes idéaux pour le cerf se trouvaient sans doute dans les zones élevées du Jura. Les attestations de chamois et de bouquetins sont frappantes. Dans les environs proches du site, ces animaux devaient coloniser les endroits escarpés et les arêtes rocheuses présents au nord du site (p. ex. La Haute Borne, Le Bérédier), et non les zones de plaine. Il faut encore mentionner les très rares attestations de lièvre, qui, en tant qu'indicateur d'un paysage très ouvert et découpé, devrait être plus fréquent. Cela pourrait être lié à une faible importance de la chasse, attestée par les faibles valeurs des autres animaux sauvages.

## 8.3 Ressources et mise en valeur du terroir

### 8.3.1 Fonctionnement du ruisseau et utilisation

Comme l'a montré l'approche paléohydrologique (chap. 2.5.2.1), le ruisseau se caractérise aussi bien au Haut Moyen Age qu'à des périodes plus récentes par un régime très nerveux, avec des crues assez brutales qui génèrent des courants rapides. Ses débordements récurrents ont certainement eu une incidence sur la vie quotidienne des villageois en créant des contraintes supplémentaires dans leurs activités artisanales ou agricoles.

---

Fig. 188 Reconstitution imagée du hameau de Develier-Courtételle ainsi que de son paysage environnant vers 650 ap. J.-C. Commentaires dans le texte (chap. 8.2).  
Conception: M. Guélat; dessin: T. Yilmaz





Fig. 189 Hêtre à sapin (Abieti-Fagetum).

La navigabilité du cours d'eau a en outre été débattue (chap. 2.5.2.2). Grâce à l'application des paramètres acquis par l'analyse sédimentologique, il ressort que le ruisseau traversant le hameau médiéval n'a pas pu servir au transport de matériaux par navigation, car son débit ne permettait pas d'atteindre une hauteur d'eau suffisante pour des embarcations, même très spécialisées. Cependant, on ne peut exclure qu'il ait été utilisé ponctuellement, par exemple pour le transport du bois: le flottage des troncs pouvait en effet s'opérer lors d'une élévation du niveau d'eau provoquée de manière artificielle ou, plus simplement, lors d'une crue saisonnière.

### 8.3.2 Qualité des sols

Des déductions quant aux sols et leurs potentialités agricoles ont aussi été tirées de la reconstitution environnementale du site (chap. 2.5.1.4). Sommairement, on peut dire que les différents types de sols et leur extension respective aux environs du hameau n'offraient qu'un potentiel assez médiocre pour l'agriculture. Le contexte de plaine alluviale se révèle globalement moins favorable aux cultures, compte tenu de l'intervalle d'occupation (570-750). En effet, la capacité de drainage par le lit du ruisseau étant faible dans la plaine de la Pran, l'élévation de la fréquence des inondations suspectée pour la période comprise entre 550 et 750 ap. J.-C. n'a pu que restreindre ce potentiel. Certes, le caractère épisodique des crues fait qu'elles ne perturbent pas durablement les activités humaines; l'élévation durable des aquifères paraît bien plus contraignante, car elle nécessite l'établissement et l'entretien d'un réseau de drainage afin de rabattre le niveau des nappes (Berger 2001).

### 8.3.3 Surfaces exploitées pour l'agriculture et l'élevage

Les surfaces cultivées montraient, selon leur mode d'exploitation, une influence anthropique très variable sur la végétation. Dans les champs, où les céréales formaient les principales cultures, poussaient un grand nombre de messicoles, dont les exigences écologiques nous offrent des indications sur la qualité des sols, le pH, le contenu en matières nutritives, etc. (chap. 5). Ainsi, à

côté de messicoles typiques de céréales comme l'œillet (*Centaurea cyanus*), on trouve aussi des adventices moins spécifiques, pouvant croître dans des jachères, en lisière de forêt ou en milieu rudéral. Des cultures spéciales, comme les champs de lin, étaient aussi caractérisées par un spectre particulier de mauvaises herbes. La flore adventice des champs indique des stations en majorité riches en calcaire, correspondant aux milieux les plus répandus aux alentours du site. La quantité de matières nutritives des sols cultivés était de moyenne à bonne. Des espèces indicatrices d'emplacements acides, du moins en surface, sont rarement attestées. Ces milieux se trouvaient dans les zones à l'ouest de Develier où des graviers des Vosges affluent.

Par ailleurs, une part importante des plantes rudérales indique la présence de surfaces à peine exploitées dans la zone du site ou à proximité. Elles comprennent en majorité des indicatrices d'endroits plutôt frais à humides, comme l'ortie, et peu d'espèces de sols secs.

Les surfaces exploitées comprennent aussi, en plus des champs cultivés, des prairies et des pâturages. On peut les situer, à l'aide des plantes attestées, en majorité sur les sols humides de plaine. Les indices d'une utilisation de terrains plus secs, se trouvant plus loin du site et dans des zones plus pentues, ne sont présents qu'en petit nombre. Ceci montre que se sont surtout les zones proches du site qui étaient exploitées de manière intensive. Juste avant l'abandon du site au 8<sup>e</sup> siècle ap. J.-C., on observe une augmentation des chardons (*Cirsium/Carduus*), *Cichoriaceae* et *Chenopodiaceae* parmi les pollens du profil de la Communance, ce qui pourrait documenter une multiplication nette des emplacements à forte pression anthropique. Toutefois, ce spectre est aussi caractéristique de mauvaises conditions de conservation des pollens!

Il faut mentionner l'absence de plantes typiques de prairies maigres, un milieu qui possédait dans la première moitié du 20<sup>e</sup> siècle encore une grande expansion dans le Jura (Zoller 1954). Ces surfaces, situées sur des sols plats à inclinés, n'ont été exploitées que de façon extensive et représentent aujourd'hui des refuges précieux pour la flore et la faune. Les résultats des analyses des macrorestes de Develier-Courtételle laissent supposer que de telles surfaces étaient rares en périphérie du site, ou qu'elles étaient à peine visitées. Quelques espèces indicatrices d'emplacements secs et surtout moins riches en matières nutritives existent, mais il ne s'agit pas d'espèces caractéristiques de prairies maigres calcaires ou de pâturages. C'est pourquoi la question de l'existence de tels milieux à une plus grande distance du site reste ouverte.

Les zones boisées (forêts, haies) ne peuvent être oubliées en tant qu'espaces économiques essentiels. Elles servaient d'une part à l'acquisition de bois de construction et de bois d'œuvre, mais aussi et avant tout de bois de feu, dont l'importance était très grande pour le traitement du fer dans le village. La forêt présentait un moindre rôle pour la cueillette des fruits sauvages; par contre ces terrains formaient des zones supplémentaires non négligeables de pâture pour le bétail.

### 8.3.4 Ressources alimentaires et production agricole

#### 8.3.4.1 Introduction. Réflexions sur le système économique

Comme à l'accoutumée avec des sites ruraux, nous avons affaire à Develier-Courtételle à une économie de subsistance où l'auto-suffisance en produits agricoles occupait le premier plan, tandis que la production de fibres textiles ne semble pas sans importance.

Le système prédominant d'utilisation des sols n'est pas connu. Certains indices indiquent toutefois qu'il s'agissait d'un assolement avec jachère. On remarque qu'il n'existe pas de dominance des céréales d'hiver, comme cela est en général le cas dans le système de rotation triennale répandu plus tard au Bas Moyen Age (Willerding 1996). Les stocks de plantes cultivées montrent non seulement une contamination par des messicoles adaptées à l'agriculture, mais aussi par diverses « mauvaises herbes » adaptées à des champs exploités de manière moins intensive ou à des jachères. L'essor temporel de cet assolement avec jachère, donc des alternances entre exploitation et mise en friche, ne peut pas être déterminé plus précisément.

Nous partageons le point de vue que les champs aux alentours du site – à l'exception de la zone riveraine, souvent détrempee – étaient aussi ceux qui étaient exploités le plus intensivement et le plus longuement; les terres plus éloignées devaient être cultivées de manière moins intense, pour des raisons économiques aussi. Dans tous les cas, les champs moissonnés et les friches représentaient d'importantes surfaces pour la pâture du bétail.

L'absence de plantes et d'animaux exotiques semble indiquer un statut social plutôt modeste des habitants du hameau de Develier-Courtételle (pas de denrées importées). Les animaux sauvages font presque totalement défaut, montrant ainsi la faible importance de la chasse. Ce qui tend à confirmer l'image des résidants: cette activité était en règle générale réservée à une élite, comme indiqué dans les sources. Néanmoins, d'après le mobilier archéologique (en particulier la vaisselle en verre et l'équipement équestre), il ne s'agit pas de personnes pauvres mais bien de paysans pratiquant l'artisanat, soit une population bénéficiant d'une certaine aisance (CAJ 17, chap. 12.3.6).

#### 8.3.4.2 L'agriculture

##### *Les plantes cultivées*

Des surfaces maximales potentielles se prêtant à une exploitation agricole peuvent être définies sur la base de l'environnement naturel du site (le processus est nommé site-catchment-analysis). Au chapitre 6 nous avons pu déterminer à l'aide de la modélisation que près de 170 ha de terres cultivables étaient disponibles dans les environs proches (périmètre d'approximativement 3 km), ce qui suffit pour alimenter entre 150 à 200 personnes.

Les abords immédiats du site étaient peu propices à l'agriculture à cause du niveau élevé de la nappe phréatique et du risque répété d'inondation (fig. 95). C'est pourquoi les terres cultivées ne devaient se trouver que dans des zones rarement inondées.

Les plantes cultivées les plus importantes étaient les céréales. Elles assurent du point de vue diététique la base la plus importante de l'alimentation. Les pourcentages assez élevés des pollens de céréales, non seulement dans les couches archéologiques mais aussi dans les profils de Develier-Courtételle et de Delémont, La Communance, montrent que leur culture devait avoir une relativement grande étendue.

Les analyses des macrorestes mettent en évidence que l'épeautre, l'avoine et l'en grain sont les céréales les plus fréquentes. D'autres espèces comme le seigle, le froment et l'orge sont également présentes mais peuvent être classées, sur la base des analyses de macrorestes, comme secondaires.

Toujours est-il que le seigle, dont la fécondation se fait par l'intermédiaire du vent, est aussi attesté par les pollens. L'amidonner et le millet commun n'étaient que peu cultivés ou à petite échelle. Des différences significatives entre les fermes de Develier-Courtételle, attribuées par exemple à des unités de production distinctes, n'ont pu être mises en évidence à l'aide des restes végétaux. Ceci est dû en partie à la méthodologie, vu que la conservation et le nombre d'échantillons varient assez fortement d'une ferme à l'autre. De la même manière, l'éventail des plantes cultivées se modifie à peine au cours de l'occupation, mis à part une légère augmentation du froment.

Autre groupe important de plantes cultivées: les légumineuses, parmi lesquelles les pois et les lentilles sont attestées sous forme de macrorestes dans la zone d'habitation. Pour des raisons méthodologiques, ce groupe est souvent sous-représenté. Nous pouvons toutefois admettre que les légumineuses ont régulièrement été cultivées à Develier-Courtételle. La présence de la fève (*Vicia faba*) est incertaine.

Parmi les plantes oléagineuses et à fibres, les trois espèces lin, chanvre et pavot sont attestées. La culture et le travail du chanvre sont également confirmés par les analyses palynologiques (chap. 4). Théoriquement, l'ortie, souvent présente parmi les plantes sauvages, est aussi utilisable comme plante à fibres (Windler et al. 1995). Mais en l'absence de restes textiles découverts sur le site, il est impossible de déterminer avec certitude si cette fibre a été travaillée. Le mobilier archéologique<sup>9</sup> atteste toutefois sans équivoque le travail des textiles, quoique cette activité ait été bien moins importante que le travail du fer.

Le traitement des fibres végétales avait une grande importance, déjà mise en évidence par les résultats archéologiques (CAJ 17, chap. 12.3.2). Les fermes 1 et 2 ont avant tout livré de riches trouvailles en macrorestes (surtout des graines, des capsules et des tiges de lin). En même temps, des graines de chanvre étaient présentes et les valeurs polliniques de *Cannabis* étaient en partie très élevées. La seule explication possible pour ces très hautes valeurs de pollens est que le traitement des plantes à fibres avait lieu dans le village. Les trouvailles de chanvre comptent parmi les plus anciennes pour le Haut Moyen Age en Suisse. La préparation des fibres de chanvre était un procédé de grande ampleur qui se déroulait dans des bassins spéciaux remplis d'eau ou dans le



Fig. 190 Champ de lin usuel (*Linum usitatissimum*).

ruisseau (le même procédé devait être suivi pour le lin). Les différentes phases de travail pour l'obtention des fibres ont contribué à la répartition des pollens de chanvre dans toutes les zones d'habitation (chap. 4.6.3.2). Le chanvre était surtout utilisé pour les tissus, les ficelles et les cordes, alors que le lin était plutôt réservé aux textiles plus fins (fig. 190). Un recul des trouvaillies de lin se dessine au cours du 8<sup>e</sup> siècle, sans pour autant que sa culture n'ait été abandonnée.

Dans ce contexte, la présence de graines et de fruits de diverses plantes tinctoriales ou potentiellement tinctoriales est intéressante. Malgré l'impossibilité de confirmer un tel usage, l'importance considérable du traitement des fibres et des tissus rend toutefois très probable un usage de ces espèces pour la teinture. Parmi elles, on compte la lampourde ordinaire (*Xanthium strumarium*) et le réséda jaunâtre (*Reseda luteola*), deux plantes illustres, déjà appréciées des Romains, ainsi que diverses espèces de gaillet (*Galium*), la cardère sauvage (*Dipsacus fullonum*) et le millepertuis (*Hypericum perforatum*), également de bonnes plantes tinctoriales. *Xanthium* et *Dipsacus* sont aussi présents parmi les pollens. La cardère à foulons (*Dipsacus sativus*) – dont peu de macrorestes sont présents – entre en ligne de compte pour le cardage.

Le pavot est une plante cultivée importante, retrouvée en assez faible quantité à Develier-Courtételle, mais qui était cependant certainement utilisée comme plante alimentaire renfermant une huile précieuse ou comme drogue.

#### Les fruits et les légumes

La part des fruits sauvages ou cultivés et des légumes est très faible. Ce n'est pas étonnant car ces aliments n'avaient pas encore, à l'époque, un statut très élevé. Parmi les fruits cultivés, la prune (*Prunus*) et la pomme (*Malus*) sont attestées par des macrorestes ; des pollens de noyer (*Juglans*) reflètent une culture de cet arbre dans la région. On peut nommer les noisettes (*Corylus*), le cynorhodon (*Rosa*), le sureau (*Sambucus*) et les mûres (*Rubus*) comme fruits sauvages importants. Ces espèces devaient être cueillies dans des zones de haies, de lisières et dans des forêts claires.

De même, il n'y a que peu de légumes et d'épices conservés. La seule épice quelque peu spéciale est la coriandre, une acquisition romaine, qui n'a été trouvée que dans la phase finale de l'occupation.

#### Les autres plantes sauvages

Parmi les plantes à utilisation économique potentielle, on trouve par exemple le houblon (trouvaillies de macrorestes et de pollen), qui pousse naturellement dans les forêts humides (avant tout les forêts alluviales). Son utilisation comme condiment pour la bière n'est attestée par des sources écrites que plus tard (Behre 1999), ce qui n'exclut toutefois pas une telle utilisation à Develier-Courtételle. Puisque les milieux sauvages naturels du houblon – les zones de forêts alluviales – n'existaient presque plus, les graines et les pollens pourraient très bien provenir de houblon cultivé.

Différentes plantes fortement vénéneuses, pour lesquelles on peut admettre une utilisation comme plantes médicinales, méritent une mention spéciale. Elles comprennent la jusquiame noire (*Hyoscyamus niger*), la grande cigüe (*Conium maculatum*) et la belladone (*Atropa belladonna*). Deux autres espèces devaient être la cause d'empoisonnements fréquents, vu qu'elles atterrisaient souvent involontairement dans les aliments par l'intermédiaire des céréales. L'ergot (*Claviceps*) s'attaque surtout au seigle et est très toxique. Il a été trouvé dans plusieurs échantillons de Develier-Courtételle. Ces trouvaillies appartiennent aux plus anciennes attestations pour le Moyen Âge en Suisse. La consommation régulière de céréales empoisonnées aboutissait à des symptômes aigus de maladie décrits dans des sources (l'ergotisme ou feu de Saint-Antoine). La nielle des blés, dont les graines vénéneuses sont difficiles à séparer des céréales, était souvent moulue avec ces dernières, ce qui pouvait aussi conduire à des empoisonnements.

#### L'exploitation des prairies

Beaucoup de plantes attestées entrent en ligne de compte comme fourrage pour les animaux domestiques (avant tout les boeufs). Parmi elles, il y a beaucoup d'indicateurs de prairies et de pâturages. Toutefois, la question de savoir si ces vestiges ont été apportés dans le hameau comme foin ou comme litière, ou encore dans le fumier des animaux, demeure ouverte. La récolte de foin pourrait constituer un indice pour un affouragement hivernal dans le cadre d'une tenue en étable ou en parc.

Une distinction nette entre prairies et pâturages n'était pas encore courante au Haut Moyen Âge. Nous devons plutôt nous imaginer une utilisation combinée comme « pâturage de fauche », pratique déjà mentionnée pour la période romaine (Columelle 2002, livre II/XVII, p. 53).

L'alimentation du cheptel était assurée, en plus de l'exploitation des prairies/pâturages, par des champs en friche et des pâturages boisés. Les prairies des zones fraîches mais pas trop humides sont les plus propices pour l'obtention de fourrage, alors que les prairies humides à proximité du site, ainsi que les sols secs des versants légèrement en pente, ne fournissaient que peu de rendement.

### 8.3.4.3 L'élevage et la chasse

#### La faune domestique

Plus de 99 % des restes osseux spécifiquement identifiés appartiennent à des espèces domestiques : le bœuf, le porc, le mouton et la chèvre, le cheval, le chien, la poule et l'oie. La part de la faune sauvage est donc ténue.

Les bœufs (*Bos taurus*) sont largement prépondérants avec 58 % des restes attribués aux espèces destinées à l'alimentation régulière : bœuf, porc, mouton et chèvre. La masse de viande que représentent ces restes les positionne également en première place dans l'alimentation des habitants de Develier-Courtételle. Une part importante de ces bovins est élevée pour la boucherie : environ 69 % d'entre eux sont en effet abattus avant 4 ans. Les âges d'abattage tardifs des autres individus (après leur 5<sup>e</sup> année) permettent d'affirmer qu'ils ne sont pas élevés pour leur viande mais plutôt destinés aux travaux agricoles et, pour les femelles, au renouvellement des troupeaux. Cette dernière fonction assure, durant la période où les veaux sont sous la mère, une bonne production laitière. Le lait permet la fabrication de fromages que l'on consomme frais ou secs. Chez certains bovins les os des extrémités des pattes portent les stigmates d'une pathologie osseuse liée à l'âge et aux contraintes de la traction, ce qui confirme leur utilisation comme bêtes de somme. L'étude métrique a permis de déduire que ces animaux avaient des membres plutôt graciles et que leur hauteur au garrot s'étendait de 0,95 m à 1,30 m. Les hauteurs les plus importantes étant attribués à des mâles castrés. Ce sont des hauteurs que l'on retrouve régulièrement sur les sites du Haut Moyen Âge.

Les chèvres (*Capra hircus*) et surtout les moutons (*Ovis aries*) viennent en seconde position avec environ 21 % de restes, mais ils ne fournissent que 3 % de la viande consommée sur le site. 87 % des moutons sont abattus avant leur troisième année, dont plus de 69 % entre 6 et 18 mois. En plus de la viande, ces animaux fournissent la laine et les brebis produisent le lait. Les chèvres, moins nombreuses, sont apparemment surtout élevées pour leur lait. Ce lait de chèvre et de brebis est transformé, comme celui de la vache, et fournit les fromages et peut-être la crème et le beurre. Parmi les moutons certains sont porteurs de cornes tandis que chez les chèvres, mâles et femelles sont armés de cornes en sabre ressemblant en cela à la chèvre chamoisée que l'on trouve dans les Alpes.

Les porcs (*Sus scrofa domesticus*), qui arrivent en troisième position avec 18 % de restes, se situent en seconde position dans l'alimentation carnée puisqu'ils fournissent 10 % de la masse de viande. Leur modeste représentation laisse supposer un élevage familial et non en troupeaux comme on peut en trouver à Charavines (Isère, F), site de l'An mille (Olive 1993). Ces animaux ne sont élevés qu'en vue de leur consommation, aussi leur abattage survient-il au moment le plus propice de leur engraissement. A Develier-Courtételle on trouve trois séquences. La première comporte 33 % de sujets âgés de 3 à 12 mois, dont une petite part de cochons de lait, c'est-à-dire abattus autour de 3 ou 4 mois. La seconde séquence, plus importante, représente 60 % d'animaux âgés de 12 à 30 mois environ. Ces sujets, dont l'engraissement est probablement arrivé à son meilleur rendement, fournissent une

viande plus grasse qui supporte mieux la conservation par salage ou fumage. Les individus âgés de plus de 4 ans sont surtout des femelles qui servent à la reproduction.

La volaille, symbolisée par la poule (*Gallus gallus*), est sous-représentée en nombre de restes, mais cela tient essentiellement à la disparition des ossements qui, une fois rejetés, sont absorbés par les porcs, les chiens et autres carnivores rôdant autour des maisons. La plupart de ces poules sont adultes, ceci laisse supposer un élevage plutôt tourné vers la production d'œufs. L'oie (*Anser anser forma domesticus*) a été identifiée mais ne semble pas avoir fait l'objet d'un élevage particulier.

Les équidés, des chevaux (*Equus caballus*) surtout, ne participent pas régulièrement à l'alimentation des habitants de Develier-Courtételle. Ce sont principalement des animaux de réforme, abattus assez âgés, qui sont d'abord utilisés pour le portage. La consommation des équidés n'est pas, durant le Moyen Âge, une chose courante, de nombreux interdits religieux, peut-être pas toujours respectés, faisaient de leur viande un aliment prohibé.

Parmi les espèces domestiques identifiées sur le site, il faut citer le chien (*Canis familiaris*). Cet animal n'a pas été consommé. Les quelques restes lui appartenant proviennent de deux chiots et de deux individus âgés. Ces animaux étaient probablement fort nombreux car presque l'ensemble du matériel osseux porte les empreintes de leurs dents.

La découpe de boucherie et la préparation culinaire ont laissé de multiples traces permettant de suivre l'abattage des animaux, le partage des carcasses et celui des quartiers en portions.

Pour chaque espèce domestique consommée, on constate un déficit entre le nombre d'animaux abattus sur place et le nombre d'éléments anatomiques comptabilisés. Ceci peut signifier qu'une certaine quantité de quartiers était exportée. Certains ossements ont été aménagés en objets divers. On observe également des traces de prélèvement de la peau qui est, après différentes manipulations, transformée en cuir.

#### La faune sauvage

Il est difficile de connaître les droits de chasse imposés sur la région de Develier-Courtételle durant la période d'occupation du site et l'on ne peut savoir si les fermiers avaient la possibilité d'abattre librement les bêtes sauvages fréquentant leur territoire. Ainsi les vestiges osseux de gros gibiers que l'on retrouve parmi les rejets domestiques ne sont peut-être pas le résultat d'une chasse organisée par les habitants mais le fruit d'échanges, d'acquisitions ou de dons. La part de viande constituée par les espèces sauvages destinées à la consommation est plutôt infime. Mais la faune est diversifiée puisqu'on relève huit espèces de mammifères et trois espèces d'oiseaux.

Le cerf (*Cervus elaphus*) est le mieux représenté avec trois épaules et deux cuissots, les autres éléments anatomiques retrouvés étant des bois de chute probablement ramassés dans les forêts alentours et qui servaient à la confection d'objets divers. Le sanglier (*Sus scrofa scrofa*) est peu présent – c'est un animal difficile à chasser par sa

dangerosité, il ne recule pas devant les chasseurs et leurs chiens. Le chevreuil (*Capreolus capreolus*) est attesté par un seul élément. Ces espèces sont surtout forestières, ce qui ne les empêche pas d'effectuer régulièrement des incursions à la limite des zones boisées ou même jusque dans les prairies ou les champs cultivées. Le chamois (*Rupicapra rupicapra*) et le bouquetin (*Capra ibex*) se signalent par quelques éléments; leur présence sur le site est intéressante car leur habitat se situe plutôt sur les pentes escarpées mais, durant les périodes de grand enneigement, ils peuvent descendre vers la plaine. Rappelons que les animaux sauvages abattus sont dépecés sur place et c'est en quartiers qu'ils sont emportés; de plus, comme il a été dit plus haut, ces pièces de viande peuvent avoir été importées d'une manière ou d'une autre.

Le lièvre (*Lepus europaeus*), bien que médiocrement représenté parmi les restes osseux, devait être assez abondant, l'environnement de champs et de prairies lui convenant très bien. Ses os de petite taille ont sans doute été ingérés par les porcs et les carnivores échappant ainsi à notre étude. Il a probablement été un mets apprécié, d'autant que son piégeage pouvait se pratiquer autour des fermes, là où adultes et jeunes pouvaient venir se nourrir des jeunes pousses des plantes cultivées.

Le chat sauvage (*Felis silvestris*) a pu être un prédateur pour les volailles et sa présence indique qu'il pouvait s'aventurer près des maisons alors que son habitat est essentiellement forestier. Le second carnivore présent dans cet inventaire est l'ours (*Ursus arctos*). Il a été consommé comme le prouve le reste d'une épaule qui porte les traces de la découpe. Une phalange perforée – portée probablement comme amulette – indique combien cet animal avait valeur de symbole. C'est un animal discret et son environnement forestier ne favorise pas sa capture.

La faune aviaire est peu représentée mais, comme pour le lièvre, la petitesse et la fragilité des os d'oiseaux ont pu concourir à leur disparition. La perdrix grise (*Perdix perdix*) est une espèce qui apprécie les champs cultivés mais aussi les friches entrecoupées de haies et de bosquets. L'environnement immédiat des fermes lui convenait parfaitement. Un corvidé, la pie ou le geai (*Pica pica*, *Garrulus glandarius*), la distinction n'a pas été possible, a aussi été piégé. L'un et l'autre ont pu être consommés. Pendant longtemps, la plupart des oiseaux, excepté les rapaces, ont été accommodés dans les cuisines. La buse (*Buteo buteo*) a pu être chassée car elle prélève de la volaille.

## Notes

- GRIP: European Greenland Ice-core Project.
- Soit les hivers 821-822, 845-846, 859-860 (particulièrement long) et 873-874 (long hiver également).
- Ces hivers doux favorisèrent l'introduction de plantes sensibles au gel, comme par exemple des oliviers dans la vallée du Pô et des figuiers aux environs de Cologne.
- Enregistrée par le lac Petit Clairvaux.
- Avancées datées de 1150 et 1350 environ (Wanner et al. 2000).
- A Develier même, une villa romaine a été habitée entre le 1<sup>er</sup> et le 3<sup>e</sup> siècle (CAJ 17, chap. 17).

De très nombreux restes de grenouilles ont également été identifiés. Deux espèces ont été reconnues, la grenouille verte (*Rana esculenta*) et la grenouille rousse (*Rana temporaria*). Elles ont des biotopes à peu près semblables, eaux stagnantes et rivières pour la première, milieux plus terrestres mais malgré tout humides pour la seconde. Rien ne prouve qu'elles aient été consommées.

Parmi la faune commensale on trouve deux campagnols. L'un, le campagnol terrestre (*Arvicola terrestris*) affectionne les lieux humides; l'autre, le campagnol des champs (*Microtus arvalis*) se plaît dans les champs cultivés et les prairies.

## Faune et environnement

L'environnement décrit plus haut est particulièrement approprié pour l'élevage des différentes espèces domestiques identifiées. Les prairies humides donnent une herbe nécessaire aux bovins comme aux chevaux. Plus loin, des prés plus secs et parfois rocailleux conviennent aux moutons et aux chèvres que l'on évite de faire pâturer dans les forêts en raison de leurs dégâts à la végétation arbustive. Les porcs, animaux omnivores, complètent leur engraissement dans les forêts en déterrants divers tubercules et surtout en consommant glands, faînes et autres fruits tombés à terre. Leur pâture dans les prés n'est pas souhaitable car leur habitude de fouir le sol pour déterrer les tubercules et consommer les graines compromet la repousse de l'herbe. Mais après les récoltes, tous les animaux peuvent être menés sur les champs de céréales et autres où ils trouvent encore du fourrage; on y lâche aussi la volaille qui trouve là un complément de nourriture. Les excréments de ces bêtes contribuent à la fertilisation du sol.

Parfois, si la nourriture est insuffisante, on a vraisemblablement recours à l'ébranchage ou à l'effeuillage. C'est le prélèvement des branches ou des feuilles sur les arbres de la forêt proche que consommeront les animaux. Cette forêt fournit aussi toutes sortes de végétaux pour les litières qui, après utilisation, forment le fumier qui est épandu sur les champs.

Les espèces sauvages identifiées sur le site sont un reflet de cet environnement. Le milieu ouvert convient aussi bien au lièvre et à la perdrix qu'à la buse. L'espace forestier accueille aussi bien le cerf, le chevreuil, le sanglier que le chat sauvage et l'ours. Et les quelques escarpements conviennent au chamois comme au bouquetin.

- Un facteur important réside dans la superficie du bassin versant: environ 8 km<sup>2</sup> seulement pour le ruisseau de La Pran, alors qu'il est de 175 km<sup>2</sup> environ pour la Sorne, cours d'eau contribuant principalement à l'alimentation de la nappe phréatique dans le secteur de la Communance.
- Ce qui est le cas du lac de l'Abbaye (chap. 2.6.2), dont la séquence sert de référence pour la phase transgressive s'insérant entre 650 et 850 (Magny 2004).
- Soit un peson d'un métier à tisser ainsi que neuf fusaïoles en terre cuite ou en céramique et deux en os (CAJ 15, chap. 13.3, 14.1 et 14.2); une lame de tisserand et six aiguilles en fer (CAJ 14, chap. 4.2.1.3); trois aiguilles en os et un poinçon de tisserand en bois de cervidé (CAJ 15, chap. 13.3).

## Résumé

Michel Guélat

Quatrième des cinq volumes dédiés au hameau mérovingien de Develier-Courtételle (canton du Jura, Suisse), cet ouvrage présente les données environnementales acquises sur le gisement archéologique et ses environs grâce à une série d'analyses spécialisées. Les résultats de ces six études font l'objet d'une synthèse en fin de parcours.

Une présentation du cadre naturel enrichie de données archivistiques débute l'ouvrage (chap. 1). Au nord-ouest de la Suisse, dans le bassin de Delémont, soit au cœur du Jura plissé, le site de Develier-Courtételle s'inscrit en milieu alluvial, à une altitude de 450 m. D'une superficie de 3,5 ha, il est localisé dans un vallon latéral drainé par le ruisseau La Pran et comblé de dépôts quaternaires allant du Pléniglaciaire würmien à l'Holocène récent. S'appuyant sur une description du complexe stratigraphique, l'approche sédimentologique fait suite à cette introduction (chap. 2). Un découpage du gisement en huit domaines est proposé, tandis que des coupes synthétiques permettent de saisir la géométrie des couches. La caractérisation des sédiments est accomplie à l'aide de la méthode de Passega, soit la construction de l'image C/M des dépôts alluviaux. Cette démarche aboutit à une reconstitution paléogéographique du site incluant une réflexion sur les sols. L'étude débouche également sur une évolution paléohydrologique et climatique entre 500 et 800 ap. J.-C. Une étude sédimentologique « off-site » menée à Delémont, La Communance vient compléter ces résultats (chap. 3). Ce site a livré une séquence palustre à partir de laquelle les variations du bilan hydrique ont pu être établies entre le 6<sup>e</sup> et le 11<sup>e</sup> siècle.

Trois des chapitres suivants sont consacrés aux études archéobotaniques. L'analyse palynologique met en évidence les modifications paysagères et l'utilisation des terres en relation avec l'occupation mérovingienne (chap. 4). L'analyse des macrorestes végétaux révèle la grande variété des plantes cultivées au Haut Moyen Age (chap. 5). Le paysage végétal aux alentours du hameau et les influences anthropiques sont reconstitués à partir des plantes sauvages identifiées. Une contribution géobotanique propose ensuite une répartition des surfaces forestières et cultivées au 7<sup>e</sup> siècle en se basant sur les caractéristiques de la couverture végétale actuelle (chap. 6). Ultime étude développée dans le volume, l'analyse archéozoologique porte sur les restes osseux issus des rejets à proximité des habitats, traduisant les habitudes alimentaires des villageois (chap. 7). La composition du cheptel ainsi que les âges d'abattage révèlent les tendances de l'élevage à l'époque mérovingienne. Les animaux chassés, très peu présents, ont également été déterminés.

La synthèse finale se subdivise en trois thématiques (chap. 8). Le contexte climatique et l'évolution du paysage au Haut Moyen Age sont traités en premier lieu. Un état de la question est tout d'abord dressé, auquel fait suite une reconstitution phénoménologique. Avant 550, l'activité hydrologique est assez soutenue à Develier-Courtételle. La forêt a encore une emprise importante

sur le paysage, une reforestation ayant eu lieu à l'Antiquité tardive. De 550 à 750, l'activité hydrologique devient très intense sur le site avec des paroxysmes vers 580 et 650, tandis qu'à la Communance, le bilan hydrique est excédentaire. Le couvert forestier diminue dès le début de cette phase: les défrichements s'expliquent par le développement de l'agriculture et du travail du fer. Corrélativement, des ravinements s'ouvrent dans les versants. Plusieurs faits signalent une oscillation climatique plus humide et peut-être plus froide à l'échelle régionale, en accord avec les données de portée plus large. L'intervalle allant de 700 à 830-890 apparaît comme une période de transition vers une ambiance plus sèche, marquée sur le site par une déprise hydrologique qui perdure au-delà de 800. A la Communance, le bilan hydrique ne deviendra négatif que vers le milieu, voire la fin du 9<sup>e</sup> siècle. Le taux de boisement ne subit aucune variation notable. De 830-890 à l'An mille, l'amélioration du climat se confirme: le bilan hydrique est négatif sur plusieurs sites palustres de la vallée et la pédogenèse affecte les sédiments superficiels. Dès le début du Bas Moyen Age, une rupture d'équilibre dans le paysage local est attribuée à l'impact croissant des activités anthropiques, en particulier la sidérurgie.

Le paysage environnant le hameau vers le milieu du 7<sup>e</sup> siècle constitue le deuxième thème abordé par la synthèse. Une reconstitution imagée permet de constater que le fractionnement du territoire s'effectue selon les méandres du ruisseau. Nécessaire aux activités artisanales, la proximité du cours d'eau paraît beaucoup plus importante aux yeux des villageois que les risques d'inondation. Dans les zones proches de l'habitat, le terrain marécageux se prête à la pâture mais pas à l'agriculture qui est pratiquée plus à distance. La transition entre les milieux cultivés et la forêt s'effectue progressivement, conférant au paysage un aspect bien structuré. Dominée par le hêtre et le sapin, la forêt subit une exploitation entraînant une modification de sa composition en espèces. Elle est également utilisée pour la pâture.

Enfin, une réflexion sur les ressources et la mise en valeur du terroir termine l'ouvrage. Le ruisseau n'a pas pu servir au transport de matériaux. Les surfaces exploitées comprennent champs cultivés, prairies et pâturages. Les céréales et les légumineuses forment les principales cultures, les plantes oléagineuses et à fibres étant moins importantes, tandis que les fruits et légumes ne constituent qu'une part très faible. L'autosuffisance en produits agricoles est ainsi primordiale: il s'agit d'une économie de subsistance, la production de fibres textiles ne représentant qu'une activité annexe. Les forêts et les haies servent à l'acquisition du bois de construction, mais avant tout de bois de feu. A propos des animaux domestiques, les bœufs sont prépondérants et sont avant tout destinés à la boucherie: une exportation de viande paraît concevable. Les chèvres et surtout les moutons suivent en importance des restes osseux. Les porcs arrivent en troisième position, mais occupent la deuxième place dans l'alimentation carnée. La volaille, principalement la poule, est utile avant tout pour ses œufs. Assez diversifiée, la faune sauvage ne constitue qu'une part infime des espèces consommées, mais caractérise bien l'environnement du hameau. La présence du cerf et de l'ours indique des biotopes encore très peu touchés par l'homme.

## Zusammenfassung

Übersetzung: Ludwig Eschenlohr

Das vorliegende Werk ist der vierte von fünf Bänden welche dem merowingischen Weiler von Develier-Courtételle (Kanton Jura, Schweiz) gewidmet sind. Es stellt die anhand von einer Reihe von spezialisierten Analysen erhaltenen Umweltdaten der archäologischen Fundstelle und ihres nahen Umfelds dar. Die Ergebnisse der insgesamt sechs Untersuchungen führen zu einer abschliessenden Synthese.

Zu Beginn wird der natürliche Umfeld vorgestellt und durch Archivdaten ergänzt (Kap. 1). Der Fundplatz von Develier-Courtételle liegt in einem Schwemmgebiet, auf einer Höhe von 450 m im Delsbergerbecken, mitten im Faltenjura, im Nordwesten der Schweiz. Seine Fläche beträgt 3,5 Hektaren und er befindet sich in einem Seitental durch welches der Bach «La Pran» fliesst und das von Quartärablagerungen, zwischen der Würmeiszeit und dem jüngeren Holozän, verfüllt wurde. Abgestützt auf eine Beschreibung der stratigrafischen Zusammenhänge, folgt auf diese Einführung der sedimentologische Ansatz (Kap. 2). Die Fundstelle wird in acht Bereiche unterteilt, während zusammenfassende Profile eine Erfassung der Schichtgeometrie ermöglichen. Die Charakterisierung der Sedimente erfolgte durch die Methode von Passega, das heisst der Erstellung eines C/M-Diagrammes der Schwemmablagerungen. Dies führt zu einer paläogeografischen Rekonstruktion des Platzes unter Einschluss einer Betrachtung zu den Böden. Diese Studie ergibt ebenfalls eine paläohydrologische und klimatische Entwicklung zwischen 500 und 800 n. Chr. Eine sedimentologische Untersuchung vom Platz Delémont, La Communance vervollständigt diese Ergebnisse (Kap. 3). Die dort erhaltene Feuchtbodensequenz erlaubt die Erstellung der Wasserbilanzvariationen zwischen dem 6. und 11. Jahrhundert unserer Zeitrechnung.

Drei der folgenden Kapitel sind den archäobotanischen Untersuchungen gewidmet. Die Pollenanalytik weist auf landschaftliche Veränderungen, sowie auf die Bodennutzung während der merowingerzeitlichen Besiedlung hin (Kap. 4). Die Pflanzenreste offenbaren eine grosse Vielfalt von Pflanzen die im Frühmittelalter angebaut worden sind (Kap. 5). Die Pflanzenwelt in der Umgebung des Weilers, sowie die menschlichen Einflüsse werden aufgrund der bestimmten Wildpflanzen wieder hergestellt. Ein geobotanischer Beitrag schlägt danach eine Aufteilung in Wald- und Kulturland im 7. Jh. vor; dieser Ansatz beruht auf dem heutigen Bewuchs (Kap. 6). Zuletzt weisen in der archäozoologischen Studie die Knochenreste, welche aus den Abfällen in Siedlungsnähe stammen, auf die Essgewohnheiten der Bewohner hin (Kap. 7). Die Zusammensetzung des Tierbestandes, sowie die Schlachalter zeigen die Tierzuchtendenzen in der Merowingerzeit auf. Die sehr schwach vertreten Wildtiere wurden ebenfalls bestimmt.

Die abschliessende Synthese ist thematisch dreigeteilt (Kap. 8). Zuerst werden der klimatische Kontext und die landschaftliche Entwicklung im Frühmittelalter behandelt. Nach einer ersten Bestandaufnahme folgt eine ereignisbezogene Rekonstruktion. Vor 550 n. Chr. ist die hydrologische Aktivität in Develier-Courtételle ziemlich intensiv. Da in der Spätantike eine Wiederbewaldung erfolgte, dominiert der

Wald im Landschaftsbild. Zwischen 550 und 750 wird die hydrologische Aktivität auf dem Fundplatz sehr intensiv, mit Höhepunkten um 580 und 650, während sich die Wasserbilanz von La Communance als überschüssig erweist. Der Waldbestand nimmt seit Beginn dieser Phase ab: die Rodungen lassen sich durch die Entwicklung des Ackerbaus und der Eisenverarbeitung erklären. In Folge dessen kommt es zu Auswaschungen in den Abhängen. Mehrere Indizien weisen auf regionaler Ebene auf feuchtere und vielleicht auch kältere Klimaschwankungen hin; dies stimmt ebenfalls mit gleichzeitigen, weiträumigeren Daten überein. Die Zeitspanne von 700 bis 830-890 erscheint als eine Übergangsphase zu einer trockneren Atmosphäre, die sich auf der Fundstelle durch ein Wasserrückgang ausdrückt, welcher über 800 hinaus andauert. In La Communance wird die Wasserbilanz erst um die Mitte, oder sogar am Ende des 9. Jh. negativ. Der Waldbestand verändert sich nicht wesentlich. Die klimatische Verbesserung bestätigt sich von 830-890 bis zum Jahr 1000: die Wasserbilanz ist für mehrere Feuchtbodensiedlungen im Delsbergerbecken negativ und die Bodenbildung beeinflusst die oberflächlichen Ablagerungen. Mit Beginn des Spätmittelalters kann ein Abbruch des Gleichgewichtes in der lokalen Landschaft aufgrund der zunehmenden menschlichen Tätigkeiten, insbesondere des Eisenhandwerks, festgestellt werden.

Die Landschaft welche den Weiler in der Mitte des 7. Jh. umgab, wird in der Synthese als zweites Thema angegangen. Eine bildliche Rekonstruktion ermöglicht festzustellen, dass die Aufteilung des Territoriums den Bachmäandern entsprechend ausgeführt wird. Die für die handwerklichen Tätigkeiten notwendige Nähe des Wasserlaufes scheint den Dorfbewohnern wichtiger zu sein als die Überschwemmungsgefahren. Das sumpfige Gelände, welches nahe bei den Behausungen liegt, eignet sich als Weideland, der Ackerbau erfolgt jedoch in etwas grössere Entfernung. Der Übergang vom Kulturland zum Wald ist progressiv, was der Landschaft ein gut strukturiertes Aussehen verleiht. Im Waldbild überwiegen Buche und Weisstanne; die Waldausbeutung führt zu einer Veränderung der Artenzusammensetzung. Die bewaldeten Flächen werden ebenfalls zur Weidung verwendet.

Das Werk endet schliesslich mit einigen Gedanken zu den verfügbaren Mitteln und der Urbarmachung des Bodens. Der Bach konnte nicht zum Materialtransport verwendet werden. Die ausgebeuteten Flächen umfassen bepflanzte Felder, Wiesen und Weideland. Es wurden vorwiegend Getreide und Hülsenfrüchte angepflanzt, ölhaltige und Faserpflanzen waren weniger wichtig, während Früchte und Gemüse einen sehr schwachen Anteil darstellen. Die Selbstversorgung mit landwirtschaftlichen Produkten ist also unerlässlich: es handelt sich um eine Unterhaltswirtschaft. Die Herstellung von Textilfasern stellt nur eine Nebenaktivität dar. Die Wälder und Hecken liefern das Bauholz, besonders aber auch das Feuerholz. Was die Haustiere betrifft, überwiegen Ochsen, die meist zum Schlachten bestimmt sind: es ist denkbar, dass Fleisch ausgeführt wurde. Ziegen und vor allem Schafe folgen zahlenmässig in den Knochenresten. Schweine schliessen an dritter Stelle an, nehmen jedoch den zweiten Platz im Fleischverzehr ein. Geflügel, hauptsächlich Huhn, ist zuerst nützlich wegen ihrer Eier. Die sehr abwechslungsreiche Wildfauna stellt nur einen sehr kleinen Teil der verzehrten Arten dar; letztere spiegeln dennoch gut die Umwelt des Weilers wider. Das Vorhandensein von Hirsch und Bär weist darauf hin, dass vom Menschen noch wenige berührte Biotope bestehen.

## Riassunto

Traduzione: Maruska Federici-Schenardi

Quarto dei cinque volumi dedicati all'agglomerazione rurale merovingia di Develier-Courtételle (canton Giura, Svizzera), questo contributo presenta i dati ambientali acquisiti sul sito archeologico e nelle sue vicinanze grazie ad una serie di analisi specializzate. I risultati di questi studi fanno l'oggetto di una sintesi in fondo al volume.

Aprè l'opera una presentazione del quadro naturale, arricchita di dati archivistici (cap. 1). Nel settore nord-occidentale della Svizzera, nel bacino di Delémont, ossia nel cuore del Giura plissé, il sito di Develier-Courtételle s'inserisce in un contesto alluvionale, ad un'altitudine di 450 m. Esteso su una superficie di 3,5 ha, esso è localizzato in un avvallamento laterale drenato dal ruscello La Pran e riempito di depositi quaternari compresi fra il Pleniglaciale wurmiano e l'Olocene recente. A questa introduzione fa seguito l'analisi sedimentologica, basata su una descrizione del complesso stratigrafico (cap. 2). È proposta una suddivisione del sito in otto settori, mentre diversi profili sintetici permettono di cogliere la geometria degli strati. La caratterizzazione dei sedimenti è effettuata con l'aiuto del metodo di Passega, ossia la costruzione dell'immagine C/M dei depositi alluvionali. Questo approccio porta ad una ricostruzione paleogeografica del sito che include una riflessione sui suoli. Lo studio sfocia anche su un'evoluzione paleoidrologica e climatica fra il 500 e l'800 d.C. Uno studio sedimentologico "off-site" condotto a Delémont, La Communance viene a completare questi risultati (cap. 3). Questo sito ha fornito una sequenza palustre a partire dalla quale si sono potute stabilire le variazioni del bilancio idrologico fra il 6° e l'11° secolo.

Tre capitoli sono in seguito riservati agli studi archeobotanici. L'analisi palinologica mette in evidenza le modifiche paesaggistiche e l'utilizzo delle terre in relazione con l'occupazione merovingia (cap. 4). L'analisi dei macroresti vegetali rivela la grande varietà delle piante coltivate durante l'Altomedioevo (cap. 5). Il paesaggio vegetale nei pressi dell'abitato e le influenze antropiche sono ricostituiti a partire dall'identificazione delle piante selvatiche. Un contributo geobotanico propone in seguito una ripartizione delle superfici forestali e coltivate durante il 7° secolo a partire dalle caratteristiche della copertura vegetale attuale (cap. 6). Infine, l'analisi archeozoologica si basa sui resti ossei provenienti dai depositi di rifiuti identificati in prossimità dell'abitato, resti che svelano le abitudini alimentari degli abitanti dell'agglomerazione rurale (cap. 7). La composizione del bestiame, come pure l'età di macellazione degli animali, rivelano le tendenze dell'allevamento nell'epoca merovingia. Gli animali cacciati, molto poco presenti, sono anch'essi stati determinati.

La sintesi finale è suddivisa in tre tematiche (cap. 8). Il contesto climatico e l'evoluzione del paesaggio durante l'Altomedioevo sono trattati in primo luogo. Viene dapprima proposto uno stato della questione, dopodiché si passa ad una ricostruzione fenomenologica. Prima del 550, l'attività idrologica risulta

abbastanza sostenuta a Develier-Courtételle. La foresta ha ancora un impatto importante sul paesaggio, in seguito ad un rimboschimento avvenuto durante l'Antichità tarda. Dal 550 al 750, l'attività idrologica diventa molto intensa sul sito con dei parossismi verso il 580 ed il 650, mentre a La Communance il bilancio idrologico risulta eccedente. La copertura forestale diminuisce a partire dall'inizio di questa fase: i dissodamenti sono legati allo sviluppo dell'agricoltura e a quello della lavorazione del ferro. In correlazione, dei dilavamenti si producono lungo i versanti. Diversi fattori segnalano un'oscillazione climatica più umida e forse più fredda su scala regionale, in accordo con i dati di più larga portata. L'intervallo compreso tra il 700 e l'830-890 appare come un periodo di transizione verso un clima più secco, marcato sul sito da una diminuzione idrologica che perdura al di là dell'800. A La Communance, il bilancio idrologico diventerà negativo solo verso la metà o alla fine del 9° secolo. Il tasso d'imboschimento non subisce nessuna variazione di rilievo. Dall'830-890 all'Anno mille, è confermato un miglioramento climatico: il bilancio idrologico è negativo su più siti palustri della vallata e la pedogenesi colpisce i sedimenti superficiali. Dall'inizio del Basso medioevo, una rottura d'equilibrio nel paesaggio locale è attribuita all'impatto crescente delle attività antropiche, in particolare la siderurgia.

Il paesaggio circostante l'abitato verso la metà del 7° secolo costituisce il secondo tema affrontato nella sintesi. Si può constatare che il frazionamento del territorio viene effettuato in base ai meandri tracciati dal ruscello. Necessaria per le attività artigianali, la prossimità del corso d'acqua sembra molto più importante agli occhi degli abitanti che non i rischi d'inondazione. Nelle zone prossime all'abitato, il terreno acquitrinoso si presta al pascolo ma non all'agricoltura, che è praticata più a distanza. La transizione tra le zone coltivate e la foresta è progressiva, e conferisce al paesaggio un aspetto ben strutturato. Dominata dal faggio e dall'abete, la foresta subisce uno sfruttamento che porta alla modifica della sua composizione. Questa è pure utilizzata per i pascoli.

Una riflessione sulle risorse e sulla valorizzazione del territorio conclude l'opera. Il ruscello non ha potuto essere sfruttato per il trasporto dei materiali. Le superfici sfruttate comprendono campi coltivati, praterie e pascoli. I cereali e le leguminose formano le coltivazioni principali, le piante oleifere e quelle fibrose sono meno importanti, mentre frutta e verdura occupano una parte esigua nell'agricoltura. L'autosufficienza in prodotti agricoli è così primordiale: si tratta di un'economia di sussistenza, dove la produzione di fibre tessili è ridotta ad un'attività accessoria. Le foreste e le siepi servono all'acquisizione di legna da costruzione, ma prima di tutto a quella di legna da ardere. A proposito di animali domestici, i bovini sono preponderanti e destinati principalmente alla macellazione: un'exportazione di carne può essere immaginabile. Le capre e soprattutto le pecore seguono per importanza dei resti ossei. I maiali occupano il terzo posto, ma il secondo posto nell'alimentazione carnea. Il pollame, principalmente la gallina, è utile in primo luogo per le uova. Abbastanza diversificata, la fauna selvatica costituisce una parte infima delle specie consumate, ma caratterizza bene l'ambiente naturale del sito. La presenza del cervo e dell'orso indica dei biotipi ancora poco toccati dall'uomo.

## Abstract

Translation: Robert Fellner

The present volume, fourth in a series of five devoted to the Merovingian hamlet of Develier-Courtételle (Canton of Jura, Switzerland), presents environmental information obtained through a series of specialised analyses of material found at this archaeological site and in its surroundings. The results of these six distinct approaches are integrated in a final synthesis.

A description of the natural environment of the site enriched with information from historical sources opens the volume (chap. 1). Situated within the Delémont basin in north-western Switzerland, in the central part of the Jura mountain range, Develier-Courtételle lies on a flood plain at an altitude of 450 m. The site covers a surface of 3,5 ha and lies on the banks of the brook "La Pran", in a lateral valley filled with quaternary sediments dating from the Würm glacial maximum to the Late Holocene. The sedimentary approach which follows this introductory chapter is based on a description of the stratigraphy (chap. 2). The site is divided into eight different domains and composite stratigraphic cuts are used to explain the extension of the different layers. The sediments are characterised using Passega's method, i.e. the construction of C/M patterns of the alluvial deposits. This analysis permits us to propose a reconstruction of the palaeogeography of the site, including some observations on the nature of the soils. The palaeo-hydrological and climatic fluctuations occurring locally between 500 and 800 AD are also described. Additional relevant data are provided by an "off-site" sedimentological analysis undertaken at Delémont, La Communance (chap. 3). It provides a palustrine sequence dating from the 6th to the 11th century and documenting the evolution of the local hydrology.

The three following chapters present the archaeobotanical approaches. The pollen analysis documents the changing landscape around the site and the use of the land by the Early Medieval population (chap. 4). The study of seeds and fruit reveals the large spectrum of plant species that were cultivated during this period (chap. 5). The vegetational landscape surrounding the site and the human impact on it can be reconstructed from the remains of wild plants. A geobotanical approach is used to deduce the spatial distribution of woodlands and fields around the site during the 7th century by looking at modern vegetation (chap. 6). The last analysis presented in this volume is the study of the faunal remains recovered in and around the settlement which reveal the dietary choices made by the inhabitants (chap. 7). The varying frequency and age at death of the different species of domesticates say much about animal husbandry during the Merovingian period. The rare remains of hunted wild animals were also identified.

The concluding synthesis is divided into three thematic sections (chap. 8). The climatic context and the evolution of the landscape during the Early Medieval period are the subject of the first section. A short summary of current knowledge introduces the chronological reconstitution of events deduced from the preceding analyses. At Develier-Courtételle, hydrological activity

is quite sustained before 550. Forest cover is still relatively dense and actually expanded during Late Antiquity. From 550 to 750, the hydrological activity at the site becomes very intense, peaking around 580 and 650. At La Communance, the hydrological balance is at this time in surplus. From the beginning of this phase, forest cover diminishes; this clearance was caused by the intensification of agriculture and the appearance of ironworking. As a result, erosion cuts ravines into the slopes. Several factors indicate a cool and possibly wet phase affecting the whole region which correlates well with data from other studies. The period between 700 and 830-890 appears to be a transition towards a somewhat dryer climate, a decrease of hydrological activity persisting after 800 could be observed on the site. At La Communance, the hydrological balance becomes negative only after the middle or towards the end of the 9th century. Forest cover does not vary to any major extent. The climate continues to improve between 830-890 and 1000: several swamps and marshes in the region appear to have experienced a negative hydrological balance during this time and superficial sediments undergo pedogenesis. The rupture of the landscape equilibrium occurring during the later Middle Ages is thought to be due to the increasing impact of human activity, in particular ironworking.

The second theme of the synthesis is the landscape surrounding the settlement during the 7th century. A pictorial reconstruction allows us to conclude that the divisions of the territory are largely based on the meanders of the stream. To the inhabitants, the advantages of being close to the water necessary for various craft activities clearly outweighed the real risks posed by flooding. The marshy surfaces directly abutting on the settlement were good pasture but not useful for agriculture; the fields were situated somewhat further away. The transition from cultivated land to forest occurred gradually and gave the landscape a structured appearance. The forest, dominated by beech and pine, is transformed by the selective exploitation of plant resources. It too is used for pasture.

A discussion of available resources and land use closes the volume. The stream could not have been used for transporting cargo. Used land surfaces included fields, pastures and grasslands. Cereals and legumes were the primary crops, oily or fibrous plants were of secondary importance and fruit and vegetables appear to have formed only a relatively minor source of food. Supplying the needs of the settlement seems to have been the principal goal of these activities, a characteristic of subsistence agriculture. Textile production occurred but was not very extensive. The forests and hedges are a source of timber, but particularly of firewood. Among the domestic animals, cattle are dominant and seem to have mostly been raised for meat, a part of which may have been exported. Goats and especially sheep are the next most important group according to the bone counts. The pigs are in third position but were actually in second place in terms of meat production. Fowl, mostly chicken, were principally kept for the eggs. The diverse wild fauna was nutritionally a very minor factor but is a good indicator of the natural environment surrounding the site. The presence of deer and bear speaks of nearby biotopes not yet disturbed by human activity.

## Bibliographies

AS	Archéologie suisse, SSPA, Bâle.
ASSPA	Annuaire de la Société suisse de préhistoire et d'archéologie, Bâle.
AT	Archéologie et Transjurane (rapports inédits), OCC/OPH, Porrentruy.
CAJ	Cahiers d'archéologie jurassienne, OCC/OPH et Société jurassienne d'Emulation, Porrentruy.
CAR	Cahiers d'archéologie romande, Lausanne.
DAF	Documents d'archéologie française, Maison des sciences de l'homme, Paris.
OFS	Office fédéral de la statistique, Neuchâtel.
OCC/OPH	Office de la culture (dès le 1.9.2003) / Office du patrimoine historique, Section d'archéologie et paléontologie, Porrentruy.
RAE	Revue archéologique de l'Est et du Centre-Est, Dijon.
RAP	Revue archéologique de Picardie, Amiens.
SPM	La Suisse du Paléolithique à l'aube du Moyen Age, SSPA, Bâle.
SSPA	Société suisse de préhistoire et d'archéologie, Bâle.

### Bibliographie des chapitres 1 à 3

- AFES (Association française pour l'étude des sols)  
1995 *Référentiel pédologique*. Institut national de la recherche agronomique, Paris, 332 p. (Techniques et pratiques).
- Amoros Claude et Petts Geoff  
1993 *Hydrosystèmes fluviaux*. Masson, Paris, 300 p. (Ecologie 24).
- Antoine Pierre, Munaut André-Valentin, Limondin-Lozuet Nicole et al.  
2002 Réponse des milieux de fond de vallée aux variations climatiques (Tardiglaciaire et début Holocène) d'après les données du bassin de la Selle (Nord de la France). Processus et bilans sédimentaires. In: Bravard et Magny (dir.) 2002, p. 15-27, 5 fig.
- Aubry Denis, Demarez Jean-Daniel et Légeret Vincent  
1998 *Le site gallo-romain de La Communance à Delémont. Fouilles 1997*. AT 58, 50 p., 29 fig.
- Barsch Dietrich  
1969 *Studien zur Geomorphogenese des zentralen Berner Juras*. Geographisch-ethnologische Gesellschaft, Basel, 221 p., 69 fig., 1 annexe. (Basler Beiträge zur Geographie 9).
- Becker Arnfried, Davenport Colin, Haeberli Wilfried et al.  
2000 The Fulnau landslide and former Lake Seewen in the northern Swiss Jura Mountains. *Eclogae geologicae Helvetiae* 93.3, p. 291-305, 13 fig.
- Becker Damien et Lapaire Frédéric  
2004 La Molasse du Jura (Cénozoïque). *Actes de la Société jurassienne d'Emulation* 2003, p. 45-61, 9 fig.
- Beeching Alain et Brochier Jacques Léopold  
2003 Espace et temps de la préhistoire: biaisages et problèmes de représentation. In: Gascó Jean et al. (dir.): *Temps et espaces culturels du 6<sup>e</sup> au 2<sup>e</sup> millénaire en France du sud*. Actes des 4<sup>e</sup> rencontres méridionales de préhistoire, Nîmes, 28-29 octobre 2000. Association pour le développement de l'archéologie en Languedoc-Roussillon, Lattes, p. 21-33, 16 fig. (Monographies d'archéologie méditerranéenne 15).
- Berger Jean-François  
2001 Evolution des agro- et des hydrosystèmes dans la région médioméditerranéenne. In: Ouzoulias Pierre et al. (dir.): *Les campagnes de la Gaule à la fin de l'Antiquité*. Actes du 4<sup>e</sup> colloque de l'association AGER, Montpellier, 11-14 mars 1998. Association pour la promotion et la diffusion des connaissances archéologiques, Antibes, p. 369-403, 13 fig.
- Beuselinck Laurent et al.  
1998 Grain size analysis by laser diffractometry: comparison with the sieve-pipette method. *Catena* 32, p. 193-208.
- Bianchi G.G. et al.  
1999 Measurement of the sortable silt current speed proxy using the Sedigraph 5100 and Coulter Multisizer II: precision and accuracy. *Sedimentology* 46, p. 1001-1014.
- Blaising Jean-Marie  
2002 Les formes d'occupation du sol des Ages des Métaux à nos jours en vallée de Moselle. In: Helmig Guido et al. (réd.): *Centre, Region, Periphery. Medieval Europe Basel 2002. Volume 1*. 3<sup>e</sup> congrès international de l'archéologie médiévale et post-médiévale, Bâle, 10-15 septembre 2002. Folio-Verlag, Hertingen, p. 78-83, 2 fig.
- Bossuet Gilles, Vannière Boris, Simonnet Walter et al.  
2002 Caractérisation des changements environnementaux dans la basse vallée du Doubs (Neublans, Jura, France) durant le premier millénaire après J.-C. In: Bravard et Magny (dir.) 2002, p. 125-134, 5 fig.
- Braillard Luc  
2001a Datations C14. In: Paupé Patrick et al.: *Sondages sur la section 7 de l'A16. Fouilles 2000*. AT 82, p. 23-24, ill.
- 2001b Géologie. In: Wey Othmar et al.: *Les sites protohistoriques des Prés de La Communance et de La Deute à Delémont (Jura, Suisse). Fouilles 2000*. AT 88, p. 37-39, ill.
- Braillard Luc et Guélat Michel  
1999 Géologie. In: Paupé Patrick et al.: *Sondages sur la section 7 de l'A16 à Delémont. Fouilles 1998*. AT 64, p. 8-20, ill.

- 2000 Géologie. In: Paupe Patrick et al.: *Sondages sur la section 7 de l'A16. Fouilles 1999*. AT 72, p. 13-33, ill.
- 2002 Le plateau de «La Beuchille»: synthèse géologique. In: Moeschler Pierre-Alain et al.: *Sondages sur les sections 7 et 8 de l'A16. Fouilles 2001*. AT 94, p. 11-28, ill.
- 2008 Une nappe alluviale étagée du Pléistocène supérieur dans la vallée de Delémont (Jura suisse): lithostratigraphie et datation. *Quaternaire* 19.3, p. 233-244.
- Bravard Luc, Guélat Michel, Pousaz Nicole et al.  
2002 Interactions entre occupation humaine et milieux naturels dans le bassin de Delémont (Jura, Suisse): l'âge du Bronze, un point de rupture manifeste dans la dynamique sédimentaire et l'évolution de la végétation. In: Richard et Vignot (dir.) 2002, p. 213-221, 4 fig., 1 tab.
- Bravard Jean-Paul  
2002 Les paléo-environnements fluviatiles et lacustres depuis 15 000 ans. Conclusions méthodologiques et perspectives. In: Bravard et Magny (dir.) 2002, p. 303-312.
- Bravard Jean-Paul, Amoros Claude et Jacquet C.  
1986 Reconstitution de l'environnement des sites archéologiques fluviatiles par une méthode interdisciplinaire associant la géomorphologie, la zoologie et l'écologie. *Revue d'archéométrie* 10, p. 43-55, 7 fig.
- Bravard Jean-Paul, Burnouf Joëlle et Verot Anne  
1989 Géomorphologie et archéologie dans la région lyonnaise: questions et réponses d'un dialogue interdisciplinaire. *Bulletin de la Société préhistorique française* 86.10-12, p. 429-440, 4 fig.
- Bravard Jean-Paul et Magny Michel  
2002 Variations paléohydrologiques en France depuis 15 000 ans. Une introduction. In: Bravard et Magny (dir.) 2002, p. 9-14, 1 fig.
- Bravard Jean-Paul et Magny Michel (dir.)  
2002 *Les fleuves ont une histoire. Paléo-environnement des rivières et des lacs français depuis 15 000 ans*. Errance, Paris, 312 p., ill. (Archéologie aujourd'hui).
- Bravard Jean-Paul et Salvador Pierre-Gil  
1999 Géomorphologie et sédimentologie des plaines alluviales. In: Ferrière Alain (dir.): *La géologie. Les sciences de la Terre*. Errance, Paris, p. 57-92, 6 photos, 8 pl. (Collection «Archéologiques»).
- Bronk Ramsay Christopher  
2005 OxCal (v. 3.10). University of Oxford, Radiocarbon Unit.
- Brown Antony G.  
1985 Traditional and multivariate technics in the interpretation of the floodplain sediment grain-size variations. *Earth surface processes and landforms* 10.3, p. 281-291.
- Bruneton Hélène, Provansal Mireille, Devillers Benoît et al.  
2002 Relations entre paléohydrologie et morphogénèse holocènes des petits et moyens bassins-versants en basse Provence et Languedoc oriental. In: Bravard et Magny (dir.) 2002, p. 259-268, 5 fig., 2 tab.
- Burkhard Martin  
1990 Aspects of large-scale Miocene deformation in the most external part of the Swiss Alps (Subalpine Molasse to Jura fold belt). *Eclogae geologicae Helvetiae* 83.3, p. 559-583, 7 fig.
- Burnand Jacques et al.  
1998 *Clé de détermination des stations forestières du Canton du Jura et du Jura bernois. Volume 2. Commentaires*. Service des forêts et Office des forêts, République et Canton du Jura et Canton de Berne, 140 p., ill.
- Duchaufour Philippe  
1997 *Abrégé de pédologie*. Masson, Paris, 291 p., ill. (Enseignement des sciences de la terre).
- Eckoldt Martin  
1986 *Die Schiffbarkeit kleiner Flüsse in alter Zeit. Notwendigkeit, Voraussetzungen und Entwicklung einer Rechenmethode*. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 16.2, p. 203-206, 2 fig., 1 pl.
- Ellenberg Heinz  
1996 *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht*. 5. Aufl. Ulmer, Stuttgart. 1095 p.
- Eschenlohr Ludwig  
2001 *Recherches archéologiques sur le district sidérurgique du Jura central suisse*. CAR 88, 320 p., 151 fig., 1 dépliant.
- Greppin Jean-Baptiste  
1855 *Notes géologiques sur les terrains modernes, quaternaires et tertiaires du Jura bernois et en particulier du Val de Delémont*. Fretz, Zurich, 71 p., 3 pl. (Nouveaux mémoires de la Société helvétique des sciences naturelles 14).
- Guélat Michel  
1988 Aspects géologiques. In: Masserey Catherine, Boillat-Baumeler Jacqueline et al.: *Prospection archéologique. Sondages dans la vallée de Delémont*. 1987. AT 3, p. 9-24, 8 fig.
- 1993 La dynamique fluviatile et palustre dans les vallées jurassiennes au cours des derniers 15 000 ans: l'exemple de la région des Montoyes (Jura suisse). In: Guélat, Rachoud-Schneider, Eschenlohr et al. 1993, p. 15-52, ill.
- 1994a Etude géologique. In: Schenardi Maruska et al.: *Le site du Haut Moyen Age de Develier, La Pran (JU, Suisse)*. *Fouilles 1993*. AT 30, p. 17-34, ill.
- 1994b Situation géologique et cadre stratigraphique. In: Othenin-Girard Blaise, Paupe Patrick, Fellner Robert et al.: *Sondages complémentaires sur les sections 4 et 6 de la N16*. *Fouilles 1993*. AT 27, p. 35-39, ill.
- 1995a Etude géologique. In: Fellner Robert, Pousaz Nicole, Taillard Pascal et al.: *Le site de Courtételle, Tivila (JU, Suisse)*. *Haut Moyen Age et Age du Fer*. *Fouilles 1994*. AT 39, p. 17-24 et 129-135, ill.
- 1995b La plaine de La Pran: approche géologique. In: Schenardi Maruska, Fellner Robert et al.: *Le Haut Moyen Age à Develier, La Pran et à Courtételle, Tivila (JU, Suisse)*. *Synthèse - Premier bilan*. AT 40, p. 4-6.
- 1996a Approche chronologique et spatiale des aménagements de berge de ruisseau. In: Federici-Schenardi Maruska et al.: *Le site du Haut Moyen Age de Develier, La Pran (JU, Suisse)*. *Fouilles 1995*. AT 45, p. 43-50, ill.
- 1996b Stratigraphie et reconstitution des événements. In: Fellner Robert et al.: *Le site du Haut Moyen Age de Courtételle, Tivila (JU, Suisse)*. *Fouilles 1995*. AT 46, p. 28-36, ill.
- 1996c Etude géologique: problématique. Bilan méthodologique. In: Federici-Schenardi Maruska et Fellner Robert et al.: *Le Haut Moyen Age à Develier, La Pran et à Courtételle, Tivila (JU, Suisse)*. *Mise en place de l'élaboration du site*. AT 47, p. 7-10.
- 1997 Etude géologique: bilan des travaux de terrain et planification de la recherche. In: Federici-Schenardi Maruska, Fellner Robert et al.: *Le Haut Moyen Age à Develier, La Pran et à Courtételle, Tivila (JU, Suisse)*. *Etude 1996*. AT 53, p. 6-10.
- 1998 Géologie. In: Federici-Schenardi Maruska, Fellner Robert et al.: *L'habitat du Haut Moyen Age à Develier-Courtételle (JU, Suisse)*. *Etude 1997*. AT 60, p. 13-26, ill.

- 1999 *Frasses - Praz au Doux (FR): étude géologique*. Rapport non publié, 46 p., 23 fig.
- 2005 Analyse micromorphologique de structures archéologiques. In: Federici-Schenardi Maruska, Fellner Robert et al.: *Develier-Courtételle, un habitat rural mérovingien*. 1. Structures et matériaux de construction. CAJ 13, p. 275-300, ill.
- 2006 Le Quaternaire dans le canton du Jura. Les témoins de la période géologique la plus récente et leur signification. *Actes 2005 de la Société jurassienne d'Emulation*, Porrentruy, p. 9-32.
- 2009 Stratigraphie et sédimentologie des dépôts. Evolution du paysage et paléohydrologie à l'époque protohistorique (2000-200 av. J.-C.). In: Pousaz Nicole et al.: *Delémont, En La Pran (Jura, Suisse): environnement et premières installations humaines entre Mésoolithique récent et Bronze final*. CAJ 22.
- Guélat Michel, Rachoud-Schneider Anne-Marie, Eschenlohr Ludwig et al.  
1993 *Archives palustres et vestiges de l'Age du Bronze entre Glovelier et Boécourt (JU, Suisse)*. CAJ 4, 184 p., 118 fig., 22 pl., 4 dépliants hors texte.
- Harris Edward  
1992 *Principles of archaeological stratigraphy*. Academic Press, London, 170 p.
- Jaccard Henri  
1978 *Essai de toponymie. Origine des noms de lieux habités et des lieux dits de la Suisse romande*. Slatkine, Genève, 558 p.
- Kalicki Tomasz et Krapiec Marek  
1995 Problems of dating alluvium using buried subfossil tree trunks: lessons from the "black oaks" of the Vistula Valley, Central Europe. *The Holocene* 5.2, p. 243-250.
- Kälin Daniel  
1997 Litho- und Biostratigraphie der mittel- bis obermiozänen Bois de Raube-Formation (Nordwestschweiz). *Eclogae geologicae Helveticae* 90.1, p. 97-114, 6 fig., 7 tab.
- Lamb Hubert Horace  
1989 *Klima und Kulturgeschichte: der Einfluss des Wetters auf den Gang der Geschichte*. Rohwohlt, Hamburg, 448 p.
- Lambert Georges et Lavier Catherine  
1991 Datation des bois. In: Paccolat Olivier et al.: *L'établissement gallo-romain de Boécourt, les Montoyes (JU, Suisse)*. CAJ 1, p. 89-92, ill.
- Lavoie Martin et Richard J.H.  
2000 Paléoécologie de la tourbière du lac Malbaie, dans le massif des Laurentides (Québec): évaluation du rôle du climat sur l'accumulation de la tourbe. *Géographie physique et Quaternaire* 54.2, p. 169-185.
- Légeret Vincent  
2000 *Le mausolée gallo-romain de La Communance à Delémont*. Fouilles 1999. AT 77, 47 p., 32 fig.
- 2001 *Le mausolée gallo-romain de La Communance à Delémont*. Fouilles, études et activités 2000. AT 90, 64 p., 44 fig.
- Liniger Hans  
1925 *Geologie des Delsberger Beckens und der Umgebung von Movelier*. Franke, Bern, 71 p. (Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz 55.4).
- Macaire Jean-Jacques  
1990 L'enregistrement du temps dans les dépôts fluviaux superficiels: de la géodynamique à la chronostratigraphie. *Quaternaire* 1, p. 41-49.
- Magny Michel  
2004 Holocene climate variability as reflected by mid-European lake-level fluctuations and its probable impact on prehistoric human settlements. *Quaternary international* 113, p. 65-79.
- Magny Michel et Richard Hervé  
1992 Essai de synthèse: vers une courbe de l'évolution du climat entre 500 BC et 500 AD. *Les nouvelles de l'archéologie* 50, p. 58-60.
- Manneville Olivier (dir.)  
1999 *Le monde des tourbières et des marais*. Delachaux et Niestlé, Lausanne, 320 p.
- Masserey Catherine, Eschenlohr Corinne, Othenin-Girard Blaise et al.  
1990 *Sondages dans la vallée de Delémont et en Ajoie*. 1989. AT 8, 243 p., 56 fig., ill.
- McCave I.N. et al.  
1986 Evaluation of laser-diffraction-size analyser for use with natural sediments. *Journal of sedimentary petrology* 56, p. 561-564.
- Ministère de l'Environnement  
«Lacs et plans d'eau de France: le Lac de l'Abbaye» (en ligne).www.environnement.gouv.fr (page consultée le 4 juin 2004).
- Moor Max  
1950 Das Waldkleid des Jura. *Neujahrsblatt der GBGG* 128, Basel, 55 p.
- Motschi Andreas  
1991 Das frühmittelalterliche Gräberfeld von Seewen-Galgenhügel (SO). *Archäologie des Kantons Solothurn* 7, p. 7-76, 43 fig., 7 pl.
- Nanson Gerald C.  
1980 Point bar and floodplain formation of the meandering Beatton River, northeastern British Columbia, Canada. *Sedimentology* 27.1, p. 3-30.
- OFS (Office fédéral de la statistique)  
2002 *Espace et environnement: survol. Donnée climatique en 2001* (en ligne).www.statistik.admin.ch (page consultée le 29 avril 2004).
- Passega R.  
1957 Texture as characteristic of clastic deposition. *American Association of Petroleum Geologists bulletin* 41, p. 1952-1984.
- 1964 Grain size representation by C-M pattern as a geological tool. *Journal of sedimentary petrology* 34, p. 830-847.
- Passega R. et Byramjee R.  
1969 Grain size image of clastic deposits. *Sedimentology* 13.3-4, p. 233-252.
- Pastre Jean-François, Leroyer Chantal, Limondin-Lozouet Nicole et al.  
2002 L'Holocène du Bassin parisien: variations environnementales et réponses géoécologiques des fonds de vallées. In: Richard et Vignot (dir.) 2002, p. 61-73, 5 fig., 1 tab.
- Paupé Patrick et al.  
1999 *Sondages sur la section 7 de l'A16 à Delémont*. Fouilles 1998. AT 64, 56 p., 28 fig.
- Peiry Jean-Luc  
1988 *Approche géographique de la dynamique spatio-temporelle des sédiments d'un cours d'eau intra-montagnard: l'exemple de la plaine alluviale de l'Arve (Haute-Savoie)*. Université Jean Moulin - Lyon 3, 378 p. (Thèse de doctorat, document inédit).
- 1994 Application de l'analyse statistique multivariée et de l'image CM des dépôts fluviaux à la reconstitution des paléoenvironnements fluviaux. L'exemple d'un bras mort du Rhône en amont de Lyon. *Quaternaire* 5.2, p. 59-67.
- Petit F. et Daxhelet C.  
1989 Détermination du débit à pleins bords et de sa récurrence dans différentes rivières de moyenne et haute Belgique. *Bulletin de la Société géographique de Liège* 25, p. 69-84.

- Pousaz Nicole, Elyaqtime Mustapha, Guélat Michel et al.  
 2000 Delémont JU-En La Pran. De l'âge du Bronze au Moyen Age. Une nécropole du Bronze final dans son environnement archéologique et sédimentaire. *ASSPA* 83, p. 79-94, 16 fig.
- Pousaz Nicole et Taillard Pascal  
 1995 Le site protohistorique. In: Fellner Robert, Pousaz Nicole, Taillard Pascal et al.: *Le site de Courtételle, Tivola (JU, Suisse). Haut Moyen Age et Age du Fer. Fouilles 1994*. *AT* 39, p. 123-155, ill.
- Provansal Mireille, Berger Jean-François, Bravard Jean-Paul et al.  
 1999 Le régime du Rhône dans l'Antiquité et au Haut Moyen Age. In: Leveau Philippe (réd.): *Le Rhône romain: dynamiques fluviales, dynamiques territoriales*. *Gallia* 56, p. 13-32.
- Rachoud-Schneider Anne-Marie  
 1993 Contribution à l'histoire de la végétation tardi- et postglaciaire de la vallée de Delémont à partir des données de la palynologie. In: Guélat, Rachoud-Schneider, Eschenlohr et al. 1993, p. 53-74, ill.
- Reimer Paula, Baillie Mike, Bard Edouard et al.  
 2004 IntCal04 terrestrial radiocarbon age calibration, 0-26 cal kyr BP. *Radiocarbon* 46.3, p. 1029-1058.
- Reineck Hans-Erich et Singh Indra Bir  
 1980 *Depositional sedimentary environments. With reference to terrigenous clastics*. Springer, Berlin, 549 p., ill. (Springer study edition).
- REKLIP (Regio-Klima-Projekt, Projet climatologique régional)  
 1995 *Atlas climatique du fossé rhénan méridional*. ETH, IFG et Coprur, Zürich, Offenbach et Strasbourg, 2 vol. de cartes et textes.
- Richard Hervé et Vignot Anne (dir.)  
 2002 *Equilibres et ruptures dans les écosystèmes depuis 20000 ans en Europe de l'Ouest*. Actes du colloque international de Besançon, 18-22 septembre 2000. Presses universitaires de Franche-Comté, Besançon, 488 p., ill. (Annales littéraires de l'Université de Franche-Comté 730, Environnement, sociétés et archéologie 3).
- Schenardi Maruska et al.  
 1995 *Le site du Haut Moyen Age de Develier, La Pran (JU, Suisse). Fouilles 1994*. *AT* 38, 150 p., 59 fig., ill.
- Schmid Emil  
 1949 *Carte de la végétation de la Suisse à 1:200 000, feuille 1*. Hans Huber, Berne.
- Starkel Leszek  
 1991 Long-distance correlation of fluvial events in the temperate zone. In: Starkel Leszek et al. (réd.): *Temperate paleohydrology. Fluvial processes in the temperate zone during the last 15 000 years*. John Wiley & Sons, New York, p. 473-495.
- Stuiver Marc, Reimer Paula, Bard E. et al.  
 1998 INTCAL98 radiocarbon age calibration, 24,000-0 cal BP. *Radiocarbon* 40.3, p. 1041-1083.
- Suter Max  
 1978 Geologische Interpretation eines reflexionsseismischen W-E Profils durch das Delsberger Becken (Faltenjura). *Eclogae geologicae Helveticae* 71.2, p. 267-275, 5 fig.
- Thurmann Jules  
 1849 *Essai de phytostatique appliqué à la chaîne du Jura et aux contrées voisines, ou Etude de la dispersion des plantes vasculaires envisagée principalement quant à l'influence des roches sous-jacentes*. Berne, 2 vol.
- van Geel Bas et Magny Michel  
 2002 Mise en évidence d'un forçage solaire du climat à partir de données paléocéologiques et archéologiques: la transition Subboréal-Subatlantique. In: Richard et Vignot (dir.) 2002, p. 107-122, 4 fig., 1 tab.
- Bibliographie du chapitre 4**
- Akeret Örn  
 2000 *Analyse pflanzlicher Grossreste im Kot von jungsteinzeitlichen Rindern, Schafen und Ziegen. Ein Beitrag zur Erforschung vorgeschichtlicher Viehwirtschaftssysteme. Inauguraldissertation*. Université de Bâle. (Thèse de doctorat, document inédit).
- Ammann Brigitta  
 1989 *Late-Quaternary palynology at Lobsigensee. Regional vegetation history and local lake development*. Cramer, Berlin/Stuttgart, 157 p., ill. (Dissertationes botanicae 137).
- Behre Karl-Ernst  
 1972 Kultur- und Wildpflanzenreste aus der Marschgrabung Jemumkloster/Ems (um Chr. Geb.). *Neue Ausgrabungen und Forschungen in Niedersachsen* 7, p. 164-184.
- Broström Anna, Sugita Shinya, Gaillard Marie-José et al.  
 2005 Estimating the spatial scale of pollen dispersal in the cultural landscape of southern Sweden. *The Holocene* 15.2, p. 252-262.
- Bunting M. Jane, Gaillard Marie-José, Sugita Shinya et al.  
 2004 Vegetation structure and pollen source area. *The Holocene* 14.5, p. 651-660.
- Erdtman Gunnar  
 1934 *Über die Verwendung von Essigsäureanhydrid bei Pollen-untersuchungen*. *Svensk bot. tidskr.* 28, p. 354-358.
- Fægri Knut et Iversen Johannes  
 1975 *Textbook of pollen analysis*. Munksgaard, Copenhagen, 295 p.
- Ferrière Alain  
 1984 Le travail du textile en Région Centre de l'Age du Fer au Haut Moyen-Age. *Revue archéologique du Centre de la France* 23.2, p. 209-275.
- Gay Jacques  
 1987 *La fabrication des cordages au 18<sup>e</sup> siècle*. Cloître des Carmes, Jonzac, 41 p. (Publications de l'Université francophone d'été).
- Gerber Christophe  
 2003 Court-Chaluet. A la découverte d'une verrerie jurassienne du 18<sup>e</sup> siècle. *NIKE Bulletin* 2003.1, p. 14-18.
- Hager K.  
 1918 Flachs und Hanf und ihre Verarbeitung im Bündner Oberland. *Jahrbuch des Schweizer Alpenclub* 53, p. 129-178.
- Hubschmid F. et Lang Gerhard  
 1985 Les Embreux. **Holocene environments of a mire in the Swiss Jura mountains**. In: Lang Gerhard (réd.): *Swiss lake and mire environments during the last 15000 years*. Cramer, Vaduz, p. 115-125. (Dissertationes botanicae 87).
- Körper-Grohne Udelgard  
 1985 Die biologischen Reste aus dem hallstattzeitlichen Fürstengrab von Hochdorf, Gemeinde Eberdingen (Kreis Ludwigsburg). In: Körper-Grohne Udelgard et Küster Hansjörg: *Hochdorf I*. Theiss, Stuttgart, p. 87-265, 21 fig., 50 pl. (Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 19).
- Kühn Marlu et Hadorn Philippe  
 2004 **Pflanzliche Makro- und Mikroreste aus Dung von Wiederkäuern**. In: Jacomet Stefanie, Leuzinger Urs et Schibler Jörg: *Die jungsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon-Bleiche 3. Umwelt und Wirtschaft*. Departement für Erziehung und Kultur des Kantons Thurgau, Frauenfeld, p. 327-350. (Archäologie im Thurgau 12).
- Lang Gerhard  
 1994 *Quartäre Vegetationsgeschichte Europas. Methoden und Ergebnisse*. Gustav Fischer, Jena et Stuttgart, 462 p.

- Michka  
1995 *Le chanvre, renaissance du cannabis*. Georg, Genève, 169 p.
- Mitchell Edward, van der Knaap Willem, van Leeuwen Jacqueline et al.  
2001 The palaeoecological history of the Praz-Rodet bog (Swiss Jura) based on pollen, plant macrofossils and testate amoebae (Protozoa). *The Holocene* 11.1, p. 65-80.
- Moore Peter Dale et Webb Judith  
1978 *An illustrated guide to pollen analysis*. Hodder and Stoughton, London, 133 p.
- Nielsen Anne Brigitte et Sugita Shinya  
2005 Estimating relevant source area of pollen for small Danish lakes around AD 1800. *The Holocene* 15, 1006-2000.
- Peter Hans-Jakob  
1983 *Flachs und Hanf*. Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale, Zollikofen, 33 p.
- Pline l'Ancien  
1964 *Histoire naturelle, Livre XIX*. Traduit et édité par Jacques André. Les Belles-Lettres, Paris, 185 p. (Collection des universités de France).
- Punt Wim et Clarke G.C.S. (dir.)  
1976-1984  
*The Northwest European pollen flora, I-IV*. Elsevier, Amsterdam.
- Rachoud-Schneider Anne-Marie  
1993 Contribution à l'histoire de la végétation tardi- et postglaciaire de la vallée de Delémont à partir des données de la palynologie. In: Guélat Michel, Rachoud-Schneider Anne-Marie, Eschenlohr Ludwig et al.: *Archives palustres et vestiges de l'Age du Bronze entre Glovelier et Boécourt (JU, Suisse)*. CAJ 4, p. 53-74.
- Roos-Barraclough Fiona, van der Knaap Willem, van Leeuwen Jacqueline et al.  
2004 A Late-glacial and Holocene record of climatic change from a Swiss peat humification profile. *The Holocene* 14.1, p. 7-19.
- Sjögren Per  
2006 The development of pasture woodland in the southwest Swiss Jura Mountains over 2000 years, based on three adjacent peat profiles. *The Holocene* 16.2, p. 210-223.
- Stockmarr Jens  
1971 Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et spores* 13, p. 615-621.
- Tinner Willy, Hubschmid Priska, Wehrli Michael et al.  
1999 Long-term forest fire ecology and dynamics in southern Switzerland. *Journal of ecology* 87, p. 273-289.
- Toussaint-Samat Maguelonne  
1990 *Histoire technique & morale du vêtement*. Bordas, Paris. 470 p. (Cultures).
- van der Knaap Willem, van Leeuwen Jacqueline, Fankhauser Andreas et al.  
2000 Palynostratigraphy of the last centuries in Switzerland based on 23 lake and mire deposits: chronostratigraphic pollen markers, regional patterns, and local histories. *Review of palaeobotany and palynology* 108.1-2, p. 85-142.
- van der Knaap Willem, van Leeuwen Jacqueline, Finsinger Walter et al.  
2005 Migration and population expansion of *Abies*, *Fagus*, *Picea*, and *Quercus* since 15000 years in and across the Alps, based on pollen-percentage threshold values. *Quaternary science reviews* 24.5-6, p. 645-680.
- Wegmüller Samuel  
1966 *Über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des südwestlichen Jura*. Huber, Bern, 142 p. (Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz 48).
- 1984 Zur Ausbreitungsgeschichte von *Buxus sempervirens* im Spät- und Postglazial in Süd- und Mitteleuropa. In: Lang Gerhard (éd.): *Festschrift Max Welten*. Cramer, Vaduz, p. 333-344. (Dissertationes botanicae 72).
- Welten Max  
1952 *Über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des Simmentals*. Huber, Bern, p. 1-135. (Veröffentlichungen des geobotanischen Institutes Rübel in Zürich 26).
- Wick Lucia et Möhl Adrian  
2006 The mid-Holocene extinction of silver fir (*Abies alba*) in the Southern Alps: a consequence of forest fires? Palaeobotanical records and forest simulations. *Vegetation history and archaeobotany* 15.4, p. 435-444.
- Wick Lucia, van Leeuwen Jacqueline, van der Knaap Willem et al.  
2003 Holocene vegetation development in the catchment of Sägistalsee (1935 m asl), a small lake in the Swiss Alps. *Journal of paleolimnology* 30.3, p. 261-272.

### Bibliographie du chapitre 5

- Aeschmann David et al.  
1996 *Index synonymique de la flore de Suisse*. Centre du réseau suisse de floristique, Genève, 318 p., ill. (Documenta floristicae Helvetiae 1).
- Akeret Örne  
2000 *Analyse pflanzlicher Grossreste im Kot von jungsteinzeitlichen Rindern, Schafen und Ziegen. Ein Beitrag zur Erforschung vorgeschichtlicher Viehwirtschaftssysteme*. Inauguraldissertation. Universität de Bâle. (Thèse de doctorat, document inédit).
- 2002 Archäobotanische Makroanalysen an Kotresten von Schafen/Ziegen. In: Achour-Uster Christina et al.: *Die Seeufersiedlungen in Horgen. Die neolithischen und bronzzeitlichen Fundstellen Dampfschiffsteg und Scheller*. Kantonsarchäologie, Zürich und Egg, p. 204-207, ill. (Monographien der Kantonsarchäologie Zürich 36).
- Bakels Corrie  
1999 Dury Le Moulin (Somme): étude des restes botaniques. *RAP* 1-2, p. 237-245.
- Behre Karl-Ernst et Jacomet Stefanie  
1991 The ecological interpretation of archaeobotanical data. In: Van Zeist Willem, Wasylikowa Krystina et Behre Karl-Ernst (éd.): *Progress in Old World palaeoethnobotany*. Balkema, Rotterdam, p. 81-108.
- Beijerinck Willem  
1947 *Zadenatlas der Nederlandsche Flora*. Veenman, Wageningen, 316 p.
- Brombacher Christoph  
1995a Résultats préliminaires des analyses des macrorestes végétaux provenant du site du Haut Moyen-Age de «La Pran» (Develier/Delémont). In: Schenardi Maruska et al.: *Le site du Haut Moyen Age de Develier, La Pran (JU, Suisse)*. Fougères 1994. AT 38, Annexe D.
- 1995b L'économie néolithique à travers l'archéobotanique. In: Stöckli Werner, Niffeler Urs et Gross-Klee Eduard (dir.): *SPM 2: Neolithikum = Néolithique = Neolitico*, p. 86-96.
- 1999 La Neuveville. L'histoire du paysage révélée par l'étude des macrorestes végétaux. *Archéologie dans le canton de Berne* 4B, p. 277-284, 7 fig., 1 tab.
- Brombacher Christoph et Jacomet Stefanie  
1997 Ackerbau, Sammelwirtschaft und Umwelt: Ergebnisse archäobotanischer Untersuchungen. In: Schibler et al. 1997, p. 220-230.

- Brombacher Christoph, Jacomet Stefanie et Kühn Marlu  
 1997 Mittelalterliche Kulturpflanzen aus der Schweiz und Liechtenstein: eine Übersicht der archäologischen Nachweise. In: De Boe Guy et Verhaeghe Frans (éd.): *Environment and subsistence in Medieval Europe*. Papers of the «Medieval Europe Brugge 1997» Conference, vol. 9. Instituut voor het Archeologisch Patrimonium, Zellik, p. 95-111.
- Brouwer Walther et Stählin Adolf  
 1975 *Handbuch der Samenkunde für die Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwirtschaft mit einem Schlüssel zur Bestimmung der wichtigsten landwirtschaftlichen Samen*. DLG Verlag, Frankfurt, 655 p.
- Cappers René et al.  
 2006 *Digitale Zadenatlas van Nederland*. University library, Groningen, 502 p. (Groningen archaeological studies 4).
- Cardon Dominique et Chatenet Gaëtan du  
 1990 *Guide des teintures naturelles. Plantes-lichens, champignons, mollusques et insectes*. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel et Paris, 399 p., ill.
- Carruthers Wendy  
 2000 Mineralised plant remains. In: Lawson Andrew J.: *Potterne 1982-5. Animal husbandry in later prehistoric Wiltshire*. *Wessex archaeology report* 17, p. 72-84.
- Franke Wolfgang et Liberei Reinhard  
 2007 *Nutzpflanzenkunde. Nutzbare Gewächse der gemässigten Breiten, Subtropen und Tropen*. Thieme, Stuttgart, 476 p.
- Frohne Dietrich et Jensen Uwe  
 1992 *Systematik des Pflanzenreichs unter besonderer Berücksichtigung chemischer Merkmale und pflanzlicher Drogen*. Fischer, Stuttgart, 344 p.
- Gessner Otto  
 1931 *Die Gift- und Arzneipflanzen von Mitteleuropa. Mit besonderer Berücksichtigung ihrer Wirkungen*. Winter, Heidelberg, 347 p.
- Green Francis J.  
 1979 Phosphatic mineralisation of seeds from archaeological sites. *Journal of archaeological science* 6, p. 279-284.
- Guélat Michel, Rachoud-Schneider Anne-Marie, Eschenlohr Ludwig et al.  
 1993 *Archives palustres et vestiges de l'Age du Bronze entre Glovelier et Boécourt (JU, Suisse)*. CAJ 4, 184 p., 118 fig., 22 pl., 4 dépliés hors texte.
- Guyan Walter Ullrich  
 1976 Jungsteinzeitliche Urwald-Wirtschaft am Einzelbeispiel von Thayngen «Weier». *ASSPA* 59, p. 93-117, 29 fig.
- Haas Jean Nicolas et Rasmussen Peter  
 1993 Zur Geschichte der Schneitel- und Laubfutterwirtschaft in der Schweiz - eine alte Landwirtschaftspraxis kurz vor dem Aussterben. In: Brombacher Christoph et al. (dir.): *Festschrift Zoller. Beiträge zu Philosophie und Geschichte der Naturwissenschaften, Evolution und Systematik, Ökologie und Morphologie, Geobotanik, Pollenanalyse und Archäobotanik*. Cramer, Berlin, p. 469-489. (Dissertationes botanicae 196).
- Hegi Gustav  
 1906/29 *Illustrierte Flora von Mittel-Europa. Mit besonderer Berücksichtigung von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Zum Gebrauche in den Schulen und zum Selbstunterricht*. Lehmann, München, 7 vol.
- Hellwig Maren  
 1990 *Paläoethnobotanische Untersuchungen an mittelalterlichen und frühneuzeitlichen Pflanzenresten aus Braunschweig*. Cramer, Berlin, 196 p., ill. (Dissertationes botanicae 156).
- Hochuli Stefan, Schaeren Gishan F. et Weiss Johannes  
 1998 Ein Dorfbrand am Zugersee vor 5700 Jahren: ein archäologischer Glücksfall. *AS* 21.4, p. 134-143, 14 fig.
- Hopf Maria  
 1974 *Verkohlte Pflanzenreste aus Grab 48 von Schwyz-St. Martin*. *Mitteilungen des historischen Vereins des Kantons Schwyz* 66, p. 153-156.
- Hotz Gerhard et al.  
 2002 *Modellberechnungen zur agrarwirtschaftlichen Tragfähigkeit des Siedlungsraumes Schleithem*. In: Burzler Anke et al.: *Das frühmittelalterliche Schleithem-Siedlung, Gräberfeld und Kirche. Band 1*. Kantonsarchäologie, Schaffhausen, p. 459-469. (Schaffhauser Archäologie 5.1).
- Hüster-Plogmann Heidemarie et al.  
 1999 *Mittelalterliche Ernährungswirtschaft, Haustierhaltung und Jagd*. Eine archäozoologische Untersuchung ausgewählter Fundensembles aus der Schweiz und dem angrenzenden Ausland. *Beiträge zur Mittelalterarchäologie in Österreich* 15, p. 223-240.
- Irniger Margrit et Kühn Marlu  
 1997 Hanf und Flachs. Ein traditioneller Rohstoff in der Wirtschaft des Spätmittelalters und der frühen Neuzeit. *Traverse: Zeitschrift für Geschichte* 1997.2, p. 100-115.
- Jacomet Stefanie  
 1986 *Zur Morphologie subfossiler Samen und Früchte aus postglazialen See- und Kulturschichtsedimenten der neolithischen Siedlungsplätze "AKAD-Seehofstrasse" und "Pressehaus" am untersten Zürichsee*. *Botanica helvetica* 96.2, p. 159-204, ill.
- 2006 *Bestimmung von Getreidefunden aus archäologischen Ausgrabungen. 2. Auflage*. IPNA, Basel (pdf-file).
- Jacomet Stefanie et Blöchliger Corinne  
 1994 *Verkohlte Pflanzenreste aus einem frühmittelalterlichen Grubenhäus (7./8. Jh. AD) auf dem Basler Münsterhügel Grabung Münsterplatz 16, Reischacherhof, 1977/3. Jahresbericht der archäologischen Bodenforschung des Kantons Basel-Stadt 1991*, p. 106-143, 20 fig., 2 pl., 11 tab.
- Jacomet Stefanie, Brombacher Christoph et Dick Martin  
 1989 *Archäobotanik am Zürichsee. Ackerbau, Sammelwirtschaft und Umwelt von neolithischen und bronzezeitlichen Seeufersiedlungen im Raum Zürich. Ergebnisse von Untersuchungen pflanzlicher Makroreste der Jahre 1979-1988*. Orell Füssli, Zürich, 348 p., 85 fig., 15 pl., 98 tab. (Berichte der Zürcher Denkmalpflege, Monographien 7).
- Jacomet Stefanie et Kreuz Angela  
 1999 *Archäobotanik. Aufgaben, Methoden und Ergebnisse vegetations- und agrargeschichtlicher Forschung*. Ulmer, Stuttgart, 368 p.
- Karg Sabine  
 1996 *Ernährung und Agrarwirtschaft in der spätmittelalterlichen Stadt Laufen (Schweiz). Paläoethnobotanische Funde aus der Holzhäuserzeile am Rathausplatz*. Cramer, Berlin, 217 p., ill. (Dissertationes botanicae 262).
- Körber-Grohne Udelgard  
 1987 *Nutzpflanzen in Deutschland. Kulturgeschichte und Biologie*. Theiss, Stuttgart, 490 p., 132 pl., ill.
- 1996 *Pflaumen, Kirschkpflaumen, Schlehen. Heutige Pflanzen und ihre Geschichte seit der Frühzeit*. Theiss, Stuttgart, 314 p., ill.
- Kreuz Angela  
 1990 *Die ersten Bauern Mitteleuropas. Eine archäobotanische Untersuchung zu Umwelt und Wirtschaft der ältesten Bandkeramik*. Universität de Leiden, 256 p., ill. (Analecta praehistorica Leidensia 23).
- Kühn Marlu  
 1996 *Spätmittelalterliche Getreidefunde aus einer Brandschicht des Basler Rosshof-Areals (15. Jahrhundert AD)*. Archäologische Bodenforschung des Kantons Basel-Stadt, Basel, 118 p. (Materialhefte zur Archäologie in Basel 11).

- 2000 *Zur Ernährungs- und Landschaftsgeschichte der Nordwestschweiz von der Spätantike bis ins hohe Mittelalter. Archäobotanische Untersuchungen verkohlter Pflanzenreste aus Grubenhäusern der mittelalterlichen Siedlung Lausen-Bettenach, Kanton Basel-Landschaft, Schweiz. Université de Bâle, 251 p. (Thèse de doctorat, document inédit).*
- Kühn Marlu et al.  
2002 Äpfel, Birnen, Nüsse. Funde und Befunde eines Speicherbaus des 13. Jahrhunderts bei der Mörsburg. In: Gisler Josef et Stromer Markus (éd.): *Archäologie im Kanton Zürich 1999-2000*. Kantonsarchäologie, Zürich, p. 271-308, 33 fig., 3 pl., 1 tab. (Berichte der Kantonsarchäologie Zürich 16).
- Liniger Cléa et al.  
2006 Deuxième système de drainage et aménagement des chemins. Fossé 36. In: Bernarz Marcin et al.: *Plateau de Bevaix, 2. Histoire et préhistoire d'un paysage rural: le site des Paquiers. Tome 2*. Service et musée cantonal d'archéologie, Neuchâtel, p. 239-251, ill. (Archéologie Neuchâteloise 36.2).
- Ludemann Thomas  
1994 Vegetations- und Landschaftswandel im Schwarzwald unter anthropogenem Einfluss. *Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft* 6, p. 7-39.
- Lundstrom-Baudais Karen et al.  
1993 Le milieu végétal au XI<sup>e</sup> siècle: macrorestes et paléosemences. In: Colardelle Michel et Verdel Eric (dir.): *Les habitats du lac de Paladru (Isère) dans leur environnement. La formation d'un terroir au XI<sup>e</sup> siècle*. DAF 40, p. 77-97, ill.
- Lundström-Baudais Karen et Guild Rollins  
1997 Réflexion sur l'agriculture au X<sup>e</sup> siècle: le site de l'église Saint-Etienne à Mulhouse (F). In: De Boe Guy et Verhaeghe Frans (éd.): *Environment and subsistence in Medieval Europe*. Papers of the «Medieval Europe Brugge 1997» Conference, vol. 9. Instituut voor het Archeologisch Patrimonium, Zellik, p. 123-133.
- Machatschek Michael  
1999 *Nahrhafte Landschaft. Ampfer, Kümmel, Wildspargel, Rapunzelgemüse, Speiselaub und andere wiederentdeckte Nutz- und Heilpflanzen*. Böhlau, Köln, 284 p.
- Maier Ursula  
2001 *Archäobotanische Untersuchungen in der neolithischen Ufersiedlung Hornstaad-Hörnle IA am Bodensee*. In: Maier Ursula et Vogt Richard: *Botanische und pedologische Untersuchungen zur Ufersiedlung Hornstaad-Hörnle IA*. Theiss, Stuttgart, p. 9-384, 115 fig., 50 pl., 17 tab. (Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 74; Siedlungsarchäologie im Alpenvorland VI).
- Maurizio Adam  
1927 *Die Geschichte unserer Pflanzennahrung. Von der Urzeiten bis zur Gegenwart*. Paul Parey, Berlin, 480 p.
- Miller T.E.  
1992 A cautionary note on the use of morphological characters for recognising taxa in wheat (genus *Triticum*). In: Anderson Patricia C. (dir.): *Préhistoire de l'agriculture. Nouvelles approches expérimentales et ethnographiques*. CNRS, p. 249-253. (Monographie du Centre de recherches archéologiques 6).
- Moor Max  
1952 *Die Fagion-Gesellschaften im Schweizer Jura*. Huber, Bern, 201 p., ill. (Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz 31).
- Pfister Christian  
1984 *Bevölkerung, Klima und Agrarmodernisierung 1525-1860*. Haupt, Bern, 163 p., ill. (Academica helvetica 6.2).
- Rasmussen Peter  
1993 Analysis of goat/sheep faeces from Egolzwil 3, Switzerland: Evidence for branch and twig foddering of livestock in the Neolithic. *Journal of archaeological science* 20, p. 479-502.
- Richard Jean-Louis  
1961 *Les forêts acidophiles du Jura. Etude phytosociologique et écologique*. Huber, Berne, 164 p., ill. (Matériaux pour le levé géobotanique de la Suisse 38).
- Rippmann Dorothee  
1996 Gärten, Obstbäume und Obst im Mittelalter. In: *Fundgruben. Stille Örtchen ausgeschöpft*. Historisches Museum, Basel, p. 87-94.
- Rösch Manfred  
1988 Pflanzenreste der Merowingerzeit aus Mengen am Tuniberg, Kreis Breisgau-Hochschwarzwald. *Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg* 1987, p. 164-165.
- 1991 Knochen und Pflanzenreste des frühen Mittelalters von Lauchheim, Ostalbkreis. *Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg* 1990, p. 215-220.
- 1997 Ackerbau und Ernährung. Pflanzenreste aus alamannischen Siedlungen. In: Fuchs Karlheinz et al. (éd.): *Die Alamannen*. Catalogue de l'exposition de Stuttgart, Zürich et Augsburg, 1997-1998. Theiss, Stuttgart, p. 323-330, ill.
- 2004 Eisenzeitliche und frühmittelalterliche Pflanzenreste aus Mühlhausen-Ehingen, Kreis Konstanz. *Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg* 2003, p. 46-48.
- Rösch Manfred, Jacomet Stéphanie et Karg Sabine  
1992 The history of cereals in the region of the former Duchy of Swabia (Herzogtum Schwaben) from the Roman to the Post-medieval period: results of archaeobotanical research. *Vegetation history and archaeobotany* 1.4, p. 193-231.
- Rösch Manfred et Fischer Elske  
2004 Aussergewöhnliche pflanzliche Funde aus Alamannengräbern des sechsten Jahrhunderts von Trossingen (Kreis Tuttlingen, Baden-Württemberg). *Archäologisches Korrespondenzblatt* 34.2, p. 271-276.
- Roth Lutz et al.  
1988 *Giftpflanzen, Pflanzengifte. Vorkommen, Wirkung, Therapie. Allergische und phototoxische Reaktionen*. Ecomed, Landsberg, 1119 p., ill.
- Ruas Marie-Pierre  
1992a Graines et fruits mérovingiens à Genlis «La Borde». In: Catteddu Isabelle: *L'habitat rural mérovingien de Genlis (Côte-d'Or)*. RAE 43.1, p. 93-98, ill.
- 1992b Les plantes exploitées en France au Moyen Age d'après les semences archéologiques. In: *Plantes et cultures nouvelles en Europe occidentale, au Moyen Age et à l'époque moderne*. Douzièmes journées internationales d'histoire, Flaran, 11-13 septembre 1990. Comité départemental du tourisme du Gers, Auch, p. 9-35. (Flaran 12).
- 1998 Les plantes consommées au Moyen Age en France Méridionale d'après les semences archéologiques. In: *Usages et goûts culinaires au Moyen Age en Languedoc et en Aquitaine*. Actes du colloque de Carcassonne et Villerouge-Termenès, 21-23 juin 1996. Centre d'archéologie médiévale du Languedoc, Carcassonne, p. 179-204, ill. (Archéologie du Midi médiéval 15-16).
- Schibler Jörg et al.  
1997 *Ökonomie und Ökologie neolithischer und bronzezeitlicher Ufersiedlungen am Zürichsee. Ergebnisse der Ausgrabungen Mozartstrasse, Kanalisationssanierung Seefeld, AKAD/Pressehaus und Mythenschloss in Zürich*. Kantonsarchäologie, Zürich und Egg, 381 p., 334 fig., 8 pl., 61 tab. (Monographien der Kantonsarchäologie Zürich 20).

Stika Hans-Peter

- 1991 Die paläoethnobotanische Untersuchung der linearbandkeramischen Siedlung Hilzingen, Kreis Konstanz. *Fundberichte aus Baden-Württemberg* 16, p. 63-104.

Thiébaud Stephanie

- 2005 L'apport du fourrage d'arbre dans l'élevage depuis le Néolithique. *Anthropozoologica* 40.1, p. 95-108.

Willerdung Ulrich

- 1991 Präsenz, Erhaltung und Repräsentanz von Pflanzenresten in archäologischem Fundgut. In: Van Zeist Willem, Wasylkova Krystina et Behre Karl-Ernst (éd.): *Progress in Old World palaeobotany*. Balkema, Rotterdam, p. 25-51.

Windler Renata, Rast-Eicher Antoinette et Mannering Ulla

- 1995 Nessel und Flachs - Textilfasern aus einem frühmittelalterlichen Mädchengrab in Flurlingen (Kanton Zürich). *AS* 18.4, p. 155-161.

Zohary Daniel et Hopf Maria

- 1994 *Domestication of plants in the Old World. The origin and spread of cultivated plants in West Asia, Europe and the Nile Valley*. Clarendon Press, Oxford, 279 p., ill. (Oxford science publications).

Zoller Heinrich et al.

- 1986 **Nutzungsbedingte Veränderungen in Mesobromion-Halbtrockenrasen in der Region Basel. Vergleich 1950-1980. *Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde* 48.2/3, p. 93-107.**

## Bibliographie du chapitre 6

Burga Conradin Adolf et Perret Roger

- 1998 *Vegetation und Klima der Schweiz seit dem jüngeren Eiszeitalter*. Ott, Thun, 805 p.

Burnand Jacques et al.

- 1998 *Clé de détermination des stations forestières du Canton du Jura et du Jura bernois*. Service des forêts et Office des forêts, République et Canton du Jura et Canton de Berne, 2 vol. [n.p.] et 140 p., ill.

Burnand Jacques, Brombacher Christoph et Queloz Rénald

- 2000 *Commune mixte de Develier: carte phytosociologique des forêts communales*. Commune mixte, Develier, 56 p. (Rapport inédit).

Burnand Jacques et Brombacher Christoph

- 2001 *Commentaires sur la carte phytosociologique des forêts de la ville de Delémont, partie sud-ouest*. Bourgeoisie, Delémont, 36 p. (Rapport inédit).

Choffat Cédric

- 2001 *Carte phytosociologique des forêts de la commune de Courtételle*. Commune mixte, Courtételle, 9 p., 3 plans. (Rapport inédit).

Davila Prado Sandrine

- 2004 Le bois. In: Federici-Schenardi Maruska, Fellner Robert et al.: *Develier-Courtételle, un habitat rural mérovingien. 1. Structures et matériaux de construction*. CAJ 13, p. 167-198.

Hotz Gerhard, Rehazek André et Kühn Marlu

- 2002 **Modellberechnungen zur agrarwirtschaftlichen Tragfähigkeit des Siedlungsraumes Schleithem**. In: Burzler Anke et al.: *Das frühmittelalterliche Schleithem - Siedlung, Gräberfeld und Kirche. Band 1. Kantonsarchäologie, Schaffhausen*, p. 459-469. (Schaffhauser Archäologie 5.1).

## Cartes

Atlas Siegfried

- 1873 *Atlas topographique de la Suisse 1:25 000, feuille 94*. Bureau topographique fédéral, Berne.

Carte nationale de la Suisse

- 1994, 2003 *Carte nationale 1:25 000, feuille Delémont (n° 1086)*. Office fédéral de topographie, Wabern.

Keller Walter Traugott et Liniger Hans

- 1930 *Atlas géologique de la Suisse 1:25 000, feuille Movelier, Soyhières, Delémont, Courrendlin (n° 1)*. Franke, Berne. (Société helvétique des sciences naturelles, Commission géologique).

Pfirter Urs et Hauber Lukas

- 1991 *Carte hydrogéologique de la Suisse 1:100'000, feuille Biel/Bienne (n° 4)*. Kümmerly+Frey, Berne. (Société helvétique des sciences naturelles, Commission géotechnique).

de Quervain Francis et al.

- 1964 *Carte géotechnique de la Suisse 1:200'000, feuille Neuchâtel, Bern, Basel (n° 1)*. Kümmerly+Frey, Berne. (Société helvétique des sciences naturelles, Commission géotechnique).

## Bibliographie du chapitre 7

Audoin-Rouzeau Frédérique

- 1991 *La taille du bœuf domestique en Europe de l'Antiquité aux temps modernes*. Association pour la promotion et la diffusion des connaissances archéologiques, Juan-les-Pins, 40 p., ill. (Fiches d'ostéologie animale pour l'archéologie Série B, Mammifères 2).

Bailon Salvador

- 1997 La grenouille rousse (*Rana temporaria*). Une source de nourriture pour les habitants de Chalain 3. In: Pétrequin Pierre (dir.): *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs et de Chalain (Jura)*. III. *Chalain station 3, 3200-2900 av. J.-C. Tome 2*. Fondation de la Maison des sciences de l'homme, Paris, p. 711-716, 14 fig. (Archéologie et culture matérielle).

- 1999 *Différenciation ostéologique des anoures (Amphibia, Anura) de France*. Association pour la promotion et la diffusion des connaissances archéologiques, Antibes, 40 p., ill. (Fiches d'ostéologie animale pour l'archéologie Série C, Varia 1).

Ballasina Donato

- 1984 *Guide des amphibiens d'Europe dans leur milieu naturel*. Duculot, Paris, 139 p., ill.

Bartosiewicz Lázlo, Van Neer Wim et Lentacker An

- 1997 *Draught cattle: their osteological identification and history*. Musée royal de l'Afrique centrale, Tervuren, 147 p. (Sciences zoologiques 281).

Beck C.

- 1997 Cheptel bovin, cheptel équin en milieu paysan en Bourgogne à la fin du Moyen Age. L'élevage médiéval. *Ethnozootechnie* 59, p. 21-28.

Bingen Hildegarde de

- 1989 *Le livre des subtilités des créatures divines. 2. Les arbres, les poissons, les oiseaux, les animaux, les reptiles*. Jérôme Million, Grenoble, 270 p.

Clavel Benoît

- 1992 Etude des vestiges osseux du site rural Mérovingien de Genlis « La Borde ». *RAE* 43.1, p. 90-92.

- 2001 *L'animal dans l'alimentation médiévale et moderne en France du Nord (XII<sup>e</sup> - XVIII<sup>e</sup> siècles)*. RAP (n° spécial 19), 204 p., ill.

Dottrens Emile

- 1963 *Batraciens et reptiles d'Europe*. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, 261 p., ill. (Les beautés de la nature).

Flandrin Jean-Louis

- 1990 L'alimentation paysanne. In: Flandrin Jean-Louis et Montanari Massimo (dir.): *Histoire de l'alimentation*. Fayard, Paris, p. 597-627.

- 1992 *Chronique de Platine pour une gastronomie historique*. Odile Jacob, Paris, 328 p., ill.
- Flandrin Jean-Louis, Hyman Philip et Hyman Mary  
1983 *Le cuisinier français*. Montalba, Paris, 543 p. (Bibliothèque bleue).
- Forest Vianneay  
1987 *Vestiges fauniques osseux du X<sup>e</sup> au XIV<sup>e</sup> siècle en Rhône-Alpes*. Ecole vétérinaire de Lyon, 103 p. (Thèse de doctorat, document inédit).
- Laurans Raymond  
1975 L'élevage du porc à l'époque médiévale. In: *L'homme et l'animal*. Premier colloque d'ethnozoologie, Paris, 28-30 novembre 1973. Institut international d'ethnoscience, Paris, p. 523-534.  
1976 Evolution de l'alimentation du porc domestique. 1. L'alimentation traditionnelle. *Ethnozootechnie* 16, p. 22-33.
- Laurieux Bruno  
1989 Manger l'impur. Animaux et interdits alimentaires durant le Haut Moyen Age. In: Couret Alain et Ogé Frédéric (réd.): *Histoire et animal*. Presses de l'Institut d'études politiques, Toulouse, p. 73-87. (Homme, animal, société 3).
- Lepetz Sébastien  
1996 *L'animal dans la société gallo-romaine de la France du Nord*. RAP (n° spécial 12), 174 p., ill.
- Mac Gregor Arthur  
1985 *Bone, antler, ivory and horn. The technology of skeletal materials since the Roman period*. Croom Helm, Londres et Sydney, 245 p., ill.
- Mac Gregor Arthur, Mainman Alisa J. et Rogers Nicola S.H.  
1999 *Craft, industry and everyday life: bone, antler, ivory and horn from anglo-scandinavian and medieval York*. Council for british archaeology, Londres, p. 1869-2072, ill. (The archaeology of York 17, The small finds 12).
- Matz Gilbert et Weber Denise  
1983 *Guide des amphibiens et reptiles d'Europe*. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel et Paris, 292 p., ill. (Les guides du naturaliste).
- Olive Claude  
1990 La cornaterie [et] La « tue-chat » et les viandes au XVI<sup>e</sup> siècle. In: *Se nourrir à Besançon au Moyen Age. A la table d'un vigneron de Battant*. Catalogue de l'exposition de Besançon, 10 mars-10 juin 1990. Musée des beaux-arts et d'archéologie, Besançon, p. 24-25 et 78-80, ill.  
1993 La faune terrestre. In: Colardelle Michel et Verdel Eric (dir.): *Les habitats du lac de Paladru (Isère) dans leur environnement. La formation d'un terroir au XI<sup>e</sup> siècle*. DAF 40, p. 98-115, ill.  
2001 Lyon, 54 rue Pierre Audry (Rhône). La faune: alimentation carnée. In: Faure-Boucharlat Elise (dir.): *Vivre à la campagne au Moyen Age: l'habitat rural du V<sup>e</sup> au XII<sup>e</sup> s. (Bresse, Lyonnais, Dauphiné), d'après les données archéologiques*. Association lyonnaise pour la promotion de l'archéologie en Rhône-Alpes, Lyon, p. 389-397, ill. (Documents d'archéologie en Rhône-Alpes et en Auvergne 21).  
2002 Les ossements d'animaux. In: Bel Valérie: *Pratiques funéraires du Haut-Empire dans le Midi de la Gaule. La nécropole gallo-romaine de Valladas à Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme)*. Association pour le développement de l'archéologie en Languedoc-Roussillon, Lattes, p. 49-51. (Monographies d'archéologie méditerranéenne 11).  
2003a Porrentruy JU-La Rasse: restes osseux provenant des complexes datés du Haut Moyen Age. In: Demarez Jean-Daniel: *Un bâtiment en pierre du 7<sup>e</sup> s. à Porrentruy (JU). Nouvelles données archéologiques dans le Jura mérovingien*. ASSPA 86, p. 163-165, 2 tab.
- 2003b La production animale sur deux territoires des Alpes du Nord (I<sup>er</sup>-III<sup>e</sup> et IV<sup>e</sup> siècles de notre ère). In: Lepetz Sébastien et Matterné Véronique (réd.): *Cultivateurs, éleveurs et artisans dans les campagnes de la Gaule romaine: matières premières et produits transformés*. Actes du 6<sup>e</sup> colloque de l'association AGER, Compiègne, 5-7 juin 2002. RAP 1-2, p. 227-237.
- Pacaut Marcel  
1980 Esquisse de l'évolution du droit de chasse au Haut Moyen Age. In: *La chasse au Moyen Age*. Actes du colloque de Nice, 22-24 juin 1979. Les Belles Lettres, Paris, p. 59-68. (Publications de la Faculté des lettres et des sciences humaines de Nice 20).
- Pastoureau Michel  
1994 L'homme et le mouton une histoire symbolique. In: Ducloux Jean-Claude et Pitte André (dir.): *L'homme et le mouton dans l'espace de la transhumance*. Glénat, Grenoble, p. 27-34.
- Prieur Jean  
1988 Les animaux sacrés dans l'Antiquité. Art et religion du monde méditerranéen. Ouest-France, Rennes, 201 p. (De mémoire d'homme).
- Putelat Olivier  
2004 *L'homme, l'animal et l'Ajoie au premier Moyen-Age: ostéologie des sites de Courtedoux-Creugnat et de Bure-Montbion (Jura, Suisse)*. Université de Paris I - Panthéon Sorbonne, 132 p., 59 fig., 9 tab. (Mémoire de DEA, UFR 03 - Histoire de l'art et archéologie, document inédit).
- Saly A.  
1984 Les oiseaux dans l'alimentation médiévale d'après le Viandier de Taillevent et le Ménagier de Paris. In: *Manger et boire au Moyen Age. 2. Cuisine, manières de table, régimes alimentaires*. Actes du colloque de Nice, 15-17 octobre 1982. Les Belles Lettres, Paris, p. 173-179. (Publications de la Faculté des lettres et des sciences humaines de Nice 28).
- Société herpétologique de France  
1978 *Atlas sur la répartition des reptiles et amphibiens de France*. Société herpétologique de France, Montpellier, 137 p.
- Stampfli Hans Rudolf  
1981 Das «Torf»rindskelett im Museum Swab – eine Rarität von internationaler Bedeutung. *Neues Bieler Jahrbuch* 1980, p. 45-54.
- Voser Isabelle  
1985 La faune de l'habitat de Sézégny (Genève - Suisse), IV<sup>e</sup> au VIII<sup>e</sup> s. ap. J.-C. (campagnes 1974 et 1982). *Archives des sciences* 38.1, p. 3-21.
- Wasserman Françoise  
1990 *La grenouille dans tous ses états*. Gallimard, Paris, 112 p. (Découvertes Gallimard 92).
- Yvinec Jean-Hervé  
1986 *Archéozoologie du site de Villiers-le-Sec*. Ecole des hautes études en sciences sociales, 139 p. (Mémoire de diplôme, document inédit).

## Bibliographie du chapitre 8

- Bechmann Roland  
1984 *Des arbres et des hommes. La forêt au moyen-âge*. Flammarion, Paris, 384 p.
- Becker Arnfried, Davenport Colin, Haeblerli Wilfried et al.  
2000 The Fulnau landslide and former Lake Seewen in the northern Swiss Jura Mountains. *Eclogae geologicae Helvetiae* 93.3, p. 291-305, 13 fig.
- Bégeot Carole et Richard Hervé  
1996 L'origine récente des peuplements de Pin à crochets (*Pinus uncinata* Miller ex Mirbel) sur la tourbière de Frasne et exploitation de la tourbe dans le Jura. *Acta botanica gallica* 143.1, p. 47-53.

- Behre Karl-Ernst  
 1999 The history of beer additives in Europe - a review. *Vegetation history and archaeobotany* 8, p. 35-48.
- Berger Jean-François  
 1996 Climat et dynamique des agrosystèmes dans la moyenne vallée du Rhône. In: Fiches Jean-Luc (dir.): *Le III<sup>e</sup> siècle en Gaule Narbonnaise. Données régionales sur la crise de l'Empire*. Actes de la table ronde du GDR 954, Aix-en-Provence, La Baume, 15-16 septembre 1995. Association pour la promotion et la diffusion des connaissances archéologiques, Antibes, p. 299-332.
- 2001 Evolution des agro- et des hydrosystèmes dans la région médiorhodanienne. In: Ouzoulias Pierre et al. (dir.): *Les campagnes de la Gaule à la fin de l'Antiquité*. Actes du 4<sup>e</sup> colloque de l'association AGER, Montpellier, 11-14 mars 1998. Association pour la promotion et la diffusion des connaissances archéologiques, Antibes, p. 369-403, 13 fig.
- Bossuet Gilles, Vannière Boris, Simonnet Walter et al.  
 2002 Caractérisation des changements environnementaux dans la basse vallée du Doubs (Neublans, Jura, France) durant le premier millénaire après J.-C. In: Bravard Jean-Paul et Magny Michel (dir.): *Les fleuves ont une histoire. Paléo-environnement des rivières et des lacs français depuis 15000 ans*. Errance, Paris, p. 125-134, 5 fig. (Archéologie aujourd'hui).
- Braillard Luc et al.  
 2002 Interactions entre occupation humaine et milieux naturels dans le bassin de Delémont (Jura, Suisse): l'âge du Bronze, un point de rupture manifeste dans la dynamique sédimentaire et l'évolution de la végétation. In: Richard Hervé et Vignot Anne (dir.): *Equilibres et ruptures dans les écosystèmes depuis 20 000 ans en Europe de l'Ouest*. Actes du colloque international de Besançon, 18-22 septembre 2000. Presses universitaires de Franche-Comté, Besançon, p. 213-221, 4 fig., 1 tab. (Annales littéraires de l'Université de Franche-Comté 730, Environnement, sociétés et archéologie 3).
- Columelle L.J. Moderatus  
 2002 *De l'agriculture*. Errance, Paris, 336 p.
- Dapples Florence et al.  
 2003 New records of Holocene landslide activity in the Western and Eastern Swiss Alps. Implication of climate and vegetation changes. *Eclogae geologicae Helvetiae* 96.1, p. 1-9.
- Gauthier Emilie  
 2004 *Forêts et agriculteurs du Jura. Les quatre derniers millénaires*. Presses universitaires franc-comtoises, Besançon, 197 p., ill. (Annales littéraires de l'Université de Franche-Comté 765, Environnement, sociétés et archéologie 6).
- Guélat Michel  
 2005 Etude géologique. In: Othenin-Girard Blaise et al.: *Courrendlin, En Solé (JU, Suisse). Habitats protohistoriques et structures de drainage de l'Antiquité au XX<sup>e</sup> s. Fouilles 2004*. AT 124, p. 11-18, 7 fig.
- 2006 Etude géologique. In: Othenin-Girard Blaise et al.: *Habitat de l'Age du Fer à Courrendlin, En Solé (Jura, Suisse). Fouilles 2005*. AT 134, p. 9-19, 9 fig.
- Hadorn Philippe  
 1994 *Palynologie d'un site néolithique et histoire de la végétation des derniers 16000 ans*. Service et musée cantonal d'archéologie, Neuchâtel, 124 p., 129 pl., ill. (Archéologie Neuchâteloise 18).
- Jacomet Stefanie et al.  
 1998 Evolution et transformations anthropiques de la végétation, agriculture et cueillette. In: Hochuli Stefan, Niffeler Urs et Rychner Valentin (dir.): *SPM 3: Bronzezeit = Age du Bronze = Età del Bronzo*, p. 141-170.
- 1999 Environnement, agriculture et cueillette. In: Müller Felix, Kaenel Gilbert et Lüscher Geneviève (dir.): *SPM 4: Eisenzeit = Age du Fer = Età del Ferro*, p. 98-115.
- Magny Michel  
 1995 *Une histoire du climat. Des derniers mammoths au siècle de l'automobile*. Errance, Paris, 176 p., ill.
- 2004 Holocene climate variability as reflected by mid-European lake-level fluctuations and its probable impact on prehistoric human settlements. *Quaternary international* 113, p. 65-79.
- Magny Michel et Richard Hervé  
 1992 Essai de synthèse: vers une courbe de l'évolution du climat entre 500 BC et 500 AD. *Les nouvelles de l'archéologie* 50, p. 58-60.
- Maisch Max et al.  
 2000 *Die Gletscher der Schweizer Alpen. Gletscherhochstand 1850, aktuelle Vergletscherung, Gletscherschwund-Szenarien*. Hochschulverlag an der ETH, Zürich, 373 p. ill. (Schlussbericht NFP31).
- Maise Christian  
 2005 Evolution climatique. In: Windler Renata, Marti Reto, Niffeler Urs et Steiner Lucie (dir.): *SPM 6: Frühmittelalter = Haut Moyen-Age = Alto Medioevo*, p. 83-87.
- Moor Max  
 1952 *Die Fagion-Gesellschaften im Schweizer Jura*. Huber, Bern, 201 p., ill. (Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz 31).
- Olive Claude  
 1993 La faune terrestre. In: Colardelle Michel et Verdel Eric (dir.): *Les habitats du lac de Paladru (Isère) dans leur environnement. La formation d'un terroir au XI<sup>e</sup> siècle*. DAF 40, p. 98-115, ill.
- Pfister Christian et al.  
 1998 Winter air temperature variations in western Europe during the Early and High Middle Ages (AD 750-1300). *The Holocene* 8.5, p. 535-552.
- Rachoud-Schneider Anne-Marie  
 1993 Contribution à l'histoire de la végétation tardi- et postglaciaire de la vallée de Delémont à partir des données de la palynologie. In: Guélat Michel, Rachoud-Schneider Anne-Marie, Eschenlohr Ludwig et al.: *Archives palustres et vestiges de l'Age du Bronze entre Glovelier et Boécourt (JU, Suisse)*. CAJ 4, p. 53-74.
- Richard Hervé  
 2007a *Courrendlin, En Solé, S8-100. Analyses polliniques 2007*. Rapport inédit, 2 p.
- 2007b *Courrendlin, En Solé, profil G6. Analyses polliniques 2007*. Rapport inédit, 1 p.
- Richard Hervé et Eschenlohr Ludwig  
 1998 Essai de corrélation entre les données polliniques et les données archéologiques: Le cas des forêts de Lajoux dans les Franches-Montagnes (Lajoux, JU, Suisse). *Revue d'archéométrie* 22, p. 29-37.
- Richard Hervé et Ruffaldi Pascal  
 2004 Premières traces polliniques d'influence de l'homme sur le couvert végétal de l'Est de la France. In: Richard Hervé (dir.): *Néolithisation précoce. Premières traces d'anthropisation du couvert végétal à partir des données polliniques*. Presses universitaires de Franche-Comté, Besançon, p. 117-125. (Annales littéraires de l'Université de Franche-Comté 777, Environnement, sociétés et archéologie 7).
- Richoz Isabelle et Haas Jean Nicolas  
 1995 Flore et végétation sur le Plateau suisse et dans le Jura. In: Stöckli Werner E., Niffeler Urs et Gross-Klee Eduard (dir.): *SPM 2: Neolithikum = Néolithique = Neolitico*, p. 59-72.

- Rösch Manfred, Jacomet Stéphanie et Karg Sabine  
 1992 The history of cereals in the region of the former Duchy of Swabia (Herzogtum Schwaben) from the Roman to the Post-medieval period. *Vegetation history and archaeobotany* 1.4, p. 193-231.
- Schibler Jörg et Chaix Louis  
 1995 L'évolution économique sur la base de données archéozoologiques. In: Stöckli Werner E., Niffeler Urs et Gross-Klee Eduard (dir.): *SPM 2: Neolithikum = Néolithique = Neolitico*, p. 97-120.
- Schibler Jörg et Studer Jacqueline  
 1998 Elevage et chasse à l'âge du Bronze. In: Hochuli Stefan, Niffeler Urs et Rychner Valentin (dir.): *SPM 3: Bronzezeit = Age du Bronze = Età del Bronzo*, p. 171-192.
- Schibler Jörg, Stopp Barbara et Studer Jacqueline  
 1999 Elevage et chasse. In: Müller Felix, Kaenel Gilbert et Lüscher Geneviève (dir.): *SPM 4: Eisenzeit = Age du Fer = Età del Ferro*, p. 116-136.
- Schmidt Burghart et Gruhle Wolfgang  
 2003 Niederschlagsschwankungen in Westeuropa während der letzten 8000 Jahre. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 33.2, p. 281-299, 11 fig., 2 tab.
- Tinner Willy et al.  
 2003 Climatic change and contemporaneous land-use phases north and south of the Alps 2300 BC to 800 AD. *Quaternary science reviews* 22.14, p. 1447-1460.
- Wanner Heinz et al.  
 2000 Interannual to century scale climate variability in the European Alps. *Erdkunde* 54, p. 62-69.
- Willerding Ulrich  
 1996 Fruchtfolge. *Reallexikon der germanischen Altertumskunde* 10, p. 133-138.
- Windler Renata, Rast-Eicher Antoinette et Mannering Ulla  
 1995 Nessel und Flachs - Textilfasern aus einem frühmittelalterlichen Mädchengrab in Flurlingen (Kanton Zürich). *AS* 18.4, p. 155-161, 9 fig.
- Zoller Heinrich  
 1954 *Die Arten der Bromus erectus-Wiesen des Schweizer Juras, ihre Herkunft und ihre Areale mit besonderer Berücksichtigung der Verbreitung in ursprünglicher Vegetation*. Huber, Bern, 283 p., ill. (Veröffentlichungen des geobotanischen Institutes Rübel in Zürich 28).
- 1960 Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte der insubrische Schweiz. *Mémoires de la Société helvétique des sciences naturelles* 83.2, p. 45-156.
- 1977 Alter und Ausmass postglazialer Klimaschwankungen in den Schweizer Alpen. In: Frenzel Burkhard (dir.): *Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen in Europa*. Verhandlungen des Symposiums über die Dendrochronologie des Postglazials, Mainz, 13. bis 16. Juni 1974. Steiner, Wiesbaden, p. 271-281. (Erdwissenschaftliche Forschung 13).



## Présentation des autres volumes consacrés à Develier-Courtételle, un habitat rural mérovingien



CAJ 13, 2004

### 1 Structures et matériaux de construction

Auteurs : *Maruska Federici-Schenardi et Robert Fellner. Avec des contributions de Sandrine Davila Prado, Michel Guélat, Sarah Stékoffer, Werner Schoch, Patrick Gassmann, Christian Simon et Christiane Kramar.*

Le site de Develier-Courtételle est localisé dans l'Arc jurassien, à 450 m d'altitude, dans un vallon latéral de la vallée de Delémont parcouru par le ruisseau La Pran (Jura, Suisse). Découverte en 1987 lors de sondages archéologiques liés à la construction de l'autoroute A16, cette agglomération rurale du Haut Moyen Age a été fouillée par la Section d'archéologie de l'Office de la culture sur 3,5 ha entre 1993 et 1996 (chap. 1). Les résultats de ces recherches sont publiés en cinq volumes dans les Cahiers d'archéologie jurassienne (CAJ 13 à 17). Ce premier volume de la série est consacré aux structures et aux matériaux de construction.

Les structures découvertes sur le site s'inscrivent, pour la très grande majorité, dans un contexte stratigraphique datant du Haut Moyen Age. L'état de conservation de l'horizon mérovingien est tributaire de l'activité ininterrompue du ruisseau : par endroits presque complètement érodé, il peut s'épaissir et présenter parfois plusieurs phases sédimentaires (chap. 2).

Les techniques de fouille et les analyses spécialisées mises en œuvre sont détaillées dans le chapitre 3. Les analyses micromorphologiques, particulièrement importantes pour l'étude de l'aménagement et de la fonction des structures, sont développées dans le chapitre 19.

Les structures découvertes dessinent plusieurs ensembles définissant des fermes ou des zones d'activité spécifique (chap. 4). Étalées le long du cours d'eau et séparées l'une de l'autre par des fossés ou par des espaces dépourvus de tout aménagement, six fermes et quatre zones d'activité ont ainsi été individualisées. Chacun de ces ensembles est décrit de façon détaillée (chap. 5 à 14).

Les fermes se composent toutes d'au moins une maison à laquelle sont associés plusieurs bâtiments annexes, notamment de petits

bâtiments à quatre poteaux d'angle et/ou des cabanes en fosse. À l'intérieur ou autour de ces bâtisses se trouvent des fours, des foyers, des fosses ainsi que des empièvements et des zones de rejet. La composition et la durée d'occupation des différentes fermes varient considérablement.

Les quatre zones d'activité se situent à l'extérieur des fermes. Deux d'entre elles – les zones 1 et 4 – étaient principalement affectées au travail du fer. Le rôle des deux autres zones est moins clair.

Quatorze grands bâtiments, dix bâtiments annexes de taille moyenne, quarante bâtiments annexes de petite taille et seize cabanes en fosse se répartissent, à quatre exceptions près, dans les fermes. Les plans des maisons et des bâtiments annexes de taille moyenne, à une ou deux nefs, sont pour la plupart matérialisés par des trous de poteau alignés. L'emploi de solins en pierre sèche et de sablières basses est également attesté sur le site.

Six fours et vingt-quatre foyers se placent également, à une exception près, dans les fermes, parfois directement à l'intérieur des maisons. Ces structures ont pour la plupart une fonction culinaire. Une douzaine de bas foyers et quatre aires de forge témoignent, eux, du travail du raffinage et du forgeage du fer qui atteint un développement remarquable. La plupart de ces structures se concentrent à l'intérieur des deux zones d'activité dédiées à la métallurgie. Parmi les structures singulières, il faut encore signaler deux tombes isolées et un puits.

Deux ensembles de structures spécifiquement liées au ruisseau ont été mis au jour en périphérie des zones habitées. Il s'agit de plusieurs rangées de piquets avec tressage destinées à consolider la berge au sud des fermes 1 et 2, et d'une série de trois bassins artificiels creusés au nord de la zone d'activité 4 et probablement utilisés pour le trempage du bois de construction. Également liés à l'exploitation de l'eau, des secteurs artisanaux voués au travail des textiles sont situés en bordure sud des fermes 1 et 2 ; ils sont rattachés à ces dernières par des accès empièrés.

Les zones humides en bordure du ruisseau ont favorisé la conservation du bois. Les résultats de l'étude des éléments architecturaux et des déchets de taille donnent une image précise des choix technologiques opérés par les habitants du hameau de Develier-Courtételle pour cette matière (chap. 15).

Des tuiles, briques et carreaux – d'origine gallo-romaine mais récupérés au Haut Moyen Age – ont été réemployés dans la construction de structures de combustion (chap. 16). Des fragments de torchis, en faible quantité, y sont associés.

L'approche comparative des caractéristiques propres aux structures rencontrées à Develier-Courtételle montre de claires parentés architecturales avec de nombreux sites contemporains en Suisse, en France et en Allemagne (chap. 17). Une évolution chronologique de l'architecture des bâtiments peut être proposée sur la base de nombreuses datations <sup>14</sup>C. Les petites constructions à deux nefs de la deuxième moitié du 6<sup>e</sup> siècle font place, dans le courant du 7<sup>e</sup> siècle, à des maisons trapues à nef unique qui sont à leur tour remplacées, dès la fin du 7<sup>e</sup> siècle, par des bâtiments allongés comportant à nouveau deux nefs. La reconstitution en élévation d'une série de bâtiments est tentée à partir des données architecturales. Les résultats d'une analyse des sources historiques portant sur la construction rurale (chap. 18) viennent enrichir cette démarche.

## Présentation des autres volumes consacrés à Develier-Courtételle, un habitat rural mérovingien



CAJ 14, 2007

### 2 Métallurgie du fer et mobilier métallique

Auteurs: Ludwig Eschenlohr, Vincent Friedli, Céline Robert-Charrue Linder et Marianne Senn.

Ce volume comporte l'étude des objets et des déchets métalliques retrouvés sur le site. Après une brève introduction, le lecteur est familiarisé avec les *notions de base* de la technologie sidérurgique et est introduit aux *différentes méthodes* de recherche utilisées par les auteurs. L'état de la recherche dans ce domaine est ensuite développé.

Les très nombreux *déchets liés au travail* du fer sont présentés en détail. Quelque 100 000 fragments de scories et de parois scoriées ont été dénombrés dans les couches d'occupation du Haut Moyen Age, pour un poids total d'environ 4 tonnes. Près de la moitié des fragments, représentant environ 90% du poids des déchets, sont constitués de scories en forme de calotte, caractéristiques du travail du fer au stade de la post-réduction. En effet, aucune activité productive, soit la réduction du minerai de fer, n'a été décelée dans le périmètre fouillé. Le solde des déchets a également été classifié et analysé: les scories ferrugineuses ou fragments d'éponge, composés essentiellement de métal, constituent une seconde catégorie de déchets riches en enseignements sur le plan typotechnologique et analytique.

Un accent particulier a donc été mis sur l'examen des *scories en forme de calotte*, dont 1405 pièces ont été prises en compte afin d'effectuer une étude typotechnologique détaillée. Cette dernière a nécessité en parallèle une recherche analytique approfondie (chimie, minéralogie et métallographie) grâce à laquelle il a été possible de différencier, parmi 1030 calottes, celles issues du raffinage (épuration et compactage de l'éponge de fer formée lors de

la réduction: 64%), de celles issues du forgeage (élaboration de l'objet en fer: 36%).

Outre ce nombre imposant de résidus liés à l'activité métallurgique, quelque 2400 *objets et fragments métalliques*, dont plus de 90% ont pu être attribués au Haut Moyen Age, ont été recueillis. Exceptionnelle pour un site d'habitat, une telle quantité ne trouvait jusqu'à présent d'équivalent qu'en contexte funéraire. D'après les grands thèmes retenus pour le classement du matériel, il apparaît que différentes activités artisanales ont joué un rôle important dans la vie de l'habitat de Develier-Courtételle. Si une bonne partie des outils identifiés peuvent être mis en relation avec le travail du métal, d'autres mettent en évidence le travail du bois et celui de matières souples comme le cuir et les textiles. Quelques objets liés aux travaux agricoles et à l'élevage soulignent une autre facette de l'économie de base de cet habitat. La fonction des nombreux objets usuels est par contre délicate à préciser; il convient d'imaginer de préférence une utilisation variée, en rapport avec des activités courantes de la vie quotidienne.

Du double point de vue de la *chronologie* et des *réseaux d'échange* mis en place à Develier-Courtételle, les données les plus significatives sont livrées par des accessoires vestimentaires et des objets de parure ainsi que, dans une moindre mesure, par quelques pièces d'équipement en relation avec l'armement et la cavalerie. Si le spectre matériel susceptible de fournir quelques arguments de datation remonte presque exclusivement au 7<sup>e</sup> siècle, on y discerne cependant différentes orientations culturelles. Les principales relations s'établissent à la fois en direction de la partie septentrionale de la Bourgogne et des régions du Rhin supérieur. Mais l'étude démontre surtout la réalité d'une *production locale*. D'une part par la découverte de vestiges archéologiques spécifiques comme les déchets de forge et l'outillage dédié au travail du métal. D'autre part grâce aux études analytiques qui ont prouvé que le métal composant quelques objets a été produit sur place.

Une *répartition spatiale* analysant les regroupements entre les différents types de déchets, les produits semi-finis en fer ainsi que les objets en fer a été réalisée afin de parvenir à distinguer les différentes zones où le travail du fer a été effectué et surtout de préciser quel type de travail – épuration, compactage ou forgeage – a eu lieu sur place.

Le volume est clos par une *synthèse globale*, qui fait le point sur les processus métallurgiques utilisés par les habitants de Develier-Courtételle, sur le rôle économique de ces activités, et sur le contexte régional dans lequel elles se sont déroulées. En effet, ces ateliers de travail du fer sont localisés dans un district d'exploitation du minerai de fer et de production de fer qui s'étend à cette époque sur l'ensemble de la vallée de Delémont et du Grandval. L'importance de ce district s'inscrit dans un mouvement d'émergence de zones productives à travers l'Europe.

## Présentation des autres volumes consacrés à Develier-Courtételle, un habitat rural mérovingien



CAJ 15, 2006

### 3 Céramiques et autres objets en pierre, verre, os, bois et ou terre cuite

Auteurs: *Reto Marti, Gisela Thierrin-Michael, Marie-Hélène Paratte Rana, Robert Fellner, Vincent Friedli, Jean-Pierre Mazimann et Sandrine Basset. Avec des contributions de Jehanne Affolter et de Thierry Rebmann.*

Ce volume dévoile les résultats des recherches effectuées sur les multiples objets en céramique, pierre, verre, ambre, bois, os et terre cuite recueillis dans ce hameau mérovingien de la vallée de Delémont.

La part belle est donnée à l'étude des plus de mille *réipients en céramique* destinés à la préparation, au conditionnement ou à la consommation des aliments. Datées du 6<sup>e</sup> au 8<sup>e</sup> siècle par de nombreuses comparaisons typologiques, les poteries à usage culinaire et la vaisselle de table constituent un éventail relativement réduit de formes de base (pots à cuire, cruches, gobelets, écuelles, bols) dont les parties, les bords notamment, sont néanmoins plus diversifiés, à l'instar des pâtes.

Des études physico-chimiques et pétrographiques des pâtes céramiques ont été menées parallèlement à l'approche archéologique classique. Cette approche interdisciplinaire a permis de reconnaître l'origine majoritairement exogène des poteries de Develier-Courtételle dont les lieux de production ont été reconnus dans la région bâloise, en Bourgogne et en Alsace principalement.

C'est par contre de l'espace alpin que proviennent une trentaine de *marmites en pierre ollaire*, complément de la batterie de cuisine en céramique. La *vaisselle en verre*, quant à elle, consiste essentiellement en un ensemble restreint de petits gobelets des 6<sup>e</sup> et 7<sup>e</sup> siècle. Du point de vue fonctionnel, ces objets s'ajoutent au service de table.

L'*outillage lithique* est composé d'environ deux cents objets, dont la moitié sont des éléments de briquet en silex. Selon l'analyse pétrographique, quasi tous ces objets sont importés, malgré le fait que deux tiers sont des fragments naturels. La source principale est sise en Ajoie, une autre source importante se trouvant dans la vallée de la Meuse. La cinquantaine de fragments de meule, provenant des Vosges, correspond à des meules rotatives, soit hydrauliques, soit manuelles. Un bon ensemble d'aiguisoirs de taille et de forme variée complète l'inventaire de l'outillage en pierre.

Le *meuble en bois* est discrètement représenté mais compte des pièces très intéressantes, par exemple un alluchon, des navettes et la douelle d'un seau.

Les *éléments de parure en pâte de verre et en ambre* se rapportent de manière quasi exclusive à des perles attribuables en priorité au 7<sup>e</sup> siècle. L'«ambre balte» ou succin est importé d'Europe septentrionale.

Une petite série d'*objets en os travaillé* met en évidence plusieurs opérations ou activités – filage, tissage et couture – liées au travail des matières textiles. Des éléments très fragmentés de peignes constituent l'autre composante essentielle de ce mobilier.

Le volume s'achève sur la présentation d'un lot d'*objets en terre cuite* composé d'une dizaine de fusaïoles, d'un fragment de peson et de quelques disques de fonction inconnue.

## Présentation des autres volumes de la collection Develier-Courtételle : un habitat rural mérovingien



CAJ 17, 2007

### 5 Analyse spatiale, approche historique et synthèse. Vestiges gallo-romains

Auteurs : Robert Fellner et Maruska Federici-Schenardi. Avec des contributions de Céline Robert-Charrue Linder, Sarah Stékofer, Vincent Friedli, Michel Guélat, Gisela Thierrin-Michael et Jean-Daniel Demarez.

Ce dernier volume de l'étude est organisé en trois volets présentant respectivement une analyse spatiale du mobilier, le contexte historique et archéologique dans lequel le site évolue et fonctionne, ainsi que l'étude des vestiges gallo-romains mis au jour lors de la fouille.

La première partie de l'ouvrage, réservée à l'analyse spatiale du mobilier, ouvre avec une réflexion théorique et méthodologique de l'approche choisie. Celle-ci est complétée par un survol historique du rôle de l'analyse spatiale dans les études archéologiques suisses durant les dernières 25 années. Ces réflexions d'ordre général précèdent l'étude de la répartition sur le site des objets en terre cuite et de la faune. L'analyse spatiale des autres catégories de mobilier, développée dans les volumes précédents de la série consacrée au site, est reprise dans une approche comparative qui permet de proposer une reconstitution des comportements de rejet et la localisation des activités. Confrontées avec l'emplacement des structures, ces informations permettent de mieux saisir l'organisation de l'habitat.

La deuxième partie de ce volume s'ouvre avec un chapitre réservé à la présentation du *cadre historique* général et à l'analyse de la situation politique de la région du Jura pendant le Haut Moyen Age. Les sources qui portent sur les événements locaux y sont traitées avec une attention particulière.

Un survol des découvertes archéologiques récentes permet ensuite de mieux préciser le contexte de *peuplement* dans lequel se réalise l'installation du hameau de Develier-Courtételle qui précède la fondation de l'abbaye de Moutier-Grandval. L'occupation du site correspond à une phase de développement important dans toutes les vallées du Jura. Cette évolution peut être perçue à travers l'étude des habitats, des sites liés à la sidérurgie et des nombreuses nécropoles connues, elles, depuis le 18<sup>e</sup> siècle déjà.

Le *développement de l'habitat* de Develier-Courtételle lui-même peut être suivi à partir de ses premières installations, datant de la deuxième moitié du 6<sup>e</sup> siècle. Le hameau atteint son extension maximale pendant les premières décennies du 7<sup>e</sup> siècle avant de subir un abandon partiel durant la deuxième moitié de ce même siècle. Il est délaissé définitivement vers le milieu du 8<sup>e</sup> siècle.

Du point de vue de l'*économie*, le travail du fer constitue un pôle central dès la fondation du hameau jusque dans la deuxième moitié du 7<sup>e</sup> siècle. En outre, d'autres activités telles que l'agriculture, l'élevage ou le travail des textiles se déroulent en parallèle et sont encore pratiquées après l'abandon de la sidérurgie. Les échanges semblent avoir joué un rôle important dans l'économie villageoise et leur réseau, reconstitué partiellement grâce aux analyses des matières premières diverses, est plutôt extensif.

Suit une réflexion sur la *structure sociale* des habitants, dévoilée partiellement par les vestiges archéologiques. Une *conclusion générale*, dans laquelle le site est inséré dans un cadre régional et européen, clôt l'étude de l'occupation médiévale.

La troisième et dernière partie de l'ouvrage présente les résultats de l'étude des *vestiges gallo-romains* mis au jour sur le site. Parmi les structures, un champ de fosses d'extraction d'argile et un chemin sont à relever. En outre, un modeste corpus de céramique, datant essentiellement des 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> siècles, a été retrouvé non seulement dans les structures contemporaines, mais également comme éléments résiduels dans les niveaux médiévaux. Ceci s'applique également à un petit ensemble d'objets métalliques. Les deux ensembles font l'objet d'une présentation détaillée.

## Table des illustrations

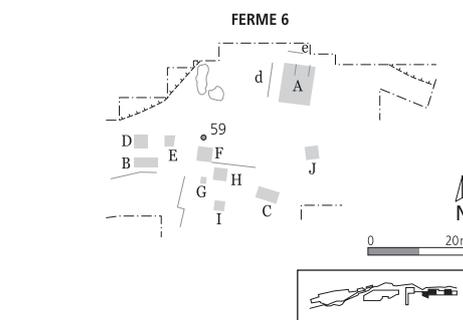
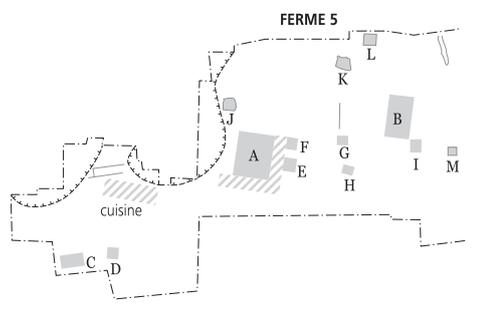
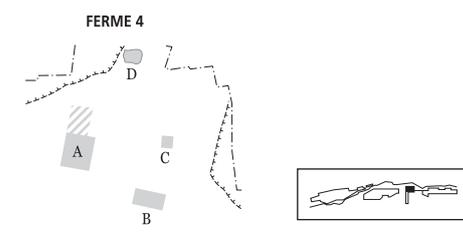
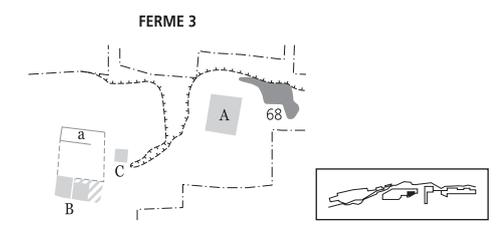
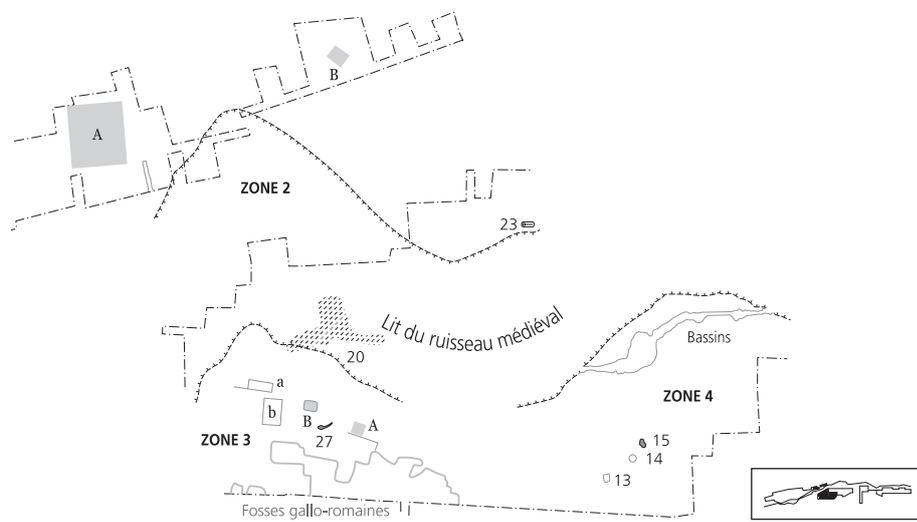
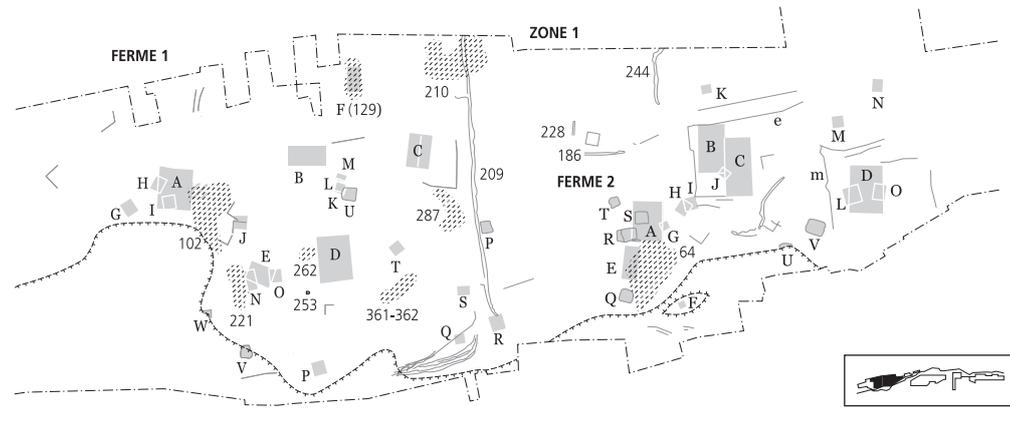
Fig. 1	Le gisement archéologique se situe au nord de l'Arc jurassien, entre le Fossé rhénan et le Plateau suisse .....	10
Fig. 2	Carte géologique des environs de Develier-Courtételle .....	11
Fig. 3	Reste de forêt riveraine composée de saule et d'aulne, accompagnée d'une prairie grasse sur les rives du ruisseau de La Golatte.....	11
Fig. 4	Pâturages, lisières et forêt mixte de type hêtraie à sapin sur la pente nord de la colline du Bois de Chaux.....	12
Fig. 5	Vue d'ensemble du site présentant les différents ensembles de structures .....	12
Fig. 6	Extrait de la carte Buchwalder levée de 1815 à 1819 .....	13
Fig. 7	Vue aérienne, vers le nord, de la partie occidentale de la plaine de la Pran, avec le site en cours de fouille.....	13
Fig. 8	Reproduction d'un des plans de 1857 figurant dans les « Règlements sur l'irrigation de la Prairie de Develier » .....	14
Fig. 9	Ouverture de tranchées exploratoires au début des travaux sur le site .....	17
Fig. 10	Les 120 coupes relevées sur le site de Develier-Courtételle .....	18
Fig. 11	Les ensembles sédimentaires et leurs principales caractéristiques .....	19
Fig. 12	Stratigraphie schématique du site de Develier-Courtételle et position des ensembles sédimentaires.....	19
Fig. 13	Les domaines morphosédimentaires distingués sur le site.....	20
Fig. 14	Domaine A: plaine d'inondation occidentale. Stratigraphie simplifiée .....	21
Fig. 15	Stratigraphie typique du domaine A, avec l'horizon archéologique du Haut Moyen Age .....	21
Fig. 16	Domaine B: zone riveraine à dépôts organiques. Stratigraphie simplifiée .....	22
Fig. 17	Evolution morphodynamique du domaine B entre environ 600 et 750 ap. J.-C. ....	23
Fig. 18	La coupe DEV23 d'axe N-S à travers la berge du ruisseau illustre bien la complexité stratigraphique du domaine B .....	24
Fig. 19	Domaine C: partie médiane, bande d'activité alluviale. Stratigraphie simplifiée .....	25
Fig. 20	Reconstitution paléogéographique de la partie centrale du site (domaines C et E) .....	26
Fig. 21	Vue de la coupe DEV7 (domaine C), séquence importante pour le paléoenvironnement du site .....	27
Fig. 22	Evolution morphodynamique de la zone des bassins (domaine D) entre environ 600 et 650 ap. J.-C.....	28
Fig. 23	Domaine D: zone des bassins. Stratigraphie simplifiée .....	29
Fig. 24	Coupes à travers la zone des bassins (domaine D) .....	30
Fig. 25	Domaine E: bas de versant, nappe alluviale étagée. Stratigraphie simplifiée.....	32
Fig. 26	Domaine F: plaine d'inondation médiane et gouttière. Stratigraphie simplifiée .....	32
Fig. 27	Domaine G: paléochenaux. Stratigraphie simplifiée .....	33
Fig. 28	Coupe dans la zone des paléochenaux (domaine G).....	33
Fig. 29	Domaine H: plaine d'inondation orientale. Stratigraphie simplifiée.....	35
Fig. 30	Coupes synthétiques transversales .....	36-37
Fig. 31	Représentation schématique (diagramme de Harris) de la stratigraphie du gisement selon l'axe longitudinal .....	40
Fig. 32	L'image de Passega ou C/M des dépôts alluviaux .....	41
Fig. 33	Image C/M des dépôts de La Pran.....	43
Fig. 34	Répartition des ensembles sédimentaires dans l'image C/M des dépôts de La Pran.....	44
Fig. 35	Position des niveaux archéologiques principaux dans l'image C/M des dépôts de La Pran .....	45
Fig. 36	Séries du domaine B.....	47
Fig. 37	Des sédiments organiques terminent la séquence sédimentaire du Haut Moyen Age dans le domaine B.....	48
Fig. 38	Séries du domaine D .....	48
Fig. 39	Coupe à travers la zone des bassins (domaine D, coupe CTT9).....	49
Fig. 40	Séquence de la coupe DEV7 (domaine C): stratigraphie, prélèvements et résultats des analyses géochimiques .....	49
Fig. 41	Courbes granulométriques représentatives des couches distinguées dans la coupe DEV7 (domaine C) .....	50
Fig. 42	Analyse granulométrique des couches distinguées dans la coupe DEV7 (domaine C).....	51
Fig. 43	Vue du ruisseau actuel .....	55
Fig. 44	Schéma de l'étagement des nappes alluviales à Develier-Courtételle.....	56
Fig. 45	Séquence du domaine B - zone riveraine: synthèse chronologique.....	57
Fig. 46	Séquence du domaine D - bassins: synthèse chronologique .....	58
Fig. 47	Séquence du paléochenal apparu dans le domaine C (coupe DEV7): synthèse chronologique .....	59
Fig. 48	Schéma paléohydrologique synthétique pour le Haut Moyen Age.....	60
Fig. 49	Situation géographique des gisements de référence à l'échelle régionale.....	60
Fig. 50	Le paysage de la fin de l'Age du Bronze aux environs du bas-marais des Montoyes.....	61
Fig. 51	Vue aérienne de la plaine de la Pran avant la construction de l'autoroute A16, avec la ville de Delémont à l'arrière-plan .....	62
	Carte paléogéographique du site de Develier-Courtételle (dépliant)	

Fig. 52	Situation géographique de Delémont, La Communance.....	73
Fig. 53	Carte des domaines morphosédimentaires distingués à Delémont, La Communance.....	74
Fig. 54	Stratigraphie du sondage du secteur 34.....	75
Fig. 55	Coupe stratigraphique I (NW-SE) à travers les différents comblements alluviaux de la plaine de la Sorne.....	76
Fig. 56	Coupe stratigraphique II (SW-NE) à travers la terrasse fluviale T2 et le comblement du méandre abandonné (sondage 238).....	77
Fig. 57	Détail de la séquence organique du sondage 238 avec positionnement des boîtes de prélèvements palynologiques.....	78
Fig. 58	Stratigraphie du sondage 238 et compilation des données analytiques portant sur le comblement de ce méandre abandonné.....	79
Fig. 59	Plages granulométriques définies à partir des courbes cumulatives des échantillons du sondage 238.....	80
Fig. 60	Paramètres granulométriques de Trask, calculés à partir des courbes cumulatives totales des sondages 238 et 290.....	80
Fig. 61	Résultat des datations <sup>14</sup> C du secteur 34 et du sondage 238.....	81
Fig. 62	Taux de sédimentation moyens calculés pour l'ensemble de la séquence organique.....	82
Fig. 63	Les coupes avec prélèvements palynologiques de Develier-Courtételle.....	85
Fig. 64	Coupe DEV7 (domaine C) : diagramme pollinique.....	86
Fig. 65	Domaine B : coupes avec prélèvements palynologiques.....	89
Fig. 66	Diagramme pollinique de la zone riveraine (domaine B), établi à partir du profil de la dépression 701 (coupe DEV23).....	90
Fig. 67	Spectre pollinique (en %) de la coupe DEV2, dans la zone riveraine (domaine B).....	91
Fig. 68	Spectre pollinique (en %) d'échantillons dispersés prélevés à Develier-Courtételle : trous de poteau de la ferme 1.....	93
Fig. 69	Delémont, La Communance : diagramme pollinique du sondage 238.....	100
Fig. 70	Nombre d'échantillons analysés.....	103
Fig. 71	Les échantillons les plus riches (> 500 macrorestes).....	106
Fig. 72	Concentrations moyennes par structure (en restes par litre).....	106
Fig. 73	Taxons (nb=217, sans divers) et restes (nb=43734, sans divers et indéterminés) par groupes écologiques principaux.....	107
Fig. 74	Aperçu des plantes cultivées.....	107
Fig. 75	Les taxons les plus fréquents.....	108
Fig. 76	Indices d'après Ellenberg (nombre d'espèces).....	110
Fig. 77	Aperçu des céréales cultivées à Develier-Courtételle.....	113
Fig. 78	Proportion des céréales dans l'échantillon CTT156 (nb=11 034).....	114
Fig. 79	Proportion des céréales dans l'échantillon CTT143 (nb=446).....	114
Fig. 80	Proportion des céréales dans l'échantillon DEV25 (nb=2677).....	114
Fig. 81	Proportion des céréales dans l'échantillon DEV94 (nb=576).....	114
Fig. 82	Proportion des céréales dans l'échantillon CTT81 (nb=524).....	115
Fig. 83	Proportion des céréales dans l'échantillon DEL6 (nb=97).....	115
Fig. 84	Plantes médicinales.....	120
Fig. 85	Plantes tinctoriales.....	121
Fig. 86	Proportion des céréales de sites de comparaison, Haut Moyen Age - Moyen Age central (grains et restes de battage).....	122
Fig. 87	Proportion des céréales dans l'échantillon DEV765 (nb=88).....	124
Fig. 88	Proportion des céréales dans les échantillons DEV44, DEV309 et DEV431 (nb=56).....	127
Fig. 89	Proportion des céréales dans l'échantillon DEV10 (nb=281).....	127
Fig. 90	Proportion des céréales dans les échantillons DEV6 et DEV291 (nb=69).....	128
Fig. 91	Echantillons des bassins par groupes écologiques principaux (nombre de restes).....	130
Fig. 92	Fréquences des céréales par phase chronologique. Phase 1 : env. 570-600; phase 2 : env. 600-680; phase 3 : env. 680-750.....	133
Fig. 93	Echantillons de Delémont, La Communance par groupes écologiques principaux (nombre de restes=2412).....	134
Fig. 94	Aperçu des mousses déterminées à Delémont, La Communance.....	134
Fig. 95	Couverture végétale dans la région de Develier-Courtételle (7 <sup>e</sup> siècle ap. J.-C.).....	152
Fig. 96	Distribution des essences forestières dans la région de Develier-Courtételle (7 <sup>e</sup> siècle ap. J.-C.).....	154
Fig. 97	Répartition des essences forestières.....	156
Fig. 98	Parcours archéozoologique dans les fermes de Develier-Courtételle.....	157
Fig. 99	Désignation des parties anatomiques.....	158
Fig. 100	Répartition géographique des complexes de Develier-Courtételle.....	159
Fig. 101	Répartition des restes osseux dans les différentes parties du site.....	159
Fig. 102	Distribution des âges d'abattage des bovins dans les complexes orientaux.....	159
Fig. 103	Bœufs aux labours.....	160
Fig. 104	Distribution anatomique des restes de bovins dans les complexes orientaux du site.....	160
Fig. 105	Distribution du nombre de caprinés identifiés dans les fermes.....	160
Fig. 106	Chevilles osseuses de chèvres.....	160
Fig. 107	Distribution des âges d'abattage des caprinés dans les complexes orientaux.....	161
Fig. 108	Chèvre allongée à côté du panier contenant les fromages fabriqués à partir de son lait.....	161
Fig. 109	Distribution anatomique des restes de caprinés dans les complexes orientaux.....	161
Fig. 110	Porcher menant ses porcs à la glandée.....	161

Fig. 111	Distribution des âges d'abattage des porcs et nombre de mâles et femelles reconnus dans les complexes orientaux.....	162
Fig. 112	Distribution anatomique des restes de porcs dans les complexes orientaux.....	162
Fig. 113	Deux utilisations du cheval par l'homme au Moyen Age.....	162
Fig. 114	Distribution des âges des équidés dans les complexes orientaux.....	162
Fig. 115	Distribution des âges d'abattage des bovins dans les complexes occidentaux.....	163
Fig. 116	Essai d'identification des mâles et des femelles à partir des métatarses de bovins dans la ferme 1.....	164
Fig. 117	Traite de la vache.....	164
Fig. 118	Essai d'identification des mâles et des femelles à partir des métacarpes de bovins dans la ferme 2.....	164
Fig. 119	Distribution anatomique des restes de bovins dans les complexes occidentaux.....	164
Fig. 120	Distribution du nombre de moutons et de chèvres dans les complexes occidentaux.....	164
Fig. 121	Distribution des âges d'abattage des caprinés dans les complexes occidentaux.....	165
Fig. 122	Traite de la brebis et fabrication du fromage en Suisse.....	165
Fig. 123	Distribution anatomique des restes de caprinés dans les complexes occidentaux.....	165
Fig. 124	Distribution des âges d'abattage des porcs et nombre de mâles et femelles reconnus pour chaque classe d'âge.....	165
Fig. 125	Distribution anatomique des restes de porcs dans les complexes occidentaux.....	166
Fig. 126	Distribution des âges d'abattage des équidés dans les complexes occidentaux.....	166
Fig. 127	Stries sur la mandibule de poulain.....	166
Fig. 128	Du chien d'oiseaux et de toute sa nature, Le livre de la chasse de Gaston Phoebus.....	166
Fig. 129	Phalange d'ours perforée retrouvée dans la ferme 1.....	167
Fig. 130	Sur le squelette de chat, la partie du bassin retrouvée est en noir (1) ainsi que le fémur découpé (2).....	167
Fig. 131	Distribution des âges d'abattage des bovins dans les complexes centraux.....	168
Fig. 132	Distribution anatomique des restes de bovins dans les complexes centraux.....	168
Fig. 133	Distribution du nombre de caprinés dans les complexes centraux.....	169
Fig. 134	Distribution des âges d'abattage des caprinés dans les complexes centraux.....	169
Fig. 135	Distribution anatomique des restes de caprinés dans les complexes centraux.....	169
Fig. 136	Rythme d'abattage et sex-ratio des porcs.....	169
Fig. 137	Distribution anatomique des restes de porcs dans les complexes centraux.....	169
Fig. 138	Humérus d'ours découpé.....	169
Fig. 139	Distribution du nombre d'animaux abattus dans les différentes parties du site.....	170
Fig. 140	Distribution, en poids, des restes des espèces d'élevage dans les différentes parties du site.....	170
Fig. 141	Comparaison des âges d'abattage des bovins dans les différentes parties du site.....	170
Fig. 142	Nombre de bovins comptabilisés à partir des éléments anatomiques dans les différentes parties du site.....	170
Fig. 143	Mode d'abattage du bœuf.....	170
Fig. 144	Traces laissées sur un crâne lors de la mise à mort d'un bovin.....	171
Fig. 145	Détails de la découpe des bovins.....	171
Fig. 146	Stries laissées par le couteau sur les premières phalanges, lors du prélèvement de la peau.....	171
Fig. 147	Traces laissées lors de l'enlèvement de la corne.....	171
Fig. 148	Détail de la découpe des vertèbres, apophyse épineuse tranchée.....	171
Fig. 149	Séparation de l'os de l'épaule et de la cuisse.....	172
Fig. 150	Découpe des os longs de bovins. Découpe de l'humérus et partage du fémur.....	172
Fig. 151	Rythme d'abattage des moutons dans les différentes parties du site.....	172
Fig. 152	Nombre de caprinés à partir des éléments anatomiques dans les différentes parties du site.....	172
Fig. 153	Egorgement du mouton.....	173
Fig. 154	Traces du couteau sur la première (atlas) et la troisième vertèbre cervicale de mouton.....	173
Fig. 155	Essai de restitution de la découpe des caprinés domestiques.....	173
Fig. 156	Ratés de découpe sur des humérus.....	173
Fig. 157	Découpe franche d'un fémur de mouton.....	173
Fig. 158	Distribution des périodes d'abattage dans les différentes parties du site.....	174
Fig. 159	Abattage et éviscération du cochon.....	174
Fig. 160	Nombre de porcs comptabilisés à partir des éléments anatomiques dans les différentes parties du site.....	174
Fig. 161	Reconstitution des quartiers de porc consommés.....	174
Fig. 162	Nombre d'équidés comptabilisés à partir des éléments anatomiques dans les différentes parties du site.....	175
Fig. 163	Stries d'enlèvement de la chair sur un fragment d'humérus d'équidé.....	175
Fig. 164	Ramassage des œufs.....	175
Fig. 165	Distribution de la hauteur au garrot des bovins dans les différentes parties du site.....	176
Fig. 166	Distribution de la taille des bovins dans les différentes parties du site.....	176
Fig. 167	Hauteur au garrot des bovins de Develier-Courtételle et de deux sites de comparaison.....	176
Fig. 168	Distribution de la taille des équidés dans les différentes parties du site.....	177
Fig. 169	Chèvre médiévale, avec cornes en sabre.....	177

Fig. 170	Un aspect du porc médiéval .....	177
Fig. 171	Données métriques des gallinacés de Develier-Courtételle comparées à celles de Sézegin .....	178
Fig. 172	Métacarpe normal et métacarpe présentant un net élargissement de la partie distale .....	178
Fig. 173	Anomalies pathologiques sur des premières phalanges de bovin .....	178
Fig. 174	Traces d'usure sur l'articulation d'une vertèbre lombaire de bovin .....	178
Fig. 175	Usure anormale sur des troisièmes molaires supérieures de bovin .....	178
Fig. 176	Troisièmes molaires supérieures de bovin : usure normale et anormale .....	179
Fig. 177	Divers ossements ayant subi les morsures plus ou moins appuyées des chiens : os de bovin et métacarpe d'ovin .....	179
Fig. 178	Métatarsien de bovin brisé en deux par le gel ; aspect de l'une des surfaces cassées .....	180
Fig. 179	Astragale de bœuf : surface articulaire intacte et usée .....	180
Fig. 180	Phalange 1 de bœuf : phalange et sa surface articulaire sciée comparée avec une phalange 1 normale .....	180
Fig. 181	Os de bœuf préparés : deux faces d'un même os et deux pointes provenant des fermes 1 et 5 .....	180
Fig. 182	Bois de cervidé : fragment tranché et évidé et fragment époiné et aplani sur une face .....	180
Fig. 183	Fragment d'os d'oiseau avec perforation .....	180
Fig. 184	Chevilles osseuses de chèvre dont la base a été tranchée .....	180
Fig. 185	L'ours pris au piège .....	181
Fig. 186	Les espèces du cheptel sur les trois sites de comparaison .....	182
Fig. 187	Paléohydrologie, évolution du couvert végétal et indices de ravinement dans la vallée de Delémont au cours du Haut Moyen Age .....	187
Fig. 188	Reconstitution imagée du hameau de Develier-Courtételle ainsi que de son paysage environnant vers 650 ap. J.-C. ....	191
Fig. 189	Hêtraie à sapin .....	192
Fig. 190	Champ de lin usuel .....	194

# Plan détaillé des fermes et zones d'activité de Develier-Courtételle (Echelle 1:1500)



Limite d'observation		Cabane en fosse		Plan proposé d'un bâtiment	
Limite d'érosion		Foyer, four		Plan proposé d'un alignement	
Empierrement		Zone de combustion			
Fosse, fossé		Tombe			

## Crédit iconographique

### Couverture

Conception : Yves Juillerat et Emmanuel Wüthrich  
Réalisation : Simon Maître

### Illustrations

Section d'archéologie et paléontologie de l'Office de la culture  
Porrentruy

### Reconstitution imagée du hameau, figure 188

Tayfun Yilmaz

### Infographie

Simon Maître

### Plans et coupes

Conception : les auteurs  
Réalisation : Tayfun Yilmaz

### Tableaux, graphiques et cartes

Conception : les auteurs  
Réalisation : Marie-Claude Maître-Farine, Simon Maître et  
Bertrand Conus

### Photographies

Bernard Migy et les auteurs

© OCC/SAP: Office de la culture  
Section d'archéologie et paléontologie  
Porrentruy

## Dépôt du mobilier et de la documentation

Section d'archéologie et paléontologie de l'Office de la culture  
Porrentruy

## Adresses des auteurs

Michel Guélat et Robert Fellner  
Office de la culture  
Section d'archéologie et paléontologie  
Case postale 64  
CH - 2900 Porrentruy  
michel.guelat@jura.ch  
robert.fellner@jura.ch

Luc Braillard  
Université de Fribourg  
Département de Géosciences  
Géologie et paléontologie  
Chemin du Musée 6  
CH - 1700 Fribourg  
luc.braillard@unifr.ch

Anne-Marie Rachoud-Schneider  
Route de Saint-Cergue 116b  
CH - 1260 Nyon

Christoph Brombacher et Lucia Wick  
IPNA Institut für prähistorische und naturwissenschaftliche  
Archäologie  
Universität Basel - Labor für Archäobotanik  
Spalenring 145  
CH - 4055 Basel  
christoph.brombacher@unibas.ch  
lucia.wick@unibas.ch

Jacques Burnand  
Vegetation - Landschaft - Umwelt  
Zähringerstrasse 9  
CH - 8001 Zürich  
burnandja@bluewin.ch

Claude Olive  
1 C Avenue du Léman  
F - 74200 Thonon-les-Bains  
Olive87@wanadoo.fr

## Volumes déjà parus dans la collection des Cahiers d'archéologie jurassienne

- CAJ 1 Paccolat Olivier et al. *L'établissement gallo-romain de Boécourt, les Montoyes (JU, Suisse)*. 1991, 156 p., 99 fig., 14 pl. (Epuisé).
- CAJ 2 Pousaz Nicole et al. *L'abri-sous-roche mésolithique des Gripons à Saint-Ursanne (JU, Suisse)*. 1991, 176 p., 126 fig., 12 pl. ISBN 2-88436-000-X.
- CAJ 3 Eschenlohr Ludwig et Sermeels Vincent. *Les bas fourneaux mérovingiens de Boécourt, les Boulies (JU, Suisse)*. 1991, 144 p., 86 fig., 23 tab., 10 pl. ISBN 2-88436-001-8. (Epuisé).
- CAJ 4 Guélat Michel, Rachoud-Schneider Anne-Marie, Eschenlohr Ludwig et Paupe Patrick. *Archives palustres et vestiges de l'Age du Bronze entre Glovelier et Boécourt (JU, Suisse)*. 1993, 184 p., 118 fig., 22 pl., 4 dépliants hors texte. ISBN 2-88436-003-4.
- CAJ 5 Pousaz Nicole, Taillard Pascal, Schenardi Maruska et al. *Sites protohistoriques à Courfaivre et Age du Bronze dans le Jura (Suisse)*. 1994, 184 p., 77 fig., 25 pl. ISBN 2-88436-004-2.
- CAJ 6 Stékoffer Sarah. *La crose mérovingienne de saint Germain, premier abbé de Moutier-Grandval (Suisse)*. 1996, 184 p., 149 fig. ISBN 2-88436-005-0.
- CAJ 7 Othenin-Girard Blaise et al. *Le Campaniforme d'Alle, Noir Bois (Jura, Suisse)*. 1997, 208 p., 114 fig., 25 pl. ISBN 2-88436-006-9.
- CAJ 8 Demarez Jean-Daniel, Othenin-Girard Blaise et al. *Une chaussée romaine avec relais entre Alle et Porrentruy (Jura, Suisse)*. 1999, 256 p., 155 fig., 29 planches. ISBN 2-88436-008-5.
- CAJ 9 Stahl Gretsche Laurence-Isaline, Detrey Jean et al. *Le site moustérien d'Alle, Pré Monsieur (Jura, Suisse)*. 1999, 312 p., 155 fig., 53 planches. ISBN 2-88436-009-3.
- CAJ 10 Aubry Denis, Guélat Michel, Detrey Jean, Othenin-Girard Blaise et al. *Dernier cycle glaciaire et occupations paléolithiques à Alle, Noir Bois (Jura, Suisse)*. 2000, 176 p., 104 fig. ISBN 2-88436-010-7.
- CAJ 11 Masserey Catherine et al. *Un habitat de La Tène ancienne à Alle, Noir Bois (Jura, Suisse)*. 2008, 348 p., 245 fig., 40 pl. ISBN 2-88436-021-0.
- CAJ 12 Demarez Jean-Daniel. *Répertoire archéologique du canton du Jura; du I<sup>er</sup> siècle avant J.-C. au VII<sup>e</sup> siècle après J.-C.* 2001, 136 p., 100 fig. ISBN 2-88436-011-5.
- CAJ 13 Federici-Schenardi Maruska, Fellner Robert et al. *Develier-Courtételle, un habitat rural mérovingien. 1. Structures et matériaux de construction*. 2004, 340 p., 301 fig. ISBN 2-88436-014-X.
- CAJ 14 Eschenlohr Ludwig, Friedli Vincent, Robert-Charrue Linder Céline, Senn Marianne et al. *Develier-Courtételle, un habitat rural mérovingien. 2. Métallurgie du fer et mobilier métallique*. 2007, 356 p., 259 fig., 24 pl., catalogue illustré. ISBN: 978-2-88436-016-6.
- CAJ 15 Marti Reto, Thierrin-Michael Gisela, Paratte Rana Marie-Hélène, Fellner Robert, Friedli Vincent, Mazimann Jean-Pierre, Basset Sandrine et al. *Develier-Courtételle, un habitat rural mérovingien. 3. Céramiques et autres objets en pierre, verre, os, bois ou terre cuite*. 2006, 340 p., 164 fig., 74 pl., 2 pl. couleur. ISBN 978-2-88436-015-9.
- CAJ 17 Fellner Robert, Federici-Schenardi Maruska et al. *Develier-Courtételle, un habitat rural mérovingien. 5. Analyse spatiale, approche historique et synthèse. Vestiges gallo-romains*. 2007, 188 p., 107 fig., 6 pl., 1 dépliant. ISBN 978-2-88436-017-3.
- CAJ 18 Babey Ursule. *Produits céramiques modernes. Ensemble de Porrentruy, Grand'Fin*. 2003, 280 p., 105 fig., 2 pl. couleur. ISBN 2-88436-013-1.
- CAJ 19 Saltel Sébastien, Detrey Jean, Affolter Jehanne, Aubry Denis et Montavon Anne. *Le Mésolithique d'Ajoie. Les sites de Bure, Montbion et de Porrentruy, Hôtel-Dieu*. 2008, 188 p., 124 fig., 22 pl. ISBN 2-88436-019-7.
- CAJ 20 Bélet-Gonda Cécile, Mazimann Jean-Pierre, Richard Annick, Schifferdecker François (dir.). *Premières journées archéologiques frontalières de l'Arc jurassien. Actes. Delle (F) - Boncourt (CH), 21-22 octobre 2005. Mandeure, sa campagne et ses relations d'Avenches à Luxeuil et d'Augst à Besançon. Actualités archéologiques régionales*. Besançon, Presses Universitaires de Franche-Comté et Porrentruy, Office de la culture et Société jurassienne d'Émulation, 2007, 328 p., ill. (Annales Littéraires de l'Université de Franche-Comté, série Environnement, sociétés et archéologie 10; Cahier d'archéologie jurassienne 20). ISBN 978-2-88436-018-0.

## Autres publications

Juillerat Claude et Schifferdecker François (réd.). *Guide archéologique du Jura et du Jura bernois*. 1997, 152 p., ill.

Stahl Gretsche Laurence-Isaline. *Et déjà des hommes... Archéologie au cœur de l'Ajoie*. 2002, 60 p., ill.

Tous ces ouvrages peuvent être commandés auprès de la Société jurassienne d'Émulation, Rue du Gravier 8, CH-2900 Porrentruy 2. Tél. 032 466 92 57, Fax 032 466 92 04, sje@bluewin.ch, www.sje.ch

Achévé d'imprimer en décembre 2008  
sur les presses de l'Imprimerie Cattin S.à r.l.  
à Bassecourt.

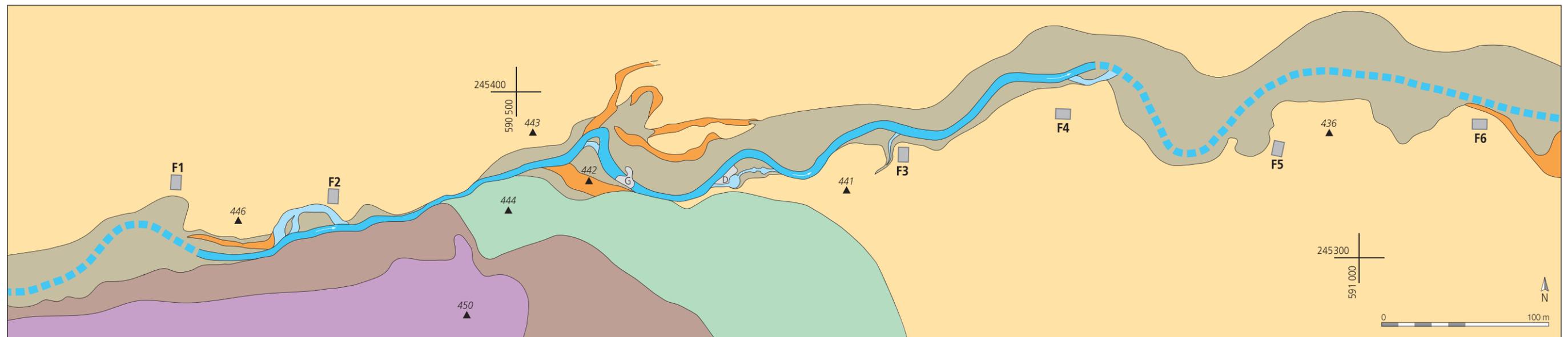
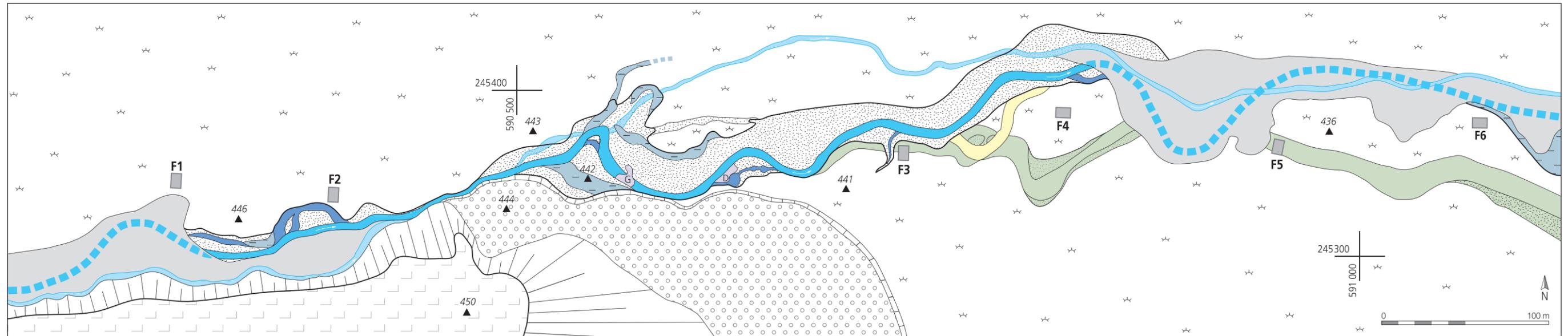
**Carte paléogéographique du site de Develier-Courtételle  
(7<sup>e</sup> siècle ap. J.-C. - reconstitution)**

**Haut Moyen Age**

-  Chenal principal, actif
-  Chenal secondaire
-  Banc graveleux ou sableux
-  Chenaux recoupés, marais
-  Berge, limite du lit du ruisseau
-  Plaine d'inondation
-  Bassins
-  Aménagements (D-digue ; G-gué)

**Autres périodes**

-  Ferme (bâtiment principal seul)
-  Altitude (en m, reconstituée)
-  Ruisseau moderne (La Pran)
-  Bande d'activité postérieure au Haut Moyen Age (zone érodée)
-  Méandre recoupé (période gallo-romaine)
-  Lit abandonné du ruisseau (actif jusqu'à l'Age du Fer)
-  Terrasse fluviale antéholocène
-  Molasse oligocène (replat d'érosion et talus)



**Carte des sols du site de Develier-Courtételle  
(7<sup>e</sup> siècle ap. J.-C. - reconstitution)**

-  Fluvisol peu évolué, sur graviers et sables de la bande d'activité du ruisseau
-  Sol hydromorphe sur limons d'inondation, à horizon Sg
-  Colluviosol limono-argileux (talus)
-  Histosol (zones humides, chenaux recoupés)
-  Luvisol dégradé sur terrasse fluviale, à horizon BTg
-  Brunisol sur molasse, souvent dégradé, à horizon Sg ou BTg