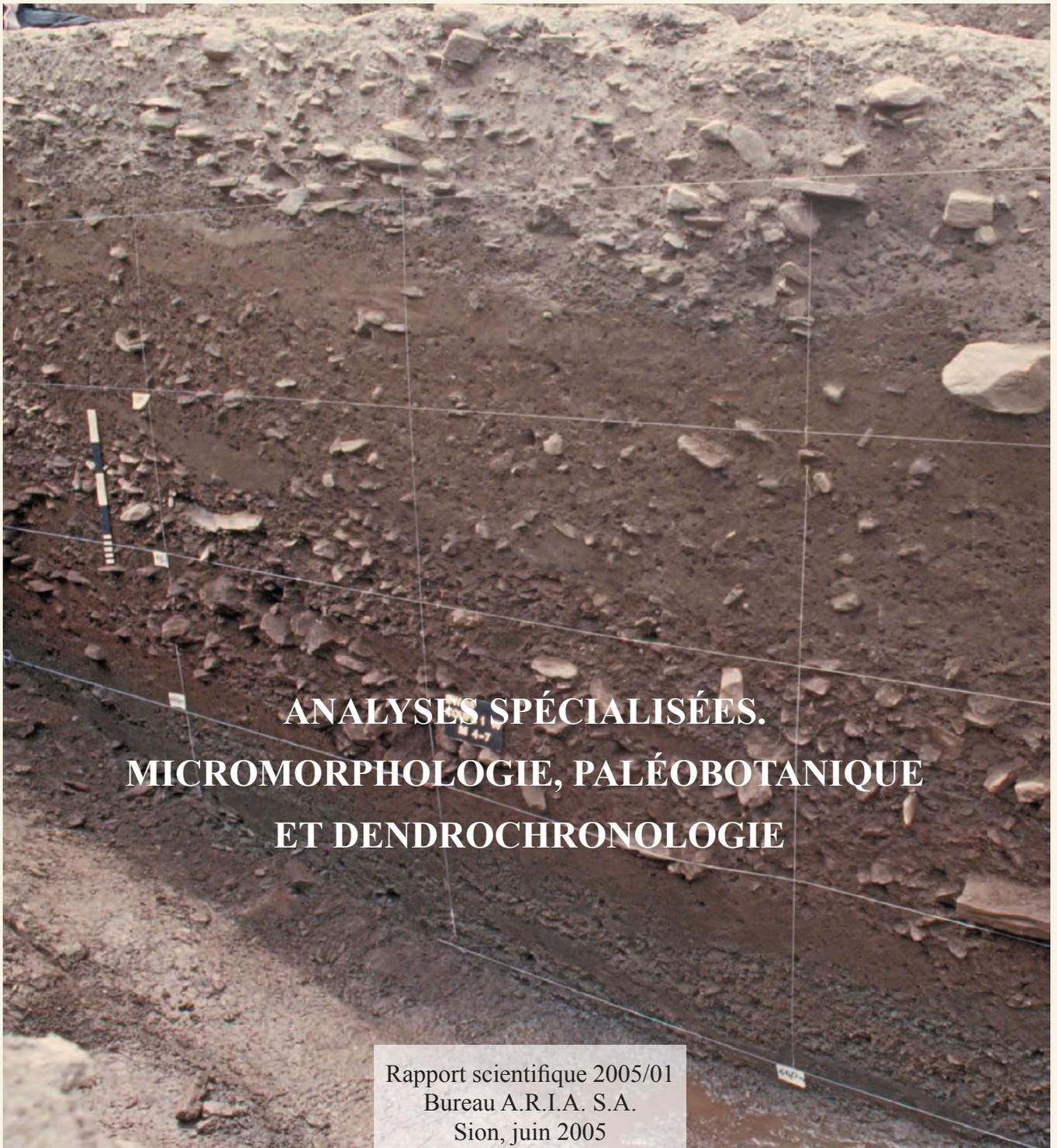


## BRIG-GLIS / GAMSEN 4



**ANALYSES SPÉCIALISÉES.  
MICROMORPHOLOGIE, PALÉOBOTANIQUE  
ET DENDROCHRONOLOGIE**

Rapport scientifique 2005/01  
Bureau A.R.I.A. S.A.  
Sion, juin 2005

**BRIG-GLIS / GAMSEN 4**

**ANALYSES SPÉCIALISÉES.  
MICROMORPHOLOGIE, PALÉOBOTANIQUE  
ET DENDROCHRONOLOGIE**

*Introduction générale : Claire Epiney-Nicoud et Alain Benkert*

*Micromorphologie : Michel Guélat et Philippe Rentzel*

*Paléobotanique : Olivier Mermod*

*Palynologie : Evelyne Bezat*

*Dendrochronologie, Anthracologie : Georges-Noël Lambert et Catherine Lavier*

Edition : Alain BENKERT et Claire EPINEY-NICOUD

Réalisation :

Bureau A.R.I.A. S.A.  
Rue de Loèche, 11  
CH-1950 SION

Coordination scientifique :

Alain Benkert  
Claire Epiney-Nicoud

Illustrations :

*Introduction : Bureau ARIA S.A.*

*Micromorphologie des sols enfouis : les auteurs, sauf Figs 1, 3, 9 et 15 : Bureau ARIA S.A.*

*Micromorphologie : séquences des terrasses C2 et C15 : les auteurs, sauf Figs.1, 3, 7, 8 et 9 : Bureau ARIA S.A.*

*Paléobotanique : l'auteur*

*Palynologie : l'auteure sauf compléments p. 132 et p. 133 : Bureau ARIA S.A.*

*Dendrochronologie : les auteurs*

Maquette :

Alain Benkert

Couverture :

Gamsen - Waldmatte 1988 : vue de la coupe ouest de la tranchée Tr.1.  
Photographie : Bertrand de Peyer, Bureau ARIA S.A.

## SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION GENERALE</b>	<i>C. Epiney-Nicoud et Alain Benkert</i>	<b>7</b>
Présentation du rapport, contenu		7
Participations et remerciements		8
Rappel du contexte archéologique		10
Présentation des études : acquis et perspectives de la recherche		15
<b>LES SOLS ENFOUIS DANS LES SÉQUENCES DE VERSANT DE BRIG-GLIS / GAMSEN.</b>		
<b>APPROCHE MICROMORPHOLOGIQUE</b>	<i>M. Guélat et Ph. Rentzel</i>	<b>21</b>
<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>23</b>
1.1	<i>Cadre et objectifs de l'étude</i>	23
1.2	<i>Chronique des travaux</i>	25
<b>2</b>	<b>Les sols fossiles de Gamsen</b>	<b>25</b>
2.1	<i>Etat de la question</i>	25
2.2	<i>Pourquoi des sols de couleur rouge ?</i>	27
<b>3</b>	<b>Analyse micromorphologique</b>	<b>28</b>
3.1	<i>Waldmatte-est</i>	29
3.1.1	<i>Présentation</i>	29
3.1.2	<i>La tranchée Tr.2 : aperçu stratigraphique</i>	31
3.1.3	<i>Micromorphologie</i>	31
3.1.4	<i>Synthèse partielle : succession des événements</i>	32
3.2	<i>Waldmatte-ouest</i>	33
3.2.1	<i>Présentation</i>	33
3.2.2	<i>Aperçu stratigraphique</i>	33
3.2.3	<i>Micromorphologie</i>	36
3.2.4	<i>Synthèse partielle : succession des événements</i>	38
3.3	<i>Bildacker</i>	39
3.3.1	<i>Présentation</i>	39
3.3.2	<i>Aperçu stratigraphique</i>	39
3.3.3	<i>Micromorphologie</i>	41
<b>4</b>	<b>Eléments de synthèse</b>	<b>43</b>
4.1	<i>Les acquis relatifs aux sols enfouis</i>	43
4.2	<i>Séquence de Waldmatte : phénoménologie et signification</i>	43
4.2.1	<i>Einführung</i>	43
4.2.2	<i>Spätglazial und Frühholozän (&lt;6000 cal. BC)</i>	43
4.2.3	<i>Les épisodes majeurs de pédogenèse au cours de l'Holocène</i>	43
4.2.4	<i>Reprise sédimentaire et récurrence des incendies</i>	44
4.2.5	<i>Partie sommitale de la séquence</i>	44
4.3	<i>Aspects chronologiques : discussion</i>	44

**Bibliographie 48**

**MODALITÉS DE L'OCCUPATION HUMAINE AU CŒUR DU VILLAGE  
PROTOHISTORIQUE DE GAMSEN-WALDMATTE.  
ANALYSE MICROMORPHOLOGIQUE DES SÉQUENCES  
SÉDIMENTAIRES DES TERRASSES C2 ET C15.**

*Philippe Rentzel et Michel Guélat*

**51**

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>53</b>
1.1	<i>Objectifs et présentation de l'étude</i>	53
1.2	<i>Brève orientation méthodologique</i>	53
<b>2</b>	<b>La séquence de la terrasse C2 (bâtiment BAT852)</b>	<b>54</b>
2.1	<i>Présentation</i>	54
2.2	<i>Les prélèvements</i>	55
2.3	<i>Analyse micromorphologique</i>	55
2.3.1	<i>Phase 3 : terrasse C2.1 (USA1777)</i>	55
2.3.2	<i>Processus \$RU527 : ruissellement RUS1537 (US20191)</i>	55
2.3.3	<i>Phase 4 : terrasse C2.2 (USA1775)</i>	57
2.3.4	<i>Phase 4 : occupation ANT2010 (US20180)</i>	57
2.3.5	<i>Phase 4 : Incendie INC2023</i>	58
2.3.6	<i>Processus \$RU511 : ruissellement RUS2011 (US20195)</i>	59
2.3.7	<i>Phase 5 : traces de labourage ZYO2006 (USA4303)</i>	60
2.3.8	<i>Processus \$TO514 : dépôts torrentiels TOR2012 (US20134)</i>	60
2.3.9	<i>Phase 6 : terrasse C2.4 (tmcl/10)</i>	61
2.3.10	<i>Phase 6 : occupation OCC2016 (US20218)</i>	61
2.3.11	<i>Phase 8 : Traces de labourage ZYO2056 (USA4299)</i>	61
2.4	<i>Succession des événements</i>	62
<b>3</b>	<b>La séquence de la terrasse C15 (bâtiments BAT23 et BAT245)</b>	<b>65</b>
3.1	<i>Einleitung</i>	65
3.2	<i>Lage der Proben</i>	65
3.3	<i>Micromorphologie</i>	66
3.3.1	<i>Phase 4 : Terrasse C15.1</i>	66
3.3.2	<i>Phase 4 : Besiedlung BAT23 (US10085, t5a/75b)</i>	66
3.3.3	<i>Phases 4 und 5 : Brand BAT23 (US10000, t5a/75a) und Pflugspuren (Terrasse C15.2)</i>	68
3.3.4	<i>Processus \$TO514 : Wildbachablagerungen TOR2012 (US10001)</i>	70
3.3.5	<i>Phase 8 : Pflugspuren (USA3932, Terrasse C15.5)</i>	70
3.4	<i>Ereignisabfolge</i>	70
<b>4</b>	<b>Synthèse et conclusions</b>	<b>72</b>
4.1	<i>Remarques préliminaires</i>	72
4.2	<i>Allgemeine Bemerkungen</i>	72
4.2.1	<i>Sedimenttypen und Ereignisse</i>	72
4.2.2	<i>Sedimentationstraten und Hiaten</i>	74
4.3	<i>Bilan de la méthode</i>	75
	<b>Notes</b>	<b>76</b>
	<b>Bibliographie</b>	<b>77</b>

<b>ARCHÄOBOTANISCHE UNTERSUCHUNGEN DER EISENZEITLICHEN SEDIMENTE (TESSIN C - LA TÈNE D) VON GAMSEN/WALDMATTE (BRIG-GLIS) VS.</b>	<i>O. Mermod</i>	<b>79</b>
<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>		<b>81</b>
<b>I. EINLEITUNG</b>		<b>83</b>
1.1. <i>Ziele der botanischen Untersuchungen</i>		83
1.2. <i>Untersuchungsgebiet</i>		84
<i>Strategische Lage ?</i>		84
<i>Klima</i>		84
<b>II. MATERIAL UND METHODEN</b>		<b>86</b>
2.1. <i>kurzer Beschrieb</i>		86
2.2. <i>Probenauswahl</i>		86
<b>III. RESULTATE UND DISKUSSION</b>		<b>88</b>
3.1. <i>Erhaltung der Reste</i>		88
3.2. <i>Funktion der Gebäude aus botanischer Sicht</i>		88
3.3. <i>Ernährung</i>		90
3.4.1. <i>Kulturpflanzen</i>		90
3.4.2. <i>Sammelpflanzen</i>		94
3.5. <i>Umgebung von Gamsen/Waldmatte</i>		95
<i>Unkraut- oder Ruderalpflanzen</i>		96
<i>Wiesen</i>		97
<i>Wälder</i>		97
<i>Sumpf- und Wasserpflanzen</i>		97
3.6. <i>Vergleich der eisenzeitlichen Schichten</i>		97
<b>IV. PERSPEKTIVEN</b>		<b>99</b>
<b>V. VERWENDETE LITERATUR</b>		<b>100</b>
<b>VI. ANHANG</b>		<b>101</b>
A. <i>Liste der nachgewiesenen Arten</i>		101
B. <i>Rohtabelle aller nachgewiesenen Reste</i>		105
<b>A9 BRIG-GLIS/WALDMATTE. ANALYSE PALYNOLOGIQUE ETAT ACTUEL ET PERSPECTIVES.</b>	<i>E. Bezat</i>	<b>123</b>
<b>INTRODUCTION</b>		<b>125</b>
<b>PROBLÉMATIQUE</b>		<b>125</b>
<i>Remarque préliminaire</i>		125
<i>Échantillonnage</i>		125
<i>Orientation de l'étude</i>		125
<i>D'un point de vue chronologique</i>		128
<i>D'un point de vue spatial</i>		130
<i>Les cas particuliers</i>		130
1.- <i>Les tombes</i>		130
2.- <i>Les mortiers</i>		130
<b>Tableau I</b>		<b>135</b>
<b>Tableau II</b>		<b>137</b>
	ARIA S.A. 1950 Sion Suisse	

<b>ETUDE DES BOIS ET CHARBONS DE GAMSEN (VS - CH)</b>	
<b>ANNÉES 1982-1992. G. Lambert et C. Lavier</b>	<b>139</b>
<b>1. LA QUESTION CHRONOLOGIQUE</b>	<b>141</b>
<b>2. FAISABILITÉ D'UNE ÉTUDE DENDROCHRONOLOGIQUE</b>	<b>141</b>
<b>3. DESCRIPTION DU TRAVAIL RÉALISÉ</b>	<b>142</b>
3.1 <i>Historique</i>	142
3.2 <i>Etude des pins sylvestres actuels</i>	142
3.3 <i>Analyse des charbons du site de Gamsen années 1988-1992</i>	143
3.3.1 <i>Examen xylologique</i>	143
3.3.2 <i>Examen dendrochronologique</i>	143
<b>4. CONCLUSION PROVISOIRE</b>	<b>145</b>
<b>ORIENTATIONS BIBLIOGRAPHIQUES</b>	<b>146</b>

-----

ANNEXES, état des données en juin 2005    *Bureau ARIA S.A.*

<b>ANNEXE 1</b>	
<i>Attribution des échantillons anthracologiques (EA) de Gamsen / Waldmatte</i>	<b>167</b>
<b>ANNEXE 2</b>	
<i>Attribution des échantillons sédimentologiques (ES) de Gamsen / Waldmatte</i>	<b>185</b>
<b>ANNEXE 3</b>	
<i>Attribution des échantillons palynologiques (EP) de Gamsen</i>	<b>211</b>

## INTRODUCTION GENERALE

### Présentation du rapport

Ce volume consacré aux sciences naturelles fait suite à la série de rapports « Brig-Glis / Gamsen 1 à 3 » éditée en 2004. Celle-ci dresse un bilan des recherches protohistoriques dont le bureau ARIA S.A. a eu la charge sur le tracé de l'autoroute A9 à Gamsen, sur mandat confié par le Service cantonal responsable de l'archéologie en Valais<sup>1</sup>. L'objectif en est, d'une part, de faciliter l'accès à la documentation considérable réunie de 1987 à 2003 et, d'autre part, d'exposer l'état d'avancement des travaux à l'issue de cette étape de fouille et d'élaboration des données.

Ce nouveau volume s'inscrit dans la même logique ; il se présente comme un recueil de cinq contributions indépendantes émanant de différents spécialistes en géologie (micromorphologie) et en paléobotanique (palynologie, dendrochronologie, archéobotanique). Les données exploitées proviennent pour l'essentiel du site de Waldmatte et, dans une moindre mesure, du petit établissement voisin de Bildacker. Quant aux problématiques abordées, elles relèvent aussi bien de l'évolution du piémont de Gamsen depuis le Tardiglaciaire, que du cadre chronologique et environnemental des occupations protohistoriques, de l'alimentation et des pratiques agro-pastorales à l'âge du Fer ou de la fonction de certains bâtiments découverts dans les différentes phases d'habitat. Il est à ce titre complémentaire des études géomorphologique et chronostratigraphique déjà produites [MOULIN 2004 ; BENKERT & EPINEY-NICOUD (Eds) 2004/02-1].

Pour unifier les différentes approches, nous avons mis à jour l'ensemble des notations faisant référence au contexte archéologique. Dans le même ordre d'idée, après quelques notes liminaires sur le cadre naturel et les résultats de l'analyse archéologique, sont brièvement évoqués les acquis de chaque contribution dans la perspective de l'étude globale du site. Pour terminer, en annexe, se trouvent les listes actualisées des prélèvements de charbons de bois et de sédiments effectués lors de la fouille<sup>2</sup>, que ceux-ci aient fait l'objet ou non d'une analyse ultérieure, chaque échantillon de Waldmatte-est étant replacé dans son contexte chronostratigraphique, en référence à la séquence synthétique présentée en 2004.<sup>3</sup>

### Contenu

Toutes les analyses des sciences naturelles ont été amorcées très tôt pendant les fouilles. Le contact du spécialiste avec le terrain ainsi que l'échange précoce d'informations ont été extrêmement bénéfiques,

conduisant à une reconnaissance rapide des potentialités de la recherche. Par contre, la prolongation inattendue des fouilles pendant douze ans (1988-1999), qui a eu pour principale conséquence d'augmenter considérablement le corpus archéologique, a largement retardé l'établissement définitif du cadre chronostratigraphique de référence. Dans l'intervalle, certains chercheurs sont devenus moins disponibles, tandis que de nouvelles priorités étaient définies, amenant à redimensionner le projet et à reporter, voire abandonner, la réalisation de certaines études. Ces aléas expliquent que des comptes-rendus plus ou moins aboutis et, pour certains, rédigés une décennie plus tôt soient ici réunis.

Concernant l'état d'avancement des travaux, seule l'étude du contexte sédimentaire tardiglaciaire et holocène antérieur à l'habitat est publiable à court terme [MOULIN 2004 ; GUÉLAT & RENTZEL dans ce volume]. Encore nécessiterait-elle l'achèvement de l'étude des pollens se référant à cette séquence [BEZAT *ibid.*]. Pour les raisons évoquées plus haut, les études palynologique et dendrochronologique [LAMBERT & LAVIER *ibid.*] se sont limitées à une évaluation du corpus, tandis que celle des paléosemences ne porte actuellement que sur la période récente de l'habitat de l'âge du Fer (MERMOD *ibid.*). L'apport de la micromorphologie à l'étude des structures s'est limitée à une problématique précise (RENTZEL & GUÉLAT *ibid.*) à l'exclusion d'autres (identification des fumiers d'étable par exemple).

Deux contributions font défaut pour que le tableau soit complet. Elles concernent d'une part l'étude archéobotanique de K. Lundström-Baudais sur les paléosemences de l'habitat du premier âge du Fer de Waldmatte, et d'autre part celle archéozoologique de H. Sidi Maamar sur la macrofaune provenant du même contexte. La première, extrêmement prometteuse [CURDY *et al.* 1993, p.138-151], n'a malheureusement pas encore abouti. La seconde a fait l'objet de plusieurs articles et d'une thèse soutenue en 2001 à l'Université de Paris I Panthéon-Sorbonne<sup>4</sup> [SIDI MAAMAR 2001]. Cet important travail universitaire nécessite toutefois d'être adapté et actualisé pour pouvoir être intégré à l'étude globale du site.

Dans le même domaine, notons encore qu'aucune étude archéozoologique systématique n'a été conduite sur la macrofaune du second âge du Fer ou sur la microfaune en général (cf. note 4).

Il faut enfin rappeler que l'étude archéologique des différentes phases d'occupation reste à entreprendre et qu'elle est indispensable à l'intégration des disciplines et à l'acquisition d'une connaissance fonctionnelle des établissements et de leurs terroirs. Il conviendra alors d'établir une véritable synthèse du site, en intégrant

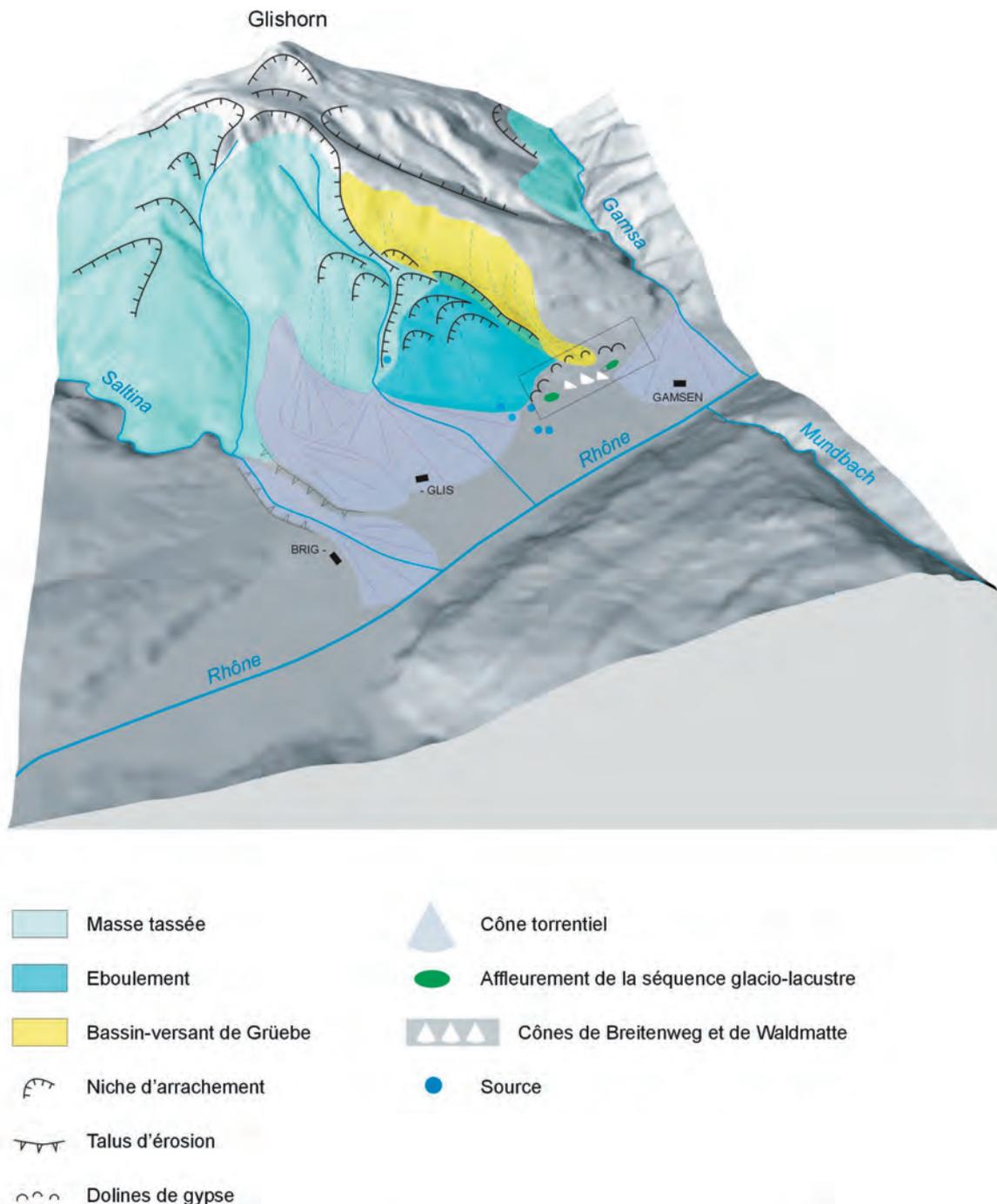
bien entendu les résultats de l'ensemble des recherches menées en parallèle sur les époques historiques (PACCOLAT *et al.* 2004) et protohistoriques.

### Participations et remerciements

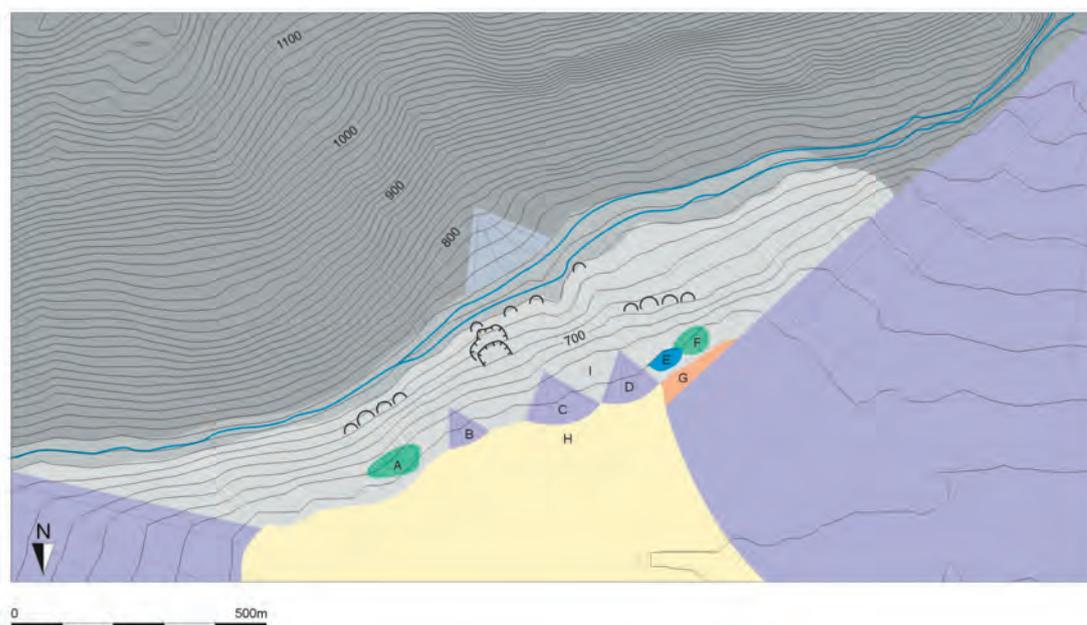
Les textes sont placés sous la responsabilité scientifique de leurs auteurs ; la coordination des travaux a été assurée par A. Benkert et C. Epiney-Nicoud, en collaboration avec B. Moulin pour la géologie (cadre

archéologique général, choix des problématiques et des corpus, mise en perspective des études). Les échantillons ont été replacés dans leur contexte archéologique par l'équipe en charge de l'analyse chronostratigraphique (A. Benkert, V. Dayer, C. Epiney-Nicoud, A.-L. Gentizon, M. Haller, S. Marchi et C. Wagner).

Les contributions récentes de M. Guélat & Ph. Rentzel et de O. Mermod ont fait l'objet d'une mise à jour en commun, tenant compte des ultimes avancements de la recherche depuis leur rédaction. Quant aux textes



**Fig. 1.** Géomorphologie du flanc nord du piémont du Glishorn. Vue en perspective en direction du sud (Moulin 2004, Fig. 3).



## DOMAINES MORPHOSÉDIMENTAIRES

- A et F : Zones à séquence glacio-lacustre
- B, C et D : Cône de Breitenweg, cônes est et ouest de Waldmatte
- E : Dépression karstique
- G : Paléoberge de la Gamsa
- H : Plaine d'inondation du Rhône
- I : Piémont à sédimentation condensée

- Piémont du Glishorn : masse tassée et glissée
- Replat avec réseau actuel de bisses
- Dolines du gypse
- Glissement de terrain
- Cônes de Glis (à l'est) et de Gamsen (à l'ouest)

**Fig. 2.** Schéma du pied du versant du Glishorn dans la zone des sites archéologiques (Moulin 2004, Fig. 4).

plus anciens de E. Bezat et de G. Lambert & C. Lavier, ils ont été repris sans modifications autres que la mise en page, la correction des erreurs typographiques et l'actualisation des appellations de sites et références archéologiques. Les attributions actuelles des échantillons EP ont toutefois été reportées dans le tableau I des données palynologiques.

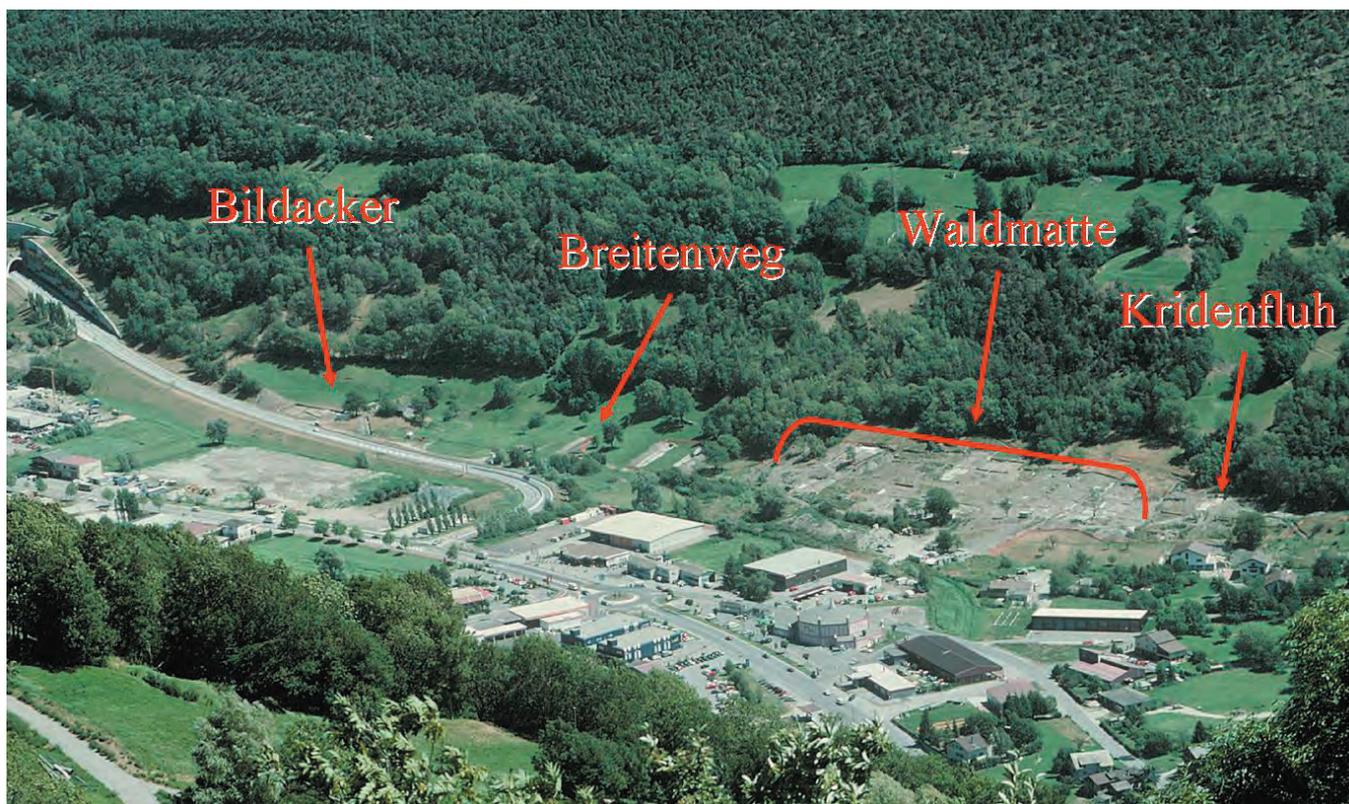
Nous adressons nos remerciements chaleureux à tous les chercheurs qui ont contribué à l'étude interdisciplinaire et à la rédaction du rapport, ainsi qu'aux nombreux fouilleurs et collaborateurs sans lesquels les données de base de cette étude n'auraient pu voir le jour. Nous réitérons aussi notre gratitude auprès des autorités fédérale et cantonale en charge des routes nationales et de l'archéologie, dont l'intérêt et le soutien ont permis la réalisation d'aussi longues recherches à Gamsen.

### Rappel du contexte archéologique

On trouvera un exposé complet du cadre général des recherches et des caractéristiques géomorphologiques et archéologiques du site dans les premiers rapports de la série Brig-Glis / Gamsen parus en 2004<sup>5</sup>. Nous résumons ici les informations utiles.

Le gisement de Gamsen est localisé en Haut-Valais, sur le territoire de la commune de Brig-Glis, à trois kilomètres au sud-ouest de la ville de Brigue et quelques centaines de mètres à l'est du village de Gamsen (coordonnées nationales : CN 1289, env. 640'300 / 128'230, altitude moyenne : 670 m).

Situé en rive gauche du Rhône (ubac), il s'étend sur 7,5 ha au pied du versant nord du Glishorn (Fig. 1). La montagne est encadrée, à l'est et à l'ouest, par les vallées du Simplon et du Nanztal, dont les affluents



**Fig. 3.** Vue plongeante du pied du Glishorn dans la zone des sites archéologiques en cours de fouille (vue depuis Mund en direction du sud).

- la Saltina et la Gamsa - ont constitué de vastes cônes d'alluvions à leur débouché dans la vallée du Rhône. La géologie du versant se compose, en amont, de calcschistes et de micaschistes et, en aval, de gypse et de schistes argileux. La pente du versant est abrupte et les seules zones présentant une déclivité plus faible sont celle du piémont, entre 660 et 680 m d'altitude, et un ressaut situé un peu plus haut, entre 740 et 760 m d'altitude. Des bisses sont aménagés dans les deux zones exploitées en prairies et en champs. Une pinède recouvre le reste du versant, remplacée par des feuillus, à l'altitude du site, et par une forêt de mélèzes et d'épicéas au-dessus de 1200 m. La situation en ubac a pour conséquence d'accentuer encore les contrastes saisonniers déjà marqués du climat continental haut-valaisan. Les conditions hivernales sont particulièrement rudes, avec une absence d'ensoleillement sur la majorité du site de novembre à janvier.

Le gisement se compose de plusieurs secteurs topographiques qui ont suivi leur propre évolution sédimentaire au cours de l'Holocène et qui ont été occupés diversement à partir de l'âge du Bronze (Fig. 2). Les recherches ont conduit à reconnaître quatre sites archéologiques (Bildacker, Breitenweg, Waldmatte et Kridenfluh) englobant différents domaines morpho-sédimentaires (Fig. 3). Les études présentées dans ce volume concernent les sites de Waldmatte et de Bildacker.

#### **Waldmatte :**

Le site de Waldmatte est le plus étendu et le plus complexe. Sa superficie atteint 4,4 ha et s'étend sur plusieurs domaines morpho-sédimentaires. Deux petits cônes torrentiels fossiles subdivisent le site à l'est et à l'ouest. Leur mise en place date de l'âge du Fer et leur activité n'a cessé qu'après la période romaine. L'extrémité occidentale du site est délimitée par une butte résiduelle de dépôts glacio-lacustres tardiglaciaires et par un ancien bras de la Gamsa, attesté dès l'âge du Bronze et jusqu'à la fin du premier millénaire de notre ère. Une petite doline, due au sous-tirage karstique du gypse, s'est également formée à l'ouest à la fin de l'époque romaine.

Les investigations conduites par deux équipes distinctes<sup>6</sup> ont livré une succession remarquable d'agglomérations de l'âge du Fer et de l'époque romaine, la première étant fondée au VII<sup>e</sup> s. avant J.-C. et la dernière abandonnée à partir de la fin du III<sup>e</sup> s. après J.-C. Les occupations suivantes sont séparées par de longues périodes d'abandon et consistent en une série d'aménagements ruraux et de petites zones funéraires ou artisanales.

Les recherches protohistoriques se sont concentrées sur une surface de près de 1 ha, à l'emplacement des deux cônes torrentiels (secteurs de Waldmatte-



Fig. 4. Plan du site de Waldmatte avec les zones respectivement fouillées par les deux équipes.

est et de Waldmatte-ouest, Fig. 4). La séquence chronostratigraphique synthétique de Waldmatte-est est particulièrement longue et complexe, puisque 28 phases d'habitat et plusieurs dizaines de processus naturels se succèdent, sur le cône est, entre le VII<sup>e</sup> s. avant J.-C. et l'époque augustéenne précoce. Toutes les périodes de l'âge du Fer sont représentées à partir du Tessin A (Fig. 5). Dans leur majorité, les données des études présentées proviennent de ce secteur, où elles sont précisément situées dans le contexte archéologique, y compris en ce qui concerne la séquence naturelle antérieure à l'habitat (SUBSTRAT) (Fig. 6). A ces éléments s'ajoutent les données directement supervisées par B. Moulin dans le cadre de son étude géologique et, en particulier, celles provenant de la butte occidentale à sédimentation glacio-lacustre [MOULIN 2004, chap. II et III].

#### Bildacker :

Le site de Bildacker correspond à une petite éminence d'environ 1 ha, située à l'est du gisement de Gamsen (Fig. 3). Le substrat de la butte est constitué de dépôts tardiglaciaires et holocènes analogues à ceux observés à Waldmatte-ouest. Les investigations ont mis au jour un petit habitat de l'âge du Bronze auquel succède un habitat stratifié du premier âge du Fer et des traces de fréquentation à l'époque historique. Le secteur fouillé sur le tracé de l'autoroute (env. 750 m<sup>2</sup>) s'est révélé moins bien conservé que celui prospecté

immédiatement au sud. Plusieurs bâtiments et niveaux d'occupation superposés ont en effet été découverts hors de l'emprise direct des travaux, dans le sondage BB-S.14. La séquence de ce sondage est la plus complète du site et a fait l'objet d'une série de prélèvements pour datations radiocarbone et analyses palynologique et micromorphologique. L'analyse des niveaux naturels tardiglaciaires et holocènes a également été couplée à une série d'échantillons micromorphologiques [MOULIN 2004, chap. II et III]. L'étude chronostratigraphique du site de Bildacker est en cours de réalisation et contribuera à asseoir le cadre archéologique de ces études.

BC		Mittelland / Plateau Jura, Bas-Valais (Süddeutschland)	Lombardia Piemonte	Ticino Mesolcina Oberwallis	Alpenrheintal	Untere Engadin	BC
0							0
		LT D2	LT D2	LT D2	LT D2	Fritzens- Sanzeno D	
100		LT D1	LT D1	LT D1	LT D1		100
		LT C2	LT C2	LT C2	LT C2	Fritzens- Sanzeno C	
200		LT C1	LT C1	LT C1	LT C1		200
		LT B2	LT B2	LT B2	Keramik Typ Schneller	Fritzens- Sanzeno B	
300		LT B1	LT B1	LT B1			300
400		LT A	G III A3 G III A2	Tessin D			400
		Ha D3	G III A1	Tessin C	Keramik Typ Tamins	Fritzens- Sanzeno A	
500		Ha D2	G II B	Tessin B			500
		Ha D1	G II A/B G II A	Tessin A3 Tessin A2 Tessin A	Nordalpine Hallstattkeramik	Laugen- Melaun C	
600							600
		Ha C	G I C G I B G I A2		Ha C		700
700							
800		Ha B3	G I A1		Ha B3	Laugen- Melaun B	800

Fig. 5. Tableau chronologique de l'âge du Fer en Suisse (d'après SPM IV 1999, Fig. 5, p. 21).

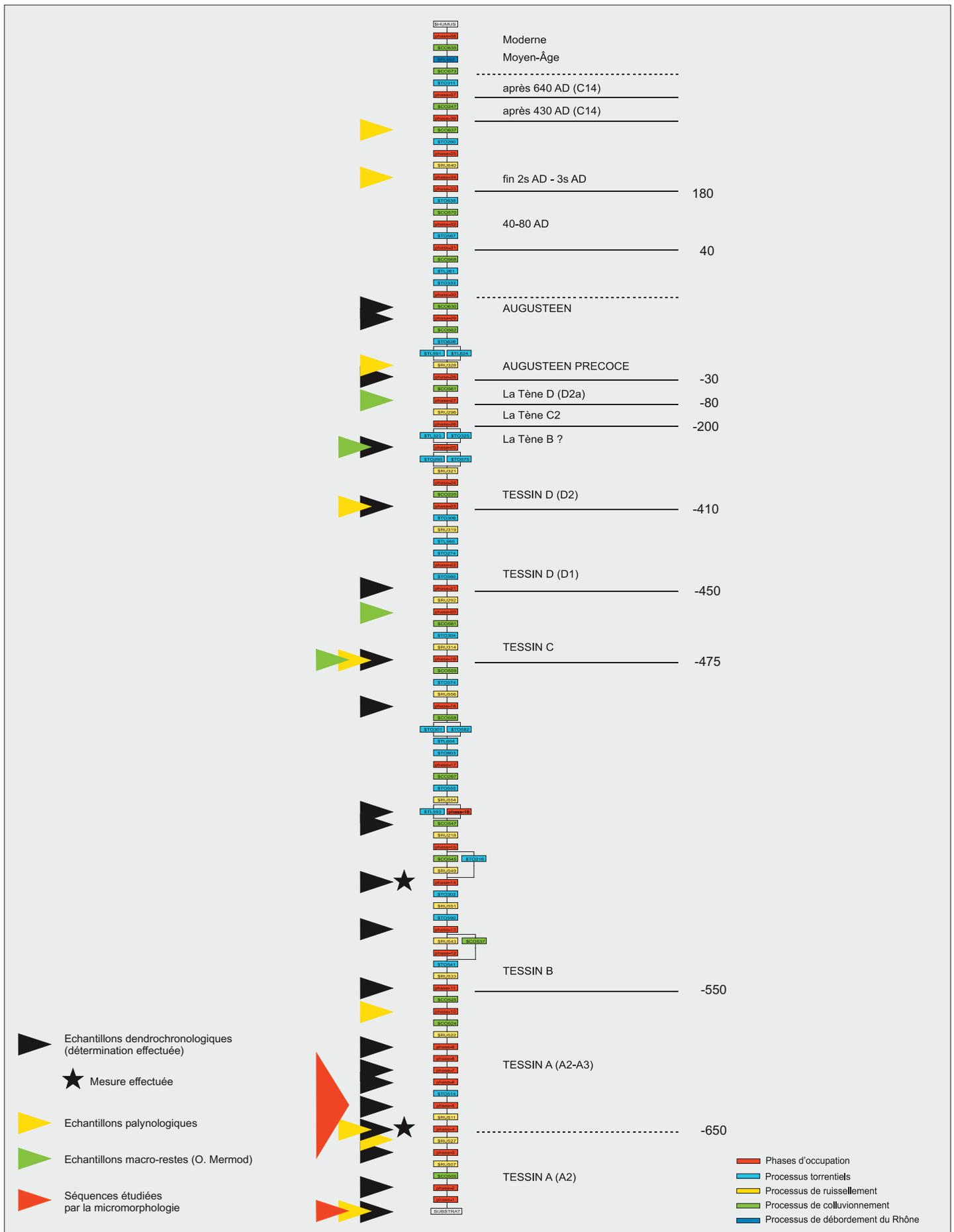


Fig. 6. Chemin principal de la séquence synthétique de Waldmatte-est avec la distribution des échantillons traités dans ce volume.

## Présentation des études : acquis et perspectives de la recherche

Afin de situer les différentes études dans le cadre général des recherches à Gamsen, nous proposons un bref compte-rendu de chacune d'entre elles.

- **Michel Guélat et Philippe Rentzel : « Les sols enfouis dans les séquences de versant de Brig-Glis / Gamsen. Approche micromorphologique »**

L'étude vise à préciser l'origine des sédiments rougeâtres observés dans les séquences holocènes antérieures à l'âge du Fer. La démarche s'intègre à l'étude géomorphologique conduite par B. Moulin, en apportant les compléments nécessaires aux analyses chronostratigraphiques et sédimentologiques plus classiques. Les investigations mettent en évidence l'existence de plusieurs sols bruns fossiles, dont elles précisent les modalités et la durée de formation. Des considérations paléoenvironnementales sont déduites de l'interprétation génétique des dépôts. Les pédogénèses observées indiquent que le piémont de Gamsen connaît plusieurs longues phases d'arrêt de sédimentation, sous couvert forestier, entre 6'000 et 700 avant J.-C. Les phases de stabilité s'intercalent entre des périodes de sédimentation plus active, entrecoupées par des incendies de forêt. Ces feux sont d'origine naturelle ou correspondent, plus probablement, à des brûlis. Les séquences étudiées révèlent une lente évolution du paysage du coteau durant l'Holocène, dans laquelle la part des facteurs naturels locaux, climatiques et humains reste à dégager (voir aussi MOULIN 2004, chap. III).

Fruit d'une collaboration étroite entre les disciplines, l'étude du substrat naturel antérieur aux occupations de Gamsen est achevée, tant du point de vue de la micromorphologie que de la sédimentologie. Il reste, pour aboutir à une synthèse, à préciser la datation palynologique de la séquence de Waldmatte-ouest (voir *infra*, contribution de E. Bezat) et à replacer les faits dans une perspective élargie.

- **Philippe Rentzel et Michel Guélat : « Modalités de l'occupation humaine au cœur du village protohistorique de Gamsen-Waldmatte. Analyse micromorphologique des séquences sédimentaires des terrasses C2 et C15 »**

L'avantage de la micromorphologie est de conserver l'arrangement spatial du sédiment et de pouvoir ainsi, à la fois, identifier les composants microscopiques des couches et suivre les processus de mise en place et d'évolution de celles-ci. Environ cinquante échantillons ont été prélevés lors de la fouille des structures et des couches anthropogéniques de l'habitat. Parmi les problématiques retenues, citons l'architecture

des bâtiments (associant le bois, les végétaux et la terre) et leur affectation (notamment détermination des fumiers d'étable et coprolithes), l'origine des matériaux constituant les aménagements en terre de certaines maisons (fours ou foyers, sols, banquettes), le mode de fonctionnement des structures de combustion, les pratiques agraires (brûlis, labourage, fumures, etc.) et la reconnaissance de certains traits naturels et anthropiques (horizons humifères, traces de gel-dégel ou de piétinement, hiatus).

Seule une sélection des échantillons a fait l'objet d'une analyse, puis l'un des volets de l'étude a été développé. L'originalité du travail présenté est qu'il porte sur deux séquences sédimentaires contemporaines et bien documentées relevant de plusieurs des problématiques mentionnées. Les observations micromorphologiques sont situées avec précision dans le cadre chronostratigraphique complexe du secteur de Waldmatte-est. Les deux séquences proviennent des terrasses C2 et C15 (zones XVIII et XIII Est, Fig. 4) réoccupées à plusieurs reprises au cours de la période ancienne de l'habitat (Tessin A). Pas moins de six phases d'occupation (phases 3 à 8) et autant de processus naturels sont enregistrés dans les sédiments sur une vingtaine de centimètres d'épaisseur, même si tous ne s'expriment pas dans les prélèvements effectués (Fig. 6).

L'analyse micromorphologique confirme, d'une manière générale, l'interprétation archéologique et apporte des éléments nouveaux. L'un des résultats significatifs est d'établir que deux horizons humifères se développent sur la terrasse C2, le premier entre les phases 4 et 5 et le deuxième entre les phases 5 et 6. Ces observations confèrent indéniablement du temps, au minimum plusieurs années, aux périodes d'abandon qui séparent les phases de Waldmatte-est [BENKERT & EPINEY-NICOUD (Eds.) 2004/02-1, p. 65-85]. L'hypothèse d'un déplacement cyclique des villages et de leurs terroirs au premier âge du Fer trouve ici un argument supplémentaire (*ibid.*, p. 359-371).

L'analyse confirme, également, le rôle déterminant joué par les incendies dans l'accumulation des vestiges, par opposition aux épisodes d'occupation proprement dits. La qualité de l'enregistrement sédimentaire de la phase 4 autorise une véritable dissection du déroulement de l'incendie à la fin de cette phase (combustion des éléments jonchant le sol des bâtiments BAT23 et BAT852, pluies intervenant pendant l'incendie, démantèlement progressif des superstructures et incinération au sol des décombres). Des précisions sont apportées sur l'architecture et la fonction des deux édifices. La présence de fumier d'étable carbonisé permet ainsi d'affirmer que le BAT23 servait au parage de vaches mais aussi de chèvres ou de moutons.

A l'instar de l'étude réalisée sur les bâtiments d'époque romaine (GUÉLAT & RENTZEL 2004), cette

contribution constitue une base solide pour apprécier la suite à donner aux travaux. L'analyse des séquences intra-bâtiments mérite d'être poursuivie, tant les résultats s'avèrent probants. L'approche pédosédimentaire apporterait des compléments souhaitables à l'étude de l'évolution du terroir. Peu développée jusqu'ici, l'analyse des matériaux et des techniques de construction des édifices et de leurs aménagements internes en terre paraît également prometteuse<sup>7</sup>.

• **Olivier Mermod** : « *Archäobotanische Untersuchungen der eisenzeitlichen Sedimente (Tessin C – La Tène D) von Gamsen/Waldmatte (Brig-Glis VS)* »

L'étude archéobotanique de O. Mermod a débuté en 2002, en complément à celle entamée par K. Lundström-Baudais en 1990. Toutes deux concernent des données provenant du secteur de Waldmatte-est (Figs. 5 et 6). Le choix des échantillons traités par O. Mermod s'est fait sur la deuxième partie de la séquence (fin du premier et second âge du Fer), l'étude de K. Lundström-Baudais abordant les phases anciennes du premier âge du Fer. Cette distinction chronologique se double d'une localisation différente des échantillons, correspondant au déplacement du centre de l'habitat à la fin du Tessin B [BENKERT & EPINEY-NICOUD (Eds.) 2004/02-1, p. 359 sq.]. En définitive, la répartition actuelle des corpus se fait comme suit (Figs. 4 et 5) :

- étude de K. Lundström-Baudais : échantillons provenant de la partie centrale du cône de Waldmatte-est (zones XV à XXII) et des phases 1 à 15 (Tessin A et B) ;
- étude de O. Mermod : échantillons provenant de la périphérie occidentale du cône de Waldmatte-est (zones VI à IX et XIV) et des phases 19 à 27 (Tessin C à LT D2).

La contribution de O. Mermod a été conçue comme une étape préliminaire de l'analyse des niveaux du second âge du Fer. Les échantillons traités sont en nombre modeste (51) et leur représentativité peut être nuancée à deux niveaux. Premièrement, certaines phases de l'habitat ne sont pas intégrées, et c'est notamment le cas des phases 16 à 18 (Tessin B) constituant la transition entre les deux études archéobotaniques. Deuxièmement, le corpus étudié par phase se résume en général au contenu d'un seul bâtiment, à l'exception de la phase 27 (deux bâtiments). Malgré ces réserves, l'analyse porte sur un nombre important de restes botaniques (14'325 graines ou fruits déterminés) dont la conservation est bonne et dont la datation couvre trois grandes périodes : la fin du premier âge du Fer (Tessin C), La Tène ancienne (Tessin D - La Tène B) et La Tène finale (La Tène D2). L'absence de données pour La Tène moyenne et le début de La Tène finale reflète l'existence d'un ou plusieurs hiatus dans l'occupation

du site de Gamsen [BENKERT & EPINEY-NICOUD (Eds.) 2004/02-1, p. 367].

Les 119 taxons individualisés brosent un premier tableau de l'environnement du site, de l'agriculture et de l'alimentation à l'âge du Fer. Le paysage devait être plus ouvert qu'il n'est aujourd'hui. Une vingtaine d'espèces cultivées sont attestées, parmi lesquelles l'orge et le millet dominant. Fait à relever pour un site terrestre, les mauvaises herbes associées aux cultures et les plantes de prairies-pâturages sont à la fois nombreuses et variées. La culture de la vigne n'est pas directement attestée, mais des pépins de raisin cultivé sont présents dès le premier âge du Fer. L'affectation différente des bâtiments se retranscrit clairement dans leur contenu en paléosemences, à la fois dans le nombre de restes et dans le spectre des associations floristiques. Les résultats archéobotaniques sont ainsi confrontés aux hypothèses fonctionnelles déduites de l'analyse des structures. Le corpus s'avère par contre insuffisant pour dégager une évolution au cours de l'âge du Fer. Les phénomènes observés (diminution des plantes cultivées et augmentation conjointe des mauvaises herbes) semblent moins liés à des processus économiques qu'à la comparaison de contextes différents, en l'occurrence des bâtiments.

Ce premier volet de l'étude archéobotanique montre clairement les compléments à apporter pour aboutir à une synthèse concernant l'âge du Fer. Il faut insister sur l'importance de poursuivre l'étude dans la perspective d'une synthèse diachronique qui couvre toutes les époques représentées à Gamsen et qui puisse servir de référence pour les Alpes. Il convient, dans cette optique, de compléter l'étude des niveaux du second âge du Fer en augmentant le nombre des échantillons traités. Cette étape ne soulève pas de problème vu la qualité de conservation des vestiges et le nombre des prélèvements effectués. Le corpus du premier âge du Fer est, quant à lui, plus complet et ne nécessiterait que certains ajustements. Des solutions restent cependant à trouver pour que l'étude des niveaux anciens de l'âge du Fer puisse être achevée.

• **Evelyne Bezat** : « *Analyse palynologique : état actuel et perspectives (février 1994)* »

L'étude palynologique de E. Bezat s'est déroulée de 1988 à 1994. Une soixantaine d'échantillons EP a été prélevée dans les niveaux archéologiques de Waldmatte-est et de Bildacker (sondage BB-S14), parmi lesquels 31 ont fait l'objet d'une analyse et du rapport présenté (tableau I des résultats palynologiques, p. 135). A cette évaluation s'ajoute l'analyse préliminaire des 22 échantillons prélevés dans la séquence tardiglaciaire et holocène de Waldmatte-ouest (tranchée Tr.15, tableau II des résultats palynologiques, p. 137).

La distribution chronologique des échantillons étudiés à Waldmatte-est reflète l'état d'avancement des fouilles à la fin de 1993 (Fig. 6). Partielle mais étendue, elle couvre aussi bien la période antérieure aux occupations de l'âge du Fer (SUBSTRAT, 3 échantillons) que les époques historiques<sup>8</sup> (\$RU328 à \$CO637, 7 échantillons), avec une concentration dans le premier âge du Fer et notamment la phase 4 (15 échantillons) à l'opposé du second (1 échantillon). Les échantillons traités à Bildacker complètent cette distribution puisqu'ils concernent un plancher de tufs antérieur à l'occupation de l'âge du Bronze (1 échantillon), l'âge du Bronze probable (1 ou 2 échantillons) et le premier âge du Fer à nouveau (2 ou 3 échantillons).

L'expertise souligne le potentiel de l'étude palynologique. La richesse pollinique des échantillons est exceptionnelle pour un site en milieu sec. La teneur en pollens s'avère bonne lorsqu'on cible les prélèvements dans les faciès sédimentaires propices ; elle livre alors une belle diversité d'espèces, tant naturelles que liées aux activités humaines. On peut donc regretter que les aléas du projet de Gamsen aient conduit à l'interruption des recherches palynologiques. L'étude des échantillons prélevés mérite pourtant d'être terminée, car elle apporterait des éléments essentiels dans plusieurs domaines. L'analyse de la séquence tardiglaciaire et holocène de Waldmatte-ouest devra être terminée pour qu'on puisse finaliser les études et préciser les modalités du retrait glaciaire et de la recolonisation forestière dans la région.

L'évolution du terroir de Gamsen pourrait être abordée grâce à une série d'échantillons, qui apporteraient des compléments importants à l'étude des paléosemences et des charbons. Comme le souligne E. Bezat, les données de Gamsen pourraient être, de ce point de vue, avantageusement confrontées à celles de la coupe de Ried-Brig « Moos », située dans une tourbière à quelques kilomètres de Gamsen. Il reste enfin à mettre en valeur la richesse pollinique des échantillons prélevés dans l'entrepôt BAT852 de la phase 4, en intégrant les résultats de la palynologie dans l'étude interdisciplinaire de cet édifice exceptionnel [BENKERT & EPINEY-NICOUD (Eds.) 2004/02-3 ; CURDY *et al.* 1993, p.138-151].

- **Georges Lambert et Catherine Lavier, « Etude des bois et charbons de Gamsen (VS - CH). Années 1988-1992 (automne 1996) »**

Très tôt reconnu grâce à sa richesse en structures, à la diversité de son mobilier ou encore à sa longue durée d'occupation, l'intérêt du site de Gamsen en tant que référence chronologique dans le contexte de l'âge du Fer alpin, voire européen, a déterminé le besoin d'ordonner très précisément dans le temps les diverses occupations et les objets associés. En raison de la

relative imprécision des méthodes traditionnelles (typo-chronologie ou datation par dosage du radiocarbone), l'analyse dendrochronologique semblait parfaitement adaptée à la situation. Toutefois, la nature des échantillons (fragments de bois carbonisés, souvent de très petite taille) et l'essence dominante des bois (pin sylvestre) nécessitaient de mettre en place une démarche particulière : sélection puis préparation spécifique des échantillons les plus propices à l'analyse, multiplication des chemins de lecture, définition d'une collection de comparaison sur des bois actuels.

Environ 150 échantillons (EA) issus du site de Gamsen-Waldmatte ont été sélectionnés en 1993 puis analysés jusqu'en 1996 (date de remise du rapport). Une série de carottages portant sur une cinquantaine d'arbres actuels a en outre été effectuée (pins sylvestres, 5 mélèzes et 4 épicéas). En ce qui concerne ces bois modernes, G. Lambert et C. Lavier constatent que la synchronisation des courbes de croissance est très difficile à établir, souvent même entre plusieurs chemins du même échantillon. Les âges variables des arbres suivant leur provenance (stations étagées entre 740 et 1400 m) ainsi que l'extrême sensibilité du pin aux conditions environnementales expliquent cet état de fait.

Les échantillons prélevés sur le site fournissent en fait 700 « individus » distincts (près de 3'000 fragments). Ils proviennent en très large majorité (plus de 97%) de pins sylvestres. Seule une centaine d'individus (env. 50 bois distincts) convenait à une approche dendrochronologique (croissance lente et présence d'un ou plusieurs cerne remarquables) mais, en définitive, huit seulement ont été effectivement traités (EA 100, EA 139, EA 154, EA 200.C, EA 295.3, EA 309.2, EA 311.1 et EA 325). Les résultats s'avèrent peu probants et les séquences non corrélables en raison de l'absence systématique du dernier cerne, du faible nombre d'individus mesurables et, surtout, de l'inhomogénéité des indicateurs de croissance. En fin de compte, la question est posée par les auteurs de savoir pourquoi le pin sylvestre (antique et actuel) présente sur ce site des caractéristiques telles que leurs croissances ne peuvent être comparées.

Quelques commentaires supplémentaires peuvent être formulés *a posteriori*, grâce à l'établissement du cadre chronostratigraphique très fin de Waldmatte-est, d'où proviennent tous les échantillons étudiés.

Tout d'abord en ce qui concerne la distribution des échantillons sélectionnés sur la séquence de référence (Fig. 6), on constatera que tout l'âge du Fer est représenté, jusqu'à la période augustéenne. Par contre, les huit échantillons qui ont pu faire l'objet d'une mesure dendrochronologique se concentrent dans les phases ancienne de l'occupation. Six d'entre eux sont attribués à la phase 4, datée du Tessin A, soit 650 avant J.-C. au plus tôt, et deux à la phase 14 (EA 154

et EA 295.3) datée fin du Tessin B – début du Tessin C, soit aux alentours de 500 avant J.C. au plus tôt.

La présence presque exclusive de pin sylvestre dans les échantillons reste tout à fait étonnante, surtout si l'on se réfère aux déterminations des charbons de bois effectuées pour la période romaine<sup>9</sup>, où le pin (*Pinus Sylvestris*) est accompagné d'autres espèces, en particulier le mélèze (*Larix decidua*). Pour l'âge du Fer, les fragments sélectionnés proviennent pour une bonne part d'éléments architecturaux (sablères, piquets) ou de décombres de bâtiments incendiés, mais aussi de structures de combustion (foyers, four) ou de zones de rejets. Cette différence entre les deux périodes est-elle

le fruit du mode de sélection des échantillons ou s'agit-il d'un phénomène plus général, lié à l'économie des sociétés ? La détermination de nouveaux fragments issus des fouilles postérieures à 1992 permettrait de préciser ce point.

Enfin, malgré l'impossibilité probablement rédhibitoire de dater des bâtiments ou des phases d'occupation par la dendrochronologie, la mesure des courbes de croissance de nouveaux échantillons soigneusement sélectionnés offrirait la possibilité de définir plus précisément, en collaboration avec les autres disciplines de la botanique, le contexte forestier du site de Gamsen.

Claire Epiney-Nicoud et Alain Benkert, juin 2005

## Notes

- <sup>1</sup> Pour une présentation détaillée du projet archéologique de Gamsen et des objectifs des recherches protohistoriques, voir BENKERT & EPINEY-NICOUD (Eds.) 2004/02-1, p. 13-20.
- <sup>2</sup> Echantillons anthracologiques (EA), palynologiques (EP) et sédimentaires (ES). Pour les principes de numérotation, *ibid.*, p. 391.
- <sup>3</sup> Description précise de la séquence synthétique de Waldmatte-est. *ibid.*, p. 57 sq.
- <sup>4</sup> Pour la liste des études relatives à Gamsen et publiées par H Sidi Maamar, *ibid.*, p. 375-379.  
Après mise à jour des attributions à la séquence synthétique de Waldmatte-est (état 2004), deux précisions doivent être apportées : les ossements attribués à La Tène ancienne au moment du travail de H. Sidi Maamar se révèlent désormais remonter, dans leur majorité, à la fin du 1<sup>er</sup> âge du Fer (Tessin B-Tessin C); par ailleurs, 15% des ossements déterminés alors concernent la période qui couvre, *grosso modo*, le 1<sup>er</sup> siècle avant notre ère (respectivement 6% attribués à la période LTD2-Augustéen précoce et 9% à la période augustéenne *stricto sensu*).
- <sup>5</sup> MOULIN 2004, p. 12-17 et BENKERT & EPINEY-NICOUD (Eds.) 2004/02-1 (historique des recherches : p. 18-38 ; principes d'échantillonnage et de référencement documentaire : p. 389-392).
- <sup>6</sup> Niveaux protohistoriques fouillés et étudiés par le bureau ARIA S.A. à Sion, niveaux d'époque historique fouillés et étudiés par l'Office de recherches archéologiques du Valais relayé par le bureau TERA Sàrl à Sion.
- <sup>7</sup> Voir aussi l'analyse pétrographique réalisée par Ph. Rentzel sur le mobilier céramique protohistorique (CURDY 2004/03-1, annexe 14).
- <sup>8</sup> Pour lesquelles les données sont complétées par les prélèvements effectués par l'équipe de l'ORA VS (futur bureau TERA). Voir la contribution de E. Bezat dans PACCOLAT (coordination) 2004.
- <sup>9</sup> Voir la contribution de W. Schoch dans PACCOLAT (coordination) 2004.

## Bibliographie sommaire

BENKERT A., EPINEY-NICOUD C. (Eds), DAYER V., GENTIZON A.-L., HALLER M., MARCHI S. et WAGNER C., 2004 : *Brig-Glis / Gamsen 2. L'habitat protohistorique de Waldmatte.*

*Volume 1- Contexte chronostratigraphique et structures de l'habitat.* Rapport scientifique 2004/02-1 Sion, ARIA S.A.

*Volume 2- Planches.* Rapport scientifique 2004/02-2 Sion, ARIA S.A.

*Volume 3 - Catalogue des bâtiments.* Rapport scientifique 2004/02-1 Sion, ARIA S.A.

*Volume 4 - Catalogue des terrasses.* Rapport scientifique 2004/02-4 Sion, ARIA S.A.

CURDY, Ph., MOTTET, M., NICOUD, C., BAUDAIS, D. Lundström-Baudais, K. et Moulin, B. (1993) Brig-Glis/Waldmatte, un habitat alpin de l'âge du Fer: Fouilles archéologiques N9 en Valais. *Archéologie suisse*, 16, 4, p. 138-151.

MOULIN, B. (2004) *Brig-Glis/Gamsen 1. Le contexte géologique. Histoire sédimentaire d'un piémont en domaine intra-alpin, du Tardiglaciaire à l'Actuel.* Rapport scientifique 2004/01. Sion, Bureau ARIA S.A.

NICOUD, C. et CURDY, Ph. (1994) L'habitat alpin du premier âge du Fer de Brig-Glis/Waldmatte (Valais, suisse). *Sérialisation et premières hypothèses sur l'évolution d'un espace villageois. Espaces physiques espaces sociaux dans l'analyse interne des sites du Néolithique à l'âge du Fer, 119ème congrès CTHS*, Amiens, p. 408-421.

PACCOLAT, O. (coordination) (2004) *Gamsen, époque historique. Chantier autoroute A9 : Fouilles archéologiques 1987-1999. Rapport final (février 2004).* Volume 2, *Sciences naturelles et analyses spécialisées*, Sion, TERA Sàrl, Travaux, Etudes et Recherches Archéologiques.

PACCOLAT O., GIBUT P., MORET J.-Chr. et TAILLARD P. (2004) *Gamsen, époque historique. Chantier autoroute A9 : Fouilles archéologiques 1987-1999. Rapport final (février 2004).* Volume 1, *Données générales et chronologie*, Sion, TERA Sàrl, Travaux, Etudes et Recherches Archéologiques.

SIDI MAAMAR, H. (2001) *Approche anthropozoologique d'une communauté villageoise alpine du premier et second âge du Fer. Analyse de la faune du site de Brig-Glis/Waldmatte (Valais, Suisse).* 2 vol. Paris, Paris I Panthéon-Sorbonne (UFR 03 Art et Archéologie), thèse dactylographiée.

LES SOLS ENFOUIS DANS LES SÉQUENCES DE VERSANT DE  
BRIG-GLIS / GAMSEN  
APPROCHE MICROMORPHOLOGIQUE

Michel Guélat  
et  
Philippe Rentzel

Rapport juin 2002  
Actualisé en juin 2005

Michel Guélat  
Géologie du Quaternaire et Géoarchéologie  
Creux de la Terre 11  
2800 Delémont.  
E-mail : mic.guelat@bluewin.ch

Philippe Rentzel  
Institut für Prähistorische  
und Naturwissenschaftliche Archäologie,  
Universität Basel  
Spalenring 145  
4055 Basel  
E-mail: Philippe.Rentzel@unibas.ch

## 1 INTRODUCTION

### 1.1 Cadre et objectifs de l'étude

L'intégration de la géoarchéologie à la recherche sur les sites archéologiques de Gamsen fut envisagée dès la conception du projet. L'analyse micromorphologique (cf. encadré ci-dessous) devait porter sur l'interprétation de certains vestiges archéologiques complexes, en amenant à une meilleure compréhension des processus de formation des couches anthropogéniques<sup>1</sup>. Les résultats de ces analyses sont présentés ailleurs<sup>2</sup>.

Comme c'est l'usage dans cette démarche, nous avons inclus les sédiments naturels sous-jacents aux structures archéologiques lors des prélèvements d'échantillons systématiques ou plus ciblés<sup>3</sup>. Etant donné qu'une étude géologique approfondie est menée en parallèle par Bernard Moulin, nos investigations concernent plus particulièrement l'aspect pédosédimentaire et viennent ainsi compléter les observations plus strictement sédimentologiques (Moulin 2004, chap. I.3.1). La micromorphologie intervient autrement dit dans les problématiques pour lesquelles les méthodes plus classiques ont atteint leurs limites, notamment lors de l'interaction des processus pédogénétiques.

Concrètement, il s'agissait dans un premier temps de préciser la nature et l'origine des sédiments rougeâtres qui, sur le terrain, apparaissaient à plusieurs endroits dans les coupes stratigraphiques, au sein de la séquence dite « médiane ». Rappelons que cette dernière comprend

les successions de couches postérieures aux dépôts glacio-lacustres, mais antérieures aux occupations du Premier âge du Fer (Moulin 2004, chap. III.1.1).

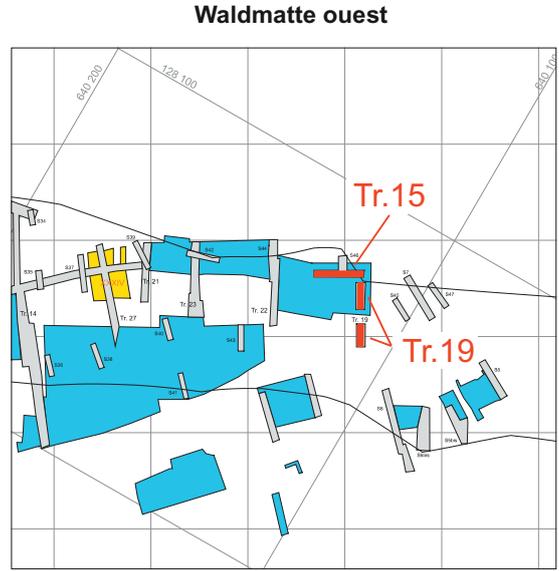
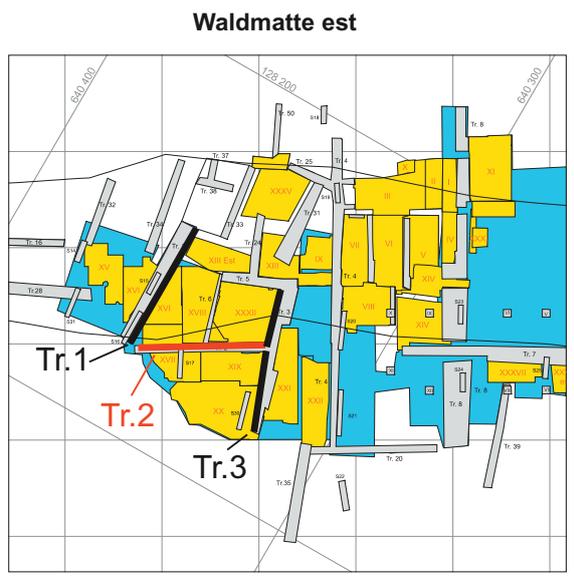
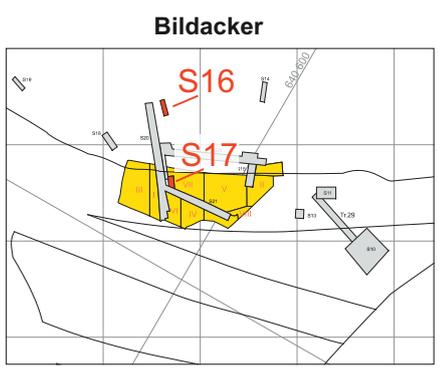
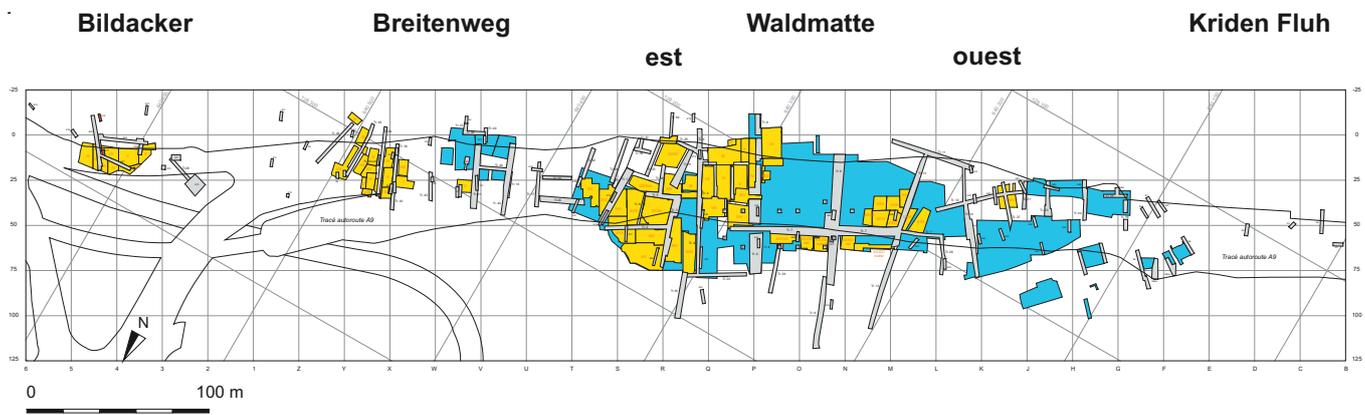
En premier lieu, il s'agissait de déterminer la cause de cette rubéfaction : est-elle l'effet d'un passage du feu, suite à un incendie ? Ou d'une oxydation naturelle, pédologique, voire d'une combinaison des deux phénomènes ?

Il fallait en outre définir si ces horizons étaient en place ou s'ils avaient subi des remaniements semblables à celles des formations colluviales, sur le versant. L'interprétation génétique de ces sédiments particuliers débouchait donc sur des questions d'ordre paléoenvironnemental : si une partie de ces horizons rubéfiés témoignait bien de pédogenèses anciennes, quelle était leur signification dans le cadre de l'évolution du coteau de Gamsen à l'Holocène ?

Pour répondre à ces questions, nous avons prélevé des échantillons dans les profils où la séquence médiane était relativement bien développée et ce dans trois zones distinctes, à savoir Waldmatte-ouest (ou BW-ouest), Waldmatte-est (ou BW-est) et Bildacker (BB) (Fig.1). Nous présentons ci-dessous les observations de terrain et les résultats des analyses de laboratoire réalisées sur ces trois secteurs, en accordant une importance particulière à la description microscopique et à l'interprétation des dépôts qui en découle.

#### Qu'est-ce que la micromorphologie ?

- *La micromorphologie est une technique issue de la pédologie pour étudier la genèse et le fonctionnement des sols grâce à un examen microscopique. Par opposition aux méthodes classiquement utilisées en sédimentologie, son point fort réside dans la conservation de l'organisation spatiale du sédiment, ce qui permet une hiérarchisation dans le temps des processus génétiques.*
- *Pratiquement, sur le terrain, des blocs orientés sont prélevés dans les couches à analyser; ceci à partir de coupes stratigraphiques. Puis ces échantillons non perturbés sont positionnés sur un relevé de profil accompagné d'un descriptif.*
- *Au laboratoire, les blocs de sédiment sont tout d'abord séchés, puis indurés sous vide par de la résine synthétique liquide. Après polymérisation complète de cette dernière, le bloc induré est débité à l'aide d'une scie diamantée dans le but d'obtenir des tranches de la couche à analyser. Celles-ci sont ensuite amincies jusqu'à 30 microns à l'aide d'une rectifieuse. Une fois montées et recouvertes, ces lames minces sont prêtes pour la microscopie.*



**Fig. 1.** Plan général des sites de Brig-Glis/Gamsen (en haut) et plans de situation des profils analysés (sites de Bildacker, Waldmatte-est et Waldmatte-ouest).

Brig-Glis / Gamsen 1987-1999	
	Zones de fouille ARIA
	Zones de fouille ORA / TERA
	Tranchées (Tr) et sondages (S)
	Sondages ORA 1988

Document ARIA / 1950 Sion

ARIA S.A.  
1950 Sion  
Suisse

## 1.2 Chronique des travaux

Toute étude micromorphologique débute nécessairement par des travaux sur le terrain. Concernant la problématique paléopédologique de Gamsen, ces derniers se sont déroulés en trois étapes. La première eut lieu en novembre 1991, à Waldmatte-ouest, dans deux tranchées ouvertes à la pelle mécanique où plusieurs échantillons furent prélevés dans des niveaux interprétés comme des sols enfouis. En avril de l'année suivante, des relevés accompagnés de prélèvements micromorphologiques furent effectués sur le site de Bildacker, dans des sondages de prospection archéologique et pour des motifs identiques. Notre dernière intervention, en juillet 1993, se déroula dans une tranchée localisée à Waldmatte-est, dans laquelle sont également apparus plusieurs sols fossiles.

Simultanément à ces travaux, la fabrication des lames minces<sup>4</sup> fut mise en route selon le mode opératoire défini dans l'encadré 1. Un corpus d'une quarantaine de lames au total, comprenant également des échantillons comparatifs de sols actuels, fut ainsi créé spécifiquement pour cette problématique. Toutes ces lames ont été analysées selon les techniques de microscopie optique mises aimablement à notre disposition par le Laboratoire de Géoarchéologie du Séminaire de Préhistoire de l'Université de Bâle.

Suite à une analyse microscopique préliminaire, en 1993, un rapport présentant les premiers résultats de cette recherche fut rédigé<sup>5</sup>. En septembre 1997, de nouvelles données sur le thème des sols enfouis de Gamsen, comparées avec celles d'un autre site valaisan<sup>6</sup>, firent l'objet d'une communication dans le cadre du VIII<sup>e</sup> Colloque International sur les Alpes dans l'Antiquité. Cette contribution fut publiée une année plus tard dans les actes de ce même colloque (Guélat *et al.* 1998) et, depuis la parution de cet article, nous avons repris l'intégralité de la problématique liée à ces sols fossiles en consultant en parallèle la littérature spécialisée.

## 2 LES SOLS FOSSILES DE GAMSEN

Quelques points communs à tous les sols fossiles rencontrés sur les sites de Gamsen sont tout d'abord discutés avant de passer à leur analyse proprement dite.

### 2.1 Etat de la question

L'appellation de sols fossiles est habituellement utilisée pour définir des sols enfouis, dont l'évolution a été stoppée par leur recouvrement et dont les traits ont ainsi été conservés (Leser *et al.* 1984 ; Scheffer et Schachtschabel 1970). Nous appliquerons ce terme aux sols rencontrés dans la séquence médiane de Gamsen, en considérant cette désignation comme synonyme de

sols enfouis, recouverts. Nous renonçons aux termes de paléosol et de sol reliquaire, ces expressions étant souvent utilisées de manière floue dans la littérature spécialisée<sup>7</sup>.

Un sol fossile en place (ou *in situ*) est considéré comme le résultat d'une phase de pédogenèse sous des conditions morphodynamiques stables, situation rejoignant le concept de biostasie selon Erhart (1967). Lors d'une telle phase de stabilité, les processus d'altération l'emportent sur les phénomènes de sédimentation, tels que l'accumulation et l'érosion, et conduisent à la formation d'un type de sol caractéristique. Un épisode de pédogenèse correspond donc, du point de vue stratigraphique, à une absence de sédimentation ou, autrement dit, à un hiatus.

L'éventail des conditions et des événements permettant la conservation de sols fossiles est très large. On connaît des sols fossiles préservés sous des sédiments morainiques ou fluviaux, ou encore sous une couverture de dépôts lœssiques<sup>8</sup>. Dans le cas du site de Gamsen, les conditions géomorphologiques locales ont contribué de manière déterminante à la préservation de sols anciens : la situation du gisement au pied du versant du Glishorn explique que les sols qui ont pu se développer aient été enfouis sous des colluvions de pente ou des dépôts fins de ruissellement. La majeure partie du coteau ne présente aucun sol fossile, car les processus d'érosion et d'accumulation ont globalement dominé dans ces zones. On ne les rencontre que dans les secteurs caractérisés par des replats plus ou moins bien marqués, à Waldmatte-ouest et -est et à Bildacker (Moulin 2004, chap. III.3.1). Il s'agit presque exclusivement de sols bruns : ce type de sol se développe à partir d'un substrat graveleux carbonaté bien drainé à matrice silto-sableuse (Fig. 2). Dans la majorité des cas, le substrat de départ correspond à des colluvions plus ou moins altérées ; il est plus rarement constitué de sédiments lacustres ou de fins dépôts de ruissellement. Les sols bruns actuels (encadré page suivante) se composent d'un horizon humifère et d'un horizon d'altération sur un substrat d'origine non altéré, siège de précipitations de carbonates secondaires. Les profils des sols fossiles de Gamsen sont toujours partiels : l'horizon humifère fait en général défaut et il en va de même parfois pour la partie supérieure de l'horizon d'altération.

Plusieurs publications ont abordé la question des sols fossiles en Valais. Jayet et Sauter (1953) ainsi que Sauter *et al.* (1971) notent l'apparition de « terres rouges » sur différents sites archéologiques du Valais Central et du Bas-Valais, et les ont interprétées comme des horizons d'altération. Nos propres investigations ont toutefois montré qu'il faut procéder avec discernement lors de l'interprétation génétique et chronologique de ces niveaux rubéfiés. Les analyses pédologiques réalisées à Sion -Tourbillon ont en particulier attesté



**Fig. 2.** Photo d'une tranche polie d'un sol brun rubéfié (sol 2 de BW-ouest, éch. GM38).

### Quelques notions de pédologie

- **Horizon humifère (ou horizon A)**

*Horizon organo-minéral qui se situe dans la partie sommitale d'un profil de sol. Il se caractérise par son degré de bioturbation élevé et par des composants particuliers tels que coquilles de gastéropodes et autres concrétions biogéniques.*

- **Horizon d'altération (ou horizon B)**

*Horizon minéral, qui est le siège de processus tels que l'altération de minéraux, la libération d'oxyhydroxydes de fer et la décarbonatation. Ces phénomènes se traduisent par une structuration pédologique, une coloration différente de la roche-mère ainsi qu'une néoformation de minéraux argileux. A Brigue-Gamsen, les horizons d'altération des sol bruns se caractérisent spécialement par un enrichissement en oxydes de fer. Ces derniers sont à l'origine d'une coloration brun-rouge, d'où la dénomination de sol brun rubéfié.*

- **Horizon minéral peu ou pas atteint par l'altération (ou horizon C)**

*Il s'agit en général du substrat sédimentaire (p. ex. dépôts torrentiels ou colluvions) sur lequel le sol s'est développé. Lorsqu'il est enrichi secondairement en carbonates, on parle d'horizon Cca. Ces carbonates peuvent précipiter dans la matrice, autour d'anciennes racines ou sur la face inférieure de grains minéraux, sous forme de revêtements finement lités appelés pendeloques.*

- **Colluvions**

*Formations superficielles de versant, résultant de l'accumulation progressive de sédiments altérés ou de roches meubles arrachés en amont. Sur les sites de Gamsen, les colluvions se présentent sous la forme d'un dépôt hétérométrique, sablo-silteux à gravillons, avec parfois une tendance au litage des éléments grossiers, ces derniers se trouvant à des degrés d'altération et d'éroussé divers. Ils contiennent en outre des pendeloques calcaires remaniées ainsi que des charbons de bois. Deux types ont été distingués: d'une part, les colluvions grises comprenant des roches-mères carbonatées peu altérées et d'autre part des colluvions de couleur brun-rougeâtre, pauvre en carbonates. Ce second type est issu principalement de l'érosion des sols dans le versant, c'est pourquoi on parle de pédosédiments.*

- **Sol brun**

*Le profil type d'un sol brun montre, de haut en bas, la succession des horizons pédologiques suivante : A – B – (Cca) – C*

la formation d'un sol brun préneolithique sur du lœss<sup>9</sup>. Ces quelques exemples de sols bruns, bien documentés, sont minoritaires car la plupart des sols décrits en Valais se résument à des sols peu épais<sup>10</sup> développés sur des dépôts de pente ou des sédiments morainiques. Ainsi, sur le cône de déjection de Sierre - Creux de Chippis, les horizons humifères de cinq sols de type rendzine à gypse ont été conservés (Guélat *et al.* 1998). Dans la région du col du Simplon, Müller (1977) décrit une alternance d'horizons humifères et de dépôts cryoclastiques. De nombreux travaux portent également sur l'interprétation paléoclimatique et la datation de sols enfouis sous des moraines de l'étage alpin (Furrer *et al.* 1987). Pour le Valais central et méridional, plus de cinquante analyses ont été menées sur des horizons humifères localisés dans d'anciens domaines proglaciaires ou sur des moraines (Bircher 1982 ; Holzhauser 1985, 1995 ; Gamper 1985). Malgré leur âge estimé à plusieurs siècles parfois, ces sols typiquement alpins ne sont pas comparables aux sols fossiles de Gamsen, étant donné les conditions de station en général très différentes<sup>11</sup>. L'originalité des horizons rubéfiés de Gamsen ne s'en trouve ainsi que renforcée.

## 2.2 Pourquoi des sols de couleur rouge ?

Les sols enfouis de Gamsen montrent une coloration singulière qui a attiré d'emblée l'attention des chercheurs travaillant sur ce gisement. De tels niveaux rougeâtres sont d'ailleurs apparus fréquemment dans les séquences holocènes mises au jour sur d'autres sites archéologiques valaisans, comme nous venons de le voir sous le point précédent.

Pour aborder le thème de la couleur des sols, il est nécessaire de définir au préalable le terme de rubéfaction qui recouvre différents concepts dans la littérature spécialisée. Nous l'utilisons pour notre part sous son acception courante en archéologie, à savoir l'apparition de la couleur rouge, c'est-à-dire d'une teinte des sédiments qui, dans la charte Munsell (Munsell Color Co. 1992), se situe dans les gammes 7.5YR à 5YR (et plus rouge). Cette définition n'implique aucun processus génétique car la rubéfaction peut avoir des origines diverses, comme nous le verrons plus bas. Dans les secteurs de Waldmatte-ouest et de Bildacker, les séquences de versant ont révélé des horizons B enterrés de teinte rouge la plus prononcée, soit 5YR, tandis qu'à Waldmatte-est, dans la succession stratigraphique la plus complète, ceux-ci ne dépassent pas la gamme 7.5YR.

Sous climat tempéré, la rubéfaction dans les sols est un processus complexe dû à la transformation des oxydes de fer, ceux-ci existant sous plusieurs types minéraux. Dans un article synthétique particulièrement éclairant, Schwertmann (1993) définit les relations qui existent entre oxydes de fer, couleur des sols et

pédoenvironnement. Selon cet auteur, des colorations atteignant les gammes de couleur de 7.5-5YR et plus rouge indiquent la présence d'hématite ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), un minéral qui se caractérise par une trace<sup>12</sup> rouge. Guénat (1987) a analysé les horizons rubéfiés, de couleur 5YR, apparaissant localement dans les sols sur moraine rhodanienne du Jura vaudois : ceux-ci contiennent effectivement de l'hématite sous une forme cristallisée, alors que les autres horizons, ainsi que la moraine, en sont dépourvus. Selon ces mêmes auteurs, plusieurs facteurs favorisent l'apparition de la rubéfaction dans les sols :

- un matériau parental à forte teneur en fer et possédant une perméabilité élevée ; ce substrat doit en outre contenir suffisamment de carbonates pour maintenir le pH proche de la neutralité;
- un climat de type plutôt contrasté, avec des phases de dessiccation totale en période estivale;
- une position topographique assurant un bon drainage des profils.

Géographiquement, ces conditions sont généralement rattachées au pourtour méditerranéen et aux environnements tropicaux, mais avec des données stationnelles particulières, elles peuvent également survenir dans les régions tempérées (Bresson 1976 ; Schwertmann *et al.* 1982).

Le site de Gamsen-Waldmatte entre précisément dans cette dernière catégorie (Moulin 2004, chap. I. 2. 2). Les différents fragments de roches qu'on y rencontre, tels que micaschistes, calcschistes et schistes gris ont un spectre minéralogique engendrant une abondance du fer<sup>13</sup>. Dans ces matériaux sablo-graveleux, très filtrants, le pH oscille aux environs de 7,5. Le climat local de type continental, avec des pluies annuelles modestes<sup>14</sup>, se caractérise par des saisons contrastées, favorisant l'humectation-déshydratation des profils. Enfin, la position topographique du gisement, dominant la plaine alluviale du Rhône, assure un parfait drainage. Bien qu'aucune analyse des formes du fer n'ait été réalisée sur les sols enfouis de Waldmatte, nous pensons que ces derniers renferment certainement de l'hématite, en tous cas ceux présentant une couleur de gammes 5YR, à savoir dans les profils de Waldmatte-ouest et de Bildacker.

L'hématite coexiste dans les horizons rubéfiés avec la goethite ( $\text{FeOOH}$ ), oxyde de fer beaucoup plus courant des climats tempérés, qui donne à la plupart des sols de ces régions une teinte brun-jaune, soit dans des gammes allant de 2.5Y à 7.5YR. A ce propos, les sols actuels de Gamsen ont précisément une couleur qui s'insère dans la gamme 10YR, soit brun-jaune à brun foncé.

Comment dès lors expliquer que les sols enfouis, sur ce même site, montrent une rubéfaction? On peut admettre que les composés organiques masquent en

partie les oxydes de fer contenus dans les sols actuels, mais un autre paramètre important entre ici en ligne de compte : c'est le facteur temps. Schwertmann (1993) explique la transformation des sols jaunes en sols rouges par un taux de libération du fer plus grand à un stade avancé du développement du sol, ce qui conduit à la formation d'hématite<sup>15</sup>. Des sols rouges, ayant évolué sur de longues périodes, peuvent ainsi apparaître dans des régions où seuls des sols brun-jaune se développent actuellement. Dans le cas de Waldmatte, les séquences pédosédimentaires montrent que dès l'âge du Fer, vers 600 av. J.-C., les profils ont été constamment rechargés en carbonates (p. ex. par des alluvions torrentielles ou, plus récemment, par des dépôts de bisse), processus qui inhibe l'évolution de la rubéfaction.

Pour clore cette brève digression, précisons encore que la rubéfaction apparaissant dans certaines couches n'est pas toujours due à un processus d'évolution sur place des sédiments. Comme nous le verrons dans le chapitre suivant, cette coloration peut d'une part être héritée à partir de sols fossiles érodés dans le versant et accumulés en bas de pente sous forme de colluvions : il s'agit dans ce cas précis de pédosédiments et non de sols développés *in situ*. D'autre part, la rubéfaction peut bien entendu résulter d'un passage du feu à la surface du sol au cours d'un épisode d'incendie. Cet événement se détecte aisément sous lame mince par l'apparition conjuguée de différents indices : grains minéraux

rubéfiés<sup>16</sup> à partir de leur pourtour avec, dans le cas des calcschistes, de la calcite transformée en chaux ; charbons de bois abondants, racines carbonisées.

Soulignons enfin qu'à Brigue, par opposition à d'autres sites archéologiques valaisans<sup>17</sup>, on n'assiste à aucun héritage direct à partir d'une formation géologique ou roche-mère qui recèlerait à l'origine la pigmentation rougeâtre.

### 3 ANALYSE MICROMORPHOLOGIQUE

Rappelons que des sols enfouis sont apparus à trois endroits différents sur le gisement de Gamsen :

- à Waldmatte-ouest, dans des dépôts coiffant les témoins tardiglaciaires ;
- à Waldmatte-est, sous un cône torrentiel édifié durant les périodes protohistorique et historique ;
- à Bildacker, au-dessus de diverses formations du Tardiglaciaire et de l'Holocène ancien.

La séquence de Waldmatte-est est la plus complète et constitue par conséquent le profil de référence pour notre étude. Les séquences de Waldmatte-ouest et de Bildacker, moins développées, permettent d'établir d'intéressantes comparaisons.

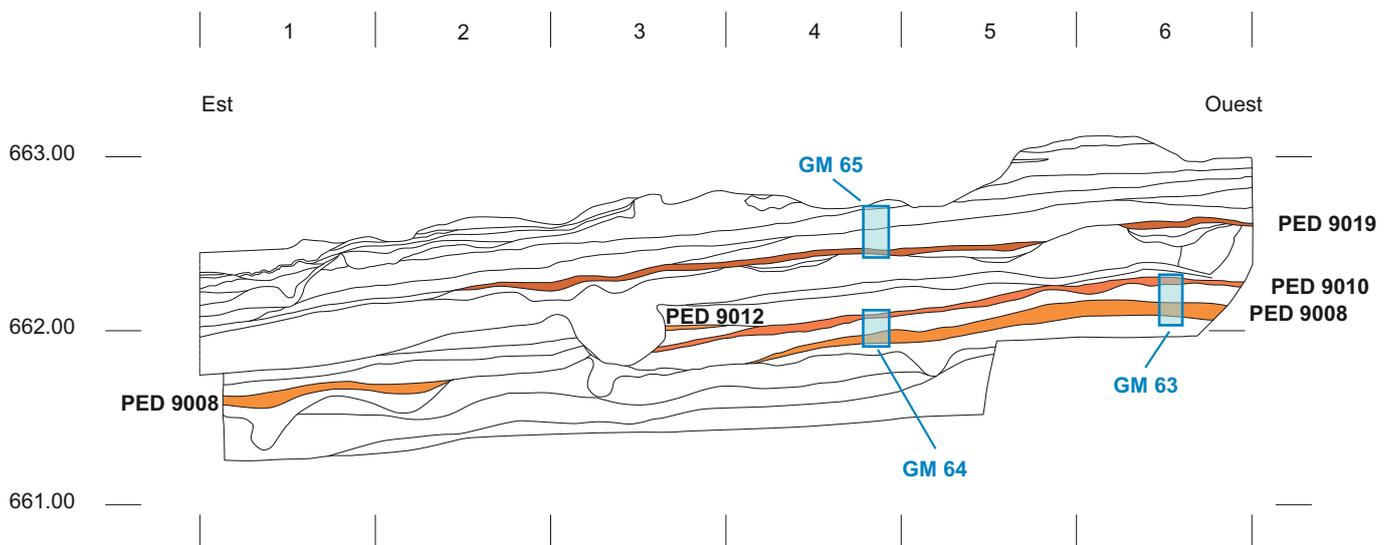


Fig. 3. Waldmatte-est, coupe stratigraphique t2b (Tr.2), avec les quatre sols enfouis et l'emplacement des échantillons micromorphologiques. Pour la localisation de la coupe, voir Fig. 1.

### 3.1 Waldmatte-est

#### 3.1.1 Présentation

Dans la partie distale du cône torrentiel est (domaine morphosédimentaire C, Moulin 2004, chap. I.4), plusieurs tranchées ouvertes à la pelle mécanique ont révélé à Waldmatte-est l'existence de sols fossiles intercalés dans la séquence médiane, en dessous des niveaux d'occupation protohistoriques (Moulin 2004, chap. III.1.1). Il s'agit des tranchées Tr.1, Tr.2 et Tr.3, mais il faut souligner que seule Tr.2, comprenant plus

précisément les coupes t2a et t2b<sup>18</sup>, a fait l'objet de prélèvements pour la micromorphologie (Fig. 3). La tranchée Tr.3, directement adjacente à Tr.2, a permis de compléter la succession stratigraphique qui sert de support général à notre approche. La tranchée Tr.1<sup>19</sup> intervient quant à elle au niveau des éléments de datation (Fig. 4).

CHRONOLOGIE	EVENEMENTS	Tr.1 / Tr.2 / Tr.3 - Unités de terrain (UT)					
		t1w	t2a	t2b	t3a	t3b	
1 <sup>er</sup> âge du Fer	HABITAT						
	COL9022	40, 96, 120, 121, 122	111, 111b, 111j, 136	15, 16, 17c	32b, 56b, 64, 75b	5, 5A, 5B	
	TOR9021	123	137, 137b	14	33, 67a, 67b, 68	49	
	COL9020	124	111c	13	34, 65	6, 15	
	TOR9025	125					
	PED9019	126	138, 141, 149	12	39	7	
	2456-2042 BC (t1w/126a : EA71, ARC510)	t1w/126a COL9018	---	144		40	7A, 7C
	2874-2473 BC (T1w/127-128 : EA35, ARC263)	t1w/127 RUS9017	---	139, 140, 142, 145	10, 11	37	7B
	3347-3027 BC (T2b/9c : ES482, ARC1384)	t1w/128 INC9016	---	148	9c		
		CB9015	---	143, 143b, 147	9a, 9b	38, 41, 42, 66, 70	8, 8A
		TOR9013	---	150	7, 8	69, 71	22, 23, 24
		INC9014	---	---		48, 49	18
		PED9012	---	---	6c	46, 72a	16, 16A
		CDG9011	---	---		47	17, 19, 20
		TOR9024	---	---	6b	73	21
		PED9010	---	---	6a	43, 44, 50, 72b, 72ab	9, 9A
		COL9023	---	---	5		
		TOR9009	---	---		74	26, 26B
		PED9008	130a, 130b		4b	72, 72c	
6155-5748 BC (t1w/130a-131 : EA36, ARC265)	t3a/76 RUS9007	131	152	4a		25	
	TOR9006	132, 133, 134		2, 3	45, 45b	10, 10A	
	PED9005					11, 11A	
	6404-6030 BC (t3a/76 : Ea56, ARC264)	TOR9004					12, 12A
CDG9002		135	153	1		14, 14A	
Tardiglaciaire	EB9001	34, 100					

Fig. 4. Waldmatte-est, tableau de synthèse de la séquence antérieure aux habitats : coupes Tr.1, Tr.2 et Tr.3 (d'après Moulin 2004, Fig. 28).

Événement	Micromorphologie	Interprétation
HABITAT	-	Niveau d'occupation du 1 <sup>er</sup> âge du Fer.
COL9022	Sables silteux à gravillons, brun foncé, assez poreux (20%). Nombreux éléments brûlés, avec une tendance au litage. Charbons de bois abondants.	Colluvions de sols reprenant entre autres des dépôts post-incendie. Pédosédiments.
TOR9021	-	-
COL9020	Sables silteux riches en gravillons, brunâtres, à forte porosité (25%). Grains minéraux peu altérés, rarement brûlés. Matrice carbonatée, avec des enrobements de grains colloïdaux. Rares charbons de bois. Contact supérieur érosif.	Colluvions reprenant des sols et roches-mères, en amont dans la pente, de type pédosédiments.
PED9019	Sables silteux à gravillons, mal classés, brunâtres (7.5 YR 3/2), sans litage apparent, à porosité assez faible (10%). Grains calcitiques et micacés nettement altérés. Matrice exempte de carbonate. Charbons de bois épars, plus abondants au contact supérieur, qui est de type érosif.	Horizon d'altération peu épais, faiblement évolué, tronqué au sommet par érosion. <i>Sol 1 de BW-est.</i>
COL9018	Sables gravillonneux, dans matrice silteuse brunâtre, assez poreux, avec grains minéraux à différents stades d'altération. Plusieurs phases d'illuviation de carbonates. Charbons de bois.	Colluvions riches en charbons de bois.
RUS9017	-	-
INC9016	-	-
CB9015	Sables riches en graviers grisâtres, mal classés, de porosité moyenne (20%). Eléments en général peu corrodés. Charbons de bois épars. Carbonates secondaires bien développés.	Colluvions riches en graviers, peu ou pas altérés.
TOR9013	Sables gravillonneux gris foncé, bien classés, à tendance au litage, de porosité élevée (30%) et de microstructure à entassement de grains. Eléments en partie altérés. Charbons de bois émoussés. Contact inférieur érosif, avec reprise du sédiment sous-jacent.	Dépôt de ruissellement torrentiel.
INC9014	Silts sableux à gravillons, brun foncé (7.5 YR 3/2), assez poreux (15%), très bioturbés. Grains minéraux parfois brûlés, avec carbonates un peu corrodés. Abondants débris organiques brûlés. Matrice ponctuée de microcharbons, grains revêtus de colloïdes. Charbons de bois abondants (5%).	Base d'un horizon humifère avec traces de feu, érodé au sommet. <i>Sol 2 de BW-est, incendié.</i>
PED9012		
TOR9024	Sables silteux, sans litage apparent, poreux (25%), à grains minéraux en partie brûlés. Contact inférieur érosif, souligné par des gravillons. Charbons de bois arrondis.	Dépôt de ruissellement local, très mince.
PED9010	Silts limoneux à rares gravillons, brun foncé (7.5 YR 3/2), assez poreux (15%), très bioturbés. Grains minéraux généralement altérés. Pigmentation de la masse par des oxydes de fer. Rares carbonates secondaires. Charbons de bois abondants (5%).	Horizon d'altération sur colluvions, à évolution peu poussée. Tronqué au sommet. <i>Sol 3 de BW-est.</i>
COL9023	Sables silteux à gravillons lités, d'aspect panaché (brun-gris 10YR3/4). Porosité 20%. Altération des grains peu marquée. Carbonates illuviaux bien développés (hyporevêtements et pendeloques). Repose sur un contact d'érosion.	Colluvions remaniant des formations peu pédogénisées.
PED9008	Sables silteux à gravillons, brun foncé (7.5 YR 3/2), à faible porosité, très bioturbés, à microstructure en chenaux et chambres. Les grains minéraux sont altérés, surtout vers le sommet où se trouvent des fragments organiques ; dans la matrice les éléments calcitiques sont en voie de dissolution complète. Carbonates secondaires, racinaires et, vers le sommet, enrobement des grains par des colloïdes brunâtres. Rares charbons de bois roulés.	Horizon d'altération assez faiblement marqué, juste sous-jacent à l'horizon humifère. Erodé au sommet. <i>Sol 4 de BW-est.</i>
RUS9007	Sables silteux à gravillons, brun-gris (10YR 3/2), à litage apparent.	Dépôt de ruissellement.

Fig. 5. Waldmatte-est : résultats de l'analyse micromorphologique de la séquence de la tranchée Tr.2.

### 3.1.2 La tranchée Tr.2 : aperçu stratigraphique

Dans cette tranchée d'une trentaine de mètres de longueur (coupes t2a à t2e) et approfondie sur une dizaine de mètres (coupe t2b), la succession des couches de la séquence médiane atteint une puissance de 1m environ. Elle s'insère entre des dépôts de gravité de l'Holocène ancien et des remblais attribuables au premier âge du Fer. Les sols, au nombre de quatre<sup>20</sup>, ont été répertoriés sur le terrain essentiellement grâce à leur coloration brun-rouge<sup>21</sup> et nous les avons dénommés de haut en bas « sol 1 à sol 4 de BW-est ». Développés sur substrat silto-sableux de teinte originale gris olive (10YR 3/2), ces sols ont une épaisseur maximale de 30cm. Leur limite inférieure, graduelle, évoque une évolution sur place des dépôts, tandis que leur contact supérieur, très net, traduit plutôt une ablation.

### 3.1.3 Micromorphologie

Le tableau de la Fig. 5 présente les principaux résultats de l'analyse micromorphologique ciblée sur les sols de la tranchée Tr.2. Dans la colonne de gauche figurent la succession des événements pédosédimentaires exprimés dans la coupe t2b uniquement, qui permet d'établir les liens avec l'étude géologique globale du site (Fig. 4). Ces événements sont rappelés entre parenthèses dans le texte ci-après.

#### 3.1.3.1 Caractères communs

A l'exception du sol 2 de BW-est (PED9012), mieux exprimé dans la tranchée Tr.3, les sols fossiles comprennent un horizon B d'altération tel que nous l'avons décrit précédemment. Ces horizons se développent sur du sédiment relativement fin en regard de la granulométrie globale des dépôts et leur porosité est en général plus faible (10-15%) que celle des autres formations. Ils renferment de nets indices de colonisation par la végétation et la pédofaune, tels



Fig. 6. Waldmatte-est, microphoto d'un horizon B rubéfié. Lame GM37.1 ; largeur : 4,5 mm.

que terriers, débris organiques, racines calcifiées et nodules ferromanganiques pseudomorphes. Leur degré d'évolution semble en outre moins avancé que ceux de la séquence de Waldmatte-ouest et de Bildacker : d'une part, les grains minéraux, bien qu'altérés, contiennent encore souvent de la calcite ; d'autre part, les enrobements d'oxydes de fer autour de ces grains sont moins accusés, ce qui pourrait expliquer la teinte un peu moins rouge des sols de Waldmatte-est, en comparaison des horizons rubéfiés mis au jour dans les deux autres zones (Fig. 6).

#### 3.1.3.2 Le sol 4 de BW-est

Situé vers la base du profil, ce sol se compose uniquement d'un horizon B (PED9008) développé sur des dépôts de ruissellement (RUS9007). Vers son sommet, l'apparition à l'échelle microscopique de fragments de matière organique, présente également sous forme de fins revêtements de grains, indique la proximité d'un horizon humifère (Fig. 7) ; celui-ci a cependant disparu, suite à une érosion peut-être en relation avec un épisode torrentiel enregistré en Tr.3 uniquement (TOR9009). Les carbonates illuviaux, développés principalement en hyporevêtements autour des pores, indiquent une colonisation secondaire par des racines provenant des niveaux supérieurs. On en déduit que le sol 4 de BW-est résulte d'une seule phase de pédogenèse qui a été interrompue par un épisode d'érosion, avant l'accumulation des dépôts colluviaux qui le recouvrent.

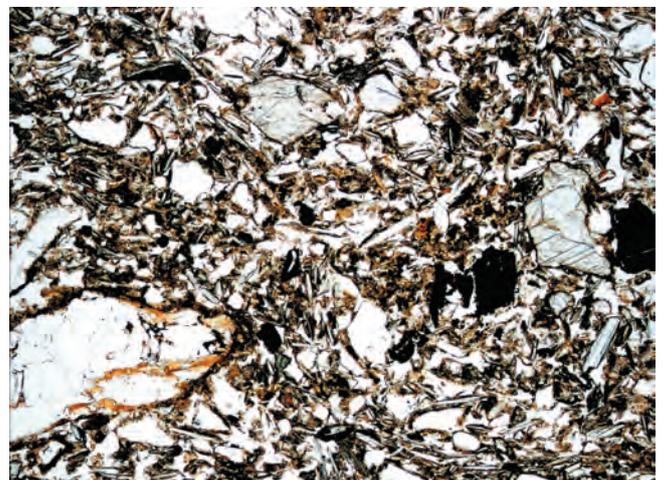


Fig. 7. Waldmatte-est, microphoto d'un horizon humifère. Lame GM64.1 ; largeur : 2,25 mm.

#### 3.1.3.3 Le sol 3 de BW-est

Assez semblable au précédent, ce sol correspond à un horizon B d'altération (PED9010) généré sur des colluvions (COL9023) montrant une accumulation de carbonates secondaires (horizon C<sub>Ca</sub>). A l'instar du sol 4, sa limite supérieure abrupte indique une troncature d'érosion résultant d'un épisode torrentiel, responsable également de la mise en place d'un mince niveau de

sables (TOR9024). Cet apport minérogène, peu altéré, a stoppé l'évolution du sol 3.

#### 3.1.3.4 Le sol 2 de BW-est

Sur ce revêtement sableux va se développer un sol humifère, dont seule la base est conservée (PED9012). En réalité il semble que ce sol soit mieux exprimé vers l'ouest, comme en témoigne la tranchée Tr.3, dans laquelle malheureusement aucun échantillon n'a été prélevé. Le fait marquant concernant cet horizon réside dans l'abondance des charbons de bois associée à l'oxydation périphérique des particules minérales, qui comprennent des fragments calcitiques transformés en chaux : ces indices témoignent incontestablement d'un passage du feu à la surface du sol 2 de BW-est (Fig. 8). Cet épisode d'incendie (INC9014) précède la mise en place de dépôts torrentiels (TOR9013) ayant détruit la partie sommitale de ce sol humifère.

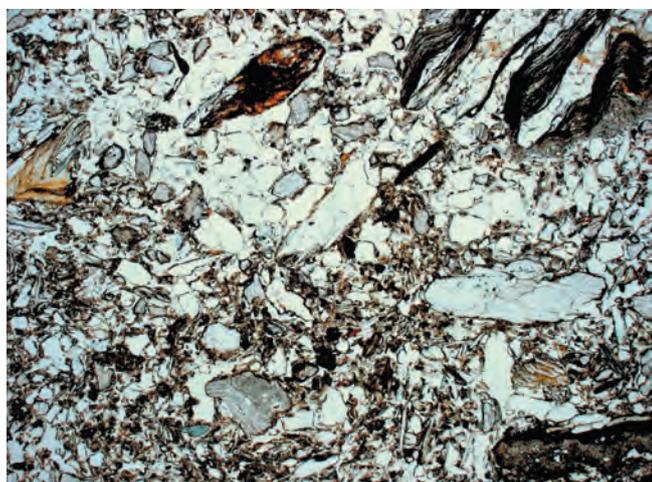


Fig. 8. Waldmatte-est, microphoto d'un horizon humifère avec traces de feu. Lame GM63.1 ; largeur : 4,4 mm.

#### 3.1.3.5 Le sol 1 de BW-est

S'individualisant dans la partie sommitale de la séquence, ce sol consiste à nouveau essentiellement en un horizon B, mais peu évolué cette fois (PED9019). Il est généré à partir de colluvions (COL9018) mises en place après des phases de ruissellement (RUS9017) et d'incendie (INC9016) coiffant d'épaisses coulées boueuses (CB9015). A l'échelle microscopique, on décèle par ailleurs dans ces colluvions plusieurs générations de carbonates secondaires, qui désignent un horizon  $C_{ca}$ . Erodé au sommet, le sol 1 de BW-est est recouvert d'une formation colluviale (COL9020) qui, sous lame mince, présente des différences notables avec un sol développé in situ : il s'agit en fait de dépôts issus du démantèlement des sols localisés en amont dans la pente, additionnés de particules peu altérées issues des roches-mères. Leur contact supérieur, qui est de type érosif, voit latéralement s'insérer un épisode

torrentiel (TOR9021). Au-dessus de cette limite abrupte se trouvent des colluvions assez comparables, mais qui renferment des grains minéraux brûlés et d'abondants charbons de bois (COL9022). En plus des reprises successives des sols et des substrats, des dépôts post-incendie participent donc également à leur genèse. Cette mise en place par étapes s'est déroulée avant celle des niveaux d'occupation du premier âge du Fer qui terminent la séquence (HABITAT).

#### 3.1.4 Synthèse partielle : succession des événements

En guise de conclusion sommaire, nous proposons ci-dessous une interprétation phénoménologique de la séquence compilée de Waldmatte-est. Elle se base sur les résultats de l'étude micromorphologique, complétés grâce aux observations de terrain dans le cas des unités non analysées (désignées par une \* ; voir aussi Fig. 4).

- 1°) RUS9007 Mise en place de dépôts sablo-silteux issus d'un ruissellement superficiel dans la pente. Deux dates radiocarbone sont disponibles pour la période englobant cet événement (Moulin 2004, chap. III.2.1.1) : 6404-6030 cal. BC<sup>22</sup> et 6155-5748 cal. BC<sup>23</sup>.
- 2°) PED9008 Suite à une fixation par un couvert végétal forestier, un sol brun (= sol 4 de BW-est) se développe sur ces sédiments. Il s'agit donc du premier épisode de pédogenèse bien enregistré dans la séquence, suffisamment long pour que l'horizon B de ce sol montre une légère rubéfaction.
- 3°) TOR9009\* Suite à une érosion peut-être en relation avec un événement torrentiel enregistré surtout vers l'ouest du secteur, la partie sommitale de ce sol est décapée.
- 4°) COL9023 Consécutivement à cet épisode, des formations colluviales mobilisant des terrains peu pédogénisés se mettent en place.
- 5°) PED9010 Le versant reprend un profil d'équilibre et la végétation le colonise à nouveau : ceci permet le développement d'un sol brun faiblement rubéfié (= sol 3 de BW-est).
- 6°) TOR9024 Suite à un ruissellement superficiel, les horizons supérieurs de ce deuxième sol sont décapés et un mince niveau sableux le recouvre.
- 7°) CDG9011\* Latéralement, à l'ouest du secteur, ce ruissellement est suivi par une coulée de débris.
- 8°) PED9012 Après stabilisation, la pédogenèse affecte ces apports minérogènes, menant à la formation d'un sol humifère peu épais (= sol 2 de BW-est).

- 9°) INC9014 Episode d'incendie : passage du feu à la surface de ce sol peu évolué.
- 10°) TOR9013 Erosion, puis recouvrement du sol 2 suite à un ruissellement torrentiel.
- 11°) CB9015 Le ruissellement est suivi par le dépôt d'une coulée boueuse.
- 12°) INC9016\* Episode d'incendie, daté de 3347-3027 cal. BC<sup>24</sup>.
- 13°) RUS9017\* Ruissellements localisés.
- 14°) COL9018 Mise en place de colluvions renfermant des charbons de bois.
- 15°) PED9019 Reconquête de la végétation et développement d'un sol brun sur ces colluvions (= sol 1 de BW-est). Deux dates radiocarbone obtenues dans la tranchée Tr.1 montrent que cette pédogenèse est postérieure à 2400-2000 cal. BC ; elles proviennent d'une courte séquence de dépôts de pente<sup>25</sup> et d'incendie<sup>26</sup>, parallèle aux événements RUS9017 et COL9018 de la tranchée Tr.2, et constituant à cet endroit le substrat de PED9019.
- 16°) TOR 9025\* Suite à une érosion peut-être en relation avec un événement torrentiel enregistré surtout vers l'est du secteur, la partie sommitale de ce sol est décapée.
- 17°) COL9020 Mise en place de colluvions de type pédosédiments, remaniant en partie des sols situés en amont dans la pente
- 18°) TOR9021\* Erosion puis mise en place localisée de dépôts torrentiels peu épais.
- 19°) COL9022 Accumulation en plusieurs étapes de colluvions mobilisant en particulier des dépôts post-incendie.
- 20°) HABITAT Occupation humaine, implantation de l'habitat du premier âge du Fer.

On peut d'ores et déjà remarquer certaines récurrences dans cette succession d'événements. La signification de cette tendance est discutée plus loin (chap. 4.2.).

## 3.2 Waldmatte-ouest

### 3.2.1 Présentation

Les sondages Tr.15 et Tr.19 ont été effectués dans la partie occidentale du site de Waldmatte, à l'emplacement d'un replat bien marqué dans le paysage, et ont une

profondeur maximale de 4m. La séquence médiane, constituée d'une succession pédosédimentaire, peut y atteindre 50 cm d'épaisseur par endroits. Nos investigations ont concerné les coupes STG 575 du sondage Tr.15 et STG 578 / STG 579 du sondage Tr.19 (Fig. 9a).

### 3.2.2 Aperçu stratigraphique

#### 3.2.2.1 Tr.15 (stratigraphie STG 575, Fig. 9b)

La base du profil est constituée de dépôts glacio-lacustres tardiglaciaires montrant d'importantes structures de déformation. Des sédiments graveleux brun olive leur succèdent et passent progressivement vers le haut à un horizon d'altération brun rougeâtre de 35cm d'épaisseur, dénommé sol 2 de BW-ouest. A cet horizon se superpose une couche de limons bruns à graviers, dont l'épaisseur augmente vers l'aval et qui, dans la partie est du profil, recouvre de manière discordante les sédiments fins du Tardiglaciaire. Ces limons graveleux correspondent à des colluvions. Au sommet de la coupe, on trouve des limons de débordement issus des bisses d'époque moderne.

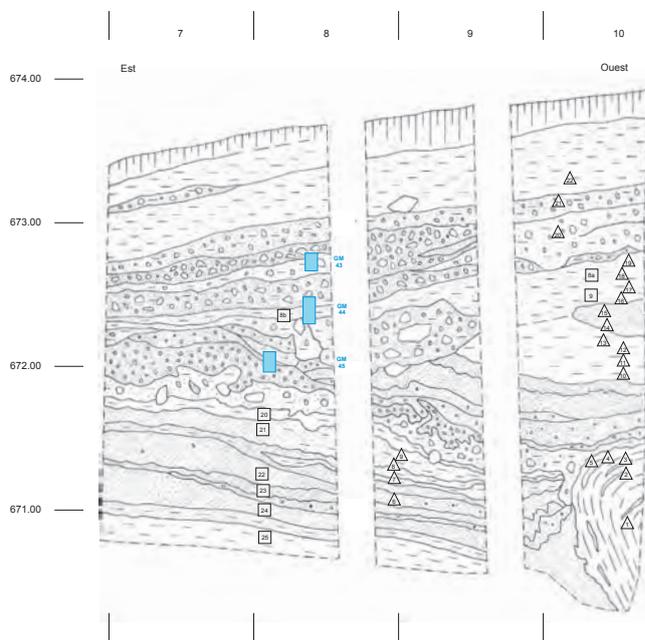
#### 3.2.2.2 Tr.19 (stratigraphies STG 578- 579, Fig. 9c)

Les coupes sud et ouest du sondage Tr.19 livrent une information plus détaillée. Un ensemble basal correspond à des paquets de sédiments glacio-lacustres déformés, associés à des dépôts gravitaires à litage chaotique. Dans une petite dépression, un horizon d'altération de couleur rouge foncé assez intense, soit 5YR3/6 sur la charte Munsell, est conservé sur cet ensemble. Ce sol inférieur, ou sol 2 de BW-ouest, atteint une épaisseur de 35cm, y compris l'horizon de transition à la base. Sa limite supérieure correspond à une évidente troncature d'érosion. D'extension latérale plus large, le sol 1 de BW-ouest présente au-dessus du premier une partie inférieure brun foncé, tandis que sa partie supérieure s'avère, sous lame mince, d'origine colluviale. Des limons de débordement de bisses et l'horizon humifère actuel constituent également dans ce sondage les sédiments les plus récents ; ils ont contribué à la bonne conservation des sols fossiles.

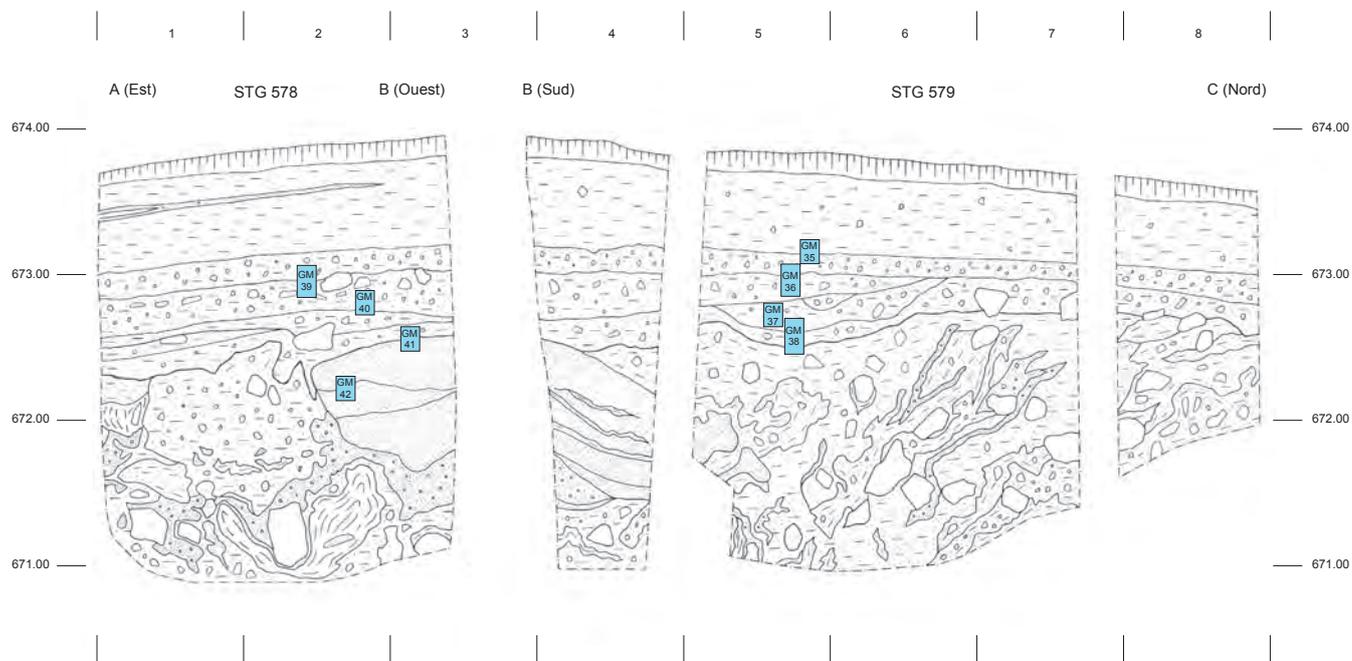
Dans cette partie du site, l'analyse micromorphologique a concerné le sommet des sédiments tardiglaciaires et bien sûr les sols sus-jacents. Alors que le sondage Tr.15 a révélé une stratigraphie condensée, avec un seul horizon d'altération coiffé par des colluvions plus récentes, les traces de deux pédogenèses in situ ont été identifiées dans le sondage Tr.19, sur un substrat glacio-lacustre. Ce substrat recèle par ailleurs des traits micromorphologiques qui parlent en faveur de conditions périglaciaires lors de sa mise en place.



**Fig. 9a.** Waldmatte-ouest, localisation des coupes de terrain étudiées (cf. plan de situation générale Fig. 1).



**Fig. 9b.** Waldmatte-ouest, partie occidentale du relevé de la coupe stratigraphique STG 575 (Tr.15) avec, en bleu, la situation des échantillons micromorphologiques.



**Fig. 9c.** Waldmatte-ouest, coupes stratigraphiques STG 578 et STG 579 (Tr. 19), avec, en bleu, la situation des échantillons micromorphologiques..

Couche	Micromorphologie	Interprétation
1	-	Horizon humifère actuel.
2	-	Dépôt de débordement des bisses.
3	Limon sableux riche en gravillons. Matrice micacée décarbonatée de couleur brune. Grains minéraux à différents stades d'altération, présence également de calcschistes. Microstructure à chenaux et chambres, porosité faible (10%). Charbons de bois émoussés.	Colluvions, remaniant la partie sommitale de l'horizon d'altération sous-jacent.
4	Limon sableux à gravillons altérés. Matrice décarbonatée brune à brun rougeâtre (5YR 4/3), riche en micas oxydés. Calcschistes très corrodés, nodules ferrugineux et liseré d'oxydation au pourtour des grains. Porosité faible. Charbons de bois épars.	Horizon d'altération d'un sol brun rubéfié, développé sur des colluvions. <b>Sol 2 de BW-ouest.</b>
5	Sables silteux à gravillons. Matrice carbonatée de couleur brune (10YR 4/3). Microstructure à chenaux et chambres, porosité moyenne. Illuviation de carbonates et bioturbation, suivies d'une illuviation poussiéreuse. Au sommet de la couche, indices d'altération sous forme de zones décarbonatées et de liserés oxydés au pourtour des grains.	Colluvions, horizon de transition.
6	Sables grossiers à gravillons, surmontés d'un silt sableux micacé de couleur gris olive (5Y 5/3). Dans la couche inférieure, les sables sont légèrement arrondis, peu altérés et comprennent des granites, des gneiss, des micaschistes et quelques calcschistes. Microstructure à entassement de grains avec une forte porosité de 25%, passant à 10% dans le silt sus-jacent. Traces de gel sous forme de grains allongés redressés, de composants légèrement fracturés et d'une fissuration subparallèle dans les parties limoneuses. Pendeloques calcitiques sur de nombreux grains minéraux. Forte illuviation de carbonates, cimentation partielle du sédiment.	Sédiment lacustre ayant subi des alternances gel-dégel. Deux phases d'illuviation de carbonates.

Fig. 10: Waldmatte-ouest, tranchée Tr.15 : résumé de l'analyse micromorphologique.

### 3.2.3 Micromorphologie

#### 3.2.3.1 Tr.15 (stratigraphie STG 575)

Les résultats de l'examen sous microscope peuvent s'interpréter comme suit (Fig. 10).

L'échantillon provenant de la partie supérieure de la séquence attribuée au Tardiglaciaire (couche 6), montre des traces de gel fossiles sous forme de graviers redressés, de granites fracturés et d'une structure lamellaire. Une telle microstructure se forme dans un milieu saturé en eau et soumis à une alternance gel-dégel répétée. Les sédiments étudiés sont des sables silteux gris-beige, à gravillons épars, passant vers la base à des sables plus grossiers. D'après l'étude sédimentologique, ces dépôts résultent d'une mise en place en milieu lacustre (phase sédimentaire VI de Waldmatte-ouest, Moulin 2004, chap. II.2.2). Le diagnostic micromorphologique soulève la question

de l'effet des phénomènes de gel, à savoir dans quelle mesure celui-ci n'est pas responsable des déformations observées dans les dépôts, du moins dans leur partie superficielle (Moulin 2004, chap. II.2.3).

Sur le terrain, macroscopiquement, une structure lamellaire était déjà distinguable dans ces limons. L'analyse microscopique a confirmé cette observation puisqu'un réseau de fissures parallèle se développe effectivement dans tout le sédiment silteux (Fig. 11). Subhorizontales, inclinées de quelques degrés seulement, ces fissures isolent des lamelles de sédiment d'une épaisseur de 1,5mm environ. Elles sont revêtues de carbonates secondaires et des concrétions calcitiques racinaires viennent s'y loger. Plus bas dans la séquence, cette fissuration disparaît en raison du changement de granulométrie : on passe en effet à un niveau de sables très poreux (20-30% de vides), dépourvu de matrice, et par conséquent moins sensible au gel-dégel.



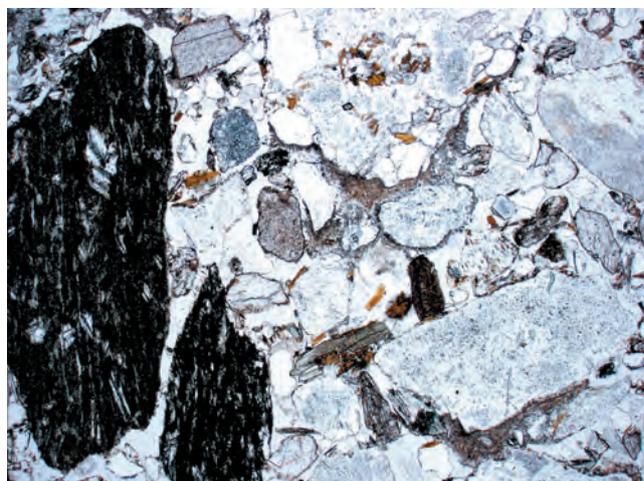
**Fig. 11.** Waldmatte-ouest, microphoto d'un sédiment soumis à une alternance gel-dégel répétée (microstructure lamellaire, réseau de fissures parallèle). Lame GM45.1 ; largeur : 3,4 mm.

La microstructure lamellaire résulte d'un débitage du sédiment par des lentilles de glace de ségrégation. Expérimentalement, elle a pu être acquise sur sédiment limono-sableux après 6 cycles gel-dégel seulement (van Vliet-Lanoë 1985). L'absence de tout autre trace cryogénique indique que, dans le cas de Waldmatte, le nombre de ces alternances est resté inférieur à 50 environ (van Vliet-Lanoë 1987). Ce « coup de gel » s'insère chronologiquement au cours de la stabilisation du sédiment par drainage latéral, après disparition des conditions lacustres paraglaciales (voir Moulin 2004, chap. II.3). Il a eu lieu vraisemblablement entre deux phases de sédimentation, mais avant les premiers phénomènes pédogénétiques qui ont affecté la partie sommitale de la séquence.

Les précipitations de carbonates secondaires, postsédimentaires, se placent plus tardivement dans l'évolution du profil que les traces de gel. Elles résultent de plusieurs phases de formation et sont en relation avec les processus de pédogenèse. Deux types de concrétions ont été observés.

Il s'agit d'une part d'encroûtements développés sur la face inférieure des composants (Fig. 12), dénommées pendeloques calcaires zonées (Black & Fosberg 1990). Van Vliet-Lanoë (1988) a pu démontrer que ces revêtements étaient d'origine biologique et se formaient préférentiellement sous des sols bien drainés

et végétalisés. Selon ce même auteur, le développement de telles pendeloques est favorisé par un climat froid. Par conséquent, nous supposons qu'elles se sont développées au cours d'un stade préliminaire de l'évolution pédogénétique, ce qui explique l'absence de telles concrétions dans les dépôts de bisses modernes, pourtant riches en carbonates. A relever que Courty *et al.* (1994) arrivent également à la conclusion que, dans le domaine arctique, la formation de pendeloques carbonatées s'amorce avant le développement d'un horizon B et qu'il n'y a pas lieu d'établir une relation étroite entre les deux processus. Dans Tr.15, on observe des précipitations analogues au sein même de la matrice, en particulier le long de discontinuités<sup>27</sup>. Nous supposons que la genèse de ces pendeloques est le résultat d'une phase précoce de la pédogenèse qui s'insère chronologiquement à la fin du Tardiglaciaire.



**Fig. 12.** Waldmatte-ouest, microphoto de pendeloques calcaires. Lame GM45.2 ; largeur : 4,5 mm.

D'autre part, les manchons racinaires constituent un autre type de concrétions calcitiques bien cristallisées. Selon Becze-Deak *et al.* (1997), ces nodules résultent d'une pédogenèse prolongée et ce dans des conditions de milieu stables. Il semble fort probable que ce deuxième type de concrétion carbonatée soit en liaison avec le développement des sols à l'Holocène.

La couche 4 correspond à l'horizon d'altération d'un sol brun que nous avons dénommé sol 2 de BW-ouest<sup>28</sup> et dont les caractéristiques micromorphologiques sont conformes au type défini plus haut. Vu l'épaisseur totale de cet horizon, ainsi que sa rubéfaction prononcée (5YR4/3), on peut postuler qu'il résulte d'une phase de stabilité du versant relativement longue, sous un couvert végétal plutôt dense. Le contact avec les dépôts limniques montre un horizon de transition légèrement altéré qui correspond au substrat colluvial (couche 5) sur lequel s'est développé le sol brun. Une deuxième

couche de colluvions (couche 3), plus récente, coiffe l'horizon d'altération, ou couche 4. Elle s'individualise par hétérogénéité du point de vue de l'altération des éléments, par un degré d'oxydation plus faible que celui du sol sous-jacent, ainsi que par un pourcentage plus élevé de charbons de bois, qui sont émoussés.

Le sol 1 de BW-ouest se développe sur ces colluvions (couche 3). Il sera tronqué par une érosion conséquente, qui s'insère avant l'accumulation des dépôts de bisses de texture silteuse.

### 3.2.3.2 Tr.19 (STG 578 et 579)

Le tableau de la figure 13 reprend les résultats les plus importants de l'analyse micromorphologique. A l'instar de Tr.15, les sédiments glacio-lacustres tardiglaciaires occupent le pied de la séquence. Déformés, ceux-ci renferment également des calcaires secondaires,

dont le développement est à mettre en relation avec la décarbonatation des couches sus-jacentes. Sous microscope, aucune trace de gel fossile n'apparaît en revanche dans la couche 7 : son faciès sableux, peu gélif, ne paraît ainsi pas favorable au développement d'une telle microstructure (Van Vliet-Lanoë 1988).

Dans la partie centrale de Tr.19 (STG579), un premier horizon d'un rouge assez intense (couche 5, 5YR4/6), dénommé sol 2 de BW-ouest, est conservé dans une petite dépression. Ses caractéristiques microscopiques correspondent à celles d'un sol brun rubéfié. En effet, tous les traits pédologiques typiques d'un horizon B y sont réunis, y compris un enrichissement en particules fines et en oxydes de fer autour des composants, ainsi que le long des pores. Ce sol brun s'est développé sur un substrat d'origine probablement colluviale, à savoir la couche 6. La préservation de cet horizon s'explique par l'existence d'une petite dépression dans la pente et par

Couche	Micromorphologie	Interprétation
1	-	Horizon humifère actuel.
2	-	Dépôt de débordement des bisses.
3	Limon sablo-graveleux à matrice carbonatée de couleur brun-jaune (10YR 4/3). Grains minéraux à différents stades d'altération. Forte bioturbation : structure agrégée, porosité moyenne (20%), chenaux et chambres, concrétions calcitiques de lombrics. Illuviation de carbonates. Présence de matière organique décomposée. Tests de gastéropodes. Rares paillettes de charbons de bois.	Colluvions humifiées.
4	Sables limoneux à graviers, plus graveleux vers la base. Matrice de couleur brun foncé (7,5YR 3/4). Microstructure à chenaux et chambres, porosité moyenne. Décarbonatation complète, oxydation généralisée des fragments de roches. Calcschistes très corrodés. Accumulation de particules poussiéreuses dans les pores et dans la matrice. Charbons de bois roulés, présence d'un fragment d'os brûlé et de matière organique brûlée.	Horizon d'altération d'un sol brun, développé sur des colluvions post-incendie. <b>Sol 1 de BW-ouest.</b>
5	Limon sableux à gravillons. Matrice argilo-silteuse de couleur brun-rouge foncé (5YR 4/6), plus abondante vers la base. Présence de gneiss, granites, micaschistes et calcschistes fortement altérés. Accumulation de particules poussiéreuses et oxydes de fer dans les pores et autour des grains. Nodules ferrugineux. Décarbonatation complète, présence de calcschistes très corrodés. Microstructure à chenaux et chambres, porosité faible. Au sommet, traces de bioturbation et charbons de bois épars.	Horizon d'altération très marqué d'un sol brun rubéfié, développé sur des colluvions. Erodé au sommet. <b>Sol 2 de BW-ouest.</b>
6	Limon sableux à gravillons. Matrice décarbonatée de couleur brun olive (5YR 3/6). Microstructure à chenaux et chambres, porosité de 15%. Oxydation généralisée des composants : gneiss et granites à micas altérés, calcschistes très corrodés, fragments de quartz à veines oxydées. Nodules ferrugineux. Accumulation de particules poussiéreuses.	Colluvions, base de l'horizon d'altération.
7	Sables jaunes (2,5YR 6/4) fins bien triés (médiane : 100 $\mu$ ) avec des intercalations silteuses microlitées, avec dominance des quartz et micas, ainsi que quelques grains de carbonates (env. 5%) et amphiboles. Déformations postsédimentaires. Microstructure à entassement de grains, faible porosité. Illuviation de carbonates, préférentiellement dans les lits silteux.	Sédiment glacio-lacustre non altéré. Horizon d'accumulation de carbonates d'un sol brun.

Fig. 13: Waldmatte-ouest, tranchée Tr.19 : résumé de l'analyse micromorphologique.

le recouvrement de cette dernière par des colluvions.

Ailleurs dans la tranchée, il a subi une ablation totale, comme le montre la partie ouest de la stratigraphie STG 578, où le profil est tronqué jusqu'à l'horizon C. Sous microscope, on remarque que l'horizon A, humifère, fait défaut, bien que la densification des traces de bioturbation et l'enrichissement en charbons de bois suggèrent que la surface du sol de l'époque soit sus-jacente.

Après la mise en place de colluvions coiffant ce premier sol de faible extension latérale, une deuxième phase de pédogenèse affecte ces dépôts colluviaux, ou couche 4 : elle mène ainsi à la formation d'un deuxième sol brun que nous dénommons sol 1 de BW-ouest. Les traits microscopiques de cet horizon, tels que charbons de bois roulés, ou fragments d'os et agrégats de sol brûlés, indiquent qu'il s'est développé sur des colluvions (Fig. 14). Ce deuxième sol, nettement moins rouge que le précédent (7,5YR3/4), a également été tronqué par l'érosion avant d'être recouvert sous des colluvions hétérogènes (couche 3). Ces dernières montrent les traces d'un début de pédogenèse, à savoir une humification, dont l'évolution a été stoppée suite à leur recouvrement par des dépôts de bisses carbonatés, plus récents.



Fig. 14. Waldmatte-ouest, microphotographie de colluvions. Lame GM35.2 ; largeur : 4,5 mm.

### 3.2.4 Synthèse partielle : succession des événements

Sur la base des observations de terrain et des résultats de laboratoire, nous proposons la reconstitution phénoménologique ci-dessous. Entre parenthèses sont mentionnées les correspondances avec les événements identifiés dans la synthèse chronostratigraphique (Moulin 2004, Fig. 17, p.33).

- 1°) Le premier événement enregistré dans la séquence consiste en la mise en place de dépôts fins dans un milieu glacio-lacustre (BW-X, unité VI).
- 2°) Suite à un probable abaissement du niveau de l'eau, ces sédiments lacustres émergent et sont affectés par une ultime phase de déformation plastique.
- 3°) Des alternances gel-dégel mènent à la formation de lentilles de glace dans ces mêmes dépôts. Après fonte de cette glace dite de ségrégation, une structure lamellaire subsiste. Ce même pédoclimat semble avoir favorisé une décarbonatation précoce des sédiments fins, ainsi que la formation de pendeloques carbonatées sur les faces inférieures des graviers sous-jacents.
- 4°) Suit un premier épisode de colluvionnement (BW-X, unité VIII).
- 5°) Ces colluvions sont ensuite soumises à une altération pédogénétique qui mène à une précipitation de carbonates secondaires dans les sédiments tardiglaciaires. La pédogenèse se poursuit durant une longue période de stabilité du versant. Sous couvert végétal de type forestier, un sol brun rubéfié se forme (sol 2 de BW-ouest) (BW-X, unité IX).
- 6°) Episode d'incendie probable, déclenchant une rupture d'équilibre à l'échelle du versant : cet événement marque ainsi le début d'une nouvelle dynamique sédimentaire.
- 7°) Suit une phase d'érosion qui décape le sol 2. Celui-ci n'est que partiellement conservé.
- 8°) La déstabilisation du versant conduit à une accumulation de colluvions post-incendie en bas de pente jusqu'à ce qu'un nouvel équilibre soit atteint (BW-X, unité X).
- 9°) Longue période de stabilité qui permet à nouveau le développement d'un sol brun rubéfié sur les dépôts de pente (sol 1 de BW-ouest) (BW-X, unité XI).
- 10°) Déstabilisation du versant et érosion de la partie sommitale de ce sol.
- 11°) Recouvrement du sol 1 par des colluvions (BW-X, unité XIII).
- 12°) Après stabilisation, la pédogenèse reprend pendant une courte période et un horizon humifère se développe au sommet du profil (BW-X, unité XIII sup.).
- 13°) Le coteau de Waldmatte-ouest est exploité pour l'agriculture (vergers et prairies) : des dépôts de bisse viennent recouvrir ce sol humifère, peu évolué, et forment une séquence d'accrétion assez épaisse (BW-X, unité XIV). Le sol humifère actuel se trouve au sommet de cette dernière (BW-X, unité XV).

### 3.3 Bildacker

#### 3.3.1 Présentation

Le gisement de Gamsen - Bildacker est situé sur un petit promontoire à l'extrémité orientale du coteau de Gamsen. Des analyses micromorphologiques ont été réalisées dans quatre sondages (BB-S14 à BB-S17, Moulin 2004, chap. III.2.1.3), cependant nous avons privilégié ci-dessous les données issues des sondages BB-S16 et BB-S17 pour aborder la problématique paléopédologique (Fig. 15). Mentionnons simplement qu'un horizon d'altération peu important a été observé dans le sondage BB-S15, tandis qu'un tuf calcaire est apparu sous les couches protohistoriques, dans le sondage BB-S14. Les profils de Bildacker apportent un complément pertinent à la séquence de sols enfouis présentée dans les deux chapitres précédents. Nous avons cependant renoncé à établir une reconstitution phénoménologique à partir de cette séquence, dans la mesure où celle-ci s'avère très condensée, beaucoup moins complète que celles de Waldmatte.

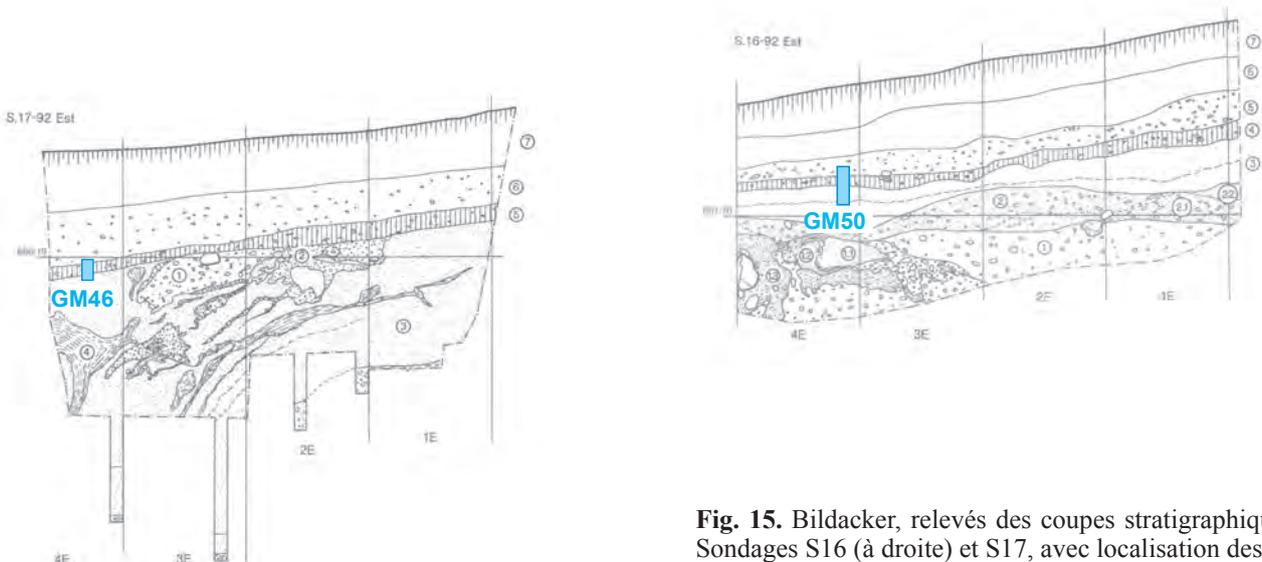
#### 3.3.2 Aperçu stratigraphique

Les sondages de Bildacker ont mis au jour la succession suivante. A la base tout d'abord, on trouve un complexe constitué de sédiments glacio-lacustres très déformés, vraisemblablement tardiglaciaires. Dans le sondage BB-S17, un horizon d'altération rougeâtre d'un sol brun se développe directement sur cet ensemble. Dans le sondage BB-S16 cependant, le

complexe glacio-lacustre est recouvert par un premier dépôt de colluvions : l'horizon d'altération en question se développe dans la partie supérieure de ces colluvions. Dans les deux sondages, les niveaux pédogénisés sont recouverts par un nouveau nappage de colluvions, eux-mêmes sous-jacents à des dépôts de bisses coiffés par l'horizon humifère actuel.

#### 3.3.3 Micromorphologie

Les résultats des analyses microscopiques peuvent être résumés de la manière suivante (Fig. 16). La couche 4 brun-rougeâtre, qui apparaît dans les deux sondages, correspond à l'horizon d'altération in situ d'un sol brun. Alors que dans le sondage BB-S16, la pédogenèse a affecté des colluvions et n'a pas influencé les sédiments sous-jacents, le processus d'altération s'étend, dans le sondage BB-S17, jusqu'à la partie supérieure, peut-être tronquée, des dépôts limniques. Dans les deux cas, les sols fossiles ne sont pas entièrement conservés et leur partie supérieure est remplacée par des colluvions. En comparaison du site de Waldmatte, traité précédemment, différents indices suggèrent que le site de Bildacker a été nettement moins favorable à l'enregistrement sédimentaire au cours de l'Holocène. Les phénomènes d'érosion et/ou un taux de sédimentation relativement faible sont sans doute à l'origine de la présence d'un seul sol fossile, certes bien développé. Compte tenu des raisons évoquées plus haut et faute de donnée radiométrique, l'insertion chronologique de ce sol ne peut être précisée.



**Fig. 15.** Bildacker, relevés des coupes stratigraphiques des Sondages S16 (à droite) et S17, avec localisation des échantillons micromorphologiques (en bleu). Pour la situation en plan des deux sondages, voir Fig. 1.

Couche	Micromorphologie	Interprétation
1	-	Horizon humifère actuel.
2	-	Dépôt de débordement des bisses.
3	-	Colluvions.
4	Limon sableux à gravillons (dominance des calcschistes corrodés, présence de fragments de gneiss et de granites oxydés), matrice de couleur brun foncé (7,5YR 3/2). Grains à enrobement ferrugineux, décarbonatation incomplète. Microstructure à chenaux et chambres, porosité moyenne. Traces de bioturbation. Rares charbons de bois.	Horizon d'altération d'un sol brun, développé sur des colluvions. <b>Sol de Bildacker.</b>
6	Sables grossiers gravillonneux, légèrement silteux, de couleur brun clair. Dominance des granites, des gneiss et des micaschistes sur les calcschistes. La fraction sableuse se compose de quartz, de paillettes de micas et de grains de calcaires, souvent corrodés au pourtour. Microstructure de type à entassement de grains, forte porosité (25%). Légères traces de bioturbation. Pendeloques carbonatées en voie de dissolution.	Sommet des sédiments glacio-lacustres.

Couche	Micromorphologie	Interprétation
1	-	Horizon humifère actuel.
2	-	Dépôt de débordement des bisses.
3	Sables limoneux à rares gravillons. Matrice de couleur brun foncé. Calcschistes, gneiss, granites, grains de quartz, hornblende, micas. Grains à différents stades d'altération. Microstructure à chenaux et chambres, zones microagrégées, porosité moyenne. Bioturbation importante. Nodules ferrugineux remaniés. Quelques charbons de bois émoussés ; un fragment de terre cuite.	Colluvions post-incendie, humifiées, enfouissant le sol brun sous-jacent.
4	Limon sableux de couleur brun rougeâtre (5YR 4/2). Rares gravillons. Gneiss, granites, micaschistes, quartz et biotites. Minéraux très altérés et oxydés, décarbonatation complète. Composants à enrobement argilo-silteux ferruginisé. Microstructure à chenaux et chambres, faible porosité. Traces de bioturbation.	Horizon d'altération d'un sol brun rubéfié, développé sur des colluvions. <b>Sol de Bildacker.</b>
5	Sables limoneux, à peine graveleux. Matrice de couleur brun-olive. Diminution de la fraction limoneuse par rapport à la couche sus-jacente. Microstructure à chenaux et chambres. Porosité faible. Traces de bioturbation, décarbonatation complète. Quelques nodules ferrugineux, rares paillettes de charbons de bois.	Base de l'horizon d'altération. Colluvions.
6	-	Sédiment glacio-lacustre.

Fig. 16: Bildacker, sondages S17 (en haut) et S16 : résumé de l'analyse micromorphologique.

## 4 ELEMENTS DE SYNTHÈSE

### 4.1 Les acquis relatifs aux sols enfouis

Rappelons brièvement quelques points essentiels de notre contribution. Stratigraphiquement tout d'abord, les sols fossiles analysés se positionnent dans la séquence dite médiane entre, à la base, des dépôts glaciolacustres tardiglaciaires (profils de BW-ouest et de Bildacker) - ou des dépôts de gravité de l'Holocène ancien (profils de BW-est) - et, au sommet, les niveaux d'occupation du premier âge du Fer. En compilant les séquences mises au jour dans les coupes de Waldmatte-est, on peut répertorier au total quatre sols principaux, un cinquième apparaissant sous forme de lentilles discontinues au fond de la tranchée Tr.3<sup>29</sup>. A l'exception du sol 2 de BW-est, de type brun humifère, seuls les horizons profonds sont conservés, les niveaux supérieurs ayant subi une ablation systématique au début des épisodes de ruissellement torrentiel. Au sommet des tranchées ouvertes, au-dessus des couches archéologiques, les sols actuels formés sur dépôt de bisse ou sur colluvions montrent des traits pédologiques nettement moins évolués que ces sols fossiles : ils sont de type humifère carbonaté.

Plus précisément, les sols enfouis de Gamsen se rattachent au groupe des sols bruns. A Waldmatte-ouest et à Bildacker, ils ont atteint un stade d'évolution assez avancé, qui se marque par un net enrichissement en oxydes de fer de l'horizon d'altération : ce dernier se caractérise ainsi par une coloration rougeâtre assez intense d'où l'appellation de sol brun rubéfié. Nous avons vu que cette rubéfaction est vraisemblablement due à la présence d'hématite, en coexistence avec la goethite. La formation de cet oxyde requiert des conditions spécifiques liées surtout au substrat sédimentaire et au pédoclimat, qui paraissent bien réunies dans le cas de Gamsen (chap. 2.2). Mais il s'avère que le facteur temps joue également un rôle, par libération progressive du fer au cours de l'altération des grains minéraux. Ce processus pourrait expliquer pourquoi les sols bruns de Waldmatte-est présentent une couleur de gamme moins élevée que ceux de Waldmatte-ouest et de Bildacker<sup>30</sup>: dans la partie centrale du gisement, plus propice à une dynamique sédimentaire relativement active, les phases de stabilité du versant semblent avoir été d'une durée notablement plus courte.

### 4.2 Séquence de Waldmatte : phénoménologie et signification

#### 4.2.1 Introduction

Eine allgemeine Bilanz über die pedologischen Untersuchungen unter Berücksichtigung der Resultate aus Sedimentologie sowie der Radiokarbondatierungen findet sich in Abb. 17. Die mittlere Spalte listet alle innerhalb von Waldmatte-est fassbaren Ereignisse auf, die die Landschaftsgeschichte im Zeitraum

zwischen dem Spätglazial und der frühen Eisenzeit geprägt haben. Es sind jeweils unterschiedlich lange Zeitabschnitte mit Pedogenese oder mit aktiver Morphodynamik repräsentiert<sup>31</sup>. Erosionsphänomene, die den Akkumulationsvorgängen im Allgemeinen vorausgehen, sind nicht dargestellt. Eingang fanden ferner auch alle verfügbaren Informationen zur Chronologie, d.h. C-14 Datierungen (chap. 3.1.4). Diese absoluten Altersbestimmungen erlauben nebst einer chronologischen Einordnung der Sedimentationsvorgänge auch eine Annäherung hinsichtlich der relativen Dauer der Bodenbildungsphasen. In der rechten Kolonne sind die wichtigsten Ereignisse der Hangzone von Waldmatte dargestellt, auf die im Folgenden näher eingegangen wird.

#### 4.2.2 Spätglazial und Frühholozän (< 6000 cal. BC)

Wie aus den sedimentologischen Untersuchungen hervorgeht, besteht in Waldmatte-ouest der älteste Abschnitt der Stratigraphie aus spätglazialen Seeablagerungen. Sie weisen noch keine Spuren einer lang andauernden Bodenbildung auf, besitzen aber diskrete Anzeichen für eine erste, kaltzeitlich erfolgte Verwitterungsphase. Diese äussert sich in fossilen Frostspuren und vermutlich auch in der Bildung von Pendants (*pendeloques carbonatées*), welche im Zusammenhang mit einer frühen Phase der Pedogenese, d.h. beginnende Entkalkung, stehen dürften. In Waldmatte-est stellen die ebenfalls ins Spätglazial zu datierenden Bergsturzsedimente (EB9001) das älteste Ereignis dar, auf das die Sedimentation minerogener Ablagerungen folgt (CDG9002 sowie TOR9004). Über den Beginn der Bodenentwicklung während des frühen Holozäns geben uns die untersuchten Schichtabfolgen keine genauen Anhaltspunkte. Mit der ersten Pedogenese (PED9005) liegen aber eindeutige Indizien vor für einen Boden, dessen Entwicklung noch vor 6000 cal. BC anzusetzen ist. Analoge Hinweise lassen sich im Sektor von BW-ouest fassen : aufgrund palynologischer Untersuchungen scheint auch dort der Beginn der ersten Braunerde (Boden 2) ins Boreal zurückzureichen.

#### 4.2.3 Les épisodes majeurs de pédogenèse au cours de l'Holocène

Dans la période suivante, soit après 6000 cal. BC, l'évolution du coteau se résume à un enchaînement de trois phases de pédogenèse à Waldmatte-est (PED9008, PED9010 et PED9012), objet principal de notre étude récapitulée précédemment (chap. 4.1). Du point de vue morphogénétique, la formation de ces sols successifs, bien que temporairement interrompue par des épisodes de ruissellement, traduit assurément une stabilité du versant. Générés à la faveur d'un couvert forestier<sup>32</sup>, ces sols bruns se sont en outre développés sur des substrats assez similaires, à savoir des dépôts de



ruissellement (RUS9007, TOR9024) et des colluvions (COL9023) issus du remaniement de terrains peu altérés. Par ailleurs, aucun indice micromorphologique de la présence humaine n'a été détecté dans cette partie de la séquence.

#### 4.2.4 Reprise sédimentaire et récurrence des incendies

Globalement antérieur à 2000 cal. BC, le prochain stade dans l'évolution morphogénétique se marque à Waldmatte-est par une réactivation de la dynamique sédimentaire d'une part (TOR9013, CB9015, etc.) et par la répétition des incendies de forêt d'autre part (INC9014, INC9016, t1w/126a). Nous ouvrons ci-dessous une brève parenthèse concernant ces derniers.

On relèvera tout d'abord qu'ils contribuent de manière générale à la déstabilisation des versants. Le passage du feu rend en effet la couverture végétale discontinue, ce qui permet, entre autres, à l'action du gel de s'intensifier en saison hivernale (Talon 1997). Les horizons sommitaux du sol subissent alors une déstructuration et deviennent de ce fait très vulnérables : ils seront décapés lors des ruissellements superficiels qui ont régulièrement lieu sur la pente. Dans un profil ouvert dans le Bois de Finges, de position géomorphologique comparable<sup>33</sup> à Gamsen, nous sommes parvenus à un constat similaire (Guélat *et al.* 1998) : des séquences d'événements - pédogenèse, incendie, érosion et accumulation sédimentaire - apparaissent de manière récurrente, les traces de feux de forêt étant en l'occurrence particulièrement bien marquées.

Ceci nous amène à discuter l'origine des incendies dans le cas de Gamsen. L'analyse micromorphologique ne permet aucune discrimination quant à la cause des feux, à savoir naturelle ou anthropique, en l'absence de toute trace tangible de la présence humaine dans les couches antérieures à l'âge du Fer. Il paraît tout à fait plausible que des feux naturels puissent se déclencher aux environs de Brigue, localité se caractérisant par une sécheresse estivale. La notion de paléoclimat peut également intervenir en ce sens que les périodes d'instabilité climatique sont propices au déclenchement des incendies de forêt, comme le révèlent des études en écologie (Bradshaw 1993). D'ailleurs, pour Berger (1997), qui a mené des recherches interdisciplinaires en moyenne vallée du Rhône<sup>34</sup>, ce sont les oscillations climatiques qui sont les principales responsables des phases d'évolution majeures des paysages à l'Holocène, les pratiques humaines n'agissant que comme processus amplificateurs de ces crises.

Cependant, la récurrence manifeste des incendies dans cette partie de la séquence de Waldmatte pourrait constituer le signe d'un premier impact humain sur le paysage et ceci dès le Néolithique. Vu les nombreux

gisements de cette période découverts en Valais (Baudais *et al.* 1990), il est en effet difficile de concevoir que la région de Gamsen ne subisse pas l'importance croissante de cette pression anthropique.

#### 4.2.5 Partie sommitale de la séquence

Un épisode de pédogenèse (PED9019) s'insère entre 2000 cal. BC et 700 av. J.-C. environ et fait en quelque sorte la transition entre la période précédente, assez active du point de vue de la dynamique sédimentaire, et la suivante que nous abordons maintenant.

La partie supérieure de la séquence, sous-jacente aux couches du premier âge du Fer, se caractérise par une rupture dans les faciès sédimentaires : des dépôts de pente de type pédosédiments (COL9020, COL9022) s'intercalent entre des épisodes torrentiels (TOR9025, TOR9021). Ces formations colluviales sont générées par le remaniement, entre autres, de sols localisés en amont dans la pente. Plus précisément, ces colluvions sont alimentées surtout par reprise de leur horizon supérieur, de type humifère, en compagnie de dépôts post-incendie. Ceci implique une fragilisation de la partie superficielle des sols qui, à l'échelle particulière, sont en transit dans le versant. Corollaire supposé de cette déstabilisation de la couverture pédologique, aucun sol brun comprenant un horizon B d'altération n'apparaîtra désormais dans la séquence de Waldmatte et ceci jusqu'à son sommet.

Opérant dans une phase peu active quant à la dynamique sédimentaire, ce déséquilibre ne peut cette fois-ci être attribué uniquement à des facteurs climatiques ou indirectement anthropiques comme dans le stade précédent : il résulte également de la colonisation du site par l'homme. Chronologiquement en effet, les premiers indices de l'occupation humaine, établis dans le secteur de Bildacker, remontent à l'âge du Bronze moyen daté de 1400-1100 cal. BC<sup>35</sup> : dès cette époque, l'impact des activités humaines, sous forme par exemple d'une ouverture progressive du paysage, a pu s'étendre sur le coteau adjacent de Waldmatte<sup>36</sup>.

### 4.3 Aspects chronologiques : discussion

Nous abordons, dans le présent chapitre, les questions de l'insertion chronologique des pédogenèses et de la durée nécessaire à la formation des sols.

Les informations pédologiques dont nous disposons proviennent de trois domaines sédimentaires qui possèdent chacun leur dynamique propre. Il s'avère par conséquent très difficile d'établir une corrélation stricte entre les phases de pédogenèse observées dans les différents secteurs d'étude. Les principaux obstacles résident d'une part dans l'absence de relations stratigraphiques entre les trois zones, qu'elles fassent effectivement défaut ou n'aient pas été observées, et

d'autre part dans le manque de datations radiocarbone, mis à part celles de Waldmatte-est. Ces dernières permettent toutefois d'esquisser à grands traits les principales phases de stabilité qui se sont déroulées dans la partie centrale du site de Gamsen, entre 6000 cal. BC. et 700 av. J.-C.

Des incertitudes bien plus importantes subsistent dans l'insertion chronologique des sols fossiles de Waldmatte-ouest, car l'étude palynologique de cette séquence, inachevée, ne permet qu'une datation ponctuelle des dépôts. Comme aucune date absolue ne fixe la succession des deux sols, nous nous contenterons d'évoquer plus loin les résultats préliminaires de cette étude. Les données pédologiques du site de Bildacker ne seront par contre pas prises en compte, puisqu'elles restent non datées et ne permettent pas de situer les phases de pédogenèse entre le Tardiglaciaire et l'âge du Bronze.

Concernant l'estimation de la durée des phases de pédogenèse, il faut relever que d'une part la fin de ces périodes de stabilité est assez aisée à fixer : les sols fossiles sont en effet tronqués au sommet par une érosion, elle-même suivie d'un enfouissement sous de nouveaux apports sédimentaires. Mais, d'autre part, leur début pose problème : comme le relèvent Gobat *et al.* (1998), la fixation du point de départ de l'évolution d'un sol est en effet arbitraire et entièrement déterminée par le processus choisi comme « initialisant ». Dans le cas présent, les datations radiocarbone sur charbons de bois se rapportent plutôt à la mise en place des dépôts sur lesquels les sols se sont développés par la suite. Autrement dit, cet âge correspond au tout début de la phase de pédogenèse.

Les deux premières datations radiocarbone de Waldmatte permettent de situer le substrat du sol 4 de BW-est (PED9008) vers la fin du VII<sup>e</sup> millénaire avant notre ère. Au moins quatre sols bruns se développent successivement entre cette date initiale et le VII<sup>e</sup> s. av. J.-C., soit dans un intervalle de temps d'environ 5300 ans (sol 1 à sol 4 de BW-est, soit PED9019, PED9012, PED9010 et PED9008).

Par confrontation entre la succession des événements pédosédimentaires et les datations disponibles, nous avons tenté de chiffrer la durée moyenne des phases de pédogenèse à Waldmatte. Dans un précédent travail nous avons déjà essayé d'estimer cet intervalle (Guélat *et al.* 1998). Après révision complète de la question et à la lumière de la présente étude, nous pouvons apporter quelques précisions.

En considérant les sols 4 à 2 de BW-est (PED9008, PED9010 et PED9012) qui se sont formés dans un laps de temps d'environ 3000 ans d'après les datations radiocarbone, on arrive en effet à un ordre de grandeur sans doute inférieur au millénaire, sachant que

d'autres événements sédimentaires se produisent dans l'intervalle. Dans la partie supérieure de la séquence, le sol 1 de BW-est (PED9019) se développe sur des colluvions riches en charbons de bois (COL9018). Ce dernier sol brun se forme assurément avant la période du premier âge du Fer. Il est par ailleurs postérieur à la date de 2456-2042 cal. BC, obtenue sur une souche carbonisée immédiatement sous-jacente. Ces données nous amènent à considérer un intervalle de temps d'environ 1300 à 1800 ans au cours duquel s'est constitué le sol 1. D'autres événements dont la durée est difficile à estimer se produisent dans l'intervalle (TOR9025 et TOR9021 ainsi que COL9020 et COL9022). On peut en conséquence admettre que la durée de cette dernière pédogenèse est de l'ordre du millénaire. En revanche, dans le cas des sols très rubéfiés de Waldmatte-ouest, deux pédogenèses ont eu lieu dans un intervalle d'au moins 6000 ans environ. On voit ainsi que le millénaire est un laps de temps raisonnable pour la formation de ce type de sol brun. Les quelques approximations que l'on trouve dans la littérature sont nettement supérieures à cette valeur. Birkeland (1984) estime le temps nécessaire à la genèse d'un horizon d'altération à 5-7000 ans, mais ce dernier peut apparaître après 5 siècles déjà. Dans la séquence de Gossau se trouve un brunisol dont le développement a duré 5000 ans au maximum (Schlüchter *et al.* 1987). On retrouve ce même chiffre chez Gobat *et al.* (1998), mais considéré comme minimal cette fois pour la formation d'un horizon B d'altération.

En résumé, l'intérêt majeur des séquences de Gamsen réside du point de vue pédologique dans l'identification de plusieurs sols bruns un peu particuliers et surtout bien conservés. Chronologiquement assez bien insérées, ces pédogenèses traduisent, au niveau de l'évolution du paysage, des phases de stabilité dont l'estimation chiffrée de la durée constitue à notre connaissance un résultat inédit pour le domaine alpin centre-européen. Ces données laissent entrevoir d'intéressants développements.

### Remerciements

*Les auteurs tiennent à remercier le bureau ARIA, à Sion, qui a dirigé l'étude consacrée aux sites protohistoriques de Brig-Glis/Gamsen et qui a entièrement financé la présente recherche. Nous adressons un merci tout particulier à Claire Epiney-Nicoud et Alain Benkert pour le constant intérêt manifesté à l'égard de notre travail, mais aussi pour la relecture du texte et sa mise en forme définitive. Nous exprimons toute notre gratitude à Bernard Moulin pour les données mises à notre disposition, ainsi que pour les suggestions et échanges d'idées tout au long de cette étude. Merci enfin aux collaborateurs du bureau ARIA S.A. pour la mise au net des illustrations.*

## NOTES

- <sup>1</sup> Voir aussi Butzer (1982) ou Courty *et al.* (1994).
- <sup>2</sup> Ph. Rentzel et M. Guélat (2005) Modalités de l'occupation humaine au cœur du village protohistorique de Gamsen-Waldmatte. Analyse micromorphologique des séquences sédimentaires des terrasses C2 et C15, dans ce volume.
- <sup>3</sup> Voir aussi à ce sujet Courty *et al.* (1989).
- <sup>4</sup> Nous remercions C. Blanchet, du Centre de Géomorphologie de Caen, et Th. Beckmann, de Braunschweig, qui se sont chargés de cette opération.
- <sup>5</sup> Michel Guélat et Philippe Rentzel (1993) Micromorphologie - Approche pédologique des sols enfouis dans les séquences colluviales. In : « Rapport d'activités BW 91-92/3 », non publié, p. 25-47.
- <sup>6</sup> Il s'agit du site de Sierre-Creux de Chippis, pour lequel nous avons réalisé une étude sur un thème identique.
- <sup>7</sup> Le terme de paléosol désigne souvent un sol fossile généré au cours de périodes relativement anciennes (p. ex. le Tertiaire) ou durant un interglaciaire (Leser *et al.* 1984 ; Lozet & Mathieu 1990) ; dans d'autres cas, cette expression est utilisée dans le sens général pour toute pédogenèse antérieure à l'actuelle (Hintermaier & Zech 1997 ; Scheffer & Schachtschabel 1970 ; S.S.S.A. 1996). Le terme de sol reliquaire, employé surtout dans la littérature germanique, se distinguerait par le fait qu'il désigne un paléosol qui n'a pas été enfoui et qui de ce fait présente déjà, de manière dominante, des traits acquis au cours de la pédogenèse récente (Hintermaier & Zech 1997 ; AG Bodenkunde 1982 ; Leser *et al.* 1984 ; Scheffer & Schachtschabel 1970).
- <sup>8</sup> Accumulations de poussières transportées par les vents, caractéristiques des climats froids.
- <sup>9</sup> M. Guélat (1995) Sion -Tourbillon et Savièse -Château de la Soie (VS). Etude micromorphologique et minéralogique. Rapport non publié, 9 p. Pour la description des trouvailles archéologiques, voir Müller (1995).
- <sup>10</sup> Soit à des profils de type A-C.
- <sup>11</sup> Différences d'altitude, de substrat, d'exposition et de végétation.
- <sup>12</sup> Couleur du minéral réduit en poudre. Le moyen le plus courant de déterminer cette trace consiste à faire un trait avec le minéral sur une plaque de porcelaine blanche.
- <sup>13</sup> Mentionnons à titre d'exemple l'apparition du stilpnomélane qui est un phyllosilicate typique des sédiments riches en fer et manganèse, de métamorphisme faible (Deer, Howie & Zussman 1992).
- <sup>14</sup> 730 mm selon Gutersohn (1961).
- <sup>15</sup> Par déshydratation de ferrihydrite ( $\text{Fe}_5\text{HO}_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ), un autre type d'oxyde fer.
- <sup>16</sup> D'après Schwertmann (1993), ceci résulte d'une transformation par le feu de la goéthite, en présence de matière organique et avec un apport limité en oxygène, qui génère ainsi de la maghémite ( $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ), un oxyde de fer de couleur 2.5YR-5YR.
- <sup>17</sup> Par exemple Collombey-Barmaz (Guélat *et al.* 1995).
- <sup>18</sup> Soit une nouvelle vision de stratigraphie obtenue après recul de la coupe t2a.
- <sup>19</sup> Située à une trentaine de mètres à l'est, cette tranchée livre une séquence holocène corrélable à celle des tranchées Tr.2 et Tr.3, ainsi que des informations pour la chronologie absolue (Moulin 2004, chap. III.2.1.1).
- <sup>20</sup> Un cinquième sol plus ancien (sol 5 de BW-est) a été repéré dans la tranchée Tr.3 mais n'est pas discuté ici car il n'a pas fait l'objet d'un diagnostic micromorphologique.
- <sup>21</sup> Charte Munsell: 5YR - 7.5YR 3/2.
- <sup>22</sup> ARC264 : branche carbonisée prélevée dans la tranchée Tr.3 (t3a/76).
- <sup>23</sup> ARC 265 : charbons de bois prélevés dans la tranchée Tr.1, dans le substrat du sol PED9008 (t1w/130a-131).
- <sup>24</sup> ARC1384 : fragment de souche carbonisée prélevé dans la tranchée Tr.2 (t2b/9c).
- <sup>25</sup> ARC263 : charbons de bois prélevés dans les couches t1w/127-128, datés de 2874-2473 cal. BC.
- <sup>26</sup> ARC510 : fragment de souche carbonisée (t1w/126a), daté de 2456-2042 cal. BC.
- <sup>27</sup> Par exemple un contact entre deux couches de granulométrie différente, ou bien de texture semblable mais de porosité distincte.
- <sup>28</sup> Le sol supérieur (sol 1 de BW-ouest) qui existe sur 5 m dans la Tr.15, n'a pas fait l'objet d'un prélèvement micromorphologique à cet endroit. Par contre, ce sol a été échantillonné et étudié dans la Tr.19.
- <sup>29</sup> Il s'agit du sol PED9005 qui n'a pas fait l'objet d'une analyse micromorphologique.
- <sup>30</sup> Soit la gamme Munsell 7.5YR pour BW-est, et la gamme 5YR pour BW-ouest et Bildacker.
- <sup>31</sup> Pour mémoire, les événements distingués sont les suivants : d'une part, les phases de pédogenèse (PED) correspondant à des arrêts de sédimentation ; d'autre part, les phases de mise en place de sédiments qui sont de différents types : coulée boueuse (CB), coulée de débris grossiers (CDG), colluvionnement (COL), éboulement (EB), ruissellement (RUS) et alluvionnement torrentiel (TOR). Es wurden folgende Ereignisse unterschieden : einerseits die Bodenbildungsphasen (Abkürzung: PED), die Sedimentationsstillstände repräsentieren, andererseits Phasen, die zur Akkumulation unterschiedlicher Ablagerung geführt haben : Schlammströme (CB), Schlammströme

mit Grobkomponenten (CDG), Kolluvien (COL), Bersturzsedimente (EB), feinkörnige Rinnenablagerungen (RUS) und Wildbachsedimente (TOR).

<sup>32</sup> En l'absence de toute donnée palynologique ou anthracologique, aucune précision d'ordre botanique ne peut être apportée concernant cette colonisation par la forêt.

<sup>33</sup> Plus précisément sur le site de Sierre/ Creux de Chippis localisé en pied de pente, à l'ubac, sur la rive gauche du Rhône et à une altitude de 600m.

<sup>34</sup> Sud de la France (Valdaine, Tricastin, plaine d'Orange).

<sup>35</sup> Rapport ARIA Brig-Glis / Gamsen 2004/02-1, p. 29 et 35.

<sup>36</sup> A relever que sur le site de Sierre-Creux de Chippis une succession de sols incendiés s'insère dans une fourchette chronologique concordante, soit entre 1150 et 500 cal. BC.

## BIBLIOGRAPHIE

- AG Bodenkunde (1982) *Bodenkundliche Kartieranleitung*. Schweizerbart, Hannover, 331 p.
- Baudais, D., Curdy, Ph., David El-Biali, M. et May, O. (1990) La néolithisation du Valais : modèles de peuplement et premier bilan de la prospection archéologique du Valais (Suisse). In : Biagi, P. (ed.) *The Neolithisation of the Alpine Region. Monografie di « Natura Bresciana »*, 13, p. 159-174.
- Becze-Deák, J., Langohr R. et Verrecchia E. (1997) Small scale secondary CaCO<sub>3</sub> accumulations in selected sections of the European loess belt. Morphological forms and potential for paleoenvironmental reconstruction. *Geoderma*, 76, p. 221-252.
- Berger, J.-F. (1997) Cycles anthropiques et environnementaux à l'Holocène dans les bassins-versants rhodaniens de rang inférieur (Valdaine, Tricastin, Drôme). « Les temps de l'environnement », Toulouse, Centre des Congrès, 5-7 novembre 1997. Meudon, p. 243-253.
- Bircher, W. (1982) Zur Gletscher- und Klimageschichte des Saastales. Glazialmorphologische und dendroklimatologische Untersuchungen. *Physische Geographie*, 12. Geographisches Institut der Universität, Zürich, 233 p.
- Birkeland, P. (1984) *Soils and geomorphology*. Oxford/New York, University Press, 372 p.
- Black, R.R. and Fosberg, M.A. (1990) Micromorphology and classification of secondary calcium carbonate accumulations that surround or occur on the underside of coarse fragments in Idaho (USA). In : Douglas, L.A. (ed.) *Soil Micromorphology. A Basic and Applied Science*. Elsevier, Amsterdam, p. 341-346.
- Bradshaw, R. (1993) Forest response to holocene climatic change: equilibrium or non-equilibrium. In : Chamber, F.-M. (ed), *Climatic change and human impact on the landscape*. Chapman and Hall, London, p. 57-65.
- Bresson, L.-M. (1976) Rubéfaction récente des sols sous climat tempéré humide. *Science du sol*, 1, p. 3-22.
- Butzer, K. W. (1982) *Archaeology as human ecology : Method and theory for a contextual approach*. Cambridge University Press, Cambridge, 357 p.
- Courty, M.-A., Goldberg, P., Macphail, R. (1989) *Soils and micromorphology in archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge, 344 p.
- Courty, M.-A., Goldberg, P., Macphail, R. (1994) Ancient People-Lifestyles and Cultural Patterns. In : Wilding, L. (ed.) *Proceedings of International Soil Science Society*, Transaction of the 15<sup>th</sup> World Congress of Soil Science, International Society of Soil Science, Mexico, Acapulco, Vol 6a, p. 250-269.
- Deer, W.A., Howie, R.A., Zussman J. (1992) *An introduction to the rock forming minerals*. Longman, Londres, 2<sup>nd</sup> edition, 528 p.
- Erhart, H. (1967) *La genèse des sols en tant que phénomène géologique*. Masson, Paris, 177p.
- Furrer, G., Burga, C., Gamper, M, Holzhauser, H., Maisch, M (1987) Zur Gletscher-, Vegetations- und Klimageschichte der Schweiz seit der Späteiszeit. *Geographica Helvetica*, 2, p. 61-91.
- Gamper, M. (1985) Morphochronologische Untersuchungen an Solifluktioniszungen, Moränen und Schwemmkegeln in den Schweizer Alpen. Eine Gliederung mit Hilfe der 14C-Altersbestimmung fossiler Böden. *Physische Geographie*, 17. Geographisches Institut der Universität, Zürich, 115 p.
- Gobat, J.-M., Aragno, M. et Matthey, W. (1998) *Le Sol vivant*. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 519 p.
- Guélat, M., Honegger, M. et Rentzel, Ph. (1995) Nouvelles données sur la stratigraphie du site de Barmaz I (Collombey-Muraz VS). Analyse micromorphologique, confrontée à l'approche archéologique. *Annuaire de la Société Suisse de Préhistoire et d'Archéologie*, 78, p. 131-144.
- Guélat, M., Moulin, B. et Rentzel, Ph. (1998) Des sols enfouis dans les séquences de versant du Valais (Suisse). Caractérisation, durée des phases de pédogenèse et signification pour la chronologie régionale de l'Holocène. Actes du VIII<sup>ème</sup> Colloque International sur les Alpes dans l'Antiquité, Sion 26-28 sept. 1997. *Bulletin d'Etudes Préhistoriques et Alpines de la Vallée d'Aoste*, 9, p. 39-52.
- Guenat, C. (1987) *Les sols forestiers non hydromorphes sur moraines du Jura vaudois*. Thèse à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, 142 p.
- Gutersohn, H. (1961) *Geographie der Schweiz*. Kümmerli und Frey, Bern, Band II, 486p.
- Hintermaier, G., Zech, W. (1997) *Wörterbuch der Bodenkunde*. Enke, Stuttgart, 338 p.

- Holzhauser, H. (1985) Neue Ergebnisse zur Gletscher- und Klimageschichte des Spätmittelalters und der Neuzeit. *Geographica Helvetica*, 4, p. 168-185.
- Holzhauser, H. (1995) Gletscherschwankungen innerhalb der letzten 3200 Jahre am Beispiel des Grossen Aletsch- und des Gornergletschers. Neue Ergebnisse. *Gletscher im ständigen Wandel*. Jubiläums-Symposium der Schweizerischen Gletscherkommission, Verbier, 1993, SANW/ ASSN. Hochschulverlag, Zürich, p. 101-122.
- Jayet, A. et Sauter, M.-R. (1953) Observations géologiques et archéologiques récentes sur les terres rouges. *Bull. Inst. Nat. genevois*, 56, p. 151-166.
- Leser, H., Haas, H.-D., Mosimann, T, Paesler, R. (1984) *Wörterbuch der Allgemeinen Geographie*. Braunschweig, 2 Bände, 843 p.
- Lozet, J., Mathieu, C. (1990) *Dictionnaire de science du sol*. Lavoisier, Paris, 384 p.
- Moulin, B. (2004) *Brig-Glis/Gamsen 1. Le contexte géologique. Histoire sédimentaire d'un piémont en domaine intra-alpin, du Tardiglaciaire à l'Actuel*. Fouilles archéologiques A9 Brig-Glis/Gamsen, Rapport scientifique 2004/01 (inédit). Sion, Bureau ARIA S.A.
- Müller, H.-N. (1977) Fossile Böden (fAh) in einer Schutthalde (Rotelsee, Simplonpass, Wallis). *Bulletin Murithienne*, 94, p. 73-83.
- Müller, K. (1995) Le site de Sion-Tourbillon (VS). Nouvelles données sur le Néolithique ancien valaisan. *Archéologie Suisse*, 18, p. 102-108.
- Munsell Color Co. (1992) *Munsell Soil Color Charts*. Revised edition. Newburgh, New York, USA.
- Sauter, M.-R., Gallay, A. et Chaix, L. (1971) Le Néolithique du niveau inférieur de Petit-Chasseur à Sion, Valais. *Annuaire de la Société Suisse de Préhistoire et d'Archéologie*, 56, p. 17-76.
- Scheffer, F., Schachtschabel, P. (1970) *Lehrbuch der Bodenkunde*. Enke, Stuttgart, 448 p.
- Schlüchter, Ch., Maisch, M., Suter, J., Fitze, P., Keller, W. A., Burga, C. A. und Wynistorf E. (1987) Das Schieferkohlen-Profil von Gossau (Kanton Zürich) und seine stratigraphische Stellung innerhalb der letzten Eiszeit. *Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich*, 132/3, 1987, p. 135-174.
- Schwertmann, U. (1993) Relations between iron oxides, soil color and soil formation. In : SSSA- *Soil Science Society of America* (ed.) *Soil Color*. SSSA special publication, 31, p. 51- 69.
- Schwertmann, U., Murad, E., Schulze, D. G. (1982) Is there holocene reddening (hematite formation) in soils of axeric temperate areas ? *Geoderma*, 27, p. 209-223.
- SSSA- Soil Science Society of America (1996) *Glossary of soil science terms*. Madison, 134 p.
- Talon, B. (1997) Evolution des zones supra-forestières des Alpes sud-occidentales françaises au cours de l'Holocène. Analyse pédoanthracologique. Thèse à l'Université d'Aix-Marseille III, 207 p.
- Van Vliet-Lanoë B. (1985) Frost Effects in Soils. In : Boardman John éd. *Soils and Quaternary Landscape Evolution*. John Wiley & Sons, p. 117-158.
- Van Vliet-Lanoë B. (1987) Dynamique périglaciaire actuelle et passée : apport de l'étude micromorphologique et de l'expérimentation. *Bulletin de l'AFEQ* 31, 1987-3, p. 114-132.
- van Vliet-Lanoë B. (1988) Le rôle de la glace de ségrégation dans les formations superficielles de l'Europe de l'Ouest. Processus et héritages. Thèse à l'Université de Paris I Sorbonne, 854 p.

MODALITÉS DE L'OCCUPATION HUMAINE  
AU CŒUR DU VILLAGE PROTOHISTORIQUE  
DE GAMSEN-WALDMATTE.

Analyse micromorphologique  
des séquences sédimentaires des terrasses C2 et C15

Philippe Rentzel

et

Michel Guélat

Rapport août 2003

Actualisé en juin 2005

Philippe Rentzel  
Institut für Prähistorische  
und Naturwissenschaftliche Archäologie,  
Universität Basel  
Spalenring 145  
4055 Basel  
E-mail: Philippe.Rentzel@unibas.ch

Michel Guélat  
Géologie du Quaternaire et Géoarchéologie  
Creux de la Terre 11  
2800 Delémont.  
E-mail : mic.guelat@bluewin.ch

## 1 INTRODUCTION

### 1.1 Objectifs et présentation de l'étude

La compréhension d'un site tel que Gamsen-Waldmatte passe par la reconnaissance des processus sédimentaires en jeu sur le terrain, et plus particulièrement par l'identification des sédimentations anthropiques qui y ont incontestablement joué un rôle important. Or, depuis quelques décennies, la recherche de l'impact des activités humaines sur les substrats s'est beaucoup développée grâce à la micromorphologie (Berger *et al.* 2000). Cette analyse de lames minces sous microscope permet d'aborder plusieurs types de problématique. La nature et l'origine des sédiments naturels, mais surtout leur évolution pédogénétique constituent les thèmes principaux abordés par une autre contribution, adjointe à l'approche sédimentologique du site de Gamsen (Guélat et Rentzel, ce volume).

La présente étude est en revanche centrée sur la problématique anthropique, soit la transformation des sédiments due à l'occupation humaine. Conséquence des choix opérés au niveau de la recherche, elle fournit des éléments de réponse aux hypothèses archéologiques concernant principalement l'habitat protohistorique. Différentes thématiques telles que la construction d'un bâtiment et son utilisation, sans oublier la réutilisation de l'espace après sa destruction, sont ainsi abordées.

Cette contribution micromorphologique s'articule autour de l'analyse approfondie de deux séquences de terrasses, C2 et C15, qui sont traitées séparément, dans deux chapitres structurés de manière identique. Dans chacune de ces analyses, on trouve en préambule une présentation de la terrasse, des vestiges archéologiques découverts et des phases d'occupation qu'elle englobe. Dans le point suivant sont précisés la localisation et le contexte stratigraphique des prélèvements, avant de passer à l'analyse micromorphologique proprement dite. Dans celle-ci, la séquence est balayée dans l'ordre chronologique : chaque événement, représenté en général par une unité sédimentaire (US), fait l'objet d'une description micromorphologique suivie d'une interprétation préliminaire. Le dernier point du chapitre reprend toutes ces interprétations partielles en les liant sous la forme d'un scénario évolutif de la terrasse.

Ce traitement séparé des données aboutit logiquement à un chapitre synthétique, dans lequel sont relevées tout d'abord les similitudes – mais aussi les dissemblances – entre les histoires des deux terrasses. Par le jeu des comparaisons également, des conclusions quant aux faciès des sédiments anthropogéniques et à leur taux de sédimentation sont déduites. Une évaluation de la méthode termine l'étude.

### 1.2 Brève orientation méthodologique

Quelques points importants concernant les techniques utilisées sur le terrain et au laboratoire sont mentionnés ci-dessous. Le lecteur trouvera encore plus d'informations dans le bilan méthodologique proposé en guise de conclusion (chap. 4.3).

Au cours des campagnes de fouilles sur le site de Gamsen-Waldmatte, soit de 1989 à 1998, une quarantaine d'échantillons ont été prélevés dans des séquences sédimentaires concernant plus d'une vingtaine d'habitats protohistoriques. Il s'agit de blocs orientés de sédiments non perturbés, extraits à partir d'une surface décapée ou d'une coupe stratigraphique. Chacun de ces blocs est accompagné d'un relevé comprenant une description des couches concernées ainsi qu'une interprétation génétique des sédiments.

A partir de ces nombreux prélèvements, ce sont plus de 60 lames minces qui ont été fabriquées. Les détails techniques de leur confection sont discutés dans une autre contribution concernant Waldmatte, déjà évoquée plus haut (Guélat et Rentzel, ce volume). Rappelons brièvement que ces lames sont obtenues après induration du bloc de sédiments à l'aide de résine synthétique. D'une épaisseur de 30 microns, leur observation s'effectue grâce à un microscope polarisant à grossissement maximum de 1000x. Les descriptions micromorphologiques se basent sur les principes définis par Courty *et al.* (1989), adaptés de la terminologie préconisée par Bullock *et al.* (1985).

De plus, une vingtaine de lames minces ont été fabriquées à partir d'échantillons de dépôts modernes ou actuels rencontrés sur le gisement de Waldmatte même, mais provenant aussi d'autres localités. Ces données expérimentales nous ont permis de conforter certains diagnostics microscopiques comme par exemple la distinction des différents types de coprolithes ou les traces de tassement engendrées par le piétinement sur le site.

Cet important corpus de lames minces constitue une masse de données considérable, que nous avons traitée à des degrés d'élaboration divers suivant les interrogations des archéologues. La plupart du temps, ce sont des diagnostics ponctuels ou séquentiels qui ont fait l'objet de rapports préliminaires. Les séquences sédimentaires des terrasses C2 et C15 ont été sélectionnées pour leur intérêt scientifique – puisqu'elles comprennent les principales phases de l'occupation du premier âge du Fer – mais aussi pour la qualité des résultats vu leur bonne préservation.

Même si l'étude micromorphologique ci-après ne se base finalement que sur une douzaine de prélèvements, soit une trentaine de lames minces au total, le corpus dans son ensemble a ainsi joué un rôle prépondérant en tant que référentiel.

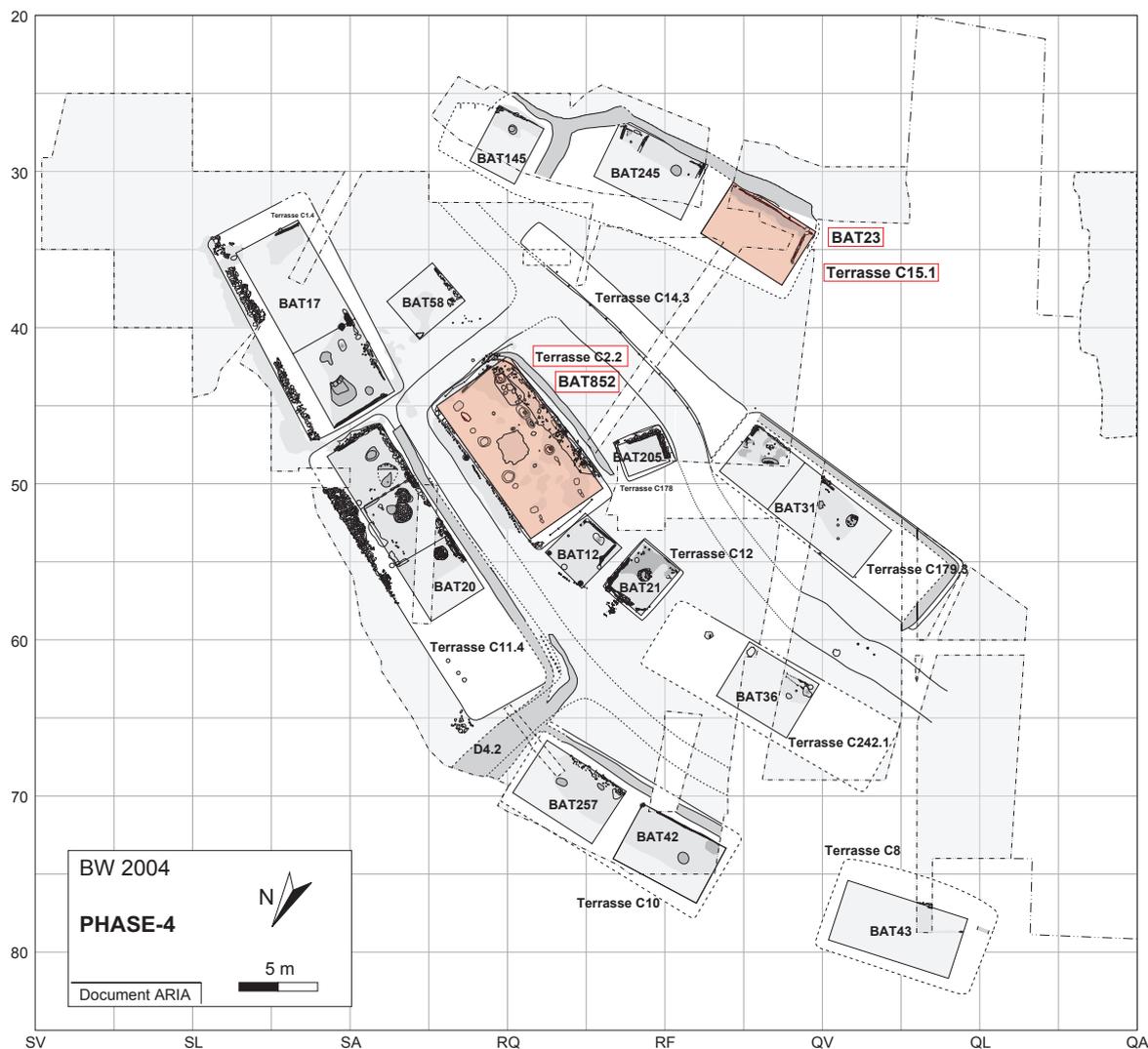
## 2 LA SÉQUENCE DE LA TERRASSE C2 (BÂTIMENT BAT852)

### 2.1 Présentation

Du point de vue chronologique, la terrasse C2 s'inscrit dans un ensemble d'unités sédimentaires (phases 3 à 8) appartenant à la période initiale de l'habitat de Waldmatte, datée du premier âge du Fer, aux environs de 650 - 600 avant J.-C. (voir diagramme synthétique de Waldmatte-est, en introduction à ce volume). Aménagée dans la pente à l'aide d'un mur de pierres sèches selon un allongement ESE/WNW, cette plate-forme a une longueur d'environ 12 m, sa largeur atteignant quelque 6 m. Ces dimensions correspondent à la phase

principale d'habitat, ou phase 4, au cours de laquelle un bâtiment particulier a été érigé sur la terrasse : il s'agit du bâtiment BAT852.

Interprété comme un entrepôt par l'analyse archéologique et paléobotanique, cet édifice à plancher surélevé couvrait une surface estimée à 60 m<sup>2</sup> (Benkert et Epiney-Nicoud Eds. 2004/02-3). Détruit par un incendie, il était entouré d'une palissade de piquets, tandis qu'un fossé de drainage collectait les eaux de ruissellement sur sa longueur amont (Fig. 1). A noter que le bâtiment BAT23 de la terrasse C15.1, dont la séquence fait également l'objet d'une analyse micromorphologique (chap. 3), s'insère chronologiquement dans la même phase d'habitat que BAT852, duquel il était distant d'une quinzaine de mètres. Mais la séquence de la terrasse C2 a enregistré également les périodes antérieures et postérieures à la phase 4, au cours desquelles d'autres édifices ont été érigés. La description des prélèvements ci-après nous permet de passer rapidement en revue la séquence de sédiments prise en compte par la micromorphologie.



**Fig. 1.** Organisation du village de la phase 4 de Waldmatte-est. Les bâtiments concernés par l'analyse micromorphologique sont mis en évidence en rouge : au centre, BAT852 et, en haut, BAT23.

## 2.2 Les prélèvements

Au cours des campagnes de fouilles 1991 et 1992, 7 échantillons ont été prélevés sur la terrasse C2, à partir desquels un total de 20 lames mince ont été fabriquées. Voyons plus précisément la localisation de ces prélèvements.

La succession des couches prélevées sur la terrasse C2, dont la superficie dépasse 80 m<sup>2</sup>, comprend comme nous venons de le soulever sous le point précédent plusieurs phases d'habitat (Fig. 3). La base de la séquence au cours de laquelle un enclos a vraisemblablement été érigé (BAT11, phase 3) est incluse dans les prélèvements GM27 à l'ouest de la terrasse et GM32 à l'est. La partie médiane de cette stratigraphie, comprenant l'installation de l'entrepôt BAT852 (phase 4), est documentée par tous les prélèvements, à savoir GM26, GM27, GM29, GM31, GM32, GM54 et GM55. Ceux-ci se répartissent de manière à offrir une vision relativement exhaustive par rapport à l'implantation du bâtiment BAT852. A relever que l'échantillon GM29 a été prélevé dans un fossé de drainage en amont de la terrasse (A1671), soit hors de l'emprise même de cet édifice. La partie sommitale de la séquence (phases 5 à 8) a été étudiée par l'intermédiaire des prélèvements GM26 (à l'ouest) et GM31 (à l'est). Ceux-ci sont inclus dans le périmètre spécifique au bâtiment BAT50 de la phase 6.

En résumé, on voit que l'essentiel des couches de la terrasse C2 est documenté par la paire de prélèvements GM26 et GM27 dans la partie occidentale, tandis que GM31 et GM32 constituent la référence pour la partie orientale de cette même plate-forme. Les autres prélèvements (GM29, GM54 et GM55) sont issus d'anomalies, mais, comme nous le verrons dans le point suivant, ils apportent d'importants compléments par rapport aux deux séquences de référence.

## 2.3 Analyse micromorphologique

La séquence prélevée sur la terrasse C2 se compose d'une douzaine d'unités stratigraphiques. Les résultats de l'analyse micromorphologique de chacune d'entre elles sont accompagnés d'une interprétation partielle qui, dans le chapitre suivant (chap. 2.4), est remise dans un contexte phénoménologique plus général.

### 2.3.1 Phase 3 : terrasse C2.1 (USA1777)

#### Description

Cette unité se trouve à la base du prélèvement GM32, tandis qu'en GM27 elle est plus mal exprimée. De porosité moyenne (20%), ces sables gravillonneux, très mal classés, sont formés de grains minéraux parfois brûlés qui montrent un enrobement poussiéreux. On note la présence de charbons de bois émoussés, de rares fragments coprolithiques et de macrorestes car-

bonisés épars. La matrice, silto-organique brunâtre, est de plus en plus abondante vers le sommet où des indices de tassement se marquent par un litage horizontal des gravillons, une porosité en diminution et une légère illuviation poussiéreuse dans les pores.

#### Interprétation

Les traits sédimentaires ainsi que la relative diversité des constituants de cette unité indiquent qu'elle correspond à un remblai humifère. Suite au diagnostic obtenu pour les unités sus-jacentes, on peut affirmer que les traces de tassement décelables à son sommet sont issues d'un piétinement. Ces indices de circulation relatent la phase initiale d'aménagement de la terrasse C2.

### 2.3.2 Processus \$RU527 : ruissellement RUS1537 (US20191)

#### Description

Présente uniquement dans le prélèvement GM32 sur une épaisseur de 2-3 cm, cette unité est formée de silts sableux bruns, en alternances microlitées et granoclassées. Sa faible porosité (5-10%) consiste en des vésicules allongées et des chenaux plus tardifs. Au sommet de certains lits apparaissent de minces niveaux de décantation limono-organiques (ou « croûtes »), discontinus et déformés (Fig. 2). Parmi les constituants, on relèvera des charbons de bois épars et de rares fragments d'os. Son contact inférieur est assez net, les niveaux triés s'imbriquant parfois dans la porosité du remblai ; au contact supérieur se trouvent des indices de compaction.

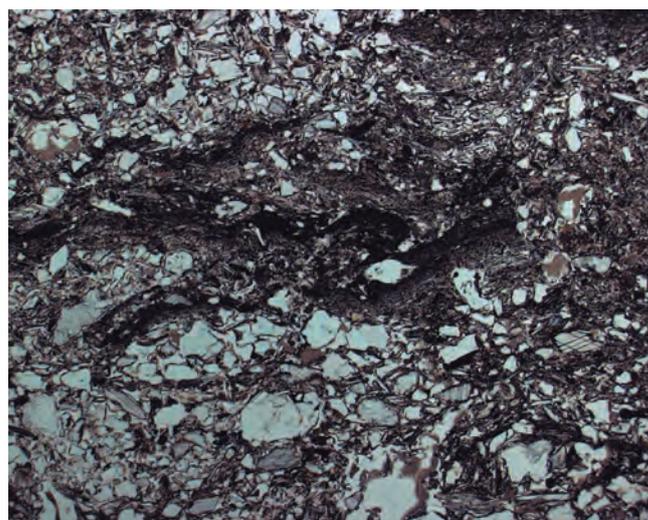
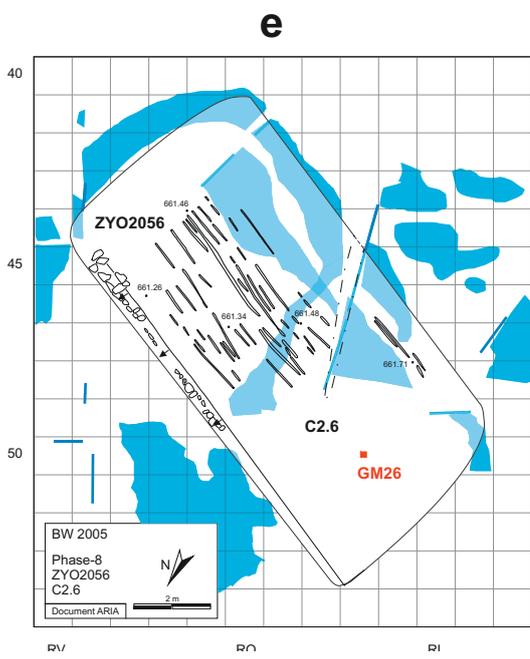
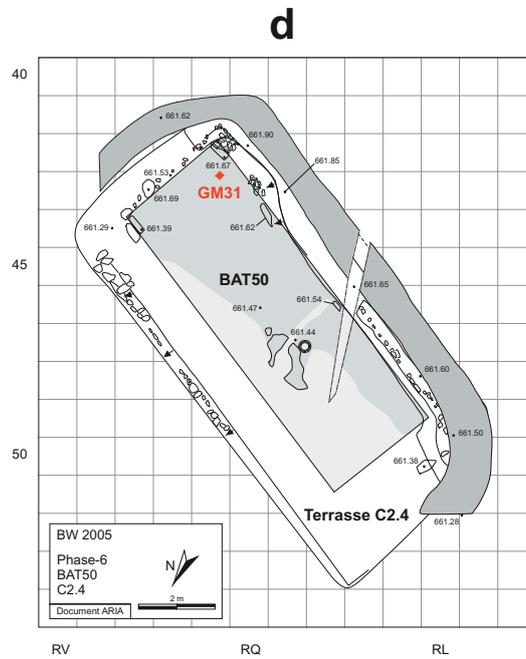
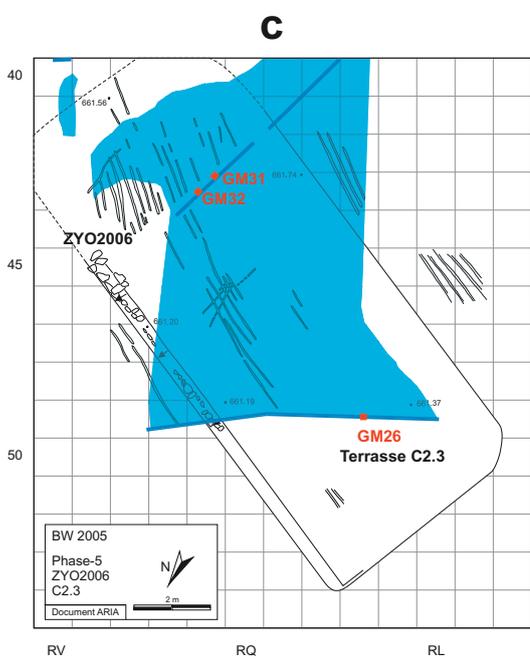
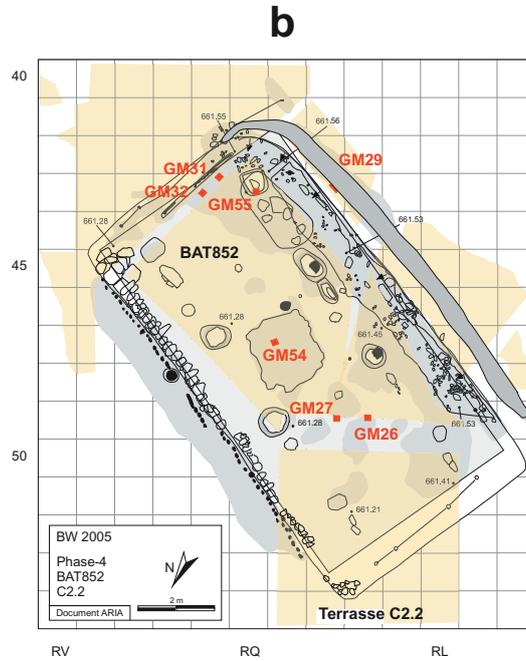
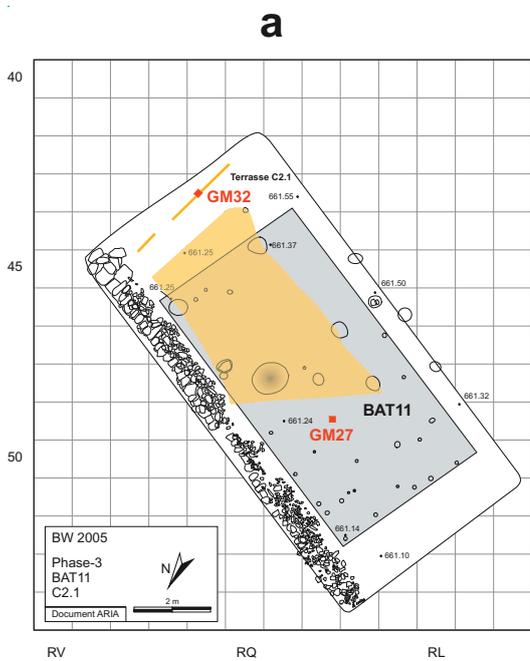


Fig. 2. BAT852, microphoto d'une surface dénudée et piétinée (\$RU527). Lame GM32.3 ; largeur : 5,35 mm.



**Fig. 3.** Plans des échantillons GM comportant des strates attribuables aux phases d'occupation 3, 4, 5, 6 et 8 de Waldmatte-est.

- a** phase 3 et ruissellement postérieur \$RU527 (en jaune) ; bâtiment BAT11 et terrasse C2.1 ;
- b** phase 4 et ruissellement postérieur \$RU511 (en jaune) ; bâtiment BAT852 et terrasse C2.2 ;
- c** phase 5 et processus torrentiel postérieur \$TO514 (en bleu) ; traces d'airea ZYO2006 et terrasse C2.3 ;
- d** phase 6 ; bâtiment BAT50 et terrasse C2.4 ;
- e** processus torrentiel \$TO517 (en bleu) et phase 8 postérieure ; traces d'airea ZYO2056 et terrasse C2.2.

### Interprétation

La microstructure de ce dépôt indique une mise en place par des ruissellements de compétence réduite (par exemple suite à des pluies épisodiques) et par des décantations localisées (par exemple dans des flaques d'eau). Les traces de tassement très nettes résultent d'un piétinement de sa surface qui devait être dénudée, exposée au gel et par conséquent partiellement dépourvue de couvert végétal. Confirmée par une démarche expérimentale, cette interprétation micromorphologique se révèle parfaitement compatible avec les données archéologiques : le dépôt est en effet considéré comme un processus de ruissellement (\$RU527) postérieur à l'abandon du bâtiment BAT11 de la phase 3, une structure légère sur poteaux et piquets correspondant à un enclos ou à un entrepôt surélevé (Benkert et Epiney-Nicoud Eds. 2004/02-3).

#### 2.3.3 Phase 4 : terrasse C2.2 (USA1775)

##### Description

Comprise uniquement dans le prélèvement GM32, cette couche d'une épaisseur de 2 à 4 cm se compose de sables silteux à gravillons, mal classés, et de porosité assez forte (30-40%). On note quelques grains minéraux brûlés parmi les constituants ainsi que de nombreux charbons de bois émoussés, parfois fragmentés *in situ*. La matrice brune, limono-organique, enrobe souvent les grains. Au contact inférieur, on remarque des gravillons « enfoncés » dans l'unité microlitée sous-jacente, tandis que le contact supérieur est diffus.

##### Interprétation

Cette unité constitue un remblai humifère tassé, au sein duquel on n'observe cependant aucun niveau de circulation, contrairement à l'unité sous-jacente (US20191). Vu la bonne préservation de cette dernière, en particulier des traces de gel-dégel, la mise en place de cette recharge en remblais a dû s'effectuer dans un laps de temps très court : il ne s'agit pas de colluvions.

#### 2.3.4 Phase 4 : occupation ANT2010 (US20180)

##### Description

A l'exception de GM31, tous les prélèvements de la terrasse C2 comprennent cette unité épaisse de 1-2 cm, qui se présente partout sous un microfaciès identique, avec cependant quelques nuances locales. Il s'agit de sables gravillonneux mal classés, assez bioturbés, à matrice silteuse devenant plus organique vers le sommet. Dans les zones préservées de la bioturbation, la porosité, de type vésiculaire, est plutôt faible (10-15%). A l'exception de charbons de bois épars et de rares fragments d'os, cette unité de teinte brun-gris est encore plus pauvre en constituants anthropogéni-

ques que les remblais sous-jacents. Elle se distingue surtout par son organisation entre grains minéraux et matrice silteuse : constituée essentiellement de micas, cette dernière se concentre au pourtour de petits agrégats dépourvus de particules fines et forme ainsi des intercalations qui s'étendent en un réseau polygonal tridimensionnel.

Dans GM55, on trouve cette même unité très bien exprimée, coiffant un niveau de 2 cm constitué de sables fins, bien triés. Au sommet de cette séquence particulière vient se plaquer un liseré millimétrique de silts organiques microlités et rubéfiés (couleur brun-roux, Fig. 4). Un tel liseré a également été observé dans le prélèvement GM27.

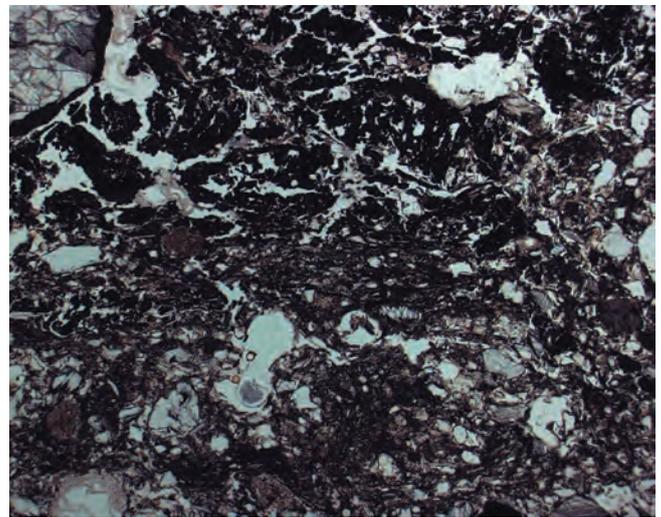


Fig. 4. BAT852, microphoto du remblai tassé, coiffé par des débris organiques carbonisés. Lame GM55.2 ; largeur : 5,35 mm.

##### Interprétation, discussion

De par ses traits sédimentaires, on peut affirmer que l'unité US20180 correspond à un remblai humifère de nature assez comparable aux précédents, vers la base de la séquence. Mais de manière systématique dans les 6 échantillons prélevés se marque un trait micromorphologique caractéristique, à savoir des intercalations silteuses en réseau polygonal. Celles-ci ont pu être reproduites en laboratoire : elles résultent d'une contrainte unilatérale, en l'occurrence un tassement par piétinement, exercé sur un sédiment à l'état humide (Rentzel et Narten 2000). Quelques arguments supplémentaires sont à relever :

- le microfaciès de cette couche ne varie pas d'un prélèvement à l'autre, il paraît bien présent sur toute la terrasse : il ne s'agit donc pas d'une « anomalie » très locale, par exemple due à la bioturbation ;
- ces traces de compaction ont également été détectées dans GM29, prélèvement à travers le fossé de

drainage en amont de la terrasse (A1671), ce qui tend à montrer qu'elles ont été générées lors de l'aménagement de ce fossé, avant son fonctionnement proprement dit ;

- ce tassement s'est effectué lorsque le sédiment était détrempe, ce qui semble difficilement réalisable si le bâtiment est déjà érigé, car celui-ci abrite la terrasse des pluies. Du reste, les indices de décantation dans de petites dépressions observées par exemple en GM55 confirment les conditions humides lors de la mise en place de ce remblai particulier ;
- la conservation de ces traits caractéristiques peut en revanche s'expliquer par la présence du bâtiment, abritant la surface de la pluie et, partant, la préservant du gel-dégel.

L'hypothèse la plus séduisante consiste à interpréter ce remblai comme un niveau de préparation et réglage de la terrasse. Il a été mis en place à l'état humide, puis volontairement compacté, damé peut-être à l'aide d'un instrument, comme en témoigne son apparition sur les parois du fossé de drainage, à l'amont de la plate-forme. Cet agencement de la surface ainsi que de ses aménagements annexes constitue vraisemblablement le stade initial de la construction d'un bâtiment, en l'occurrence BAT852.

Quant au liseré organo-minéral qui, dans GM55 surtout, coiffe en discordance ce remblai tassé, il pourrait résulter de la phase de fonctionnement de ce même édifice ; il aurait été ensuite rubéfié au cours de l'incendie. A noter qu'une palissade entourait le bâtiment (chap. 2.1), ce qui limitait la circulation animale et par conséquent les apports ubiquistes (coprolithes, fragments d'os, etc.), de même que le ruissellement superficiel.

### **2.3.5 Phase 4 : Incendie INC2023**

#### **2.3.5.1 Rubéfaction du remblai de terrasse (A5816)**

Stratigraphiquement parlant, le premier indice de l'incendie du bâtiment BAT852 devrait logiquement consister en la rubéfaction du substrat sur lequel celui-ci a été érigé (US20180). Bien qu'elle ait été constatée lors des travaux de fouille, aucune oxydation due à un impact thermique n'a pu être décelée lors de l'analyse des 6 prélèvements renfermant le remblai tassé, ce qui peut paraître surprenant. Ce fait s'explique par l'extension de la plage de rubéfaction, limitée à la base du talus et au bord amont de la terrasse, lieux où aucun prélèvement n'a été effectué. Cette apparition relativement réduite semble liée aux modalités même de l'incendie : la rubéfaction semble s'être marquée uniquement à proximité de poutres transversales ayant maintenu une aération durant le brasier (Benkert et Epiney-Nicoud Eds. 2004/02-3).

#### **2.3.5.2 Accumulation de débris organiques carbonisés (US20184 et US20181)**

##### **Description**

Cette unité noirâtre épaisse de 0,5 cm seulement a été prélevée à 6 endroits différents sur la terrasse. Il s'agit d'un niveau très poreux (40-50%) formé de débris organiques, plus ou moins carbonisés, additionnés à une fraction minérale silto-sableuse (5-20%, Fig. 4). La microstructure agrégée résulte de la bioturbation, qui est intense dans tous les échantillons. Les grains minéraux ont subi un passage au feu, mais les cendres blanches sont quasiment absentes. La plupart du temps, la fraction organique paraît dégradée, humifiée, sans que l'on puisse y identifier quelque constituant particulier. Lorsque la conservation est meilleure (GM55), apparaissent alors des macrorestes carbonisés, des phytolithes brûlés mais non vitrifiés et assez peu de charbons de bois. Latéralement, dans le fossé amont (A1671- éch. GM29), le niveau se présente de manière assez identique, à ce détail près que la conservation est meilleure, avec l'apparition de nombreux macrorestes incomplètement carbonisés.

##### **Interprétation, discussion**

Cette accumulation de débris organiques carbonisés résulte de l'incendie du bâtiment BAT852. Vu sa mauvaise conservation, il s'avère délicat de préciser son origine et les modalités de sa mise en place. On relèvera cependant les points suivants :

- les constituants identifiables indiquent un épandage de macrorestes de plantes herbacées, sans doute des graminées (comm. orale de E. Akeret) ;
- la carbonisation parfois incomplète de la matière organique témoigne de l'atmosphère anoxique qui devait régner à ce niveau au cours de l'incendie ; l'extension réduite de la plage de rubéfaction conforte du reste cette idée (chap. 2.3.5.1) ;
- par conséquent, on peut supposer que les éléments ligneux n'ont pas subi une carbonisation complète ; bien que sans doute présents à l'origine dans ce niveau, ils ne sont donc pas préservés ; la forte porosité secondaire témoigne de cette résorption après enfouissement.

#### **2.3.5.3 Séquence silteuse à fragments de parois brûlés (US20185)**

##### **Description**

Présente dans trois échantillons, cette unité épaisse de 3-4 cm regroupe différents microfaciès qui se succèdent dans un ordre invariant. Par opposition à GM31, dans lequel la bioturbation est très intense, les

prélèvements GM27 et GM32 montrent une bonne conservation de cette microséquence qui, paraissant intégralement rubéfiée sur le terrain, coiffe le niveau organique carbonisé (US20184) :

- à la base se trouve un niveau centimétrique de silts sablonneux grisâtres, microlités, pauvres en matrice et structurés en rythmes granodécroissants. La porosité y est faible (10%). Au sein de la fraction sableuse, on remarque des grains calcitiques brûlés, mais minoritaires. Le contact inférieur avec le niveau organique est nettement de type érosif ;
- la partie médiane montre une accumulation de silts sableux lités ou bioturbés, dans lesquels apparaissent des fragments de parois (torchis) brûlés, un peu roulés. La porosité reste faible (10-15%) et on note l'absence totale de charbons de bois ;
- vers le sommet, ce dépôt devient très cendreux et les fragments de parois apparaissent encore, mais sous une forme déformée, allongée. Hors zones bioturbées, le microlitage est net et la porosité demeure toujours faible (10%).

### Interprétation

La partie inférieure de cette microséquence signale un épisode de ruissellement superficiel, responsable de l'ablation plus ou moins profonde du niveau à débris organiques carbonisés. Cet épisode vraisemblablement très éphémère a eu une compétence réduite. Les dépôts structurés qui en résultent ont été observés aussi bien à l'ouest qu'à l'est de la terrasse, ainsi que dans le fossé amont (US20182, chap. 2.3.5.5). Sur ceux-ci, l'accumulation sédimentaire traduit un démantèlement des superstructures incendiées, en particulier une désagrégation des parois en torchis. L'ossature en bois paraît s'être effondrée à un moment où elle se consumait encore, ce qui pourrait expliquer le caractère très cendreux du sommet de la séquence. Puis ces débris ont été compactés et rapidement enfouis, vu l'absence de traces d'évolution sur place.

#### 2.3.5.4 Anomalies (US20198)

Il s'agit de deux anomalies documentées chacune par un prélèvement micromorphologique :

- A1688 (GM54) : Constituée d'un dépôt silto-sableux à gravillons, hétérométrique et de porosité moyenne (20-30%). Tous les éléments y compris des fragments de parois sont passés au feu, avec des indices de très haute température ; mais paradoxalement apparaissent des fragments d'os épars qui ne sont que peu brûlés. La matrice, très bioturbée, microagrégée, devient de plus en plus riche en cendres vers le sommet, tandis que vers la base elle contient des

microcharbons de bois. Brièvement, on relèvera que l'organisation microscopique originelle de ce sédiment est détruite, ce qui rend délicat tout diagnostic. Mais à l'exception des fragments d'os non brûlés, quelque peu énigmatiques, ce microfaciès converge vers celui présent ailleurs sur la terrasse (US20185, voir ci-dessus) ;

- A2127 (GM55) : Composé de silts sablonneux rubéfiés, ce sédiment se constitue en fait d'une accumulation de fragments de parois en général rubéfiés, un peu émoussés ou émiettés. La nature de ces derniers est diverse, silteuse ou limoneuse, avec un peu de matière organique. La matrice silto-sablonneuse, rubéfiée, est essentiellement issue de leur désagrégation par bioturbation ou délavage, tandis que la porosité du dépôt reste moyenne (20%). Les fragments de parois semblent ainsi avoir subi un démantèlement et une compaction, conséquence d'une réutilisation de la terrasse après l'incendie.

#### 2.3.5.5 Comblement d'un fossé (US20182)

Correspondant au remplissage du fossé amont A1671, cette unité comprise dans le prélèvement GM29 constitue un cas un peu spécial puisqu'elle se trouve hors bâtiment. Elle montre une petite séquence qui vient également se plaquer sur le niveau organique carbonisé. Selon un contact érosif, on a tout d'abord des sables à gravillons propres, assez poreux (30 - 40%), organisés en plusieurs rythmes bien classés. En alternance viennent se placer au-dessus des niveaux plus silteux, brun roux, hétérométriques, renfermant des fragments de parois brûlés en voie de désagrégation, avec des macrorestes carbonisés épars ; la porosité diminue (20%) et la plupart des constituants sont rubéfiés, de même que la matrice micacée. Cette succession confirme donc les observations faites sur la terrasse (US20185, chap. 2.3.5.3). Selon la granulométrie des dépôts de ruissellement, il semble que celui-ci ait eu une compétence un peu plus élevée à cet endroit, ce qui paraît logique pour un fossé de drainage. Dans ce type de sédiments en outre, les indices de tassement apparaissent de manière moins évidente.

#### 2.3.6 Processus \$RU511 : ruissellement RUS2011 (US20195)

##### Description

Présente dans les prélèvements GM26 et GM27, cette unité brun clair épaisse de 3-5 cm se constitue de silts et de sables fins, propres, structurés en rythmes granoclassés selon un litage horizontal. La porosité atteint un degré assez faible (15%), l'effet de la bioturbation n'étant que peu marqué. Au contact inférieur, érosif, des éléments tels que petits fragments de parois rubéfiés et macrorestes sont remaniés à partir des couches d'incendie sous-jacentes. Mais la majeure partie

des grains minéraux ne montrent aucun indice d'un passage au feu.

### **Interprétation**

A l'instar de niveaux déjà décrits plus haut (US20180, US20185), ce niveau signale un épisode de ruissellement superficiel, probablement éphémère et de faible compétence. Cet épiphénomène paraît avoir affecté la partie ouest de la terrasse surtout qui, après érosion partielle des couches déjà en place, a été scellée par des sablons en provenance de la pente, en amont de la terrasse C2. A noter que ce ruissellement a affecté plusieurs terrasses.

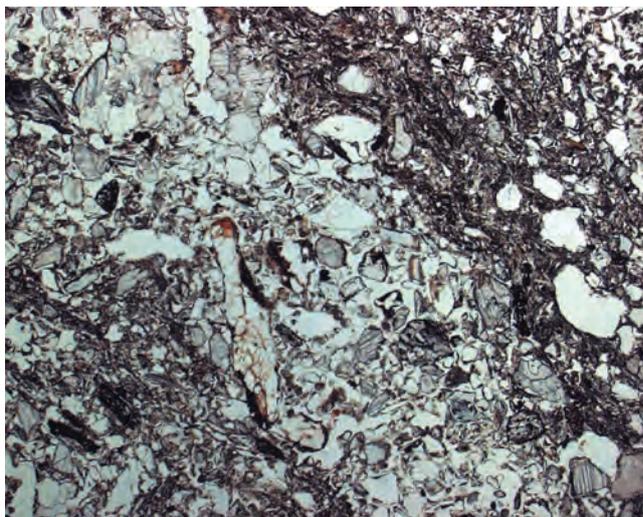
#### **2.3.7 Phase 5 : traces de labourage ZYO2006 (USA4303)**

Sont inclus dans cette unité deux faciès sédimentaires résultant du labourage de la terrasse C2 postérieurement à l'épisode de ruissellement RUS2011 (état C2.3 de la terrasse partiellement recouverte par des sablons) : d'une part, un horizon humifère labouré et d'autre part des traces d'araire qui incisent ce niveau.

### **Description**

Un niveau humifère labouré (ou horizon Ap) est apparu en position stratigraphique identique dans deux prélèvements, à savoir d'une part dans GM31 (épaisseur 7 cm) et d'autre part dans GM32 (épaisseur 2 cm, érosion partielle) ; ailleurs sur la terrasse, cet horizon a subi une ablation. Il se développe sur un substrat silto-sablonneux issu surtout de la désagrégation des joints de parois rubéfiés, qui sont encore présents à l'état de boulettes. La porosité y est élevée (30 - 40%) et la bioturbation se marque intensément. De couleur brune, la matrice montre une texture silteuse organo-minérale, assez microagrégée. La limite inférieure, abrupte, dessine par endroits des concavités issues de cisaillements avec le substrat. On retrouve parfois ces indices de tassement au sein même de l'horizon.

Quant au sillon d'araire, il est identifiable sous lame mince tout d'abord par le contact oblique entre l'horizon labouré et son remplissage : à cet endroit, on remarque un tassement des particules fines et l'allongement concordant de grains grossiers selon un ou plusieurs plans de cisaillement successifs, dus précisément au passage de l'araire (Fig. 5). Le remplissage du sillon lui-même est formé de sables à gravillons légèrement silteux, de porosité très élevée (50%). La microstructure est de type entassement de grains, à matrice humifère brune, peu abondante. Les éléments ont une orientation aléatoire au fond du sillon et ont tendance à se liter horizontalement vers le sommet ; on note quelques pendeloques calcitiques décollées de gravillons.



**Fig. 5.** BAT852, microphoto du sillon d'araire. Lamme GM31.2 ; largeur : 5,35 mm.

### **Commentaires**

Ce niveau particulier se caractérise en premier lieu par certains traits qui indiquent un brassage mécanique. Celui-ci a affecté le sommet du substrat, à savoir les dépôts d'incendie, dans lesquels les constituants grossiers (joints de parois) sont désagrégés, mais peu altérés chimiquement. On le remarque également dans le remplissage du sillon où des encroûtements calcitiques sont désolidarisés des grains minéraux. Typiques sont aussi la matière organique bien intégrée à la fraction minérale de la matrice et l'intense bioturbation. Ceci provient d'une bonne homogénéisation des apports organiques, avec en parallèle un éventuel raclage du talus de la terrasse lors du labourage. Par ailleurs, les différents niveaux cisailés mis en évidence impliquent plusieurs passages de l'araire, correspondant vraisemblablement à des rythmes saisonniers.

Ces différents indices micromorphologiques convergent vers une véritable mise en culture de la terrasse après l'incendie du bâtiment, et non pas seulement un simple déblaiement des décombres comme dans le cas du bâtiment BAT23 (chap. 3.3.3).

#### **2.3.8 Processus STO514 : dépôts torrentiels TOR2012 (US20134)**

### **Description**

D'une épaisseur de 4 à 8 cm, ce dépôt grisâtre est compris dans les échantillons GM26, GM31 et GM32. Il est constitué de sables à gravillons propres, à litage horizontal et de forte porosité (30 - 40%). La microstructure est de type entassement de grains, avec la présence d'une illuviation poussiéreuse plus ou moins importante suivant les échantillons. Le contact inférieur est net, de type érosif.

**Interprétation**

Par opposition aux épisodes de ruissellement précédents, on a affaire cette fois à un flux hydrique plus compétent au vu de la granulométrie des dépôts mis en place, ceci après ablation parfois profonde des couches sous-jacentes. Cet épisode torrentiel est du reste enregistré dans plusieurs terrasses, dont C15 (chap. 3.3.4). Les traits postdéposition relatent l'impact des activités humaines qui se marquent au-dessus de ces alluvions torrentielles, en particulier celles du labourage durant la phase 8 (cas de GM26).

**2.3.9 Phase 6 : terrasse C2.4 (tmcl/10)****Description**

Unité individualisée dans le prélèvement GM31 sur une épaisseur de 0,5 - 1 cm, elle se compose de silts sableux à matrice humifère brune, microagrégée, de porosité moyenne (15 - 20%) et très bioturbée. Les grains minéraux carbonatés sont en partie corrodés et des carbonates secondaires apparaissent dans les pores. A relever l'apparition de charbons de bois arrondis. Son contact inférieur est de type abrupt, sur des alluvions torrentielles qui ne montrent aucune trace de tassement ou de cisaillement, mais une illuviation poussiéreuse bien marquée.

**Interprétation**

Ce niveau étroit peut s'interpréter comme un horizon humifère développé au sommet des dépôts torrentiels. Il traduit donc un arrêt de sédimentation suffisamment long pour permettre le développement d'une pelouse sur la terrasse, qui n'est pas remise en cultures à ce stade. Les traits postdéposition sont à mettre en relation d'une part avec l'occupation humaine qui va suivre, et d'autre part avec un enfouissement sous des dépôts torrentiels carbonatés plus tardifs.

**2.3.10 Phase 6 : occupation OCC2016 (US20218)****Description**

Sur le mince sol humifère du stade précédent vient se plaquer un liseré de silts sableux à gravillons épars, mal classés, soit l'unité US20218 qui possède une porosité moyenne à forte (30-40%). Seuls 5 mm de cette couche sont inclus dans l'échantillon GM31. Sa matrice brunâtre, microagrégée, renferme des cendres et d'abondants microcharbons. Parmi les constituants, on remarque des grains minéraux passés au feu, bon nombre d'esquilles d'os en général non brûlé et de gros charbons de bois, plutôt anguleux. La bioturbation a détruit l'organisation originelle, tandis qu'une illuviation de carbonates revêt les pores.

**Interprétation**

L'abondance des constituants issus de rejets anthropogéniques, peu ou pas transportés, indiquent qu'il s'agit d'un niveau d'occupation. Cependant, sa structure originelle n'est pas conservée, interdisant d'en dire plus. On relèvera toutefois son abondance en fragments d'os, ainsi que l'absence de trace d'incendie d'un bâtiment, en l'occurrence BAT50.

**2.3.11 Phase 8 : Traces de labourage ZYO2056 (USA4299)****Description**

Cette unité occupe la position stratigraphique la plus élevée de la séquence étudiée. Elle constitue la partie supérieure de l'échantillon GM26, prélevé dans la partie occidentale de la terrasse et de manière à contenir une trace d'araire complète. Marqué dans les alluvions torrentielles du processus \$TO517, ce sillon ne se perçoit que faiblement à l'échelle macroscopique, sur la face sciée de l'échantillon. Sous microscope, on distingue assez nettement ses limites par la rupture du litage qui, d'horizontal, devient oblique. Le remplissage, de granulométrie plus fine que le substrat, se compose de sables à gravillons avec un peu de matrice humifère brunâtre, devenant plus abondante vers le sommet. La porosité est moyenne (20 - 30%) et la bioturbation importante. A relever la présence de quelques fragments de croûtes silteuses, microlitées, et de paillettes de charbons de bois.

**Interprétation**

A la différence des traces de labourage décrites plus bas dans la séquence (USA4303, chap. 2.3.7), cette unité n'inclut aucun horizon labouré : dans le prélèvement analysé, seul le sillon d'araire se marque sur le substrat alluvial dans lequel il est profondément incisé. Mais l'illuviation poussiéreuse que renferme ce substrat, ainsi que d'autres traits micromorphologiques comme de petits fragments de croûtes de battance mélangés au remplissage du sillon, renforcent l'hypothèse que la terrasse C2 a bien été remise en culture à ce stade (état C2.6 de la terrasse, recouverte par les alluvions du \$TO517).

## 2.4 Succession des événements

Une reconstitution des événements enregistrés dans les séquences de la terrasse C2 est proposée ci-après, sous une forme abrégée et dans l'ordre stratigraphique. Présentée volontairement sans aucune hiérarchisation, cette phénoménologie s'appuie sur les arguments développés dans le chapitre précédent, auquel nous renvoyons le lecteur pour plus de détails. A noter que des événements supplémentaires, identifiés par raccord stratigraphique latéral avec d'autres terrasses, viennent s'insérer dans cette séquence (Fig. 7). Ceux-ci sont mentionnés dans le tableau récapitulatif, de même que le renvoi aux phases et processus naturels de la séquence de Waldmatte (Fig. 6).

### *Evénement C2-1*

Il s'agit de l'étape initiale d'édification de la terrasse qui consiste en l'épandage d'un remblai un peu humifère (USA1777- C2.1) lors de la phase 3 de l'habitat du premier âge du Fer. Ce revêtement a été tassé au sommet, vraisemblablement par piétinement durant la construction, ou lors de l'occupation.

### *Evénement C2-2*

Une construction légère sur poteaux et piquets, BAT11, est édifiée sur la terrasse C2.1. Deux hypothèses sont retenues par les archéologues : il s'agit soit d'un bâtiment de stockage à plancher faiblement rehaussé, soit d'un enclos à bétail comprenant un couvert. Aucun coprolithe n'a toutefois été observé dans les dépôts de ruissellement (US20191 – RUS1537) qui viennent sceller la surface après la ruine de l'édifice. La surface de la terrasse – du moins sa partie orientale – est soumise au délavage par les pluies, puis au piétinement et au gel-dégel, ce qui témoigne d'un couvert herbacé discontinu durant cette période.

### *Evénement C2-3*

De manière plutôt rapide, la terrasse est couverte d'une recharge en remblais humifères (USA1775-C2.2) qui marque le début d'un changement d'affectation de cet espace à la phase 4, nominalement la construction d'un bâtiment.

### *Evénement C2-4*

Le sommet des remblais est enseveli sous quelques centimètres d'un sédiment humifère (US20180 – ANT2010), dans le but d'égaliser la surface de la terrasse. Détrempé, ce niveau a subi une forte compaction due au piétinement intense sans doute, mais ce tassement peut également résulter d'un éventuel damage réalisé à l'aide d'un instrument. Cet agencement de la terrasse, avec en parallèle l'aménagement d'un fossé de drainage sur son bord amont, constitue vraisemblablement le stade initial de la construction de BAT852.

### *Evénement C2-5*

La période d'utilisation du bâtiment BAT852 se caractérise par un taux de sédimentation très faible, voire quasi nul (chap. 4.2.2) : selon toute vraisemblance, la présence d'un tel édifice inhibe en effet l'accumulation de sédiments, d'autant plus qu'il était entouré d'une palissade. Seule une fine litière organo-minérale coiffant les couches de substraction témoignerait, par endroits, de cet épisode de fonctionnement.

### *Evénement C2-6*

Incendie du bâtiment BAT852 (INC2023). Des débris organiques tels que macrorestes végétaux et fragments ligneux divers s'accumulent et subissent une carbonisation, qui n'est que partielle pour les plus gros éléments ligneux. Dans les zones suffisamment ventilées, le sommet du remblai se rubéfie (A5816).

### *Evénement C2-7*

Aussi bien à l'est qu'à l'ouest de la terrasse, un ruissellement superficiel de compétence réduite et très éphémère, dû sans doute à des pluies, vient s'insérer dans l'épisode d'incendie (US20185).

### *Evénement C2-8*

Fin de l'incendie du BAT852. Les superstructures incendiées se démantèlent, les parois de torchis se désagrègent (US20185). Après leur effondrement, les éléments de l'ossature en bois se consomment encore au sol, ce qui conduit à leur incinération presque totale.

### *Evénement C2-9*

Affectant surtout la partie ouest de la terrasse, un nouvel épisode de ruissellement superficiel décape dans un premier temps le sommet de la séquence. Puis il conduit à l'accumulation d'un revêtement limoneux (US20195 – RUS2011) qui, bien que peu épais, scelle rapidement les dépôts d'incendie, ce qui a permis leur bonne conservation.

### *Evénement C2-10*

La terrasse, revêtue par les dépôts sableux du RUS2011 (état C2.3), est délaissée pendant un certain laps de temps, suffisant pour qu'un couvert herbacé se développe à sa surface. Puis elle est mise en culture à la phase 5, avec un labourage à l'araire durant plusieurs saisons (USA4303 – ZYO2006).

### *Evénement C2-11*

Un ruissellement nettement plus compétent que les précédents, de type torrentiel, affecte la terrasse. Cet épisode se traduit localement par un décapage profond des couches déjà en place, puis par le dépôt d'alluvions gravillonneuses (US20134 – TOR2012).

### *Evénement C2-12*

Un horizon humifère se développe au sommet des dépôts torrentiels (tmcl/10 – C2.4). Il traduit un arrêt

de sédimentation suffisamment long pour permettre le développement d'une pelouse sur la terrasse, qui n'est pas remise en culture : à ce stade, la plate-forme paraît quelque peu délaissée par les activités humaines.

### Événement C2-13

Des rejets osseux et charbonneux signalent une occupation humaine (phase 6), mais l'état de conservation de ces dépôts (US20218 – OCC2016) nous interdit d'en dire plus. On relèvera qu'aucun indice d'incendie,

ayant pu détruire en l'occurrence le bâtiment BAT50, n'y a été identifié.

### Événement C2-14

Un labourage à l'araire est attesté finalement au sommet de la séquence analysée (USA4299 - ZYO2056), dans la partie occidentale de la terrasse : les sillons s'ouvrent en effet dans les dépôts torrentiels gravillonneux du TOR2014. Ce travail du sol signale une remise en culture de la terrasse à la phase 8.

Séquence BWE	N° Evén. MM	US- EV	Faits	En résumé...
<i>\$TO521</i>	-	<i>TOR2014</i>	<i>Ruissellement torrentiel.</i>	
Phase 8	C2-14	USA4299, ZYO2056 -C2.6	Labourage à l'araire des dépôts torrentiels.	Remise en culture de la terrasse.
Phase 7	-	<i>C2.5</i>	<i>(Etat chronologique de la terrasse C2).</i>	
<i>\$TO517</i> <i>\$RU516</i>	- -	<i>TOR2015</i> <i>RUS2097</i>	<i>Ruissellement torrentiel.</i> <i>Ruissellement superficiel.</i>	
Phase 6	C2-13	US20218- OCC2016	Rejets osseux et charbonneux.	Occupation humaine (s. l.). Utilisation de BAT50 ?
	-	<i>BAT50</i>	<i>Construction du bâtiment BAT50.</i>	
	C2-12	tmcl/10- C2.4	Développement d'un horizon humifère sous pelouse.	Abandon temporaire de la terrasse.
<i>\$TO514</i>	C2-11	US20134 - TOR2012	Erosion, puis mise en place d'alluvions torrentielles.	Ruissellement torrentiel.
Phase 5	C2-10	USA4303, ZYO2006- C2.3	Développement d'un couvert herbacé, puis labourage à l'araire durant plusieurs saisons.	Mise en culture de la terrasse.
<i>\$RU511</i>	C2-9	US20195- RUS2011	Ruissellement superficiel, éphémère.	Ruissellement superficiel.
Phase 4	C2-8	US20185- INC2023	Démantèlement des superstructures incendiées, désagrégation des parois. Incinération au sol des décombres.	Incendie de BAT852.
	C2-7	US20185- INC2023	Ruissellement superficiel, éphémère, dû à des pluies.	
	C2-6	US20184 +A5816- INC2023	Accumulation de débris organiques carbonisés. Dans les zones bien aérées, rubéfaction du remblai.	
	C2-5	-	Taux de sédimentation très faible : localement, conservation d'une litière organo-minérale.	Utilisation de BAT852.
	-	<i>BAT852</i>	<i>Fin de la construction du bâtiment BAT852.</i>	
	C2-4	US20180- ANT2010	Début de la construction du bâtiment BAT852 : implantation des pierres de soubassement ; nivellement, réglage de la terrasse, puis damage à l'état humide.	Préalables à la construction de BAT852.
	C2-3	USA1775-C2.2	Recharge rapide en remblais humifères.	
<i>\$RU527</i>	C2-2	US20191- RUS1537	Piétinement et gel-dégel affectent une surface dénudée, à couvert herbacé discontinu. Ruissellement superficiel.	Piétinement
Phase 3	-	<i>BAT11</i>	<i>Construction d'une structure légère à poteaux et piquets, peut-être un enclos.</i>	
	C2-1	USA1777-C2.1	Creusement et remblaiement ; piétinement du sommet des remblais.	Edification de la terrasse.

**Fig. 6.** Terrasse C2 : succession des événements identifiés par l'analyse micromorphologique (MM). *En italique : faits archéologiques observés sur la terrasse C2, non enregistrés dans la séquence étudiée.*



### 3 LA SÉQUENCE DE LA TERRASSE C15 (BÂTIMENTS BAT23 ET BAT245)

#### 3.1 Einleitung

Wie bereits in Kapitel 2.1 angedeutet, fällt die Errichtung und Benutzung von Gebäude BAT23 ebenfalls in die archäologische Phase 4 (um 650 v. Chr.). Der Bau befindet sich auf der höchstgelegenen Terrasse C15.1 – wo sich auch BAT245 befindet – und misst eine Länge von rund 6 m (Fig. 1). Aufgrund von nachfolgenden Erosionen im talseitigen Bereich ist das Haus allerdings nur partiell und auf einer Breite von maximal 2,5 m erhalten geblieben. Es besitzt die für Phase 4 typische NW - SE Ausrichtung und wird bergseitig von einem bis 1 m breiten, umlaufenden Entwässerungsgraben begleitet. Archäologischen Befunden zufolge handelt es sich um einen ebenerdigen Schwellbalkenbau. Dans le bâtiment voisin BAT245, à l'est dans le prolongement de BAT23, étaient conservés un foyer et un sol limoneux « bleu », une tombe d'enfant en bas-âge ainsi que de nombreux restes de mobilier. De tels vestiges sont absents dans le bâtiment BAT23 und es kann aufgrund mikromorphologischer Beobachtungen davon ausgegangen werden, dass sich hier ein Stall befand.

#### 3.2 Lage der Proben

Die archäologischen Befunde auf der Terrasse C15.1 wurden im Verlauf der Grabung von 1989 erstmals mit Hilfe einer Serie von 3 mikromorphologischen Proben dokumentiert. Im Rahmen der Grabungen von 1993 und 1996 kamen 2 weitere Sedimentproben hinzu. Zur Auswertung standen somit 5 Bodenproben mit insgesamt 7 Dünnschliffen zur Verfügung, die sich alle im hangseitigen, westlichen Bereich der Terrasse C15.1 befinden. Fig. 8 vermittelt einen Überblick über die archäologischen Befunde und die Lage der mikromorphologischen Proben. Die mikromorphologischen Proben liegen nahezu auf einer Linie, die parallel zum bergseitigen Schwellbalken (A2828) des Hauses verläuft. GM4 befindet sich als einzige Probe ausserhalb des Hauses und bezieht sich auf eine Schichtabfolge in einer Mulde, die vermutlich die Fortsetzung des bergseitigen Entwässerungskanals darstellt. GM3 und GM5, die fast die gesamte Schichtabfolge von der Errichtung bis nach der Zerstörung abdecken, liegen innerhalb des westlichen Teils von BAT23. GM66 hingegen zeigt nur einen kleinen stratigraphischen Ausschnitt, der oben von einem liegenden Schwellbalken (A2827) abgeschlossen wird. Die vollständigste Schichtabfolge im bergseitigen, westlichen Teil von Haus BAT23 umfasst Probe GM75.

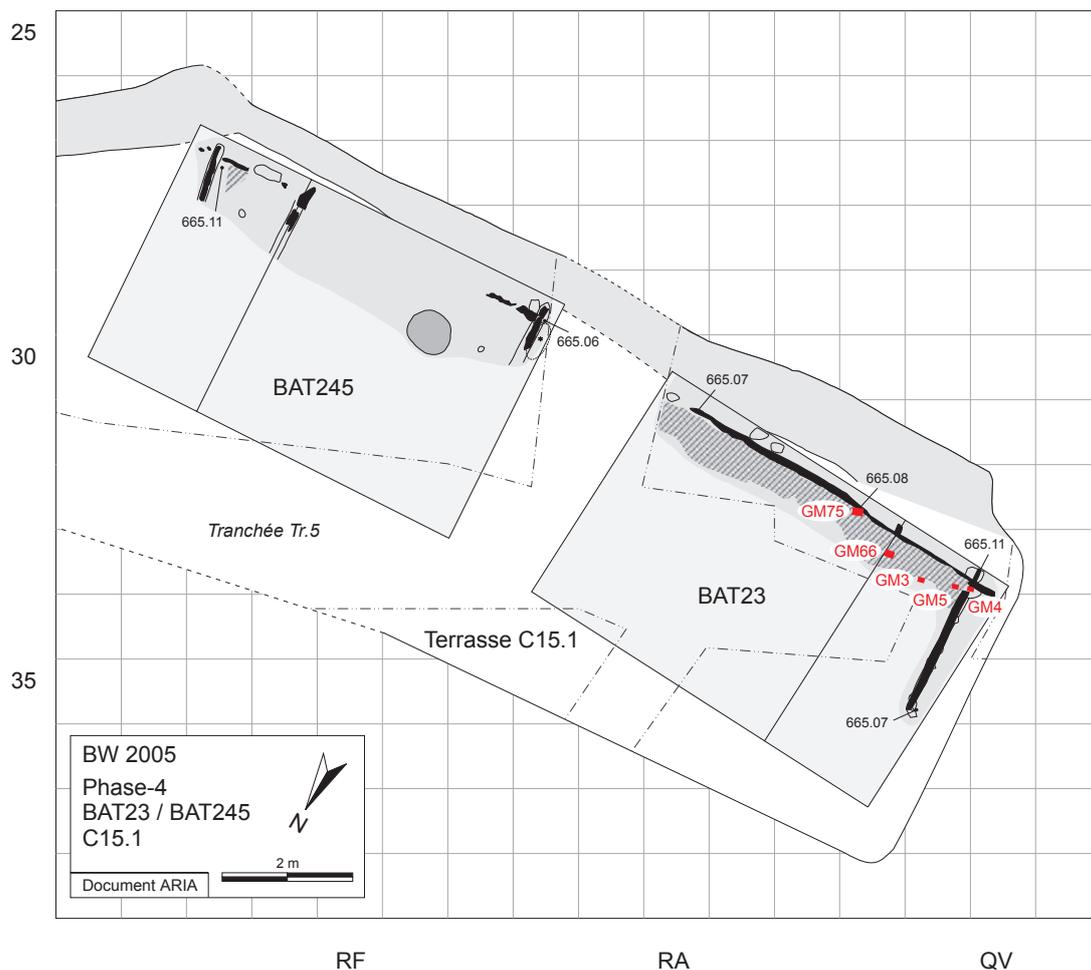


Fig. 8. Plan de la terrasse C15 (état C15.1), bâtiments BAT23 et BAT 245, avec la localisation des échantillons micromorphologiques (en rouge)

### 3.3 Micromorphologie

Die mikromorphologisch dokumentierte Schichtabfolge auf Terrasse C15 umfasst rund 9 stratigraphische Einheiten, die sich 5 grossen Ereignissen zuordnen lassen. Diese Ereignisse umfassen nacheinander den Bau der Terrasse, die Errichtung und Benutzung von BAT23, dessen Zerstörung durch einen Brand, die Überdeckung durch Wildbachablagerungen und schliesslich die spätere landwirtschaftliche Nutzung der Terrasse. Der Brand, der das Ende der eisenzeitlichen Besiedlungsphase 4 markiert, dürfte demjenigen von Terrasse C2 entsprechen.

#### 3.3.1 Phase 4 : Terrasse C15.1

##### 3.3.1.1 Aufschüttung (t5a/78a)

###### *Beschrieb*

Diese Einheit ist mit Ausnahme von GM4 (Füllung einer Mulde um den Unterlagsstein; *remplissage du fossé d'implantation*) in allen Proben nachgewiesen. Es handelt sich um einen leicht organischen, siltigen Sand, der mit Kies durchsetzt ist. Ab und zu lassen sich diffus verteilte verbrannte Kalke, kleinste Karnivorenkoprolithen und Holzkohlen beobachten. Im obersten Abschnitt treten deutliche Kompaktionsanzeichen auf, was sich in horizontal ausgerichteten Komponenten, Deformationsstrukturen, einem etwas höheren Feinanteil und einer allgemeinen Verringerung der Porosität äussert. Die Grenze zu den überlagernden Sedimenten ist dabei meist scharf. Die in den Porenräumen festgestellten staubigen Einschwemmungen sprechen für eine offenliegende, denudierte Oberfläche, welche eine durch Wasser erfolgte Verlagerung von Feinsubstanz ermöglichte. In GM5, GM66 und GM75 tritt in den obersten 5 mm dieser Schicht ferner ein Brandrötungssaum auf, der im Zusammenhang mit der Feuersbrunst steht (Kap. 2.3.5.1). In Probe GM3 liegt keine Rötung vor, diese beschränkt sich auf die unmittelbar über der Aufschüttung liegender Rinnenablagerung.

###### *Interpretation*

Aufgrund der mikromorphologischen Merkmale handelt es sich um eine Aufschüttung, die sich durch Ausplanieren eines minerogenen, kiesig-sandigen Sedimentes ergab. Die an der Oberfläche festgestellten Kompaktionsspuren weisen auf eine eher kurzfristig erfolgte Begehung einer trockenen Ablagerung hin (Gé *et al.* 1993, Rentzel & Narten 2000). Sie dürften daher mit grosser Wahrscheinlichkeit während der Terrasserungsarbeiten entstanden sein, entsprechen also nicht einem konstruierten Lehmboden oder dem Gehniveau zur Zeit der Benutzung des Hauses. Eine Ausnahme davon stellt die Probe GM5 dar, wo Reste einer Benutzungsschicht direkt über der brandgeröteten Aufschüttung liegen (Kap. 3.3.2.1). Staubige Ein-

schwemmungen sind nach der Errichtung der Planie entstanden und stehen vermutlich in Beziehung zur darüberliegenden Rinnenablagerung, auf die nachfolgend einzugehen ist.

##### 3.3.1.2 Rinnenablagerung (t5a/76)

###### *Kommentar*

In den Bodenproben GM3, GM66 und GM75 lassen sich unmittelbar über der künstlichen Aufschüttung feinkörnige Rinnenablagerungen fassen, die eine oberflächliche Brandrötung zeigen (Kap. 3.3.3). Aufgrund ihrer geschützten Lage unmittelbar unter dem Haus von BAT23 sind sie ausserordentlich gut erhalten und weisen keine Anzeichen für Verwitterung oder Bioturbation auf. In GM3 ist es gut geschichtete feinkiesige Sande, die nach oben kontinuierlich feiner werden und in laminierte Silte übergehen. Vergleichbare feinkörnige Sedimente sind auch in GM66 vorhanden. Hier zeigen uns die archäologischen Befunde, dass der Schwellbalken A2827 direkt in diese Rinnenablagerungen gesetzt wurde und diese Sedimente somit bereits vor dem Bau von BAT23 existierten. Gleiches gilt auch für den Schwellbalken A2828, der sich unmittelbar neben GM75 befindet (Fig. 9). Betreffend der Bildung dieser lokalen Schwemmfächer kann aus sedimentologischer Sicht eine Überschwemmung (*dépôt torrentiel distal*) mit geringer Fliessgeschwindigkeit und schwacher Transportkraft postuliert werden.

Die Tatsache, dass die Überschwemmung nach Errichtung der Terrasse, jedoch noch vor dem Bau des Hauses erfolgte, wirft Fragen nach der Deutung dieser Schicht auf. Insbesondere ist nicht klar, ob es sich um eine natürliche Überschwemmung handelt, oder ob die Sedimente allenfalls die Folge eines künstlichen Eingriffs sind, der beispielsweise dazu dienen sollte, kleinere Unebenheiten auf der Terrasse zu egalisieren. Es ist auch damit zu rechnen, dass nach der Aufschüttung der Terrasse ein (kurzer ?) Bauunterbruch stattgefunden hat. Während dieser Zeit können z. B. Starkregen oder einsetzende Schneeschmelze zu kleineren Erosionen am freiliegenden Hangfuss und damit zur Bildung von entsprechenden fächerartigen Ruissellements-Ablagerungen geführt haben.

#### 3.3.2 Phase 4 : Besiedlung BAT23 (US10085, t5a/75b)

##### 3.3.2.1 Verkohlte Streulage

###### *Beschrieb*

Im westlichen Teil von Gebäude BAT23 findet sich partiell, d.h. unter einem grossen Holzbrett A3946 eine bis 4 mm mächtige Lage aus verkohltem organischem Material. Die Schicht ist unmittelbar über der kompaktierten Aufschüttung vorhanden, war aber im Feld-

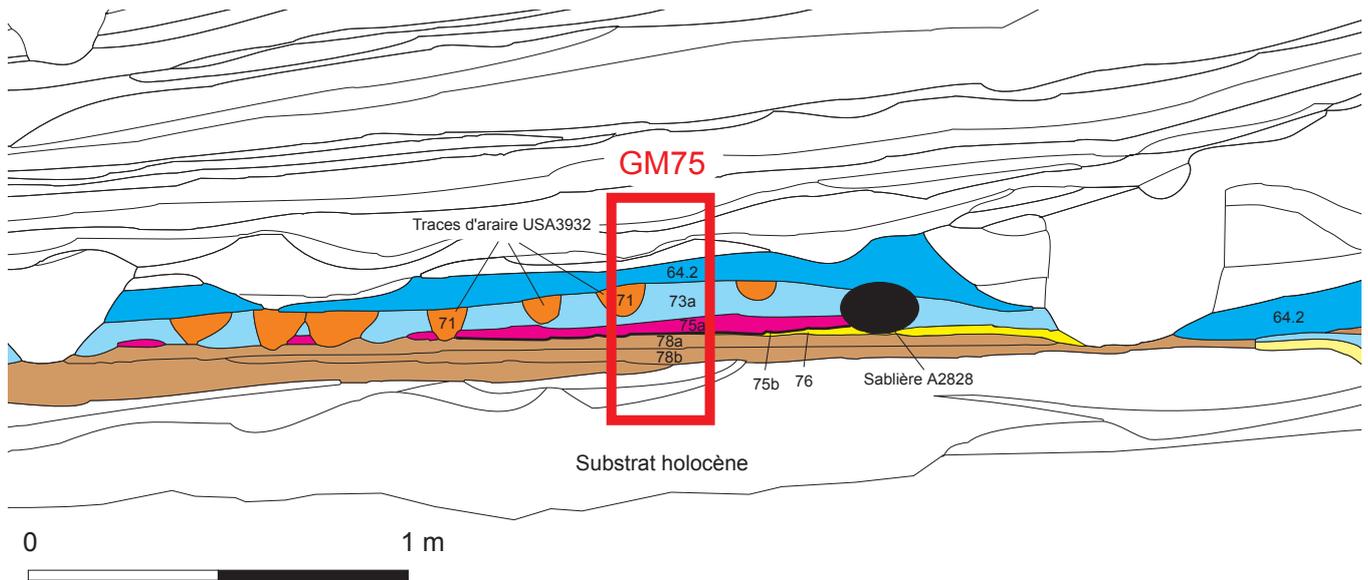


Fig. 9. Extrait du relevé de la coupe sud de la tranchée Tr.5 (t5a), avec situation de l'échantillon GM75.

befund aufgrund ihrer diskreten Ausprägung als solche nicht zu erkennen. In Probe GM5 zeigen sich unter dem Mikroskop horizontal geschichtete organische Reste, die sehr porös (-50%) und stellenweise auch von etwas Holzkohle sowie Aschen umgeben sind (Fig. 10). Der Befund erinnert stark an kleine Fragmente verkohlten Dungs grosser Wiederkäuer (Courty *et al.* 1989, Macphail *et al.* 1997, Guélat *et al.* 1998, Akeret and Rentzel 2001). In Probe GM75 (c.t5a/75b, c.3inf.) kommt ebenfalls eine sehr dünne organische Schicht aus Phytolithen und verbrannten Makroresten vor, die direkt auf einer Rinnenablagerung aufliegt. In den übrigen untersuchten Proben fehlen vergleichbare organische Sedimente unterhalb der Brandschicht.

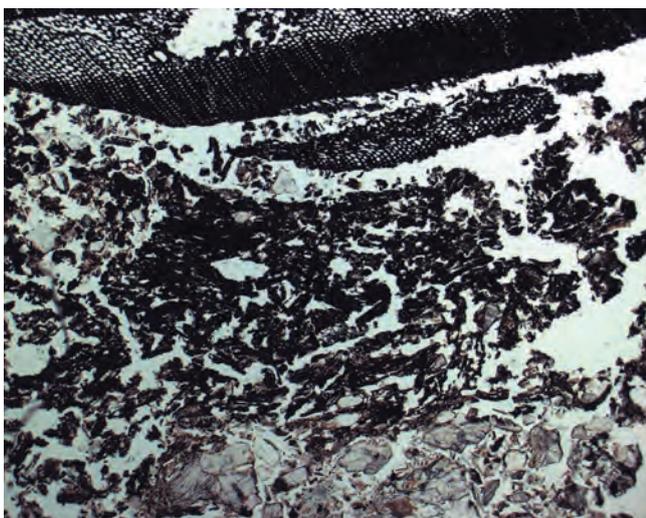


Fig. 10. BAT23, Mikrophoto der Streuschicht mit verkohlten Makroresten. GM5 ; Bildbreite : 5,35 mm.

### Interpretation

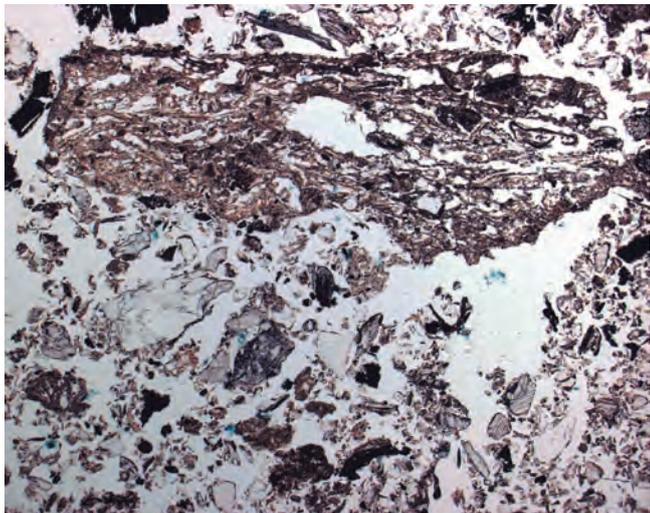
Die offenbar nur lokal, d.h. an geschützten, randlichen Stellen nachweisbare Streuschicht dürfte sich während der Benutzung von BAT23 gebildet haben. Dabei handelt es sich um eine Anreicherung von Dungresten von Boviden und organischem Material, welche durch die Feuersbrunst verkohlt sind und sich dank dem darüberliegenden Versturz (Brett A3946) erhalten haben. In Probe GM5 kann die ursprüngliche Mächtigkeit der organischen Lage vor dem Brand mit ungefähr 4 cm beziffert werden (Macphail *et al.* 1997). In der daneben liegenden Probe (GM3) fehlt diese dünne Streulage. Sie ist hier offenbar erodiert, da über dem brandgeröteten Substrat bereits die holzkohlereichen Sedimente des Brandschuttes folgen. Dass die in der Streuschicht nachgewiesene Dungreste nicht zufälliger Natur sind, lässt sich anhand der Zusammensetzung der darüber folgenden Brandschicht ablesen: hier und in der Rinnenfüllung (Entwässerungsgraben; *fossé de drainage*) ausserhalb des Gebäudes finden sich entsprechende Parallelen zu den Koprolithen aus dieser Streulage.

#### 3.3.2.2 Dungschicht

##### Beschrieb

In den Proben GM4, GM5 und GM75 wurden in den Brandschuttsedimenten mehrfach Hinweise auf Dung angetroffen. Nachgewiesen sind unter anderem grössere Fragmente von bei hohen Temperaturen verbranntem Mist, dessen interne Struktur auf Rinderdung hinweist (Fig. 11). In Probe GM5 ist verkohlter Dung von Boviden in den Sedimenten unterhalb (Kap. 4.3.2.1) als auch oberhalb des verbrannten Balkens A3946 gefunden worden. Etwas weniger zahlreich sind

Indizien für Dung von kleinen Wiederkäuern ; in der Probe GM4 aus der Grabenfüllung direkt ausserhalb des Gebäudes haben sich vereinzelte Fragmente davon erhalten.



**Fig. 11.** BAT23, Mikrophoto der Verfüllung des Drainagegrabens. Verkohltes Dungfragment. GM4 ; Bildbreite : 5,35 mm..

### Interpretation

Die *in situ* liegende Streuschicht (Kap. 3.3.2.1) und die im Brandschutt gefundenen Dungpartikel sprechen dafür, dass der mikromorphologisch untersuchte Teil von Gebäude BAT23 als Stall gedient hat. Das Fehlen eines Stampflehmboens (« *sol bleu* »), von Feuerstellen sowie der geringe Anteil von archäologischem Fundmaterial – im Vergleich zum nahem, als Wohnbau gedeuteten Gebäude BAT245 – unterstützen diese Interpretation. Vermutlich handelt es sich um zwei zusammengehörige Gebäude (Wohnbau / Stall), die sich auf der gleichen Terrasse befinden.

Aufgrund von Referenzproben aus gesicherten römischen Ställen von Gamsen (Guélat *et al.* 1998) lassen sich in BAT23 Dungreste von Rindern und von kleinen Wiederkäuern (Ovicapriden) nachweisen, auch wenn hier die Mistschicht vergleichsweise dünn und die Erhaltungsbedingungen weniger gut sind. Bezüglich der Architektur gibt die stratigraphische Position der Streulage – unmittelbar über der brandgeröteten Aufschüttung – einen Hinweis auf eine ebenerdige Bauweise. Die übrigen Bodenproben erlauben hierzu keine weiteren Präzisierungen, da sich die Dungreste anscheinend während des Kollapses von BAT23 mit dem übrigen Brandschutt stark vermischt haben.

### 3.3.3 Phasen 4 und 5 : Brand BAT23 (US10000, t5a/75a) und Pflugspuren (Terrasse C15.2)

#### Beschrieb

Auf der Grundlage der mikrostratigraphischen Untersuchungen und der Korrelation zwischen den 5

Bodenproben kann gezeigt werden, dass sich der Brand uneinheitlich, d.h. je nach Ort in Form unterschiedlicher Phänomene und Sedimente niederschlägt.

Während des Schadenfeuers verbrennt unter anderem die dünne Benutzungsschicht (Kap. 3.3.2), und es bilden sich Brandrötungen im Untergrund. Ferner verkohlen die Konstruktionshölzer, es kommt zudem zu Anreicherungen von holzkohlehaltigen Sedimenten, von Brandschuttablagerungen sowie von Ruissellements-Ablagerungen, die stellenweise bereits während dem Brand sedimentieren.

Im Detail :

- Rötungen des Untergrundes :

In den Bodenproben GM3, GM5, GM66 und GM75 zeigen die minerogenen Rinnenablagerungen und teils auch die darunter liegenden Aufschüttungen einen bis über 5 mm mächtigen, rötlichen Saum, der aus oxydierten Kalkschiefern besteht (Kap. 3.3.1). Dies belegt, dass die Sedimente trocken lagen und während dem Brand Temperaturen zwischen 200°C und < 500°C ausgesetzt waren.

- Verkohlte Bauhölzer :

Durch den Brand sind ferner die horizontal liegenden Elemente der Schwellbalkenkonstruktion verkohlt. Die Reste eines solchen, noch *in-situ* befindlichen Bauholzes aus Koniferen (A2827) wurden in Probe GM66 gefasst. Der relativ gute Erhaltungszustand dürfte auf die Tatsache zurückzuführen sein, dass der Balken seitlich von Sediment bedeckt war, was einen kompletten Abbrand verhinderte.

- Holzkohleniveaus :

Die markanten Anreicherungen von holzkohlehaltigen Sedimenten waren flächig ausgebildet und zeichneten sich somit bereits makroskopisch klar ab. In Proben GM3 und GM75 beobachtet man eine wenig Millimeter dünne Lage, die zur Hauptsache aus kleinen, teils gerundeten Holzkohlenfragmenten besteht. Diese Holzkohlen liegen unmittelbar über der dünnen Benutzungsschicht oder sind mit dieser vermischt. Es finden sich ferner verkohlte Phytolithen, verbrannte Gesteinsbruchstücke und kleine, gerötete Wandlehmfragmente. Holzaschen und verkohlte Makroreste treten ebenfalls auf, sind jedoch selten. Diese Akkumulation von Holzkohlen lässt sich lateral mit dem verkohlten verstürzten Holzbrett (A3946) der Hauskonstruktion korrelieren. Auch in diesem Fall liegt ein Nadelholz vor, das in Probe GM5 von Holzaschen bedeckt ist.

- Aschehaltige Ruissellement-Ablagerungen :

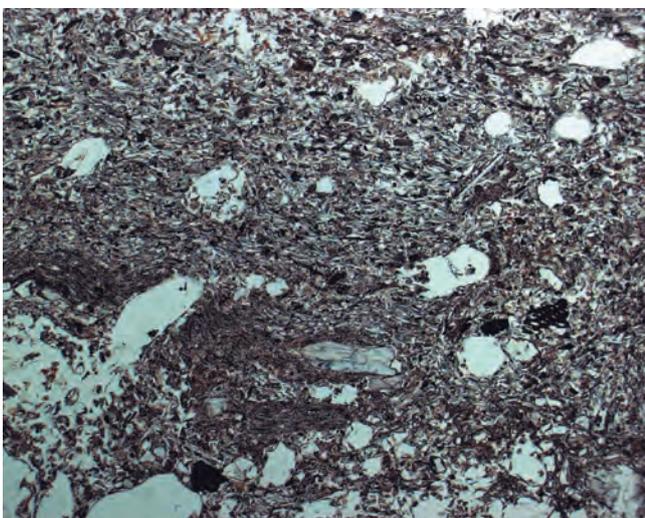
Dabei handelt es sich um geschichtete Feinsande, die mit Aschen und verbranntem Lehm durch-

setzt sind, innerhalb des Gebäudes aber nur lokal vorkommen. In Probe GM75 liegen sie beispielsweise direkt auf der brandgeröteten Aufschüttung (Fig. 12). Die Abfolge in Probe GM75 lässt darauf schliessen, dass bereits während des Brandes, vermutlich noch vor dem Kollaps des Gebäudes, mit markanten Überschwemmungen zu rechnen ist.

- Brandschuttablagerungen (DPI) :

Sie sind flächig ausgebildet und lassen sich als eine relativ lockere Ansammlung (Porosität bis 25%) von bei hohen Temperaturen verbrannten Kalkschiefern, Wandlehm, Holzkohlen, verglasten Phytolithen, Dungresten sowie seltenen Holzaschen charakterisieren. Stellenweise (z. B. GM75) geben die deutlichen sedimentären Strukturen Hinweise auf Ruissellements, die schon während der Schichtbildung stattgefunden haben. Über den chaotisch gelagerten Brandschuttsedimenten zeichnen sich in Proben GM3 und GM5 geschichtete, kieshaltige Sande mit siltiger Matrix ab. Sie besitzen eine hohe Porosität (30%) und führen ebenfalls viele verbrannte Komponenten wie Wandlehm, Kalkschiefer und Holzkohlen. Diese Ablagerungen belegen, dass lokal eine schwache Überprägung und Verlagerung der Brandschuttsedimente stattgefunden hat.

Im obersten Abschnitt der Brandschuttsequenz liegt für Proben GM5 und GM75 noch eine weitere interessante Beobachtung vor : mikroskopische Befunde bestätigen hier die von archäologischer Seite geäusserten Vermutungen, wonach sich diskrete Pflugspuren an der Oberkante der Brandruine abzeichneten. Im Dünnschliff sind mehrere V-förmige Rillen (*sillons*) mit typischer Schrägschichtung erkennbar, zudem zeigen sich oberflächliche Kompaktionsspuren, die auf Begehung einer offenliegenden Fläche hindeuten (phase 5, Terrasse C15.2).



**Fig. 12.** BAT23, Mikrophoto einer feinkörnigen Rinnenablagerung mit kalkhaltigen Holzaschen. GM75.3 ; Bildbreite : 5,35 mm.

### Kommentar

Berücksichtigt und korreliert man die verschiedenen mikrostratigraphischen Sequenzen, so können für den Brand und die Zerstörung von BAT23 folgende Ereignisse rekonstruiert werden :

- materiell, d.h. an den Sedimenten fassbar wird der intensive Brand zunächst durch die Hitzeentwicklung, die unter anderem zur Rötung des Untergrundes, d.h. der Planie führt. Wie Befunde zeigen, scheint der Boden in Bau BAT23 zumindest teilweise von einer Benutzungsschicht – einer dünnen Lage aus Streu und Dung – bedeckt gewesen zu sein, welche in der Folge verkohlt. Zur selben Zeit dürfte die Verkohlung der ebenerdig liegenden Schwellbalken eingesetzt haben ;
- weiter lässt sich feststellen, dass sich anschliessend erste, feinkörnige Brandschuttablagerungen zu bilden beginnen. Diese bestehen vor allem aus Holzkohlepartikeln und kleinen Wandlehmfragmenten, die sich auf einer bestehenden Benutzungsschicht anreichern und sich mit dieser leicht vermischen. Spätestens nach der Ablagerung dieses ersten, feinkörnigen Brandschuttes setzen schwache Ruissellements ein, die zur Akkumulation von geschichteten Feinsedimenten mit viele verbrannten Komponenten wie Aschen und Dungpartikel führen. Deren gute Erhaltung spricht für einen geringen Umlagerungsgrad und somit kurze Transportdistanz. Unklar bleibt der eigentliche Auslöser für die Ruissellement-Sedimentation. Sind letztere ein Hinweis auf beispielsweise starke Regenfälle, die im Verlauf des Brandereignisses eingesetzt haben ?
- nach den Ruissellements verstürzen – als Folge des Kollaps der Superstruktur – Holzkohlen, grössere Bretter und Teile der Wandkonstruktion. Mit der intensiven Akkumulation von grobem Brandschutt mit Wandlehm manifestiert sich schliesslich der fortschreitende Zerfall des Gebäudes. Die mikromorphologischen Befunde lassen darauf schliessen, dass auch zu diesem späten Zeitpunkt Ruissellements offenbar noch aktiv sind und die Ruine leicht überformt haben. Im Anschluss an den Brand wird der Schutt nachweislich durch Pflügen und Begehen eingeebnet, vermutlich nachdem man grössere Konstruktionselemente entfernt hat.

Innerhalb der untersuchten Stratigraphie repräsentiert der Brand, verglichen mit der gesamten Nutzungszeit des Gebäudes, ein sicherlich sehr kurzfristiges Ereignis (chap. 4.2.2). Das Beispiel von BAT23 zeigt aber auch deutlich, dass der Brand eine hohe Sedimentationsrate mit sich bringt und dass das Ablagerungsgeschehen lokal stark variieren kann.

### 3.3.4 Processus STO514 : Wildbachablagerungen TOR2012 (US10001)

#### Beschrieb

Das minerogene Sediment ist als mehrere cm mächtige Schicht in Proben GM75, GM5 und höchstwahrscheinlich auch in GM3 nachgewiesen. Es handelt sich um einen ungeschichteten, kiesigen Grobsand mit siltiger Matrix, bestehend aus Kalkschiefern und isolierten, verwitterten Partikeln des Brandschuttes. Einzelkorn- und Brückengefüge, hohe Porosität, das Vorkommen von feingeschichteten Krusten und staubigen Einschwemmungen sind weitere spezifische Merkmale des Sedimentes.

#### Interpretation

Das Korngrössenspektrum mit deutlicher Dominanz von Sand und Feinkies spricht für ein Wildbachsediment mit höherer Kompetenz im Vergleich zu den vorangehenden Ruissellements. Auch die petrographische Zusammensetzung mit hohem Kalkschieferanteil unterstützt diese Deutung. Während der Schichtbildung durch alluviale Prozesse, deren Spuren sich auch auf der benachbarten Terrasse C2 finden, wurden offenbar auch Brandschuttreste erodiert, verlagert und mit den Kalkschiefern vermischt. Die staubigen Einschwemmungen und die mikrolaminierten Krusten stehen hingegen in Zusammenhang mit einem späteren anthropogenen Einfluss auf diese Schicht.

### 3.3.5 Phase 8 : Pflugspuren (USA3932, Terrasse C15.5)

Auch im mikroskopischen Befund sind die bereits im Feld festgestellten Pflugspuren nachweisbar.

Im oberen Abschnitt der mit Brandschutt durchsetzten Sandschicht erscheint in Probe GM5 eine humöse Matrix und die Porosität beträgt stellenweise nur noch rund 10%. Zudem finden sich Fragmente feingeschichteter Krusten und staubige Einschwemmungen. Noch deutlicher ausgeprägt sind die Hinweise auf Pflügen in Probe GM75. Hier wird die Oberfläche des Wildbachsedimentes zusätzlich von V-förmigen Rinnen durchschlagen. Diese Rinnen zeigen eine kompaktierte Sohle, und an deren Basis finden sich ferner grössere Kieskomponenten. Siltige cappings (*coiffes silteuses*) weisen auf eine Frostüberprägung hin und dokumentieren, zusammen mit den staubigen Einschwemmungen, eine offen liegende Oberfläche. In Probe GM3 sind keine V-förmigen Pflugspuren festzustellen. Hier mag die starke Bioturbation, die den obersten Teil der Schicht überformte und zur Bildung eines Ap-Horizontes führte, einen indirekten Hinweis auf die länger andauernde ackerbauliche Nutzung darstellen (Kap. 4.2).

## 3.4 Ereignisabfolge

Nachfolgend legen wir eine Rekonstruktion der archäologisch und mikromorphologisch fassbaren Ereignisse auf Terrasse C15 vor (Fig. 13). Damit ein direkter Vergleich mit der Ereignisabfolge auf der nahen Terrasse C2 (Kap. 2.4) möglich ist, wurde dieselbe Darstellungsweise, beginnend mit dem ältesten Ereignis, gewählt.

#### Ereignis C15-1

Im Zusammenhang mit der Errichtung der Terrasse C15.1 stellt die Aufschüttung von sandig-kiesigem Material das erste fassbare Ereignis dar (t5a/78a et b). Dabei wurde lokal gewonnenes Erdmaterial in 2 Arbeitsgängen, in einer Mächtigkeit von stellenweise bis über 10cm, gleichmässig auf der Terrasse verteilt. Die oberflächlichen Begehungsspuren dürften im Rahmen dieser Terrassierungsarbeiten entstanden sein.

#### Ereignis C15-2

Im Anschluss an die Planierungsarbeiten der Terrasse C15.1 ist mit einem kurzfristigen Unterbruch im Sedimentauftrag zu rechnen. Auf dem vegetationsfreien Bauplatz lagern sich fächerförmige Feinsedimente ab (t5a/76). Wir deuten sie als Folge von Überschwemmungsereignissen, deren Ursache aber im Detail nicht geklärt ist (natürlich ? anthropogen ?). Ihr guter Erhaltungszustand, insbesondere die fehlenden Verwitterungsspuren, sprechen für eine nur kurze Zeitspanne zwischen der Sedimentbildung und der nachfolgenden Errichtung des Hauses.

#### Ereignis C15-3

Die eigentliche Konstruktion von Haus BAT23 beginnt mit dem Versetzen der Schwellbalken, die als einzige Bauelemente in BAT23 *in situ* erhalten geblieben sind. Zu welchem Zeitpunkt der bergseitige Entwässerungskanal angelegt wurde, lässt sich aufgrund der fehlenden stratigraphischen Verbindungen nicht ermitteln.

#### Ereignis C15-4

Während der Besiedlungsphase (phase 4) findet innerhalb von BAT23 nur ein geringer Sedimentniederschlag statt (t5a/75b). Dies, obschon es sich bei der Benutzungszeit von Gebäude BAT23 um eine im Vergleich zur Bauphase oder zum Zerstörungsereignis lang andauernde Angelegenheit handelt. Mittels mikromorphologischer Beobachtungen lässt sich aufzeigen, dass eine geringmächtig erhaltene Mistschicht sedimentiert. Die Besiedlungsphase entspricht deshalb aus stratigraphischer Sicht fast einem Hiatus, bzw. einem Zeitabschnitt mit sehr niedriger Sedimentationsrate.

#### Ereignis C15-5

Die Ereignisse C15-5 bis C15-9 stehen in direktem Zusammenhang mit dem Brand (US10000), der zur

Zerstörung des Gebäudes führt und die Besiedlungsphase 4 auf der Terrasse C15 beendet. Die Feuersbrunst führt zu einem komplexen Sedimentationsgeschehen, wobei das stratigraphisch tiefste Element die Brandrötungen unterhalb des Gebäudes darstellen. Diese Rötungen, die in den feinkörnigen Rinnenablagerungen oder an der Oberkante der Aufschüttung ausgebildet sind, entwickeln sich erst nach längerer Exposition unter dem Brandherd (gehören also im strengen Sinn nicht zu den ersten Sedimenten/Veränderungen) und weisen auf ein gut durchlüftetes, trockenes Bodenmilieu unter dem Gebäude hin.

#### Ereignisse C15-6 et C15-7

Der Brand führt zunächst zur Verkohlung der Bauhölzer und der organischen Bestandteile in den Benutzungsschichten von Haus BAT23 sowie. Gleichzeitig oder kurz danach findet auch eine erste Anreicherung von feinkörnigem Brandschuttpartikeln, Holzkohlen und konstruktiven Elementen (wie z. B. dem Brett A3946) statt.

#### Ereignis C15-8

Das Auftreten von feinen, aschehaltigen Rinnenablagerungen innerhalb der Sequenz aus Brandsedi-

menten deutet auf eine Phase von ruissellements, mit jedoch schwacher Transportkraft. Diese Ablagerungen haben sich zweifelsfrei während des Brandes gebildet und können beispielsweise durch stark Regenfälle verursacht worden sein.

#### Ereignis C15-9

Zu einem fortgeschrittenen Zeitpunkt des Brandes setzt ein Kollaps der aufgehenden Bauteile und Verstoß der Wände ein.

#### Ereignis C15-10

Während oder kurz nach dem Kollaps des Gebäudes lässt sich erneut eine Überschwemmungsphase fassen (wahrscheinlich \$RU511). Diese ruissellements Ablagerungen überformen den Brandschutt der Ruine, führen aber auch zur Überdeckung und damit zur guten Konservierung der archäologischen Strukturen.

#### Ereignis C15-11

Archäologische Feldbefunde, als auch mikromorphologische Beobachtungen lassen erkennen, dass nach dem Brandereignis eine oberflächliche Verlagerung des Brandschuttes stattgefunden hat, wobei sowohl Pflugsuren als auch trampling-Anzeiger nachweisbar sind

Séquence BWE	N° Evén MM	US- EV	Faits	En résumé...
\$TO521	C15-14	TOR2014 US10002	Erosion puis mise en place d'alluvions torrentielles.	Ruissellement torrentiel.
Phase 8	C15-13	USA3932, C15.5	Labourage à l'araire, répété.	Mise en culture de la terrasse.
\$TO514	C15-12	TOR2012 US10001	Erosion puis mise en place d'un dépôt torrentiel.	Erosion, ruissellement torrentiel.
Phase 5	C15-11	C15.2	Passage unique (?) à l'araire et piétinement.	Déblaiement, réutilisation.
\$RU511	C15-10		Ruissellement éphémère, remaniant des dépôts d'incendie.	Ruissellement superficiel.
Phase 4	C15-9	US10000	Démantèlement des superstructures, désagrégation des parois.	Incendie.
	C15-8	US10000	Ruissellement superficiel éphémère, intégrant des cendres.	
	C15-7	US10000	Accumulation des premiers débris d'incendie.	
	C15-6	US10000	Carbonisation de la litière, du fumier et des sablières.	
	C15-5	US10000	Rubéfaction thermique du substrat.	
			<i>(BAT245 Occupation (sol de terre battue, foyer).</i>	<i>Occupation, habitation.</i>
	C15-4	BAT23	Accumulation d'une litière et d'un fumier d'étable (bovidés et petits ruminants).	Etable.
	C15-3	BAT23	Mise en place des sablières basses.	Construction de BAT23.
	C15-2	C15.1	Ruissellement superficiel.	Terrasse, surface dénudée.
C15-1	C15.1	Creusement et remblaiement, piétinement du sommet du remblai.	Aménagement de la terrasse.	

Fig. 13. Terrasse C15 : succession des événements identifiés par l'analyse micromorphologique (MM). En italique : faits archéologiques observés sur la terrasse C15, non enregistrés dans la séquence étudiée.

(Phase 5, terrasse C15.2). Wir deuten diese Praktik des (einmaligen ?) Überpflügens als ein bewusste Einebnung der Brandruine, vielleicht nach Entnahme von wiederverwendbaren Bauteilen .

#### **Ereignis C15-12**

Eine ruissellement-Ablagerung mit stärkerer Transportkraft führt zur partiellen Erosion und Verlagerung von Brandschutt und zur Überdeckung von sandig-kiesigen Ablagerungen (\$TO514, TOR2012, US10001).

#### **Ereignis C15-13**

Während einer längeren Zeit wird die Terrasse ackerbaulich genutzt, was sich in deutlichen Pflugspuren und der Bildung eines gepflügten Oberbodenhorizontes (Ap-Horizont) äussert (phase 8, USA3932, terrasse C15.5). Aufgrund von vermutlich zeitgleich abgelaufenen Ereignissen auf der Terrasse C2, repräsentiert die Bildung des Ap-Horizontes eine mehrere Jahre dauernde Zeitspanne.

#### **Ereignis C15-14**

Die Terrasse wird erneut von einem kiesigen Wildbachsediment (\$TO521, TOR2014, US10002) überdeckt, das auch auf benachbarten Terrassen nachgewiesen ist.

## **4 SYNTHÈSE ET CONCLUSIONS**

Au terme de ce parcours à travers les séquences archéosédimentaires de deux terrasses, la comparaison entre les phénoménologies, établies grâce à la micromorphologie, appelle quelques réflexions. Celles-ci sont suivies d'une évaluation de cette méthode d'analyse.

### **4.1 Remarques préliminaires**

Avant de discuter des convergences entre les histoires respectives des terrasses, il est nécessaire de préciser quels sont les liens les plus importants existant entre les deux séquences éloignées, rappelons-le, d'une quinzaine de mètres sur le terrain.

- a) Sur chacune des terrasses, l'occupation la plus marquée dans les sédiments s'insère dans la phase 4, datée du premier âge du Fer. Cette période a vu l'édification et le fonctionnement de bâtiments d'architecture distincte, respectivement BAT23 pour la terrasse C15.1 et BAT852 pour la terrasse C2.2. Son début ne peut être précisé dans la chronologie relative, mais on postule la contemporanéité pour la construction des bâtiments, tandis que leur destruction par incendie peut être considérée comme réellement synchrone.
- b) Avant cette phase d'occupation majeure, l'histoire des deux terrasses diverge : des stades de prépa-

ration et d'utilisation antérieurs s'inscrivent de manière assez nette dans la séquence sédimentaire de C2.

- c) Après la phase 4, qui se termine donc par l'incendie des bâtiments, la succession des événements enregistrés sur chaque terrasse présente des similitudes dont la signification est discutée en détail dans le chap. 4.2.1. Un épisode torrentiel identique, à savoir TOR2012 (\$TO514), est enregistré dans les deux séquences (événements C2-11 et C15-12). Celui-ci fait suite à un labourage des terrasses, apparemment plus conséquent dans le cas de C2 où il est interprété comme un véritable épisode de mise en culture.
- d) Les deux séquences sont scellées par la même unité torrentielle, soit TOR2014 (\$TO521).

D'un autre côté, il faut également relever les distinctions essentielles entre les deux cas d'étude.

- a) La qualité de l'enregistrement sédimentaire diffère entre les deux terrasses, plus particulièrement en ce qui concerne les niveaux de la phase 4. En C2, pour le bâtiment BAT852, les couches archéologiques s'étendent sur toute la terrasse, voire même au-delà. Malgré des ravinements locaux, une succession très complète a pu être reconstituée à l'aide des 7 échantillons prélevés. En C15, pour le bâtiment BAT23, les couches bien conservées se limitent au quart sud-ouest de la terrasse et son prolongement au pied du mur amont. Les 5 prélèvements ne concernent ainsi que ce secteur où une séquence de référence a néanmoins pu être reconstruite, par corrélation stratigraphique.
- b) Une autre différence importante réside dans l'architecture même des édifices, qui influence logiquement aussi bien la nature que la genèse, mais également la conservation des couches. Sommairement, selon les données archéologiques (Benkert et Epiney-Nicoud Eds. 2004/02-3, Curdy *et al.* 1993), le bâtiment BAT852 repose sur des dalles de sou-bassement et possède un plancher faiblement surélevé ; il est interprété comme un entrepôt. Quant à BAT23, il s'agit d'un bâtiment à même le sol reposant sur des sablières basses et réservé à l'élevage et à la stabulation du bétail, comme l'a précisément révélé l'analyse micromorphologique.

## **4.2 Allgemeine Bemerkungen**

### **4.2.1 Sedimenttypen und Ereignisse**

Im Vergleich zwischen den beiden archäologischen Schichtabfolgen auf den Terrassen C2 und C15 soll nachfolgend aufgezeigt werden, wie sich einzelne Ereignisse generell in bezug auf die Sedimentbildung äussern.

Betrachtet man zunächst die Aufschüttungen (*remblais*), so zeichnet sich ab, dass jeweils vor der Errichtung eines Wohn- oder Speicherbaus, der Baugrund sorgfältig vorbereitet wurde. Dies geschah durch die Anlage einer talseitigen Trockenmauer, die in der Regel mit bergseitig abgestochenen Sediment hinterfüllt wurde (Benkert et Epiney-Nicoud Eds. 2004/02-4). Überschüttung mit kiesig-sandigem Material sind aber auch im Rahmen von Nutzungsänderungen auf einer bereits bestehenden Terrasse (z.B. BAT11, chap. 2.3.2) belegt. Die Aufschüttung selbst besteht im Allgemeinen aus einem unstrukturierten sandigen Kies, der - mit Ausnahme von seltenen Knochensplintern, vereinzelt Holzkohlen und teils auch kleinfragmentierten Hundekoprolithen – kaum anthropogene Anzeiger besitzt. Diese Zusammensetzung erklärt sich aus der Herkunft und der Genese des Sedimentes, wobei eben vorab natürliches Oberbodenmaterial in rascher Folge und zudem meist von ausserhalb einer intensiv besiedelten Zone stammend, aufgeschüttet wurde. Als weitere Sedimentquellen kommen in geringerem Mass auch ausplanierte Aushubmaterialien in Frage, die beispielsweise bei der Anlage von Pfostengruben, von Fundationen oder von Drainagegräben anfielen.

Hinweise auf menschliche Einflüsse sind in diesen Planien dennoch vorhanden, äussern sich aber vor allem in oberflächennahen Kompaktionsspuren, die im Fall von BAT852 auch auf eine Festigung des Baugrundes hinweisen können. Auf den so vorbereiteten Terrassenflächen kommt es, begünstigt durch die vegetationsfreien Oberflächen, ferner zur Bildung von feinkörnigen Überschwemmungssedimenten (*dépôts de ruissellement*) und zu Frostüberprägung.

Aus der anschliessenden Benutzungsphase 4, die nach archäologischen Überlegungen weniger als ein Viertel Jahrhundert gedauert hat (Benkert et Epiney-Nicoud (Eds.) 2004/02-1, Nicoud et Curdy 1994) ist erstaunlich wenig Sediment überliefert. Wie anhand des ebenerdigen Baus BAT23 ersichtlich (chap. 3.3.2.), findet nur eine geringe Akkumulation von hauptsächlich organischen Resten statt. Aufgrund der für terrestrische Siedlungen sehr guten Überlieferungsbedingungen kann die geringe Mächtigkeit der archäologischen Benutzungsschichten nicht durch postsedimentäre Verlagerungen und Abtrag erklärt werden. Auch im Fall des Speicherbaus BAT852 mit abgehobenen Boden kommt es während der Besiedlungsphase zu keiner nennenswerten Sedimentanreicherung unter dem Gebäude: erhalten ist einzig eine dünne Streulage, deren organische Reste infolge des Brandes verkohlt sind.

Zu den markantesten Spuren innerhalb der Stratigraphien, zählt sicherlich das synchrone Brandereignis, das zur Zerstörung der Bauten geführt hat. Nebst Rötungen des kiesigen Substrates und Verkohlungen der Streulage manifestiert sich der Brand in einer ersten

Phase in der Sedimentation von verkohltem organischem Material (aus dem Innern des Gebäudes stammend), aber auch von feinkörnigem Brandschutt. Erst in einer fortgeschrittenen Phase des Brandes findet jeweils ein Kollaps der Superstrukturen statt, was sich in massiver Akkumulation von verkohlten Konstruktionselementen wie Pfosten, Bretter oder Teile der Lehmwände äussert. Interessanterweise tritt während des Brandes bei beiden Bauten mindestens eine deutliche Überschwemmungsphase auf, die zur Bildung von feingeschichteten ruissellement-Ablagerungen führt. Dieses offensichtlich kurze Ereignis könnte die Folge eines intensiven Regenfalles sein, der zeitgleich mit dem Brand stattfand. Eine weitere Überschwemmungsphase (\$RU511) zeichnet sich gegen Ende des Brandereignisses oder kurz danach ab, wobei nebst einer Überdeckung der Ruinen mit Feinsediment auch leichte Verlagerung und Abtrag der archäologischen Reste nachgewiesen sind.

Beide Terrassen werden nach dem Brand gepflügt. Im Fall von Terrasse C15 scheint das vermutlich nur einmalig erfolgte Pflügen im Zusammenhang mit Planierungsarbeiten zu stehen. Auf dem Areal des ehemaligen Speichers BAT852 wird hingegen wiederholt gepflügt, so dass hier von einer eigentlichen landwirtschaftlichen Nutzung auszugehen ist. Gerade die aschehaltigen Brandschuttsedimente haben dabei als nährstoffreiches Substrat einen guten Ackerboden dargestellt (Goldammer *et al.* 1997).

Es sei an dieser Stelle nochmals erwähnt, dass das Sedimentationsgeschehen nach dem Brandereignis auf den beiden Terrassen zusätzlich durch Wildbachablagerungen mehrfach beeinflusst wird. Solche Überschwemmungen durch Wildbäche führen aber – meist vor der Akkumulationsphase – immer auch zu Abtrag bestehender Sedimente, was sich anhand scharfer, erosiver Schichtgrenzen in der Profilen jeweils deutlich abzeichnet.

Rückblickend ist festzuhalten, dass sich mittels Mikromorphologie eine differenzierte Diagnose betreffend der Nutzung eines Ortes, bzw. eines Gebäudes erstellen liess. Während beispielsweise BAT852 aufgrund verschiedener, gleichläufiger Argumente als abgehobener Speicherbau zu deuten ist (Kap. 2.3), kann BAT23 dank der koprolithenhaltigen Sedimente als Rinderstall angesprochen werden (Kap. 3.3.2.2). Ferner war auch eine Charakterisierung von diffusen stratigraphischen Befunden möglich. Für BAT11 zum Beispiel liess sich eine leichte Baustruktur in der Art eines Pferches mit festgetretener Oberfläche belegen (Kap. 2.3.2). Weiter erbrachten die mikroskopischen Analysen unter anderem auch die Bestätigung, dass vor der Errichtung von BAT50 eine terrassierte Fläche bestand, die nicht überbaut war und auf welcher sich im Lauf der Zeit ein dünne Humushorizont bildete (Kap. 2.3.9).

#### 4.2.2 Sedimentationstraten und Hiaten

*Dans ce chapitre est abordée la question essentielle de la durée des processus sédimentaires (ou des hiatus de sédimentation). Comme nous l'avons vu, l'intervalle concerné, en chronologie relative, s'étend de la phase 3 à la phase 8 de Waldmatte-est. Six phases d'occupation et trois processus naturels majeurs le composent. On peut relever que plusieurs processus naturels se produisent au cours de certaines phases d'occupation (phase 6 : un ruissellement et un processus torrentiel; phase 7 : un ruissellement et un colluvionnement; phase 8 : un processus torrentiel - pour le détail, cf. Benkert et Epiney-Nicoud Eds. 2004/02, p. 88 sq.). Le calage chronologique absolu de ce tronçon de la séquence de Waldmatte-est repose sur la datation par le mobilier archéologique des occupations.*

*La phase 3 n'est pas datée mais l'évidente continuité structurelle entre elle et la phase 4 laisse supposer qu'elle précède immédiatement cette dernière. La phase 4 remonte, d'après le mobilier métallique, à 650 avant J.-C. au plus tôt. Les objets des phases suivantes, jusqu'à la phase 10, restent stylistiquement très proches (Tessin A également). Il faut attendre la phase 11 pour que de nouveaux types apparaissent, fournissant la date de 550 avant J.-C au plus tôt pour cette occupation (Tessin B).*

*En résumé, 100 ans environ séparent les phases 3 et 4 de la phase 11. L'intervalle qui nous intéresse ici (phases 3 à 8) couvre donc au maximum un siècle mais est certainement plus réduit, si l'on tient compte de la durée des occupations des phases 9 et 10 ainsi que de celle des deux colluvionnements intercalés entre ces phases. On peut donc estimer, en fin de compte, entre un demi et trois quarts de siècle la durée totale des occupations et des sédimentations naturelles allant de la phase 3 à la phase 8 (voir aussi le diagramme synthétique avec repères chronologiques figurant en introduction de ce volume).*

Nachdem im obigen Kapitel vor allem auf Vorgänge betreffend der Sedimentakkumulation eingegangen wurde, sollen im Folgenden Überlegungen zur Sedimentationsgeschwindigkeit und – damit eng verbunden – zum Vorkommen von Hiaten angestellt werden.

Ein Hiatus resultiert bekanntlich aus einer starken Abnahme der Sedimentation bis hin zum kompletten Stillstand oder aus einem Erosionsereignis, das zum Abtrag bestehender Sedimente geführt hat. Damit entspricht ein Hiatus einem fehlenden, d.h. nicht konservierten Zeitabschnitt innerhalb einer Schichtabfolge. Meist dominieren während solcher Zeiten mit geringer Sedimentation die bodenbildenden Verwitterungsprozesse, was zu einer Weiterentwicklung der zuvor gebildeten Ablagerungen führt. Dieses grundlegende geologisch-stratigraphische Konzept (Erhart 1967),

lässt sich natürlich auch auf die untersuchten archäologischen Schichtenfolgen auf den Terrassen C2 und C15 anwenden, wo wir ebenfalls Zeitabschnitte mit stark verlangsamter Sedimentation beobachten. Als augenfälligstes Beispiel können dabei die während der Nutzung der beiden Gebäude entstandenen Siedlungsschichten gelten. In beiden Fällen handelt es sich um die vergleichsweise längsten Ereignisse, welche sich aber innerhalb der Stratigraphie nur durch einen geringfügigen Sedimentniederschlag charakterisieren. Umgekehrt stellt die Konstruktion der Terrasse ein kurzfristiges Ereignis mit Umlagerung und schliesslich starker Akkumulation von Bodenmaterial dar. Eine lokal sehr hohe Sedimentationsrate löst auch das Schadensfeuer aus, indem sich in einer sehr kurzen Zeitspanne mächtige Brandschuttpakete, die zudem mit Überschwemmungssedimenten durchsetzt sind, anhäufen.

Eine Gegenüberstellung der Ereignisabfolgen zwischen den beiden Terrassen lässt erkennen, dass sich auch nach dem synchron abgelaufenen Brand (phase 4) verschiedene Lücken in den Schichtabfolgen verbergen. Insbesondere die Entwicklung eines Pflughorizontes (Ap-Horizont), der im Rahmen einer landwirtschaftlichen Umnutzung der Terrassen entstand, geht mit einer starken Verlangsamung der Sedimentation einher. Die minimale Bildungsdauer von humösen Oberbodenhorizonten wird auf rund 2 bis 3 Jahrzehnte geschätzt (Birkeland 1984, Blume und Runge 1978, Gobat *et al.* 1998), im Fall von Pflugaktivität und verstärktem Eintrag organischer Stoffe dürfte sich diese Zeitspanne sicher noch etwas reduzieren.

Im Vergleich zwischen den analysierten Terrassen zeigt sich, dass beispielsweise während der Bildung des Ap-Horizontes (C15-13, USA3932) über der Ruine von Gebäude BAT23 zur gleichen Zeit auf der benachbarten Terrasse C2 vermutlich vier Ereignisse stattfanden, nämlich Bildung eines Humushorizontes, Bau und Benutzung von Gebäude BAT50, Wildbachsedimentation TOR2015 und Pflugaktivität USA4299. Der Pflughorizont USA3932 repräsentiert somit eine kondensierte Schicht auf der Terrasse C15. Nach einer zweiten Hypothese ist es auch denkbar, dass die beiden Pflughorizonte USA3932 resp. USA4299 zeitgleich entstanden sind, was jedoch wiederum zeigen würde, dass die Schichtabfolge auf Terrasse C15 lückenhaft ist, da hier weder die Bildung des Humushorizontes, noch die Besiedlung (BAT50), noch das Wildbachsediment TOR2015 vorhanden sind.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die archäologischen Ablagerungen sehr unterschiedliche Sedimentationsraten aufweisen, wobei der Bau der Terrassen und die Zerstörung der Häuser zu den deutlichsten Akkumulationen geführt haben. Die eigentliche Besiedlung hat in der Regel nur diskrete Spuren, d.h. einen geringen Sedimentzuwachs hinterlassen, und auch im Rahmen der (landwirtschaftlichen) Nachnut-

zung der terrassierten Flächen zeichnen sich deutliche Hiaten, d.h. Stabilitätsphasen mit niedriger Sedimentationsrate ab.

### 4.3 Bilan de la méthode

L'application de la micromorphologie aux couches anthropogéniques du site de Gamsen a montré une fois de plus que cette analyse est indissociable d'une connaissance approfondie du terrain : comme toute technique microscopique, elle constitue une approche à caractère plutôt ponctuel, très limité dans l'espace. Nous avons tenu compte de cette condition tout d'abord en nous rendant régulièrement sur le chantier de fouilles, au fur et à mesure de l'avancement des travaux. Ces visites nous ont donné l'occasion de nous familiariser avec le faciès des sédiments et de prélever des échantillons bien ciblés. Ensuite, la multiplication des prélèvements sur les terrasses C2 et C15 a permis d'obtenir des séquences archéosédimentaires fiables, c'est-à-dire représentatives de l'entité spatiale considérée d'une part et complètes du point de vue stratigraphique d'autre part. En outre, l'important corpus de lames minces (chap. 1.2), issues également de prélèvements dans d'autres bâtiments du site, s'est révélé très précieux pour préciser les diagnostics dans les séquences C2 et C15.

Concernant précisément la lecture des coupes et profils, nous avons bénéficié de la résolution tout à fait exceptionnelle, pour le domaine terrestre, qu'offre le site de Gamsen, mais aussi des observations minutieuses de la part des archéologues. Cette qualité de l'enregistrement a d'emblée placé la recherche à un niveau élevé par rapport aux expertises géoarchéologiques plus conventionnelles. Même confrontée aux questions souvent très poussées émanant de l'archéologie, la micromorphologie a pu apporter des éléments de réponse parfois décisifs, démontrant l'aspect véritablement complémentaire de cette démarche. Macroscopiquement, ou par les méthodes de la sédimentologie classique, il n'aurait pas été possible en effet de mettre en évidence tous les stades évolutifs reconnus dans les séquences et de définir leur succession dans le temps. Citons pour exemple les traces de piétinement signalant des niveaux de circulation sur les terrasses, ou la reconnaissance d'amas de coprolithes : l'identification de ces traits microscopiques se révèle souvent cruciale pour aborder des questions comme la fonction d'un bâtiment.

Outre la caractérisation des sédiments, l'analyse sous lame mince permet de placer des lacunes de sédimentation ou d'érosion dans les séquences, hiatus durant lesquels les dépôts sont susceptibles de subir les processus de la pédogenèse. Des pratiques culturelles telles que le labourage ont également été mises en évidence dans des niveaux souvent stériles du point de vue archéologique. Ces horizons peu parlants macroscopiquement

ont pourtant subi des transformations résultant également d'une activité humaine assez significative, mais d'un type différent de celles liées aux habitats.

La micromorphologie constitue ainsi une source d'informations assez conséquente. La gestion des données quelque peu hirsutes qu'elle nous livre passe forcément par une sélection voire une hiérarchisation en fonction des objectifs même de l'étude. Leur interprétation s'effectue à partir des connaissances acquises sur le site même, y compris par l'expérimentation. Mais elle se réfère aussi aux travaux géoarchéologiques antérieurs, accessibles idéalement sous forme d'une publication scientifique, ou encore à l'état de simples lames minces.

### Dank

*Bei der vorliegenden Arbeit haben uns verschiedene Personen über Jahre hinweg tatkräftig unterstützt. Für die Imprägnation der Bodenproben geht unser Dank an die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Labors für Urgeschichte der Universität Basel. Dessen damaliger Vorsteher M. Joos stellte uns für die mikroskopischen Untersuchungen in grosszügiger Weise die notwendige Infrastruktur zur Verfügung. Die Herstellung der Dünnschliffe erfolgte freundlicherweise durch T. Beckmann, Braunschweig. Für Mithilfe im Feld und bei den Auswertungsarbeiten möchten wir dem gesamten Team vom bureau ARIA, und im speziellen C. Epiney-Nicoud, Ph. Curdy, M. Mottet und A. Benkert unseren herzlichsten Dank aussprechen.*

## NOTES

- <sup>1</sup> Institut für Prähistorische und Naturwissenschaftliche Archäologie, Universität Basel, Spalenring 145, 4055 Basel. E-mail: Philippe.Rentzel@unibas.ch
- <sup>2</sup> Géologie du Quaternaire et Géoarchéologie, Creux de la Terre 11, 2800 Delémont. E-mail : mic.guelat@bluewin.ch
- <sup>3</sup> Microscope de type Leitz DM-RP dont est équipé le Laboratoire de Géoarchéologie de l'Université de Bâle, où l'induration des blocs de sédiment a également été réalisée.
- <sup>4</sup> Ces documents non publiés sont les suivants :
  - a) Micromorphologie : approche pédologique des sols enfouis dans les séquences colluviales. In : Guélat, Moulin et Rentzel, rapport BW91-92/3, p. 25-47.
  - b) Bâtiment B852 : analyse micromorphologique. Guélat et Rentzel, rapport BW 94/5, 18 p.
  - c) Fumiers d'étable et autres dépôts coprogéniques : rapport préliminaire. Rentzel & Guélat, décembre 1996, photocopié 12 p.
  - d) Bâtiment B5 (GM14), Rentzel & Guélat, janvier 2002, photocopié 1 p.
- <sup>5</sup> Absence de structures à usage domestique au sol, abondance de graines carbonisées retrouvées dans les décombres de l'incendie (Mottet, v. rapport BW 91-92/4, p. 30).
- <sup>6</sup> Il s'agit de l'analyse d'un prélèvement effectué sous un sentier régulièrement emprunté par les techniciens de fouille (éch. GM EXP1) et dans lequel nous avons retrouvé des traits microscopiques assez identiques.
- <sup>7</sup> Ces intercalations en réseau polygonal sont également apparues en vision planigraphique, en l'occurrence dans le prélèvement GM29, qui a été scié par erreur selon un plan horizontal.
- <sup>8</sup> Soit USA1777 et USA1775.
- <sup>9</sup> Dans ce prélèvement, une petite cuvette semble avoir été générée lors de l'implantation d'une dalle de schiste (A2127) appartenant à l'assise du bâtiment.
- <sup>10</sup> Archéobotaniste au Service archéologique de Neuchâtel, qui a bien voulu examiner les macrorestes en question.
- <sup>11</sup> De manière générale en effet, les conditions de gisement du site de Gamsen ne permettent pas la conservation du bois.
- <sup>12</sup> Aucune dissolution des carbonates n'a par exemple été constatée.
- <sup>13</sup> Par exemple calcschistes transformés en chaux, ou phytolithes vitrifiés.
- <sup>14</sup> Ces sillons sont en général comblés par un sédiment qui s'apparente à l'unité recouvrant l'horizon labouré, mais ces remplissages ont été considérés comme une unité à part entière dans le cadre notre analyse.
- <sup>15</sup> Grand bâtiment en bois avec poutres calées au sol par des pierres, qui n'a pas été incendié (Benkert et Epiney-Nicoud Eds. 2004/02-3).
- <sup>16</sup> C'est-à-dire en balayant la séquence de la base au sommet. Cet ordre est du reste en accord avec les diagrammes de Harris partiels élaborés pour ce secteur.
- <sup>17</sup> Courty *et al.* 1989. S. dazu auch die Brand-Experimente zum Verhalten des Muschelkalkes (Trias) und des oligozänen Süßwasserkalkes, welche erst oberhalb 300°C eine beginnende Rötung aufweisen (Rentzel 1998). Dagegen zeigen eisenschüssige Kalke (z. B. Oolith des Bajocien) bereits oberhalb 200°C eine intensive Rotfärbung (Brianza 1996).
- <sup>18</sup> In der röm. Fundstelle von Brig-Glis Waldmatte ist die Wiederverwendung von Baumaterial (Holz) mehrfach belegt. Mündliche Mitteilung von O. Paccolat.
- <sup>19</sup> Ce qui est le cas de sites proches de Gamsen sur lesquels nous avons collecté des informations comme Visperterminen-Oberstalden, Vercorin- Les Crêtes, ou Sion- Sous le Scex, Tanneries.

## BIBLIOGRAPHIE

- Akeret, Ö. and Rentzel, Ph. (2001) Micromorphology and Plant Macrofossil Analysis of Cattle Dung from the Neolithic Lake Shore Settlement of Arbon Bleiche 3. *Geoarchaeology: an International Journal*, Vol. 16, No. 6, p. 687-700.
- Benkert A., Epiney-Nicoud C. (Eds), Dayer V., Gentizon A.-L., Haller M., Marchi S. et Wagner C., 2004 : Brig-Glis / Gamsen 2. L'habitat protohistorique de Waldmatte.  
 Volume 1- Contexte chronostratigraphique et structures de l'habitat. Rapport scientifique 2004/02-1 Sion, ARIA S.A.  
 Volume 2- Planches. Rapport scientifique 2004/02-2 Sion, ARIA S.A.  
 Volume 3 - Catalogue des bâtiments. Rapport scientifique 2004/02-1 Sion, ARIA S.A.  
 Volume 4 - Catalogue des terrasses. Rapport scientifique 2004/02-4 Sion, ARIA S.A.
- Berger, J.-F., Brochier J.-L. et Bravard J.-P. (2000) La géoarchéologie en France : définition et champs d'application. *Les nouvelles de l'archéologie*, 81, p. 37-47.
- Birkeland, P. (1984) *Soils and geomorphology*. Oxford University Press, New York, 372 p.
- Blume, H. P. und Runge, M. (1978), Genese und Ökologie innerstädtischer Böden aus Bauschutt. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde*, 141, p. 727-740.
- Brianza, M. (1996) Untersuchungen am Kalkguss vom Wittnauer Horn. In: Berger, L. et al., Sondierungen auf dem Wittnauer Horn 1980-1982. *Basler Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte*, Band 14, p. 65 - 66.
- Bullock P., Fedoroff N., Jongerius A., Stoops G. J., Turcina T. et Babel U. (1985) *Handbook for soil thin section description*. Waine Research Publishers, Wolverhampton, 152 p.
- Courty, M.-A., Goldberg, P., Macphail, R. (1989) *Soils and micromorphology in archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge, 344 p.
- Curdy, Ph., Mottet, M., Nicoud, C., Baudais, D. Lunds-tröm-Baudais, K. et Moulin, B. (1993) Brig-Glis/Waldmatte, un habitat alpin de l'âge du Fer: Fouilles archéologiques N9 en Valais. *Archéologie suisse*. 16, 4, p. 138-151.
- Erhart, H. (1967) *La genèse des sols en tant que phénomène géologique*. Masson, Paris.
- Gé, T., Courty, M.-A., Matthews, W. and Watzetz, J. (1996) Sedimentary Formation Processes of Occupation Surfaces. In: Goldberg, P. Nash, D. and Petraglia, M. (eds.): *Formation processes in Archaeological context*. Madison, Wisconsin, p. 149-163.
- Gobat, J.-M., Aragno, M. & Matthey, W. (1998) *Le sol vivant. Bases de pédologie, biologie des sols*. Presses polytechniques et universitaires romands. Collection gérer l'environnement 14. Lausanne.
- Goldammer, J.G., Montag, S. und Page, H. (1997) Nutzung des Feuers in mittel- und nordeuropäischen Landschaften. *Geschichte, Methoden, Probleme, Perspektiven.* Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz, Schneverdingen, NNA-Berichte 10, Heft 5, 18-38. [www.fire.uni-freiburg.de/programmes/natcon/natcon\\_3.htm#1](http://www.fire.uni-freiburg.de/programmes/natcon/natcon_3.htm#1)
- Guélat, M., Paccolat, O. et Rentzel, Ph. (1998): Une bergerie d'époque gallo romaine à Brig-Glis Waldmatte. *Evidences architecturales et micromorphologiques*. *Annuaire de la Société Suisse de Préhistoire et d'Archéologie*, 81, p. 171-182.
- Guélat, M. et Rentzel Ph. (2005) Les sols enfouis dans les séquences de versant de Brigue-Glis / Gamsen. *Approche micromorphologique. Dans ce volume.*
- Macphail, R.I, Courty, M.-A., Hather, J., Watzetz, J. (1997) The soil micromorphological evidence of domestic occupation and stabling activities. In : Maggi, R. (ed.) *Arene Candide : a functional and environmental assessment of the holocene sequence*. *Memorie dell'Istituto Italiano di Paleontologia Umana*, V-1997, 53-88. Il Calamo, Roma.
- Nicoud, C. et Curdy, Ph. (1994) L'habitat alpin du premier âge du Fer de Brig-Glis/Waldmatte (Valais, suisse). *Sériation et premières hypothèses sur l'évolution d'un espace villageois. Espaces physiques espaces sociaux dans l'analyse interne des sites du Néolithique à l'âge du Fer*, 119ème congrès CTHS, Amiens, p. 408-421.
- Rentzel, Ph. (1998) Mikromorphologische Untersuchungen an den spätlatènezeitlichen Fundstellen von Basel-Gasfabrik und Münsterhügel. *Quartärgeologische, bodenkundliche und geoarchäologische Aspekte*. Unpubliziertes Dissertationsmanuskript, Universität Basel, 134 p.
- Rentzel, Ph., Narten, G. (2000) Zur Entstehung von Gelniveaus in sandig-lehmigen Ablagerungen. *Experimente und archäologische Befunde*. *Jahresberichte der archäologischen Bodenforschung Baselstadt 1999*, p.107-127, Basel.

ARCHÄOBOTANISCHE UNTERSUCHUNGEN  
DER EISENZEITLICHEN SEDIMENTE  
(TESSIN C - LA TÈNE D) VON GAMSEN/WALDMATTE  
(BRIG-GLIS)VS

Landwirtschaft, Ernährung, Vegetation und Dorfleben

Olivier Mermod

Arbeitsbericht 30. Juli. 2003

Aktualisiert im Mai 2005

Olivier Mermod  
PALAEOETHNOBOTANIK  
Rue de la Dixence 19  
1950 Sion  
Tel: 027 327 28 49  
Fax: 027 327 28 47  
Email: mermod@mac.com

## ZUSAMMENFASSUNG

In der folgenden Arbeit wurden 51 Proben mit einem Gesamtgewicht von über 320 kg der eisenzeitlichen Fundstelle Gamsen/Waldmatte archäobotanisch untersucht. Es wurden 14'690 botanische Reste ausgelesen, wobei 14'325 Samen und Früchte und 365 nicht weiter identifizierbare (Indeterminata) aufgezeigt werden konnten. Die 14'325 Samen und Früchte ergaben 119 Taxa.

Die Bewohner von Gamsen/Waldmatte (Brig-Glis) nutzten ein breites Spektrum von 18 unterschiedlichen Kulturpflanzen. Hauptgetreide waren neben der Gerste (*Hordeum vulgare*; Orge), die Kolben- und Rispenhirse (*Panicum*, *Setaria*; Millet).

Wie die botanischen Ergebnisse vor allem der vorangehenden hallstattzeitlichen und auch der folgende römischen Zeitabschnitte bezeugen, waren der Anbau und die Verwertung von Gerste und Hirsen in Gamsen/Waldmatte in der gesamten Eisenzeit und in römischer Zeit bedeutend. Die anderen Getreide wie Einkorn (Engrain), Emmer (Amidonnier), Dinkel (Epeautre), Roggen (Seigle) und Hafer (Avoine) wurden seltener verwendet. Es konnte der älteste Nachweis für Saathafer im Wallis erbracht werden.

Überhaupt keine Ölpflanzen konnten nachgewiesen werden. Mindestens drei verschiedene Hülsenfrüchte, nämlich die Linse (*Lens culinaris*; Lentille), die Erbse (*Pisum sativum*; Pois) und die Linsenwicke (*Vicia ervilia*; Ervilier) standen den Bewohnern zur Verfügung. Möglicherweise waren aber weitere Arten vorhanden (z.B. die Ackerbohne; *Vicia faba*; Haricot), die aufgrund der Erhaltung bzw. Lagerung nicht erfasst werden konnten.

Der Anbau von Wein ist zwar nicht bewiesen, wohl aber das Vorhandensein von kultivierten Trauben. Andere kultivierte Früchte konnten für die eisenzeitli-

chen Sedimente nicht aufgezeigt werden.

Sammelfrüchte und -beeren sind sehr selten. Es konnte die Haselnuss (*Corylus avellana*; Noisetier), die Hagebutte (*Rosa spec.*; Rosier) und die Himbeere (*Rubus ideaus*; Framboisier) aufgezeigt werden.

Der hohe Anteil an Kultur- und Tierfutterarten spricht dem Gebäude BAT84 die Doppelfunktion als Scheune (Grange) und Kornkammer (Grenier) zu.

Die einzelnen Arten innerhalb der ökologischen Gruppen, die mindestens 10 verschiedenen Kulturpflanzen und die Rosenkerfunde (*Rosa spec.*; Rosier) im Gebäude BAT141 sprechen dafür, dass an diesem Ort Nahrungsmittel konsumiert bzw. zum kulinarischen Verzehr vorbereitet wurden. Daher ist das Gebäude BAT141 vielmehr eine Behausung als ein Atelier.

Für das Gebäude BAT61 kann aufgrund der botanischen Ergebnisse (viele Unkräuter, wenige Kulturpflanzen) auf ein Verarbeitungsort für Kulturpflanzen (bzw. Atelier) oder aufgrund der hohen Anzahl der potentiellen Tierfutterpflanzen auf eine Scheune (Grange) geschlossen werden.

Die Umgebung von Gamsen/Waldmatte war viel offener als heute. Dies bezeugen die vielen wild wachsenden Hülsenfrüchte und die wenigen Waldpflanzen. Der Wald wurde auf Kosten von Wiesen, Weiden und vermutlich Hecken zurückgedrängt. Dies könnte eine der Gründe für erhöhte Erosions- und damit auch Erdrutschgefahr sein. Die Äcker lagen vermutlich in unmittelbarer Nähe der Siedlung.

Die Rhone schneidet zeitweise die Siedlung gegen Norden ab. Bei niedrigem Wasserstand konnten ferner die Weide- und Sammelgründe der anderen Talseite von Bedeutung gewesen sein.

## I. EINLEITUNG

Die Grabung der Jahre 1988-1998 der Siedlungsstelle Gamsen/Waldmatte (Brig-Glis) am Fusse des Glishorns VS war Objekt multidisziplinärer Forschung über mehrere Jahre. Unter der Leitung der beiden archäologischen Büros ARIA und TERA wurden die eisenzeitlichen, römerzeitlichen und mittelalterlichen Schichten gegraben (Zeitspanne von 700 BC bis 1400 AD).

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit dem archäobotanischen Teil der eisenzeitlichen Sedimente, der die Periode zwischen Tessin C (Ende der älteren Eisenzeit) und La Tène D (Ende der jüngeren Eisenzeit) betrifft. Sie wurde in Auftragsarbeit für das Büro ARIA (Claire Epiney-Nicoud und Alain Benkert) durchgeführt.

Die untersuchten subfossilen Samen und Früchte der eisenzeitlichen Schichten sollen Aufschluss über die damalige Umgebung, Landwirtschaft und Ernährung, aber auch über das Dorfleben geben. Die römerzeitlichen Sedimente wurden ebenfalls in einem Projekt (Mermod 2003, Endbericht in Auftragsarbeit für das Büro TERA) botanisch untersucht.

### 1.1. Ziele der botanischen Untersuchungen

Die Vegetation, die Landwirtschaft und die Ernährung in der Eisenzeit der Schweiz sind bis zum heutigen Zeitpunkt schlecht untersucht. Bis anhin wurden lediglich 10 Siedlungsstellen botanisch analysiert, wobei nur fünf aus der jüngeren Eisenzeit stammen (vgl. SPM

IV S100, Fig. 39). Von diesem Standpunkt aus gesehen ist die botanische Untersuchung von Gamsen/Waldmatte sehr bedeutend.

Die Beantwortung folgender Fragen ergänzt und baut die archäologischen Erkenntnisse über das eisenzeitliche Leben in Gamsen/Waldmatte aus und vermittelt damit ein umfassendes Bild über die damaligen Menschen im Gefüge ihrer Umwelt:

- Welche Kulturpflanzen wurden angepflanzt? Welche Früchte, Beeren, Pflanzen usw. wurden gesammelt und zu welchem Zweck?
- Wurde die Rebe bereits kultiviert? Und der Roggen?
- Welche Pflanzengruppen können nachgewiesen werden? Wie sah die Landschaft rund um Gamsen/Waldmatte aus?
- Lassen sich innerhalb der Siedlung Tätigkeitsbereiche für z.B. Getreideverarbeitung feststellen?
- Lassen sich Abweichungen zu anderen zeitgleichen Fundstellen feststellen? Welche Eigenheiten weist Gamsen/Waldmatte auf?

In diesem Arbeitsbericht wird es nicht möglich sein alle oben gestellten Fragen zu beantworten. Die ausführlichen Tabellen im Anhang und die mitgelieferten CD erlauben aber eine ausführliche Interpretation zu einem späteren Zeitpunkt.

## 1.2. Untersuchungsgebiet

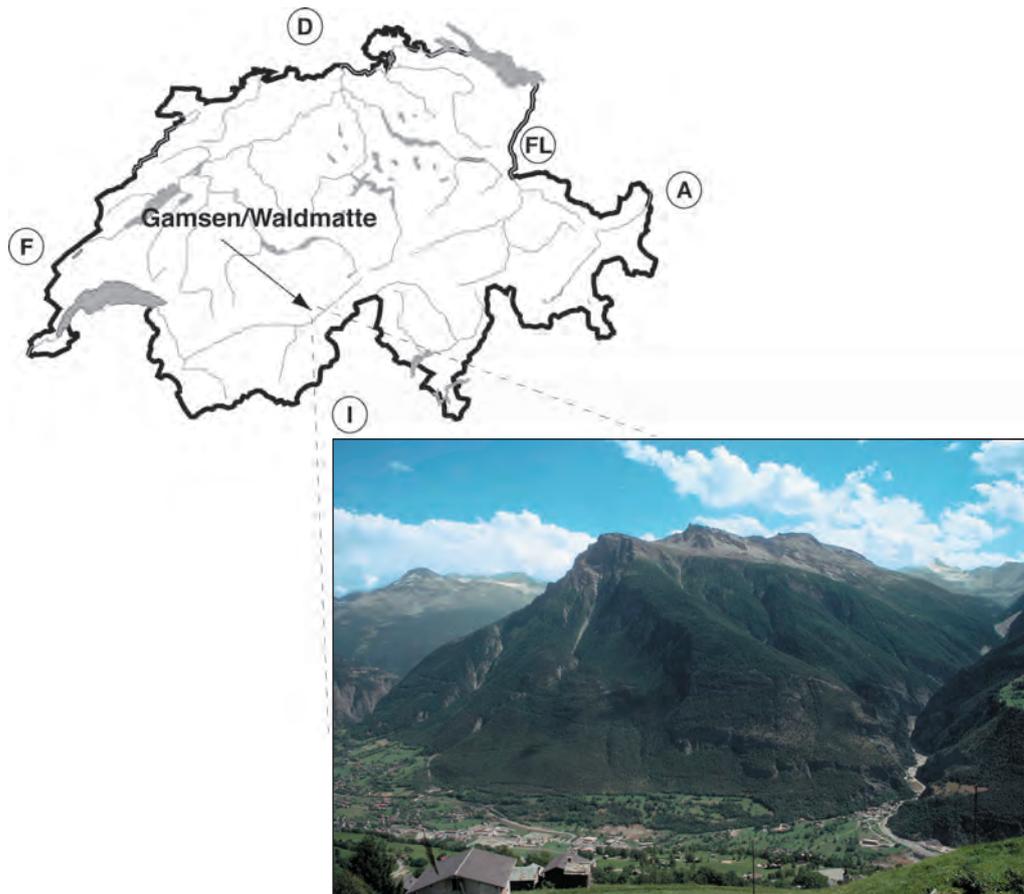
### Strategische Lage ?

Die Siedlung Gamsen-Waldmatte befindet sich im Kanton Wallis am Fusse des Gliserhorns auf ca. 700 Meter über dem Meeresspiegel (Fig. 1). Hinter der Siedlung folgt eine kontinuierlich ansteigende Fläche, die sich allmählich zum Gliserhorn emporhebt. Gegen Norden grenzt die Rhoneebene mit der Rhone das Siedlungsareal ab. Die Siedlung liegt direkt auf einem Schuttkegel. Das geneigte Terrain ist bereits seit der Eisenzeit durch Terrassenbau bewohn- und kultivierbar. Der Talgrund bzw. die Rhoneebene, das heutige Kulturland, lag damals noch unter starkem Einfluss der Rhone und konnte nur extensiv als landwirtschaftliche Zone genutzt werden. Vermutlich wurde die Ebene vor allem als Jagd- und Sammelgebiet genutzt. Links an der Siedlungsstelle vorbei (siehe Foto Fig. 1) geht es hinauf zum Simplonpass, der seit der Urzeit ein Durchgangsweg nach Italien war. Der Durchgang in der Rhoneebene war aus topografischen Gründen vermutlich nur

diesseits neben oder durch die Siedlung möglich. Die Siedlung wurde vielleicht daher strategisch so gewählt, um beide Passagen besser kontrollieren zu können.

### Klima

Die neuen Ansätze der Klimaforschung, gehen davon aus, dass Änderungen in der Sonnenaktivität (Schwankungen der C14 Konzentration) und Anzahl und Stärke von Vulkanausbrüchen einen direkten Einfluss auf unser Klima haben (Maise 1998). Der Zusammenhang zwischen der C14-Konzentration (Indikator für die Solaraktivität), Vulkanausbrüchen, Seespiegelschwankungen und Besiedlungsaktivitäten am Bieler- und Zürichsee wurde vorbildlich in Gross-Klee & Maise (1997) aufgezeigt. Für die Eisenzeit verfügen wir über eine übersichtliche Zusammenfassung,

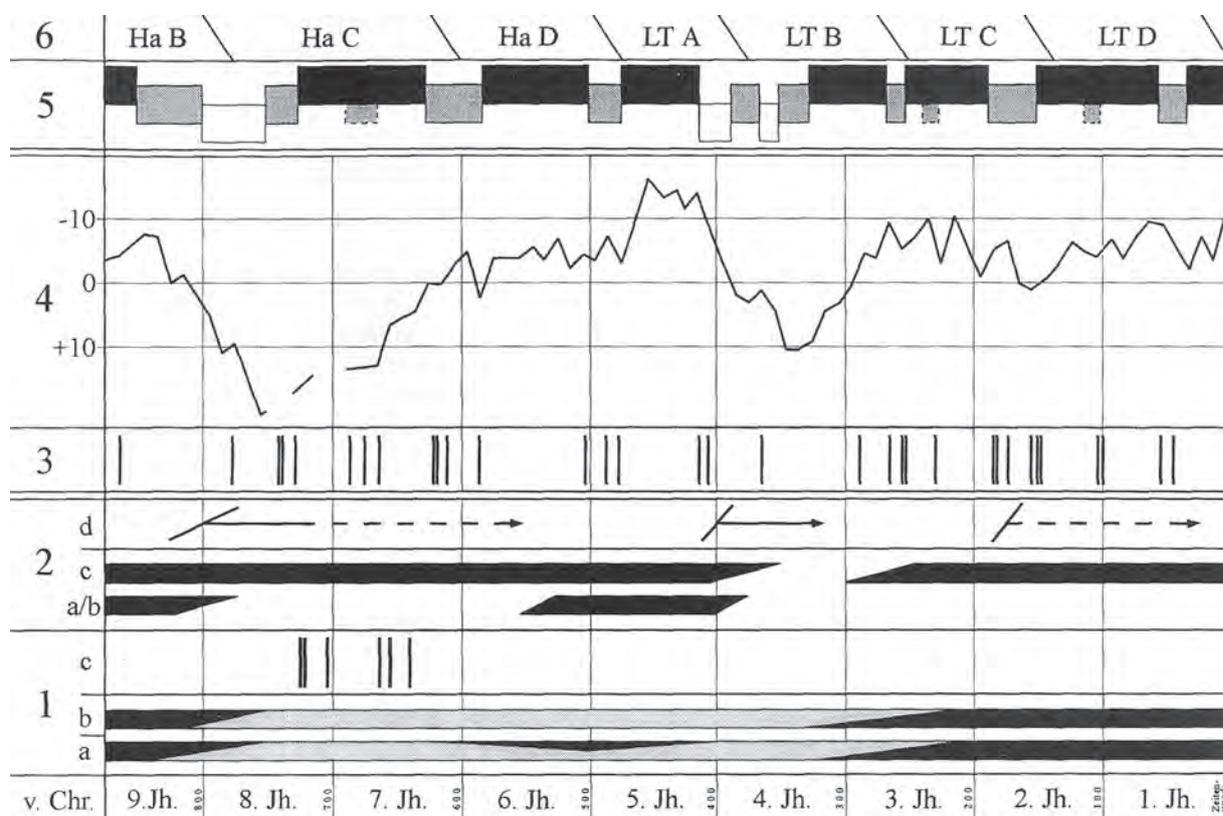


**Fig. 1:** Lage der Siedlung Gamsen/Waldmatte (Brig-Glis). Das Foto zeigt die strategische Lage am Aufstieg zum Simplon und am Taldurchgang (Foto Vogelperspektive Büro ARIA S.A., J.-Ph. Dubuis).

welche ein günstiges Klima mit einigen Kältephasen anzeigt (Fig. 2, SPMIV S.94). Solche Kälteeinbrüche können eine starke Wirkung auf die Landwirtschaft haben und hatten damals eine direkte Konsequenz für die damaligen Bewohner. Inwieweit die Bewohner von Gamsen/Waldmatte auf diese Klimaschwankungen reagiert haben, kann sich z.B. an den Kultur- und Sammelpflanzen ablesen lassen.

Normalerweise bleibt es unbekannt in welchem genauen Zeitraum und auch wie viel der ursprünglichen botanischen Reste wirklich erhalten geblieben sind und abgelagert wurden. Zusätzlich ist in einer terrestrischen Siedlung die feinstratigrafische Unter-

scheidung nicht immer einfach. Trotz diesen Schwierigkeiten haben diverse Arbeiten in der Schweiz den kausalen Zusammenhang zwischen Klima und produzierende Wirtschaft klar gezeigt (Schibler et al. 1997). Diese Arbeiten sind aber alle aus der Vorgeschichte und können auf ein breites Datenmaterial vieler Siedlungen zurückgreifen. In der Eisenzeit verfügen wir noch über eine sehr kleine Datenbasis (vgl. SPM IV, Fig. 39 und 49). Aussagen bleiben daher spekulativ. Es soll hier daher vor allem festgehalten werden, dass die damaligen Menschen viel stärker vom Klima abhängig waren, auch wenn sich dies nicht immer im Datenmaterial niederschlägt.



**Fig. 2.** Klimakurven in der Eisenzeit nach unterschiedlichen Parametern (aus SPM IV, S. 94). 1 = Seespiegelschwankungen; 2 = Gletschergeschichte; 3 = Säureschichten im Grönlandeis; 4 = C14-Werte; 5 = Interpretation der Daten aus den Spalten 1-4; 6 = archäologische Stufen; für weitere Angaben bezüglich Legende siehe SPM IV S.93 Fig. 37. Für die Besiedlungsperiode von Gamsen/Waldmatte sieht man ein für die Landwirtschaft günstiges Klima, welches aber durch zwei markante Kälteeinbrüche (Übergang Ha B zu Ha C und LT A zu LT B) markiert ist.

## II. MATERIAL UND METHODEN

### 2.1. kurzer Beschrieb

Gesamthaft wurden 51 Proben aus den eisenzeitlichen Schichten mit einem Totalgewicht von über 320 kg ( $\emptyset$  von 6.2 kg/Probe) ausgewählt und feanalytisch bearbeitet (Tab. 2). Zur Vorbereitung der Proben wurde anschliessend die Flotationsmethode angewandt (Fig. 3).

Alle Proben wurden direkt auf der Ausgrabung mit dieser Methode geschlämmt und der organische Teil mit Sieben der Maschenweite 4 - 0.5mm abgefangen. Ein Grossteil der Siebrückstände wurde unter Aufsicht von Karen Lundström-Baudais (Besançon F) sortiert und die botanischen Reste vorbestimmt. Die anderen Proben wurden in Filmröhrchen verpackt und bis zu ihrer Weiterverarbeitung gelagert. Die definitive botanische Bestimmung erfolgte im Archäobotanischen Labor in Salgesch.



**Fig. 3.** Die Bodenproben wurden mit einer Flotationsmaschine (Maschenweite 0,4 - 5 mm) vorbereitet.

### 2.2. Probenauswahl

Ingesamt wurden die Samen und Früchte von 51 Proben bestimmt (vgl. Tab. 2).

Alle Proben wurden unter Absprache mit den verantwortlichen Grabungsleitern Claire Epiney-Nicoud und Alain Benkert gewählt. Die untersuchten Proben konnten folgenden eisenzeitlichen Besiedlungsphasen zugeordnet werden (Tab. 1):

	Tessin C	19 Proben
Frühlatènezeit	Tessin D - La Tène B	8 Proben
Spätlatènezeit	La Tène D (D2a ?)	24 Proben

Der Übergang zwischen der älteren und jüngeren  
**Tab. 1.** eisenzeitliche Proben aus Gamsen/Waldmatte

Eisenzeit (Phase 19 bis 25, 27 Proben) sowie die jüngste Eisenzeit (Phase 27, 24 Proben) ist gut repräsentiert. Die mittlere Periode der jüngeren Eisenzeit fehlt vollständig (La Tène moyenne und Beginn La Tène finale). Es wäre vom wissenschaftliche Standpunkt aus gesehen wichtig weitere Proben dieser Mittelperiode in die Untersuchung einzubeziehen. Bedeutend wären auch Kenntnisse über die vorangehende Hallstattperiode und die anschliessende römische Zeit mit einzubeziehen.

Für die Römische Zeit liegen bereits einsehbare Resultate vor. Bleibt zu hoffen, dass auch die Ergebnisse von Karen Lundström-Baudais (Besançon, F) über die Hallstattzeit von Gamsen/Waldmatte bald vorliegen werden.

**Tab. 2.** Beschreibung der ausgewählten Proben für die botanischen Analysen der eisenzeitlichen Schichten. Echant = échantillon, archäologische Bezeichnung; Tamis g = Siebrückstände in Gramm.

Nr.	Echant	Zone	Catég. Unité	Bâtiment	Fonction	Phase	Période	Total Kg	Tamis g
1	ES541	QH23-QH24	SABRIG	BAT84	Stockage	19	Ti C	9.8	24.97
2	ES539-1	QF23-QG23	OCCUS	BAT84	Stockage	19	Ti C	13.3	13.44
3	ES539-2	QH23	OCCUS	BAT84	Stockage	19	Ti C	12.2	15.87
4	ES539-3	QG24	OCCUS	BAT84	Stockage	19	Ti C	7.1	7.68
5	ES539-4	QH24	OCCUS	BAT84	Stockage	19	Ti C	10	4.42
6	ES539-5	QJ24	OCCUS	BAT84	Stockage	19	Ti C	11.7	6.28
7	ES539-6	QG25	OCCUS	BAT84	Stockage	19	Ti C	2.5	0.91
8	ES538	QH23	INCEND	BAT84	Stockage	19	Ti C	?	?
9	ES538	QG25	INCEND	BAT84	Stockage	19	Ti C	4.2	4.28
10	ES538-1	QF23	INCEND	BAT84	Stockage	19	Ti C	3.8	1.15
11	ES538-2	QG23	INCEND	BAT84	Stockage	19	Ti C	9.6	27.84
12	ES538-4	QJ23	INCEND	BAT84	Stockage	19	Ti C	7.3	3.29
13	ES538-5	QF24	INCEND	BAT84	Stockage	19	Ti C	7.4	1.21
14	ES538-6	QG24	INCEND	BAT84	Stockage	19	Ti C	15.5	37.42
15	ES538-7	QH24	INCEND	BAT84	Stockage	19	Ti C	7.4	15.54
16	ES538-8	QJ24	INCEND	BAT84	Stockage	19	Ti C	2.9	3.58
17	ES540	QF24-QG24	INCEND	BAT84	Stockage	19	Ti C	15.8	23.22
18	ES542	QH24	INCEND	BAT84	Stockage	19	Ti C	5.6	14.13
19	ES646	PL43-PL44	ZREJ	ANT41	Zone de rejet ou de remblai	20	Ti C/D	8.8	?
20	ES623-1	PM45-PN45	FOY	BAT141	Atelier et Habitation	23	Ti D	2	1.37
21	ES623-2	PM45-PN45	FOY	BAT141	Atelier et Habitation	23	Ti D	1.5	0.05
22	ES626	PM43-PN43	FOY	BAT141	Atelier et Habitation	23	Ti D	5.5	21.74
23	ES637	PM42-PN43	FOY	BAT141	Atelier et Habitation	23	Ti D	24	?
24	ES638	PM42-PN43	FOY	BAT141	Atelier et Habitation	23	Ti D	3.2	?
25	ES644	PM42-PN43	FOY	BAT141	Atelier et Habitation	23	Ti D	16.3	?
26	ES647	PF42-PF43	FOY	BAT256.1	Atelier	24	Ti D	19.1	?
27	ES627	PF43	FOY	BAT256.2	Atelier	25	LTB ?	13.2	0.44
28	ES404	PV37	FOS	BAT61	Habitation et Atelier	27	LTD	5.4	4.42
29	ES385	PX36-PY36	FOY	AFC227	Zone spécialisée externe	27	LTD	1.7	146.67
30	ES401	PQ37	FOY	BAT61	Habitation et Atelier	27	LTD	4	165
31	ES402	PQ37	FOY	BAT61	Habitation et Atelier	27	LTD	2.3	64.6
32	ES403	PR38	FOY	BAT61	Habitation et Atelier	27	LTD	3.9	2.8
33	ES405	PR38-PS38	FOY	BAT61	Habitation et Atelier	27	LTD	2.5	60.04
34	ES522	PP35-PP36	INCEND	BAT61	Habitation et Atelier	27	LTD	1.5	6.79
35	ES553-1	PV33	INCEND	BAT61	Habitation et Atelier	27	LTD	1	3.83
36	ES553-2	PV34	INCEND	BAT61	Habitation et Atelier	27	LTD	1.6	1.42
37	ES553-3	PU33	INCEND	BAT61	Habitation et Atelier	27	LTD	0.7	7.22
38	ES553-4	PU34	INCEND	BAT61	Habitation et Atelier	27	LTD	6.6	1.58
39	ES553-5	PT34	INCEND	BAT61	Habitation et Atelier	27	LTD	2.3	0.86
40	ES553-6	PS34	INCEND	BAT61	Habitation et Atelier	27	LTD	3.3	1.61
41	ES553-7	PR34	INCEND	BAT61	Habitation et Atelier	27	LTD	1.35	0.36
42	ES553-8	PQ34	INCEND	BAT61	Habitation et Atelier	27	LTD	1.05	0.52
43	ES554-1	PT34	INCEND	BAT61	Habitation et Atelier	27	LTD	10.7	13.28
44	ES554-2	PS34	INCEND	BAT61	Habitation et Atelier	27	LTD	10.6	3.73
45	ES554-3	PU34	INCEND	BAT61	Habitation et Atelier	27	LTD	7.5	6.05
46	ES554-4	PV34	INCEND	BAT61	Habitation et Atelier	27	LTD	2.25	3.03
47	ES554-5	PR34	INCEND	BAT61	Habitation et Atelier	27	LTD	10.4	25.34
48	ES554-6	PQ34	INCEND	BAT61	Habitation et Atelier	27	LTD	6.5	15.29
49	ES554-7	PP34	INCEND	BAT61	Habitation et Atelier	27	LTD	7.9	16.37
50	ES475	PV33-PW34	INCEND	BAT61	Habitation et Atelier	27	LTD	7.2	8.08
51	ES499	QC32-QD33	INCEND	BAT88	Stockage ou Spécialisée	27	LTD	20.2	121.93

Σ 362.15 909.65

### III. RESULTATE UND DISKUSSION

In den 51 untersuchten Proben konnten insgesamt 14'690 botanische Reste ausgelesen werden, wobei darin 14'325 bestimmbarer Samen und Früchte und 365 nicht weiter identifizierbare Pflanzen (Indeterminata) enthalten waren.

Die zoologischen Reste wurden zwar aussortiert aber nicht in den Text integriert (vgl. Anhang Rohtabelle).

Die 14'325 bestimmten Makroreste konnten in 119 Taxa eingeteilt werden (vgl. Artenliste Anhang). Als Überblick und Vereinfachung wurde die Einteilung in ökologische Übergruppen vorgenommen (vgl. Anhang Rohtabelle).

#### 3.1. Erhaltung der Reste

Die Erhaltung der Reste kann als relativ gut bis mittelmässig bezeichnet werden. Dies widerspiegelt sich auf der einen Seite im tiefen Anteil der Fragmente. Von den 14'325 bestimmten Resten lagen etwas über 10% als Fragmente vor. Auf der anderen Seite zeigt sich dies auch in der niederen Zahl von Indeterminata (lediglich 365).

Die Erhaltung von pflanzlichen Resten in einem für die Konservierung ungünstigen Milieu (= terrestrischen Milieu) verlangt nach einer chemischen bzw. physikalischen Veränderung der Pflanzenreste (Jacomet & Kreuz 1999).

In Gamsen/Waldmatte war das Feuer, das Mittel der Konservierung. Die durch Feuereinwirkung verkohlten Samen und Früchte können von den Mikroorganismen nicht mehr abgebaut werden und bleiben im Sediment erhalten. Eine schnelles Zusedimentieren und konstante Bodenverhältnisse tragen dazu bei, dass sich die Makroreste besser über die Jahrtausende erhalten.

Neben den verkohlten Samen wurden im Probenmaterial auch wenige unverkohlte Reste nachgewiesen. Diese Reste sind rezente Verunreinigungen, die während den Grabungskampagnen aus der Umgebung auf die Grabungsfläche gelangt sind. Da sie unverkohlt waren und oft noch der lebende Inhalt (= Endosperm) vorhanden war, konnten sie leicht von dem fossilen botanischen Material unterschieden werden. Diese rezenten Reste wurden nicht in diese Arbeit einbezogen.

#### 3.2. Funktion der Gebäude aus botanischer Sicht

Aufgrund des vorhandenen Datenmaterials ist es schwierig aus botanischer Sicht den einzelnen Gebäuden eine Funktion zuzuordnen. Nur drei Gebäude sind

mit mehr als einer Probe vertreten (BAT84, BAT141 und BAT61). Als Übersicht werden diese drei Gebäude diskutiert. Als Vergleich wurde in erster Linie die Einteilung der Pflanzenarten in die ökologischen Übergruppen herangezogen.

Wie leicht aus der Fig. 4 ersichtlich ist, sind die beiden Gebäude BAT84 und BAT141 recht ähnlich. Sowohl das Gebäude BAT84 wie auch das Gebäude BAT141 enthalten hauptsächlich Kulturpflanzen und einen grossen Anteil an Unkräuter und Ruderalarten.

Der Unterschied ist in den Funden der Gruppe der Pflanzen aus mageren trockenen Wiesen/Unkraut und Ruderalpflanzen zu suchen. In dieser Gruppe sind die kleinen Samen der Fabaceae (*Trifolium/Medicago/Melilotus*; Trèfle/Luzerne/Méililot) eingeordnet. Diese Pflanzen sind Arten, welche in ihren Wurzelknöllchen lebende Mikroorganismen enthalten, die Stickstoff zu binden vermögen. Damit sind sie in der Lage magere Standorte zu besiedeln oder können wie heutzutage als Bodenverbesserer bzw. Gründüngung eingesetzt werden. Eine solche Gründüngung ist bereits seit mindestens römischer Zeit dokumentiert (A. Kreuz pers. Mitteilung). Diese Gründüngung verlangt aber nach einer hochgradig organisierten, fortschrittlichen römischen Landwirtschaft, was für die dörfliche Siedlungsstelle Gamsen/Waldmatte nicht der Fall war. Solche *Fabaceae* wurden am Wahrscheinlichsten als Grünfütter für das Vieh gesammelt. Die natürlichen Wuchsorte befinden sich interessanterweise vor allem auf der anderen Talseite der Siedlung auf den trockenen und mageren Hanglagen. Es wäre durchaus denkbar, dass die damaligen Bewohner diese Trockenwiesen gemäht und das Mähgut in die Siedlung transportiert haben. Als Lagerungsorte kommen traditionsgemäss eher Gebäude (Scheunen) als Gruben in Frage. Der hohe Anteil an Kulturpflanzen beweist zudem, dass hier Getreide aufbewahrt wurde.

Aus diesen Gründen kann aus archäobotanischer Sicht bezeugt werden, dass das Gebäude BAT84 die Funktion einer Scheune (Grange) und einer Kornkammer (Grenier) innehatte. Die archäologische Interpretation dieses Gebäude als Scheune oder Kornkammer kann daher als Scheune/ Kornkammer (Grange/Grenier) umgedeutet werden.

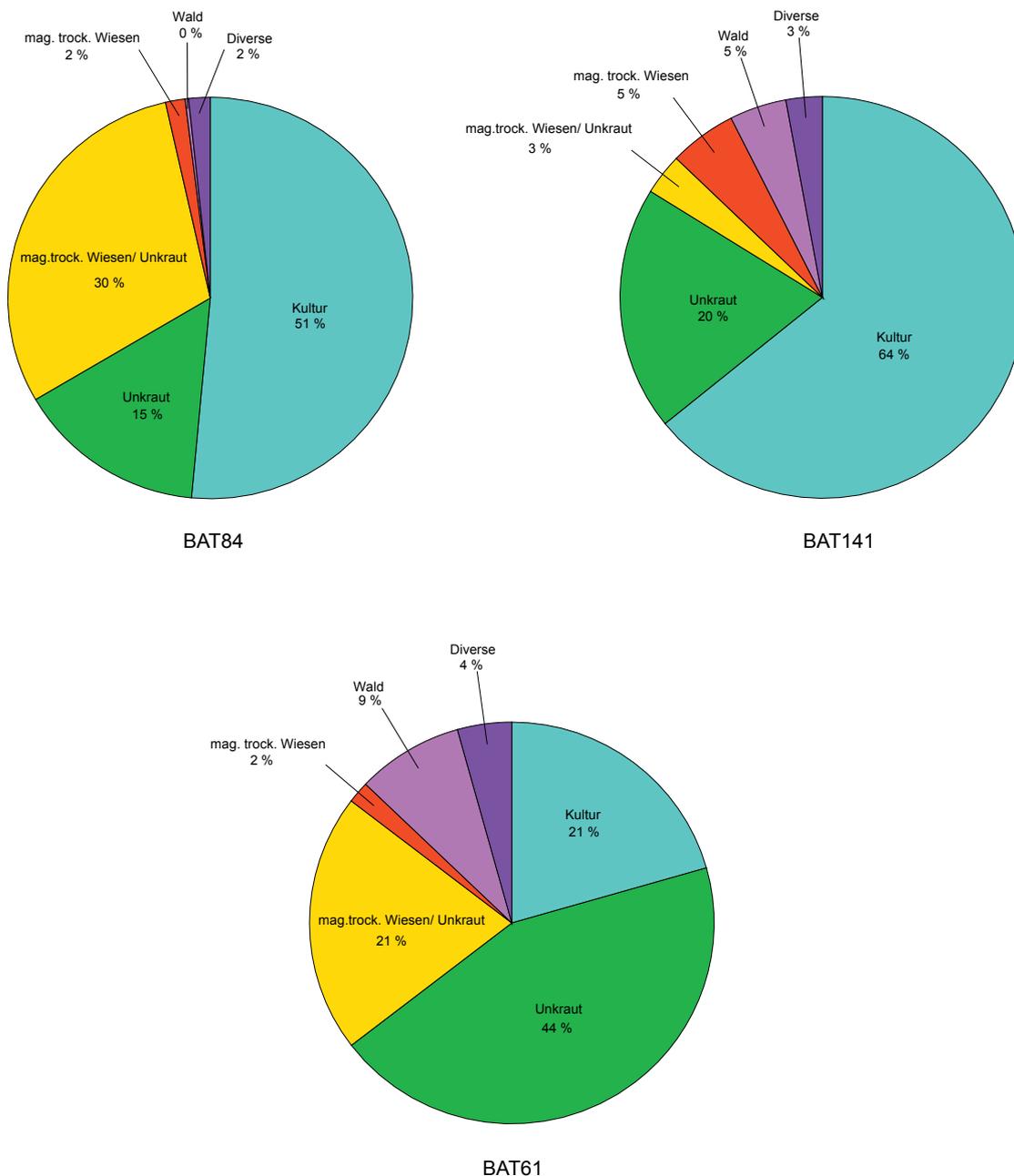
Das Gebäude BAT141 wurde archäologisch als Behausung und Atelier (*habitation et atelier*) interpretiert. Betrachtet man die einzelnen Arten innerhalb der ökologischen Gruppen, komme in diesem Gebäude mindestens 10 verschiedene Kulturpflanzen und mit einer Ausnahme alle Rosenkerfunde (*Rosa spec.*; Rosier) vor. Neben diesen Nahrungsmitteln sind nur wenige Unkrautarten vertreten.

Diese Indizien sprechen dafür, dass an diesem Ort Getreide, Hülsenfrüchte und Hagebutten konsumiert bzw. zum kulinarischen Verzehr vorbereitet wurden. Daher ist das Gebäude BAT141 vielmehr eine Behausung als ein Atelier.

Das Gebäude BAT61 ist nur teilweise mit den zwei anderen Gebäuden vergleichbar. Der Anteil der Unkräuter ist hier enorm hoch und macht fast die Hälfte aller Funde aus. Der Anteil der Arten aus mageren trockenen Wiesen/Unkraut- und Ruderalstandorten liegt mit 21%

recht hoch (vgl. Fig. 4). Hier wurde auch die meisten Reste aus Wald und Hecken gefunden. Der Löwenanteil der Waldpflanzen sind Fragmente der Zapfen von der Föhre (Pin).

Diese Funde (hohe Anzahl Unkräuter, die meisten Waldpflanzen, die wenigsten Kulturpflanzenfunde) sprechen am Ehesten für ein Verarbeitungsort von Pflanzen oder aufgrund der hohen Anzahl der potentiellen Tierfutterpflanzen kann auf eine Scheune (Grange) geschlossen werden. Die erste Interpretation unterstützt die archäologische Auslegung als Atelier.



**Fig. 4.** Verteilung der Anzahl Samen und Früchte in den unterschiedlichen Gebäuden geordnet nach den ökologischen Übergruppen. Kultur = plantes cultivées; Unkraut = végétation compagne des cultures et végétation rudérale; mag. trock. Wiesen/Unkraut = prairies maigres sèches / végétation compagne des cultures et végétation rudérale; mag. trock. Wiesen = prairies maigres sèches; Wald = forêt. BAT84 : NR 4609; BAT141 : NR 483; BAT61 : NR 2060.

### 3.3. Ernährung

Die Bewohner von Gamsen/Waldmatte konnten sicherlich auf ein breites Nahrungsangebot zurückgreifen. Neben unterschiedlichen Fleischprodukten vor allem von den Haustieren aber auch von der Jagd und dem Fischfang (entsprechende zoologische Untersuchungen fehlen leider), standen unzählige pflanzliche Produkte zur Verfügung. Auf der einen Seite wurden Kulturpflanzen angebaut und genutzt. Dies ermöglichte eine gewisse Unabhängigkeit von den natürlich wachsenden Ressourcen. Andererseits wurden aber unzählige wild wachsende Beeren, Früchte, Nüsse und andere Pflanzenteile gesammelt. Alles in allem war aufgrund der Lagerfähigkeit der Kultur- und auch der meisten Sammelpflanzen eine energie-, protein-, fett- und vitaminreiche Ernährung übers ganze Jahr gegeben.

Ein überaus gut erhaltener Vorratsfund konnte für die ältesten eisenzeitlichen Schichten von Gamsen/Waldmatte in der Form des Speichers BAT852 (Phase 4, Tessin A) aufgezeigt werden. In diesen 10'000 nachgewiesenen Kulturpflanzenresten waren sowohl unterschiedliche Getreide als auch diverse Hülsenfrüchte gelagert. Die Gerste (*Hordeum vulgare*; Orge cultivé) war dabei der weitaus häufigste Fund, gefolgt von der Echten Hirse (*Panicum miliaceum*; Millet cultivé), der Linsenwicke (*Vicia ervilia*; Ervilier) und der Kolbenhirse (*Setaria italica*; Millet des oiseaux). Dem gegenüber waren zahlenmässig die Erbse (*Pisum sativum*; Pois), die Ackerbohne (*Vicia faba*; Haricot) und die verschiedenen Weizen weniger gut repräsentiert (Curdy et al. 1993).

Solche Vorratsfunde zeigen nicht nur die Wichtigkeit der einzelnen Kulturpflanzen auf, sondern können aufgrund der darin enthaltenen Unkrautsamen Aussagen über den damaligen Acker ermöglichen. Solche Speicher existierten sicherlich auch in der jüngeren Eisenzeit, doch wurde keine solche enorme Anhäufung von Kulturpflanzen auf der Grabung erfasst.

Der Speicher BAT852 widerspiegelt aber recht gut die Verhältnisse der Kulturpflanzen in den späteren eisenzeitlichen Schichten. Die einzigen Unterschiede liegen darin, dass die Kolbenhirse zahlenmässig vor der Linsenwicke steht und keine Ackerbohne gefunden werden konnte.

#### 3.4.1. Kulturpflanzen

In den Sedimenten von Gamsen/Waldmatte war praktisch jeder vierte Pflanzenfund eine Kulturpflanze. Es wurden somit 18 Arten mit 3'471 Kulturpflanzenreste aufgezeigt. Davon konnte der Grossteil (2'383 Reste) der Periode Tessin C, lediglich 321 Reste der Periode Tessin D, und 767 Reste der Phase La Tène D zugeordnet werden (vgl. Tab. 3).

In Gamsen/Waldmatte sind mit Ausnahme der Ölpflanzen (Lein und Leindotter) alle zur Eisenzeit in der Schweiz angebauten Arten vertreten (vgl. SPM IV, S. 106 Fig. 42). Das Fehlen jeglicher Ölpflanzen in Gamsen/Waldmatte ist vermutlich auf die Erhaltungsbedingungen zurückzuführen.

**Tab. 3.** Die vorgefundenen Kulturpflanzenreste der eisenzeitlichen Proben von Gamsen/Waldmatte. Alle Reste inkl. Fragmente wurden als eins gezählt. ÄG = Ährchengabel, HS = Hüllspelze; Sum = Summe.

	Période			Ti C			Ti D			Σ LT D	Tot	
	Phase			19	20	Σ	23	24	25			Σ
						27						
<b>Cereale</b>												
<i>Hordeum vulgare</i>	Saatgerste	Orge cultivé	1104	1	1105				0	13	1118	
cf. <i>Hordeum vulgare</i>			8		8				0	0	8	
<i>Triticum monococcum</i>	Einkorn	Engrain			0				0	1	1	
<i>Triticum monococcum</i> ÄG	Ärchengabel	Base épillet			0	1			1	2	3	
<i>Triticum dicoccon</i>	Emmer	Amidonnier			0	1			1	0	1	
<i>Triticum</i> cf. <i>dicoccon</i>			1		1				0	1	2	
<i>Triticum dicoccon</i> ÄG	Ärchengabel	Base épillet		1	1	4	1	2	7	4	12	
<i>Triticum</i> cf. <i>dicoccon</i> ÄG					0	4			4	1	5	
<i>Triticum</i> spec.	Weizen	Blé	2		2				0	1	3	
<i>Triticum</i> spec. ÄG	Ärchengabel	Base épillet	2		2	4	1		5	2	9	
<i>Triticum spelta</i>	Dinkel	Epeautre	1		1	2			2	5	8	
<i>Triticum spelta</i> HS	Hülselze	Base épillet			0				0	2	2	
<i>Triticum spelta/dicoccon</i> HS	Emmer/Dinkel	Amidonnier/Epeautre	1		1				0	3	4	
<i>Triticum</i> cf. <i>aestivum</i> s.l.	Saat-/Hartweizen	Froment/Blé dur			0	2			2	1	3	
<i>Secale cereale</i>	Roggen	Seigle	11		11				0	0	11	
cf. <i>Secale cereale</i>			2		2				0	0	2	
<i>Avena sativa</i>	Saathafer	Avoine cultivée	2		2				0	0	2	
<i>Avena</i> spec.	Hafer	Avoine	19		19				0	2	21	
cf. <i>Avena</i> spec.			4		4				0	0	4	
<i>Cerealia</i>	Getreide	Céréales grains	1059	7	1066	7			7	45	1118	
<i>Cerealia</i> Embryo			2		2	1			1	0	3	
<i>Panicum miliaceum</i>	Echte Rispenhirse	Millet cultivé	65		65	31	3		34	271	370	
<i>Setaria italica</i>	Kolbenhirse	Millet des oiseaux	32		32	91	2		93	93	218	
<i>Setaria</i> cf. <i>italica</i>					0				0	1	1	
<i>Setaria/Panicum</i>	Borstenhirse/Hirse	Sétaire/Millet	36		36	140	1		141	283	460	
<b>Hülsenfrüchte - Légumes cultivés</b>												
<i>Lens culinaris</i>	Linse	Lentille comestible	11		11	14	1		15	8	34	
cf. <i>Lens culinaris</i>			9		9				0	5	14	
<i>Pisum sativum</i>	Garten-Erbse	Pois cultivé			0	6			6	1	7	
cf. <i>Pisum sativum</i>				1	1				0	0	1	
<i>Pisum/Vicia</i>	Erbse/Wicke	Pois/Vesce			0	1			1	1	2	
cf. <i>Pisum/Vicia</i>					0				0	1	1	
<i>Vicia ervilia</i>	Linsen-Wicke	Vesce ervilia, Ervilier			0				0	1	1	
<i>Vicia</i> cf. <i>ervilia</i>					0	1			1	0	1	
<b>Früchte, Beeren, Nüsse - Fruits, Baies, Noix</b>												
<i>Vitis vinifera</i>	Weinrebe	Vigne	1		1				0	11	12	
<i>Vitis vinifera</i> brush	Stielchen	Rafle	1		1				0	4	5	
cf. <i>Vitis vinifera</i>					0				0	1	1	
<b>Andere - Autres</b>												
cf. <i>Ocimum basilicum</i>	Basilikum	Basilic			0				0	3	3	
Summe			2373	10	2383	310	9	2	321	767	3471	

## Getreide

In Gamsen/Waldmatte konnten alle für die jüngere Eisenzeit angebauten bzw. genutzten Getreide nachgewiesen werden (Tab. 3). Während der gesamten Eisenzeit war Gerste in Europa sowie in der Schweiz das wichtigste Getreide. So auch in den eisenzeitlichen Schichten der Phasen 19 bis 27 von Gamsen. Betrachtet man die reinen Stückzahlen, ist die Gerste, die am häufigsten genutzte Getreideart (Fig. 6). Dies stellt eigentlich einer der Hauptunterschiede gegenüber der folgenden römischen Epoche in Gamsen/Waldmatte dar, in der die Hirsen den Löwenanteil ausmachen (Mermod 2004). Der hohe Anteil an nicht näher bestimmbar Getreide ist vermutlich ebenfalls Gerste, doch liess die starke Fragmentierung keine sichere Bestimmung zu.

Die andere Mehrheit wird von den Hirsen (*Panicum*, *Setaria*) gehalten. Sie machen zusammen praktisch gleich viel aus wie die Gersten, nämlich 31% aller Getreide. In einer eisenzeitlichen Siedlung in Alle JU war das Hauptgetreide Hirse (Jacquat unpub.). Wie die botanischen Ergebnisse der vorangehenden (Curdy et al. 1993) und der folgende Zeitabschnitte (Mermod 2004) bezeugen, war der Anbau und die Verwertung von Hirsen in Gamsen/Waldmatte in der gesamten Eisenzeit und in römischer Zeit bedeutend.

Der Roggenanbau (*Secale cereale*; Seigle) ist für die Eisenzeit in der Schweiz nicht belegt. Es gibt ausser den unsicher bestimmten Funden der Phase 19 von Gamsen/Waldmatte keine anderen eisenzeitlichen Roggenfunde in der Schweiz. Diese Funde müssen überprüft werden.

Der Roggenanbau scheint wenn überhaupt in der Eisenzeit eher marginal gewesen oder als Unkraut im Hauptgetreide vorgekommen zu sein. Erste handfeste archäobotanische Hinweise über möglichen Roggenanbau stammen aus der Römerzeit auf deutschem Boden.



Die im Probenmaterial bestimmten Haferreste (*Avena spec.*) waren ohne Spelzreste. Zwei Spelzreste (base épillet) liessen aber die sichere Bestimmung von Saathafer in derselben Phase 19 (*Avena sativa*; Avoine) zu. Dies sind die ältesten Nachweise für kultivierten Hafer im Wallis. Andere Saathafer nachweise im Wallis stammen erst aus der römischen Zeit (Jacquat 1998, Mermod 2004). Es ist anzunehmen, dass wie beim Roggen der Hafer in kleinem Rahmen kultiviert wurde oder lediglich als Unkraut auf den Äckern wuchs.

Die Resultate der botanischen Analyse des Phasen 19 bis 27 sind umso interessanter, als dass sie gut die Verhältnisse des Speicherfundes der Phase 4 und auch der römischen Siedlung von Gamsen/Waldmatte widerspiegeln (Curdy et al. 1993, Mermod 2004). Es scheint, dass aus agrartechnischen Gründen vor allem Gersten und Hirsen angebaut wurden, und die anderen Getreidearten wie Einkorn (Engrain), Emmer (Amidonnier), Dinkel (Epeautre), Nacktweizen (Blé nu) und Hafer (Avoine) kaum im grossen Stil genutzt wurden.



**Fig. 5.** Körner von *Hordeum vulgare* (Gerste; Orge) aus den eisenzeitlichen Schichten von Gamsen/Waldmatte (links). Gerste war in der Eisenzeit das wichtigste Getreide in Gamsen/Waldmatte. Getreidefeld aus Gerste von Erschmatt VS (oben).

Stückzahlen von Kulturpflanzen, im Besonderen wenn ihr Korngewicht sehr unterschiedlich ist, kann die Bedeutung der einzelnen Arten über- bzw. unterbewerten. Die Grösse und das Gewicht eines Hirsekorns ist praktisch ein Zehntel von einem Gerstenkorn. Findet man ein Gerstekorn müssten theoretisch 10 Hirsekörner gefunden werden um die gleiche Aussagekraft zu besitzen. Es ist daher oft viel sinnvoller, mit dem Vorkommen der Arten in den Proben zu arbeiten. Als Mass hierzu wird die Stetigkeit in Prozent eingesetzt. Die Prozentzahl gibt an in wie vielen Proben eine Art nachgewiesen wurde. Die Stetigkeit ist somit ein zuverlässigeres Mass für die Wichtigkeit einer Kulturpflanze, vor allem wenn man im Falle wie in den eisenzeitlichen Sedimenten von Gamsen/Waldmatte keine Vorratsfunde entdeckt hat.

In unserem Fall stimmt die Stetigkeit relativ gut mit den Stückzahlen überein und die Gerste und die Hirsen stellen somit die wichtigsten Getreide für die analysierten Phasen dar (vgl. Fig. 7). Nur der Hafer ist noch mit 27% eine häufig in den Proben vorkommende Art, doch konnte morphologisch nicht mit Sicherheit festgestellt werden, ob es sich dabei ausschliesslich um den kultivierten Hafer handelt.

Die anderen Getreidearten scheinen nur eine untergeordnete Bedeutung zu haben, was wiederum mit dem Vergleich anderer Siedlungen in der Schweiz ziemlich gut übereinstimmt (SPM IV S. 106, Fig. 42).

Fig. 6. Prozentuale Verteilung der einzelnen Getreide aller Schichten der Phasen 19 bis 27. Das Hauptgetreide wird von der Gerste und den Hirsen gestellt.

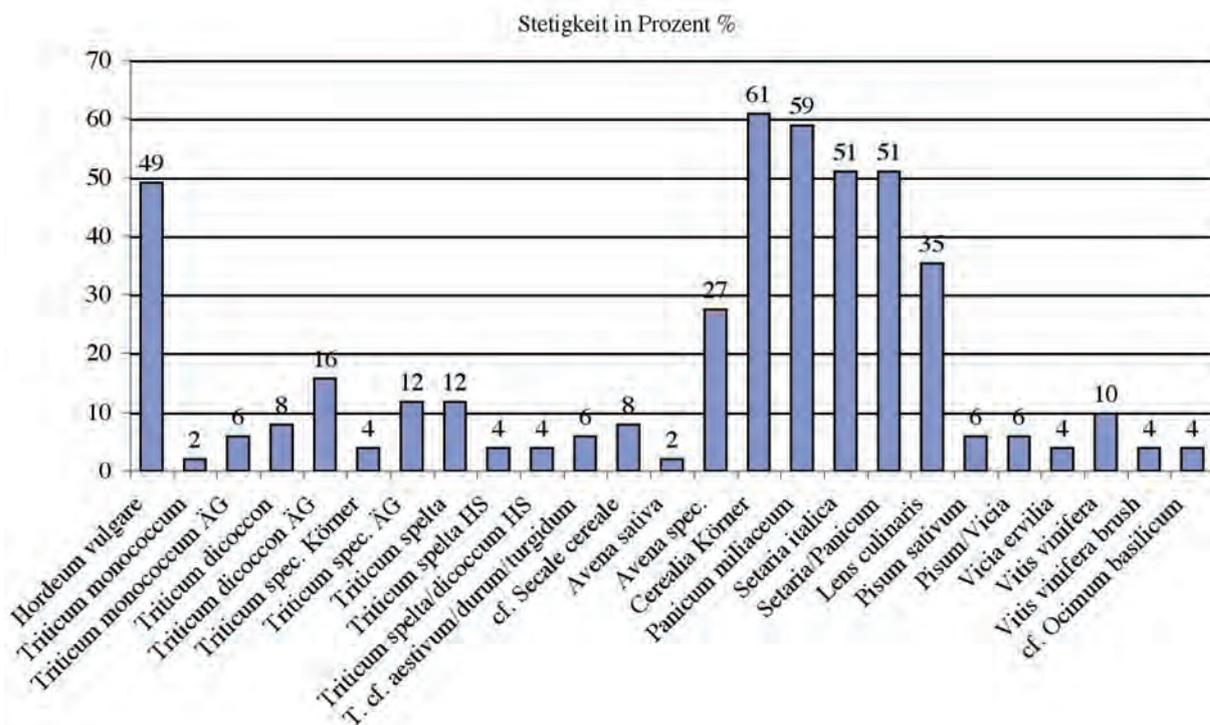
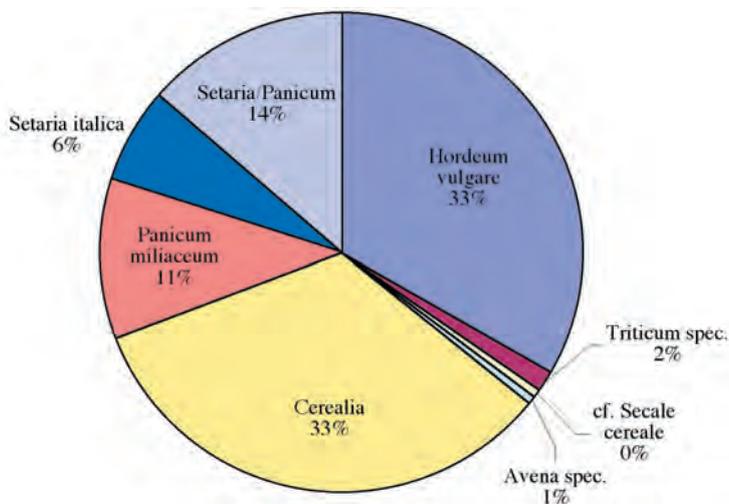


Fig. 7. Stetigkeit (in %) der nachgewiesenen Kulturpflanzen der Phasen 19 bis 27 von Gamsen/Waldmatte. HS = Hüllspelze; AG = Ährchengabel; cf. = ähnlich.

## Ölpflanzen

Schlaf-Mohn und Lein gehörten seit dem Neolithikum neben dem Getreide zu den wichtigsten Energie- und Baustofflieferanten für den Menschen. Seit der Bronzezeit ergänzt der Leindotter (*Camelina sativa*; Caméline) das Ölpflanzenspektrum. Die Samen dieser Arten enthalten neben Proteinen, gesättigten Fettsäuren und diversen Ölen auch die lebenswichtige Linolsäure. Ölpflanzen sind daher für eine gesunde Ernährung lebensnotwendig.

Im Probenmaterial von Gamsen/Waldmatte konnten keine Ölpflanzen aufgezeigt werden. Dies hängt sicherlich mit den Erhaltungsbedingungen zusammen. Leindotter und Lein (*Linum usitatissimum*; Lin cultivé) konnten nur in der Schweiz in zwei latènezeitlichen Siedlungen (Orbe VD und Alle JU) nachgewiesen werden (SPM IV S. 106, Fig. 42).

Die Erhaltung von Ölpflanzen ist in der Schweiz für die Eisenzeit folglich nur unter ganz besonderen Umständen gegeben. Ihr Fehlen im Untersuchungsmaterial von Gamsen/Waldmatte beweist somit nicht, dass sie nicht genutzt wurden, sondern dass sie in der Trockenbodenerhaltung nicht überdauern konnten. Erst ab der Römerzeit sind Pollenfunde von Ölpflanzen (vor allem Lein) für das Wallis belegt. Weitere Pollenuntersuchungen könnten das Vorhandensein von Ölpflanzen in der Eisenzeit beweisen.

## Hülsenfrüchte

In den untersuchten Proben konnten lediglich 61 Hülsenfrüchte nachgewiesen werden (Tab. 3). Gesichert sind die Funde der Linse (*Lens culinaris*; Lentille), der Erbse und der Linsenwicke. Es fehlt lediglich die Ackerbohne, die zu erwarten wäre, da sie bereits in den älteren Schichten von Gamsen/Waldmatte auftreten (Curdy et al. 1993) und aus anderen jüngeren Siedlungsstellen in der Schweiz bekannt sind (Alle JU, Basel Gasfabrik BS).

Hülsenfrüchte sind dank ihrem hohen Kohlenhydrat- und Eiweissgehalt nicht nur ein wertvolles Nahrungsmittel, sondern sie haben agrartechnisch eine grosse Bedeutung. Sie haben die Fähigkeit, mit bestimmten Rhizobium-Bakterien eine Symbiose einzugehen und dadurch Luftstickstoff in ihren Wurzelknöllchen im Boden zu binden. Damit vermögen sie auch auf nährstoffarmen Böden zu gedeihen und tragen entscheidend zur Bodenverbesserung bei. Hülsenfrüchte sind daher sehr gut als Vorfrucht geeignet.

Interessanterweise sind die Funde für Hülsenfrüchte für die ältere Eisenzeit über die Schweiz gesehen viel häufiger als in der jüngeren Eisenzeit. Dies widerspiegelt sich auch in Gamsen/Waldmatte.

## Früchte, Beeren, Nüsse

In den eisenzeitlichen Sedimenten von Gamsen/Waldmatte wurden ausser Traubenkerne keine angebauten Früchte, Beeren und Nüsse gefunden. Die meisten Traubenkerne (*Vitis spec.*; Vigne) wurden in den Sedimenten von La Tène finale vorgefunden.

Es stellt sich immer wieder die Frage, ob es sich bei archäologisch gefundenen Weinkernen um die Wildform oder die kultivierte Form handelt. Von den Kernen her lassen sich diese beiden Formen *Vitis sylvestris* und *Vitis vinifera* nicht unterscheiden (Jacquat und Martinoli 1999). Im Wallis ist sogar noch heute die Wildform (*Vitis sylvestris*) in feuchten Uferwäldern vorhanden, was früher nicht anders war.

Für die römische Zeit ist der Anbau von Wein für Gamsen/Waldmatte bewiesen (vgl. Mermod 2004). Es würde daher nicht erstaunen, wenn bereits früher in Gamsen/Waldmatte zumindest Rosinen oder Weintrauben konsumiert, vielleicht sogar angebaut wurden.

In den Schichten der Phasen 19 und 27 wurden die typischen Stielchen (= rafles) der kultivierten Traube nachgewiesen; diese Stielchen fehlen bei der Wildform. Im Gegensatz zu den römischen Untersuchungen fehlen uns aber die Holzkohlefunde der Weinrebe sowie die Pollen. Es kann daher nicht sicher behauptet werden, ob bereits vor den Römern in Gamsen/Waldmatte Weinbau betrieben wurde. Es ist aber gesichert, dass bereits in der Eisenzeit kultivierte Trauben in welcher Form auch immer in Gamsen/Waldmatte vorhanden waren.

Als weitere Kulturpflanze für die Eisenzeit ist in zukünftigen eisenzeitlichen Grabungen der Apfel zu erwarten.

### 3.4.2. Sammelpflanzen

Obwohl die damaligen Bewohner einen Grossteil ihrer Ernährung über den Ackerbau und die Viehwirtschaft deckten, blieben die seit Jahrtausenden ausgeführten Sammeltätigkeiten unentbehrlich. Das Sammeln wild wachsender Pflanzen deckte nicht nur eine abwechslungsreiche Facette der Ernährung mit Beeren, Früchten und Nüssen ab, sondern erfüllte auch den Bedarf an Heil-, Färbe-, Faser-, Bastpflanzen, Brennmaterial sowie Futter für die Haustiere.

Praktisch jede in Gamsen/Waldmatte nachgewiesene Pflanze lässt sich irgendwie nutzen. Das man diese Pflanzen auch tatsächlich gesammelt und genutzt hat, wurde in verschiedenen ethnografischen Studien aufgezeigt (z.B. Maurizio 1932; Bircher 1981; Willerdig 1983).

## Früchte, Beeren, Nüsse

Die Pflanzenreste derjenigen Arten, die wegen ihren Beeren, Früchten, Nüssen oder Samen gesammelt wurden, sind aufgrund ihrer günstigeren Erhaltung besser im Probenmaterial vertreten. Pflanzenarten für Gemüse, Salate, Gewürze oder medizinische Zwecke werden in der Regel vor der Samenreife geerntet oder es werden weniger gut konservierbare Teile wie Stiele, Blätter und Wurzeln verwendet. Ihr Nachweis ist somit im archäobotanischen Kontext schwieriger zu erbringen. Wie bereits erwähnt, ist in einem terrestrischen Milieu die Erhaltungsbedingungen nicht ideal. Daher fehlen vermutlich viele Sammelarten in den botanisch untersuchten Proben. Auch wurden lediglich nur zwei Schalenfragmente von Haselnuss (*Corylus avellana*; Noisetier), 13 Samen der Hagebutte (*Rosa spec.*; Rosier), zwei Nüsschen der Himbeere (*Rubus ideaus*; Framboisier) gefunden (vgl. Rohtabelle).

Als weitere wichtige Sammelart fehlt die Eiche. Eicheln werden seit alters her für die tierische und menschliche Ernährung genutzt. Dass bereits seit dem Neolithikum in dieser Gegend Eicheln genutzt wurden, zeigen die verkohlten Eichelfunden in dem Silo der 2002 durchgeführten Grabung neben dem Schulhaus in Bitsch VS (eigene Beobachtung).

Als häufigste Sammelart überhaupt wurde der Schwarzer Nachtschatten (*Solanum nigrum*; Morelle noire) mit 245 Nachweisen in 67% der Proben bestimmt. Diese Art ist auf den Feldern als einjähriges Hackfruchtunkraut oder auch an stickstoffreichen ruderalen Standorten anzutreffen. Da sie als Medizinpflanze Verwendung findet und ihre Früchte essbar sind (Couplan 1983), wäre ein gezieltes Sammeln denkbar. Aufgrund der hohen Konzentrationen in den Proben kann auf ein bewusstes Sammeln geschlossen werden.

Alle anderen Sammelarten sind entweder nicht oder sehr selten im Probenmaterial vertreten. Als seltene Funde in den eisenzeitlichen Schichten von Gamsen/Waldmatte gelten der Schwarze/Rote Holunder (*Sambucus nigra/racemosa*; Sureau noir/à grappes) und Zapfenteile der Föhre (*Pinus*; Pin), deren Samen essbar sind.

Auch wenn die Sammelpflanzen hier im Probenmaterial relativ schwach repräsentiert sind, sollte kein falsches Bild entstehen. Sammelpflanzen sind erst in der Neuzeit für uns Menschen unwichtig geworden. Zu allen Zeiten deckten sie einen wichtigen Teil des Nahrungsbedarfs, besonders in einem ländlichen Dorf. Häufig dienten die Sammelpflanzen dem direkten Konsum oder wurden anders als die Kulturpflanzen aufbewahrt.

## Gemüse, Salate, Gewürze, Medizin- und Färbepflanzen

Die Bedeutung dieser wild wachsenden Nutzpflanzen ist mittels samenanalytischen Studien schwierig zu erfassen (siehe oben). Leichter gelingt ihr Nachweis mit Hilfe pollenanalytischer Methoden, weil diese Pflanzen oft zusammen mit ihren Blüten in die Siedlung eingebracht wurden. Leider war die Erhaltung der Pollen in Gamsen/Waldmatte nicht günstig und die Bestimmung der Pollen dementsprechend schwierig. Wir können uns daher nur auf die Makroreste stützen.

Es konnten folgende Arten nachgewiesen werden:

- Mohrrübe (*Daucus carotta*; Carotte);
- vermutlich Dost (cf. *Origanum vulgare*; Origan vulgaire), der noch heute zum Würzen von Speisen verwendet wird;
- verschiedene Ampfer-Arten (*Rumex spec.*; Rumex);
- unterschiedlichen Gänsefuß- (*Chenopodium spec.*; Chénopode) und Knöterich-Arten (*Polygonum spec.*; Renouée), welche als Salate Verwendung finden;
- Färbermeister (*Asperula tinctoria*; Aspérule des teinturiers) zum Färben;
- usw.

Beinahe alle nachgewiesenen Pflanzenarten lassen sich medizinisch verwenden (u.a. Braun & Frohne 1994; Rätsch 1995; Brüscheweiler 1999).

### 3.5. Umgebung von Gamsen/Waldmatte

Seit dem Rückzug der Gletscher im Wallis beteiligte sich der Mensch aktiv an der Gestaltung der Landschaft. Mit zunehmendem Fortschritt hat der Mensch immer einen stärkeren Einfluss auf unsere Umgebung bis zum heutigen Tag genommen. Heute können wir die Geschichte unseres 10'000 Jahr alten Verhaltens der Natur gegenüber ablesen.

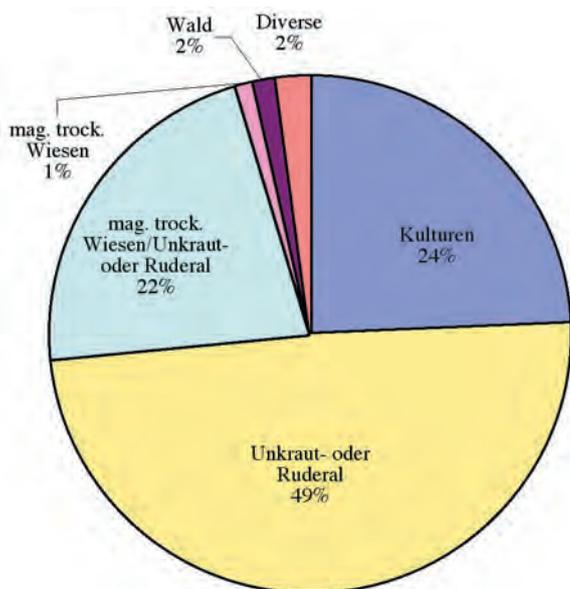
Eine Rekonstruktion der Umgebung ist immer ein interdisziplinäres Projekt und konnte in dieser Arbeit nur in einem beschränkten Rahmen durchgeführt werden. Die archäologischen Ergebnisse, die Palynologie, die Geologie, die Archäologie aber auch die Ethnologie helfen den Menschen im Gefüge seiner Umwelt darzustellen.

Für die vorliegende Arbeit wurden die nachgewiesenen Taxa in ihre entsprechenden sozio-ökologischen Übergruppen nach Lauber & Wagner (1996) eingeteilt. In Fig. 8 ist ersichtlich, dass mindestens drei Viertel aller Pflanzenfunde aus anthropogen beeinflussten Standorten stammt. Die Tendenz, die Landschaft nachhaltig zu verändern hat ihren Ursprung im Neolithikum und wird in der Eisenzeit fortgesetzt.

Auf der einen Seite haben wir die Kulturpflanzen und die damit zusammenhängenden Unkräuter (Kulturen 24%, Unkraut und Ruderal 49%). Viele zu den Unkräutern gestellten Arten können auch als wichtige Sammelpflanzen (vgl. Kap. Sammelpflanzen) genutzt werden. Der hohe Anteil von 22% in der Gruppe „Pflanzen magerer, trockener Wiesen/Unkraut- oder Ruderalpflanzen“ ist vor allem den Funden von *Trifolium/Medicago/Melilotus* zuzuschreiben. Die übrigen Kategorien sind unbedeutend, können aber interessante Hinweise bezüglich Nutzung und Zusammensetzung der Umgebung enthalten.

In der Kategorie „Diverse“ sind alle meist wegen der schlechten Erhaltung nicht weiter bestimmbare Reste zusammengefasst. Sie werden hier nicht berücksichtigt.

Es ist bereits sehr einfach ableitbar, dass wir es mit einer sehr offenen Landschaft zu tun haben und Wälder und Gebüsche in der näheren Umgebung eine untergeordnete Rolle spielten. Dies ist verglichen mit dem heutigen Bild der Umgebung recht verschieden, da wir doch direkt hinter dem Siedlungsareal im aufsteigenden Gelände viel Wald und Hecken vorfinden.



## Unkraut- oder Ruderalpflanzen

Hierher wurden die stark anthropogen geförderten und von Mensch und Tier abhängigen Pflanzen-Vergesellschaftungen gestellt. Dazu zählen die Ackerbegleitflora und die Ruderalgesellschaften. Beide zeigen in erster Linie den starken Landschaft verändernden Einfluss des Menschen.

Diese Gruppe ist anteilmässig am besten vertreten (Fig. 8). Insgesamt konnten 50 Taxa mit 7'040 Reste nachgewiesen werden (siehe Anhang Rohtabelle). Am auffälligsten sind die verschiedenen Gänsefuss-Taxa (*Chenopodium*), welche mit einer hohen Stetigkeit und zwei Drittel aller Unkräuter- oder Ruderalarten vertreten sind. Diese Arten sind sowohl als Ackerbegleiter bekannt aber auch als Ruderalart auf frisch aufgeschütteten Böden. *Chenopodium*-Arten vermögen sehr schnell vegetationsfreie Flächen wie z.B. Gärten zu besiedeln und können binnen einiger Wochen manns-hohe Pflanzen entwickeln falls nicht regelmässig gejätet wird.

Die vielen Hirsenunkräuter (*Digitaria ischaemum*, *Setaria glauca*, *Setaria verticillata/viridis*, *Echinochloa crus-galli*, usw.) stimmen gut mit den häufigen Funden der kultivierten Hirsen überein. Der Vergleich mit den experimentellen Anbauversuchen von der Echten Hirse und vom Roggen in Gamsen/Waldmatte (Lundström-Baudais et al. 1992-1994) zeigen mehrere gemeinsame Arten mit dem archäobotanischen Material der eisenzeitlichen Schichten auf. Auf die übrigen Arten wird im speziellen nicht weiter eingegangen, weil sie ein sehr ähnliches Spektrum aufzeigen, wie es bereits seit dem Neolithikum bekannt ist (vgl. Mermod 2000).

**Fig. 8.** Verteilung der botanischen Reste der Schichten der Phasen 19 bis 27 von Gamsen/Waldmatte in den unterschiedlichen Pflanzengruppen nach Lauber & Wagner (1996). Kultur = plantes cultivées; Unkraut = végétation compagne des cultures et végétation rudérale; mag. trock. Wiesen/Unkraut = prairies maigres sèches/végétation compagne des cultures et végétation rudérale; mag. trock. Wiesen = prairies maigres sèches; Wald = forêt.

## Wiesen

Wiesenelemente sind mit weniger Taxa vertreten als die Unkraut- oder Ruderalpflanzen doch nehmen sie mit 22% der Gesamtfundzahl eine wichtige Stellung ein.

Fettwiesen sind lediglich mit vier Arten und insgesamt 27 Nachweisen vertreten. Es kann daher nicht von eigentlichen Fettwiesen in der näheren Umgebung gesprochen werden. Hingegen sind Pflanzen magerer, trockener Wiesen sehr häufig und sogar noch heute auf der gegenüberliegenden Talseite verbreitet. Am erstaunlichsten sind hier die Funde der kleinen Hülsenfrüchte (*Trifolium/Medicago/Melilotus*), welche in drei von vier Proben mit 3'129 Resten nachgewiesen wurden. Diese wurden in beide Kategorien ‹ Pflanzen magerer, trockener Wiesen › und ‹ Unkraut und Ruderalpflanzen › gestellt, weil die Bestimmung nicht detaillierter erfolgte und demnach auch beide Kategorien in Frage kommen.

Spätestens ab der Eisenzeit ist mit dem Beginn des Übergangs von einem extensiven (Wald-) Weidebetrieb zur traditionellen Wiesenwirtschaft mit Grasschnitt zu rechnen (vgl. SPMIV, S. 110). Der erste Hinweis von Heu stammt aus einer hallstattzeitlichen Grube aus dem Rheinland (Knörzer 1973).

Die Funde der kleinen Hülsenfrüchte von Gamsen/Waldmatte stammen daher vermutlich aus mageren, trockenen Wiesen und wurden als Viehfutter verwendet. Es konnte aber auch anderes Futter in Form von Laub, Stroh oder gar Dreschresten oder Kulturpflanzen verwendet worden sein.

Diese Trockenwiesenstandorte befanden sich teilweise direkt hinter dem Siedlungsareal, auf dem Plateau von Ried-Brig oder eventuell auch auf der anderen Talseite.

## Wälder

Die Kategorie Wälder enthält auch Gebüsch und Hecken. Diese Gruppe macht mit 9 Taxa und mit 216 Nachweisen lediglich 1,5% der Gesamtfunde aus. Aus den Wäldern, Gebüsch und Hecken werden normalerweise die meisten Sammelpflanzen rekrutiert. Wie bereits angedeutet, wurden nur wenige Sammelpflanzen mit geringen Stetigkeiten nachgewiesen. Die Wälder wurden in der Umgebung vermutlich in erster Linie für die Holzgewinnung stark genutzt und zurückgedrängt.

Eine der Hauptholzarten war aufgrund der Funde sicherlich die Waldöhre (*Pinus sylvestris*), welche sich in den Steillagen oberhalb der Siedlung erhalten haben. Gebüsch und Hecken waren wahrscheinlich vereinzelt in den Wiesen und Weiden anzutreffen.

Die Landschaft derart aufzulichten schafft nicht

nur neue Ackerflächen und Weidegründe sondern birgt auch grosse Probleme in sich. Ein Hauptproblem liegt vor allem in den Hanglagen hinter der Siedlung und der damit verbundenen Erosionsgefahr. Bei starker Neigung des Geländes und ohne Rückhalt des Erdreiches mit Baum- und Gebüschwurzeln gelangt ein Hang ins Rutschen. Diese Übernutzung mag einer der Gründe sein, warum die Siedlung mehrmals von Schuttmassen überdeckt wurde.

## Sumpf- und Wasserpflanzen

Die geringe Häufigkeit und Stetigkeit der beiden Sumpf- und der einzelnen Wasserpflanze (siehe Anhang Rohtabelle) weisen eher auf vereinzelte feuchte bis nasse Stellen hin. Aussagen von Einheimischen, dass der Talgrund vor den Rhonekorrekturen ein sumpfiges unwirtliches Land gewesen sein soll, kann hier nicht bestätigt werden.

Feuchte Stellen könnten sich auch innerhalb des Dorfes (z.B. an einem Dorfbach) oder im Talgrund in der eigentlichen Rhoneebene befunden haben. Inwieweit in der Umgebung von Waldmatte Feuchtbiootope existieren, kann aufgrund der schlechten Erhaltung der Pollen nicht näher eingegangen werden. Die meisten dieser Pflanzen sind vermutlich im sporadisch überschwemmten Bereich unterhalb der Siedlung gediehen.

## 3.6. Vergleich der eisenzeitlichen Schichten von Gamsen/Waldmatte

Es stellt sich die Frage, ob aus botanischer Sicht Unterschiede in den von den Archäologen festgesetzten Zeitabschnitten auszumachen sind. Wie wir im Kapitel 1.2 gesehen haben, war das Klima zur Besiedlungszeit abgesehen von einzelnen Kälteeinbrüchen günstig für die Landwirtschaft und die Viehzucht.

Es wäre aufschlussreich die botanischen Daten mit den Kälteeinbrüchen (Übergang LT A zu LT B) in Verbindung bringen zu können. Die Besiedlungsphasen 19 bis 24 und 27 liegen genau vor und nach einem stärkeren Kälteeinbruch. Es ist vielleicht kein Zufall, dass die Archäologie hier einen Bruch in der Besiedlungsphase bzw. eine Änderung der Lebensgewohnheiten festgestellt hat, die sich in den Fundgegenständen zwangsläufig niederschlagen. Die Hypothese setzt sich immer mehr durch, dass Klimaänderungen weltweit eine treibende Kraft für Kulturveränderungen waren (vgl. z.B. Maise 1998).

Wie könnten die Menschen in Gamsen/Waldmatte auf Schlechtwetterperiode reagieren? Sie könnten in tiefere Lagen oder nach Süden auswandern. Da sie bewiesener Massen an Ort und Stelle blieben, konnten nur eine Anpassung der produzierenden Wirtschaft und

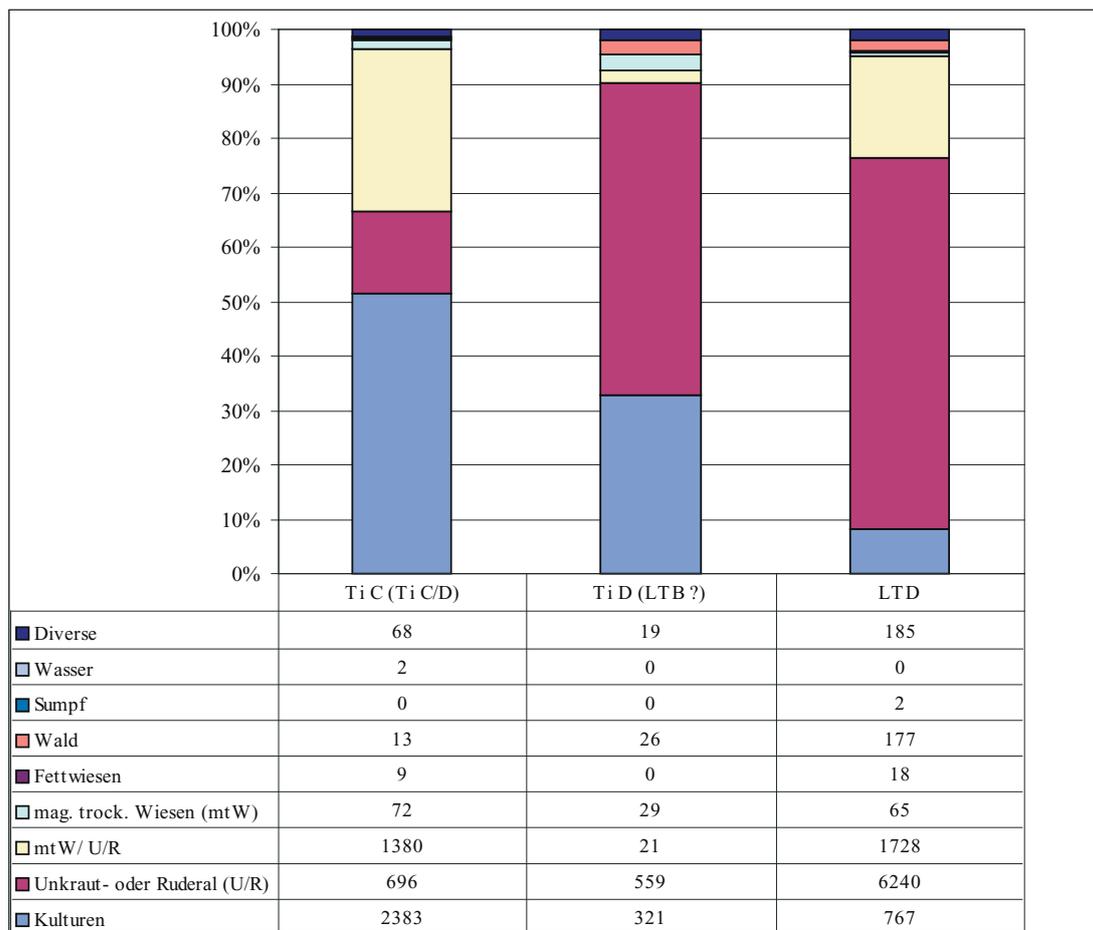


Fig. 9. Verteilung der Pflanzengruppen in den unterschiedlichen Schichten von Gamsen/Waldmatte.

der Sammel- und Jagdtätigkeit erfolgen. Leider liegen keine ausführlichen palynologischen und archäozoologischen Untersuchungen in der Gegend vor, welche uns hier weiterhelfen würden. Einzig die vorgefundenen Makroreste können hier Aufschluss geben. Da wir es in den unterschiedlichen Zeitepochen mit verschiedenen Probenzahlen zu tun haben und die einzelnen Zeitabschnitte oft nur durch Proben aus einem einzigen Haus repräsentiert sind, müssen die folgenden Ergebnisse mit Vorsicht genossen werden.

Im Lauf der Zeit nehmen die Anzahl der Kulturpflanzen ab und die Menge der Unkräuter zu (vgl. Fig. 9). Die Anzahl der Pflanzen aus mageren trockenen Wiesen/Unkraut- und Ruderalarten variieren stark. Ansonsten gibt es zwischen den einzelnen Perioden kaum unterschiede.

Interpretiert man diese Grafik (Fig. 9) müsste man schliessen, dass die Felder in der späteren Eisenzeit zunehmend verunkrautet und der Ertrag an Kulturpflanzen dementsprechend zurückgeht. Demgegenüber gibt es für die Fütterung der Tiere (kleine *Fabaceae*) keine Probleme. Zieht man die archäologische Interpre-

tation und die Aussagen aus Kap. 3.2 hinzu, stellt man fest, dass wir es mit vier unterschiedlichen Funktionseinheiten (BAT84 = Bâtiment de stockage, BAT141 = Atelier et habitation, BAT61 = Habitation et atelier, BAT88 = Bâtiment de stockage ou spécialisé) zu tun haben. Es drängt sich zudem auf das Gebäude BAT61 aufgrund der hohen Anzahl Unkräuter und der wenigen Kulturpflanzen als Verarbeitungsort für Kulturpflanzen (bzw. Atelier) oder aufgrund der hohen Anzahl der *Trifolium/Medicago/Melilotus* als Stall (Grenier) zu bezeichnen. Aufgrund der unterschiedlichen Probenwahl ist daher nur eine funktionelle aber keine zeitliche Abstufung der archäobotanischen Ergebnisse möglich.

#### IV. PERSPEKTIVEN

Die archäobotanische Forschung steckt im Wallis noch in den Kinderschuhe. Die einzige ausführliche Arbeit stammt von den römischen Sedimenten von Gamsen/Waldmatte. Auf Grund von Budgetkürzungen von 60% könnte die Interpretation der vorliegenden Arbeit über frühen eisenzeitlichen Sedimenten von Gamsen/Waldmatte nicht bis zum Ende gebracht werden. Die geleistete Arbeit und die ausführliche Roh-tabelle erlaubt aber auch zu einem späteren Zeitpunkt diese Interpretation fortzusetzen. Folgenden Fragen wurden durch dieses Projekt aufgeworfen:

- Wann begann der Roggenanbau tatsächlich? Präzise Pollenanalysen wären hier erforderlich.
- Was waren die Hauptholzarten? Holzkohleanalysen wären erforderlich.
- Wurde der Wein vielleicht schon in der Eisenzeit im Wallis angebaut? Pollenanalysen und weitere archäobotanische Untersuchungen im Wallis sind erforderlich.
- Welche wild wachsenden Sammelpflanzen haben unsere Vorfahren genutzt?
- Wie sah die Landschaft in der Eisenzeit aus?
- Welche Hauptunterschiede können wir in den drei Hauptepochen (Hallstatt, La Tène, Römerzeit) feststellen?

Es müssen mehr Proben aus der Eisenzeit botanisch untersucht werden, damit nicht nur einzelne Gebäude in den verschiedenen Epochen miteinander verglichen werden können, sondern die Zeitabschnitte selbst.

Im Beispiel von Gamsen/Waldmatte konnte der älteste Beweis für Saathafer im Wallis aufgezeigt werden. Um die überaus interessante Fundstelle von Gamsen/Waldmatte positionieren zu können, müssen weitere interdisziplinäre Arbeiten im Bereich der Archäobiologie unternommen werden. Das Referenzwerk der Eisenzeit für die Schweiz SPM IV hat die Lücken in der Schweiz aufgezeigt. An archäologischen Fundstellen, an Bodenproben und an Fragestellungen fehlt es nicht.

Das wichtigste ist der Vergleich der drei Hauptepochen in Gamsen/Waldmatte. Für das Ende der älteren Eisenzeit bis zur römischen Epoche verfügen wir nun über ausführliche Daten. Es fehlen die Daten der frühen älteren Eisenzeit und besonders der spektakulären Speicherfunde BAT852 von Gamsen/Waldmatte, welche von Karen Lundström-Baudais aus Besançon bearbeitet werden. Hier müssen Anstrengungen unternommen werden um wenigstens das Pflanzenmaterial zu retten.

Es wäre vom wissenschaftlichen Standpunkt aus gesehen notwendig, die Bodenproben von z.B. Oberstalden VS zu analysieren und mit Gamsen/Waldmatte zu vergleichen. Eine Studie der botanischen und zoologischen Resten in den entnommenen Bodenproben würde in dieser reichhaltigen Fundstelle sehr aufschlussreich sein, vor allem im Zusammenhang mit Gamsen/Waldmatte.

## V. VERWENDETE LITERATUR

- Bircher, R. (1981) Ursprung der Tatkraft. Beiträge zur Ernährungsgeschichte der Schweiz. Deukalion-Verlag, Erlenbach-Zürich.
- Braun H. und Frohne D. (1994) Heilpflanzenlexikon. Wirkung, Verordnung, Selbstmedikation. 6 ed. Stuttgart: Gustav Fischer.
- Brüschweiler S. (1999) Plantes et Savoirs des Alpes. L'exemple du val d'Anniviers. Sierre: Editions Monographic SA
- Couplan, F. (1983) Le Régéal Végétal. Plantes sauvages comestibles. Debard, Paris.
- Curdy Ph., Mottet M., Nicoud C., Baudais D., Lundström-Baudais K. & Moulin B. (1993) Brig-Glis/Waldmatte, un habitat alpin de l'âge du Fer. Fouilles archéologiques N9 en Valais. Archäologie der Schweiz, 16, 138-151.
- Gross-Klee E. & C. Maise (1997) Sonne, Vulkane und Seeufersiedlungen. Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte 80: 85-94.
- Jacomet S. & Kreuz A. (1999) Archäobotanik. Aufgaben, Methoden und Ergebnisse vegetations- und agrargeschichtlicher Forschung. Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart.
- Jacquat C. (1998) Sion, Sous-le-Scex est (Valais, CH). Analyses carpologiques. Geobotanisches Institut ETHZ, Zürich.
- Jacquat C. and Martinoli, D. (1999) *Vitis vinifera* L.: wild or cultivated? Study of the grape pips found at Petra, Jordan; 150 B.C. A.D. 40. *Vegetation History and Archaeobotany* 8: 25-30.
- Knörzer, K.-H. (1973) Naturwissenschaftliche Untersuchungen an einer späthallstattlichen Fundstelle bei Langweiler, Kreis Düren – Die pflanzlichen Grossreste. *Bonner Jahrbücher* 173, 301-315.
- Lauber K. & Wagner G. (1996) *Flora Helvetica*. 1/Ed. Haupt, Bern.
- Lundström-Baudais K., Rachoud-Schneider A.-M., Baudais D., Nightengale A. & Jacquot K. (1992-1994) Les Millets: Recherche ethnobotanique et culture expérimentale. Brig-Glis 'Waldmatte', Valais, CH. Laboratoire de Chrono-Ecologie de Besançon (France), Besançon.
- Maise Chr. (1998) Archäoklimatologie - Vom Einfluss nachezeitlicher Klimavariabilität in der Ur- und Frühgeschichte. *Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte* 81: 197-235.
- Maurizio A., (1932) *Histoire de l'alimentation végétale depuis la préhistoire jusqu'à nos jours*. Paris: Payot
- Mermod O. (2000) Die Endneolithische Seeufersiedlung Saint-Blaise/Bains des Dames NE. Botanische Untersuchungen zur Vegetation, Landwirtschaft und Ernährung in der Auvernier cordé-Kultur (2640- 450 BC). Dissertation ETH13705
- Mermod, O. (2004) Archäobotanische Untersuchungen der römischen Sedimente von Gamsen/Waldmatte VS (ca. 30 BC – 400 AD). Landwirtschaft, Ernährung, Vegetation und Dorfleben. In : Paccolat O. (coordination) (2004) Gamsen, époque historique. Chantier autoroute A9 : Fouilles archéologiques 1987-1999. Rapport final (février 2004). Volume 2, Sciences naturelles et analyses spécialisées. Sion, TERA Sàrl, Travaux, Etudes et Recherches Archéologiques, 81 p.
- Rätsch Chr. (1995) Heilkräuter der Antike in Ägypten, Griechenland und Rom. Mythologie und Anwendung einst und heute. München: Diederichs.
- Schibler J., Hüster-Plogmann H., Jacomet S., Brombacher Chr., Gross-Klee E. und Rast-Eicher A., 1997 Ökonomie und Ökologie neolithischer und bronzezeitlicher Ufersiedlungen am Zürichsee. Vol. 20, Zürcher Denkmalpflege, Archäologische Monographien. Zürich: Direktion der öffentlichen Bauten des Kantons Zürich, Hochbauamt, Abteilung Kantonsarchäologie.
- Willerding U. (1983) Paläo-ethnobotanische Befunde und schriftliche sowie ikonographische Zeugnisse in Zentraleuropa. In *Plant and Ancient Man. Studies in palaeoethnobotany*. W.V. Zeist and W.A. Casparie, eds. Pp. 1-41. Boston: A. A. Balkema.

## VI. ANHANG

## A. Liste der nachgewiesenen Arten

lat. Pflanzename	franz. Pflanzename	deut. Pflanzename
<i>Ajuga chamaepitys</i>	Bugle petit pin	Gelber Günsel
<i>Anagallis arvensis</i>	Mouron des champs	Acker-Gauchheil
Apiaceae (Umbelliferae)	Apiacées	Doldengewächse
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	Sabline à feuilles de serpolet	Quendelblättriges Sandkraut
<i>Asperula tinctoria</i>	Aspérule des teinturiers	Färbermeister
<i>Atriplex hastata/patula</i>	Arroche couchée/étalée	Spiessblättrige/Gewöhnliche Melde
<i>Atriplex</i>	Arroche	Melde
<i>Avena</i>	Avoine	Hafer
<i>Avena sativa</i>	Avoine cultivée	Saathafer
<i>Brassica</i>	Chou	Kohl
<i>Bromus</i>	Brome	Trespe
<i>Carex spec.</i>	Laiche	Segge
Caryophyllaceae	Caryophyllacées	Nelkengewächse
<i>Centaurea cyanus</i>	Bleuet	Kornblume
Cerealialia Körner	Céréales graines	Getreide
<i>Centaurium erythraea</i>	Petite centaurée rouge	Gemeines Tausendgüldenkraut
<i>Chenopodium album</i>	Chénopode blanc	Weisser Gänsefuss
Chenopodiaceae	Chénopodiacées	Meldengewächse
<i>Chenopodium</i>	Chénopode	Gänsefuss
<i>Chenopodium hybridum</i>	Chénopode hybride	Bastard-Gänsefuss
<i>Chenopodium polyspermum</i>	Chénopode polysterme	Vielsamiger Gänsefuss
<i>Convolvulus arvensis</i>	Liseron des champs	Acker-Winde
<i>Corylus avellana</i>	Noisetier	Haselstrauch
<i>Calystegia sepium</i>	Liseron des haies	Zaunwinde
<i>Cruciata laevipes</i>	Croisettes commune	Gewöhnliches Kreuzlabkraut
<i>Cuscuta spec.</i>	Cuscute	Teufelszwirn, Seide
<i>Daucus carota</i>	Carotte	Mohrrübe
<i>Digitaria ischaemum</i>	Digitaire ischème	Niederliegende Fingerhirse
<i>Echinochloa crus-galli</i>	Echinochloa pied de coq	Hühnerhirse
<i>Echium vulgare</i>	Vipérine vulgaire	Gewöhnlicher Natterkopf
<i>Euphorbia helioscopia</i>	Euphorbe réveille-matin	Sonnenwend-Wolfsmilch
Fabaceae (Leguminosae)	Fabacées	Hülsenfruchtgewächse
<i>Festuca</i>	Fétuque	Schwingel
<i>Galeopsis angustifolia/ladanum/segetum</i>	Galéopsis à feuilles étroites/ladanum/des moissons	Schmalblättriger/Acker-/Gelber Hohlzahn
<i>Galium aparine</i>	Gaillet gratteron	Klettenlabkraut
<i>Galeopsis bifida/speciosa/tetrahit</i>	Galéopsis bifide/splendide/tétrahit	Ausgerandeter/Bunter/Gemeiner Hohlzahn
<i>Galium mollugo</i>	Gaillet commun	Gemeines Labkraut

Galium spurium	Gaillet bâtard	Falsches Klettenlabkraut
Hordeum murinum	Orge des rats	Mäusegerste
Hordeum vulgare	Orge cultivé	Saatgerste
Hyoscyamus niger	Jusquiane noire	Bilsenkraut
Lapsana communis	Lapsane commune	Rainkohl
Lamiaceae	Lamiacées	Lippenblütler
Lens culinaris	Lentille comestible	Linse
Linum catharticum	Lin purgatif	Purgier-Lein
Buglossoides arvensis	Grémil des champs	Acker-Steinsame
Lotus corniculatus	Lotier corniculé	Wiesenhornklee
Medicago lupulina	Luzerne lupuline	Hopfenklee
Ocimum basilicum	Basilic	Basilikum
Origanum vulgare	Origan vulgaire	Dost
Papaver argemone	Pavot argémone	Sand-Mohn
Panicum miliaceum	Millet cultivé	Echte Rispenhirse
Physalis alkekengi	Coqueret alkékenge	Judenkirsche
Phleum	Fléole	Lieschgras
Picea abies	Epicéa	Fichte, Rottanne
Pinus	Pin	Föhre
Pisum sativum	Pois cultivé	Garten-Erbse
Pisum/Vicia	Pois/Vesce	Erbse/Wicke
Plantago lanceolata	Plantain lancéolé	Spitz-Wegerich
Plantago major	Grand plantain	Grosser Wegerich
Plantago media	Plantain moyen	Mittlerer Wegerich
Poaceae (Gramineae)	Poacées	Süssgräser, Echte Gräser
Polygonum aviculare	Renouée des oiseaux	Verschiedenblättriger Vogelknöterich
Polygonum lapathifolium	Renouée à feuilles de patience	Ampferknöterich
Fallopia convolvulus	Renouée liseron	Windknöterich
Polygonaceae/Cyperaceae	Polygonacées/Cyperacées	Knöterichgewäch/Sauergräser
Polygonaceae	Polygonacées	Knöterichgewächse
Polygonum spec.	Renouée	Knöterich
Polygonum minus	Renouée fluette	Kleiner Knöterich
Polygonum mite	Renouée douce	Milder Knöterich
Portulaca oleracea	Pourpier potager	Portulak
Polygonum persicaria	Renouée persicaire	Pfirsichknöterich
Potentilla spec.	Potentille	Fingerkraut
Prunus	Prunier	Steinobst
Ranunculus repens	Renoncule rampante	Kriechender Hahnenfuss
Rosa spec.	Rosier	Rose
Rumex crispus/obtusifolius	Rumex crépu/à feuilles obtuses	Krauser/Stumpfbältriger Ampfer
Rubus idaeus	Framboisier	Himbeere
Rumex acetosella	Rumex petit oseille	Kleiner Sauerampfer
Rumex spec.	Rumex	Ampfer
Acinos arvensis	Sarriette acinos	Steinquendel
Salvia	Sauge	Salbei

<i>Sambucus nigra/racemosa</i>	Sureau noir/à grappes	Schwarzer/Traubenholunder
<i>Saponaria officinalis</i>	Saponaire officinale	Gebräuchliches Seifenkraut
<i>Sagina procumbens</i>	Sagine couchée	Niederliegendes Mastkraut
<i>Scleranthus</i>	Scléranthe	Knäuel
<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>	Schoenoplectus de Tabernaemontanus	Tabernaemontanus-Seeried
<i>Secale cereale</i>	Seigle	Roggen
<i>Setaria glauca</i>	Sétaire	Graugrüne Borstenhirse
<i>Setaria italica</i>	Millet des oiseaux	Kolbenhirse
<i>Setaria/Panicum</i>	Sétaire/Millet	Borstenhirse/Hirse
<i>Setaria/Panicum/Echinochloa</i>	Sétaire/Millet/Echinochloa	Borstenhirse/Hirse/Hühnerhirse
<i>Setaria spec.</i>	Sétaire	Borstenhirse
<i>Setaria verticillata/viridis</i>	Sétaire verticillée/verte	Quirlige/Grüne Borstenhirse
<i>Sherardia arvensis</i>	Rubéole des champs	Ackerröte
<i>Silene alba</i>	Silène blanche	Weisse Waldnelke
<i>Silene spec.</i>	Silène	Leimkraut
<i>Solanaceae</i>	Solanacées	Nachtschattengewächse
<i>Solanum nigrum</i>	Morelle noire	Schwarzer Nachtschatten
<i>Stellaria media</i>	Mouron des oiseaux	Vogelmiere
<i>Trifolium arvense</i>	Trèfle des champs	Hasenklee
<i>Triticum dicoccon</i>	Amidonnier	Emmer
<i>Triticum aestivum/durum</i>	Froment/Blé dur	Saatweizen/Hartweizen
<i>Trifolium</i>	Trèfle	Klee
<i>Trifolium/Medicago/Melilotus</i>	Trèfle/Luzerne/Méililot	Klee/Schneckenklee/Steinklee
<i>Triticum spec.</i>	Blé	Weizen
<i>Triticum monococcum</i>	Ingrain	Einkorn
<i>Trifolium repens</i>	Trèfle rampant	Kriechender Klee
<i>Triticum dicoccon/spelta</i>	Amidonnier/Epeautre épillet	Emmer/Dinkel
<i>Triticum spelta</i>	Epeautre	Dinkel
<i>Urtica dioica</i>	Ortie dioïque	Grosse Brennnessel
<i>Valerianella dentata</i>	Valérianelle dentée	Gezählter Ackersalat
<i>Veronica agrestis/persica/polita</i>	Véronique agreste/de Perse/luisante	Acker-/Persischer/Glänzender Ehrenpreis
<i>Veronica</i>	Véronique	Ehrenpreis
<i>Vicia</i>	Vesce	Wicke
<i>Vicia/Lathyrus</i>	Vesce/Gesse	Wicke/Platterbse
<i>Vicia ervilia</i>	Vesce ervilia, Ervilier	Linsen-Wicke
<i>Vitis vinifera</i>	Vigne d'Europe	Europäische Weinrebe



**B. Rohtabelle aller nachgewiesenen Reste**

A9  
BRIG-GLIS/WALDMATTE  
ANALYSE PALYNOLOGIQUE  
ETAT ACTUEL ET PERSPECTIVES

Evelyne Bezat

Février 1994

Evelyne BEZAT - Palynologie

Av. du Léman 3  
1870 Monthey

## INTRODUCTION

Au courant de l'été 1993, il devint nécessaire d'effectuer le bilan des travaux palynologiques entrepris les années précédentes – soit la période 1988-1993 –, sur les chantiers protohistoriques et romains de Brig-Glis/Waldmatte.

Deux raisons sous-tendent cette démarche :

- faire une synthèse des résultats obtenus, afin notamment de tirer les enseignements des différents sites choisis lors des prélèvements;
- optimiser, en fonction d'une problématique donnée, la prise d'échantillons futurs.

Dans cette optique, ce rapport présente et discute les résultats obtenus à ce jour et tente d'apporter une vue d'ensemble, aussi précise que possible, de la palynologie effectuée à Gamsen. Il vise enfin à dégager les lignes d'action en vue d'une poursuite de l'étude et l'investissement nécessaire à une telle démarche.

## PROBLÉMATIQUE

### Remarque préliminaire

Le choix de l'échantillonnage joue en palynologie, comme en statistique, un rôle fondamental. Il influence directement la qualité et la nature des résultats obtenus.

Ainsi les limons organiques se prêteront mieux au dépôt et à la conservation des grains de pollen que les sables graveleux d'une formation torrentielle. De même, pour une époque donnée, l'enregistrement pollinique d'un milieu naturel différera de celui d'un site anthropisé. Toutefois les deux approches sont complémentaires lorsque l'on tente, par le biais de la palynologie, de caractériser un site archéologique.

En effet, le premier de ces contextes offre une vision globale du paysage dans lequel évolue l'Homme, alors que le second qualifierait plutôt l'action ponctuelle des individus sur le milieu.

L'analyse palynologique est donc une analyse multivariée où l'on est amené à tenir compte aussi bien du facteur temps que des divers paramètres influençant sensiblement le contexte de dépôt.

### Échantillonnage

De la première année de fouille, en 1988, et durant les six ans que recouvrent ce rapport, nous avons analysé un total de 78 échantillons issus en majorité des sites romains et protohistoriques (Brig-Glis/Waldmatte : ORA 1992-1993 et ARIA 1988-1993).

Les échantillons prélevés très souvent en étroite relation avec le contexte archéologique et notamment l'analyse fonctionnelle et architecturale des bâtiments (Figs. 1 et 2) ont nécessité presque toujours l'emploi de liqueurs lourdes (*liqueur de Thoulet*) dans le but d'augmenter les concentrations polliniques.

De manière générale, la teneur en pollen s'est avérée bonne et a livré une belle diversité d'espèces, tant forestières et rudérales que cultivées ou liées aux cultures.

Seuls certains types de prélèvements se sont affirmés stériles et impropres à l'analyse. Ce sont :

- les échantillons dominés par les charbons, car extraits directement de foyers ou de couches d'incendie;
- les échantillons issus de contextes impropres à la conservation des grains (processus pédogénétiques) ou « catastrophiques » c'est à dire dont la mise en place fut très brève (coulées boueuses, p. ex.).

### Orientation de l'étude

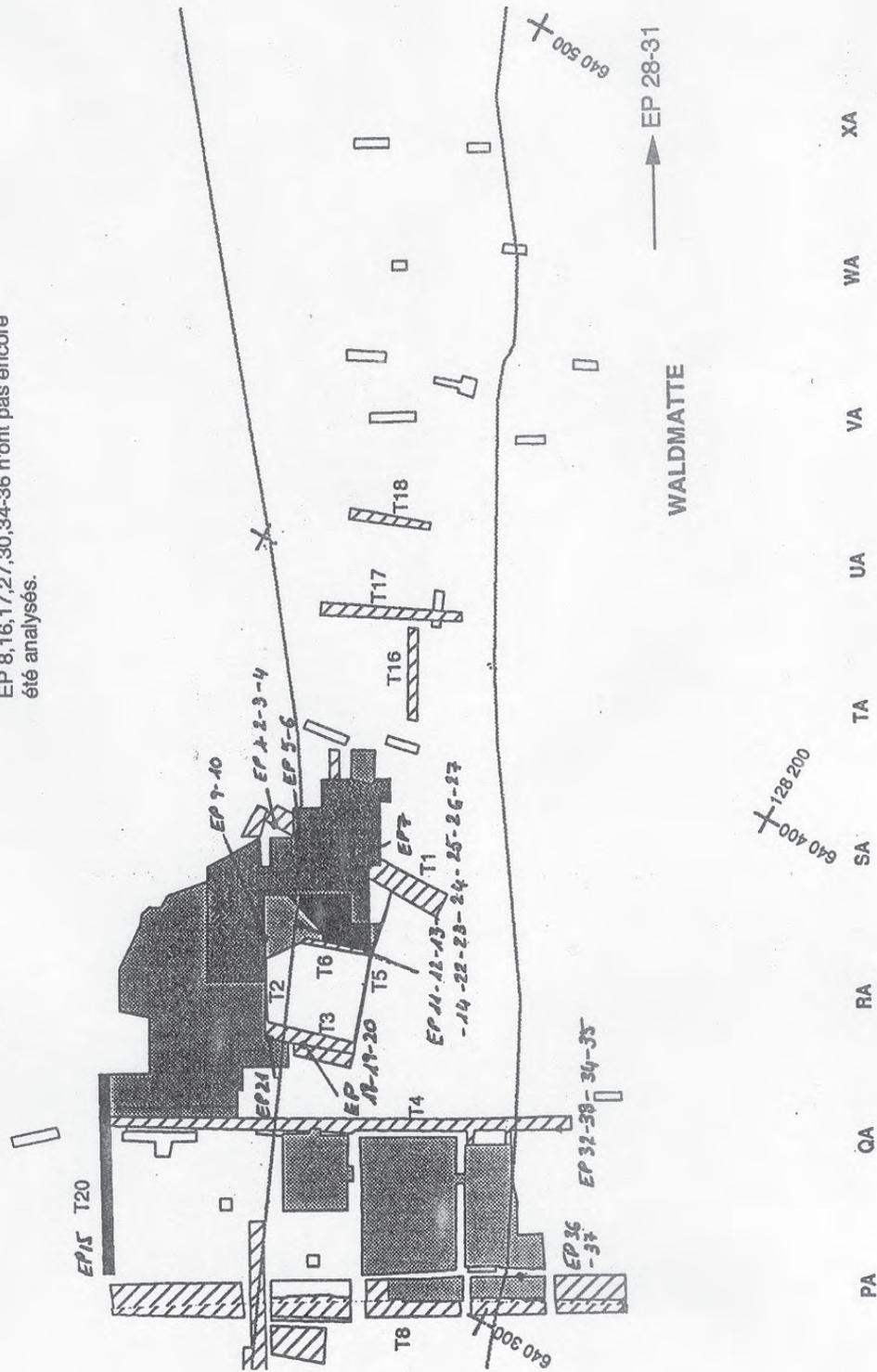
Après une phase préliminaire d'expertise, toujours nécessaire pour estimer l'état de conservation et les concentrations polliniques attendues, les prélèvements se sont orientés en fonction des multiples axes de recherche suivis par les diverses disciplines impliquées à Gamsen.

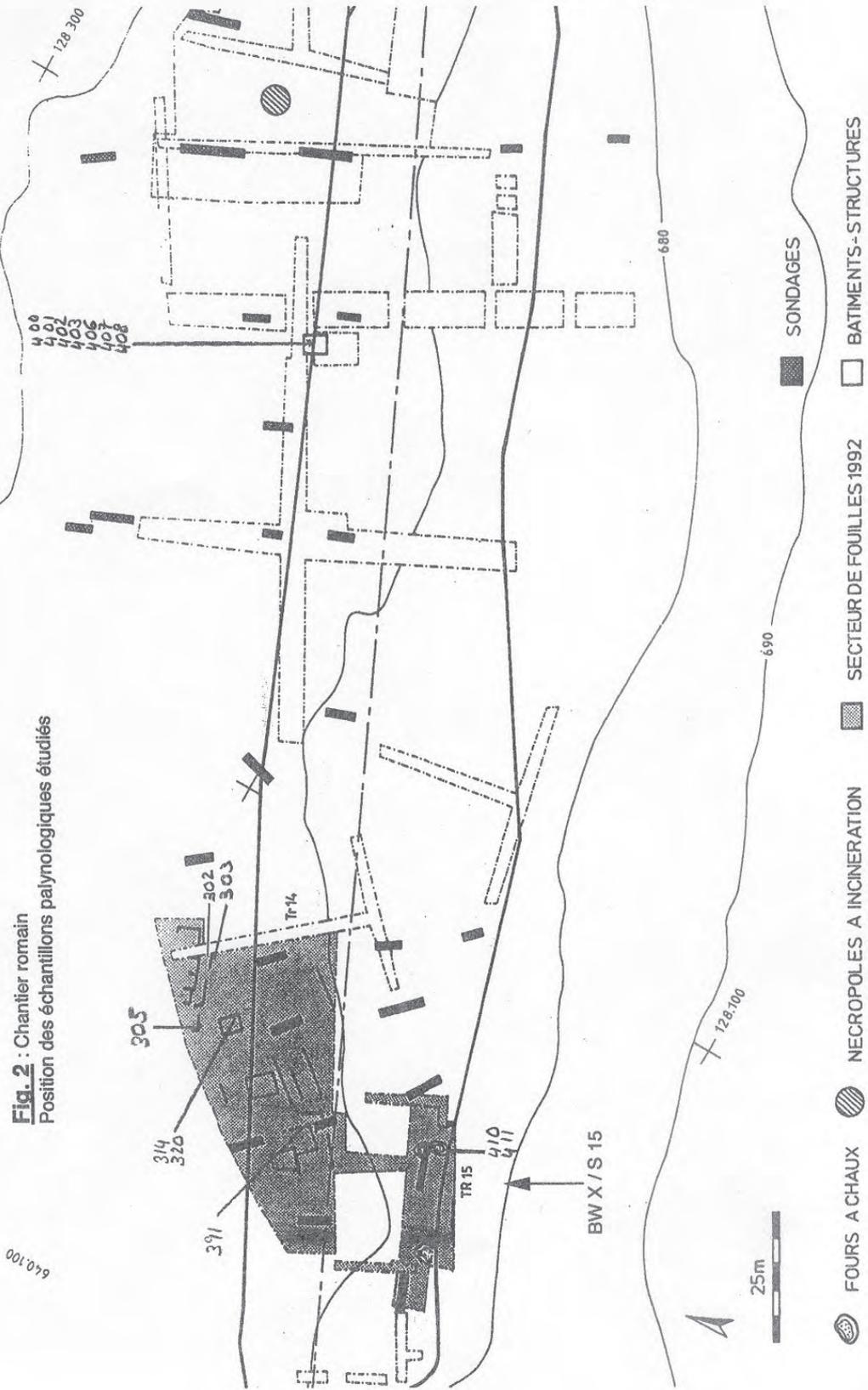
Ainsi, la palynologie a été sollicitée pour :

- dater la séquence tardiglaciaire et holocène du profil BW-X / Tranchée Tr.15, en complément à l'analyse sédimentologique;
- caractériser la paléocologie du site de Waldmatte et notamment les changements intervenus dans l'exploitation du terroir de l'Age du Fer au Haut Moyen Age;
- tenter d'obtenir une documentation aussi précise que possible sur les activités villageoises et sur le contenu et la fonction de certains bâtiments (p. ex. BAT852). La palynologie est, dans ce cas, complémentaire de la paléobotanique dont elle précise les résultats, divergeant parfois de l'enregistrement pollinique.

A ces nombreuses questions, la palynologie se doit de répondre sur la base de prélèvements variant aussi bien dans le temps que dans l'espace.

**Fig. 1** : Chantier protohistorique  
 Position des échantillons palynologiques  
 prélevés.  
 EP 8, 16, 17, 27, 30, 34-36 n'ont pas encore  
 été analysés.





## D'un point de vue chronologique

Le panorama balayé par nos études s'étend du Tardiglaciaire (Dryas III : Profil BW-X / Tr.15) aux temps historiques (terrasses agraires : EP 32-33), avec une part notable d'échantillons liée au premier âge du Fer et à l'époque romaine.

Si les premiers résultats portant sur le Tardiglaciaire et l'Holocène ancien semblent concorder avec le schéma habituel de l'évolution végétale, quelques problèmes apparaissent dès l'Atlantique et le Subboréal.

Le profil de Ried-Brig « Moss » fournit en effet deux dates  $C^{14}$  par AMS qui montrent, respectivement à  $5'830 \pm 80$  y. BP et  $4'465 \pm 75$  y. BP, un paysage largement dominé par les pins (Fig. 3). Or cette tendance pollinique, peu habituelle à des époques où ailleurs nous percevons la chênaie mixte et la hêtraie à sapin, semble pourtant perdurer au sud de Brig, sans variations majeures du spectre forestier.

Au niveau du site archéologique, EP 31, issu de tufs, le seul échantillon antérieur à l'implantation humaine, semble confirmer cette vision. Est-ce une constante régionale ?

On ne peut encore l'affirmer et le manque de prélèvements antérieurs à l'habitat ou récoltés en périphérie du site se fait cruellement sentir.

A cet égard, la coupe de Ried-Brig « Moss », déjà échantillonnée et datée, paraît la plus à même de nous

renseigner. En effet, elle est située à basse altitude, non loin du site de Waldmatte et, qui plus est, sur le même flanc de la vallée. Cette localisation est importante car, tant du point de vue pollinique que botanique, on observe d'importantes différences entre le versant droit de la vallée du Rhône (Bitsch-Naters, Welten 82, 1030 m) et la rive gauche (Ried-Brig « Moss », 870 m; Waldmatte, 680 m). Ces divergences sont de plus amplifiées par l'altitude.

L'étude complète et détaillée du profil de Ried-Brig « Moss » autoriserait peut-être la levée de bien des incertitudes et pourrait servir de référence pollinique pour l'ensemble de la région de Brig située à moyenne altitude; elle permettrait sans doute de mieux comprendre l'ampleur de l'influence humaine qui semble s'exercer très tôt dans cette région du Haut-Valais.

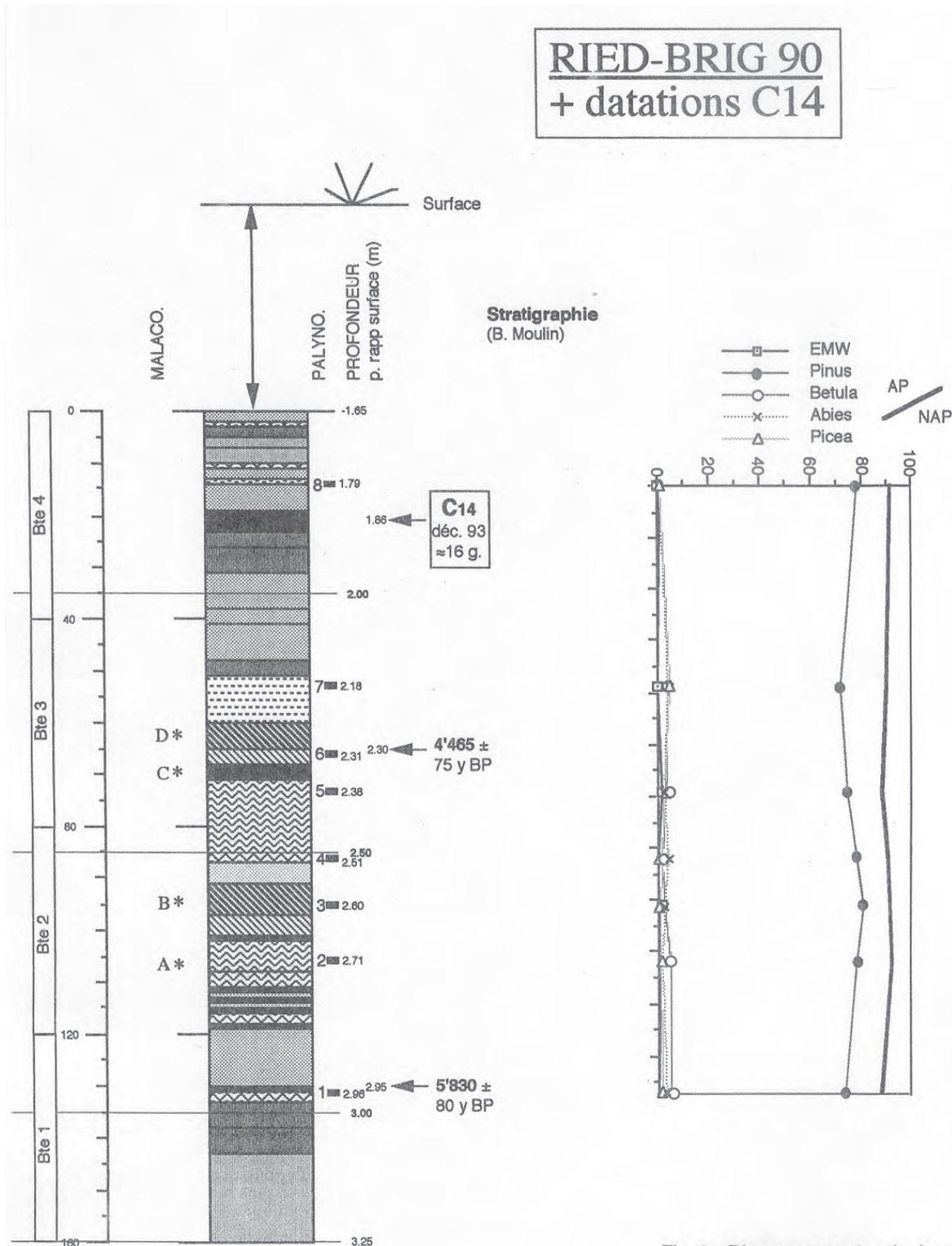
A l'époque romaine apparaissent les pollens d'un marqueur chronologique important : le noyer (*Juglans*). La limite de sa présence semble très nette à « Waldmatte » mais demande à être vérifiée puisque des noix, provenant du même site, ont déjà été retrouvées dans des horizons antérieurs. Était-ce de l'importation ?

Comme nous n'avons encore étudié que peu d'échantillons datés avec certitude de « La Tène finale », nous ne pouvons encore conclure. Quelques prélèvements supplémentaires permettraient sans doute de lever cette incertitude.

### Résumé :

Concernant la perspective de l'évolution végétale, antérieure et contemporaine aux développements du site de Brig-Glis/Waldmatte, nous préconisons :

- L'étude détaillée de la coupe de Ried-Brig « Moss » environ tous les 5 cm => 24 éch.  
*N.B. : Cette coupe sera très bien étalonnée chronologiquement, puisque nous disposerons bientôt de 3 datations  $C^{14}$  réparties sur l'ensemble du profil.*
- La prospection et l'analyse de quelques échantillons antérieurs à l'implantation humaine sur le site de Waldmatte ou, tout au moins, antérieurs au premier âge du Fer (Bronze p. ex.).
- Le prélèvement et l'étude de quelques échantillons contemporains des diverses époques rencontrées sur le site mais situés en périphérie de l'habitat (terrasses, traces de labours, etc.). A cet égard, certaines périodes sont moins bien connues que d'autres. Ce sont :
  - le Bronze (?);
  - le second âge du Fer et notamment, en ce qui concerne l'apparition des noyers, La Tène finale ou moyenne;
  - l'époque romaine;
  - le Haut Moyen Age, Moyen Age, Bas Moyen Age et temps modernes, afin de confronter les spectres obtenus avec les documents manuscrits, de plus en plus abondants.



□ : Echantillons palyno. analysés  
\* : Echantillons malacologie

Fig. 3 : Diagramme palynologique préliminaire établi sur la base des 8 échantillons analysés en 1990.

## D'un point de vue spatial

Comme nous venons de le voir, la coupe de Ried-Brig « Moss » serait peut-être à même de donner une vue d'ensemble de la pluie pollinique à grande échelle, et donc le contexte global botanique de la rive gauche du Rhône, aux alentours de Brig.

De cette toile de fond, il nous reste à dégager les particularités locales du site de « Waldmatte » et plus précisément les implications polliniques voir ethnologiques, de certaines découvertes.

La confrontation entre les échantillons prélevés en périphérie de l'habitat et ceux issus du centre du village renseignerait utilement le palynologue sur la nature de la production pollinique du site lui-même. Elle mettrait en lumière le rôle joué par les nombreuses espèces rudérales et, partant de là, dégagerait les éventuels apports anthropiques.

Le cas du bâtiment BAT852, bien étudié au niveau palynologique et paléobotanique, pourrait alors servir

de test pour la suite de l'échantillonnage.

A ce propos, la comparaison entre ces différentes données floristiques s'avère fort intéressante : certains groupes végétaux bien représentés par les macrorestes (chénopodes, légumineuses) le sont en effet nettement moins par les pollens. De plus, la palynologie est à même, dans certains cas, d'apporter un complément intéressant à l'analyse paléobotanique, lui fournissant un contexte et certains indices qu'elle ne perçoit qu'imparfaitement.

Le premier âge du Fer, et plus particulièrement la phase 4, paraît relativement bien documenté par l'échantillonnage actuel. Ce n'est pas encore le cas des autres époques, notamment le second âge du Fer et l'époque romaine, où un échantillonnage systématique, à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments, permettrait sans doute de préciser leur rôle (habitation, grange, grenier, etc.) ainsi que l'évolution des abords immédiats du site.

### **Résumé :**

Dans la mesure du possible, nous préconisons un échantillonnage en plan à l'extérieur et à l'intérieur des bâtiments, afin de préciser la pluie pollinique stationnelle et d'en dégager la composante par rapport au contexte général et aux apports anthropiques.

Certaines époques, plus précisément le second âge du Fer et l'époque romaine, encore mal documentées restent à prospecter dans cette optique. Nous ne pouvons malheureusement pas chiffrer la quantité d'échantillons nécessaires, ce nombre pouvant varier fortement en fonction des opportunités archéologiques et sédimentologiques rencontrées.

## Les cas particuliers

Deux cas particuliers ont retenu notre attention, comme étant susceptibles d'apporter des informations ponctuelles mais intéressantes, du point de vue ethnologique ou pollinique.

### 1.- Les tombes

Plusieurs pratiques mortuaires, démontrées du reste dans d'autres contextes archéologiques, associent des végétaux au défunt. Dans bien des cas les macrorestes, non carbonisés, ne se conservent pas et seuls les pollens sont à même de souligner l'existence de ces émouvantes coutumes.

Nous proposons donc, d'effectuer des analyses au gré des découvertes et des opportunités afin de déceler les éventuelles anomalies polliniques révélatrices de ces traditions.

### 2.- Les mortiers

On a abondamment polémique depuis quelques temps à propos de cet excellent piège à pollens. Soulignons, une fois encore, que si la fabrication de la chaux s'effectue au voisinage du site -ce qui est fréquent- et si l'eau provient des environs -ce qui est logique dans nos régions-, les mortiers sont un bon reflet de la végétation poussant en périphérie de l'habitat. Toutefois, s'ils sont un cliché instantané du paysage végétal, ils n'autorisent que rarement un positionnement très précis, à l'échelle du mois de l'année. La relative variabilité des productions polliniques saisonnières, place régulièrement l'édification d'un bâtiment entre le printemps et l'été ..., ce qui est trivial, les constructions ne s'effectuant quasiment jamais l'hiver.

Ceci étant dit, les mortiers fournissent un

enregistrement pollinique d'excellente qualité et précisent opportunément les échantillons prélevés en liaison avec les niveaux d'occupation. Nous suggérons donc de poursuivre les analyses effectuées pour le site romain.

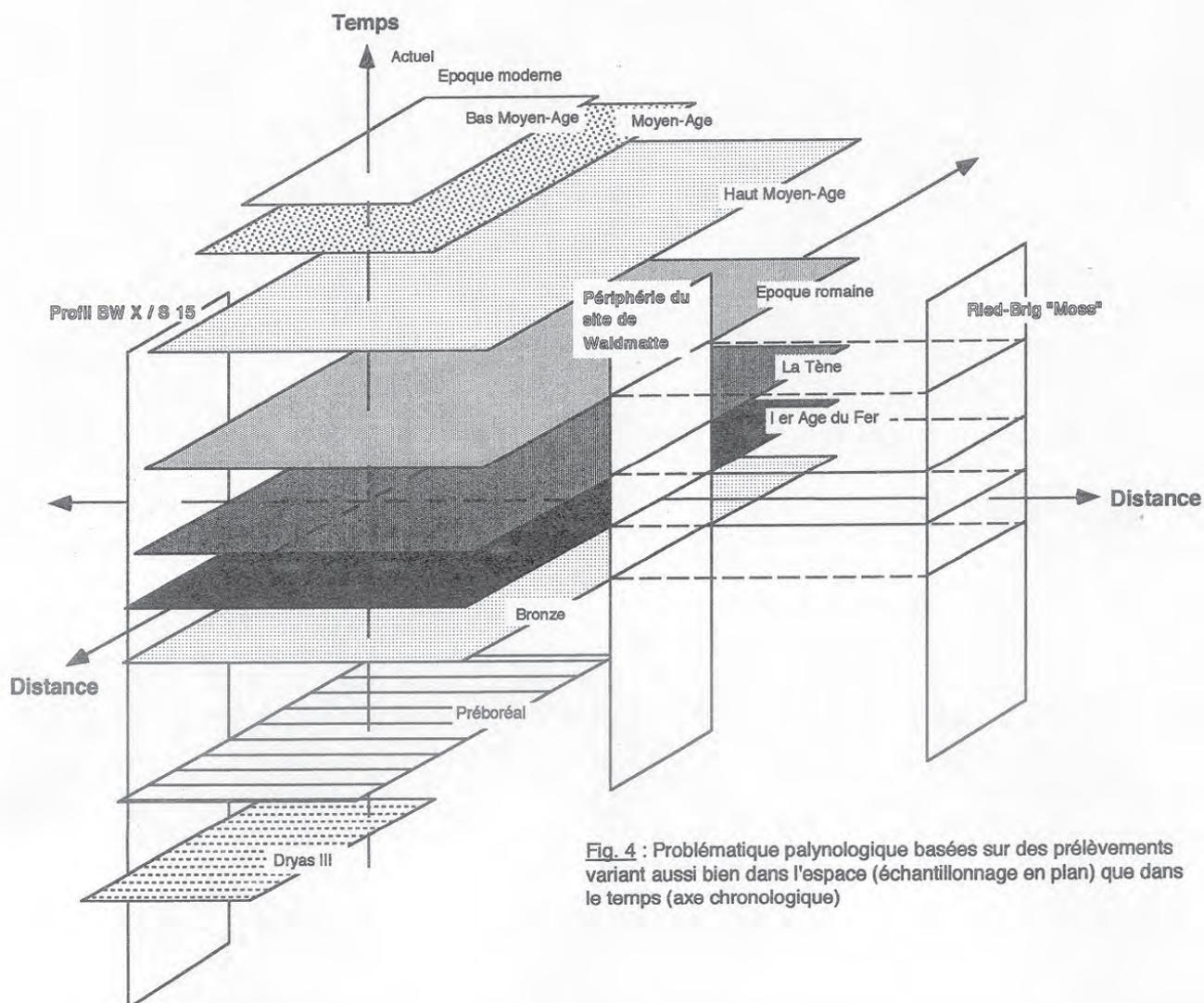
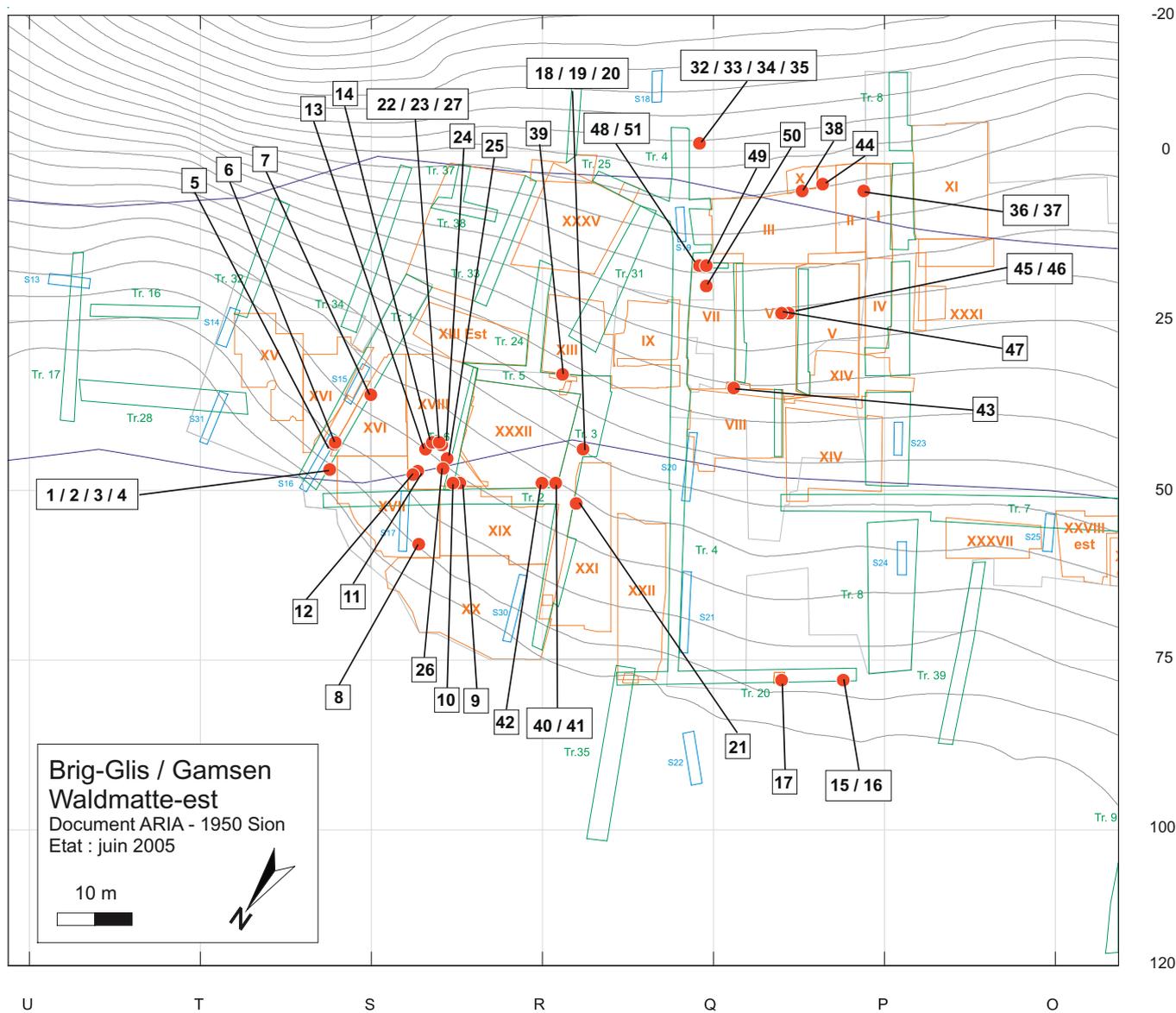
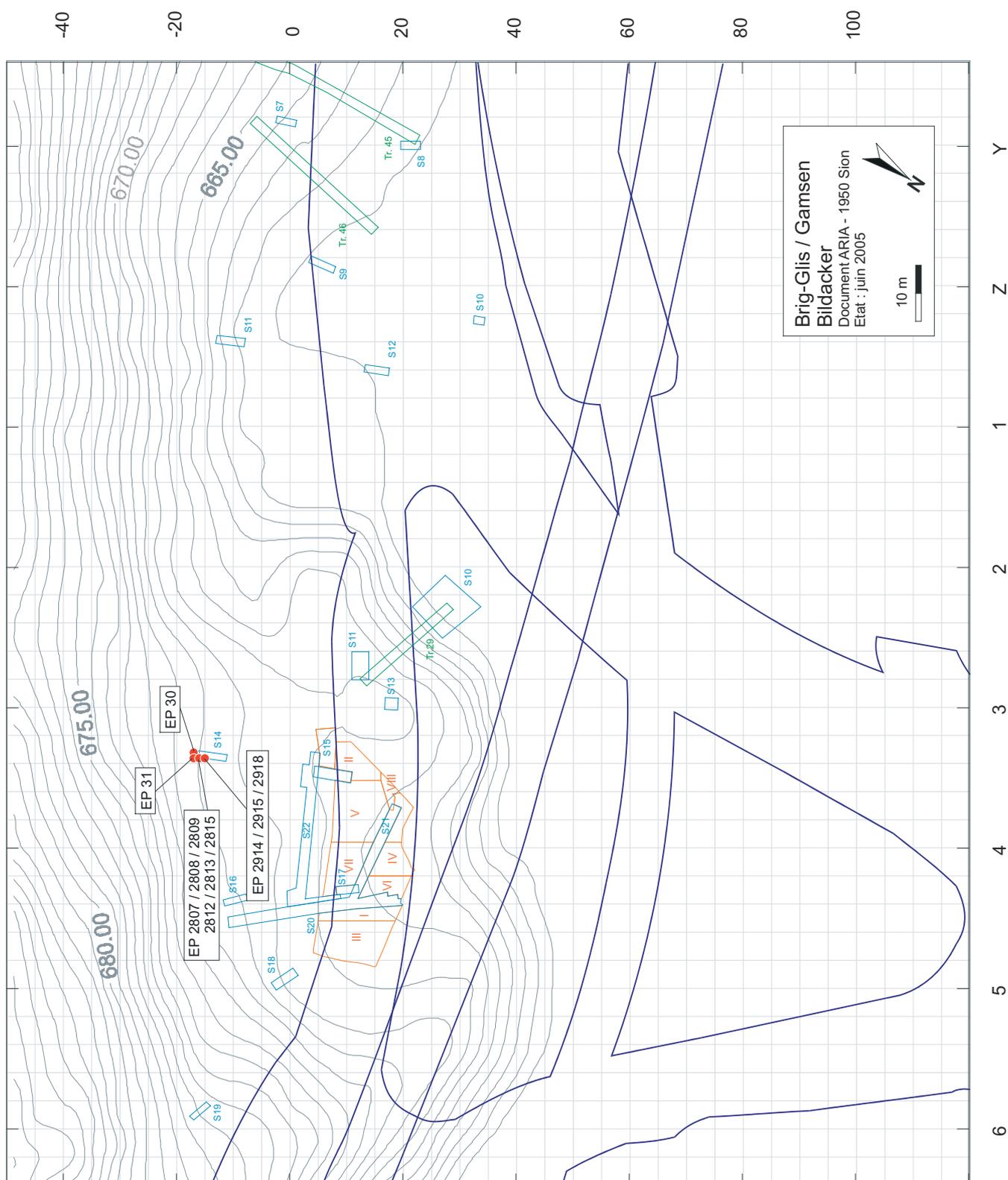


Fig. 4 : Problématique palynologique basées sur des prélèvements variant aussi bien dans l'espace (échantillonnage en plan) que dans le temps (axe chronologique)



Complément juin 2005 à la Figure 1 : localisation de tous les échantillons palynologiques (EP) du site de Waldmatte-est.



Complément juin 2005 à la Figure 1 : localisation de tous les échantillons palynologiques (EP) du site de Bildacker.

## **TABLEAU I**

Résultats des analyses palynologiques. Version actualisée (juin 2005) du tableau original de E. Bezat (appellations, attributions et classement chronologique des échantillons, appellations des zones)

## **TABLEAU II**

Résultats des analyses palynologiques de la tranchée Tr.15. Version actualisée (juin 2005) du tableau original de E. Bezat (appellations des échantillons et des zones)

# ETUDE DES BOIS ET CHARBONS DE GAMSEN (VS - CH)

## ANNÉES 1988-1992

**Georges Lambert**

(Chargé de Recherches au C.N.R.S.)

**Catherine Lavier**

(Ingénieur de Recherche)

[automne 1996]



Centre National de la Recherche  
Scientifique

Unité mixte de recherche N° 6565

Université de Franche-Comté (Besançon)

Laboratoire de chrono-écologie  
Equipe de recherche n° 35  
du Centre de Recherches Archéologiques  
Dendrochronologie (+33) 3 81 66 6281

ARIA S.A.  
1950 Sion  
Suisse

L'étude des bois de Gamsen en vue de la datation du site présente un grand intérêt dans l'actualité archéologique internationale car, d'une part, la nature des objets extraits de la fouille place le site en plein dans la discussion des relations entre l'Italie du Nord et l'Europe tempérée et sur le rôle de passage privilégié qu'a pu jouer le Simplon pendant plusieurs siècles; d'autre part, la nature des structures trouvées, un village quasi-entier, est exceptionnelle.

La dendrochronologie est la seule discipline connue à ce jour qui peut situer Gamsen dans le temps avec suffisamment de précision pour apporter une nouvelle donnée qui peut être une des clés des discussions en cours. Cependant, le travail du dendrochronologue sur les bois de Gamsen n'aboutira qu'après un challenge dont il ne faut pas se cacher les difficultés.

Discutons d'abord de la nature du problème posé et de l'enjeu archéologique et ensuite nous verrons les moyens à mettre en oeuvre pour approcher au mieux un résultat satisfaisant.

## 1. LA QUESTION CHRONOLOGIQUE

Le site de Gamsen a fourni des structures d'habitat de la première époque celtique (époque du Hallstatt) rarissimes : un village entier. On voit l'évolution sur une surface suffisante pour pouvoir proposer – pour la première fois après 150 ans de recherches dans tout l'espace médio-européen – un schéma possible de l'habitat du Hallstatt (VII<sup>e</sup>-VI<sup>e</sup>-V<sup>e</sup> siècles av. J.-C.). Le site de Gamsen est à rapprocher de deux autres villages de la même époque trouvés tout récemment en Allemagne près de Stuttgart (associé aux tombes princières) et en France, près de Dijon (associé à la voie de communication Suisse / Nord-Ouest de la France).

L'archéologie permet déjà de dire que le village s'installe dans le courant du VII<sup>e</sup> siècle et atteint son essor au milieu du VI<sup>e</sup> siècle. Le matériel d'origine ou d'inspiration italique autorise ce genre de datation. Toutes les bases de datation de ce mobilier italique reposent sur des fouilles anciennes (Italie et Yougoslavie) qui n'offrent pas suffisamment de garanties scientifiques. L'idée est que si on parvenait à dater par un autre moyen les niveaux de Gamsen, on ferait d'une pierre deux coups: on daterait ce site et ce résultat en lui-même nous paraît assez intéressant pour en faire une rapide diffusion internationale. Et, par ailleurs, on daterait enfin avec certitude certains objets caractéristiques, comme les fibules italiques et hallstattiennes de Gamsen dont on retrouve le type dans toute l'Europe, de Vix (France) à Prague (Tchécoslovaquie).

Gamsen se trouve être, grâce à ses découvertes de bois, un des sites-pivots de la question chronologique du Hallstatt final après le fameux tumulus du Magdalenberg en Allemagne.

## 2. FAISABILITÉ D'UNE ÉTUDE DENDROCHRONOLOGIQUE

Le radiocarbone est une méthode généralement précise pour repérer la période chronologique et la dendrochronologie, par complémentarité, permet de dater, quand les conditions sont bonnes, la mise en place des installations humaines à l'année près. Cependant dans le cas de Gamsen, on se heurte à plusieurs problèmes quant à la réalisation d'une analyse dendrochronologique « normale » (voir le commentaire du tableau) :

- elle n'est pas possible sur tous les échantillons du site de Gamsen,
- le nombre de cernes par échantillon est très faible, dans la majorité des cas inférieur à 40,
- l'état des bois, généralement brûlé, charbonné, ne tolère que peu ou pas la préparation classique des échantillons; celle-ci est donc difficile malgré de nombreux essais différents pour ceux les supportant et impossible pour les fragments trop petits,
- cela induit également une quasi-impossibilité de détermination si les fragments sont trop petits, trop abîmés...
- les bois de Gamsen sont en très grande majorité en pin sylvestre (*Pinus sylvestris*) et cette espèce n'est pas étalonnée pour la datation de l'époque concernée. On peut dater du pin ou du mélèze (*Larix*) dans les périodes historiques et on dispose de quelques informations sur le mélèze de l'Age du Fer.

La situation chronologique dans l'absolu du site pourrait se réaliser par la recherche d'autres sites plus ou moins contemporains et susceptibles de fournir des bois aptes à se synchroniser par recoupement. C'est une piste que nous suivons en collaboration avec des laboratoires reconnus comme celui du Musée Cantonal d'Archéologie de Neuchâtel, de Botanique Historique de l'Université de Marseille ou encore le Labor für Wald, Schnee und Landschaft de Birmensdorf qui travaillent, entre autres, sur les secteurs alpins de la Suisse méridionale et de l'Italie du Nord. Nous extrayons au mieux les informations dendrochronologiques des bois de Gamsen et nous les échangeons de façon à ce que tous les spécialistes intéressés puissent se livrer aux exercices qui leur paraissent les plus adéquats et, par ailleurs et dans la mesure de tous nos moyens, nous recherchons des éléments de comparaison. Cette étape a effectivement pu être mise en place dans les années 1992/93 et les différents renseignements recueillis jusqu'à présent montrent que l'on en est au stade de l'enquête par examen des données existantes ou en cours d'analyse sans pouvoir accéder pour l'instant au niveau de la confrontation utilisable de ces indications.

– un dernier point qui ne facilite pas notre tâche est l'absence du dernier cerne sous écorce (dernier cerne élaboré du vivant de l'arbre) sur les bois brûlés ce qui ne donne pas les moyens de faire une chronologie relative de grande précision puisque l'estimation entre le dernier cerne mesuré et la date d'abattage n'est pas évaluable sur les bois sans aubier visible comme les résineux (non frais) et brûlé de surcroît.

Dans le projet déposé en 1993 et en 1995 il avait été proposé quatre type de recherches complémentaires à savoir:

1. description du paysage actuel, commentaire de la carte de végétation du secteur de Brigue;
2. analyse et comparaisons de la croissance du pin sylvestre sur le versant considéré : étude d'environ 50/60 arbres; ces deux points devant faire l'objet d'un diplôme;
3. analyse des 70 échantillons de bois les plus représentatifs du site de Gamsen et comparaisons biologiques avec les arbres actuels;
4. exploitation de la bibliographie et exposé de l'état de la question posée par les bois de Gamsen.

Le tout sur une période allant jusqu'en 1999, date à laquelle nous proposons de remettre un rapport final.

### 3. DESCRIPTION DU TRAVAIL RÉALISÉ

#### 3.1 Historique

Un projet d'études nous avait été demandé en 1993 par la société A.R.I.A. et avait été accepté oralement sans qu'aucun contrat de recherche entre notre laboratoire et A.R.I.A. n'ait été signé. Une réunion de travail à l'Université de Lausanne cette même année devait permettre à un étudiant de Botanique de l'Université de réaliser un certificat sur l'étude dendrochronologique de pins actuels avec une formation au sein de notre laboratoire.

Cette démarche n'a pas abouti. Nous avons donc décidé de fonctionner par étape successive au seul rythme de l'apport d'informations et de nos disponibilités et nous avons trouvé une étudiante de l'Université de Franche-Comté intéressée par le sujet. En 1994, l'ensemble des travaux archéologique sur Brigue ont été interrompus de façon temporaire et A.R.I.A. a demandé de suspendre nos recherches ce qui a modifié largement notre emploi du temps, puisque l'étudiante qui a réalisé une partie des analyses sur l'actuel et que nous avons commencé à former sur l'étude des charbons du site ne pouvait travailler à long terme sur ce site dans ces conditions et suivre des études. Nous ne pouvions à la fois

lui assurer sa formation (longue et coûteuse) et lui faire poursuivre des études en ne sachant pas l'évolution de la situation.

Cette étude est actuellement reprise avec notre tutelle par un étudiant-chercheur de notre laboratoire (*cursus* Biologie) qui prépare une thèse sur le résineux (essentiellement dans le secteur du Jura français) de façon complètement « désintéressée », c'est-à-dire pour nous rendre service. La reconsidération totale des analyses demande donc à nouveau du temps.

#### 3.2 Etude des pins sylvestres actuels

Six stations d'études ont été repérées en fonction de l'altitude, du versant (le même que celui des fouilles archéologiques) et des possibilités effectives de prélèvements données par les Services Forestiers concernés.

- La première station appelée W3 se situe juste au dessus de la fouille, à 742 m, où 10 pins sylvestres ont été prélevés.
- La deuxième, appelée W4, se situe à 1100 m et 10 pins sylvestres ont été prélevés.
- La troisième, W1, est à 1100 m également mais concerne des morceaux de bois coupés sur 6 troncs abattus par les forestiers provenant d'arbres de cette altitude.
- La quatrième, ST1 concerne des morceaux de 5 pins coupés dans une altitude à partir de 1100 m.
- La cinquième, W2, est située à 1470 m et comporte 10 pins sylvestre et 5 mélèzes (*Larix decidua*) tous sur pied.
- La dernière, ST6, provient de morceaux de 4 épicéas (*Picea abies*) abattus vers cette altitude.

On aboutit ainsi à 50 arbres différents avec, à chaque fois, soit 3 carottes par arbre sur pied avec trois carottes d'orientation différente par arbre, soit plusieurs morceaux du même arbre abattu ou la possibilité de faire plusieurs chemins de mesure soit plus de 150 chemins différents.

Après préparation de la surface transversale, les chemins et les carottes sont mesurés au centième de millimètre. Chaque chemin est mesuré par deux fois au moins et on a actuellement en cours 210 mesures pour les carottes et une centaine pour les morceaux coupés.

La première constatation qui conditionne l'ensemble de cette étude concerne la difficulté pas seulement dans la mesure de certains cernes mais surtout dans l'intercorrélation elle-même au niveau du bois. Ainsi

on peut avoir jusqu'à 6 chemins différents pour un seul morceau et les séquences obtenues synchronisent très mal.

Un autre problème est celui du nombre de cernes par arbre et par station : il semble que la plus basse station ait été plantée dans les années 1930 car les arbres ont une soixantaine d'années tout au plus tandis que, l'altitude aidant, certains arbres étudiés atteignent les deux siècles.

Tout le travail entrepris actuellement ne permet pas d'aller plus avant dans les observations. Remarquons toutefois que Gilles BAILLY avait débuté un relevé du cortège floristique sur les stations 3 et 4 qui sera utilisé lors des interprétations.

### 3.3 Analyse des charbons du site de Gamsen années 1988-1992

#### 3.3.1 Examen xylologique

Après plusieurs passages dans les locaux d'A.R.I.A. et visites du site, un lot de 150 « échantillons » (notés EA) nous a été remis pour effectuer une analyse xylologique dans un premier temps puis pour estimer les moyens de réaliser une étude dendrochronologique (dans les limites citées plus haut).

Une partie de ces charbons a été analysée sur place et la majeure partie en laboratoire. Les résultats des observations sont résumés dans le tableau ci-joint (13 pages).

Nous avons examiné 150 EA mais chacun correspond en fait soit à un échantillon, soit à un sachet d'échantillons soit à plusieurs sachets. On arrive donc à une estimation minimale de 637 échantillons avec en supplément une vingtaine de sachets d'un échantillon minimum et une trentaine de sachets comportant plusieurs échantillons. Cela donne au moins 700 échantillons.

Ajoutons que le nombre de fragments par échantillon oscille entre 1 et plus de 350 et on aboutit très rapidement à l'observation et à la recherche de détermination de plus de 3000 fragments effectuées.

A plus de 97% nous avons affaire à du pin sylvestre (*Pinus sylvestris*) pour les fragments utilisables : près de 200 fragments n'ont pu se soumettre à l'examen car trop abîmés, trop petits pour subir les coupes nécessaires. Les autres genres présents et certifiés sont un échantillon en micro-fragments tous en épicéa (*Picea abies*) et un échantillon en 5 fragments tous en chêne (*Quercus* sp.).

Ces deux présences ne sont pas assez représentatives pour en tirer de quelconque conclusion. Notons simplement que le chêne peut remplacer le pin lorsque celui-ci est dépérissant et qu'il colonise alors plus vite

que ce conifère lors d'un défrichement massif, d'un feu... mais encore une fois cela ne s'applique guère dans le cas de Gamsen vu le nombre.

Il n'est pas possible non plus d'en tirer quoi que ce soit en dendrochronologie car les fragments ne disposent pas de plus de 5 cernes consécutifs.

Malgré tout le pin sylvestre reste une espèce pionnière aux besoins faibles même si certaines espèces feuillues s'étendent plus vite au départ (bouleau...). Elles ne constituent généralement qu'un stade après lequel le pin recolonise l'espace car il a aussi un grand pouvoir d'expansion par la production de très nombreuses graines de petite taille et ailées. Supportant bien les climats secs et chauds (comme le chêne), il peut aussi s'adapter au froid (comme l'épicéa) dans des sols aussi bien secs qu'humides d'ailleurs. Les différences s'observent entre autres sur le port de l'arbre mais dans le cas des bois du site, surtout dans la croissance.

Toutefois il est sensible à des conditions environnementales telles que la pollution atmosphérique, les attaques d'insectes ou encore aux incendies.

En éliminant d'office la pollution dans le cas de Gamsen et à travers les types de croissance observées, cela ne semble pas le cas ici. La présence quasi-unique de ce pin est bien le reflet des pinèdes si typiques du Valais suisse.

#### 3.3.2 Examen dendrochronologique

##### 3.3.2.1 les échantillons

Plus de 90% des fragments ont fourni des renseignements sur le nombre de cernes mesurables et leur croissance moyenne.

Il est bien évident que si l'on ne considérait que les critères de choix dendrochronologiques en matière de faisabilité, peu d'échantillons seraient retenus. Un critère plus « utile » dans ce cas sera admis : celui du type de croissance mais de façon empirique et basé uniquement sur l'observation de l'opérateur.

Un effort soutenu a donc été porté sur chacun des fragments et il est apparu que seuls les morceaux à croissance lente et ceux présentant une (ou des) année(s) particulière(s) et facilement repérable(s) avaient été sélectionnés. Cela correspond à quatre catégories de nombres de cernes qui sont :

- une vingtaine de fragments de 8 à 19 cernes;
- une quarantaine de fragments de 20 à 25 cernes;
- une trentaine de fragments de 30 à 45 cernes;
- et moins de 5 fragments de plus de 40 cernes;

soit un total d'une centaine d'échantillons mesurables mais pas forcément analysables car sur cette centaine, certains ne « passeront » pas en dendrochronologie par le jeu des synchronismes.

### 3.3.2.2 les préparations

Une fois les échantillons repérés, l'étape suivante consiste à préparer chacun des cernes dans la mesure de leur état. En effet tous les bois examinés sont à l'état de charbons, secs et très friables. Certains ont admis une préparation par micro-ponçage à la roulette sans trop de difficultés; d'autres ont été décapés à l'aide d'une lame de cutter et/ou de scalpel quand la surface était suffisamment homogène et, enfin, une partie ne le tolérant pas, les bois ont été considérés différemment et des essais d'imprégnation par PolyEthylèneGlycol (PEG) ont été réalisés. Aucun des autres bois restants n'a supporté quelque préparation que ce soit.

### 3.3.2.3 les mesures

Parmi tous les fragments préparés, l'attention a plus particulièrement porté, dans un premier temps, sur ceux dont les cernes étaient les plus « visibles » soit une dizaine d'EA.

La chaîne de mesure de notre laboratoire n'ayant pas l'aptitude nécessaire à faire transparaître tous les contrastes utilisés dans la mesure, il a fallu travailler à l'aide d'une chambre claire associée à la binoculaire. Ainsi l'opérateur voit à la fois l'échantillon et la feuille de mesure. Chacun des cernes est reporté sur cette feuille puis les cernes dessinés sont mesurés plus classiquement. Lorsque cela est possible, plusieurs chemins de lecture sont faits et mesurés au moins deux fois. Chaque fragment peut ainsi être mesuré jusqu'à une dizaine de fois.

Dans ce cas de figure, les échantillons traitables et traités sont les suivants :

EA 100, EA 139, EA 154, EA 200.C, EA 295.3,  
EA 309.2, EA 311.1 et EA 325.

### 3.3.2.4 les synchronismes par échantillon

Les séries obtenues par échantillon ont été confrontées entre elles pour essayer d'aboutir à une moyenne représentative de la croissance globale du bois considéré.

Ce stade fut particulièrement difficile car comme la plupart des conifères, le pin produit bon nombre de cernes doubles voire triple ou « oubliés » certaines années mais par forcément sur tout le pourtour de l'anneau. De plus, vivant en pente, ils ont dû adapter leur croissance par du bois de compression donnant ainsi des moëlles excentrées et des séquences dendrochronologiques très variées pour un même bois.

Les échantillons EA 309.2, EA 311.1 et EA 325 n'ont pas posé trop de problèmes mais, ne proposant qu'une vingtaine de cernes, ils ont surtout servi de témoins pour le système de mesure.

Les issues sont les suivantes :

#### Croissance moyenne de l'ordre de 0,5 mm/an :

- EA 100 moyenne finale de 58 années
- EA 139 moyenne finale de 61 années
- EA 154 moyenne finale de 67 années

#### Croissance moyenne de l'ordre de 0,5 à 1 mm/an :

- EA 200.C multiples mesures (morceaux 1.A, 1.B, 2.A et 2.B) sur 6 chemins différents (38 à 64 cernes)
- EA 295.3 multiples mesures (morceaux 1, 3 et 4) différents et 9 chemins différents (32 à 35 cernes)

#### Croissance moyenne supérieure à 2,5 mm/an :

- EA 309.2 moyenne finale de 18 années
- EA 311.1 moyenne finale de 19 années
- EA 325 moyenne finale de 22 années.

Trois exemples seront cités ici dans les figures 1, 2 et 3 concernant les bois comportant assez de cernes mais qui ont finalement pu fournir une moyenne synthétique unique : les bois EA 100, EA 139 et EA 154.

N'ont été conservées que les mesures moyennes par chemin entrées dans la moyenne globale et corrigées en fonction des cernes manquants.

### 3.3.2.5 les premières remarques

Les échantillons EA 100 et EA 139 n'ont pas de moëlle proche ce qui fait que l'on ne peut rien dire sur sa croissance au moment de la germination. En effet, si celle-ci avait été forte puis diminuante, on aurait pu supposer un terrain ouvert propice et lumineux.

Cependant la tendance décroissant de façon régulière et relativement douce, on peut proposer un milieu plutôt fermé et contraignant : concurrence avec ses « voisins » et conditions écologiques relativement stables mais strictes.

Cela ne semble pas le cas de EA 154 qui après une période assez difficile semble avoir bénéficié de meilleures conditions et qu'à partir de ce stade sa croissance ait été plutôt identique globalement même si les écarts interannuels sont parfois assez « violents » (augmentation et diminution du cerne de l'ordre de deux).

### 3.3.2.6 synchronisation entre les bois

Malgré toutes les démarches statistiques, empiriques et visuelles, aucune proposition sérieuse n'a pu

être retenue quant à la comparaison entre les différentes séquences obtenues; ce qui n'est pas vraiment surprenant quand on observe toutes les pertes subies à chaque étape de l'étude.

#### **4. CONCLUSION PROVISOIRE**

Sur l'ensemble du projet, tous les points ont été abordés à savoir :

- état de la question posée par les bois de Gamsen et leur intégration dans l'étude européenne du Hallstatt;
- recherche sur la végétation actuelle par description du paysage: une partie des documents collectés mais peu d'interprétation à cause notamment des problèmes d'étudiants cités plus haut;
- compréhension de l'écologie, de la croissance et du comportement du pin sylvestre actuel avec la reprise totale du travail sur une cinquantaine d'arbres avec 3 carottes par arbre;
- analyse d'échantillons de bois (qui devait porter sur environ 70 échantillons) avec plus de 600 échantillons (plus de 3000 fragments) qui ont été traités pour aboutir à une centaine de morceaux mesurables, soit plus de 50 bois.

Il était ambitieux de croire que tout serait résolu à la fois mais les résultats acquis permettent désormais de poser les « bonnes » questions dont la principale est : comment se fait-il que le pin sylvestre soit si difficile à comprendre sur ce secteur aussi bien au Hallstatt que de nos jours ? Car l'état carbonisé des bois préhistoriques n'explique pas tout, de même que la jeunesse, la présence d'une usine polluante ou encore l'altitude pour les arbres actuels.

## ORIENTATIONS BIBLIOGRAPHIQUES

### Dendrochronologie et méthodologie

BOURQUIN-MIGNOT C., LAMBERT G., LAVIER C., PERRAULT C., 1996. Comparison between oak and beech tree-ring series from a medieval site and living trees in France. Radiocarbon, Tree Rings, Environment and Humanity. Proceeding of the International Conference, Tucson (17-21 May 1994) : 485-490.

EGGER H., LAMBERT G. 1981 : Dendrochronologie : general bibliographie. Version zéro. 1812 références bibliographiques. Laboratoire de Chrono-Ecologie de Besançon et Laboratoire Cantonal d'Archéologie de Neuchâtel.

GIRARD CLOS O., LAMBERT G., LAVIER C., 1996. Oak tree-ring series from France between 4000 BC and 800 BC. Radiocarbon, Tree-rings, Environment and Humanity. Proceeding of the International Conference, Tucson (17-21 May 1994) : 751-768.

LAMBERT G. 1993: Etude dendrochronologique de deux stations forestières de la Petite Montagne. Evaluation des tests utilisés pour la datation du chêne des périodes historiques et préhistoriques. Rapport dactylographié du CUER 1994 ; t.2-1993 ; 15 p. 10 fig.

LAMBERT G. 1995: Recherches de signaux anthropiques dans des séries dendrochronologiques du Moyen-Age. Vè Congrès International de la Société d'Archéologie Médiévale, L'homme et la nature au Moyen-Age, Paléo-environnement et sociétés européennes, Grenoble, Oct. 1993; 143-150.

LAMBERT G., LAVIER C. 1991: A new historical master chronology for dendrochronology of the oak in the East of France. Questions about the dating in a large geographical area. Dendrochronologia 1991- 9; 165-180.

LAMBERT G., LAVIER C., 1996. Datations dendrochronologiques pour le site du Mont Beuvray. In : Buchsenschutz, O. ; Richard, H. (éd.), L'environnement du Mont Beuvray, Glux-en-Glenne : Centre archéologique européen du Mont Beuvray, 57-68.

LAMBERT G., LAVIER C., DUPOUEY J.-L. 1992 : Dendrochronologie et paléoclimatologie: une nouvelle piste. Communication à la Table Ronde du Mont-Beuvray en Mars 1992: le climat à la fin de l'Age du Fer et dans l'Antiquité (500 BC- 500AD). Méthodes d'approche et résultats; Les Nouvelles de l'Archéologie n°50, Editions Errance; 55-57.

LAMBERT G., LAVIER C., GUIBAL F. 1992: La dendrochronologie, une méthode précise de datation. Mém. Soc. Géol. France., ns, GEOPRE, n° 160: 109-117.

LAMBERT G., LAVIER C., GUIBAL F. 1992: Dendrochronologie, Archéologie, Science et Fiction. Les Bois archéologiques, AGORA n° 2-1992; 43-48.

LAMBERT G., LAVIER C., PETREQUIN P., GASSMANN P. 1994: Effets de la démographie, de la coutume et de la technique sur la donnée dendrochronologique : aperçus sur le slalom du dendrochronologue à travers les artefacts numériques. Dans les actes du colloque transfrontalier Analyse et maîtrise des valeurs naturelles; Besançon, Septembre 1993; 215.

### Parutions prévues

LAMBERT G. : Etude dendrochronologique de deux stations forestières de la Petite Montagne. Evaluation des tests utilisés pour la datation du chêne des périodes historiques et préhistoriques. Plaquette du CUER .1994 ; 15 p. 10 fig. déposé en Novembre 1994 – parution 1996 ?

LAMBERT G., BERNARD V., DOUCERAIN C., GIRARD CLOS O., GUIBAL F., LAVIER C., SZEPERTISKY B. : French regional oak chronologies spanning more than 1000 years. International Conference on Tree Rings, Environment and Humanity : Relationships and Processes, May 1994, Tucson, Arizona. déposé en Mai 1994 – parution 1996 ?

### Archéologie

BOISSEAU R., LAMBERT J. (G) 1975: Un Champ de tumulus du Premier Age du Fer a Glandon ( Haute-Vienne). Gallia 33 ; 1-25.

LAMBERT G.(-N.) 1973: L'Age du Fer en Limousin. Le Champ tumulaire de Glandon (Haute Vienne). Mémoire de maîtrise. dactyl. 2 vol.

LAMBERT G.(-N.) 1974: Quelques réflexions concernant l'Age du Fer en Limousin. Bull. Soc. des Lettres, Sciences et Arts de la Corrèze, 57 ; 44-70.

LAMBERT G.(-N) 1992: A propos de la nécropole tumulaire de la fin du Premier Age du Fer de Glandon (Haute-Vienne). Actes du XIIIè colloque de l'A.F.E.A.F.: «Le Berry et le Limousin dans l'Age du Fer. Artisanat du bois et de matières organiques». Guéret, Mai 1989. 189-205; 9 fig.

LAMBERT G., MILLOTTE J.-P. 1989: Le Premier Age-du-Fer en Franche-Comté et dans l'Est de la France. Relations européennes. Mélanges Lévêque; Annales de l'Université de Franche-Comté.

LAMBERT G., MILLOTTE J.-P. 1988: Le Premier Age-du-Fer en Europe Occidentale. Notion de groupes; dynamique, échanges et mouvements sociaux. Actes du Colloque de Liège, mai 1988.

LAMBERT G., ROULIERE-LAMBERT M.-J. 1985: Les vestiges du château de Crozant de l'Age du Bronze Ancien à la fin du premier Age du Fer. Crozant, Doc. d'Archéologie Creusoise 1; 87-131.

VUAILLAT D., LAMBERT G. 1980: Essai de description formelle sur les épées hallstattiennes de l'Est de la France. Actes du 20e Symposium International d'Archéométrie, Paris 26-29 mars 1980. Revue d'Archéométrie. 2.

VUAILLAT D., LAMBERT G. 1981: Essai de description formelle sur les épées hallstattiennes de l'Est de la France. Approche d'une méthode de gestion de l'information archéologique. Bull de Liaison du Groupe des Méthodes Physiques et Chimiques de l'Archéologie, 5, vol 2 (20ème symposium international d'Archéométrie, Paris 26-29 mars 1980); 199-215.

### Informatique (appliquée à la dendrochronologie)

LAMBERT G. 1987: Dendro, un système complet de traitement dendrochronologique: 4 programmes écrits en Turbo-Pascal sur Mac-Intosh, Apple II et compatibles IBM. Actuellement en test d'utilisateurs à Neuchâtel et Berne.

LAMBERT G. 1989: DENDRO3. Un système d'analyse dendrochronologique en langue française: langage, structure et mode d'emploi. 30p.

### Diplômes (Dendrochronologie et méthodologie)

BERNARD V. 1993 : Approche dendrochronologique des ponts celtiques de Houdancourt «Les Esquillons» (Oise); mémoire de diplôme de l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, sous la direction du Prof. Jean Guilaîne, EHES de Toulouse et de G. Lambert, Chargé de Recherches au CNRS, Laboratoire de Chrono-Ecologie de Besançon. 136 p.

LOCATELLI C. 1994 : La chronologie du premier millénaire avant notre ère dans le Nord-Est de la France. Questions et réponses du dendrochronologue. Mémoire de Maîtrise d'Histoire de l'Art et d'Archéologie. Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Université de Franche-Comté; sous la direction de G.Lambert, Chargé de Recherches au CNRS, Laboratoire de Chrono-Ecologie de Besançon. 130 p.

JACQUET G. 1995 : Eléments pour une chronologie précise à l'année pour les régions de la Bourgogne au Val de Loire. Mémoire de «Diplôme d'Etudes Approfondies en Méthodes et Techniques Nouvelles en Sciences Humaines», option «Histoire et Cultures des Sociétés Antiques (paléo-environ-

nement)», Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Université de Franche-Comté; sous la direction de G.Lambert, Chargé de Recherches au CNRS, Laboratoire de Chrono-Ecologie de Besançon.

### Bibliographie sur le pin sylvestre consultée

ERMICH K. 1953 : The effect of climatic factors on the increment of *Quercus robur* L. and *Pinus silvestris* L.; Attempted analysis of the problem. Prace roln.-lesne Pau 1968

ERMICH K. 1959 : The investigations of the the seasonal course of the diameter growth of *Pinus silvestris* L., and *Quercus robur* L. Acta Soc. Bot. Poloniae, XXVIII, 1 ; 15-63.

HUBER F. 1976 : Problèmes d'interdatation chez le pin sylvestre et influence du climat sur la structure de ses accroissements annuels. Ann. Sci. Forest., 33 ; 61-68.

KIENAST F., FLÜHLER H., SCHWEINGRUBER F.H. 1981 : Jahrringanalysen an Föhren (*Pinus silvestris* L.) aus immissionsgefährdeten Waldbeständen des Mittelwallis (Saxon, Schweiz) Eidgenöss. Anst. Forstl. Vers. wes. Mitt. 57 ; 415-432.

LOW A.J. 1964 : A study of compression wood in Scots pine (*Pinus silvestris*). Forestry 37 ; 179-201.

MEIER B. 1973 : Über Kambiumtätigkeit und Jahrringentwicklung in *Picea abies* Karst., *Larix decidua* Mill. und *Pinus silvestris* L. an der oberen, alpinen Waldgrenze. Vierteljahrsschr. Nat. forsch. Ges. Zür. 117 ; 153-191.

MOUNET J.-P., MOUNET-SAULLENC H. 1979 : Etude de la production de chêne pubescent et du pin sylvestre dans le Diois-Baronnies. Action concertée DGRST « Structure, dynamique et utilisation des formations à chêne pubescent ». rapport de l'exercice 78/79; 29-30.

MUNAUT A.V. 1966 : Recherches dendrochronologiques sur *Pinus silvestris*. 1. Etude de 45 pins sylvestres récents originaires de Belgique. Agricultura XIV, 2è série (n°2) ; 193-232.

MUNAUT A.V. 1966 : Recherches dendrochronologiques sur *Pinus silvestris*. 2. Première application des méthodes dendrochronologiques à l'étude des pins sylvestres subfossiles (Terneuzen, Pays-Bas). Agricultura, 14, 2è série, n°2 (Juin 66) ; 361-389.

MUNAUT A.V. 1971 : Etude dendrochronologique des *Pinus silvestris* L. subfossiles provenant de la tourbière d'Emmen (Drenthe, Pays-Bas). Rev. Paleobot. Palynol., 11; 201-226.

OERTENBLAD V. Th. 1881 : Om den högnordiska tallformen *Pinus silvestris* L. lapponica (Fr) Akad. Handl. 6 ; 10.

SCHWARZ F. 1899 : Dickenwachstum und Holzqualität von *Pinus sylvestris*. Berlin.

TESSIER L. 1982 : Analyse dendrochronologique comparée de six populations de Pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L.) dans la Drôme. *Ecologia Mediterranea* VIII, 3 ; 185-202.

TESSIER L. 1984 : Dendrochronologie et écologie de *Pinus sylvestris* L. et *Quercus pubescens* Wild. dans le sud-est de la France. Ph. D. Thesis, Université de Droit d'Economie et des Sciences d'Aix-Marseille.

TESSIER L. 1986 : Approche dendroclimatique de l'écologie de *Pinus sylvestris* L. et *Quercus pubescens* Wild. dans le sud-est de la France. *Acta Oecologica, Oecol. Plant.* 7 (21) n°4 ; 339-355

TIMELL T.E. 1986 : Compression wood in Gymnosperms. 3 c-vols Springer wood series. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo. 2150 S.

TZSCHACKSCH O. 1989 : Radialzuwachs von Fichten (*Picea abies* [L.] Karst.) und Kiefern (*Pinus sylvestris* L.) unterschiedlicher phytotoxischer Immissionen. *Beitr. Forstwirtschaft* 23 ; 163-170.

WERNER P. 1988 : La Flore. N°2. Collection Connaître la nature en Valais. Ed. Pillet.

Achévé d'imprimer en juillet 2005

Impression de la couverture; G. Haefliger, Sion  
Reliure: E. Imhoff, Sion

ARIA S.A.  
1950 Sion  
Suisse