Zeitschrift: Cahiers d'archéologie romande

Herausgeber: Bibliothèque Historique Vaudoise

Band: 154 (2014)

Artikel: L'habitat alpin de Gamsen (Valais, Suisse) : 2. Le contexte géologique : histoire sédimentaire d'un Piémont en contexte intra-alpin, du Tardiglaciaire à l'actuel

Autor: Moulin, Bernard / Guélat, Michel / Rentzel, Philippe

Kapitel: VI: La dépression de soutirage karstique

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-835634

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

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

Chapitre VI

La dépression de soutirage karstique

6.1 Présentation

6.1.1 Localisation, extension géographique

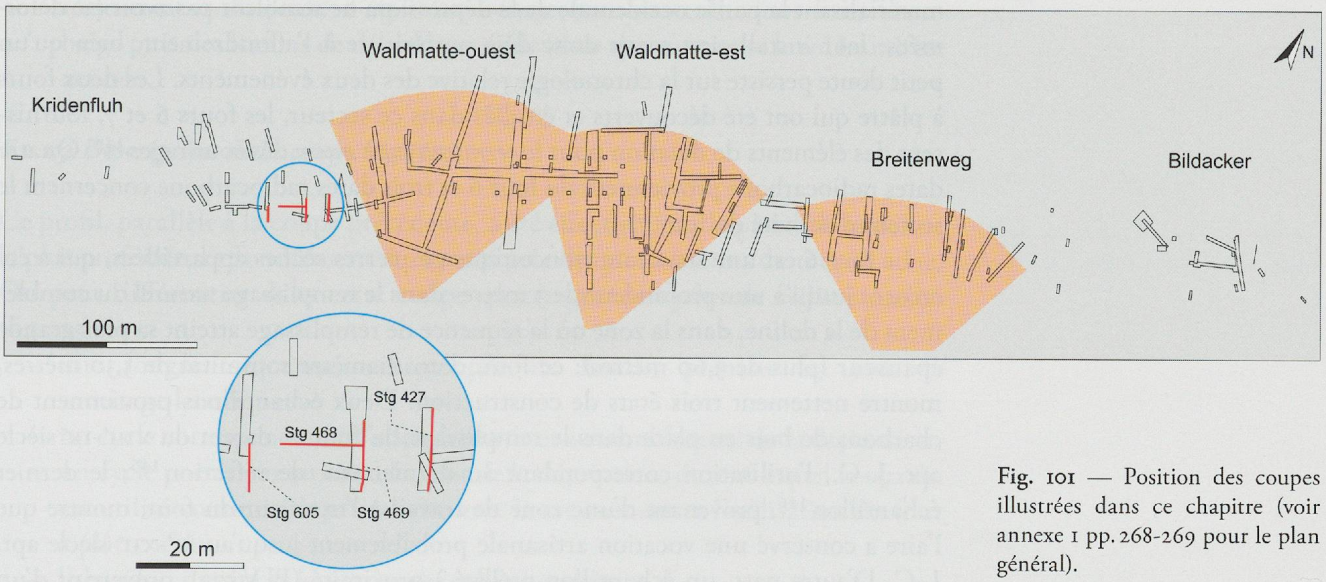


Fig. 101 — Position des coupes illustrées dans ce chapitre (voir annexe 1 pp. 268-269 pour le plan général).

Le domaine morpho-sédimentaire E, correspondant à la zone d'extension de la dépression de soutirage karstique, se situe à Waldmatte-ouest. L'aire concernée se présente sous la forme d'un petit ensellement de forme allongée, d'axe est-ouest, d'environ 60 m sur 15 m, qui se marque encore assez bien dans la topographie actuelle (fig. 10 et fig. 101); il est adossé, côté sud, au talus abrupt qui domine le site et où affleure le substrat rocheux. Cet ensellement jouxte, à l'ouest, une butte au relief bien marqué, où la séquence tardiglaciaire a été préservée (domaine morpho-sédimentaire F), séquence dont il a été question au chapitre III. Il est en contact, à l'est, avec le flanc ouest du cône de Waldmatte-ouest: les chenaux les plus occidentaux de ce cône se sont déversés à plusieurs reprises dans cette dépression et ont contribué à son comblement. La présence de bancs de gypse triasique dans le substrat sous une faible couverture sédimentaire holocène, au

contact entre l'Helvétique et le Pennique, est à l'origine de ces soutirages localisés (fig. 4 et 7) et les effondrements engendrés sont de type «*suffosion*»[143]. Les données de terrain montrent qu'un premier soutirage karstique, responsable de la formation de la dépression allongée d'une soixantaine de mètres de longueur, a été suivi, plus tardivement, par de petits soutirages plus localisés.

6.1.2 Eléments de chronologie

La séquence stratigraphique de la dépression de soutirage karstique au sens strict, repose sur un substrat plus ancien (Tardiglaciaire et Holocène ancien) et s'inscrit chronologiquement entre le début du Ier millénaire de notre ère et le début du IIe millénaire. Les éléments de datation permettant de sérier chronologiquement le soutirage karstique et le comblement de la dépression qui en a résulté proviennent de l'archéologie. Deux horizons d'époque romaine ont été reconnus dans la séquence sédimentaire antérieure à l'effondrement karstique, tous deux déformés par le soutirage: le premier appartient au R2B (120/150 – 170/200 apr. J.-C), le second au R2C (170/200 – 260/280 apr. J.-C.); ce dernier horizon donne donc un *terminus post quem* sans équivoque pour le soutirage. D'autre part, des tombes à inhumation (nécropole R3-HMA1 = 300/600 AD), installées au pied de la butte matérialisant la partie occidentale de la dépression, ne semblent pas avoir été déformées: leur installation serait donc déjà postérieure à l'effondrement, bien qu'un petit doute persiste sur la chronologie relative des deux événements. Les deux fours à plâtre qui ont été découverts et étudiés dans ce secteur, les fours 6 et 7, fournissent des éléments de datation pour le *terminus ante quem* des soutirages[144]. Quatre dates radiocarbone proviennent du four 6 et trois dates radiocarbone concernent le secteur d'activité du four 7.

Le four 6 est une structure tronconique en pierres sèches appareillées, qui a été creusée jusqu'à une profondeur de 3 mètres dans le remplissage naturel du comblement de la doline, dans la zone où la séquence de remplissage atteint sa plus grande épaisseur (plus de 3,60 mètres); ce four, d'un diamètre sommital de 3,30 mètres, montre nettement trois états de construction. Deux échantillons proviennent de charbons de bois en place dans le remplissage du four et datent du VIIIe-IXe siècle apr. J.-C., l'utilisation correspondant au dernier état de réfection[145]; le dernier échantillon[146], provenant d'une zone de travail à l'extérieur du four, montre que l'aire a conservé une vocation artisanale probablement jusqu'au XIe-XIIe siècle apr. J.-C. D'autre part, un échantillon prélevé à proximité (PLV 572), provenant d'un niveau archéologique en relation avec ce four et surcreusant le remplissage de la cuvette, a fourni une date plus ancienne donnant ainsi un *terminus ante quem* pour la datation du remplissage naturel de la dépression, dans sa partie la plus dilatée, entre le VIe et le IXe siècle de notre ère[147].

Le four 7, daté par trois échantillons ^{14}C, est le plus ancien des deux fours et a livré des dates proches de celles de PLV 572[148]. La date la plus récente donne un *terminus ante quem* pour le deuxième soutirage karstique, plus localisé et de moins grande ampleur que le premier, le four 7 étant déformé par ce second effondrement.

6.2 Dossier documentaire

6.2.1 Documentation stratigraphique: descriptif des coupes de référence

Quatre des cinq coupes décrites ci-après sont perpendiculaires à l'axe d'allongement de la structure géologique; elles seront décrites successivement en commençant par celle située le plus à l'est. La cinquième coupe est parallèle à l'allongement de la structure (fig. 101).

143 Gutiérrez *et al.* 2008; Cremonini *et al.* 2010.

144 Paccolat et Taillard 2001.

145 UtC10384: 1188 ± 37 BP, 716-965 AD cal 2σ et UtC10385: 1133 ± 38 BP, 777-987 AD cal 2σ.

146 ARC873: 1015 ± 60 BP, 893-1160 AD cal 2σ.

147 ARC1135: 1315 ± 77 BP, 591-891 AD cal 2σ.

148 UtC10386: 1395 ± 35 BP, 591-678 AD cal 2σ et UtC10387: 1328 ± 40 BP, 645-769 AD cal 2σ; ARC1134: 1203 ± 40 BP, 689-946 AD cal 2σ.

6.2.1.1 Description de la coupe Stg 427

La coupe Stg 427 est située dans la partie orientale de la structure d'effondrement. Ce profil (fig. 102) montre les grands ensembles suivants, de la base au sommet:

- une formation hétérométrique (diamictons) gris-vert à nombreuses intercalations lenticulaires gravillonneuses constituant l'unité de base, terme inférieur de la séquence mal datée (Tardiglaciaire ou Holocène ancien) reconnue sur une grande partie du site;
- une séquence antérieure aux déformations d'origine karstique comprenant, de la base au sommet, des colluvions rougeâtres en fin liseré (colluvions d'altérites) surmontées de colluvions brun-beige corrélées au R2B (120 / 150 – 170 / 200 apr. J.-C.), un petit dépôt lenticulaire de gravillons torrentiels gris, puis un horizon romain corrélé au R2C (170 / 200 – 260 / 280 apr. J.-C.) avec indices anthropiques (céramique, structures en fosse);
- les structures d'effondrement se caractérisant par un décrochement vertical avec fente en «coin» au nord et une nette inflexion des couches au sud;
- la séquence postérieure à l'effondrement, constituée de petits graviers torrentiels dont l'épaisseur atteint un mètre au centre de la coupe, provenant d'un bras occidental du cône de Waldmatte-ouest, puis une séquence de réajustement du profil d'équilibre comprenant des colluvions fines brun-beige puis des limons de débordement de bisse que surmonte le sol humifère actuel.

6.2.1.2 Description de la coupe Stg 469

Ce profil, parallèle à la coupe précédente, a été effectué dans la partie de la doline la plus profonde, l'effondrement atteignant près de quatre mètres dans cette zone. On peut différencier dans cette coupe quatre grands cycles de sédimentation (fig. 103):

- une longue séquence, entrecoupée de hiatus, prenant fin avec le soutirage karstique;
- un cycle correspondant à l'effondrement et au comblement de la dépression;
- un cycle postérieur au comblement de la dépression, durant lequel le terrain est utilisé comme aire artisanale, avec le creusement et l'utilisation du four à plâtre n° 6;
- l'abandon du site et la reprise du colluvionnement.

La sédimentation antérieure à l'effondrement karstique

La formation de base est constituée de sédiment hétérométrique gris-vert (diamictons) attribué au Tardiglaciaire ou à l'Holocène ancien, dans lequel s'interstratifient localement des lentilles gravillonneuses mieux triées. On peut admettre qu'avant l'effondrement, le toit de cette formation présentait une pente régulière sud-nord peu prononcée. Au sud, ces dépôts sont surmontés par des colluvions brun-rouge qui peuvent être mises en relation avec un des niveaux de pédogenèse holocène. Au nord, la séquence se poursuit, après un hiatus vraisemblablement de longue durée, par un premier horizon archéologique romain (Occ 16) attribué au R2B (120 / 150 – 170 / 200 apr. J.-C.) surmonté d'une séquence colluviale. Au sommet de ces colluvions se trouve un second niveau d'occupation, également romain (Occ 002), que le matériel permet de dater du R2C (170 / 200 – 260 / 280 apr. J.-C), surmonté d'un limon de ruissellement attribué à la même période chronologique.

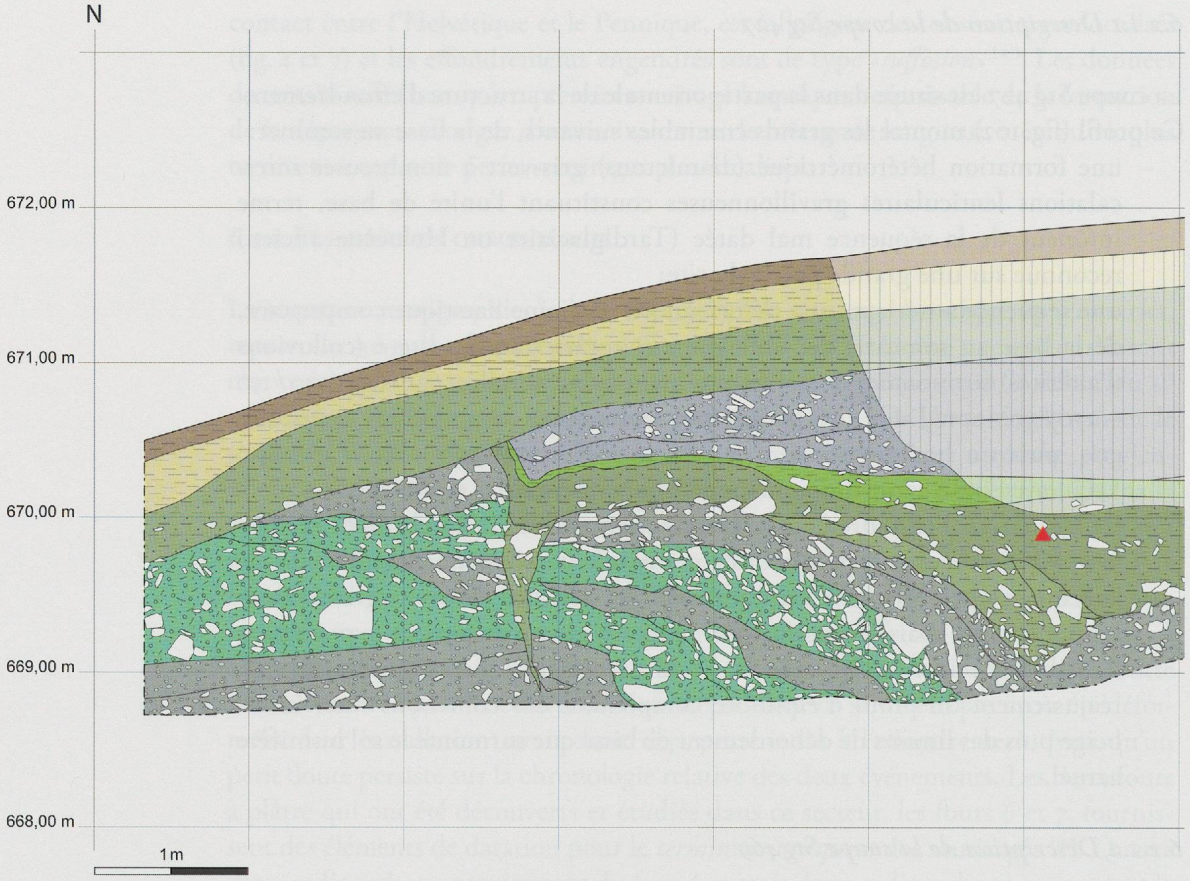


Fig. 102 — Coupe Stg427, perpendiculaire à l'axe d'allongement de la dépression de soutirage karstique (partie orientale de la gouttière). En rouge: matériel archéologique (voir légende des faciès p. 250).

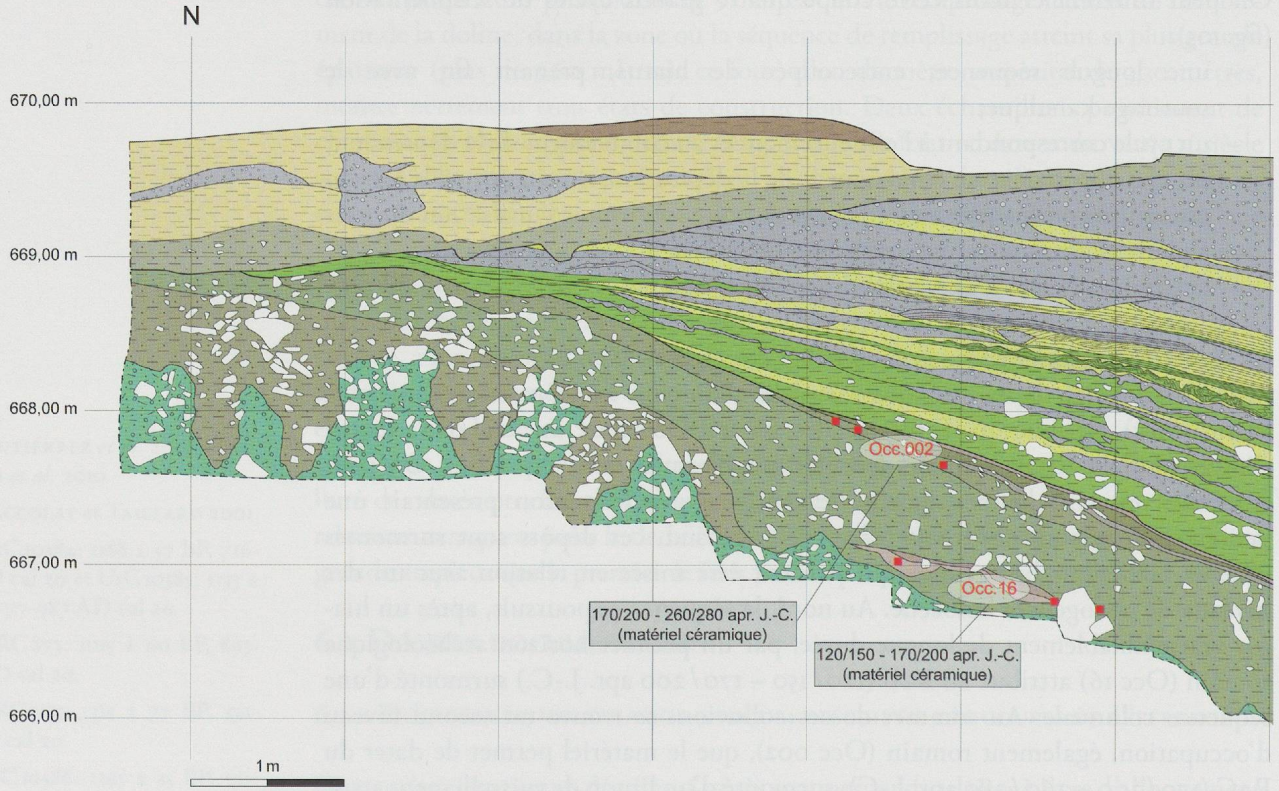
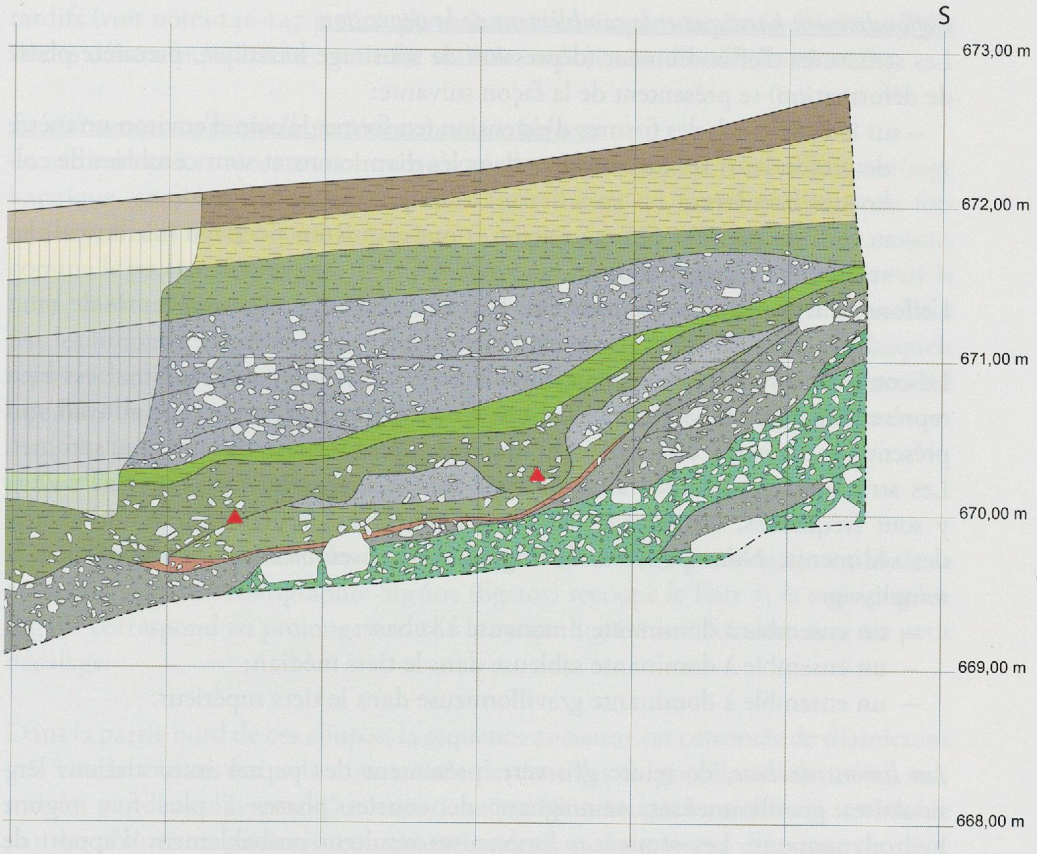
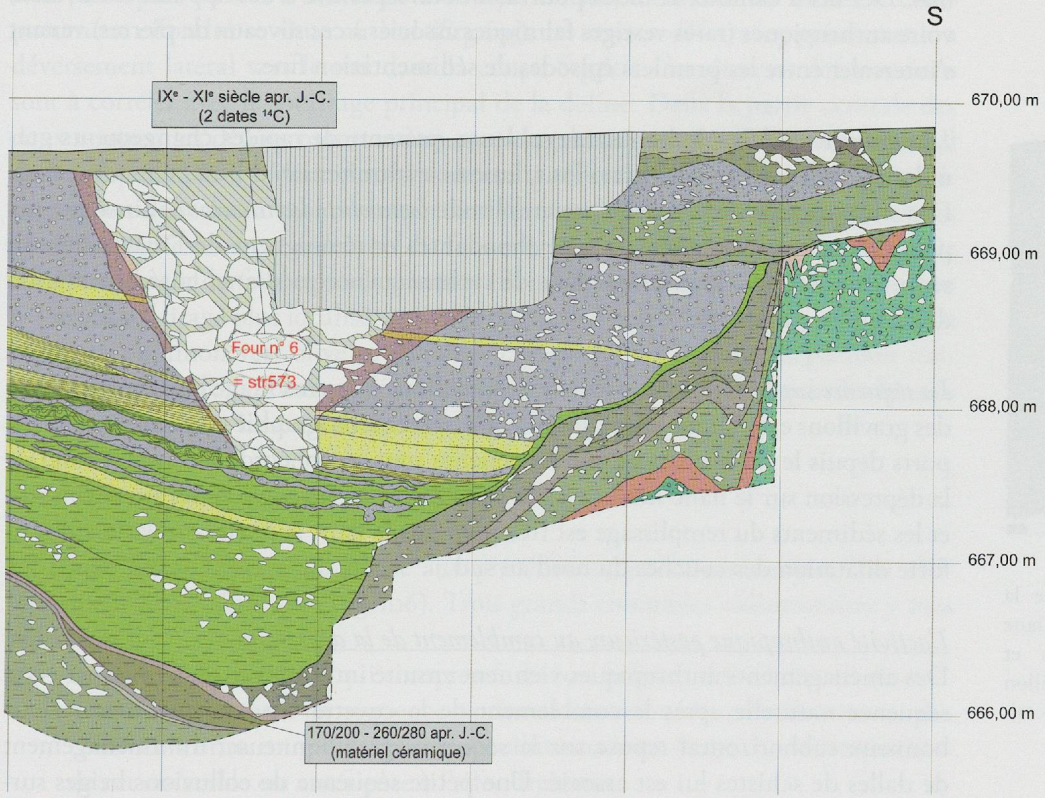


Fig. 103 — Coupe Stg469, perpendiculaires à l'axe d'allongement de la dépression de soutirage karstique (partie centrale de la gouttière), illustrant, d'une part les structures d'effondrement au nord et au sud, d'autre part le remplissage très dilaté au centre. En rouge: matériel céramique (voir légende des faciès p. 250).


S
673,00 m
672,00 m
671,00 m
670,00 m
669,00 m
668,00 m


S
IXe - XIe siècle apr. J.-C.
(2 dates 14C)
Four n° 6
= str573
170/200 - 260/280 apr. J.-C.
(matériel céramique)
670,00 m
669,00 m
668,00 m
667,00 m
666,00 m

L'effondrement karstique et le comblement de la dépression

Les structures d'effondrement (dépression de soutirage karstique, première phase de déformation) se présentent de la façon suivante:

- sur le flanc nord, des fissures d'extension (en forme de coin d'environ un mètre de profondeur) se sont ouvertes dans les diamictons et sont comblées de colluvions brunâtres;
- au sud, les couches ont été étirées et ont acquis un pendage subvertical; les structures en coin y sont rares.

L'effondrement maximal, au centre de la gouttière, peut être estimé à près de 4 m.

Le comblement de la dépression dans la zone d'effondrement maximal est bien représenté par la coupe Stg 469. Il s'agit d'une sédimentation de type alluvial, qui présente, *grosso modo*, un gradient granulométrique croissant de la base au sommet. Les structures synsédimentaires de type *load structures* et *convolute laminations* y sont fréquentes, en relation avec les changements brutaux de granulométrie des sédiments. Nous pouvons distinguer trois ensembles sédimentaires dans le remplissage:

- un ensemble à dominante limoneuse à la base;
- un ensemble à dominante sableuse dans le tiers médian;
- un ensemble à dominante gravillonneuse dans le tiers supérieur.

Les limons de base, de teinte gris-vert, présentent des petites intercalations lenticulaires gravillonneuses, témoignant de courtes phases à plus fort régime hydrodynamique. Les séquences limoneuses résultent probablement d'apport de matériel ruisselé, venant se décanter dans la petite dépression oblongue nouvellement créée. Lors des périodes de précipitation, une petite mare temporaire a ainsi pu se former suite au colmatage du fond de la dépression par les premiers sédiments fins. Des lits à cailloux et blocs pourraient correspondre à des apports colluviaux, voire anthropiques (rares vestiges fauniques associés à ces niveaux de pierres) venant s'intercaler entre les premiers épisodes de sédimentation fine.

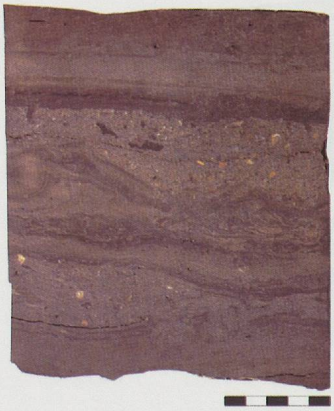


Fig. 104 — Comblement de la dépression, séquence médiane à rythmites sableuses fines et limoneuses (Stg 468, échantillon GM61, bloc induré. Echelle: 5 cm).

La séquence médiane, à dominante sableuse, présente de rapides changements granulométriques: sables fins, gravillons, limons, rythmites sablo-limoneuses (fig. 104). Des structures de charge de petite amplitude *(convolute laminations)*, ainsi que des petites structures de *slump*, y sont abondantes et témoignent de l'instabilité des sédiments. Durant la mise en place de cette séquence médiane, la sédimentation devient plus proximale.

La séquence supérieure est constituée de gravillons gris sans litage net. Le grand axe des gravillons est oblique par rapport au plan de la stratigraphie et témoignent d'apports depuis le sud-est. Alors que les couches sont en concordance avec le fond de la dépression sur le flanc nord de celle-ci, la discordance entre le terrain encaissant et les sédiments du remplissage est très nette sur le flanc sud, en corrélation avec la forte dilatation des couches du nord au sud.

L'activité anthropique postérieure au comblement de la dépression

Des aménagements anthropiques viennent ensuite interrompre puis tronquer cette séquence naturelle après le comblement de la cuvette: au sud, un niveau charbonneux subhorizontal repose sur la séquence gravillonneuse; un aménagement de dalles de schistes lui est associé. Une petite séquence de colluvions beiges surmonte cet horizon anthropique. Le four 6 tronque la séquence de comblement de la dépression dans sa partie la plus dilatée; les trois dates obtenues sur les charbons de bois provenant du remplissage de ce four et de ses niveaux de réutilisation plus

tardifs (voir notes 146-147 p. 160), permettent d'envisager une durée d'environ trois siècles durant laquelle cette zone fut utilisée comme aire d'activité artisanale.

La sédimentation naturelle postérieure au comblement

La sédimentation récente montre qu'après les perturbations naturelles (soutirage karstique, comblement) et anthropiques (installation du four à plâtre) ayant fortement affecté la topographie locale, un nouveau profil d'équilibre a été acquis, comme le prouve la présence d'un petit niveau colluvial à pendage régulier vers le nord, constant tout le long de la coupe. Ces colluvions fines ont ensuite été scellées par les limons sableux résultant des débordements modernes de bisse, sur lesquels repose le sol humifère actuel; ces dépôts de débordements de bisses ont entraîné une diminution progressive de la pente générale de la surface topographique.

6.2.1.3 Description des coupes Stg 605 et Stg 616-571

Ces deux coupes ont été relevées de part et d'autre de la prolongation sud de la tranchée Tr.23. La stratigraphie Stg 605 (fig. 105) recoupe le four 7; la stratigraphie Stg 571 correspond au prolongement de la coupe Stg 616 vers le nord, avec un petit décalage.

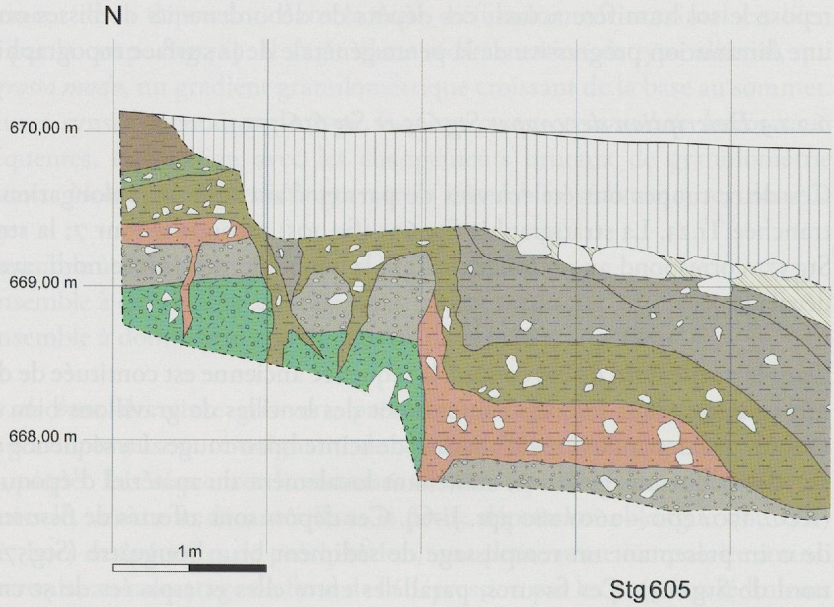
Dans la partie nord de ces coupes, la séquence ancienne est contituée de diamictons gris verdâtre (dans lesquels s'intercalent des lentilles de gravillons bien triés), surmontés par des colluvions d'altérites de teinte brun-rouge. La séquence se termine par des colluvions grisâtres, contenant localement du matériel d'époque romaine (R2C, 170/200 – 260/280 apr. J.-C). Ces dépôts sont affectés de fissures en forme de coin présentant un remplissage de sédiment brun rougeâtre (Stg 571 et partie nord de Stg 605). Ces fissures, parallèles entre elles et espacées de 50 cm environ, font place plus au sud à une faille avec rejet vertical d'environ un mètre, le compartiment effondré se situe au sud (Stg 605), les strates déformées présentant un déversement latéral vers le sud dans la coupe Stg 616. Ces diverses déformations sont à corréler avec le soutirage principal de la doline. Dans la partie centrale des deux coupes, les dépôts montrent un soutirage bien marqué. Dans la moitié sud de la coupe Stg 605, le four 7 a été fortement affecté par ce phénomène de soutirage et son flanc sud a subi un important déversement vers le nord. Les trois dates obtenues sur les charbons de bois du four 7 (voir note 148 p. 160) montrent que le fonctionnement du four, après le premier effondrement de grande ampleur et avant le second soutirage plus localisé, se situe entre le VIIe et le Xe siècle de notre ère. Une séquence de limon vert olive et de sables jaunes comble la petite dépression résiduelle résultant de ce soutirage localisé; des colluvions brun-beige, puis des limons de débordement de bisses scellent cette séquence.

6.2.1.4 Description de la coupe Stg 468

La coupe Stg 468, perpendiculaire aux précédentes, est orientée selon l'axe d'allongement de la dépression (fig. 106). Trois grands ensembles sédimentaires y sont représentés:

- un ensemble inférieur, qui comprend, de bas en haut, des dépôts de diamictons appartenant à la séquence ancienne mentionnée précédemment, des colluvions brun rougeâtre, puis des colluvions brun-beige. La sédimentation de cet ensemble est antérieure à l'effondrement;
- un ensemble médian qui comprend, à la base, des limons plus ou moins sableux vert olive, puis une séquence intermédiaire où alternent des sables gravillonneux, des sables fins et moyens et des limons (fig. 104).

Divers types de déformations (fig. 106) pénécontemporaines de la sédimentation (figures de charges, *convolute laminations*, *pillar structures*) affectent cette séquence. Deux blocs ont été prélevés dans les sédiments affectés par les déformations synsédimentaires, indurés dans la résine puis sciés (fig. 106, 110 et 111). Cet ensemble se termine par des graviers et gravillons, qui présentent des faciès plus grossiers dans la partie est de la coupe. La sédimentation de cet ensemble médian, qui montre une importante dilatation dans la partie est de la coupe (sédimentation proximale), est postérieure à l'effondrement et



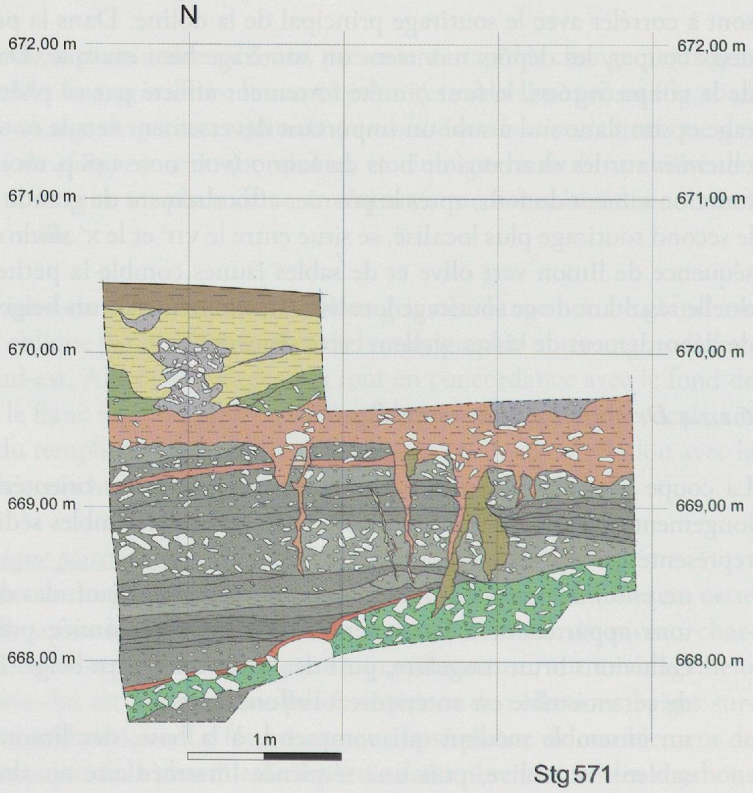
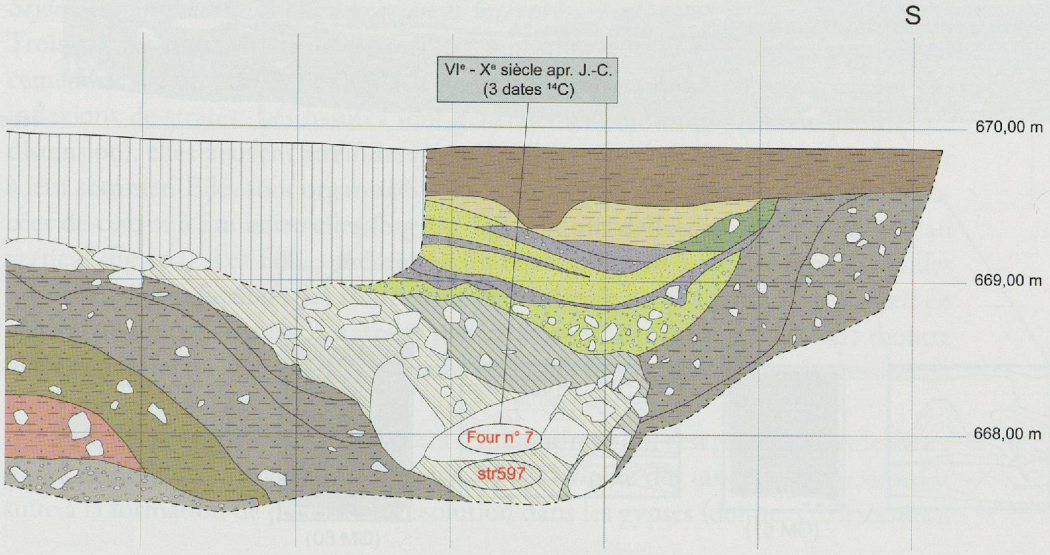


Fig. 105 — Coupe Stg605, Stg571 et Stg616, perpendiculaires à l'axe d'allongement de la dépression de soutirage karstique, mettant en évidence les structures d'effondrement (voir légende des faciès p. 250).

correspond au remplissage de la dépression par des apports torrentiels venant du sud-est.

– un ensemble supérieur qui comprend des colluvions brun-beige, mieux développées dans la partie ouest de la coupe, puis des limons sableux, dans lesquels s'intercalent des lentilles gravillonneuses, correspondant à l'activité récente des bisses. Cet ensemble supérieur est postérieur au comblement de la dépression.



Stg 605

Stg 616

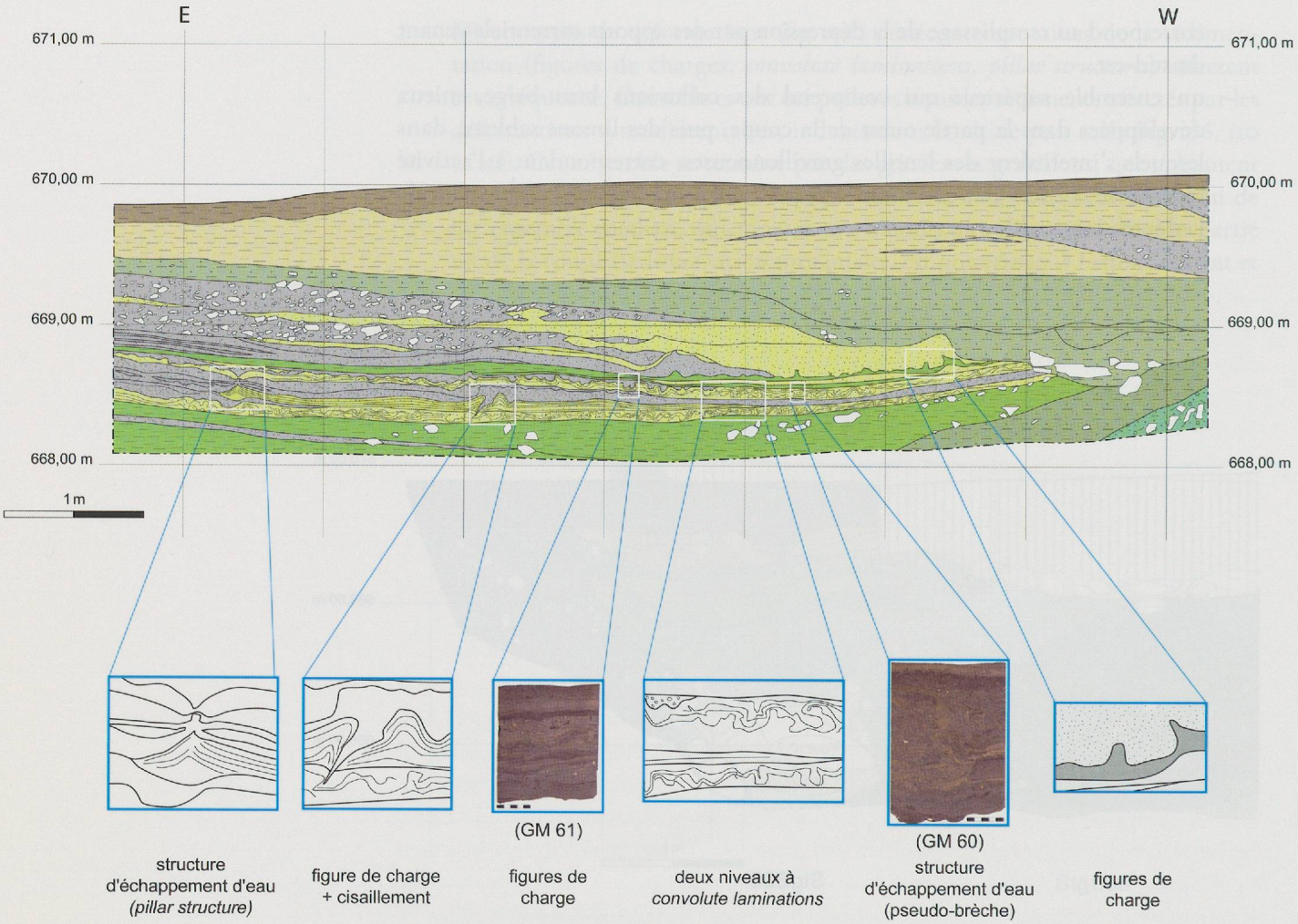


Fig. 106 — Coupe Stg468, parallèle à l'axe d'allongement de la dépression de soutirage karstique (partie centrale). Les structures synsédimentaires sont nombreuses dans son tiers inférieur (voir légende des faciès p. 250).

6.3 Figures sédimentaires, déformations souples et cassantes: contexte lithostratigraphique, inventaire, typologie et interprétations

Ce sous-chapitre se propose de faire la synthèse des déformations sédimentaires observées en les replaçant dans leur contexte chronostratigraphique et lithologique, comme cela a été fait précédemment pour la séquence tardiglaciaire. Trois phases de déformations, souples ou cassantes, ont été mises en évidence. Elles seront successivement passées en revue.

6.3.1 Dépression de soutirage karstique, phase de déformations post-sédimentaires contemporaines de l'effondrement principal

Localisation

La zone concernée par ces déformations est une aire allongée, orientée est-ouest, d'environ 60 m sur 15 m correspondant au domaine morpho-sédimentaire E.

Eléments de datation

Les déformations s'effectuent chronologiquement entre la période romaine (*terminus post quem*: IIe-IIIe siècle apr. J.-C.) et le scellement par un niveau charbonneux daté du Haut Moyen Âge par ^{14}C (ARC 1135, voir note 147, *terminus ante quem: 591-891 AD cal 2σ).*

Contexte environnemental et lithostratigraphique

La linéation structurale majeure du substrat correspond *grosso modo* à l'axe de la vallée du Rhône entre Viège et Brig. À la base du versant sud de la vallée affleurent les gypses triasiques de l'Helvétique (zone de Termen). La structure d'effondrement de la phase de déformation se calque sur cette structuration régionale.

La séquence sédimentaire affectée par les perturbations comprend, à la base, les formations hétérométriques correspondant aux dépôts de gravité de la séquence ancienne. Celles-ci sont surmontées par des colluvions de faible puissance et par les vestiges d'occupation romaine.

Style des déformations, classification et interprétation

Trois grands types de structures ont été mis en évidence: des fissures sans déplacement relatif vertical des matériaux de part et d'autre, des failles avec rejet et des inflexions de strates. Les fissures sont généralement en forme de coin (fissures de distension), elles peuvent atteindre un mètre de profondeur et 5 à 20 cm de largeur à leur sommet. Elles sont organisées soit de façon parallèle (fissures verticales espacées de 0,50 m à 1 m entre elles (Stg 571, fig. 105), soit de façon radiale dans le plan vertical (fig. 104). Les failles présentent un rejet de 0,50 m à 1 m; ce sont des failles normales. Les inflexions des strates sont de l'ordre de 0,5 m à 1,5 m; il se produit en général un amincissement des strates par étirement. Le plan de la figure 107 montre que ces différentes structures délimitent les flancs nord et sud d'une dépression en U, allongée selon l'axe est-ouest.

Ces trois types de structures résultent d'un soutirage qui s'est produit entre les deux flancs de cette dépression. Ce soutirage a pour origine des tassements du substrat suite à la formation de poches de dissolution dans les gypses (dolines coalescentes).

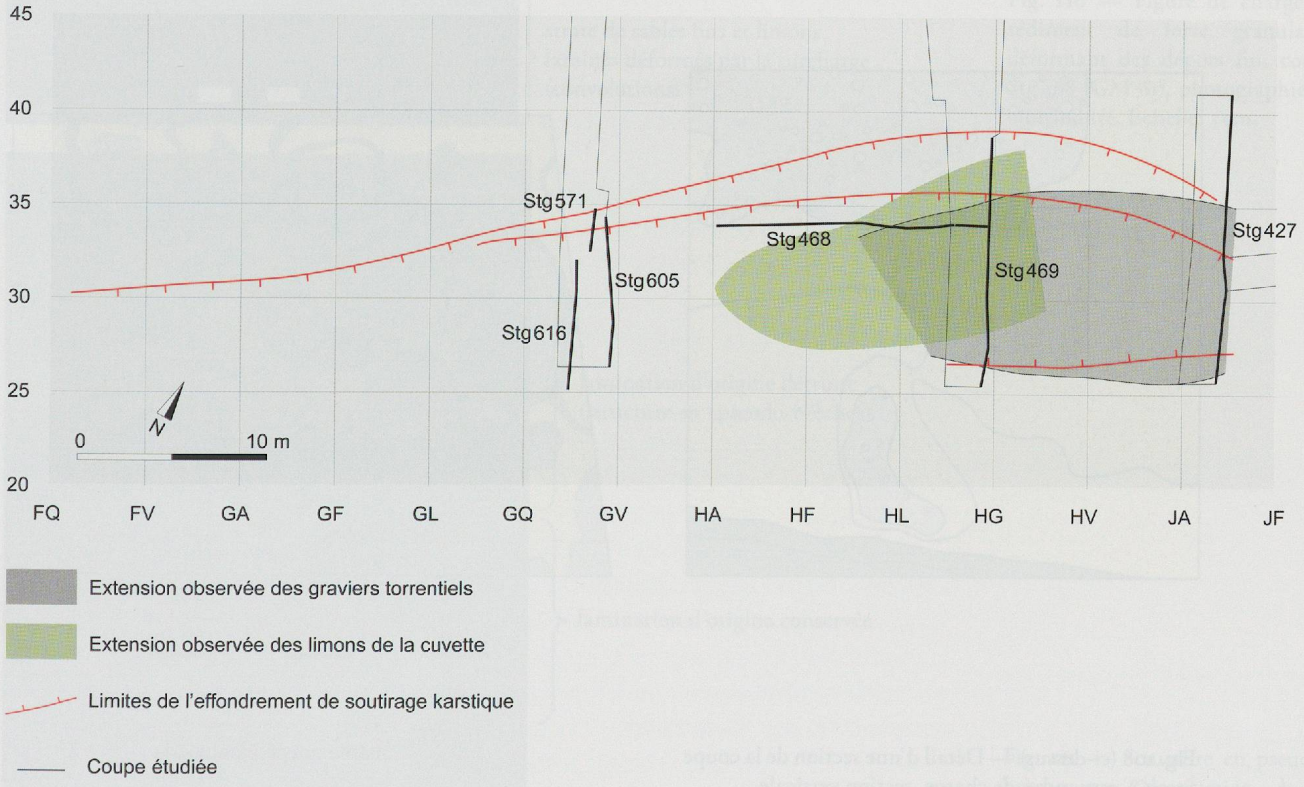


Fig. 107 — Plan du domaine morpho-sédimentaire E matérialisant les limites observées de l'effondrement et la nature du remplissage.

6.3.2 Dépression de soutirage karstique, phase de déformation synsédimentaire contemporaine du remplissage de la dépression

Localisation

Les sédiments affectés par ces déformations se situent dans la séquence de comblement de la dépression de soutirage karstique (domaine morpho-sédimentaire E), principalement dans sa partie est: il s'agit d'une aire délimitée de forme ovoïde, de 12 à 15 m de large.

Eléments de datation

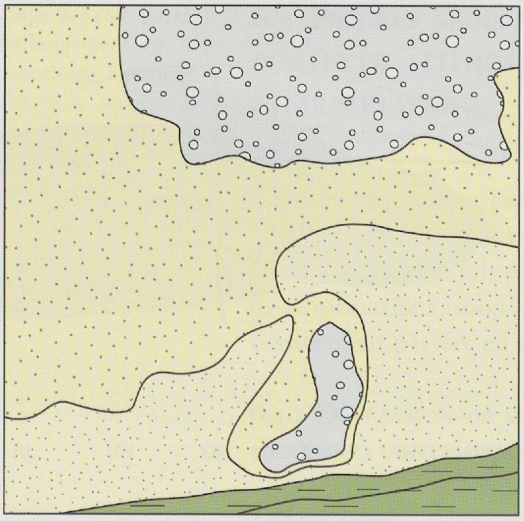
Le comblement de la dépression karstique, durant lequel ont lieu les déformations, s'insère chronologiquement entre la période romaine (*terminus post quem*: IIe-IIIe siècle apr. J.-C.) et le scellement par un niveau charbonneux daté par ^{14}C (Archéolab 1135, *terminus ante quem: 570-890 AD cal 2σ).*

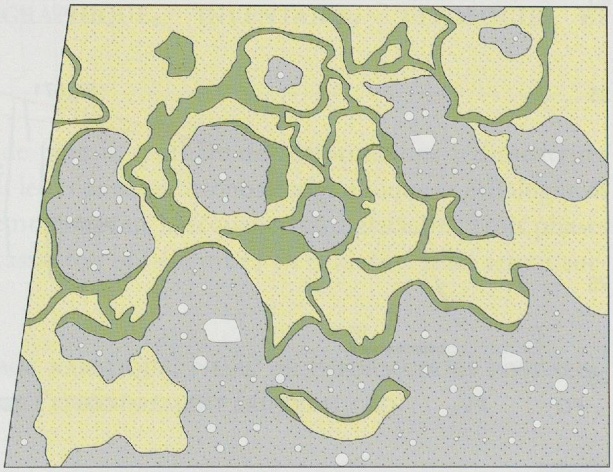
Contexte environnemental et lithostratigraphique

Le remplissage de la dépression montre un granoclassement général croissant depuis la base jusqu'au sommet du remplissage: la séquence de base est à dominante limoneuse, avec intercalations sableuses et sablo-gravillonneuses; la séquence médiane est à dominante sableuse alors que la séquence sommitale est à dominante graveleuse. Les structures de déformation sont essentiellement présentes dans la partie médiane du remplissage où les laminations d'ordre granulométrique sont abondantes (sommet de la séquence de base à dominante limoneuse et ensemble de la séquence médiane à dominante sableuse).

Style des déformations, classification et interprétation

Les *convolutes laminations* (fig. 103 et 106) sont des perturbations de faible amplitude affectant des successions de lamines limoneuses à l'intérieur d'une même strate, en





0 50 cm

sable gravillonneux gris

sable fin jaune clair

limon argileux olivâtre

Fig. 108 (ci-dessus) — Détail d'une section de la coupe Stg468, structures de charge, section verticale.

Fig. 109 (ci-contre) — Structures de charge, section horizontale.

particulier dans les zones à plus fort pendage. Les lamines présentent des plis dont l'amplitude est de l'ordre de 5 à 8 cm; dans certains cas la structure laminée n'est pas détruite, dans d'autres cas, les déformations ont entraîné un démantèlement de la structuration interne de la strate. La composante latérale des déformations se marque par un déversement des structures vers l'aval.

Les *pillar structures* sont des structures sédimentaires assez discrètes, visibles à quelques emplacements dans les séquences sableuses et sablo-limoneuses laminées de la coupe Stg 468 (fig. 106); un des exemples montre une cheminée verticale en forme de fuseau autour de laquelle la stratification d'origine a été détruite. La destruction de la lamination d'origine par fluidisation du sédiment affecte les strates sablo-limoneuses qui prennent un aspect de «pseudo-brèche» (fig. 111).

Les *structures en poches* sont d'assez petite dimension (diamètre: 5 à 25 cm). La figure 110 illustre leur aspect en section verticale; la figure 109 montre une section horizontale de ces structures: le sédiment le plus grossier, sableux à sablo-gravillonneux, constitue le remplissage des poches alors que le sédiment sous-jacent est constitué de sable limoneux. Les pseudo-nodules, d'un diamètre moyen de 10 cm, sont des boules de sédiment sableux grossier détachées de la strate sus-jacente et enfoncées dans le sédiment sous-jacent de texture sablo-limoneuse (fig. 108).

Fig. 110 — Figure de charge de sédiment de forte granularité déformant des dépôts fin, coupe Stg 468 (GM 61), photographie de bloc induré. Echelle: 5 cm.

Fig. 111 — Structure en pseudo-brèche avec destruction de la lamination d'origine, coupe Stg 468 (GM 60), photographie de bloc induré. Echelle: 5 cm.

Les structures en poche et les pseudo-nodules sont à classer parmi les structures de charges *(load cast)*, résultant de la superposition de matériaux de densité croissante[149]; dans le cas rencontré ici, ils sont en relation avec des phases cycliques d'apports plus grossiers correspondant à une hausse d'énergie temporaire. Les structures de charge situées à la limite du tiers supérieur correspondent au passage d'une sédimentation distale à une sédimentation plus proximale dans la partie orientale de la dépression, caractérisée par une nette augmentation de la granulométrie du sédiment. Les *convolute laminations* se différencient typologiquement des figures de charge citées précédemment par le fait que nous avons, dans ce cas, non pas des déformations affectant une interface entre deux strates ou plus, mais des déformations intra-strates. Ces *convolute laminations* peuvent être en relation avec des apports liés à des courants de turbidité dans la zone encore assez distale du comblement de la cuvette: étant donné la forte déclivité de la pente de la cuvette dans sa terminaison est, il en résulte des glissements de petits paquets de sédiments pendant leur dépôt. Les *pillar structures* sont interprétés comme des structures d'échappement d'eau (*water escape structures* selon la classification de Lowe[150]; celles que nous avons rencontrées correspondent au type B). Elles témoignent d'une fluidisation localisée et momentanée du sédiment après son dépôt et d'une désaturation en eau alors que se produit une première compaction due à la surimposition de matériaux sur des sédiments encore riches en fluide interstitiel.

6.3.3 Dépression de soutirage karstique, phase de déformation post-sédimentaire tardive

Localisation

L'aire affectée par ces déformations est d'assez faible extension (quelques dizaines de mètres carrés), dans la partie centrale du domaine morpho-sédimentaire (fig. 105).

Eléments de datation

Les déformations sont postérieures à l'utilisation et au comblement du four 7. La date la plus récente obtenue sur des charbons de bois provenant du comblement de ce four (Archéolab 1134) est de *690-960 AD cal 2σ*.

Contexte environnemental et lithostratigraphique

Il s'agit dans ce cas du même contexte que celui évoqué précédemment pour les déformations de la première phase (voir *supra*). Les déformations affectent les dépôts postérieurs au comblement de la dépression résultant de l'effondrement de la première phase ainsi que les matériaux du four.

Style des déformations, classification et interprétation

Ce cas (fig. 105) montre de fortes déformations des sédiments et des matériaux de comblement du four sous forme de plis déversés: la coupe Stg605 illustre un pli, assez peu lisible du fait qu'il affecte les matériaux grossiers du remplissage du four, fortement déversé vers l'aval (flanc sud du four déversé sur le flanc nord).

Ce phénomène peut être interprété comme résultant d'un nouveau soutirage plus localisé que le précédent. Au soutirage lui-même se sont ajoutés des phénomènes gravitaires de «*collapses*» latéraux: étant donnée la dissymétrie de la topographie (forte pente du terrain vers le nord), les phénomènes liés à la gravité ont été plus accentués sur le flanc sud de la nouvelle dépression, entraînant une dissymétrie entre les phénomènes de «*collapse*» du flanc nord et ceux du flanc sud.

149 Anketell et *al.* 1970.

150 Lowe 1975.

6.4 Interprétation

6.4.1 Dynamique de mise en place, évolution morpho-sédimentaire d'une doline du gypse: effondrement et comblement de la dépression aux époques historiques

La zone étudiée correspond vraisemblablement, durant l'époque romaine (IIe-IIIe siècle apr. J.-C.), à la périphérie amont de l'agglomération de Waldmatte-ouest, immédiatement en contrebas des reliefs du piémont. L'effondrement principal de la doline s'est produit entre le IIe-IIIe siècle de notre ère et le VIIe siècle. Plusieurs indices vont toutefois dans le sens d'un soutirage qui a eu lieu peu de temps après la deuxième occupation romaine (IIe-IIIe siècle apr. J.-C.): d'une part les vestiges de cette occupation correspondent au dernier dépôt déformé, d'autre part du matériel d'origine anthropique (blocs, faune) s'interstratifie dans les premiers limons de comblement de la dépression et pourrait encore être en relation avec la fin de cette occupation. Il s'est alors formé une doline de forme ovalaire dont l'allongement correspond à la direction de l'affleurement de la bande de gypse (axe de la vallée du Rhône). L'effondrement a été plus accentué dans la partie orientale de la doline, où il a atteint près de quatre mètres, que dans la partie occidentale de celle-ci. Les structures d'effondrement rencontrées sont, d'une part des fissures d'extension et des failles, principalement sur le côté nord, d'autre part des inflexions avec étirement des couches sur le flanc sud de la doline.

Rappelons brièvement le processus de mise en solution du gypse/anhydrite: les eaux météoriques dissocient les sulfates (SO_4) et le calcium (Ca) sans intervention du gaz carbonique, comme c'est le cas pour les calcaires. Un litre d'eau pure peut dissoudre environ 2,2 grammes de gypse ou d'anhydrite à 0° C et environ 2,5 grammes à 20° C; ces roches sont donc beaucoup plus solubles que la calcite [151]. Les données relatives à la dissolution dans les karsts à gypse/anhydrite en milieu alpin attestent que la vitesse de dissolution est maximale dans le fond des dolines et des petites ravines où elle est alors de l'ordre du millimètre par an [152]. Des données obtenues dans la région du Galibier (Oisans, France) montrent qu'une doline de dimension moyenne (50 m x 50 m) se forme sur une durée de l'ordre du millénaire alors qu'une petite doline (20 m x 20 m) peut prendre naissance en l'espace d'un siècle [153]. L'ablation mécanique joue également un rôle non négligeable dans certaines conditions [154].

A Gamsen, après l'effondrement, le comblement s'est amorcé dans la partie basse de la dépression: cette aire s'est alors transformée en une petite mare temporaire, après le colmatage du fond de la dépression par des matériaux fins. Après une phase de sédimentation en milieu calme (dépôts de limons vert olive) a eu lieu une sédimentation à caractère torrentiel: la gouttière s'est rapidement comblée, depuis son extrémité orientale, par des sédiments de granularité de plus en plus grossière, d'abord à dominante sableuse, puis à dominante graveleuse (fig. 112). Dans la séquence à dominante sableuse, où les changements de texture ont été fréquents, se sont produits divers types de déformations qui résultent, d'une part, de phénomènes de surcharge localisée, d'autre part, de phénomènes de déstabilisation à petite échelle sur les flancs de la cuvette *(convolute laminations, micro-slumping)*, et enfin de phénomènes de liquéfaction liés à la désaturation en eau du sédiment (fig. 113 et fig. 114). Ces phénomènes sont à mettre en relation avec le comblement rapide et la pente relativement abrupte des flancs de la cuvette. La dépression, allongée perpendiculairement à la pente générale, a conduit à la capture partielle, et probablement intermittente, de bras de chenaux situés sur le flanc ouest du

151 Nicod 1976; Chardon 1991, 1996.

152 Rovéra 1993; Nicod 1993; Chardon 1996; Delannoy 1996; Rovéra *et al.* 2003.

153 Chardon 1996.

154 Rovéra *et al.* 2003.

système torrentiel appartenant au cône de Waldmatte-ouest. Bien que les apports principaux mentionnés ci-dessus proviennent de l'est, une activité torrentielle plus modeste provenant des pentes sud et sud-ouest est attestée et a également contribué au comblement de la dépression. L'exutoire de cette structure en creux a conduit en aval à des épandages torrentiels en nappes de graviers vers le nord où avaient été établis précédemment des bâtiments romains.

A la fin du comblement de la dépression, avant le VIe-VIIe siècle de notre ère, le terrain a acquis une légère déclivité sud-est / nord-ouest du fait de la prédominance des apports de matériaux grossiers depuis le sud-est. L'aire, grossièrement nivelée après le comblement naturel de la doline, a alors été affectée à des activités artisanales durant plusieurs siècles: deux fours à plâtre y ont été construits et l'un d'eux a fonctionné jusque vers le XIe-XIIe siècle. Dans la partie ouest, postérieurement à l'activité du four le plus ancien, dont l'activité a cessé avant la fin du premier millénaire, un nouvel effondrement par soutirage s'est produit sur une surface plus localisée que le premier effondrement. Postérieurement, le pied de versant a acquis un nouveau profil d'équilibre, correspondant à celui que nous lui connaissons aujourd'hui, par l'accumulation de séquences colluviales, puis par le dépôt de limons de débordement de bisse sur lequel s'est développé le sol humique actuel.

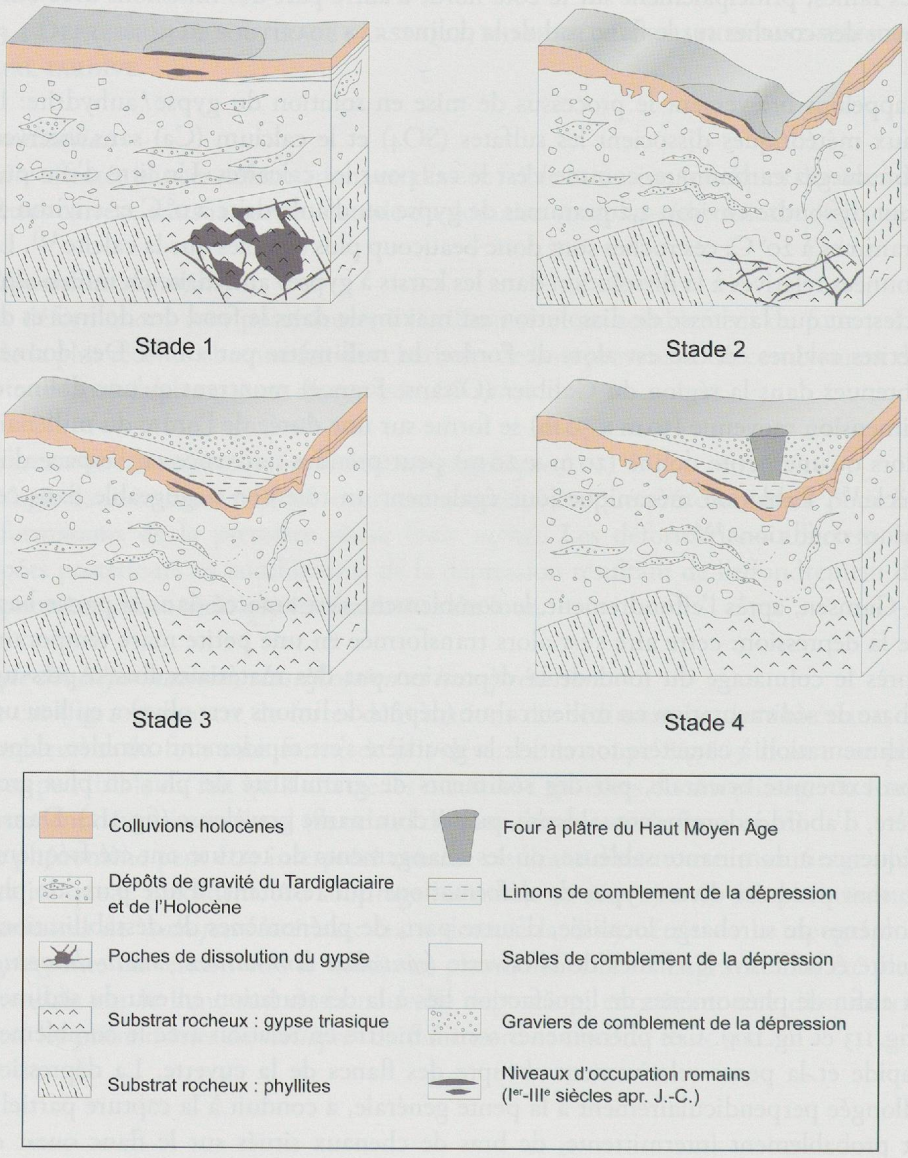


Fig. 112 — Schéma montrant les principales étapes morphogénétiques de ce domaine:
stade 1: occupation romaine en surface, formation de poches de dissolution en profondeur dans la bande de gypse;
stade 2: effondrement allongé parallèle à la bande de gypse, les couches romaines sont déformées;
stade 3: comblement polyphasé de la dépression nouvellement formée;
stade 4: installation des fours à plâtre au Haut Moyen Âge.

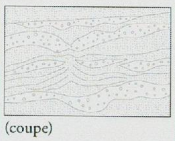
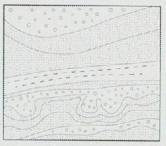
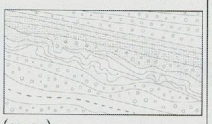
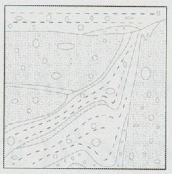
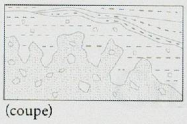
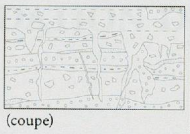
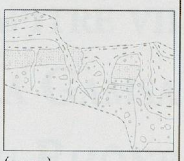
Styles de déformation	*Pillar structures*	Figures de charge, structures en poche	*Convolute laminations*	Structures de «*collapse*» et de suffosion: plis et étirement	Fissures, fentes en coin	Failles
Exemples	 (coupe) 50 cm	(plan) 50 cm  (coupe) 20 cm	 (coupe) 50 cm	 (coupe) 50 cm	 (coupe) 50 cm  (coupe) 50 cm	 (coupe) 50 cm
Contexte rhéologique	Comportement fluide	Comportement plastique	Comportement plastique	Comportement plastique	Comportement élastique	Comportement élastique
	Liquéfaction	Déformations souples	Déformations souples	Déformations souples	Déformations cassantes	Déformations cassantes
	Déplacement vertical localisé à la zone de déplacement d'eau	Déplacement vertical seul ou largement dominant	Déplacements verticaux et horizontaux combinés	Déplacements verticaux et horizontaux combinés	Distension latérale sans décalage vertical	Déplacement vertical avec décalage relatif
Interprétations	Echappement d'eau par compaction dans une séquence à taux de sédimentation élevée	Surcharges localisées de sédiments grossiers sur des dépôts fins, séquence à taux de sédimentation élevé	*Slumping*, glissement synsédimentaire de petits paquets de sédiments sablo-limoneux laminés	«*Collapse*» et suffosion par soutirage karstique dans le substrat (gypse)	Effondrement en «graben» du compartiment médian de la doline, réajustement du terrain sur ses flancs nord et sud	Effondrement en «graben» du compartiment médian de la doline, réajustement du terrain sur ses flancs nord et sud

Fig. 113 — Dépression karstique: les déformations souples et cassantes, styles et contextes rhéologiques.

Phases de déformation	**Contexte sédimentaire et événementiel**	**Style des déformations**	**Eléments de chronologie**
Phase 3	Déformations postsédimentaires, en relation avec le second effondrement (plus localisé) de la doline de gypse, après le fonctionnement des derniers fours à plâtre	Plis déversés, collapses, soutirage	*Terminus post quem:* 760 - 900 cal AD
Phase 2	Déformations synsédimentaires, en relation avec le comblement rapide, à taux de sédimentation élevé, de la dépression allongée formée après le premier effondrement	Structures en poche, structures d'échappement d'eau *(pillar structures)*, *convolute laminations*, structures de *slump*	*Terminus post quem:* IIe-IIIe siècle apr. J.-C. *Terminus ante quem:* 570 - 890 cal AD
Phase 1	Déformations postsédimentaires, en relation avec le premier effondrement de la doline de gypse, après l'occupation romaine et avant le fonctionnement des premiers fours à plâtre	Inflexions, failles, fissures de distension	*Terminus post quem:* IIe-IIIe siècle apr. J.-C. *Terminus ante quem:* 570 - 890 cal AD

Fig. 114 — Dépression karstique: les déformations, contextes et chronologie.