



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

The background of the cover is a detailed line drawing of a stone wall under construction. Several figures are shown working on the wall. One figure is perched high up, another is standing and holding a large block, and a third is kneeling and using a mallet. The drawing is in a simple, illustrative style.

UNIVERSITÉ DE LORRAINE

ÉCOLE DOCTORALE « LANGAGE, TEMPS, SOCIÉTÉ »

Thèse de doctorat en Histoire et Archéologie du Moyen Âge

Présentée par

Jacky KOCH

L'ART DE BÂTIR DANS LES CHÂTEAUX FORTS EN ALSACE (X^e - XIII^e SIÈCLE)

Tome 1 : SYNTHÈSE

Sous la direction du Professeur Gérard Giuliano

Soutenue le 22 septembre 2012

Jury composé de :

UNIVERSITÉ DE LORRAINE

ÉCOLE DOCTORALE « LANGAGE, TEMPS, SOCIÉTÉ »

Thèse de doctorat en Histoire et Archéologie du Moyen Âge

Présentée par

Jacky KOCH

L'ART DE BÂTIR DANS LES CHÂTEAUX FORTS EN ALSACE (X^e - XIII^e SIÈCLE)

Tome 1 : SYNTHÈSE

Sous la direction du Professeur Gérard Giuliano

Soutenue le 22 septembre 2012

Jury composé de :

- @Georges Bischoff, Professeur à l'Université de Strasbourg
- @Gérard Giuliano, Professeur à l'Université de Lorraine
- @Jean-Michel Mechling, Maître de Conférences à l'Université de Lorraine
- @Bruno Phalip, Professeur à l'Université de Clermont-Ferrand II (rapporteur)
- @Philippe Racinet, Professeur à l'Université de Picardie (rapporteur)
- @Alain Salamagne, Professeur à l'Université de Tours

REMERCIEMENTS

À toutes les personnes ayant apporté leur soutien, leurs conseils ou simplement leur aide documentaire au présent projet :

- Archives départementales du Haut-Rhin
- Florian Basoge, topographe, PAIR
- Dieter Barz, archéologue, Alzey (Allemagne)
- Bibliothèque municipale de Colmar – cabinet des Estampes
- Commune de Châtenois
- Conservation régionale des Monuments Historiques d'Alsace
- M. Demling, Kaysersberg
- Groupe Patrimoine et Histoire – Châtenois : Luc Adoneth, Jean-Philippe Dussourd
- Centre de recherches archéologiques médiévales de Saverne (CRAMS) : Bernard Haegel, René Kill, Jean-Michel Rudrauf
- Conseil Général du Haut-Rhin
- Institut national de recherches archéologiques préventives (INRAP)
- Jean-Luc Isner, architecte du patrimoine, Colmar
- Gérard Leser, président de la société d'histoire du Val et de la Ville de Munster
- Cédric Moulis, université de Lorraine (Nancy)
- Office national des Forêts – direction de Colmar
- Pôle d'archéologie interdépartemental rhénan (PAIR)
- Patrick Ponsot, architecte en chef des monuments historiques, Blois
- Service Régional de l'Archéologie en Alsace
- Maurice Seiller, archéologue, Ribeauvillé
- Syndicat mixte pour l'aménagement du site du Hohlandsbourg
- Maxime Werlé, archéologue, PAIR
- Christian Wilsdorf, conservateur honoraire des archives départementales du Haut-Rhin
- Entreprise Scherberich (Colmar) : David Crocy, Ahmed Nagmouchi, Jean-Claude Rousselle

Ce travail est dédié à mon épouse Valérie et mes enfants Clémence et Arthur, pour leurs encouragements et pour la patience dont ils m'ont gratifiés au cours des trois années écoulées.

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION.....	5
2. CONSTRUIRE UN HABITAT DÉFENSIF ENTRE LE X ^e ET LA FIN DU XIII ^e SIECLE.....	49
3. CONCLUSION	185
BIBLIOGRAPHIE.....	195
LISTE DES FIGURES	215
GLOSSAIRE.....	217

1. INTRODUCTION

La constellation de ruines de châteaux-forts qui jalonne le versant alsacien du massif vosgien, depuis la frontière du Palatinat au Nord jusqu'à la trouée de Belfort au Sud, atteste de l'ampleur d'un phénomène de construction qui connut son apogée au XIII^e siècle. Elle offre un champ d'études très vaste pour la connaissance de la catégorie supérieure de la société médiévale alsacienne. Ce « phénomène castral » avait acquis une ampleur européenne au cours du Moyen Âge. Il a été marqué dans notre région à un point tel que ses vestiges participent encore à la constitution de l'identité régionale. Amplifiées par le romantisme allemand, la sensibilité et la poétique des ruines sont pleinement présentes dans la mémoire locale et il ne saurait être question de laisser disparaître cette partie d'un décor¹. Un « château-fort », au sens *stricto sensu*, est d'abord une construction à laquelle l'imaginaire collectif, forgé par les souvenirs scolaires et le cinéma, attachera un donjon, de hautes murailles dotées de flanquements et ouvertes par une porte à pont-levis et, au final, le logis du maître des lieux. Bien sûr, ce dernier était d'une bravoure extrême ou, à l'opposé, cruel et fourbe. Dans ce cas, il faisait construire son château par des nuées de serfs, autrement dit des esclaves, auxquelles n'auront été épargnées ni des vexations, ni des sévices corporels². Il est d'ailleurs inconcevable que le château ait trouvé un autre emplacement que la montagne³.

Sur un plan scientifique, ces vestiges de pierres évoquent une large part de l'histoire médiévale de la région et offrent de nombreux champs de recherches. Mais cet objet d'étude, dont notre connaissance a progressé dans les dernières décennies, particulièrement grâce à des fouilles scientifiques, était différemment perçu dans les sources médiévales. L'habitat fortifié médiéval n'était pas désigné dans des termes précis puisque, dans notre région, les chroniqueurs pouvaient indifféremment parler de « *Feste/Veste* » ou de « *Castrum* », termes désignant des fortifications comme de « *Hus* », terme désignant une résidence, à propos d'un même site et à peu d'années de distance. Étape obligatoire d'un processus d'avancement social et politique, le « château » donnait le patronyme à la famille, à partir du moment où le lieu était désigné et bâti. Sur un plan purement juridique, le droit de fortification était réglementé et le *Schwabenspiegel*, le « Miroir des Souabes », précisait ses contours dans le dernier quart du XIII^e siècle, soit au terme d'un processus pluriséculaire qui

¹ Depuis deux décennies, des chantiers de restaurations et de valorisation ont eu cours, tandis que des bénévoles s'activent encore et toujours à l'ouverture de chantiers de fouilles ou de travaux d'entretien.

² Ici le schéma hollywoodien des « *Dix commandements* » de Cecil B. De Mille a pu amplifier l'image d'un passé tragique et obscur. La construction d'un château méritait forcément la comparaison avec cette vision de l'Égypte ancienne. Rappelons également que la servilité existait encore dans le monde chrétien au début du Moyen Âge. FOSSIER (Robert). — *Le travail au Moyen Âge*. Paris, 2000, 316 p.

³ L'idée d'un stockage de l'eau dans un fossé barrant un éperon est à ce point révélatrice du cliché. Défiant toute logique, elle constitue l'un des questionnements favori entendu à diverses occasions lors de nos chantiers.

avait conduit à une extrême satellisation du pouvoir féodal dans la région, particulièrement en raison de la présence directe des dynasties impériales. Un site pouvait être considéré comme fortifié lorsque :

- il était entouré par un fossé d'une profondeur qui empêchait le terrassier de rejeter la terre directement du bout de sa pelle ;
- un édifice de plus de trois étages avait un couronnement sous forme de parapet ou de crénelage ;
- la cour était entourée par un mur dont le fait était hors de l'atteinte d'un cavalier ou doté d'un parapet ou d'une chemin de ronde⁴.

L'approximation entre notre entendement du « château-fort » et cette définition est donc clairement établie, à l'image de la miniature restituant un site de plan circulaire protégé par une tour cumulant les fonctions de porte et de donjon (*fig. 1*). Il rassemblait ces trois définitions dans une combinaison protéiforme à laquelle la recherche actuelle préfère le terme « d'habitat des élites »⁵. En premier lieu, la définition juridique médiévale n'impliquait nullement une obligation de construction sur une hauteur. Même la motte de plaine en est absente. Replacée dans son contexte, la rédaction de ce droit de fortification était contemporaine d'une période où le « château », dans l'acceptation de sa définition résidentielle, pouvait être urbain comme rural et dans la plaine comme sur une éminence. Elle expliquait d'abord la séparation entre deux espaces, entre un dedans et un dehors, séparés par une matérialisation très aboutie de la frontière entre les deux. Contrairement à l'enclos monastique, le château était défendu pour empêcher un intrus de forcer le passage. Il constituait la *munitio* qui affirmait le droit d'usage de la force, attribué à son propriétaire par une autorité souveraine.

⁴ WILSDORF (Christian). — L'apparition des châteaux en Haute-Alsace d'après les textes (1000-1200). In : *Actes du 101^e congrès des sociétés savantes, "Archéologie militaire - les pays du Nord"*, Lille 1976, Paris : Comité des travaux historiques et scientifiques, 1978 : 62.

⁵ RENOUX (Annie). — Châteaux, palais et habitats aristocratiques fortifiés et semi-fortifiés. In : CHAPELOT (Jean). dir. — *Trente ans d'archéologie médiévale en France – un bilan pour un avenir*, IX^e Congrès de la société d'archéologie médiévale, Vincennes, du 16 au 18 juin 2006, Caen, 2010, p. 239–256 et BURNOUF (Joëlle), ARRIBET-DEROIN (Danielle), DESACHY (Bruno), NISSEN-JAUBERT (Anne). — *Manuel d'archéologie médiévale et moderne*. Paris, 2009, 320 p. + ill.



*Fig. 1 : Représentation d'un château idéal de plan circulaire avec fausse-braie, tour-mâtresse d'entrée et hourds.
Extrait du Bellifortis de Kyser - Colmar : bibliothèque municipale.*

Les raisons ayant conduit au choix de l'établissement sur des éminences devaient donc se situer dans un autre registre, largement abordé par nombre d'historiens et archéologues. Durant les six siècles écoulés entre la fin de l'Empire carolingien et la Renaissance, ce phénomène constructif a été décliné sous de très nombreuses variétés, dans des milieux parfois totalement impropres à la construction, selon notre regard contemporain. En même temps qu'il les contrôlait, il contribuait à ouvrir de nouveaux territoires.

La construction d'un château-fort de hauteur requérait l'adaptation à un milieu, à un environnement donné, hostile de prime abord, mais contribuant à le modifier en profondeur et pour une longue durée. Le sujet de notre étude s'attachera ainsi à explorer les différents faciès de la mise en œuvre jusqu'à l'aboutissement d'un chantier monumental, tourné vers la défense et la mise en scène d'un pouvoir. Ici,

comme ailleurs en Europe occidentale, le château était un subtil mélange entre une représentation symbolique, une démonstration de force et une adaptation aux nécessités d'un quotidien spécifique.

Dans cette démarche, le travail d'études a été focalisé sur un nombre restreint de sites (fig. 2), considéré comme révélateurs de ce phénomène de construction. Le choix des sites a nécessité la prise en compte d'un ensemble de facteurs déterminants aussi variés que la situation géologique, notre connaissance du contexte historique de leur construction et, principalement, la connaissance archéologique de ces sites. Il a été d'emblée confronté à la masse numérique des châteaux de hauteurs connus en milieu montagnard dans la région, soit plus de cents cinquante sites⁶.

Enfin, le choix d'une recherche centrée sur les techniques de construction dans les châteaux-forts alsaciens se place dans la continuité d'un parcours professionnel en archéologie du bâti, que ce soit dans le cadre de programmes ou de fouilles préventives inscrits dans le contexte de chantiers de restaurations et de consolidations de ruines. Une grande partie des informations présentées dans le mémoire découle directement de telles campagnes, toujours conclues par un rapport de fouilles visé par le Service régional de l'Archéologie, prescripteur de l'autorisation de fouilles, puis par la Commission interrégionale de la recherche archéologique (CIRA). L'intérêt pour les techniques de construction a mûri au gré de ces travaux, menés selon les opportunités des chantiers ouverts par les services patrimoniaux en Alsace dans les deux décennies écoulées⁷. L'acquisition d'une maîtrise technique de l'archéologie du bâti, constamment renouvelée en fonction de l'évolution des technologies disponibles, accompagna utilement ce parcours. Il nous parût logique de faire, par le présent travail, un point sur les connaissances acquises, tant scientifiques que méthodologiques. Ce parcours trouva probablement ses racines dans les excursions de l'enfance et de l'adolescence vers les spectaculaires ruines des Vosges du Nord et la curiosité qu'elles firent naître à propos de ce type d'habitat. Le besoin d'en connaître des aspects plus détaillés émergea plus tard et il dépassa les simples considérations « romantiques » attribuées à ce type de monument⁸. L'intérêt personnel pour le milieu montagnard portait en germes le besoin d'approfondir l'étude des châteaux-forts, objets architecturaux inscrits dans une

⁶ Selon le recensement publié par l'équipe du Collectif de recherches sur les châteaux dans le Nord-Est de la France en 1995. BRONNER (Guy), MENGUS (Nicolas), PETRY (François), RUDRAUF (Jean-Michel), SCHWIEN (Jean-Jacques). — Le recensement du patrimoine castral alsacien - second bilan. In : SCHWIEN (Jean-Jacques) sd. — *Collectif de recherches sur les châteaux du Nord-Est de la France*. Rapport d'activité n° 4 - programme H 17, Strasbourg, 1995, p. 9-48.

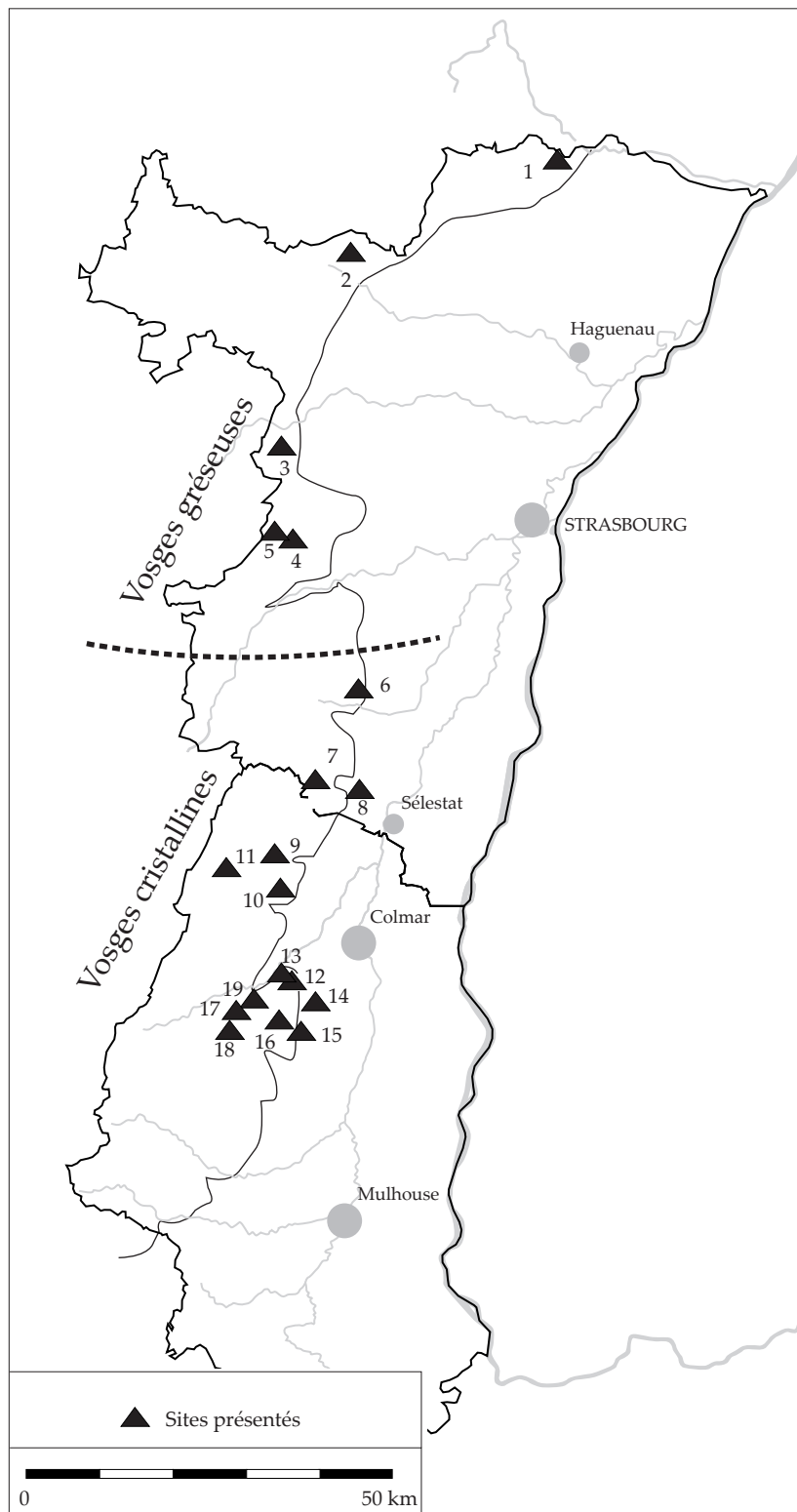
⁷ Cette dynamique créa le terreau sur lequel s'est développée cette recherche, impulsée à l'aube de la décennie 1990 par François Petry, conservateur régional de l'archéologie, et Rollins Guild, maître de conférences en archéologie médiévale à l'université de Strasbourg.

⁸ La vision de nos contemporains sur ces témoins d'une manière d'habiter se limite trop souvent aux valorisations économiques pouvant en être tirées, soit par l'exploitation touristique qu'ils sous-tendent ou plus simplement l'exploitation du milieu forestier dans lequel ils se trouvent.

démarche d'anthropisation de cet environnement spécifique à l'époque médiévale⁹. Le présent mémoire conclut une période de deux années de rédaction¹⁰.

⁹ Ce souci nous a conduit à prendre la co-direction du Projet collectif de recherches (PCR) sur la montagne du Hohlandsbourg, initié par le PAIR en 2010. Cette approche diachronique de l'étude des peuplements a été centrée sur ce massif occupé depuis l'Âge du Bronze. Malheureusement, le programme a été mis en veille par manque des crédits départementaux sur lequel il reposait...

¹⁰ La rédaction a pu se réaliser grâce à un travail salarié à temps partiel (80 %) et de nombreux week-ends et jours de congés.



1. Lembach - Fleckenstein
2. Lichtenberg - Schlossberg
3. Ernolsheim-lès-Saverne - Warthenberg
4. Oberhaslach - Ringelstein
5. Oberhaslach - Petit-Ringelsberg
6. Andlau - Spesburg
7. Orschwiller - Oedenburg
8. Châtenois - Quartier du Château
9. Ribeauvillé - Hohrappelstein
10. Kaysersberg - Schlossberg
11. Riquewihr - Bilstein
12. Wintzenheim - Hohlandsberg
13. Wintzenheim - Pflixburg
14. Wettolsheim - Krueth/Linsenrain
15. Eguisheim - Dagsburg
16. Hattstatt - Hohhattstatt
17. Soultzbach-les-Bains - ville
18. Wasserbourg - Wassenberg
19. Soultzbach-les-Bains - Schrankenfels

Fig. 2 : Carte de localisation des sites, éch. 1/1000 000, DAO J. Koch.

1. 1. UN ÉTAT DE LA QUESTION

1. 1. 1. Les sources écrites sur le plan régional

La connaissance fournie par les sources écrites régionales peut être vue en fonction de deux critères :

- Les renseignements que le témoignage écrit nous donne sur l'histoire détaillée d'un site, à savoir les années de création et de construction d'un château-fort, les éléments constitutifs édifiés à cette occasion (enceinte, tours, logis...) d'une part ;
- les informations techniques et les renseignements sur la manière d'organiser le chantier et de construire ces différents éléments, d'autre part.

Les recherches sur les sources écrites démontrent le contraste entre l'abondance de sites et l'inexistence de tout traité théorique médiéval sur l'art de bâtir.

1. 1. 1. 1. La construction des châteaux-forts dans les textes médiévaux alsaciens

Les références aux constructions de châteaux lors de la période concernée sont minoritaires et souvent indirectes pendant la période définie pour notre étude. Les travaux de l'historien B. Metz¹¹ ont mis en évidence la rareté des sources directes éclairant la construction d'un château-fort. Moins d'une dizaine de sites a été mentionnée au moment de leur édification et l'archéologie médiévale a trouvé ses justifications en démontrant souvent l'impossibilité du lien direct entre sources textuelle et architecturales. De fait, le choix de notre étude a été porté sur une part importante de sites dont l'origine est connue dans les sources écrites¹².

Les limites de ce genre d'information apparaissent toutefois très vite lorsque les écrits sont confrontés à la réalité de la ruine. Le cas de *Schwarzenburg*¹³, dans la vallée de Munster, illustre parfaitement cette question. Cet édifice de plan sommairement ovale, a été flanqué de deux tours circulaires encadrant un mur-bouclier de tracé courbe vers la montagne. La construction de ce château de petite taille a été très courte puisque démarrée au printemps 1261, elle semble être achevée au mois de juillet de l'année suivante. À cette date, le château était mentionné comme « *hus* », c'est-à-dire une maison, donc habitable. La ruine est fortement érodée de nos jours et ce processus semble s'être accéléré dans les deux dernières décennies. « Parasité » par un abri bétonné de la première guerre mondiale, ce site nécessite un important

¹¹ METZ (Bernhard). — L'état de nos connaissances sur les châteaux alsaciens. In : *Art et artisans alsaciens - les Saisons d'Alsace*, Strasbourg : Saisons d'Alsace n° 80-81, 1983 : 11.

¹² Voir ci-après le chapitre « Choix des sites »

¹³ La mention en italique indique le nom utilisé à l'époque médiévale, généralement dans la première mention.

travail d'étude archéologique, dans le but de collecter le maximum d'éléments propres à nous renseigner sur la manière de construire dans la seconde moitié du XIII^e siècle. Les moyens mis en œuvre pour notre étude n'auront pas suffi à constituer ce fond documentaire.

1. 1. 1. 2. *Les aspects techniques et organisationnels*

Dans ce domaine, aucun renseignement précis n'est fourni par les sources régionales pour la période concernée. Contrairement à d'autres régions françaises, les comptes de châtelainies ou des devis de travaux sont totalement inexistantes en Alsace. Il est donc impossible, à l'égal des travaux d'A. Kersuzan sur le Bugey de dénombrer les chantiers et d'en expliquer, au moins, une partie du déroulement. La fortification de Soultzbach-les-Bains a été relatée dans la chronique des Dominicains de Colmar qui se référait au seul creusement du fossé entrepris durant le mois d'octobre de l'année 1275.

Une première mention d'infrastructures de chantiers est connue par l'acte qui régularisait la construction du château de Landsberg, par le chevalier Konrad, entre 1197 et 1200, sur le territoire de l'abbaye de Niedermunster, sous l'actuel Mont Sainte-Odile. L'intérêt du document, qui reste muet sur l'ampleur des travaux réalisés, est lié à la mention d'un chemin, désigné comme limite parcellaire, qui desservait une carrière de pierres (*fossa lapidum*) et de calcaire (*fossa calcis*). Il faut donc y voir une voie d'accès prioritaire, du moins dans les années de genèse du château¹⁴. Mais les deux endroits évoqués ne sont pas localisés à ce jour. Il s'agit là de l'unique mention d'éléments intéressant l'histoire technique de la construction castrale qui soit connue dans la région pour la période incriminée.

Deux mentions liées à des travaux au château de *Hohrappelstein* donnent des détails intéressants l'histoire des techniques au XV^e siècle. En mai 1426, le sire de Ribeaupierre constatait l'ouverture de travaux entrepris à son insu par le duc de Lorraine, son suzerain. Le texte est très détaillé et apporte de nombreuses informations sur le chantier. D'abord, la date de la lettre, adressée à la ville de Colmar, indique qu'un tel chantier était ouvert à partir du début du mois de mai. Cette ouverture se traduisait par l'acheminement des matériaux et du personnel et le but de l'opération était de construire un bastion (*Bollwerck*), probablement destiné à protéger l'entrée du château¹⁵. L'ouvrage, dont la surface exacte n'est pas connue, nécessitait le transfert de plus de deux cents ouvriers (*nit under zweigen hundert knechten*). Des corps de métiers spécialisés sont spécifiés dans ce texte, principalement des tailleurs de pierres (*Steinmetzen*) et des charpentiers (*Zimberluten*).

¹⁴ BILLER (Thomas), METZ (Bernhard). — Der Burgenbau der Staufer im Elsass. In : HERZNER (Volker), KRÜGER (Jürgen) sd. — *Burg und Kirche der Stauferzeit*, Akten der ersten landauer Staufertagung Landau 1997, 2001, : 99 et p. 109, note 138.

¹⁵ À ce sujet, cf. Koch 2006 :

En 1481, les habitants de Bergheim se plaignaient de travaux entrepris par le sire de Ribeaupierre sur ce château-fort, particulièrement de l'ouverture d'une sablière et du convoyage de ce matériau sur le ban de leur commune, située hors de sa seigneurie. Le texte nous apporte deux informations intéressantes puisque l'approvisionnement du chantier était organisé au cours des mois d'avril et mai et que le matériau requis était apporté depuis la plaine. Nous ignorons tout de la destination du matériau (des ouvrages d'entrée ?) et de l'achèvement de la réalisation.

1. 1. 2. L'iconographie

1. 1. 2. 1. Images et plans dans le monde médiéval

La même rareté caractérise les ressources figuratives sur le plan régional, bien que cette thématique ait été largement diffusée dans toute l'Europe au cours de tout le Moyen Âge¹⁶. La restitution de chantiers de constructions a été figurée dans une optique religieuse et, dans ce domaine, le thème biblique de la Tour de Babel constituait un point central. Il a entraîné une profusion de figurations de chantiers, tant sur les vitraux des cathédrales que dans les enluminures accompagnant les manuscrits médiévaux. L'inexistence de plans, de projets a été prouvée depuis des décennies, au contraire d'une documentation technique spécifique à l'architecture religieuse¹⁷ qui vit le jour dès le XIII^e siècle, notamment avec les carnets de Villard de Honnecourt. Paradoxalement, ce thème de la tour de Babel a été souvent utilisé et très largement diffusé, sans aucune référence à la construction castrale dont il aurait pu s'inspirer. G. Binding a démontré que, dans l'aire rhénane, le thème fut considérablement utilisé au bas Moyen Âge, à partir de la fin du XIV^e siècle, en puisant dans l'architecture des fortifications urbaines¹⁸.

1. 1. 2. 2. Un document régional majeur : L'*Hortus Deliciarum* (1175-1187)

Dans l'iconographie produite dans l'espace géographique alsacien, un document majeur, l'*Hortus Deliciarum* attribué à la plume de l'abbesse Herrade de Landsberg, restitue la construction de la tour de Babel. Cette figuration théorique représente un

¹⁶ L'exposition présentée à Strasbourg en 1989 mit en évidence la multiplication des documents graphiques dans le cours du XV^e siècle.

¹⁷ SCHÖLLER (Wolfgang). — Le dessin d'architecture à l'époque gothique. In : RECHT (Roland) dir., *Les bâtisseurs des cathédrales gothiques*, catalogue d'exposition, Strasbourg : musées de la Ville, 1989, p. 227-235 et MÜLLER (Werner). — Le dessin technique à l'époque gothique. In : RECHT (Roland) dir., *Les bâtisseurs des cathédrales gothiques*, catalogue d'exposition, Strasbourg : musées de la Ville, 1989, p. 237-254.

¹⁸ BINDING (Günther). — *Der mittelalterliche Baubetrieb in zeitgenössischen Abbildungen*. 2001, 216 p. : ill.

chantier monumental tel qu'il pût avoir lieu dans la région au milieu du XII^e siècle. Il se pose naturellement la fiabilité du document car, dessiné par une moniale destinée à une vie recluse, celui-ci pourrait présenter des imperfections et des erreurs. Le sujet de l'image, à savoir l'édification d'une tour, reste symbolique et le dessin ne renseigne nullement sur le programme de construction (clocher ou construction à but militaire). Il est fort probable que l'auteur de ce dessin a vu les chantiers en activité sur le monastère de Sainte-Odile, dont Herrade était l'abbesse, ou sur l'abbaye sœur de Niedermunster, édifiée au milieu du XII^e siècle.

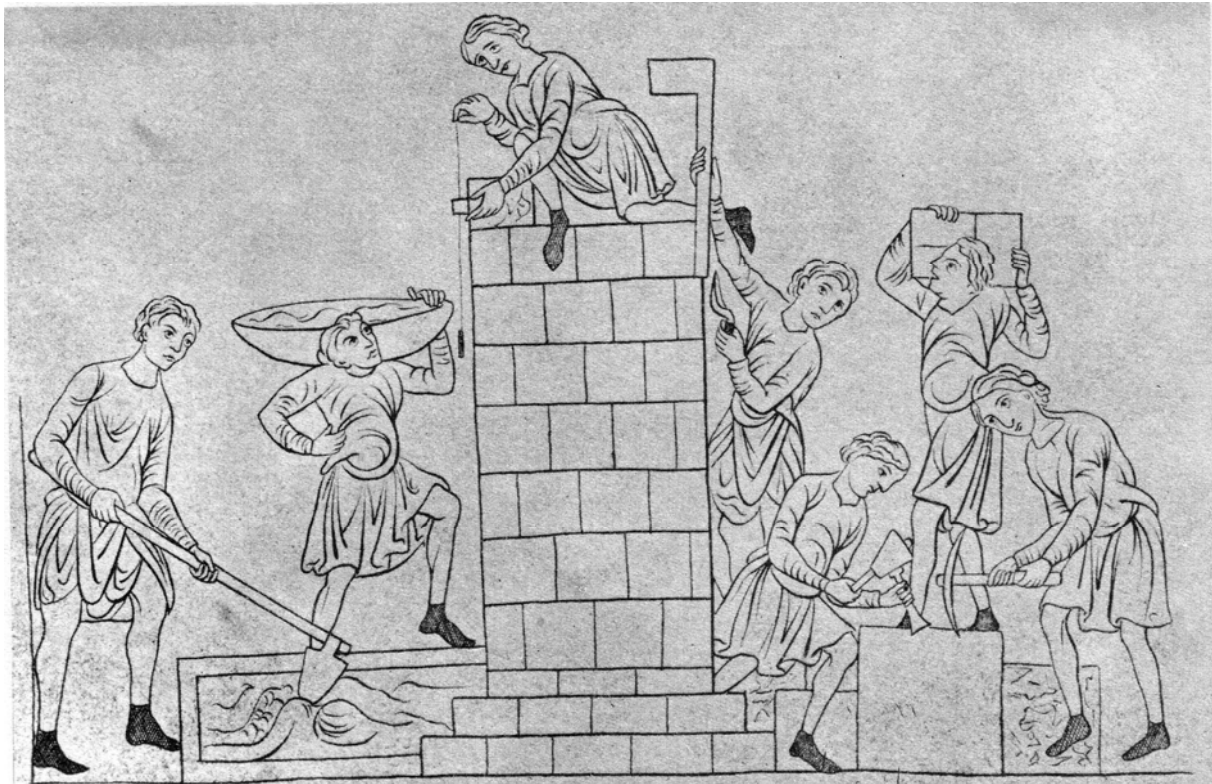


Fig.3 : Représentation de chantier dans l'*Hortus Deliciarum*.

Le document restitue un chantier symbolique (fig. 3), l'édification de la Tour de Babel, placée au centre de l'image, avec les méthodes et techniques contemporaines de l'auteur du dessin. Une certaine perspective est introduite par la composition pyramidale du dessin et la figuration de personnages sur deux plans. L'édifice en construction est fondé sur un socle en gradins fait par deux ressauts, puis l'élévation a été faite avec un appareil régulier lisse en moyen et grand appareil. Les ouvriers figurés s'activent principalement de part et d'autre de l'ouvrage. Ils ont été répartis en fonction du type de produit qu'ils réalisent et de la tâche qu'ils accomplissent et selon la hiérarchie. Au sommet, le maître d'œuvre vérifie la verticalité de l'ouvrage au fil à plomb. Il est secondé par un maître maçon, apparaissant sur la droite, qui lui tend une équerre et, au besoin, la truelle tenue dans la main gauche.

Sur la partie droite de la figure, trois personnages s'affairent autour de la conception des blocs de construction. Une composition pyramidale a prévalu à la restitution

puisque deux tailleurs, présents au premier plan, sont dominés par un personnage portant un bloc. Les tailleurs effectuent deux opérations distinctes : celui de droite tient un pic permettant le surfaçage grossier d'un bloc, tandis que celui de gauche travaille sur la finition à l'aide d'un ciseau plat, percuté au moyen d'un maillet sphéroïdal. C'est ce détail qui rend le dessin irréaliste puisque, dans le processus logique de formatage d'un bloc de construction, ce second personnage intervenait après le précédent¹⁹. Le personnage présent à l'arrière-plan porte un bloc fini pour le livrer au maçon. Cette partie de la scène manque de réalisme et revêt un aspect plus symbolique puisqu'il manque une échelle et le système d'échafaudage permettant d'accéder au sommet de la tour.

Sur la partie gauche de l'image apparaissent les manœuvres qui préparent le mortier. Cette opération est réalisée par deux personnages. Au premier plan, le préparateur mélange la chaux et l'agrégat au moyen d'une houe. Le second personnage effectue le transport du produit vers le chantier au moyen d'une auge portée à l'épaule. Cette figuration d'un chantier d'époque romane demeure unique dans la région.

1. 1. 3. Les sources archéologiques, un matériau surabondant, mais inexploité

L'archéologie de terrain est devenue, grâce à la multiplication des fouilles et études, la principale source d'informations pour le renouvellement des connaissances²⁰. Les études des questions techniques, à partir de la ressource archéologique constituée par le site castral, ont d'abord servi à mettre en place une typo-chronologie. Il s'agissait de régler les questions de datation en se servant des différentes formes architecturales présentes dans la région. L'étude archéologique concernait d'abord les objets finis et non les gestes et processus ayant conduit à leur création.

Ces débats, amorcés depuis un siècle, ne disposaient pas des éléments analytiques d'usage courant de nos jours (stratigraphie, céramologie, dendrochronologie, ¹⁴C...) et reposaient donc principalement sur la morphologie des objets étudiés. De plus, la règle d'une lecture directe d'un monument à partir des données fournies par les archives et récits de vies chevaleresques prévalait largement dans les opinions²¹. Il a fallu s'affranchir de cette contrainte en adoptant des méthodes de classification telles que nous les entendons actuellement.

¹⁹ Le détail a été relevé par Jean-Claude Bessac. Cf. BESSAC (Jean-Claude). – Outils et techniques spécifiques du travail de la pierre dans l'iconographie médiévale. In : CHAPELOT (Odette), BENOIT (Paul) dir., *Pierre et métal dans le bâtiment au Moyen Âge*, Paris : École Pratique des Hautes Études en Sciences Sociales, 1985/2001, p. 172.

²⁰ Le présent chapitre exposera d'abord les synthèses qui ont pu être faites dans le siècle écoulé. Les études propres aux sites exploités dans le corpus seront détaillées dans le catalogue.

²¹ Citons pour l'exemple le château urbain d'Éguisheim, attribué tantôt à l'époque carolingienne, tantôt au XI^e siècle par analogie avec les plans d'Ottmarsheim ou d'Aix-la-Chapelle.

De ce fait, l'analyse des critères techniques n'a été abordée que dans le demi-siècle écoulé. Le débat sur les aspects constructifs et techniques fut cependant initié très tôt puisqu'il est clairement sous-jacent dans les travaux de B. Ebhardt et de son contradicteur O. Piper, dès le début du XX^e siècle. Les sites alsaciens furent intégrés dans une typologie générale concernant toute l'aire d'influence du Saint-Empire. Il est donc important de définir le champ d'études tel qu'il a été abordé dans ce secteur géographique, tout en élargissant ces considérations aux régions périphériques, notamment à l'espace rhénan.

1. 1. 3. 1. La mise en avant de la typo-chronologie des sites : les châteaux alsaciens, enjeux de l'annexion (de 1871 à 1918) ?

L'étude des formes, plus spécifiquement de la topographie des structures bâties désignées par le terme générique de « château-fort », a été entreprise dès le milieu du XIX^e siècle. Dès 1855, la Société pour la Conservation des Monuments Historiques lançait différents chantiers de fouilles et de restauration.

Mais l'annexion de 1871 devait conduire à la mise en scène des châteaux-forts dans une démarche teintée d'une forte arrière-pensée politique. Essayant de démontrer le lien de continuité entre le passé médiéval et l'annexion au Reich reconstitué par Guillaume I^{er} de Prusse, différents auteurs d'origine allemande s'attachèrent à la mise en place des premières typologies. Le paroxysme de ce mouvement devait aboutir avec le grand chantier de reconstruction du Haut-Koenigsbourg entre 1902 et 1908. Loin d'achever une époque, cette réalisation contribuait à inscrire durablement le château-fort dans une part identitaire de la région.

Premiers balbutiements d'une recherche

Les différents « archéologues » qui abordaient la thématique castrale se classaient en deux catégories. La première rassemblait les chercheurs attachés à la mise en place d'ouvrages de type encyclopédique, tel que le *Reichsland Elsass-Lothringen*, un ouvrage collectif publié en 1895 et rassemblant toutes les informations d'ordres démographique, politique, historique ou encore monumental, ou le *Burgenlexikon*, le premier dictionnaire des châteaux-forts publié par Félix Wolff en 1908. Dès 1900, É. Wagner publiait un ouvrage similaire en deux volumes, *Les Ruines des Vosges haut-rhinoises* et *Les Ruines des Vosges bas-rhinoises*, dont la parution en seule langue française indiquait une orientation sans ambiguïté. Cet ouvrage avait d'abord comme intention de servir de guide touristique, sans se soucier d'une analyse scientifique au sens strict du terme.

Une seconde catégorie d'auteurs, dans laquelle il faut intégrer F. Wolff, avait des liens plus ou moins distants avec le « *Denkmalschutz* », l'administration des Monuments Historiques de cette période. La documentation réalisée par ces auteurs

rassemble des éléments d'analyses ainsi qu'un abondant fond iconographique fort utile dans nos recherches actuelles. Le plus ancien des architectes présents dans la région dès la décennie suivant l'annexion était C. Winkler. Une grande partie de ses archives graphiques sont conservées au cabinet des Estampes de la bibliothèque municipale de Colmar. Très actif dans le domaine des restaurations, il a laissé un important recueil de relevés de la majorité des ruines alsaciennes, bien que ses projets professionnels l'aient d'abord conduit à restaurer nombre d'églises romanes et gothiques²². Après maintes péripéties professionnelles, il devait publier un ouvrage sur les châteaux alsaciens intitulé « *Die Burgen im Elsaß jetzt und ehemals* » qui faisait essentiellement la part belle aux restitutions.

La controverse entre Bodo Ebhardt et Otto Piper à propos du Hohkoenigsburg

Les travaux de B. Ebhardt sur le Haut-Koenigsbourg furent accompagnés par une démarche pouvant être considérée comme une « forme primitive » d'archéologie du bâti. En effet, un ensemble de plans du site, de secteurs ainsi que de relevés de coupes et d'élévations furent dressés en amont de toute intervention. Une attention spécifique fut portée aux éléments lapidaires découverts lors des déblaiements (localisation dans les zones prédéfinies, moulage en plâtre pour les pièces à reproduire, inventaire...).

La somme encyclopédique publiée en 1912 par O. Piper²³ intégrait des chapitres décrivant les techniques de construction, les différents types de parements mis en œuvre dans la construction de fortifications ou encore les marques lapidaires. De ce point de vue, son travail fut plus fondateur que celui de son grand rival. La mise bout à bout de connaissances sur des sites d'époques très différentes démontre cependant les limites de ce type de travail. En matière de chronologie, il distinguait, d'après les formes et techniques, les enceintes protohistoriques, des enceintes antiques, puis castrales.

1. 1. 3. 2. Des années 1920 à la reconstruction d'après le second conflit mondial

Après le retour de l'Alsace à la France, la recherche archéologique sur les sites castraux connut une longue période d'endormissement fortement marquée par l'omniprésence des architectes en chef. Sans forcer la caricature, il faut admettre, qu'à cette époque, la ruine est avant tout un vestige à stabiliser, pas encore un objet d'études, et toute approche archéologique est inutile sur des sites dont l'histoire a été

²² IGRSHEIM (François), WILCKEN (Niels). — Winkler Charles. In : KINTZ (Jean-Pierre) dir. — *Nouveau dictionnaire de biographie alsacienne*, n° 40 (Wel-Y), Strasbourg, 1998, p. 4263-4264.

²³ PIPER (Otto). — *Burgenkunde - Bauwesen und Geschichte der deutschen Burgen zunächst innerhalb des deutschen Sprachgebietes*. München, 1912, 710 p. + ill.

écrite. Quelques travaux novateurs furent cependant réalisés, notamment par l'architecte C. Czarnowsky.

Dès avant la seconde guerre mondiale, il avait contribué à publier ses recherches liées à des travaux de restauration comme à Kaysersberg ou à des recherches thématiques concernant les engins de levage. Ces observations, effectuées à l'occasion de ses travaux d'architecte des monuments historiques, concernaient notamment les traces d'engins de levage visibles dans certaines ruines des Vosges du Nord, après s'être intéressé à cette question dans les églises.

Ce travail resta cependant isolé et les archéologues présents dans la région, notamment lors de l'occupation nazie, accordèrent la priorité à des recherches sur les périodes antérieures au XIII^e siècle. Un cas d'étude de château réalisé lors de cette période concerna le château impérial de Haguenau. Les fouilles eurent lieu sur le site, mais également dans la place de Fort-Louis, construite par Vauban. À la fin du XVII^e siècle, ce chantier avait été alimenté avec des blocs récupérés à l'occasion du démantèlement du palais impérial haguénovien, distant d'une vingtaine de kilomètres.

Après la Libération, de nombreuses ruines, parfois touchées par les combats comme à Kaysersberg, furent consolidées, généralement au ciment gris Portland, sans qu'aucune observation archéologique ne soit réalisée. Cette pratique du cimentage²⁴, largement répandue, connut des heures de gloire jusque dans les années 1980²⁵.

1. 1. 3. 3. *La naissance d'une véritable recherche scientifique (des années 1960 à nos jours)*

Les précurseurs : les décennies 1960/1970

À partir de la décennie 1960, cette recherche régionale fut centrée autour de grands sites tels que les châteaux de *Hohegheim*, *Ortenberg* ou encore *Ottrott*. Influencé par l'école de M. De Boüard à Caen, puis de Jean-Marie Pesez, le développement de l'archéologie médiévale fut accéléré, sur le plan local, par des personnalités telles que C.-L. Salch, H. Zumstein, R. Will, J. Wirth. L'approche topographique fut enrichie par des fouilles stratigraphiques (Salch-Zumstein à *Hohegheim* en 1964/68, puis Salch à *Ortenberg* en 1977 et *Ottrott* au cours de la décennie) ou des études de structures (Wirth, Will).

La question spécifique des matériaux et techniques de constructions n'était pas encore mise en avant, mais commençait à être évoquée. En 1972, H. Zumstein reformulait les questions inhérentes à la typologie en analysant un certain nombre de

²⁴ Ces pratiques ont contribué à accélérer la dégradation des vestiges dans le quart de siècle qui a suivi. La première urgence des grands chantiers de la décennie 1990 fut de purger ces maçonneries. La présence de ciment accélère le déséquilibre dans les échanges d'humidité entre sol et surface de mur.

²⁵ Les coupes budgétaires survenues depuis le début du siècle ont contribué à faire réapparaître cette pratique dans quelques cas.

sites édifiés dans le premier quart du XIII^e siècle, ou juste avant le tournant de ce siècle.

Dans la seconde moitié de la décennie 1970, de jeunes chercheurs entamaient de nouvelles recherches, notamment B. Metz et T. Biller qui s'intéressaient aux questions des formes architecturales et inauguraient de nouveaux axes de travail. Parallèlement, P. Brunel et G.-C. Meyer officiaient, pour le compte du Service Départemental du Patrimoine du Haut-Rhin, à des recherches sur différents châteaux de ce département.

L'explosion des connaissances : de 1980 à nos jours

- L'aboutissement de travaux de synthèses dans les premières années de la décennie

En Alsace, l'année 1980 correspond à la parution de l'ouvrage collectif *Châteaux et guerriers de l'Alsace médiévale*, rassemblant différents chercheurs travaillant sur le fait castral. Dans le détail, la question de l'évolution architecturale y été abordée par J. Wirth, reprenant les principales données de sa thèse soutenue à l'université de Strasbourg en 1977. De son côté, R. Will publiait un essai sur une typologie du château, dans laquelle toute information d'ordre technique fait également défaut. Il analysait les éléments constitutifs. Enfin, C.-L. Salch développait les questions inhérentes à la fouille archéologique (vestiges en sous-sol, stratigraphies). Le début de son chapitre introduisait la question de la genèse, se référant aux travaux de R. Forrer qui, dans les années 1920, avait recensé un certain nombre d'enceintes d'époques indéterminées. Ces sites pouvaient également être attribués à l'époque de l'effondrement de l'empire carolingien et de la mise en place des premiers systèmes féodaux.

De manière globale, les résultats des travaux de ces différents chercheurs contribuèrent à mettre en place une typo-chronologie qui se présentait de la manière suivante :

- Le XII^e siècle se caractérisait par les grandes enceintes comtales et l'apparition du bloc à bossage ;
- Autour de 1200, les défenses étaient resserrées sur les sommets des murs de logis. Le morcellement féodal était accompagné de mesures d'économies.
- L'apparition de la courbe dans les tracés de murs eut lieu dans les années 1220/1230. Un certain retard a été constaté à partir de cette date entre châteaux-forts alsaciens et français, probablement incriminé aux faibles moyens dont disposaient les premiers.

Le Grand Interrègne, à partir de 1250, devait amorcer une nouvelle époque de modernisations architecturales. Il devait voir le développement du mur-bouclier, en réponse à une certaine généralisation des machines de guerre.

Un second ouvrage collectif, paru dans la collection des *Saisons d'Alsace*, traitait en 1985 de l'art et de l'architecture au Moyen Âge en Alsace, dans les domaines

religieux, militaire et profane. B. Metz y dressait un état des connaissances archéologiques sur les châteaux-forts.

Sur la question des techniques de construction, un ouvrage²⁶ édité à compte d'auteur par A. Antonow à Francfort s'intéressait également aux recherches alsaciennes sur le sujet. La publication traitait des aspects les plus divers depuis la définition des maîtres d'ouvrages jusqu'au résultat final en matière de couverture sur les constructions. Disposant d'une formation d'architecte, l'auteur faisait régulièrement le parallèle entre constructions castrale et religieuse. Souffrant de partis pris en matière de datation des sites, cet ouvrage présentait cependant des informations pertinentes sur l'organisation du travail, les aspects techniques et les différentes composantes du chantier obtenues grâce à des observations de terrain et une lecture approfondie des sources iconographiques. L'auteur proposait à la fin de l'ouvrage un calcul, inédit jusqu'alors, des coûts et investissements pour un chantier de construction de château²⁷.

- Une activité associative exceptionnelle

Cette nouvelle décennie a été placée dans la continuité de la présente. Les acteurs évoqués dans le chapitre précédent, ont contribué au foisonnement de l'activité associative (fouilles d'Ottrott) sur le plan régional et de nouveaux groupes de travail sont apparus, du fait d'une certaine émulation, particulièrement dans les Vosges du Nord (fouilles du château du Haut-Barr, puis du Daubenschlagfelsen-Warthenberg par B. Haegel et R. Kill²⁸ et des châteaux de Hohenfels et Schoeneck par R. Schellmanns²⁹). Dans le Haut-Rhin, le lancement des travaux de restauration du château du Haut-Landsbourg³⁰, conduits par G.-C. Meyer, marquait l'appropriation de cette dynamique par les collectivités locales³¹.

²⁶ ANTONOW (Alexander). — *Planung von Bau und Burgen im südeutschen Raum*. Frankfurt-am-Main, 1983, 429 p. + ill.

²⁷ Ces estimations étaient basées sur un parallèle entre les coûts de production horaires et l'investissement en matériel en se basant sur les taux en vigueur à son époque. L'auteur occupait alors la fonction d'architecte de la ville de Francfort-sur-le-Main.

²⁸ La Société d'Histoire et d'Archéologie de Saverne et Environs (SHASE) encouragea la création du Groupe d'Archéologie Médiévale, renommé Centre de Recherches Archéologiques Médiévales de Saverne (CRAMS)

²⁹ Ce dernier participait fortement à la naissance de la Maison de l'Archéologie des Vosges du Nord, à Niederbronn (Bas-Rhin), conçu comme un espace de recherches et muséographique.

³⁰ Transcrit en « Hohlandsburg » dans notre notice dans le volume 2.

³¹ Elle était suivie, à partir de 1990, par le département du Bas-Rhin qui engageait un projet pilote sur le château de Lichtenberg.

De nouvelles problématiques (études de carrières, appareil...)

Un foisonnement des connaissances fut précipité par ces chantiers et leur publication régulière dans des nouvelles synthèses ou de monographies. La recherche se diversifiait et se focalisait sur des questions de plus en plus spécifiques. L'objet d'étude se déclinait dorénavant selon les différentes opérations ayant conduit à son existence. L'analyse d'un site était considérée par rapport à un environnement et s'affranchissait, au besoin, des données propres à son existence et révélées par la fouille stratigraphique. Ainsi, le CRAMS s'intéressait, sous la conduite de B. Haegel, aux carrières de Petit-Ringelsberg, puis du Frohnberg, liée à l'édification du *Warthenberg*. Dans la continuité des décennies précédentes, la primauté du bloc à bossage restait évidente, mais les questions de morphologie furent affinées³². Ce chercheur bénévole a ainsi pu mettre en évidence l'emploi de blocs plus longs dans les murs placés sur les côtés menacés, les modifications des formats permettant de rendre les blocs plus maniables ou la concordance entre cette évolution et les changements politiques, par la mise en place d'une chronologie parallèle. La recherche sur la taille de pierre complétait la réflexion typologique. À partir de 1991, cette recherche était encadrée par un programme de projet collectif de recherches (PCR) demandé par le Conseil national de la recherche archéologique. Regroupant tous les chercheurs intéressés par la thématique dans le Nord-Est de la France, il fut piloté par J.-J. Schwien jusqu'en 1996. Pour l'Alsace, un document d'évaluation du patrimoine castral, inspiré des Documents d'évaluation du patrimoine archéologique urbain (DEPAU) fut publié dans le rapport annuel³³.

La recherche régionale avait pris sa place dans un cadre plus large, particulièrement dans l'espace rhénan. En 1996, T. Biller publiait un article sur les développements dans les techniques de construction au cours du Moyen Âge³⁴. Sans se référer spécifiquement à ses travaux sur l'Alsace, l'auteur reprend le phasage chronologique et met en avant les différents aspects spécifiques à la construction castrale. L'architecture castrale développa, à partir du XII^e siècle, ses propres méthodes et manières de faire, se référant sur les techniques mises en œuvre dans les édifices religieux. La solidité des murs resta le but de cette architecture et ce souci contribua

³² RUDRAUF (Jean-Michel), BOUZAMA (Rachid). — Contribution à l'étude de l'architecture médiévale : les caractéristiques des pierres à bossages des châteaux-forts alsaciens. In : *Châteaux-forts d'Alsace*, n° 5, Saverne : Centre de recherches archéologiques médiévales, 2001, p. 5-38.

³³ BRONNER (Guy), KILL (René), MENGUS (Nicolas), PETRY (François), RUDRAUF (Jean-Michel), SCHWIEN (Jean-Jacques). — Le recensement du patrimoine castral alsacien. In : SCHWIEN (Jean-Jacques) sd. — Collectif de recherches sur les châteaux du Nord-Est de la France. *Rapport d'activités - programme H 17*, Strasbourg, 1993, p. 21-38 et BRONNER (Guy), MENGUS (Nicolas), PETRY (François), RUDRAUF (Jean-Michel), SCHWIEN (Jean-Jacques). — Le recensement du patrimoine castral alsacien - second bilan. In : SCHWIEN (Jean-Jacques) sd. — Collectif de recherches sur les châteaux du Nord-Est de la France. *Rapport d'activité n° 4 - programme H 17*, Strasbourg, 1995, p. 9-48.

³⁴ BILLER (Thomas) — Technischer Wandel im Burgenbau. In : LINDGREN (Uta) dir. — *Europäische Technik im Mittelalter (800 bis 1200)*. Berlin, 1996, p. 95-99.

au développement d'une esthétique propre, en particulier dans la généralisation des blocs à bossage lorsque les ressources géologiques le permettaient.

La problématique spécifique de la construction d'un château a été abordée par J. Zeune en 1998. Cet auteur a mis en évidence l'absence de sources écrites sur ces questions dans le monde germanique au contraire des aires d'influences française et anglaise. Dans sa démarche, l'auteur décompose les différentes étapes liées à l'édification d'un château. De manière très systématique, il aborde la question du choix du terrain, des travaux préparatoires, des différents moyens mis en œuvre (échafaudages, matériaux...), de la durée et des coûts des opérations. Il cite notamment les travaux réalisés par B. Haegel sur les carrières en Alsace. Sa synthèse est conclue par la publication de travaux personnels sur un site allemand du XV^e siècle. Les travaux d'analyse l'ont conduit à mettre en évidence les rythmes d'avancement des travaux.

1. 1. 3. 4. Une discipline nouvelle en Alsace: l'archéologie du bâti

Cette discipline était pratiquée dans la région, depuis les années 1970 par T. Biller, chercheur d'origine allemande et spécialisé dans la *Bauforschung*, c'est-à-dire l'étude historique et architecturale des bâtiments et par l'équipe rassemblée autour de C.-L. Salch. La création d'un poste de maître de conférences en archéologie médiévale à l'université de Strasbourg en 1989, allait créer les conditions nécessaires à l'enseignement de cette discipline. Dans un cadre formel, elle a été dynamisée par la Conservation Régionale des Monuments Historiques puisque dorénavant inscrite dans les études préalables aux restaurations de châteaux-forts³⁵. En 1992, nous soutenions un mémoire de maîtrise basé sur l'étude archéologique du bâti du château de Lichtenberg³⁶ dans le Bas-Rhin³⁷. En 1996, un travail similaire fut centré sur le château de *Frankenburg*, commune de Neubois dans le Bas-Rhin³⁸. L'inscription de la discipline dans l'accompagnement des grands travaux de restaurations allait générer une activité professionnelle, parallèle à l'émergence de l'archéologie préventive³⁹, pendant toute la décennie 1990/2000.

L'année 1990 marque également une charnière puisqu'une exposition faisant le bilan de trente années d'archéologie médiévale eut lieu à Strasbourg. Le catalogue qui l'accompagnait était enrichi de contributions diverses, notamment celle de B. Haegel sur les carrières⁴⁰. Depuis cette même décennie, l'activité de publication soutenue a été engagée par B. Metz et T. Biller. Des publications communes, associant les résultats de recherches respectives dans les archives et sur l'architecture, ont concerné la genèse des châteaux publiée dans le catalogue de l'exposition sur les Saliens en 1991. En 1995 paraissait le premier d'une série de quatre ouvrages consacrés aux châteaux-forts alsaciens et présentant la seconde moitié du XIII^e siècle. Une synthèse sur les maçonneries met avant tout l'accent sur le rôle symbolique des parements, plus spécialement des blocs à bossage dont l'utilisation était limitée à des parties bien spécifiques (mur-bouclier, côté de l'attaque, *Bergfried*...). D'un autre côté, cette période a vu une multiplication des parements en moellons et enduits qui

³⁵ Ces projets de restaurations avaient été activés par la signature d'un contrat de plan entre l'État et les Collectivités locales (Région, Conseils Généraux et Municipalités). Un budget moyen de 5% de la somme globale investie devait être consacré à l'archéologie.

³⁶

³⁷ Cette discipline fut également prise en compte dans l'architecture religieuse, notamment par les travaux de Suzanne Braun.

³⁸ TOPHAM-SMITH (Christopher). — Le château de Frankenburg (67-Neubois). In : SCHWIEN (Jean-Jacques) sd. — *Collectif de recherches sur les châteaux du Nord-Est de la France*. Rapport d'activité n° 5 - programme H 17, Strasbourg, 1996, p. 77-86.

³⁹ Dont elle est restée la grande absente dans les dispositions législatives de 2001/2003.

⁴⁰ HAEGEL (Bernard). — Contribution à l'étude de quelques carrières de pierres médiévales en Alsace. In : *Vivre au Moyen Âge. 30 ans d'archéologie médiévale en Alsace*, catalogue d'exposition, Strasbourg, 17 mai-30 septembre 1990. Strasbourg : Les Musées de la Ville de Strasbourg, 1990, p. 161-166.

pouvait être la conséquence d'une « influence française ». Le second *opus* de cette série a été publié en 2007 et traitait de la première moitié du même siècle⁴¹. Lors de cette période, l'architecture en blocs à bossages connut son apogée, mais l'utilisation des moellons fit son apparition tant sur des sites d'origine impériale qu'aristocratique.

Les questions spécifiques au chantier de construction ont évolué pendant cette période. Une première publication, sous forme d'un cahier périodique, fut consacrée en Alsace et ailleurs à la présentation de chantiers de construction par C.-L. Salch et J.-M. Michel⁴².

Dans la même période, la recherche spécifique sur les élévations, connut des avancées notoires avec le colloque de Lons-le-Saunier, consacré en 1996 au bois dans le château de pierres⁴³, les recherches sur le château de Vincennes, l'étude des donjons auvergnats⁴⁴ ou encore la publication sur les échafaudages par une équipe de chercheurs lyonnais⁴⁵, par exemple.

1. 1. 3. 5. Conclusion

Au terme de cette étude historiographique se dégagent clairement trois séries d'observations :

- un affinement des connaissances depuis moins de cinquante années ;
- la diversité des sources et leurs lacunes ;
- un sujet sous-évalué sur le plan des connaissances possibles⁴⁶.

⁴¹ Les deux numéros manquants évoqueront la genèse, c'est-à-dire essentiellement le XII^e siècle, et l'autre extrémité du prisme chronologique, à savoir du XIV^e au XVI^e siècles.

⁴² SALCH (Charles-Laurent), MICHEL (Jérôme-M.). — Chantiers de châteaux-forts aux XIII^e et XIV^e siècles. In : *Châteaux-forts d'Europe*, n° 13, 2000, 52 p. + ill.

⁴³ POISSON (Jean-Michel), SCHWIEN (Jean-Jacques) sd. — *Le bois dans le château de pierre*, Actes du colloque de Lons-Le-Saunier (23 au 25 octobre 1997), Besançon : Presses universitaires de Franche-Comté, 2003, 448 p.

⁴⁴ PHALIP (Bruno). — Les châteaux en Auvergne – techniques de construction et choix culturels aux XII^e et XIII^e siècles. In : « *Les bâtisseurs au Moyen Âge* » - *Dossiers d'Archéologie*, n° 219, 1997, p. 84-91.

⁴⁵ BAUD (Anne), HARTMANN-VIRNICH (Andreas), HUSSON (Eric), LE BARRIER (Christian), PARRON (Isabelle), REVEYRON (Nicolas), TARDIEU (Joëlle). — *L'échafaudage dans le chantier médiéval*. Documents d'archéologie en Rhône-Alpes, n° 13, Lyon, 1996, 144 p. + ill.

⁴⁶ Les éléments suggérés par Bernhard Metz dans le point 4 de sa conclusion de 1983 ont à ce titre connu peu de développements. Cf. METZ (Bernhard). — L'état de nos connaissances sur les châteaux alsaciens. In : *Art et artisans alsaciens - les Saisons d'Alsace*, n° 80-81, Strasbourg, 1983, p. 19.

1. 2. LE CHOIX DES SITES

1. 2. 1. Les critères physiques

1. 1. 1. 1. Les caractères géologiques

Le massif vosgien présente une grande diversité de ressources minérales liées à son histoire géologique. S'agissant de châteaux en pierre, cette question de l'origine des matériaux est incontournable puisque différents types de mises en œuvre peuvent être constatés. L'emploi le plus simple de la ressource disponible se résume à la mise en œuvre de matériau local, immédiatement disponible, transformé ou non. Mais une spécialisation du travail, selon des critères d'ordres techniques et/ou esthétiques a pu impliquer une importation de matériaux. L'existence de différents faciès géologiques rendait disponible un échantillon de matériaux aux qualités très diverses. Depuis la frontière nord de la région jusque dans la vallée de l'Andlau, la prédominance du grès permettait, *a priori*, de développer des systèmes d'exploitation et de mises en œuvre relativement homogènes. Il y a cependant une nuance qui peut être apportée par l'existence de deux formations : le Grès vosgien et le Conglomérat principal dit « poudingue ». Ce dernier est constitué par un amalgame de graviers et de sables liés par un ciment siliceux, donc très difficile à formater. En revanche, il fut abondamment utilisé pour constituer le blocage des murs parementés. Au sud de la vallée de l'Andlau, les substrats sont plus diversifiés. Les entablements gréseux existent uniquement sur les deux versants du massif, tandis que les crêtes des Hautes Vosges ont été formées par des roches cristallophylliennes, de type plutonique (granites), de type métamorphique, de type schisto-grauwackeuse. C'est dans cette zone que l'interaction entre ressource et utilisation pouvait présenter des variations puisque nombres de châteaux ont été édifiés en grès alors que leurs assises sont implantées sur un substratum cristallophylien. Un approvisionnement était donc prévu pour alimenter les chantiers.

1. 2. 1. 2. Les critères géographiques : diversité de la topographie

Les sites retenus pour l'étude (*fig. 4*) sont, pour la majorité d'entre eux, implantés dans un milieu forestier et sur un relief, par opposition à la plaine⁴⁷. Certains sites

⁴⁷ Nous éviterons la dénomination de château de montagne car cette distinction n'a pas de fondement historique. Le sens géographique du mot montagne désigne tout relief dont l'altitude est supérieure à 350 mètres.

ont été implantés sur des versants d'altitude bien inférieure, mais le relief accidenté du socle sur lequel ils ont été édifiés permet l'utilisation de ce déterminant. L'effondrement du fossé rhénan a créé un ensemble de champs de fractures géologiques qui a contribué à donner une allure très accidentée au versant alsacien du massif vosgien. Ainsi, le château de Kaysersberg occupe un éperon, du fait de l'escarpement naturel, alors que son altitude ne dépasse guère 260 m. À l'inverse, la position du *Fleckenstein*, au sommet d'une barre rocheuse culminant à une altitude de 395 m, lui confère un caractère inexpugnable, bien qu'il soit entouré de simples collines. Ces critères de sélection permettent également de choisir des sites du piémont viticole comme le site épiscopal de Châtenois, dont le chantier fut approvisionné depuis des collines proches puisque l'enceinte en fut bâtie avec des matériaux « importés » (grès ou granite). Au final, notre choix a été guidé par la nature des ressources géologiques disponibles et utilisées.

Commune	Sites	Dép.	Géologie du site	Altitude	Topographie
Andlau	Spesbourg	67	Granite	460 m	Éperon
Châtenois	Quartier du Château	67	Arène granitique	200 m	Versant
Eguisheim	Dagsburg*	68	Grès	590 m	Entablement
Ernolsheim-l.-S.	Warthenberg	67	Grès	405 m	Éperon
Hattstatt	Haut-Hattstatt	68	Granite	795 m	Sommet
Kaysersberg	Schlossberg	68	Grauwacke	260 m	Éperon
Lembach	Fleckenstein	67	Grès	395 m	Barre sommitale
Lichtenberg	Schlossberg	67	Grès	450 m	Barre sommitale
Oberhaslach	Grand-Ringelsberg	67	Grès	645 m	Sommet
Oberhaslach	Petit-Ringelsberg	67	Grès	640 m	Sommet
Orschwiller	Oedenburg	67	Grès	670 m	Barre sommitale
Ribeauvillé	Haut-Ribeaupierre	68	Granite	650 m	Barre sommitale
Riquewihr	Bilstein	68	Granite	740 m	Éperon
Soultzbach-les-Bains	Schrankenfels	68	Grauwacke	780 m	Éperon
Soultzbach-les-Bains	Enceinte	68	Cône de déjection	330 m	Fond de vallée
Wasserbourg	Wassenberg	68	Grauwacke	740 m	Sommet
Wettolsheim	Krueth - Linsenrain	68	Granite	400 m	Versant
Wintzenheim	Hohlandsburg	68	Granite	650 m	Sommet
Wintzenheim	Pflixburg	68	Granite	450 m	Sommet

Fig. 4 : Tableau de l'implantation topographique des sites

1. 2. 2. Le contexte historique : l'Alsace du IX^e à la fin du XIII^e siècle

Placés dans le contexte général de cette période, les siècles évoqués cernent une période ayant connu la genèse, puis l'apogée du phénomène castral. D'importantes mutations sociales et politiques furent retranscrites dans le paysage régional par la pierre et le bois, tout au long de ces quatre siècles. Cette mutation permanente résulta de la position particulière que la région a tenue durant toute la période, en raison de sa situation sur la « dorsale rhénane », aux confins des royaumes de Germanie et de France et des duchés de Bourgogne et de Souabe. Elle trouvait probablement ses origines dans l'organisation de l'Empire carolingien, voire plus anciennes, et connut un coup d'accélérateur avec la désagrégation qui suivit le traité de Verdun en 842. Le présent propos ne vise pas à refaire l'histoire de l'Alsace au Moyen Âge⁴⁸, mais de présenter les principaux déterminismes qui contribuèrent à l'émergence et au développement de la société qui fut à l'origine de ce phénomène.

1. 2. 2. 1. L'Alsace des siècles ottoniens et saliens ou la constitution d'un domaine personnel des rois de Germanie (X^e et XI^e siècles)

Une région de frontière entre la Germanie et la Francia Orientalis (IX^e – X^e siècle)

En 870, par le traité de Meerssen, Louis le Germanique et Charles le Chauve se partageaient la Lotharingie et dix-huit années après naissait le royaume de Bourgogne, dirigé par Rodolphe I^{er}, des décombres de ce royaume. La frontière septentrionale de cette nouvelle entité était mouvante et les Ottoniens allaient exploiter la situation en pratiquant une politique territoriale dans la vallée du Rhin Supérieur au siècle suivant. En 911, Charles le Simple récupérait la Lotharingie et l'Alsace, avant de perdre cette dernière au profit de Henri I^{er}, roi de Germanie, en 925⁴⁹.

L'Alsace des IX^e - X^e siècles était partagée en deux comtés, le *Nordgau* et le *Sundgau*, qui n'avaient aucune origine ethnique, contrairement à la Bavière ou d'autres régions du royaume de Germanie. Cette division administrative, mise en place par Charlemagne, s'appuyait principalement sur la *Reichskirche*, l'Église d'Empire, organisée en évêchés et archevêchés. Au nord, l'évêché de Spire étendait sa zone d'influence sur la région de Wissembourg et à l'extrême sud, celui de Bâle englobait la Haute-Alsace et la Suisse du Nord. Entre les deux, l'évêché de Strasbourg

⁴⁸ Une histoire institutionnelle et économique de l'Alsace au Moyen Âge fait encore défaut à ce jour. Il faut donc se référer à divers chercheurs contemporains ou plus anciens qui ont abordé divers aspects de l'histoire médiévale régionale.

⁴⁹ ZOTZ (Thomas). — Kaiserin Adelheid und ihre Klostergründung in Selz. In : *Die Ottonen und das Elsass*, Speyer : Pfälzische Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, 1999 : 54.

contrôlait et gérait une très grande partie de la région, sur la base administrative héritée de l'empire carolingien et organisée au moyen des structures religieuses. Le droit de fortification était détenu par le roi et jusqu'à la mort de l'empereur salien Henri III en 1056, il ne pouvait être accordé que par lui⁵⁰.

La région occupait l'axe rhénan au détriment du Pays de Bade et du Brisgau voisins et ceci au moins depuis l'Antiquité, grâce aux voies de circulations qui avaient été préférentiellement placées sur la rive gauche du Rhin par le pouvoir romain⁵¹. En 951, cette voie de circulation était renforcée par le transfert de l'axe nord-sud, situé initialement à l'ouest des Vosges, au profit du couloir rhénan⁵².

Les centres de pouvoirs relevant de la royauté tels que les palais de Seltz, Schweighouse-sur-Moder, Brumath ou Erstein, étaient établis dans la plaine. La fortification n'était pas le premier élément conceptuel dans ce type de site. Le roi Zwentibold, descendant de Charlemagne, séjournait régulièrement dans ces différents sites à la fin du IX^e siècle. Les Ottoniens avaient jeté leur dévolu sur la cour d'Erstein où ils séjournèrent en 974 et 994. Enfin, les Saliens qui leur succédaient en 1002 entretenirent une relation identique avec la région. L'Alsace avait fini par glisser sous l'autorité directe du roi⁵³. Cette stabilité a permis une prospérité relative au cours de toute la période des rois saliens⁵⁴. Des troubles locaux ont pu cependant éclater au grand jour à l'occasion de la Querelle des Investitures en 1077. Le pape Léon IX, issu de la famille des Dabo-Eguisheim⁵⁵, avait réussi à l'éviter du temps de son pontificat.

L'ordre des bellatores ou la montée en puissance de familles comtales au X^e siècle

Dans ces siècles, relatés comme incertains par les chroniqueurs contemporains, les fonctions militaires des souverains étaient relayées par les structures locales et déclinées sous plusieurs formes.

Pendant toute la première moitié du X^e siècle, la région vivait sous la menace des incursions magyares, qui maintenaient une insécurité constante, vécue à l'égal de celle causée par les raids Vikings dans le royaume de Francie Occidentale. Après le siège de Bâle qui vit périr son évêque en 917, les raids hongrois touchèrent en Alsace, comme ailleurs, d'abord les établissements conventuels (Eschau en 923 et Murbach en 926). Cette insécurité fut-elle à l'origine de la naissance d'une caste de guerriers ? Ailleurs en Germanie, à l'est de l'Elbe, le danger hongrois était contenu par des camps retranchés⁵⁶ tenus par des paysans soldats. Ces troupes constituaient le bas de

⁵⁰ Wilsdorf 1978 : 62.

⁵¹ RAPP (Francis). — *Le Saint Empire romain germanique d'Otton le Grand à Charles Quint*. Paris, 2000,

⁵² *Op. cit.* ZOTZ (Thomas) 1999 : 56.

⁵³ *Op. cit.* ZOTZ (Thomas) 1999 : 67.

⁵⁴ VOGLER (Bernard), HAU (Michel). — *Histoire économique de l'Alsace*. Strasbourg, 1997, 1997 : 22.

⁵⁵ Hugo VII était présenté en 1077 comme « *indefessus miles Sancti Petri* ». Cf. Legl 1998 : 216.

⁵⁶ *Op. cit.* RAPP (Francis) 2000 : 40.

la hiérarchie militaire et rien n'interdit qu'elles existent ailleurs dans le royaume, ni la forme de structure défensive dont ils avaient la charge.

Si un essai de hiérarchisation peut être tenté, préfigurant la chevalerie « classique » des siècles suivants, les *bellatores* constituaient l'essentiel des troupes disponibles dans une région. L'origine de ces hommes libres est située dans l'organisation comtale carolingienne, mais rares sont les mentions avant la fin du siècle. En Alsace, les *Eberhardiens*, du nom d'un ancêtre de la famille, ont donné naissance à la lignée d'Eguisheim. Mentionnés comme avoués de l'abbaye de Lure en Haute-Saône en 965, ils avaient obtenu les privilèges de marché et de monnaie d'Otton III en faveur de l'abbaye d'Altdorf en 999⁵⁷. À cette date, ce n'est plus la contention d'un quelconque danger extérieur qui avait conduit aux choix du souverain, mais un paramètre purement régional puisqu'il s'agissait de la montée en puissance du duché de Souabe.

Enfin, le haut de la hiérarchie guerrière d'abord tenu par les évêques eux-mêmes devait céder le pas à ces familles dont le nombre crût au siècle suivant. Chef militaire, l'évêque de Bâle avait péri en tenant tête aux cavaliers hongrois en 917. Plus tard, en 961, l'évêque de Strasbourg Erchambald avait conduit un contingent de cent cavaliers lors de l'expédition italienne d'Otton II⁵⁸. Ce chiffre est révélateur de la réalité de cette caste guerrière qui allait écarter le prélat de la conduite des affaires militaires, bien que les siècles suivants connurent encore des évêques « à cheval ».

Du cavalier en armes au chevalier : la démultiplication des échelons militaires (XI^e siècle ?)

- *Les familles comtales et l'avouerie des monastères*

Le positionnement des grandes familles sur l'échiquier régional, reposait pour une part non négligeable sur l'avouerie des monastères⁵⁹. Généralisée au cours du XI^e siècle, en raison de la multiplication des fondations monastiques, cette charge était exercée par les familles comtales ou des branches collatérales. Impliquant des obligations militaires et civiles envers les établissements religieux, cette fonction assurait des bénéfices non négligeables. En premier, les Eguisheim-Dabo, par suite de l'alliance matrimoniale au XI^e siècle⁶⁰, exerçaient la tutelle des abbayes d'Andlau, de Neuwiller et de Woffenheim, en plus de celle de Lure et Altdorf déjà évoquée pour le siècle précédent. Dans le sud de l'Alsace, les comtes de Habsbourg, originaires de l'Argovie, exerçaient leur tutelle sur l'abbaye de Masevaux et fondèrent l'abbaye d'Ottmarsheim en 1042. Son église avait un plan directement inspiré de la cathédrale d'Aix-la-Chapelle. Cette famille fut investie du comté du Sundgau à la fin du XI^e siècle.

⁵⁷ *Op. cit.* ZOTZ (Thomas) 1999 : 65.

⁵⁸ *Op. cit.* ZOTZ (Thomas) 1999 : 61.

⁵⁹ DUBLED (Henri). — L'avouerie des monastères en Alsace au Moyen Âge (VIII^e-XII^e siècle). In : *Archives de l'Église d'Alsace*, t. X, Nouvelle série, 1959 : 27.

⁶⁰ LEGL (Franck). — *Studien zur Geschichte des Grafen von Dagsburg-Egisheim*. Veröffentlichungen der Kommission für saarländische Landesgeschichte und Volksforschung, n° 31, Saarbrücken, 1997 : 41.

Au final, les familles comtales multipliaient les fondations monastiques, favorisant de cette façon les avantages qui y étaient associés⁶¹. Cette situation fut largement prorogée au XII^e siècle par les nouvelles familles apparues sur l'échiquier politique local.

- *Les nouvelles catégories de « milites » : barons et ministériels*

La catégorie sociale des guerriers à cheval, les *milites*, était d'abord constituée d'hommes libres qui portaient le titre d'*Edelfreie*, faisant référence à leur noblesse. Au XI^e siècle sont apparues de nouvelles familles dans les sources écrites, mais l'absence de mentions dans les décennies antérieures ne signifie pas obligatoirement leur inexistence. Le terme « d'inflation de titres⁶² » a été usité pour caractériser ce phénomène. Depuis les Vosges du Nord jusque dans le Jura alsacien, elle crée une scission entre les familles comtales anciennes et les parvenues et dont les représentants pourraient être qualifiés de barons⁶³, bien que le terme ne fut jamais employé. La première branche des *Rappolstein* fut ainsi connue par le combat que Reginbald remporta victorieusement contre Gerhard d'Eguisheim en 1038 et qui, de surcroît, se solda par la mort de ce dernier. La quasi-disparition du nom du vainqueur est peut-être un indicateur sur le sort qui lui fut réservé par le roi dans les temps qui suivirent cet épisode. Certaines de ces familles exercèrent l'avouerie au même titre que les comtes de la catégorie supérieure.

Pour ces couches supérieures de la société, le château sur la montagne devint la norme résidentielle et, lorsque la richesse patrimoniale était agrandie, l'accumulation de sites résidentiels permettait de créer de véritables réseaux à partir du milieu du siècle suivant. Mais seuls dix « châteaux-forts » sont connus dans les textes de ce siècle⁶⁴. La rareté des sources écrites trouve donc son parallèle dans les incertitudes liées à la chronologie de certains sites et dues à l'absence de fouilles systématiques. De nombreux doutes subsistent quant à l'origine de certains châteaux, mais ils ne pourront probablement jamais être levés car, dès le Moyen Âge, ont été gommées les traces originelles. L'exemple du château « central » d'Ottrott⁶⁵ est à ce point édifiant. Révélé par l'archéologie, il est totalement inconnu dans les textes et son fondateur n'a toujours pas été identifié.

Une nouvelle catégorie d'hommes de guerre d'origine servile, donc non-libres, apparut dans le Saint-Empire pendant la Querelle des Investitures⁶⁶. Ces *miles* étaient

⁶¹ *Ibid.* p. 28.

⁶² METZ (Bernhard). — Les familles et le château de Huneburg au Moyen Âge. In : *Hunebourg : un rocher chargé d'histoire*, Strasbourg : publications de la société savante d'Alsace, coll. Recherches et Documents, t. 59, 1997, p. 13.

⁶³ METZ (Bernhard). — L'apparition de l'écuyer en Alsace. In : *Revue d'Alsace*, n° 122, 1996 p. 85.

⁶⁴ *Op. cit.* WILSDORF (Christian) 1978.

⁶⁵ FÈBVRE (Danièle). — *Ottrott - château de bois, château de pierres (XI^e - XII^e siècles)*. Strasbourg : Centre d'archéologie médiévale, 1988, 59 p. ; et ; Metz 1991 : 257.

⁶⁶ RAPP (Francis). — *Le château-fort alsacien dans la vie médiévale et la politique territoriale*. Strasbourg : Centre d'archéologie médiévale, 1968, p. 93.

investis de charges non héréditaires. S'agit-il d'une survivance des soldats-paysans chargés de défendre le royaume contre les Magyars ? Divers auteurs évoquent leur origine dans ce siècle⁶⁷, mais aucun représentant alsacien n'a été mentionné. Les plus anciens ministériaux auraient été des fonctionnaires impériaux. Leur groupe restait encore mal connu au début du siècle suivant, mais il allait tenir le haut du pavé avec l'émergence des Hohenstaufen⁶⁸.

1. 2. 2. 2. *Le siècle des Staufen : l'âge d'or des châteaux-forts alsaciens ? (XII^e – milieu du XIII^e siècle)*

En 1105, Frédéric le Borgne arrivait à la tête du duché de Souabe et il annexait l'Alsace à son territoire. Cet état de fait fut contré par Lothaire III qui détacha la région de la Souabe en 1135. Pour consolider son pouvoir, les anciens comtés du *Nordgau* et du *Sundgau* furent transformés en *Landgraviats* relevant directement de son autorité⁶⁹. Trois années plus tard, Conrad III était le premier Hohenstaufen à être couronné roi des Romains. Il réintégra l'Alsace dans le duché familial. Son fils, l'empereur Frédéric Barberousse, et plus tard Frédéric II, résidait fréquemment à Haguenau qui devenait palais et ville impériale.

Cette nouvelle ère était auréolée d'une prospérité économique sans précédent. Strasbourg perdait son exclusivité de ville alsacienne et de nombreuses fondations urbaines (Rosheim, Sélestat, Colmar, Mulhouse...), parfois d'origines anciennes, furent promues par une politique volontariste des souverains. Les nouvelles entités urbaines étaient dotées des droits de marchés et de fortification. De nouveaux territoires étaient gagnés sur le piémont et dans les vallées vosgiennes par des défrichements liés à une augmentation de la population. La gestion de ces nouveaux territoires impliquait la multiplication des structures de contrôle.

Les Hohenstaufen : réalité d'une politique castrale et urbaine

Le nouveau siècle a été marqué par une croissance exponentielle des fondations castrales, en liaison avec l'accession des Hohenstaufen sur le trône impérial. Promu au rang de duc d'Alsace, Frédéric I^{er} démarrait une politique de construction de châteaux en 1114 et sa rivalité avec les comtes d'Eguisheim entraîna une frénésie inégalée jusqu'alors dans la région. Cette politique, par l'édification du *castrum Estufin*, sur un éperon montagneux dominant le débouché du Val de Lièpvre, et de

⁶⁷ DUBLED (Henri) ; — Noblesse et féodalité en Alsace du XI^e au XIII^e siècle. *In : Revue d'Histoire du Droit*, t. XXVIII, Bruxelles, 1960 : 134.

⁶⁸ Bernhard Metz considère que les premières mentions de ces hommes aux XII^e siècle ne constitueraient que la partie émergée de l'iceberg. BILLER (Thomas), METZ (Bernhard). — *Der frühe gotische Burgenbau im Elsaß (1250-1300)*. (*Die Burgen des Elsaß ; III*), München : Deutscher Kunstverlag, 1995, p. 18.

⁶⁹ *Op. cit.* RAPP (Francis) 2000 : 158.

Haguenau, dans la plaine, traduisait les vellités temporelles du Souabe dans la région. Après 1138, les châteaux devenaient impériaux et, pour affirmer le nouveau rang acquis, *Estufin* devenait *Koenigsburg*. Dans ce contexte, les châteaux ducaux (*Staufische Burgen*), donc privés, se distinguaient des châteaux liés à la fonction impériale (*Reichsburgen*)⁷⁰. Après cette date, les dynastes n'excluaient plus la mainmise sur des forteresses relevant de l'autorité de l'évêque de Strasbourg.

Cette politique ne pouvait pas se consolider sans le recours à une classe spécifique, les *Dienstmänner* ou *ministerialis*, dont la fonction devint héréditaire dans la seconde moitié du XII^e siècle⁷¹. Ces hommes devenaient des *domini* et pouvaient être chargés de construire des châteaux par le souverain. Ils furent pourvus de fiefs de service ou *Dienstlehen*⁷². Dans ce contexte, un ministériel, Egenolph d'Urslingen, devenait le nouveau seigneur de *Rappolstein* en 1162 après le don de ce château par l'empereur Frédéric Barberousse⁷³. Une mosaïque de nouvelles familles de basse noblesse (Landsberg, Andlau...) apparaissait dans la région, avec ou sans liens avec l'avouerie de monastères.

La satellisation ou la multiplication des échelons de la féodalité

L'arrivée des Staufen devait se heurter aux familles comtales présentes dans la région depuis le siècle précédent. Par ses lointaines origines, cette noblesse restait liée à l'évêché de Strasbourg et à la *Reichskirche*, l'Église d'Empire. Dans cet esprit, la famille d'Eguisheim comptait au nombre des adversaires des Staufen. Au XI^e siècle, elle avait donné un pape à la chrétienté, puis pris position en faveur de l'Église lors de la Querelle des Investitures. Les comtes d'Eguisheim devenaient comtes du *Nordgau* en 1135.

Leurs héritiers s'étaient scindés en plusieurs branches, notamment les *Hunenburg*, avoués de l'abbaye de Neuwiller en Alsace du Nord. Cette famille disparut à la fin du XII^e siècle au profit des sires de Lichtenberg⁷⁴. Les deux châteaux du même nom sont situés dans des endroits isolés, typiques des espaces gagnés par les défrichements entrepris durant cette période. La famille d'Eguisheim bâtit, au cours du siècle et plus particulièrement dans la seconde moitié, une série de châteaux qui complétait le patrimoine familial. Hugo VIII transforma le château éponyme par l'édification d'une partie septentrionale protégée par une imposante tour-maîtresse, puis édifia de grands sites tels que *Girbaden* dans la vallée de la Bruche ou encore *Warthenberg*, près du couvent de Neuwiller-lès-Saverne.

⁷⁰ *Op. cit.* METZ (Bernhard) 2001 : 76.

⁷¹ *Op. cit.* METZ (Bernhard) 1996 : 91.

⁷² *Op. cit.* RAPP (Francis) 2000 : 177.

⁷³ *Op. cit.* WILSDORF (Christian) 1978 : 70.

⁷⁴ *Op. cit.* METZ (Bernhard) 1997 : 27.

Du premier Interrègne à la mort de Frédéric II (1250)

Le décès de Henri VI, fils de Frédéric Barberousse en 1198, entraîna une « querelle » de succession entre Otton IV et Philippe de Souabe, qui déstabilisa l'Empire pour une vingtaine d'années⁷⁵. Otton IV, en reniant son droit à assister à l'élection des évêques, déchaussait la pierre angulaire remise en place par Frédéric Baberousse qui était revenu au système de la *Reichskirche*. Conrad de Huneburg, évêque de Strasbourg, prenait position pour Otton IV en 1198, avant de se remettre sous la protection de Philippe trois années plus tard.

Lorsque Frédéric II arriva en Alsace en 1212, l'évêque de Strasbourg Henri de Veringen venait à sa rencontre à la tête d'une colonne de cinq cents chevaliers. Mais ses conflits italiens l'opposant directement au pape, au point d'avoir été excommunié, eurent leurs répercussions en Alsace. L'autorité impériale avait été remise en 1220 à son fils Henri VII, âgé de neuf ans seulement. De fait, il était sous la tutelle de l'archevêque de Cologne et, en Alsace, l'évêque de Strasbourg disposait de la latitude nécessaire au renforcement de son pouvoir temporel. Sans entrer dans le détail de tous les épisodes qui s'étaient, les intérêts respectifs se télescopaient dans des politiques urbaines⁷⁶ ou de constructions de châteaux. Les trois évêques qui se succédèrent durant le règne de Frédéric II n'eurent de cesse de remettre en cause l'autorité de l'empereur et de profiter de son éloignement géographique. À peine, un accord réglait-il les litiges sur les biens et villes épiscopaux entre l'évêque Berthold de Teck (1223-1244) en 1225 que survint le décès de Gertrude de Dabo, dernière héritière de la lignée de Dabo-Eguisheim. En toute logique, l'évêque tenta l'année suivante de récupérer les forteresses que cette famille avait réparties dans le massif (Eguisheim, Bernstein et Girbaden). En 1227, Simon de Dabo-Linange devait mettre la main sur Bernstein et les Ferrette s'emparer d'Eguisheim. Le premier fut défait au bout d'un mois de siège, tandis que, dans le second cas, la bataille de Blodelsheim vit la défaite des Ferrette devant une alliance des villes du Haut-Mundat et de Strasbourg commandée par Albert de Habsbourg, le 8 juin 1228. Berthold de Teck en sortant victorieux du conflit avait gagné sur tous les fronts. Quelques années plus tard, le même empereur ménagea les princes et évêques allemands de manière à garantir sa campagne contre les Lombards (1235/1237). Cet épisode devait notamment s'illustrer par l'éviction du roi Henri VII et du *Landvogt* Woelfelin, bâtisseur de plusieurs villes (Sélestat, Kaysersberg) ou châteaux (Girbaden, Pflixburg, Kaysersberg), dont les surfaces destinées à l'accueil de troupes, indiquent le caractère exclusivement militaire. Soucieux de se ménager la partie de son empire sise au nord des Alpes, Frédéric II ne réussissait pas pour autant à acheter la paix. En dépit de ces

⁷⁵ L'essentiel du corps de ce paragraphe a été inspiré par la récente publication de F. Rapp, parue en 2010.

⁷⁶ Le cas de Molsheim est édifiant puisque cette ville appartenait à l'évêque et que l'empereur en était l'avoué. Le premier considérait les habitants comme ses sujets tandis que le second encourageait l'installation de ses *cives*.

dispositions, l'évêque Henri de Stahleck prit le parti de l'anti-roi Henri Raspe en 1246 et comptait, deux années plus tard, dans les rangs des adversaires les plus résolus de Conrad IV, successeur de Henri VII sur le trône du royaume de Germanie. Le milieu du XIII^e siècle avait signifié l'apogée de la politique locale des évêques strasbourgeois. En fin de compte, la petite aristocratie fut le groupe qui tira le plus de bénéfices de la situation en multipliant ses conquêtes et constructions de châteaux⁷⁷ et les ministériels étaient devenus le groupe majoritaire. Une véritable anarchie féodale s'installa durant les dernières années du règne des Hohenstaufen.

Toute cette période avait vu des cycles de constructions de fortifications, entreprises par les deux camps. Entre l'An Mil et 1200, quarante-cinq châteaux avaient été mentionnés dans les sources écrites. Une trentaine d'édifices supplémentaires apparut dans la première moitié du XIII^e siècle⁷⁸. Le pouvoir appartenait aux châteaux et aux monastères. Parallèlement à ce phénomène « rural », les villes avaient commencé à se doter de fortifications pendant la période.

1. 2. 2. 3. La seconde moitié du XIII^e siècle : l'Alsace dans les tourments de la vacance impériale⁷⁹

Après le déclin des Hohenstaufen, le plus puissant seigneur territorial était l'évêque. La période qui suivit peut cependant être caractérisée par trois principaux faits historiques.

En premier lieu, l'apogée épiscopale sur la ville de Strasbourg vivait ses dernières années. Elle devait connaître un rapide déclin après l'arrivée de Walther de Geroldseck sur le siège épiscopal strasbourgeois. Motivé par un recentrage de son pouvoir, son action restreignait *de facto* les libéralités accordées aux bourgeois et déclencha, en 1261, un conflit achevé à la bataille de Hausbergen, le 9 mars 1262. Ce fait d'armes fut le révélateur des mutations profondes que l'Alsace féodale avait connue. Elle signifiait la victoire du fait urbain, incarné par la milice strasbourgeoise, principalement formée de piétons, contre la féodalité symbolisée par les chevaliers lourdement armés, mais très vulnérables devant ces troupes à pied. Après une paix déshonorable, l'évêque se réfugia dans son château de Dachstein et devait y mourir l'année suivante. Son successeur signa immédiatement la paix avec la ville.

Dans le même temps, le camp des vainqueurs était soutenu par le comte Rodolphe de Habsbourg, qui devait monter sur le trône royal onze années plus tard. Ce dernier menait en Haute-Alsace une politique expansive qui amorçait son ascension vers des destinées au sommet de l'empire. Le souverain mena, en Alsace, une politique

⁷⁷ BILLER (Thomas), METZ (B.). — *Der spätromanische Burgenbau im Elsass. (Die Burgen des Elsaß ; II)*, München : Deutscher Kunstverlag, 2007, p. 22.

⁷⁸ *Op. cit.* METZ (Bernhard) 2007 : 23. Ce chiffre est probablement en dessous de la réalité car les mentions de châteaux restaient très aléatoires.

⁷⁹ Ce chapitre est inspiré de la synthèse publiée par B. Metz en 1995.

castrale intense et promut de nombreuses villes. Pourtant son règne était marqué par une insécurité notoire et de nombreux château et bourgades se virent assiégés⁸⁰.

La mutation féodale était également marquée dans la transformation de l'aristocratie. En 1280, la ministérialité avait disparu, muée en petite noblesse. Sur un nombre de quatre-vingt-cinq châteaux apparus dans les sources lors de cette période, Bernhard Metz en dénombre près de la moitié comme ayant appartenu à des ministériels⁸¹. Dans cette catégorie, certaines familles créaient de petites villes, à l'exemple des Hattstatt à Soultzbach, puis plus tard à Herrlisheim. Au final, dans tous les niveaux de la société, la symbolique urbaine, chargée de libéralité et source de richesses économiques, avait définitivement pris le pas sur l'ancien monde seigneurial.

Les conflits entre Adolphe de Nassau et Albert de Habsbourg marquèrent leur empreinte en Alsace, avant le retour à une situation plus sereine après la victoire du second. Mais le souverain avait déplacé son intérêt politique de la vallée du Rhin supérieur vers l'Autriche.

1. 2. 3. La représentativité archéologique des sites

La présentation du contexte historique démontre à quel point la région fut témoin, comme toute l'Europe occidentale, de la révolution sociale et architecturale entraînée par l'émergence et le développement de la féodalité entre le X^e et la fin du XIII^e siècle. Les sites présentés dans le *corpus* ont été sélectionnés selon plusieurs critères. Ils constituent un éventail le plus large possible illustrant les différents types de châteaux bâtis, durant toute la période, en fonction des moyens et des ressources employées et du type de plan obtenu (*fig. 5*). Il est évident que le choix de dix-huit sites parmi des centaines impliquait une très grande difficulté à laquelle les différents critères tentent de répondre au plus juste⁸².

⁸⁰ *Op. cit.* METZ (Bernhard) 1995 : 15.

⁸¹ *Ibid* 1995 : 20.

⁸² *Cf.* le chapitre « Méthodologie ».

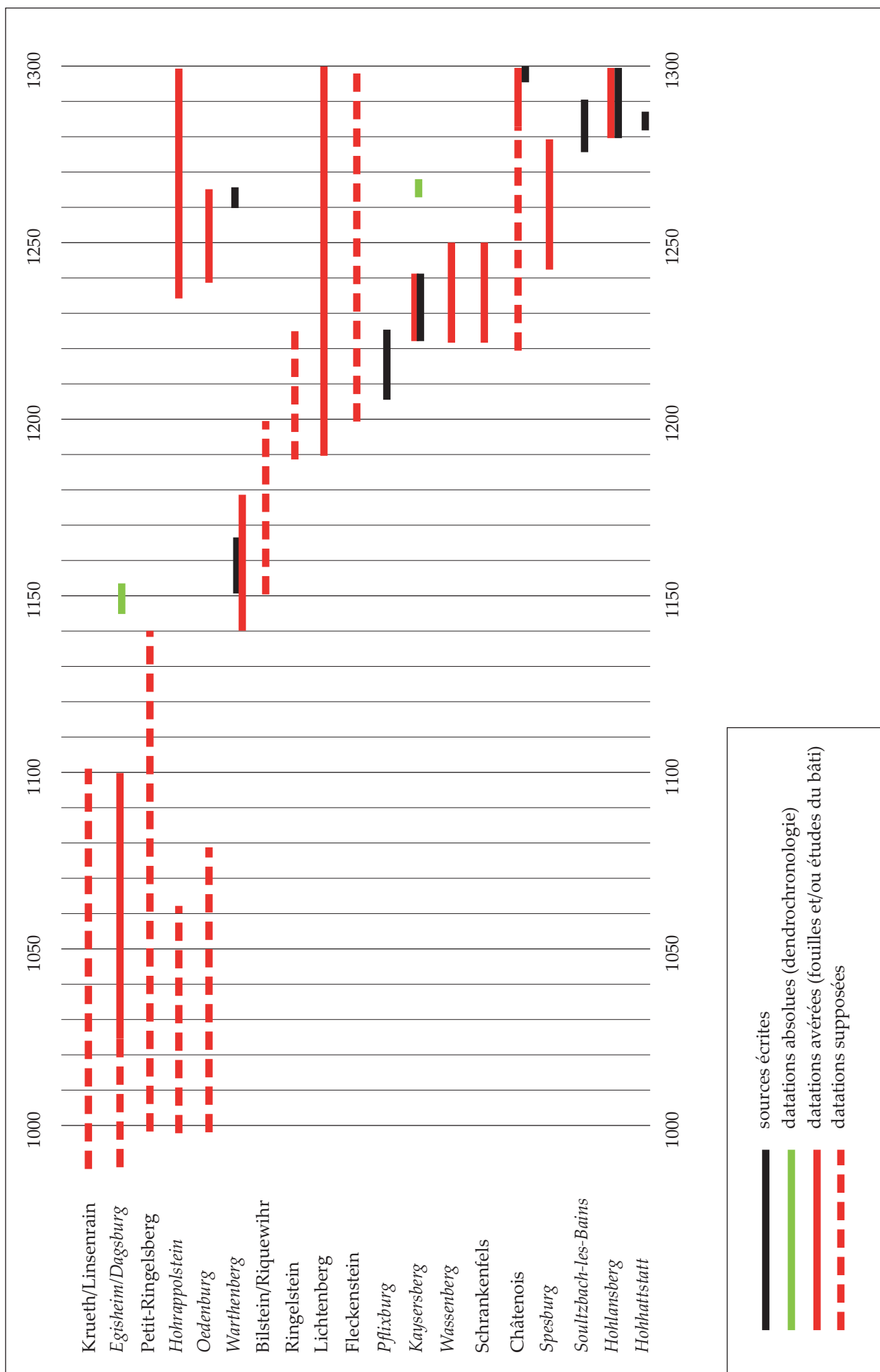


Fig. 5 : Tableau synoptique de la chronologie des sites étudiés

1. 2. 3. 1. *Les critères archéologiques*

Notre recherche étant orientée vers un travail exhaustif sur des sites pouvant servir de référence pour une approche de terrain, le choix a d'abord porté sur un ensemble de sites dont la connaissance a progressé grâce à des fouilles et des études dans les vingt dernières années. Il a été porté sur des sites étudiés par nos soins ou par d'autres équipes de fouilles⁸³. Sur les nombreuses fouilles ayant eu lieu avant 1990, peu d'exemples ont été sélectionnés en raison du manque de publications ou du caractère incomplet des informations obtenues par rapport à notre thématique de recherche. En même temps, l'historiographie a mis en évidence à quel point le tournant des années 1980/90 a été important pour le renouvellement des équipes et, plus encore en terme de méthodologie. L'intégration des directives données par le CNRA⁸⁴ en 1991 a contribué fortement à créer de nouvelles bases de travail.

Archéologie du sous-sol

Les fouilles sélectionnées ont toujours apporté des informations neuves en lien avec la thématique sur la construction. C'est ainsi que le choix a été porté sur les fouilles de Warthenberg-Daubenschlagfelsen⁸⁵ qui avaient conduit à la mise au jour d'un château-fort construit au milieu du XII^e siècle et abandonné avant la fin du même siècle, puis réoccupé pendant peu de temps autour de 1260. Ce site constitue donc un jalon chronologique, d'autant plus qu'un four à chaux et une aire de gâchage du mortier avaient été mis en évidence. Les fouilles que nous avons dirigées sur le château de Lichtenberg ont également conduit à la mise au jour des traces de constructions de la phase initiale du site, connu dans les sources écrites depuis 1206.

Archéologie du bâti

Cette discipline a motivé le choix du sujet. En effet, l'archéologie du bâti, ou encore des « élévations » a été promue dans la région par les services patrimoniaux au cours de la décennie 1990. Elle nous a permis d'accompagner un certain nombre de chantiers de restaurations, lors de campagnes de suivis de travaux. Le tableau indique les années d'interventions. Celle-ci ont pu être limitées à un élément

⁸³ Le détail des interventions figure dans la notice propre à chaque site, dans la partie catalogue de notre ouvrage.

⁸⁴ Commission nationale de la recherche archéologique, remplacée dans les régions par les CIRA (Commission interrégionale de la recherche archéologique), organe décentralisé en 1993. Le passage de Jean-Marie Pesez et Olivier Meyer à Strasbourg à l'automne 1991 permettait de poser les jalons d'un renouvellement de la réflexion thématique et méthodologique. Peu de temps après naissait le Projet collectif de recherches sur les châteaux-forts dans le Nord-Est de la France.

⁸⁵ Nous exprimons toute notre gratitude à Bernard Haegel et René Kill, responsables de l'opération pour la mise à disposition de leur documentation.

constitutif (le *Bergfried* de *Spesburg*, par exemple) ou systématiques (les châtelets supérieurs de *Kaysersberg* ou du *Hohlandsburg*).

1. 2. 3. 2. *Les sources textuelles*

Une étude des techniques de construction peut également se nourrir des données observées sur des sites dont la connaissance est bien documentée par les sources écrites. La mention du début et de la fin d'un chantier de construction est restée un fait rarissime, mais il était utile de porter notre étude sur quelques cas connus. Tous les cas incriminés remontent au XIII^e siècle.

En l'occurrence, plusieurs d'entre eux sont situés dans une aire géographique restreinte, ce qui constituait un fait pratique sur le plan des études (*Pflixburg*, *Hohhattstatt* et *Soultzbach-les-Bains*). En effet, à partir de ces données, il y a eu un retour vers le terrain pour collecter toutes les informations intéressantes. Cette option bénéficie de la publication récente de ces sources, généralement par B. Metz, archiviste-paléographe. Des relevés topographiques, de sites, des études de bâti et des analyses de matériaux ont été pratiqués sur ces sites, lorsque la documentation faisait défaut.

1. 2. 3. 3. *Les sites référents.*

Le dernier critère archéologique a été le choix de sites pouvant apporter des informations d'ordre chrono-typologique ou technique (*fig. 6*). En premier lieu, il s'agissait de couvrir la diversité géologique la plus exhaustive. Certains cas, à l'exemple du *Bilstein*, étaient ainsi intéressants puisqu'ils concernaient la connaissance d'une carrière allochtone de matériau, en l'occurrence l'importation de grès vers un site de socle granitique. De la même manière, il paraissait utile de documenter les éléments les plus anciens de *Hohegisheim*, notamment pour trancher la question d'une datation possiblement antique de certains vestiges.

Commune	Sites	Fouilles	Étude du bâti	Topographie	Diplomatique (année de publication)	Études annexes (dendrochronologie, mortiers...)
Andlau	Spesbourg		1999		1995	
Châtenois	Quartier du Château	X	2003		2008	Mortiers
Eguisheim	Dagsburg*		X			Mortiers
Ernolsheim-l.-S.	Warthenberg	X		X		Mortiers
Hattstatt	Haut-Hattstatt		X	X		Mortiers
Kaysersberg	Schlossberg	X	1995 à 1998	X	2007	Denchronologie, mortiers
Lembach	Fleckenstein	X	2007		1998	
Lichtenberg	Schlossberg	X	1991	X	1997	
Oberhaslach	Grand-Ringelsberg	X	2004		2007	X
Oberhaslach	Petit-Ringelsberg	X			1998	
Orschwiller	Oedenburg	X	1995/2000			
Ribeauvillé	Haut-Ribeaupierre	X	2000	X	1991, 2007	
Riquewihr	Bilstein			X (carrière)	2007	
Soultzbach-les-Bains	Schrankenfels		X	X	2007	Mortiers
Soultzbach-les-Bains	Enceinte		X	X	2003	
Wasserbourg	Wassenberg		X		2007	Mortiers
Wettolsheim	Krueth - Linsenrain		X	X		Mortiers
Wintzenheim	Hohlandsbourg	X	1998	X	1995	
Wintzenheim	Pflixburg		X	X	2007	Mortiers

Fig. 6 : Classification des études archéologiques réalisées par site.

Dans la colonne « Étude du bâti », les dates correspondent à nos années d'intervention.

1. 2. 4. Méthodologie

Sur un plan scientifique, l'acquisition des données a été menée sous plusieurs formes. Le dépouillement bibliographique et l'information orale ont concerné les fouilles et études menées par des équipes extérieures, antérieures au démarrage de notre travail de recherche. Au départ, notre travail personnel a été favorisé par les missions confiées, dans le cadre de contrats d'études, par la Conservation régionale de l'Archéologie et financées par la Conservation régionale des Monuments Historiques ou par d'autres sources, notamment des collectivités publiques. Ces missions relevaient d'études préalables ou accompagnaient les projets de restauration et de valorisation.

1. 2. 4. 1. *Topographie des sites*

Le relevé de plans constitue la première étape de la documentation d'un site. Plusieurs campagnes ont été menées avec des équipes de l'EA 1132 (HISCANT-MA), dans le cadre réglementaire d'une prospection thématique. Par ce biais, des équipes de trois à six personnes réalisaient le relevé au tachéomètre de sites de carrières ou de ruines⁸⁶. Après la mise en place d'une polygonale nécessaire aux stations impliquées par les accidents du relief, des séries de points topographiques pouvaient être relevés et recalés sur des bornes de référence IGN.

Cette méthode a été préalable à la documentation des sites dont aucun relevé topographique n'existait auparavant (carrière de Bilstein, enceinte de Krueth/Wettolsheim...) ou méritait d'être réactualisé (ruines du Hohattstatt, de Hohrappelstein, de Schrankenfels...). Le rendu était fourni sous la forme de plans localisant les maçonneries et dont le relief est figuré en courbes de niveaux qui facilitaient la lecture des éléments négatifs (fossés, dépressions, terrasses non maçonnées...), ainsi que de coupes générales. Le document graphique est présenté sous des échelles larges, à savoir le 1/2000^e ou le 1/1000^e. Plus généralement, le contexte géographique des sites est donné sur une carte topographique générale au 1/10 000^e.

1. 2. 4. 2. *L'analyse archéologique des élévations*

L'analyse stratigraphique est appliquée à l'analyse des sédiments du sous-sol. Elle conditionne la documentation et la réflexion sur tous les éléments observés après l'ouverture d'une fouille. Chaque sédiment observé est identifié par une unité stratigraphique (US), considérée positive, pour les sédiments avérés, ou négative, dans le cas de creusements, d'arasements ou de perforations, et numéroté de 1 à ∞. L'analyse des élévations est documentée de la même manière. Chaque épisode de construction ou de remaniement est une unité construite (UC) ou négative (percements de portes ou de fenêtres par exemple).

Une archéologie verticale

La recherche est menée sur des élévations ce qui induit certaines contraintes techniques liées à l'accès au sujet d'études. En effet, l'observation immédiate d'une maçonnerie fournit toutes les informations utiles à la compréhension de l'ensemble. Cette archéologie de la « verticalité », dans le cas des châteaux, peut concerner des monuments dont la hauteur dépasse parfois 20 m⁸⁷. Les moyens techniques sont

⁸⁶ Tous les stages étaient dirigés sur le terrain par Cédric Moulis, ingénieur d'études à l'université de Lorraine (Nancy).

⁸⁷ 24,80 m pour la tour-maitresse de Kaysersberg et de *Spesburg*.

polymorphes car, depuis une vingtaine d'années, les instruments ont évolué. Il est cependant toujours nécessaire de relier toute forme d'enregistrement avec une observation de l'objet de la recherche. En Alsace, la lecture directe a été facilitée par l'intégration de ce pan de la recherche archéologique dans les travaux de restauration. Le montage d'échafaudages garantissait, au chercheur, un accès immédiat à l'information depuis le sol jusqu'au fait du mur. Les relevés d'élévation enregistraient par la pose de repères orthonormés, généralement de la cordelette et du fil à plomb, tous les détails visibles sur une élévation. Ces éléments sont dessinés sur un support millimétré à une échelle du 1/50^e ou 1/20^e en fonction du niveau de détail recherché. L'observation peut alors se décliner entre un enregistrement simple des faits constitutifs et un enregistrement détaillé dit « pierre à pierre ». Un fonctionnement particulier a été mis en œuvre sur certains chantiers, pour optimiser le travail analytique. Dans le cas de Kaysersberg, l'interaction entre archéologue, architecte en chef et entreprise de restauration a été très efficace. Après le montage de l'échafaudage, les enduits en place ont été documentés par l'archéologue. Les parements étaient ensuite décroûtés et mis à nu par l'entreprise de maçonnerie, facilitant l'observation de toutes les informations inhérentes aux murs et le prélèvement, après relevés, des boulins d'échafaudages⁸⁸. La purge des joints était incontournable du fait qu'une majorité de la surface des murs était recouverte de ciment et ce matériau avait accéléré la dégradation des vestiges⁸⁹.

Depuis 1990, l'évolution technique des systèmes optiques et informatiques garantit de nouvelles manières de relever une maçonnerie. Le système par image redressée combine un enregistrement photographique avec la prise de points de repères avec un théodolite au laser. Le traitement informatique de la prise de vue corrigera les erreurs dues à la déformation optique de l'appareil photographique. Une autre technique est en cours d'élaboration à l'Institut national des sciences appliquées (INSA) de Strasbourg. Effectuée à titre expérimental sur les châteaux de *l'Engelburg* et de *Hohandlau* ou le site de l'abbaye romane de Niedermunster, elle vise à un relevé par scanner des sites. Cette documentation optimale facilite la constitution d'un système d'information géographique à plusieurs niveaux d'entrées. Mais sa mise en œuvre est lourde et implique un appareillage informatique important puisque les enregistrements produisent des millions de points. Ces nouvelles formes de documentation facilitent l'enregistrement, mais il serait illusoire de remplacer une nécessaire analyse sur la matière par ce biais. Un mur relevé depuis le sol n'est pas documenté pour autant.

⁸⁸ Cette opération reste exemplaire à ce jour du fait des conditions matérielles dont elle a bénéficié pour sa réalisation.

⁸⁹ Le ciment gris Portland, appliqué après 1945, formait une rétention d'eau qui a dissous les carbonates des mortiers originaux. Des zones du mur étaient vidées au point de voir des jours à travers toute l'épaisseur et les moellons entre eux restaient solidarisés par la seule action mécanique.

Archéologie des « élévations » ou Baugeschichte ?

Il se pose ici le débat sur la place de cette archéologie dans la recherche en France et sa comparaison avec les pratiques dans les pays limitrophes. Sur un plan strictement administratif, l'archéologie du bâti est le parent pauvre du Code du Patrimoine dont elle a été « oubliée » lors de sa rédaction. Jusque-là, dans le cadre des restaurations de monuments historiques, l'option archéologique était basée sur le volontariat des services patrimoniaux et tributaire des moyens dont ils disposaient⁹⁰. L'absence du code actuel ampute le financement prévu ailleurs pour l'archéologie préventive, prescrite par les services compétents en amont des travaux d'aménagement du territoire.

Outre-Rhin, l'école de pensée allemande distingue cette discipline de l'archéologie du sous-sol, considérant qu'il s'agit là d'une pratique inhérente aux besoins des chantiers de restauration et qui ne nécessitent pas forcément le recours à des fouilles. La discipline est vue comme un complément scientifique à une opération patrimoniale et confiée à des chercheurs formés dans le cadre de l'option spécialisée d'une école d'architecture. Elle s'intéresse d'abord à la structure et peut passer à côté d'informations fondamentales sur le plan archéologique. En revanche, ce système a l'avantage de documenter beaucoup de sites, en comparaison de la déliquescence du système hexagonal. Calquée sur l'école anglo-saxonne, l'archéologie du bâti est apparue en France dans les années 1970 et adaptait la réflexion stratigraphique aux élévations, considérant, à juste titre, qu'il y avait une continuité logique entre les éléments enfouis et les vestiges hors-sol. Cette discipline a émergé avec l'archéologie médiévale et fut structurée au cours des années 1980/1990⁹¹. Elle est régie par une méthodologie propre, intégrée à l'ensemble de la discipline archéologique. La table-ronde tenue à Saint-Romain-en-Gal en 2001 illustre l'achèvement des deux décennies de maturation⁹². Dans le cas des ruines, la base des murs est généralement encombrée par les gravats issus de l'effondrement des parties hautes et masqués eux-mêmes par de l'humus. Des fouilles sont donc nécessaires uniquement pour identifier la question du niveau d'apparition des sols et sédiments archéologiques, ce qui fut réalisé dans la dernière tranche de nos travaux sur le château de Kaysersberg.

⁹⁰ Il est évident que, de ce fait, la recherche castrale en Alsace, était conditionnée par des opérations dites « de prestige », programmées en fonction de moyens alloués par les décideurs et non d'un programme scientifique cohérent. L'entretien du décor a un corollaire obligé dans l'oubli de sites majeurs sur le plan scientifique que nous essayons de tirer de l'oubli dans le présent travail.

⁹¹ ARLAUD (Catherine), BURNOUF (Joëlle) dir. — L'archéologie du bâti. In : *Nouvelles de l'archéologie*, n° 53-54, Paris, 1993, p. 5-69.

⁹² À ce sujet : BURNOUF (Joëlle). — Discours d'introduction (Première journée : protocole d'analyse et d'enregistrement). In : PARRON-KONTIS (Isabelle), REVEYRON (Nicolas) dir. — *Archéologie du bâti – Pour une harmonisation des méthodes*, Actes de la table-ronde 9 et 10 novembre 2001, Musée archéologique de Saint-Romain-en-Gal, Paris, 2005, p. 9-14.

1. 2. 4. 3. Les études annexes (matériaux, dendrochronologie...)

La documentation de sites est complétée par des analyses en laboratoires portant principalement sur deux objectifs : la caractérisation des matériaux et la datation.

L'analyse des mortiers

Dans ce premier cas, les crédits alloués à la prospection thématique ont permis de mettre sur pied un programme d'analyse de mortiers. Les échantillons ont été collectés sur des sites couvrant les différents environnements géologiques disponibles et bien datés entre 2007 et 2011. Plusieurs sorties sur sites ont été nécessaires. De fait, ces analyses constituent une première dans la région par leur systématisation et par rapport à l'objet d'études, en l'occurrence l'habitat fortifié médiéval de hauteur.

- *Le programme d'études*

Dans ce premier cas, les crédits alloués à la prospection thématique ont permis de mettre sur pied un programme d'analyse de mortiers⁹³, dans la continuité des problématiques développées depuis une vingtaine d'années, par différents chercheurs en France⁹⁴. Nos échantillons ont été collectés entre 2007 et 2011 sur des sites bien datés, édifiés sur les différents environnements géologiques disponibles (sédimentaires, cristallophylliens) et. Plusieurs sorties sur sites ont été nécessaires. De fait, ces analyses constituent une première dans la région par leur systématisation et par rapport à l'objet d'étude, en l'occurrence l'habitat fortifié médiéval de hauteur.

- *Méthodologie*

La démarche analytique a été décomposée en plusieurs étapes successives. Les analyses les plus sophistiquées étaient utilisées pour répondre à des questions spécifiques, et uniquement sur un petit nombre d'échantillons préalablement sélectionnés :

- Dans un premier temps sont réalisées des observations macroscopiques et, dans la mesure du possible, la détermination de certaines propriétés physico-chimiques (masses volumiques, absorption d'eau, proportion de chaux dans le mélange, granulométrie simplifiée par tamisage)
- dans un second temps, des lames minces sont confectionnées afin d'examiner plus finement les échantillons au microscope polarisant. Les échantillons sont

⁹³ Le protocole a été défini avec Jean-Michel Mechling, maître de conférences à l'Université de Lorraine, Institut Jean Lamour, Dpt CP2S, Equipe 207 - Matériaux pour le Génie Civil.

⁹⁴ Les fondements ont été posés par la table-ronde de Dijon en 1987. SAPIN (Christian) sd. — *Enduits et mortiers de chaux - Archéologie médiévale et moderne*. Actes de la table-ronde du 16-17 octobre 1987 à Dijon, Centre national de la recherche scientifique : centre de recherches archéologiques, Paris : éditions du CNRS, 1991, 123 p. + ill. ; COUTELAS (Arnaud) sd. — *Le mortier de chaux*. Collection "Archéologiques", Paris, 2009, 159 p. + ill.

préalablement indurés dans des résines spécifiques. Cette phase de travail s'intéresse à l'identification des granulats employés (proportion de granulat dans le mélange, composition minéralogique des sables employés, morphologie des sables, granulométrie,...) et aux caractéristiques de la phase liante (proportion, finesse de la pâte durcie, qualité et présence éventuelle d'incuits,...). Elle permet de caractériser finement les mortiers et rend possible des comparaisons croisées à l'échelle d'un site ou de plusieurs ;

- l'étude des échantillons par diffraction des rayons X sur poudre (DRX) est parfois nécessaire pour affiner les observations macro- ou microscopiques ou pour permettre d'effectuer des comparaisons entre un mortier et un granulat prélevés sur un possible lieu d'extraction. En effet, cette méthode permet de caractériser les principales phases cristallisées présentes dans les mélanges et le cliché DRX constitue alors une signature, caractéristique du granulat. Afin de mettre principalement en évidence les phases cristallographiques de ce dernier sans être gêné par la présence abondante de calcite (=chaux carbonatée), une attaque acide modérée (acide acétique dilué) a été effectuée sur la poudre avant son passage au DRX (après avoir été rincée à l'eau distillée puis séchée à l'étuve). Ceci est possible dans la mesure où les granulats siliceux employés dans ces mortiers sont insensibles aux acides faibles. Sur le cliché DRX, les pics de diffraction de la calcite (voire de la dolomite) sont ainsi fortement atténués et perturbent moins le signal de phases parfois présentes en faible quantité ;
- l'examen au microscope électronique à balayage (MEB) définit un dernier niveau d'informations sur des échantillons sélectionnés en raison de leur intérêt particulier. Cette technique fournit des images de la matière qui sont utiles pour comprendre et interpréter la microstructure des mortiers, notamment celle du liant. Les observations MEB permettent également de mettre en évidence certaines particularités qui ne sont pas toujours aisément détectables à l'échelle de la lame mince (présence en faible quantité de phases minérales particulières tels que des cristaux de gypse dispersés dans le liant, par exemple). Associée à de la spectrométrie EDS, les observations au MEB permettent en outre d'avoir une approche qualitative de la composition chimique des éléments observés, principalement dans les nodules de chaux pure dispersés dans les mélanges. Il a ainsi été possible de caractériser le caractère magnésien de certaines chaux et /ou de détecter la présence probable d'argiles ou de minéraux sulfatés. Ce dernier niveau d'analyses assez sophistiquées permet de caractériser au mieux les propriétés des liants hydrauliques utilisés, et aide à échafauder ou confirmer certaines hypothèses (aperçu de la composition chimique initiale de la chaux employée, confirmation de la nature chimique de certains fragments).

○ *Limites de la méthode*

L'état de conservation des échantillons constituait le principal handicap de cette analyse scientifique. Le mélange peut être dégradé à différents niveaux. Une situation extrême a été vue sur le site de Hattstatt-Hohhattstatt où seuls des sables ont pu être prélevés dans le mur nord du châtelet supérieur, la phase liante carbonatée (chaux puis calcite) ayant probablement été presque intégralement lessivée.

Par ailleurs, les échantillons constituent parfois des *unicum* puisque, sur certains sites, la collecte fut limitée à un ou deux échantillons dans un mur. Il convient donc de rester prudent par rapport aux éléments mis en valeur et considérer que les informations obtenues donnent un premier niveau d'information sur les matériaux utilisés, leur provenance éventuelle et la maîtrise technique du mélange. La mise en évidence de convergences au niveau de certaines caractéristiques majeures (chaux mal cuite, ajouts particuliers dans le liant, granulats particuliers) entre plusieurs sites ou, inversement, des différences techniques, voire chronologiques, entre des composants d'un même château formaient le premier type d'information visé.

La datation par la dendrochronologie

L'analyse par dendrochronologie des bois constitue un chapitre complémentaire très intéressant pour les datations absolues des phases détectées par une étude de bâti. Cette méthode appelle cependant des remarques préalables quant à son emploi. L'analyse de bois nécessite qu'ils soient bien conservés, que les derniers cernes ou cernes de croissance soient lisibles sur les pièces et que celles-ci soient bien situées dans le phasage par rapport aux maçonneries⁹⁵. Les travaux de consolidations du château de Kaysersberg mirent au jour les niveaux successifs de boulins d'échafaudages, et un certain nombre de pièces de charpente. La datation des boulins était incontestable dans la mesure où il s'agissait de pièces perdues, puisque les boulins avaient été noyés dans la maçonnerie, puis sciés à la fin du chantier. Les autres pièces de charpente provenaient essentiellement de bois encore vert lors de sa mise en place. Là encore, ce caractère prouvait la proximité entre l'abattage et la mise en œuvre de ce bois. Ces conditions constituaient donc le cas idéal, puisque nous avons procédé à des études d'ensembles clos. En revanche, l'étude de pièces isolées reste toujours sujette à caution et n'apporte que des informations limitées. Elles doivent donc être utilisées avec précaution.

⁹⁵ Charles-Laurent Salch conteste la validité de la dendrochronologie en expliquant, par une démonstration un peu trop brève, que tous les bois visibles dans les murs de châteaux étaient obligatoirement des pièces de récupération ou entreposées pendant des décennies ; ce qui a été naturellement contredit par les développements récents de la discipline. SALCH (Charles-Laurent). — Notice « Dendrochronologie ». In : *La clef des châteaux-forts*, Strasbourg, 1995 : 114.

1. 2. 5. Les difficultés d'une approche exhaustive

1. 2. 5. 1. Définition de l'objet d'études – sémantique

Le terme de « château-fort » regroupe une réalité extrêmement contrastée et l'essai de définition historique démontre l'écart entre notre acceptation du mot et son sens originel⁹⁶. L'approche de cette réalité sur les siècles couverts par notre travail peut conduire à des écueils, notamment en raison du « flou originel ». Cette réalité est beaucoup plus facile à cerner dans les deux derniers siècles.

1. 2. 5. 2. Exemplarité des sites sélectionnés

Plusieurs critères peuvent être considérés comme des limites au sujet abordé. Le premier facteur oppose le nombre de sites castraux de hauteur recensés en Alsace aux sites sélectionnés, soit 21 pour un total de 300. Ce nombre porte en germe toute la difficulté à opérer une sélection. Les critères de sélection évoqués dans les chapitres précédents, à savoir l'attention recentrée sur des sites fouillés et/ou des sites bien connus par les sources écrites, répondent à ce problème. Le tri parmi les centaines de sites répertoriés sous la dénomination de « château-fort » a été basé sur la sélection d'édifices fouillés dans les trente années écoulées et les sites connus par les sources écrites se dénombrent à une dizaine.

Le tableau général de présentation démontre que les sites sélectionnés couvrent les quatre siècles de la période incriminée. En revanche, le nombre se différencie en regardant le détail des périodes. Depuis les « pénombres » des origines jusqu'à l'apogée du XIII^e siècle, l'avancement des siècles vit une croissance numérique associée à une diversification des modèles et le développement de standards. Certains sites constituent ainsi un condensé de plusieurs époques, tandis que d'autres forment des référents en raison de leur homogénéité.

Enfin, la représentativité des sites pourrait être discutée puisque plusieurs châteaux ont été restaurés principalement pour des raisons liées à la conservation d'une image touristique, moins pour la valeur patrimoniale du site. Dans ce cas, il s'agit également d'un problème découlant de l'importante quantité de sites présents dans le massif.

⁹⁶ JOURNOT (Florence). — Le « château » à l'épreuve de la programmation archéologique. *In : Signes de pouvoir*, Archéopages, n° 19, Paris : Institut national de la recherche archéologique préventive, 2007, p. 50-53.

1. 2. 5. 3. Problèmes techniques

L'obtention des informations suppose un certain nombre d'investigations de terrain. Plusieurs facteurs ont pu limiter le travail. S'intéresser aux constructions suppose un accès aux maçonneries. Il est impossible d'atteindre les parties hautes des murs sur de nombreux sites sans l'installation d'équipements techniques (nacelles ou échafaudages).

Un second problème d'accès à l'information découle du fait que l'information recherchée est occultée par les travaux patrimoniaux. L'analyse des matériaux, notamment des mortiers, ne peut évidemment pas être entreprise dans des maçonneries restaurées. Dans le cas du *Bergfried* de *Dagsburg* (*Hohegisheim*), les rejointoiements effectués dans les années 1980 masquent totalement la structure interne des murs de la tour. Cette question a été compensée par un retour sur des parties non restaurées de ruines⁹⁷ ou sur des sites délaissés de ce point de vue.

Une approche technique de l'art de bâtir dans les châteaux-forts de hauteur repose donc principalement sur les données issues de l'archéologie de terrain et ne dispose que de données écrites très partielles. Tout traité théorique de l'époque médiévale est inexistant. Pour ce faire, le corpus raisonné a été mis en place afin d'aborder tous les aspects techniques de la question, en recoupant les exemples les plus représentatifs de la période couverte, entre le XI^e et la fin du XIII^e siècle.

⁹⁷ Les passages percés à la base des tours de Kaysersberg ou Pflixburg au XIX^e siècle ont été d'une grande utilité pour le prélèvement de mortiers.

2. CONSTRUIRE UN HABITAT DÉFENSIF ENTRE LE X^e ET LA FIN DU XIII^e SIECLE

L'approche archéologique des techniques de construction, plus généralement rassemblées dans l'art de bâtir, est d'abord basée sur la définition des différentes formes mises en œuvre au cours de la période. Leur déclinaison embrasse des maçonneries dont les fonctions se diversifiaient entre la défense, l'habitat et le culte. Les deux seconds formaient cependant chacun une sous-catégorie d'un ensemble, soumis au premier, puisque aucun logis ou aucune chapelle n'était envisagée en-dehors d'un enclos protecteur. Tout logis ou lieu de culte, lorsqu'il se distinguait par un bâtiment spécifique, nécessitait la mise en place de processus constructifs spécifiques et précis. La forme initiale d'un site restait toutefois dévolue à la défense du site choisi et, par conséquent, à une démonstration de force, qu'elle soit collective ou privée. La privatisation portait également en germe la distinction entre l'espace seigneurial, la haute-cour, séparée de la partie économique, donc plus publique, la basse-cour. Mais cette distinction se fait moins nette dans le cadre des processus constructifs. Dans tous les exemples observés, il n'apparaît pas de différence qualitative dans les constructions défensives entre ces deux parties.

Les murs et maçonneries connurent des modifications et des améliorations entre le X^e et la fin du XIII^e siècle. Elles résidaient d'abord dans des différences qualitatives. La notion d'évolution, inadéquate dans une simple réflexion technique, peut se greffer sur les grandes tendances et les choix programmatiques retenus. En effet, des types d'appareil furent substitués à d'autres, selon les améliorations techniques possibles, mais il y eut des phénomènes de « concurrence » ou de cohabitation entre ces modèles, selon les choix opérés par le maître d'œuvre. L'appareil a un rôle double : il forme l'ossature d'un mur et son habillage. Cette seconde attribution a, de tous temps, été à l'origine de choix esthétiques autant que technologiques. Une fois bâti, le mur exprime une image et représente celui qui l'a édifié. Depuis l'Antiquité, ce constat n'est pas innovant, mais dans le cas de la construction castrale, il fut porté à une grande diversité dans notre région.

La construction castrale, dont les conceptions évoluèrent avec le temps, s'affranchit de l'architecture monumentale religieuse pour développer ses critères propres. Après avoir puisé dans des modèles simples, utilisés depuis la Protohistoire, elle allait mettre en place ses propres canons en « évoluant » de modèles sophistiqués, donc onéreux, vers des manières de faire plus pragmatiques.

D'après le résultat de ces recherches, plusieurs types de parements⁹⁸, dont le procédé de fabrication pouvait impliquer des opérations plus ou moins complexes ont donc été utilisés pendant la période. Leur utilisation évolua distinctement en fonction des besoins et des choix :

⁹⁸ Nous présentons ici les parements dans la seule option typo-chronologique.

- le moellon, type primitif, obtenu par simple éclatement de la roche, constituait la forme la plus ancienne. Son utilisation est d'autant plus étonnante que la période a succédé à l'Antiquité, riche de sophistications constructives. Ce type de mise en œuvre eut tendance à s'estomper, sans disparaître pour autant. Largement utilisé dans les fortifications primitives (Krueth-Linsenrain à Wettolsheim ou Hohrappelstein à Ribeauvillé) peut-être antérieures au XI^e siècle, il connut une renaissance avec la généralisation de l'emploi de mortier dès la fin du premier quart du XIII^e siècle (Wassenberg, Schrankenfels, Kaysersberg...). Ses origines peuvent remonter à la Protohistoire⁹⁹, mais sa forme rudimentaire ne pourrait être le seul critère retenu pour une telle datation. Dans la même catégorie peut s'intégrer le bloc lisse en moyen ou grand appareil, dont les origines sont également antérieures au Moyen Âge. Indifféremment débité dans du granite ou du grès, il a marqué, dès le XI^e ou le XII^e siècle, à Petit-Ringelsberg ou à l'Oedenburg, les prémices de l'architecture monumentale. Son utilisation allait se poursuivre au cours du XIII^e siècle, dans toutes les zones géologiques, sous une forme systématique, telle que sur la Pflixburg, ou ponctuelle dans de nombreux autres châteaux (Hohegisheim, Lichtenberg). Dans la zone granitique, son usage était exclusif à la fin du même siècle ;
- la pierre de taille lisse, héritée de l'Empire romain¹⁰⁰, permettant la construction en assises régulières. Dans les sites étudiés, il n'a été observé que sur le château de Hohegisheim où il fut attribué à l'époque gallo-romaine. Mais cette datation est sujette à caution puisque l'appareil a été employé sur des constructions religieuses¹⁰¹ et profanes¹⁰² entre l'an 1000 et le début du XII^e siècle. En-dehors des églises, il a été observé sur les sites de Hunawihl¹⁰³ ou de Rouffach, dans la rue Rettig¹⁰⁴, dans des habitats d'une aristocratie, dont l'origine est peut-être liée au pouvoir ecclésiastique. Ce type d'appareil, mis en œuvre dans des murs d'églises ou des habitats ne se retrouvait pas dans les structures proprement liées à la défense ;
- le bloc à bossage, successeur du précédent, et dont la facture nécessitait plusieurs opérations techniques et l'emploi d'outils distincts a été l'appareil qui caractérisa de façon la plus forte et la plus spectaculaire les constructions

⁹⁹ AUDOUZE (François), BUCHSENSCHUTZ (Olivier). — *Villes, villages et campagnes de l'Europe celtique*. Paris : bibliothèque d'archéologie, 1989, 362 p. + ill.

¹⁰⁰ ADAM (Jean-Pierre). — *La construction romaine*. Paris, 1984, p. 147-152.

¹⁰¹ BRAUN (Suzanne). — *Alsace romane*. Dijon, 2010, p. 14.

¹⁰² KOCH (Jacky). — Der frühe Burgenbau im Elsass. In : *Burgen im mittelalterlichen Breisgau - Aspekte von Burg und Herrschaft im interdisziplinären und überregionalen Vergleich*, Historisches Seminar (10-13 März 2009), Abteilung Landesgeschichte der Universität Freiburg - Alemannisches Institut Freiburg, à paraître, p. 87-104.

¹⁰³ KOCH (Jacky). — L'église et la cour de Hunawihl (Haut-Rhin) au XI^e siècle : nouvelles observations. In : *Cahiers alsaciens d'art, d'archéologie et d'histoire*, t. XLV, 2002, p. 65-74.

¹⁰⁴ KOCH (Jacky). — *Rouffach (Haut-Rhin) – 16, rue aux quatre Vents*. Rapport de diagnostic, Sélestat : Pôle d'archéologie interdépartemental rhénan, 2008, 71 p.; 11 fig.; 15 ph.

castrales. Apparu aux environs de 1140-1150 (Hohegisheim, puis Warthenberg), ce type de maçonnerie allait connaître une prééminence en terme de construction et fut décliné sous des modèles, allant de gros gabarits difficiles à manier vers des productions en série plus petits, un demi-siècle plus tard (Lichtenberg, Ringelstein, Fleckenstein...). Sa facture est restée la manière la plus affirmative, pour l'aristocratie, de se différencier sur le plan architectural. En effet, cet appareil affirmait nettement le caractère militaire de ces constructions¹⁰⁵ et il ne fut jamais employé dans d'autres constructions monumentales, à *fortiori*, religieuses par exemple. L'origine de ce type de mur reste cependant encore fort mal documentée de nos jours¹⁰⁶. L'Alsace compte parmi les régions du Saint-Empire où il fut le plus utilisé.

Bâtir signifie la mise en œuvre de processus complexes faisant appel à des matériaux, à leur transformation et aux savoir-faire nécessaire à leur utilisation. Après le choix de l'emplacement, le chantier était soumis à l'extraction et à la préparation des matériaux, à l'organisation du chantier et de ses infrastructures pour aboutir à des formes finies dont la spécialisation fut accentuée au cours de la période. Le rassemblement de structures diverses (habitat, culturel ou somptuaire...) à l'intérieur d'un enclos fermé connut des modifications de toute nature. L'ensemble participait, dès le début du chantier, à la mise en scène du pouvoir.

¹⁰⁵ BILLER (Thomas), METZ (Bernhard). — *Der spätromanische Burgenbau im Elsass. (Die Burgen des Elsass ; II)*, München : Deutscher Kunstverlag, 2007, p. 117-125.

¹⁰⁶ MECKSEPER (Cord). — Über die Verbreitung und Zeitstellung des Buckelquaders in Frankreich. *In : Burgen und Schlösser*, 1982/I, p. 7-16.

2. 1. L'OUVERTURE D'UN CHANTIER

Le démarrage d'un chantier de construction nécessite d'avoir établi un calendrier, fait le choix du site et impérativement du matériau à bâtir...

Dans le cas des châteaux-forts de hauteurs, la prise en compte des saisons était plus contraignante que dans la plaine. Les bâtisseurs pouvaient utiliser la ressource locale, notamment pour la production de pierres de construction, ou procéder à des importations, en fonction de la forme donnée aux modules de pierres, particulièrement dans les constructions en blocs à bossages. Cette contrainte impliquait un choix précis du lieu d'ouverture de la carrière¹⁰⁷ et une organisation du travail, par des procédés techniques adaptés à l'extraction des matériaux, puis à la taille de la pierre.

2. 1. 1. Le calendrier des opérations : confrontation des sources écrites avec les données archéologiques

2. 1. 1. 1. *Rareté des données de terrain*

Par les sources écrites, nous savons qu'avant tout démarrage des travaux, le maître d'ouvrage mettait en place les moyens techniques permettant au maître d'œuvre d'engager un programme calendaire. Sur cette question, les sources archéologiques sont pratiquement inexistantes dans notre région. Il nous paraît tomber sous le bon sens que la sortie de l'hiver était la saison propice à l'engagement d'un programme annuel. Des données d'ordre pratique, telle que la saison d'extraction du grès, peuvent être prises en compte¹⁰⁸. Le travail d'extraction pouvait être fait en hiver lorsque les manœuvres étaient disponibles, qu'ils soient rémunérés ou corvéables. En effet, pour des questions pratiques, les tailleurs de pierres sont réticents à utiliser du matériau frais, principalement dans le cas des roches sédimentaires qui se chargent en eau. L'usage consistait à extraire la pierre et à la laisser « dégorger » ou sécher pendant une année. Mais l'analyse des carrières a mis en évidence des pratiques pouvant être différentes dans la mesure où d'autres roches peuvent être extraites indifféremment de la saison¹⁰⁹.

¹⁰⁷ Les relevés topographiques de sites de carrières ont permis de documenter tous les types d'exploitations. Nos travaux ont été réalisés dans le cadre de la prospection thématique, conduite entre 2007 et 2010. Une étude exhaustive des carrières médiévales constitue cependant un axe de recherche à intégrer dans une problématique diachronique sur ce type d'activité dans la région et à laquelle nous n'apportons que quelques pistes de travail.

¹⁰⁸ La gélivité de cette roche interdit son stockage lors des périodes de gel, ou à la condition de l'abriter dans des espaces clos ou sous une isolation en paille.

¹⁰⁹ La dendrochronologie a depuis longtemps démontré l'usage de bois vert.

Plusieurs indicateurs peuvent éventuellement nous apporter des informations sur les périodes d'engagement des travaux. Les fossiles végétaux peuvent ainsi donner des informations, par le biais de pollens piégés dans les mortiers¹¹⁰. Malheureusement, les rigueurs du climat alsacien conduisent à l'absence de ce type d'indicateur.

La dendrochronologie, s'intéressant à la datation des bois, démontre qu'ils étaient coupés lors de la période hivernale et utilisés verts (Kayserberg phase B). Mais cette définition n'implique nullement qu'ils approvisionnaient un chantier démarré, particulièrement quand il s'agit de boulins d'échafaudages. Cette saison aura été mise à profit pour couper le bois nécessaire au chantier en vue de son emploi au printemps. Les datations successives des niveaux d'échafaudages de Kaysersberg, entre 1265 et 1268, démontrent que l'approvisionnement répondait à une demande annuelle et qu'il n'y avait pas de stockage à moyen et long terme. La donnée climatique était à prendre en compte puisque l'hiver interdisait, *a priori*, toute utilisation du mortier. Les données textuelles apportent des précisions sur ce sujet.

2. 1. 1. 2. Le calendrier dans les sources écrites

Plusieurs chantiers datés de la seconde moitié du XIII^e siècle sont documentés directement ou indirectement grâce aux sources écrites (fig. 7). En revanche, aucune source ne fait référence aux siècles antérieurs.

Site	Calendrier de début	Calendrier de fin	Travaux réalisés	Durée
Ernolsheim-lès-Saverne/Warthenberg (phase B)	1261 : mars (?)	1261 : mai	Four à chaux Carrière Aire de gachâge Mur transversal nord	2 à 3 mois
Soultzbach-les-Bains/ville	1275 : 18 octobre	?	Fossé	?
Wintzenheim/Hohlandsberg	1279 : février	1281: juillet (?)	Châtelet supérieur ?	2 ans et 1/2
Hattstatt/Hohattstatt	1282 : Chandeleur - Pâques	1286 : février	Ensemble	5 ans

Fig. 7 : Calendrier des travaux d'après les sources écrites.

Les chroniqueurs de tous ordres ont consigné des informations intéressantes pour l'étude calendaire ; mais dans le détail, chacune d'entre elles reste limitée. Seul le site de Warthenberg permet de confronter concrètement les éléments archéologiques avec les sources diplomatiques. En 1261, la période printanière a permis d'engager le

¹¹⁰ L'expérience a été tentée sur des châteaux des Monts du Lyonnais au début de la décennie 1990. Cf. GUILHOT (Jean-Olivier), ISKANDAR (Denise), ORCEL (Christian), DORMOY (Christian). — *Apport de la palynologie des mortiers à l'étude des élévations : l'exemple des châteaux d'Anse et d'Albigny (Rhône) - chronologie de la construction, confrontation des approches*. Note inédite, 1992, 8 p. + ill.

chantier de construction puisqu'un four à chaux fut bâti sur le site, qu'il alimentait une aire de préparation du mortier et que cette production fut utilisée pour la construction de segments de maçonneries. La chaîne opératoire y fut interrompue par la menace d'une invasion messine¹¹¹.

Pour les autres sites, la mention du début des travaux reste plus imprécise. Le début du creusement d'un fossé à Soultzbach-les-Bains est évoqué en octobre 1275, ce qui démontre que cette opération ne dépendait pas des aléas climatiques. Le même travail pouvait être envisagé à la même période sur un site de hauteur ; sous la condition que les pierres tirées du creusement soient uniquement utilisées en blocage. Elle cadre pleinement avec la période favorable à l'abattage des bois d'œuvres et, par extension, des travaux de débroussaillage. Mais ces opérations s'interrompaient probablement avec l'arrivée de la neige, notamment pour des sites établis au-dessus de 600 m d'altitude (Wassenberg, Schrankenfels, Oedenburg, Hohlandsberg...).

Hormis le cas de Soultzbach-les-Bains, les travaux de construction furent engagés dès le printemps, voire avant la fin de l'hiver. Le chantier débuté en février 1279 par Siegfried de Gundolsheim sur le Hohlandsberg consistait préalablement à la préparation du terrain, par un défrichage, et à l'ouverture d'une ou de plusieurs carrières en périphérie du cône sommital. Contrairement aux zones gréseuses, celles-ci étaient moins tributaires des conditions météorologiques, particulièrement des périodes de gel. Pour le château de Hohhattstatt, le contrat d'engagement financier annuel, précisément de la Chandeleur à Pâques, mutualisé par les différentes branches des Hattstatt, constitue le témoignage le plus détaillé d'un calendrier d'investissement.

2. 1. 2. De la roche au chantier : choix des matériaux et techniques d'extraction

2. 1. 2. 1. Les roches disponibles dans le massif

La géologie du massif vosgien, sur son versant alsacien, peut être résumée en deux grands ensembles : les dépôts gréseux triasiques sur la moitié nord et les formations hercyniennes dans la moitié sud. Dans cette zone, des lambeaux tabulaires de poudingue et de grès vosgien supérieur ont pu subsister sur les rebords du massif. Ils constituent dans le secteur de Colmar-Rouffach de véritables falaises, pouvant atteindre 25 m de hauteur dans certains cas. Enfin, le piémont est caractérisé par des dépôts calcaire et marneux.

Le contexte géologique offrait la possibilité de recourir à de multiples ressources, plus ou moins faciles à travailler. De toute évidence, le grès vosgien supérieur était,

¹¹¹ Cf. notice Ernosheim-lès-Saverne - Warthenberg (phase B)

de facto, plus facile à formater que le granite, voire le poudingue. Cette pierre¹¹² a une densité dont la masse volumique sèche varie de 2,1 t/m³ (Lembach-Fleckenstein) à 2,3 t/m³ (Eguisheim-Dagsburg). En matière d'utilisation et de transformation, ces roches ont une caractéristique commune puisqu'elles ont une densité permettant de les cataloguer comme pierres « dures ». Leur transformation n'allait pas sans poser quelques problèmes techniques. Le grès, alliant du quartz à un ciment siliceux, permettait une liberté absolue pour le tailleur et ce matériau fut importé au besoin dans de nombreux sites du milieu granitique. Mais l'avantage d'un emploi facile de ce matériau était contrebalancé par sa nature fortement abrasive pour l'outillage dont il entraînait probablement de lourdes dépenses en matière de fourniture et d'entretien¹¹³. Malheureusement, nous ne disposons d'aucune source écrite pouvant nous renseigner sur ces problèmes. En 1971, H. Zumstein¹¹⁴ soulignait que la charnière marquée par les années 1200/1220 vit l'utilisation plus systématique de matériaux décrits comme « rebelles au ciseau ». L'adoption du matériau n'est pas forcément un progrès technique. Cette assertion concerne les sites bâtis dans la zone de roches cristallines (granite, grauwacke) dont le grain handicape fortement le travail de formatage, voire de sculpture.

La densité du granite est légèrement plus forte que celle du grès puisqu'elle varie, en masse volumique sèche, de 2,4 t/m³ (Wintzenheim-Pflixburg) à 2,6 t/m³ (Wassebourg-Wassenberg).

2. 1. 2. 2. Localisation des lieux d'extraction et morphologie des carrières

Les différents sites de production des matériaux ont pour trait commun d'être localisés dans l'emprise immédiate du site castral, à sa périphérie, et, le cas échéant, à une distance peu éloignée. L'exploitation a toujours été faite à ciel ouvert. Dans le cas de constructions en moellons, voire en blocs éclatés, l'extraction et la production avaient lieu sur le site même de la future construction. Pour des appareils plus réguliers, ayant recours à des blocs formatés à *minima* ou plus soigneusement taillés en parallélépipèdes rectangles, une procédure plus complexe est envisageable, selon le substrat disponible sur le site de construction. La majorité des châteaux observés furent édifiés *ex-nihilo* sur des sites vierges.

2. 1. 2. 2. 1. Le fossé : l'extraction directe dans le site castral

La forme la plus élémentaire consistait à prélever la roche dans l'aire occupée par le futur fossé défensif. Ce travail avait un double intérêt : il créait un premier obstacle

¹¹² La densité de la grauwacke, roche issue du grès, est relativement proche.

¹¹³ Cette problématique sera développée dans le chapitre consacré à la taille de la pierre.

¹¹⁴ ZUMSTEIN (Hans). — Châteaux-forts de l'époque romane tardive en Alsace. In : *Cahiers alsaciens d'archéologie, d'art et d'histoire*, t. 15, p. 85-100.

dans le terrain tout en fournissant les premiers matériaux nécessaires à l'édification d'un mur. Ces considérations porteraient donc à admettre que le fossé était la première structure créée lors du démarrage d'une construction. L'hypothèse est plausible pour le cas des sites « primitifs ». En revanche, la sophistication des parements, à partir du XII^e siècle, particulièrement avec l'apparition de l'architecture à bossage, a contribué à la sélection de matériaux et à une inflation de la demande. Il fallait trouver la roche la plus adaptée à être taillée de façon conforme aux nouveaux canons architecturaux.

Le calcul exact des volumes produits par le creusement des fossés est difficile et risqué car la majorité d'entre eux est encombrée, de nos jours, par les matériaux des murs effondrés. Seul le fossé principal du Warthenberg a été décombré en totalité lors des fouilles des années 1980/1990. Par ailleurs, les changements stratégiques ont pu conduire à des modifications du fossé. Pour exemple, les travaux réalisés sur le fossé périphérique de Lichtenberg en 1840¹¹⁵ sont éloquentes car ils modifièrent considérablement sa morphologie, trente années avant son abandon. Il fut élargi et considérablement approfondi ; un travail qui occulta tous les états antérieurs, eux-mêmes modifiés une première fois après 1580. De même, l'important remodelage entrepris au pied et au sommet de la barre du Fleckenstein vers le milieu du XV^e siècle a définitivement gommé les traces d'extraction de la phase initiale. Une tentative de mise en relation entre les volumes produits par le creusement des fossés et les matériaux consommés par la construction peut être abordée par le tableau 2. Avec les réserves émises, il faut s'abstenir de tirer des règles générales de ce constat. En réalité, le cas par cas semblait être de mise puisque certains fossés contribuèrent à apporter les matériaux nécessaires, tandis que d'autres se révélèrent insuffisants. Sur Hohrappelstein, dans les deux phases, les volumes extraits lors des creusements peuvent avoir couvert la totalité de la demande en pierres utilisées dans la construction des enceintes, puis pour leur rehaussement. Dans ce cas, l'opportunisme est nettement marqué par reprises successives entamant les creusements. Au Schrankenfels, la grauwacke extraite sur place était largement complétée par l'utilisation de granit. Ce second matériau était tout simplement plus facile à ramasser dans les éboulis tapissant les versants de la montagne dominant le site.

¹¹⁵ La date est lisible dans un cartouche gravé dans le parement habillant l'escarpe du fossé. Les dessins de Specklin démontrent que le fossé était interrompu au niveau de l'entrée. Les travaux de Tarade, à la fin du XVII^e siècle, contribuèrent à la création du premier fossé continu.

Site	Phase	Datation	Forme du fossé	Volume extrait	Utilisation	Volume de maçonnerie
Hohrappelstein	A	XI ^e s. ?	Linéaire en arc de cercle	Env. 2000 m ³	Parement et blocage	?
Oedenburg	A	XI ^e s. ?	Linéaire	Entre 1200 et 1500 m ³	Parement et blocage	Mur est : environ 600 m ³
Warthenberg	A	Av. 1158	Linéaire	1900 m ³	Blocage	?
Lichtenberg	A	Av. 1206	Circulaire	?	Parement et blocage	?
Pflixburg		Av. 1219	- Circulaire - Linéaire	? ?	Parement et blocage	? ?
Wassenberg	A	Av. 1222	Circulaire	?	Blocage	?
Schrankenfels		Av. 1241	-Circulaire -Linéaire en arc de cercle	? ?	Parement et blocage	Apports extérieurs
Spesburg		1250/1270	Linéaire	?	Parement	?
Châtenois		Av. 1298	Circulaire	?		Apports extérieurs
Soultzbach-les-Bains		1275	Circulaire	?	Parement et blocage	?
Hohrappelstein	B	Fin du XIII ^e s.	Linéaire	2000 m ³	Parement et blocage	Env. 700 m ³

Fig. 8 : Inventaire des fossés-carrières potentiels

Il faut également tenir compte de la nature du produit issu de cette opération. Il était sélectionné pour la construction du parement, du blocage, ou des deux. Un tri a été opéré sur Warthenberg puisque le poudingue du socle fut mis en œuvre dans le blocage, tandis que les pierres de parement étaient importées du Frohnberg voisin. Dans ce château, la morphologie en gradins de la moitié orientale du fossé indiquerait un abandon en cours de creusement. L'arrêt était simplement lié à la fin des travaux de construction. Un constat similaire peut être dressé dans le cas de Wassenberg où la grauwacke locale fut uniquement utilisée dans le blocage du mur. La sélection, observée dans ces deux cas, impliquait soit de pouvoir stocker ces matériaux, du moins au début des travaux de creusement et en amont de la construction de la base du mur ; soit de les utiliser immédiatement au fur et à mesure du montage des parements. À l'inverse, la majorité des fossés-carrières examinés ont produit le matériau utilisé indifféremment comme parement et comme blocage. Sur le château de Spesburg, le volume extrait du fossé a contribué à la formation d'une immense cavité, malheureusement non topographiée. Après 1280, le creusement des fossés du Hohhattstatt s'inscrivait encore dans ce type de démarche. La production fut complétée par l'ouverture d'un secteur en front de taille sur le versant sud de ce château. En revanche, une inadéquation existe entre la maçonnerie édifiée à Châtenois et les produits extraits du fossé. L'enceinte fut réalisée avec des apports de

roches de différentes natures, mais qui se succédaient selon l'approvisionnement. Le substrat, formé par des colluvions, dut être rejeté car les blocs présents nécessitaient un important travail de nettoyage préliminaire puisqu'il fallait dégager les blocs de leur gangue argilo-arénique. Ce dernier matériau servit à créer les niveaux de circulations intérieurs, notamment dans la partie avale du site fortifié¹¹⁶.

2. 1. 2. 2. 2. *Les carrières éloignées et la production de matériaux spécifiques*

L'extraction de matériaux dans des carrières éloignées du chantier constitue un second cas de figure. Comme cela fut évoqué, elle était inévitable lorsque le creusement des fossés fournissait un matériel en quantités insuffisantes ou impropres à une mise en œuvre particulière.

Les cas les plus spectaculaires sont cependant représentés par les importations à partir de gisements de grès, destinés à la construction d'éléments majeurs (tours, enceinte...). L'extraction dans des sites extérieurs au chantier de construction a été dynamisée par l'émergence de l'architecture à bossage. Il fallait alors trouver la roche appropriée à la taille de blocs parfaitement parallélépipédiques. Avant 1158, le grès fut importé sur le Warthenberg, depuis le Frohnberg voisin. Un demi-siècle plus tard, le chantier du Bilstein, localisé sur le socle granitique, était alimenté par des blocs produits sur le versant oriental du Koenigstuhl, distant de 1,5 km. Vers le milieu du XIII^e siècle, une extraction similaire fut ouverte sur le même versant du Taennchel, pour alimenter le chantier de Hohrappelstein, distant de 2 km¹¹⁷. De toute évidence, les importations de matériaux se faisaient à partir des sites les plus proches du lieu d'utilisation¹¹⁸. Les moyens d'acheminement étaient alors adaptés à la topographie des zones traversées¹¹⁹. À côté de ces importations à grande échelle, des apports ponctuels de blocs fournissaient le matériau destiné à la confection d'éléments spécifiques, à l'exemple des blocs d'angles en grès du Schrankenfels, tirés des falaises tabulaires surplombant Gueberschwihr vers la plaine ou des éléments architecturaux en grès de nombreux châteaux bâtis en granite. De toute manière, une exploitation par bancs débutait obligatoirement par l'évacuation de masses de matériaux, d'abord l'humus, puis les altérites, avant de rencontrer les couches saines à exploiter.

¹¹⁶ Les sondages de l'été 2011 dans le Jardin du presbytère ont mis en évidence une telle couche épaisse de près de 1,00 m et attribuée au XIII^e siècle.

¹¹⁷ Cette distance fort accidentée se traverse de nos jours pendant une durée de ¾ heures, en raison de la nature accidentée du relief. La carrière est séparée du château par un mamelon intermédiaire.

¹¹⁸ La reconnaissance de ces sites était simplement basée sur une prospection de terrain, après lecture de la carte géologique, dans les zones gréseuses les plus rapprochées de ces ruines.

¹¹⁹ Cf. chap. 2. La préparation du site.

La morphologie des carrières se présente sous deux formes :

- la plus ancienne, héritée de l'Antiquité¹²⁰, consistait à prélever de la roche en entaillant la base des reliefs tabulaires. Cette manière de faire est plus complexe car il faut d'abord séparer de gros volumes de roche pour les diviser en blocs. Les exemples du Frohnberg (avant 1158) et de la carrière du Petit-Ringelsberg (autour de 1200), topographiés en totalité, sont les représentants les plus éloquents de cette catégorie. La même configuration a été adoptée à Éguisheim-Dagsburg (carrières non datées) et nombre d'autres châteaux alsaciens entre le XII^e et le XV^e siècle¹²¹ ;
- la seconde catégorie est constituée par les carrières ouvertes dans des éboulis, tapissant certains versants du socle gréseux ou granitique. Cette démarche réduisait la quantité de travail à fournir. La fracturation provoquée par les diaclases a produit des blocs plus ou moins volumineux. L'intérêt de ces carrières n'est pas à sous-estimer car elles offraient la possibilité d'avancer rapidement pour deux motifs. Dans cette configuration, les carriers pouvaient immédiatement formater, puis tailler les modules souhaités. Par ailleurs, elles avaient un avantage pour le grès, roche à forte porosité. Dans le cas d'une carrière par bancs et fronts de taille, cette roche doit être stockée, parfois une année, pour sécher. Or, les blocs de surface seront moins chargés en eau que des strates souterraines. Ils peuvent donc être formatés de suite. Cette facilité a conduit à l'implantation des deux carrières géographiquement voisines du Taennchel et du Koenigstuhl (*fig. 9*). La pente du Petit-Ringelsberg, du côté sud, offrait les mêmes possibilités et des exploitations y furent ouvertes au plus tard autour de 1200.

Dans les secteurs cristallins, l'exploitation des éboulis peut être comparée à du ramassage car ces roches étaient utilisées sans grande préparation, en-dehors de travaux d'éclatements destinés à réduire le volume de quelques pierres. Cette configuration a permis d'alimenter les chantiers à Wassenberg, dans le premier quart du XIII^e siècle, puis au Schrankenfels.

¹²⁰ BEDON (Robert). — *Les carrières et les carriers de la Gaule romaine*. Paris, 1984, 247 p. + ill.

¹²¹ MENGUS (Nicolas). — *Les carrières de pierres médiévales en relation avec des châteaux-forts*. Strasbourg : Service Régional de l'Archéologie, 2002, 5 p., inédit.



Fig. 9 : Diaclases d'érosion sur les blocs gréseux du Koenigstuhl. Cl. J. Koch

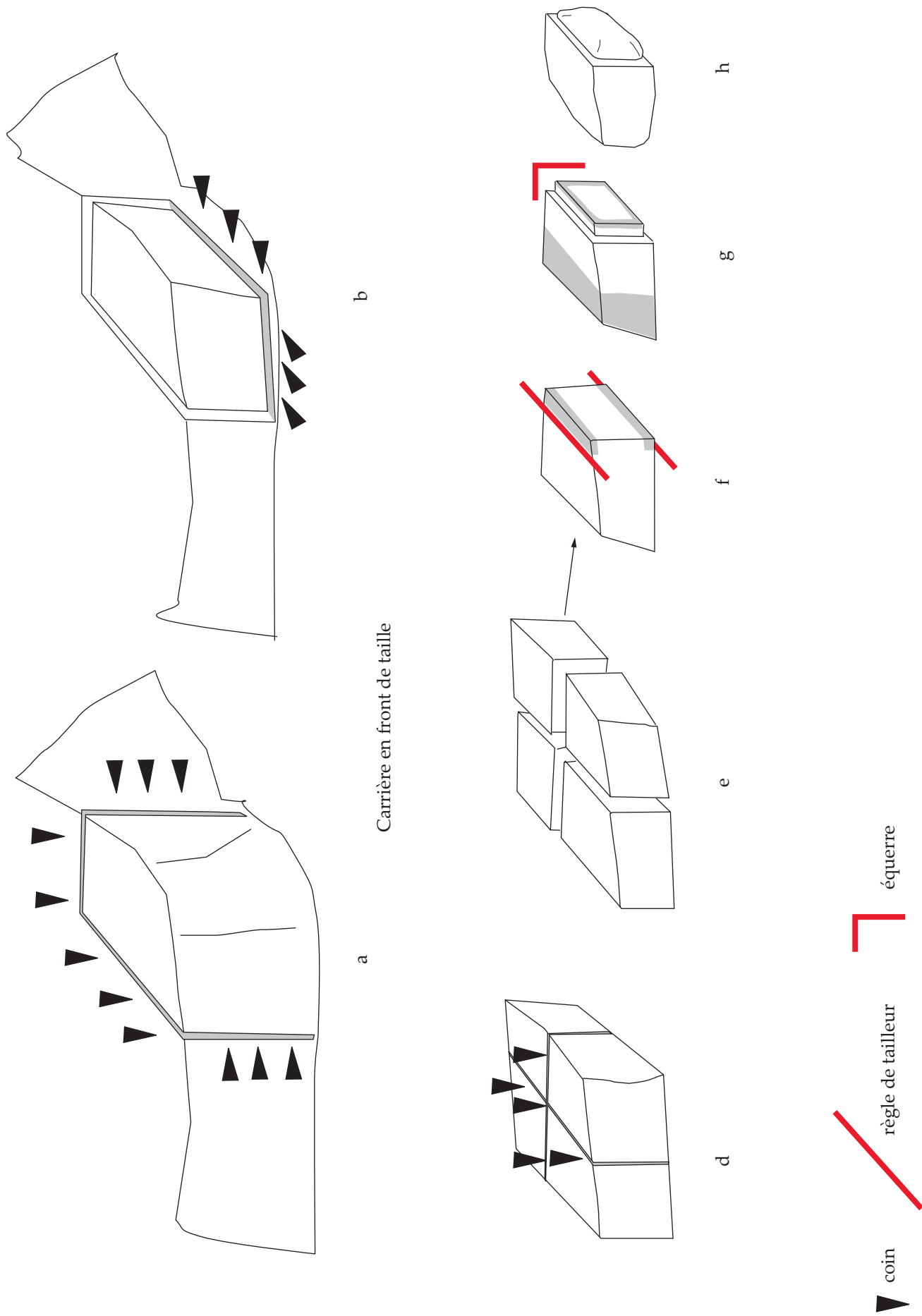


Fig. 10 : Restitution schématique du débitage des blocs à bossages (en grisé, les surfaces de travail), DAO J. Koch.

2. 1. 2. 3. *Les techniques d'extraction*

Sur le plan du formatage des blocs, nous distinguons les techniques et les gestes liés à l'extraction de la roche, depuis sa séparation du support substratique, quand cela était nécessaire. Cette donnée implique également la question des personnels et, plus globalement, de la main-d'œuvre affectée aux diverses tâches. La production d'un appareil de qualité suppose, comme pour l'architecture religieuse, la présence d'un ou de plusieurs tailleurs de pierre sur le site d'extraction. Les blocs étaient testés par une percussion à la massette et l'obtention d'un son clair signifiait la bonne qualité du produit¹²². Pour cela, il fallait disposer de la bonne ressource. Dans le cas inverse, les tailleurs prenaient les fonctions de carriers et prospectaient les environs plus ou moins éloignés du site pour trouver le bon filon.

La question des méthodes de débitage de la matière première ne se distinguait pas entre les différents types d'exploitation. À un moment ou un autre de la préparation des pierres de construction, les mêmes manipulations étaient mises en œuvre, de façon commune aux différents types de substrats (*fig. 10*). Le creusement d'un fossé comme la mise en place d'un front de taille requéraient des opérations techniques identiques qu'il fallait adapter à la roche exploitée. Comme nous l'avons déjà évoqué, l'exploitation d'un éboulis simplifiait une partie de la procédure technique.

2. 1. 2. 3. 1. *L'exploitation en milieu cristallin*

Les enceintes (Krueth-Linsenrain à Wettolsheim, phase A de Hohrappelstein), les châteaux en moellons (Schrankenfels, Wassenberg, Kaysersberg...) ou en blocs équarris (Pflixburg, Hohlandsberg...) ont été édifiés sur du substratum fortement diaclasés. Ces fissurations multiples ont facilité la séparation de blocs jusqu'au socle sain, en place. Dans les fossés de plusieurs sites, un simple travail à la pince de carrier ou « barre à mine » aura permis de débiter des mètres cubes de roche par éclatement (*fig. 10c*). Cette tâche rudimentaire assurait une production rapide de pierres de constructions et pouvait donc être réalisée par une main-d'œuvre non spécialisée. Dans ces cas de figure, les coûts de production étaient limités, qu'ils aient été rémunérés à l'exécutant ou fournis au titre de la corvée.

L'impact de ce travail n'est peut-être pas le même, selon les différentes catégories d'enceintes. Dans le cas des sites dits « primitifs », le mur a pu être construit par des

¹²² La bonne sonorité est obtenue lorsque la roche est homogène et ne comporte pas de fissures. Cette base est encore véhiculée dans la taille de pierre traditionnelle et enseignée dans les manuels techniques. Cf. BURRER (Albert).— *Der Steinhauer an der Arbeit – eine praktische Abhandlung*. Esslingen-am-Neckar, 1911, 96 p. + ill.

personnels non spécialisés. En effet, la mise en œuvre n'a pas nécessité l'intervention de tailleurs de pierres¹²³.

À l'inverse, pour les châteaux en moellons ou en blocs équarris du XIII^e siècle, ce mode d'exploitation assurait la réduction des coûts de production, une fourniture rapide de matériau et devait ainsi raccourcir la durée du chantier. Les maçonneries de cette époque faisaient appel à une plus grande quantité de mortiers, qui compensait les irrégularités de cet appareil. Au mieux, les blocs étaient façonnés par un éclatement au moyen de coins en métal, puis formatés sommairement à la massette et à la chasse, outil large et épais frappé par percussion. Pour exemple, la totalité du matériau mis en œuvre dans les murs de Hohlandsbourg ou de Hohhattstatt (entre 1280 et 1285) fut produite de cette manière.

2. 1. 2. 3. 2. *Techniques d'exploitation dans le grès*

Largement présent dans une grande partie du massif vosgien, le grès possède la faculté de pouvoir être formaté plus facilement en blocs parallélépipédiques. Le litage naturel de la pierre permet de débiter des fragments dont la taille dépend de l'épaisseur des bancs rocheux. *A contrario*, le granite pouvait être traité de la même manière, mais avec quelques difficultés supplémentaires, liées au grain plus grossier de cette roche. Comme cela a été évoqué, cette roche lorsqu'elle est tirée de bancs souterrains doit être mise au séchage. L'exploitation de gisements de surface raccourcissait ce délai.

La séparation des blocs du substratum

Séparer un bloc d'un certain volume et, par conséquent, d'un poids considérable était une opération délicate qui impliquait de travailler dans les trois dimensions (hauteur, largeur et profondeur). La dimension horizontale était spontanément facilitée par le litage de la roche. Il suffisait de placer une série d'emboîtures, plus ou moins espacées, dans un lit ou une fissure (*fig. 10a*). Pour soulever un bloc en suivant le litage (*fig. 10b*), l'écartement dans une fissure entre les emboîtures peut atteindre ou dépasser 1 m. Un tel espacement a été relevé sur un bloc de la carrière du Taennchel. Le canevas d'extraction en équerre nécessitait de procéder à la fracturation verticale pour séparer le bloc de son socle, donc de sectionner la roche en délit et cette opération était plus délicate que la précédente. Diverses solutions étaient alors possibles, dont la plus ancienne, la saignée réalisée au pic, était connue depuis

¹²³ C'est d'ailleurs cet aspect du travail qui a conduit les premiers chercheurs à les considérer comme des refuges, bâtis à la hâte lorsque les envahisseurs menaçaient les proches environs. Or, leur état de conservation semblerait indiquer le contraire.

l'Antiquité¹²⁴ et a été pratiquée longtemps encore après l'invention des explosifs de carrières¹²⁵. Ce creusement d'une saignée périphérique (*Schrote*), puis sur les côtés du banc rocheux (*Kopf-* et *Hinterschrote*) nécessitait du temps, mais il garantissait une rupture soignée au moment où le bloc était soulevé pour être détaché. Dans les carrières étudiées, la technique semble absente ou peu utilisée. Le miroir d'une telle saignée peut s'observer sur l'escarpe du fossé du Warthenberg. Le but était d'abord d'accentuer l'escarpe du fossé, au pied du mur-bouclier. Ce procédé occupait donc une place mineure, par rapport à une autre technique. En effet, la principale méthode, observée dans de nombreuses carrières antiques ou médiévales¹²⁶, consistait à tailler des emboîtures disposées autour ainsi qu'à la surface de la masse à extraire. Celle-ci avait pour corollaire de provoquer une cassure irrégulière, nécessitant une retaille qui générait également des déchets. Pour éviter ces désagréments, les emboîtures de la section verticale étaient très rapprochées. Dans la carrière du Frohnberg, elles étaient espacées de 20 cm dans chaque colonne pour une hauteur de front de 2 m au maximum. Cette hauteur correspond au rayon d'évolution maximal qu'un carrier peut atteindre avec une masse pour garantir l'efficacité de son geste. L'exploitation restait donc relativement superficielle. Les vestiges démontrent une progression en dévers des fronts de taille successifs. La généralisation de cette technique prouve son efficacité. Le travail de retouche nécessaire était plus rapide que le creusement de la saignée à l'arrière et sur les flancs. En effet, il suffisait d'entamer un bloc par deux colonnes d'emboîtures qui dessinaient deux lignes de fracture en équerre se rejoignant plus ou moins par un angle droit.

Les formats des emboîtures diffèrent en fonction des sites, mais pas de la chronologie ou du matériau (*fig. 11*). Toutes ces cavités attestent d'une utilisation de coins métalliques enfoncés par percussion¹²⁷. Les différences de formats indiquent éventuellement des changements dans la taille des coins. Ils étaient liés à la qualité du métal ou à l'évolution du travail de forgeage. Nous manquons malheureusement d'exemples archéologiques contemporains de la période étudiée pour apporter plus de précisions.

¹²⁴ Elle consistait à tailler une tranchée ou saignée à l'arrière du bloc à extraire, avant d'enfoncer les cales dans les lits horizontaux.

¹²⁵ Cf. JEANNETTE (Daniel). — Carrières. In : *Encyclopédie d'Alsace*, 1985, vol. 2, p. 1078-1082.

¹²⁶ BESSAC (Jean-Claude). — Pierres de taille : archéologie et technique. In : BESSAC (Jean-Claude), BURNOUF (Joëlle), JOURNOT (Florence), PRIGENT (Daniel), SAPIN (Christian), SEIGNE (Jacques). — *La construction en pierre*. Coll. « Archéologiques », Paris, 1999, p. 25.

¹²⁷ *Op. cit.* BESSAC (Jean-Claude) 1999, p. 25. Cet auteur rejette l'utilisation de coins en bois, qui aurait été exagérée en raison du côté spectaculaire de la technique.

Site	Datation	Type de carrière	Longueur (en mm)	Largeur (en mm)	Profondeur (en mm)
Oedenburg (phase A)	XI ^e s. ?	Front de taille ?	120	80	130
Frohnberg (Warthenberg)	Av. 1158	Front de taille	52	30	96
Riquewahr - Koenigstuhl	1180/1200	Éboulis	46	44	79
Oberhaslach – Ringelstein	1180/1200	Éboulis	80	50	100
Kaysersberg (phase A)	1227	Front de taille ?	60	60	100
Taennchel (Hohrappelstein)	Deux. ½ du XIII ^e s.	Éboulis	41	35	74
Hohlandsberg	1279-1281	Front de taille ?	100	50	100

Fig. 11 : Tableau des dimensions moyennes des emboîtures.

L'équarrissement des blocs

Cette seconde étape consistait à débiter un gros bloc en fragments au format souhaité pour la confection des modules de construction (*fig. 10c*). Dans l'exploitation des éboulis, le carrier commençait par cette phase du travail, puisque les gros blocs étaient naturellement séparés du socle substratique. Les zones d'équarrissement se repèrent à de petites haldes constituées par les éclats de taille rejetés vers l'aval de la pente, comme cela peut être constaté dans la carrière du Taennchel. Sur le site du Koenigstuhl, de tels niveaux de terrasses successifs, peu prononcés, peuvent être observés dans la pente.

La technique de débitage ne change pas lors cette phase de travail, les rochers étant éclatés avec des coins. Dans un premier temps, les blocs équarris au format de construction étaient utilisés sans aucune finition complémentaire, en tant que pierres de taille. Ces modules furent mis en œuvre dans le mur en segments de l'Oedenburg (phase A) ou de Petit-Ringelsberg (XI^e siècle ?). Dans les carrières du Koenigstuhl et du Taennchel, plusieurs blocs témoignent de ces opérations. Là encore, les emboîtures sont très rapprochées afin de créer une ligne de fracture et des arêtes bien nettes quand le bloc est attaqué en délit.

La taille de pierres

Dès la seconde moitié du XII^e siècle, les blocs à bossage étaient entièrement taillés dans les carrières (*fig. 10f, g et h*). Beaucoup d'entre elles sont signalées, de nos jours, par des blocs de construction, abandonnés à divers états de finition, et particulièrement grâce à la présence d'éléments achevés. Dès le début, la taille en série a été mise en place dans les lieux d'extraction, tel que l'atteste la carrière du

Frohnberg. Cette pratique a continué à la charnière du siècle suivant sur les sites d'extraction de Petit-Ringelsberg ou du Koenigstuhl. Les blocs équarris étaient taillés sur place, en retrait du front d'extraction. La carrière alimentait une réserve de blocs et elle n'était abandonnée qu'après la fin des travaux de construction. L'exemple du Koenigstuhl est, de ce point de vue, très important car les blocs y sont stockés dans la partie la plus éloignée du lieu de destination. Cette situation résulte d'une exploitation en sens inverse du chantier destinataire. Il a fallu chercher la ressource de plus en plus loin vers l'arrière de la zone exploitable. La configuration du terrain laissait peu de possibilités de procéder différemment.

Les études des carrières ont mis en évidence des aires de stockage, notamment au Frohnberg, à Petit-Ringelsberg où B. Haegel a montré l'existence de telles aires de rassemblement du matériau, avant son transfert. Sur le Frohnberg, les blocs ont été amassés en amont de la rampe, utilisée pour les descendre dans le col situé devant le château de Warthenberg.

De toute évidence, ce type de carrière se différencie ici très nettement par rapport aux sites de productions observés dans les zones cristallines. En effet, la confection d'un bloc à bossage nécessitait un travail de qualité et de précision. Elle était réalisée par des personnels formés à la tâche, mais dont nous ne connaissons pas le nombre présent sur le site. Après 1200, ils sont identifiés par les marques lapidaires, visibles sur les faces de parement. Mais il nous manque souvent le lien avec la carrière de provenance¹²⁸, à l'exception de quelques rares cas. Sur le site du Koenigstuhl, un seul bloc terminé est doté d'une marque en écu. Celle-ci reste un *unicum* à ce jour et est inconnue dans les murs du Bilstein, destinataire de cette production¹²⁹. Des marques lapidaires sont signalées sur des blocs de la carrière de Petit-Ringelsberg. Certaines correspondent à des modèles observés sur des blocs du château de Ringelstein, tandis que d'autres ont été identifiées dans les châteaux de Girbaden, Landsberg, Herrenstein, tous édifiés au tournant des XII^e/XIII^e siècles¹³⁰.

2. 1. 2. 4. *Les productions lapidaires*

L'étude des carrières, particulièrement les exploitations éloignées destinées à la production des blocs à bossages, met en évidence que ce travail était réalisé à la source, beaucoup moins sur le chantier.

Au cours de toute la période, les changements de pratiques techniques de la construction ont facilité la mise en œuvre de matériaux de types très divers.

¹²⁸ Une grande diversité, telle que celle rencontrée sur le mur-bouclier de l'Oedenburg (phase B), ne peut être reliée à aucune carrière.

¹²⁹ Du moins sur les portions accessibles de la tour ou de l'enceinte.

¹³⁰ HAEGEL (Bernard). — L'enceinte et la carrière de pierres médiévale du Petit-Ringelsberg. *In* : *Études médiévales : archéologie et histoire*, Saverne, 1985, p. 67-94.

2. 1. 2. 4. 1. *Éclats, moellons et blocs taillés*

Les productions les plus élémentaires ont été obtenues par la simple fracturation des roches. Débités sans aucune finition, les moellons et éclats ont été mis en œuvre dans les maçonneries les plus anciennes (Wettolsheim-Krueth/Linsenrain ou Ribeauvillé-Hohrappelstein A). Ce matériau trouve son prolongement dans les blocs dégrossis et sommairement formatés de moyen gabarit, employés dans la zone gréseuse sur les enceintes d'Oberhaslach-Petit-Ringelsberg ou d'Orschwiller-Oedenburg. Les gabarits de ces blocs deviennent plus difficiles à manipuler car de format plus important. À l'opposé de cet appareil évoluant vers le format monumental, un dernier type de production abandonnée au cours de la période constitue le moellon réglé lisse de petit format mis en œuvre dans la structure maçonnée d'Éguisheim-Dagsburg (phase A). Issu de l'architecture religieuse, ce type d'appareil a été hérité de l'Antiquité gallo-romaine. Ces deux appareils trouvent leur convergence dans la maçonnerie de moyen gabarit, à face de parement lissée de l'enceinte ou de la partie supérieure de la tour-maîtresse de Dagsburg.

Au XII^e siècle, cet appareil était fini à des degrés divers, tel que le montre le parement extérieur du mur nord du Dagsburg (phase B). En effet, il a été construit avec des moellons dressés au pic, des moellons lissés à la pointe et des moellons et des blocs layés. Ce travail créait une surface lisse. Les plus gros blocs visibles dans ce mur devaient requérir deux journées de travail.

Durant toute la période, des formes plus ou moins soignées de moellons et de blocs équarris ont cohabité avec l'architecture à bossage. Toujours plus simples à produire, ces pierres étaient taillées rapidement dans la carrière et leur usage est redevenu prépondérant dans la seconde moitié du XIII^e siècle. C'est la ressource géologique qui aura contribué à des distinctions de qualité. En effet, dans ce cas de figure, le grès était plus simple à débiter et à façonner au contraire de matériaux aussi rebelles que les schistes grauwackeuses. Selon sa granulométrie, le granite se révélait plus ou moins facile à formater, à l'exemple des blocs produits à Spesburg. Mais la quantité de travail à fournir pour cette roche, parfois le double par rapport au grès, rendait son emploi très délicat.

2. 1. 2. 4. 2. *Les blocs à bossages, une production spécifique pour l'aristocratie (fig. 12, 13 et 14)*

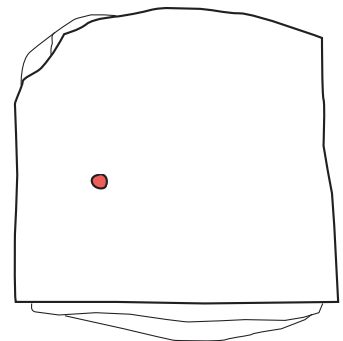
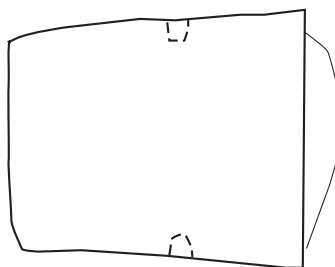
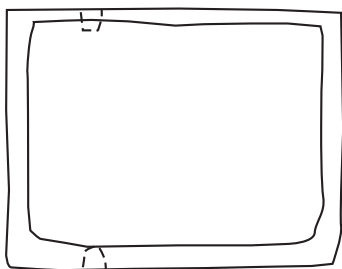
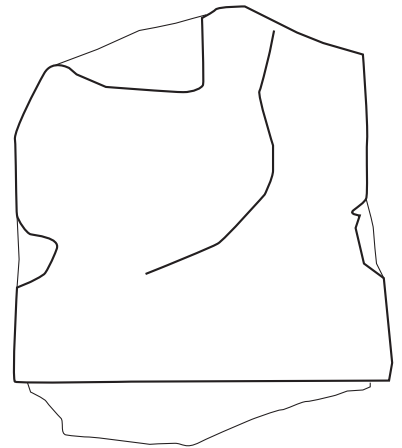
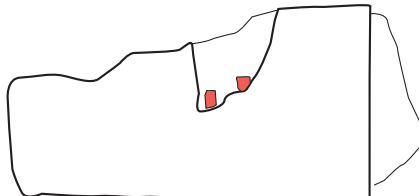
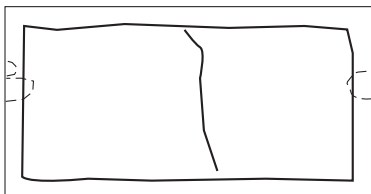
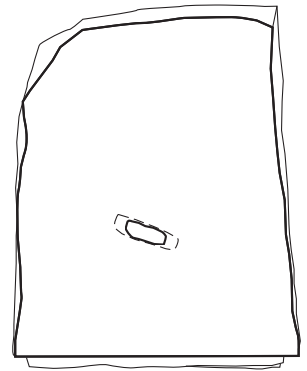
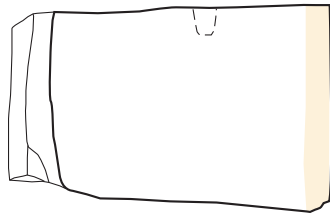
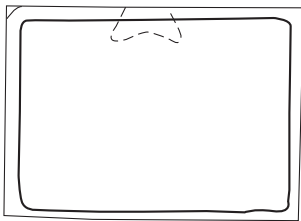
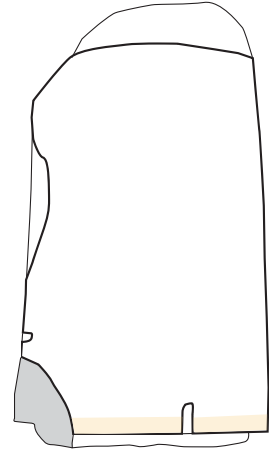
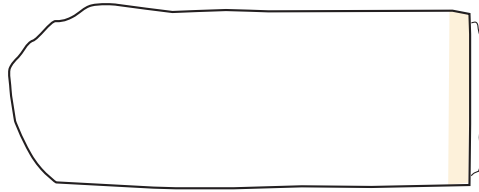
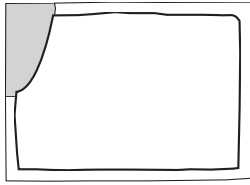
L'architecture castrale alsacienne, inscrite dans le giron rhénan, a intégré le bloc à bossage, peut-être dès son émergence. Ce type de bloc de construction, d'abord mis en œuvre pour la base et le chaînage des angles, a supplanté le moellon et l'appareil réglé lisse, pendant une longue période, sans toutefois l'évincer totalement. Les deux matériaux finirent par être utilisés parallèlement en fonction des commanditaires, ou, plus simplement, de leur situation dans le château. De longue date, il a été démontré

que l'emploi du bloc à bossage finit, au bout de quelques décennies, par se limiter, à nouveau, aux parties extérieures du site.

Parement

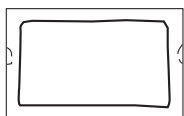
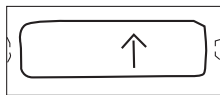
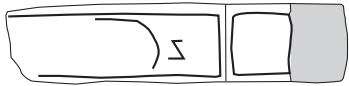
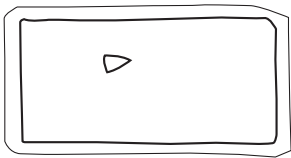
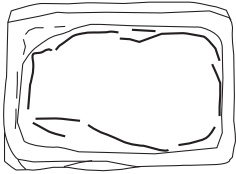
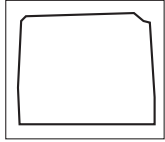
Face de joint

Lit d'attente

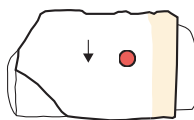
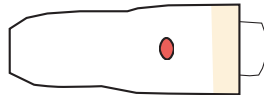
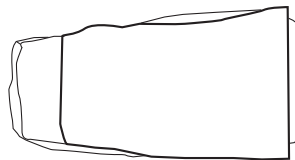
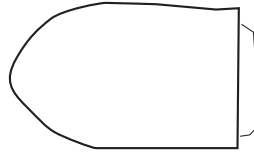
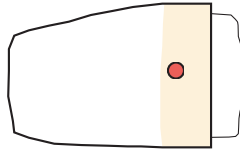


En couleur : les faces de joints en retour d'équerre

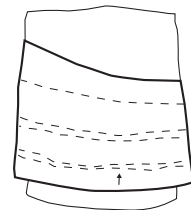
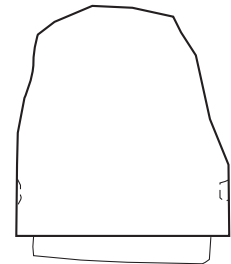
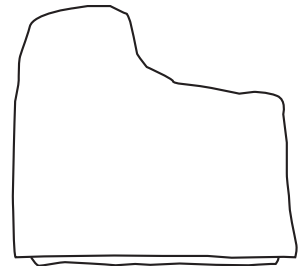
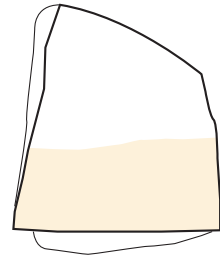
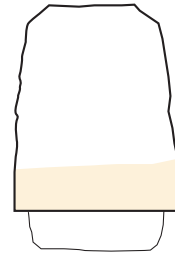
Parement



Face de joint



Lit d'attente



En couleur : les faces de joints en retour d'équerre



Dagsburg (vers 1147)



Warthenberg (avant 1158)



Bilstein (vers 1200)



Ringelstein (vers 1200)



Schrankenfels (bloc d'angle - avant 1241)



Fleckenstein (2^e moitié du XIII^e siècle)

Un programme constructif et esthétique

L'emploi quasi-exclusif du bloc à bossage, vers le milieu du XII^e siècle, témoigne de la recherche d'un niveau élevé de perfection technique qui a toujours suscité l'intérêt des chercheurs locaux¹³¹ ou rhénans¹³². L'origine de ce programme esthétique reste inconnue et il fut développé en parallèle dans plusieurs régions du Saint-Empire, dont l'Alsace. Son histoire reste complexe et les différentes synthèses publiées à ce jour restent insatisfaisantes, notamment sur la question d'une éventuelle influence liée aux croisades¹³³. Des ciselures périmétrales très fines, délimitant un relief peu prononcé sur des blocs de construction de la fin du XI^e siècle telles que le Schloessel de Klingenmünster, dans le Palatinat, annoncent probablement l'émergence de cette mode constructive¹³⁴. Les plus anciens exemplaires de blocs à bossages ont été mis en évidence par des analyses dendrochronologiques sur deux édifices du Val d'Aoste. Ils ont été mis en œuvre pour chaîner les angles du « donjon » de Gignod, daté de 1100, et de la tour Planta à Gressan, datée de 1128¹³⁵.

Dans notre corpus, l'un des plus anciens témoins de cet appareil, à Éguisheim-Dagsburg, n'est donc pas très éloigné de cette datation. Traité de manière monumentale, cet appareil monumental y fut utilisé pour construire la base et les angles de la tour-maîtresse, en parallèle de l'ancien appareil lisse hérité de l'époque salienne¹³⁶. D'autres sites contemporains (Girbaden, Greifenstein, Hohkönigsburg...)

¹³¹ A ce jour, le travail le plus abouti est dû à Jean-Michel Rudrauf, bénévole associé au CRAMS, qui a dégagé un certain nombre de caractères typo-chronologiques par l'analyse discriminante. RUDRAUF (Jean-Michel), BOUZAMA (Rachid). — Contribution à l'étude de l'architecture médiévale : les caractéristiques des pierres à bossages des châteaux-forts alsaciens. In : *Châteaux-forts d'Alsace*, n° 5, Saverne, 2001, p. 5-38.

¹³² BILLER (Thomas), METZ (Bernhard). — 3. 4. Mauerwerk und Wandgestaltung ». In : *Der spätromanische Burgenbau im Elsass. (Die Burgen des Elsaß ; II)*, München : Deutscher Kunstverlag, 2007, p. 117 - 127.

¹³³ Comme l'a souligné Jean-Claude Voisin, il connut son apogée dans les territoires germaniques dont les seigneurs étaient restés à l'écart du mouvement avant le XIII^e siècle. VOISIN (Jean-Claude). — Réflexions liminaires autour des donjons ou tour-maîtresses circulaires en Allemagne Médiane (Mitteldeutschland) aux XII^e et XIII^e siècles : une influence proche-orientale ? In : *Tempora*, Beyrouth, 2001-2002, p. 72. Également MECKSEPER (Cord). — Über die Verbreitung und Zeitstellung des Buckelquaders in Frankreich. In : *Burgen und Schlösser*, 1982/I, p. 7-16.

¹³⁴ BARZ (Dieter). — *Schlößl (Schlüssel) - Gemeinde Klingenmünster, Verbandsgemeinde Bad Bergzabern, Landkreis Südliche Weinstraße*. In : KEDDIGKEIT (Jürgen), BURKHART (Ulrich), ÜBEL (Rolf). sd. — *Pfälzisches Burgenlexikon. Band 4.1 (O-Sp)*, 2007, p. 448-461. L'auteur souligne que les blocs d'angle de la tour-porte d'entrée annoncent le style à venir, car leur traitement les distingue du reste des parements de cet ouvrage.

¹³⁵ DE GATTIS (Gaetano), PERINETTI (Renato). — Les analyses dendrochronologiques (1987-2004). In : *Bollitino della Suprintendenza per i beni culturali*, n° 1, 2003-2004, p. 180-182.

¹³⁶ BILLER (Thomas), METZ (Bernhard) — Anfänge der Adelsburg im Elsass. In : BÖHME (Horst-Wolfgang) sd. — *Burgen der Salierzeit. In den südlichen Landschaften des Reiches*, Publikationen zu der Ausstellung « Das Reich der Salier », Bd. 2, Sigmaringen, 1991, p. 275.

semblent attester que l'Alsace fut l'une des premières régions où cette architecture connut rapidement une utilisation à grande échelle.

La mise en oeuvre exclusive de cet appareil dans la construction aristocratique traduit nettement une volonté d'exprimer le rang sociopolitique du groupe, de le singulariser, à travers l'éventail des possibilités offertes par la construction monumentale de l'époque. Mais le spectre de ces différents types de constructions se resserre vers l'architecture religieuse, où l'appareil lisse à taille décorative était en usage sous d'autres formes. L'appareil de ces édifices gardait des formats identiques dans le milieu du XII^e siècle. Peut-être fallait-il s'en distinguer, par une imitation de l'usage antique ? S'agit-il là de la forme la plus expressive de l'appropriation de canons de l'architecture romaine par l'aristocratie ?

Les évolutions techniques des bossages

Le bossage souligne intrinsèquement la valeur figurative et ostentatoire de la pierre. L'origine de cette mode est d'abord technique. En effet, le tailleur obtenait le format quadrangulaire du bloc en dressant les faces de joints ou de pose en équerre. Ces dernières sont uniquement conçues pour assurer la cohésion de l'ensemble du parement, tel que cela est pratiqué pour tout appareil réglé. Les parties latérales étaient travaillées à partir des ciselures périmétrales taillées à la surface de cette face de parement. De fait, les modèles les plus anciens étaient détournés par une ciselure très fine, d'une épaisseur maximale de 20 mm, comme il en existe sur des modèles de Éguisheim-Dagsburg¹³⁷. Ce travail produisait un bossage dit « de dégrossissement », dont le format est quadrangulaire et les arêtes sont relativement vives.

Ce relief était ensuite repris à la broche ou au pic pour le formater, même lorsqu'il s'agissait d'aboutir à un coussinet brut. Cette retouche introduisait l'aspect esthétique dans ce matériau par une accentuation du relief à la base du bossage. Pour arriver à ce résultat plus expressif, le tailleur éclatait l'arête du bossage pour en « adoucir » le relief. Cette bosse brute était, le cas échéant, retouchée au pic ou à la pointe. Il en résulte un petit bourrelet caractéristique, visible sur des blocs de toutes les époques qui allaient succéder¹³⁸.

C'est cette opération qui, en introduisant une certaine sophistication dans la conception, distinguait clairement la réalisation d'un bossage de la taille d'économie initiale. En effet, pour terminer le façonnage d'un bloc de parement lisse, il aurait fallu supprimer le bossage de dégrossissement en dressant la face de parement avec une broche, puis un marteau taillant. Le maintien d'un bossage se dispensait donc des outils utilisés pour ce lissage (taillant ou brettage).

¹³⁷ Jean-Michel Rudrauf signale des ciselures presque inexistantes sur des blocs des châteaux de Frankenburg ou de Girbaden. *Op. cit.* RUDRAUF (Jean-Michel), BOUZAMA (Rachid) 2001, p. 15.

¹³⁸ Elle aura parfois été confondue avec une « retaille » des pierres, dans un contexte d'une reconstruction du site par de nouveaux bâtisseurs, se réappropriant le monument en l'intégrant aux canons de leur époque.

Dans les premiers exemplaires, les saillies des bossages pouvaient être très inégales. Au cours de cette même période d'apparition, nous observons des reliefs de facture grossière peu prononcés, parfois à peine perceptible, et des saillants importants, allant jusqu'à 13 cm à Dagsburg et Warthenberg. Ce qui signifie que la ciselure servait à renforcer ce relief.

Une nouvelle étape était franchie vers 1200, époque à laquelle le canon esthétique avait définitivement pris le pas¹³⁹ et supposait une finition maniérée des pierres. Le bossage était souligné par une ciselure périmétrale plus large et sa surface était taillée et arrondie à la broche, de façon à former un véritable coussinet.

Formats des pierres

Globalement, les modifications techniques apportées sur ce type d'appareil entre 1140 et 1350 ont évolué vers une réduction des formats (*fig. 15*), donc un aspect moins massif et moins puissant des blocs¹⁴⁰ (*fig. 12, 13 et 14*).

Site	Longueur (cm)	Hauteur (cm)	Prof. (cm)	Poids estimé (kg)	Datation
Éguisheim-Dagsburg	75	57	115	565	1140 + 10
Ernolsheim-l-S - Warthenberg	70	49	75	591	Av. 1158
Oberhaslach - Ringelstein	48	35	53	220	1180/1200
Riquewahr - Bilstein	51	33	50	197	1180/1200
Lichtenberg - Schlossberg	75	35	70	350	Av. 1206
Orschwiller - Oedenburg	55	29	57	210	3 ^e ¼ XIII ^e s.
Lembach - Fleckenstein	45	28	55	150	Fin du XIII ^e s.

Fig. 15 : Tableau des dimensions moyennes des blocs à bossages par site

Aux origines (*fig. 12 et 14*), l'appareil à bossage (Éguisheim-Dagsburg) est massif et volumineux. Le poids moyen des blocs mis en œuvre dans ces sites tournait autour de 600 kg, dont des maxima de 1450 kg. Dans ce premier cas, ces dimensions s'expliquent par le positionnement à la base des murs de ces blocs. Sur le site d'Ernolsheim-lès-Saverne – Warthenberg, le poids moyen a été ramené à 550 kg, avec des *maxima* de 850 kg. La différence entre ces deux entités contemporaines s'explique peut-être par la qualité des bancs rocheux exploités. Les formats des plus grandes pierres sont généralement proches du carré, la panneresse étant privilégiée. Ces premiers modules connus (Dagsburg - phase B et Warthenberg) nécessitaient un temps de production d'environ 4 à 5 heures par unité, temps compté pour dresser le bloc, puis tailler le bossage¹⁴¹.

¹³⁹ L'étude quantitative de Jean-Michel Rudrauf démontre clairement que les mutations furent inscrites dans un processus lent. *Op. cit.* RUDRAUF (Jean-Michel), BOUZAMA (Rachid) 2001, p. 16.

¹⁴⁰ *Ibid.* p. 10.

¹⁴¹ Selon les estimations de Jean-Claude Rousselle, responsable de l'atelier de taille de pierres de l'entreprise Scherberich.

Vers la fin du siècle, ce standard a été modifié puisque la longueur des blocs a été réduite d'un tiers et la hauteur d'assise diminuée d'un tiers, voire de la moitié (*fig. 13 et 14*). Comparée au standard du Dagsburg, la profondeur fut pratiquement divisée par deux. Le poids moyen était donc également divisé par deux, parfois au-delà, pour rendre les blocs plus maniables lors de la production et la mise en œuvre. Ainsi, à la fin du XIII^e siècle, les blocs d'un poids conséquent et d'un format proche des origines n'apparaissent plus que dans des parties spécifiques, telles que le mur en arrondi de Lembach-Fleckenstein. Mais leur manipulation aura été facilitée par les progrès des outils de manutention.

La réduction des hauteurs d'assises conduisit également à un allongement des formes. Au cours du XIII^e siècle, cette forme allongée aura été donnée essentiellement aux blocs chaînant les angles (Soultzbach-les-Bains – Schrankenfels ou Orschwiller-Oedenburg). Globalement, la forme de la pierre est taillée en panneresse, dans un premier temps, se réduisant en profondeur pour devenir un carreau. Là encore, les formes n'ont pas évolué de manière linéaire et plusieurs types ont été produits parallèlement. C'est dans ce contexte que la morphologie des blocs reste proche de celle de l'appareil lisse.

La réduction des modules autour de 1200 a contribué à réduire ce temps de 3 à 4 heures. Sur le plan de la production, le gain est relatif car les opérations restaient les mêmes, mais le module devenait plus maniable lors du chantier de construction.

2. 1. 2. 5. *Tailleurs de pierres, tâcherons, manœuvres...*

2. 1. 2. 5. 1. *L'état de nos connaissances*

Le travail de la pierre sous les différentes formes présentées a fait appel à un grand nombre de personnes, requises en fonction de leur spécialisation ou non. Cette diversité des tâches et fonctions a été calquée de l'architecture religieuse pour être reportée dans l'architecture castrale. Depuis la production de moellons pouvant être confiée à un personnel non spécialisé jusqu'à la généralisation des blocs à bossages produit en plusieurs étapes éventuellement confiées à des personnes différentes, un corps de métier spécifique, celui des tailleurs de pierres, s'est également spécialisé dans la construction castrale, à l'égal de la construction religieuse. Le besoin d'une identification spécifique des tâches réalisées est généralement confondu avec la diffusion des marques de reconnaissance ou « marques de tâcherons », différentes de signes techniques apparus pour servir de repères métriques (identification des hauteurs d'assises par ex.). *A priori*, les signes lapidaires apparus sur la surface visible des blocs semblaient destinés à identifier le travail réalisé par chaque

compagnon¹⁴². Ce marquage devait donc conclure les travaux de taille réalisés dans la carrière, permettant, à la clé, de comptabiliser la production de chaque tailleur et de le rémunérer¹⁴³.

Ces signes, auréolés de tous types d'interprétations par la pensée populaire, ont suscité de longue date l'intérêt des chercheurs, confrontant ces identifiants à diverses interprétations. En Alsace, les recensements réalisés à ce jour sont incomplets ; car, en premier lieu, ces études eurent à pâtir de l'inaccessibilité de la majorité des édifices¹⁴⁴ et que les signes furent souvent abordés pour eux-mêmes, sans étude de leur géographie et de leur environnement dans le mur¹⁴⁵. Des marques ont été documentées dans leur contexte sur l'intrados des claveaux d'un arc de décharge du château de Dreistein¹⁴⁶. Une brève synthèse sur les marques connues en Alsace a été publiée par T. Biller¹⁴⁷ en 2007. Érudant la question de la signature, il a constaté, à la suite d'autres chercheurs, que ces marques sont réservées aux seuls blocs à bossages, soit des blocs spéciaux, formatés par un corps professionnel particulier. Dans l'énumération des nombreux sites où ces marques apparaissent après 1200, il distingue deux catégories : l'une, riche et variée, étant spécifique aux sites des Vosges gréseuses et l'autre, beaucoup moins nombreuse, de la zone cristalline. Au final, des constructions avec de nombreuses marques, donc de nombreux intervenants, révéleraient une maîtrise d'œuvre puissante sur un plan politique et financier telle que l'empereur ou l'évêque. L'article se conclut par un constat sur le fait que la raison d'être profonde de ces signatures nous échappe encore.

Les signes collectés dans notre corpus indiquent un certain nombre de formes. Mais de manière générale, ils sont représentés dans peu de sites. Une documentation statistique et géographique complète a pu se faire pour le seul cas de l'Oedenburg¹⁴⁸.

¹⁴² Une réflexion sur la méthodologie de l'étude de ce type de signes a été conduite par rapport à nombres de monuments du Bade-Wurtemberg. Le travail met en évidence les pièges vers lesquels peuvent conduire des interprétations trop hâtives par rapport à ce type de signes. Cf. LAIER-BAIFUSS (Katharina). — Die Staufer und ihre Steinmetzen. Studien zur Verbreitung von Steinmetzzeichen im 12. und 13. Jahrhundert am Oberrhein. In : HERZNER (Volker), KRÜGER (Jürgen) sd. — *Burg und Kirche der Stauferzeit*, Akten der ersten landauer Staufertagung Landau 1997, 2001, p. 111-127.

¹⁴³ SALCH (Charles-Laurent). — Marque de tâcheron. In : *La clef des châteaux-forts*. Strasbourg, 1995, p. 221-222.

¹⁴⁴ De nombreux ensembles ont été documentés sur la base des édifices, sur des hauteurs accessibles sans le recours à une infrastructure spécifique (tréteaux ou échafaudages). La documentation de groupes complets remonte à Bodo Ehardt.

¹⁴⁵ *Op. cit.* SALCH 1995, p. 222. Le tableau présente les différents signes sans étude statistique, ni localisation géographique.

¹⁴⁶ BRONNER (Guy). — Dreistein. In : *Encyclopédie d'Alsace*, vol. 4, 1983, p. 2458-2461.

¹⁴⁷ BILLER (Thomas), METZ (Bernhard). — *Der spätromanische Burgenbau im Elsass. (Die Burgen des Elsaß ; II)*, München : Deutscher Kunstverlag, 2007, p. 175-177.

¹⁴⁸ En nuanciant le propos du fait que le mur-bouclier est écriété et que nous ignorons sa hauteur primitive.

2. 1. 2. 5. 2. *Les prémices de la glyptographie (jusqu'au milieu du XIII^e siècle) ?*

Les plus anciennes marques documentées à ce jour dans les châteaux ont été identifiées sur des blocs taillés à la fin du XII^e siècle au plus tôt. Paradoxalement les plus anciennes marques du corpus ont été identifiées dans les carrières, non dans un mur fini. Les études conduites sur la carrière du Petit-Ringelsberg ont conduit Bernard Haegel à dénombrer un total de six tailleurs différents¹⁴⁹. L'une d'entre elles est a été observée sur le château de Girbaden et sur le *Burgstall* de Guebwiller. La marque en forme d'écu de la carrière du Koenigsthul est inspirée d'un écu triangulaire allongé, tel qu'il en figure sur les miniatures de *l'Hortus Deliciarum*. Elle appartient à la période d'apparition de ce type de repère. Cela confirmerait le rôle comptable de ce repère, puisqu'il n'a aucune autre raison d'être dans cette configuration. Comme l'avait remarqué T. Biller, ce premier quart du XIII^e siècle a vu cohabiter des constructions où ces marques sont nombreuses avec d'autres où elles sont totalement absentes. Ainsi, les élévations conservées de la tour-maîtresse de Lichtenberg, en pleine zone de grès, ne portent aucun repère de ce type. En secteur cristallin, les marques sont rares car uniquement présentes sur les éléments en grès. Le même type s'observe sur l'encadrement de porte de la tour de Kaysersberg comme sur les blocs d'angles de la tour de Schrankenfels.

Le registre iconographique de ces sites reste peu élaboré. L'exemplaire commun aux tours de Kaysersberg et Schrankenfels est rudimentaire. Il aura été taillé par de simples percussions au ciseau plat ou à la broche. Un sigle apparenté est connu sur les tour-maîtresses circulaires des châteaux de Ratsamhausen-Ottrott, Frankenburg, Hohrappelstein¹⁵⁰ et le flanquement de Landsberg. Tous ces édifices sont attribués au second quart du XIII^e siècle.

2. 1. 2. 5. 3. *La reconnaissance de spécialisations dans un corps de métier : le cas de l'Oedenburg*

Cette ruine est la seule de l'ensemble étudié qui porte des pictogrammes de tailles et de formes différentes. Ils distinguent les tailleurs affectés au travail de préparation des blocs à bossages d'autres préparant les éléments architecturaux. Ainsi une marque en vulve a été taillée sur l'intrados de claveaux, mais n'existe pas ailleurs. La taille des blocs de construction du mur-bouclier est différenciée entre les blocs d'angles, façonnés par trois tailleurs spécifiques, et les blocs du parement. Le registre utilisé est alphabétique, géométrique, symbolique ou inspiré du matériel de tailleur (équerre, gabarit à quatre branches par ex.). Les repères ne sont pas visibles à

¹⁴⁹ HAEGEL (Bernard). — L'enceinte et la carrière de pierres médiévale du Petit-Ringelsberg. *In : Études médiévales : archéologie et histoire*, Saverne : société d'histoire et d'archéologie de Saverne et environs, 1985, p. 67-94.

¹⁵⁰ Il s'agit de la tour sommitale que nous n'avons pas étudiée, car partiellement reconstruite au début du XX^e siècle et dangereuse d'accès de nos jours.

l'identique sur le parement du mur-bouclier et une marque disparaît dans la moitié supérieure. Cette absence prouve l'abandon du chantier par un tailleur, avant son achèvement. Mais l'absence d'une partie du parement et l'emploi de nombreux blocs non signés limitent considérablement le travail statistique.

Les deux exemples de groupes de signes lapidaires diffèrent fortement dans la manière de gérer le décompte des productions. D'un côté, l'individualisation quasi systématique des blocs de la carrière du Ringelsberg démontre une gestion au coup par coup, tandis que la dissémination de signes distincts sur le parement du mur-bouclier de l'Oedenburg répondrait à un décompte par lots. En effet, ces signes apparaissent parmi des blocs non marqués et les pierres tombées du mur prouvent qu'il n'y avait aucun marquage caché sur les côtés des blocs. Nous sommes probablement en présence de marques qui identifiaient des lots de pierres, regroupées en fonction du producteur, à la façon dont les forestiers rassemblent encore de nos jours des lots de bois abattu. Les stères sont marqués par un élément identifiant et non chaque bout de bois. Les signes lapidaires restent associés au bloc à bossage en grès. L'abandon de stocks dans les carrières prouve que les blocs étaient taillés en flux tendus. La diversité et la répartition anarchique des repères sur un mur comme à l'Oedenburg confirmerait cette pratique et qu'ils ne jouaient donc probablement aucun rôle au niveau de l'assemblage du parement. Les marques n'avaient aucun rôle par rapport au repérage des hauteurs d'assises. En étant taillée sur l'intrados d'un claveau ou le bossage d'un bloc, la marque occupait la face apparente d'une pierre, sur une surface soignée d'où elle ne pouvait pas être effacée par les manipulations ou des individus mal intentionnés.

2. 1. 2. 6. Conclusion : les productions journalières

La production des différentes formes de pierres variaient donc considérablement en fonction de la forme et du volume du bloc¹⁵¹.

- Pour les blocs à bossages, les chiffres varient entre un maximum de deux pièces au milieu du XII^e siècle à trois pièces, cent années plus tard ;
- pour l'appareil de moellons en grès, la production était de six à dix pierres selon les formats et la finition, voire quatorze pour le petit appareil réglé ;
- dans l'architecture en granite, le temps nécessaire à la confection de moellons réglés, donc dressés sur les quatre côtés, était multiplié par deux.

D'après ces critères, la production des 1250 blocs nécessaires à l'édification des dix premiers mètres de parement extérieur de la tour de Bilstein aura consommé 416 jours. Le personnel mobilisé par la carrière ne peut pas être dénombré. Mais il apparaît plausible que l'exploitation fut probablement ouverte l'année avant le démarrage des travaux.

2. 1. 3. Les matériaux annexes

2. 1. 3. 1. Liants et enduits : calcaires et granulats

Dans la dynamique de recherche initiée par les études fondamentales entreprises ailleurs en France par le Centre d'Études Médiévales d'Auxerre, il a paru intéressant de développer une problématique spécifique autour des mortiers mis en œuvre dans certains sites étudiés. Les collectes d'échantillons de liants confrontées à des prélèvements de roches susceptibles de représenter la ressource utilisée ont permis de caractériser un certain nombre d'informations spécifiques. Aucune carrière n'est connue pour les composants de ce matériau. Mais les analyses des lames minces de mortiers et au MEB permettent de caractériser certaines chaux. Certaines variétés de calcaires ont été identifiées et leur zone d'origine précisée à partir de l'étude de la carte géologique et de prospections dans les gisements potentiels. Une localisation plus ou moins précise peut être envisagée dans quelques cas¹⁵².

¹⁵¹ Les chiffres renvoient au temps nécessaire par type de matériau, indépendamment du nombre de tailleurs.

¹⁵² Ces données ont été précisées par l'analyse d'échantillons de calcaire purs prélevés dans un secteur géographique situé entre la vallée de la Weiss au nord et la vallée de Soultzmatt au sud. Ces résultats ont ensuite été confrontés aux éléments observés sur les mortiers collectés dans les châteaux-forts situés dans ce secteur géographique : Kaysersberg, Pflixburg, Schrankenfels, Hohhattstatt, Dagsburg et Wassenberg.

2. 1. 3. 1. 1. Origines des calcaires et qualités de chaux

Nature géologique des roches

		Guebershwihr	Katzenthal	Osenbach Bickenberg	Osenbach Schlossrain
	Perte au feu (%)	40,10	40,06	40,42	41,02
Dosage des éléments (masse d'oxydes) en Fluorescence X	Na₂O	0,03	0,04	0,08	0,13
	MgO	0,29	0,48	7,73	18,22
	Al₂O₃	0,22	0,33	0,53	2,26
	SiO₂	0,63	1,11	2,88	9,02
	P₂O₅	0,01	0,01	0,04	0,09
	SO₃	0,18	0,20	0,22	0,20
	K₂O	0,01	0,02	0,03	0,26
	CaO	57,00	56,86	46,90	26,32
	TiO₂	0,01	0,01	0,02	0,09
	MnO	0,02	0,02	0,04	0,06
	Fe₂O₃	0,34	0,24	0,30	1,30
SrO	0,02	0,04	0,02	0,04	
Phases détectées en DRX	Calcite	Calcite Quartz (traces)	Calcite Dolomite Quartz (peu)	Dolomite ++ Calcite (très peu) Quartz (peu) Kaolinite	

Fig. 16 : Résultats des analyses par Fluorescence X et DRX effectuées sur les quatre prélèvements de roches carbonatées (calcaires et dolomies)

Les analyses d'échantillons, confrontées aux prélèvements de calcaires dans des zones géologiques précises (fig. 16), ont mis en évidence deux grandes formations géologiques propices à l'extraction de matière première pour les fours à chaux :

- une première série de calcaires a été extraite au niveau du Bajocien supérieur, et plus précisément dans la formation appelée « Grande oolithe ». Ces roches permettent la production d'une chaux de très grande qualité, à très forte teneur en calcium (une analyse par fluorescence X menée ponctuellement sur des échantillons prélevés à Gueberschwihir et Katzenthal indique une teneur en CaCO₃ de plus de 97 %) (fig. 17 et 18). Des incuits observés dans les échantillons de chaux¹⁵³ fabriquées à partir de ces différents sites présentent des oolithes infra-millimétriques typiques de cette formation géologique. Le liant est riche en très grands cristaux de calcite. Ces gisements dans la Grande Oolithe sont accessibles à une altitude moyenne de 300 m. Le secteur géographique où les reconnaissances ont été menées se localise autour d'une falaise surplombant le village de Gueberschwihir, au sud (un échantillon prélevé, voir tableau), et la colline du Florimont, sur le territoire communal de

¹⁵³ Cf. notices.

Katzenthal, au nord (un échantillon prélevé, voir tableau). Ce dernier gisement a pu produire la chaux utilisée sur le site de Wintzenheim-Pflixburg (grande pureté de la chaux utilisée),

- la seconde variété de calcaires est nettement moins pure. Elle a été extraite de séries triasiques recouvrant le *Muschelkalk* supérieur et les calcaires et dolomites de la *Lettenkohle*. Ces séries triasiques comportent plus ou moins ponctuellement des enrichissements en sulfates (gypse, anhydrite). L'altitude de ces gisements est située autour de 500 m. Ces roches sont enrichies en magnésium (dolomite), avec présence de silicium (quartz, argiles), comme le montrent les analyses par fluorescence des rayons X effectués sur nos prélèvements. En effet, la recherche de certains gisements potentiels a été orientée vers un secteur géographique situé au sud de la zone d'études. La cartographie du BRGM a permis de recentrer notre attention sur les anciennes carrières souterraines du Schlossrain (un échantillon prélevé, voir tableau), d'une part, et sur la pelouse sèche du Bickenberg (un échantillon prélevé, voir tableau), d'autre part, deux sites localisés sur le territoire communal d'Osenbach. Des lames minces effectuées sur des prélèvements de roche ont montré que le calcaire du Schlossrain, riche en argiles, présente une structure micritique homogène constituée de dolomite. Sur le Bickenberg, la dolomite est présente sous forme de cristaux rhomboédriques associés à des oïdes, cimentés par de la sparite. Les sulfates, gypse ou d'anhydrite, contenu dans les calcaires de ce niveau géologique peuvent conduire à la formation d'une faible proportion de plâtre lors de la cuisson. Ce calcaire triasique semble avoir été le plus répandu, selon les observations définies à partir des échantillons analysés.

En définitif, l'analyse de la composition de la chaux permettra de remonter à la formation géologique, éventuellement au gisement. En effet, les chaux fabriquées à partir de la Grande Oolithe du Bajocien sont très pures (un peu d'argile éventuellement), tandis que les chaux fabriquées à partir du Trias seront marquées par la présence de magnésium et/ou de soufre.

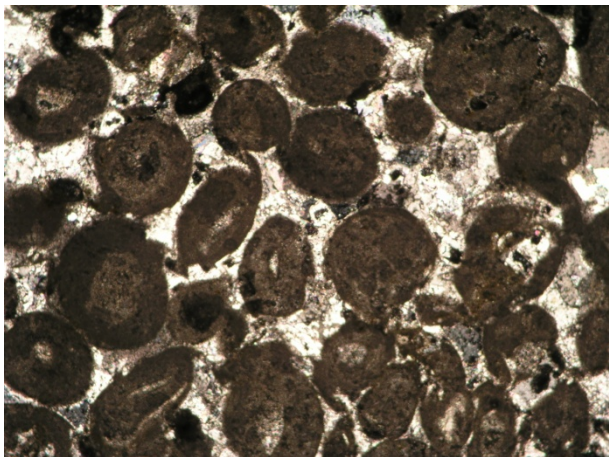


Fig. 17 : Aspect du calcaire prélevé à Gueberschwihr (LPPA, 40x, Photo 2,1x1,6 mm).

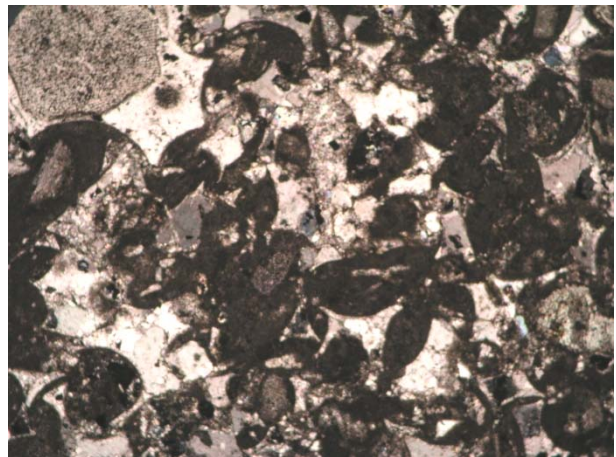


Fig. 18 : Aspect du calcaire prélevé à Gueberschwihr (LPPA, 40x, Photo 2,1x1,6 mm).

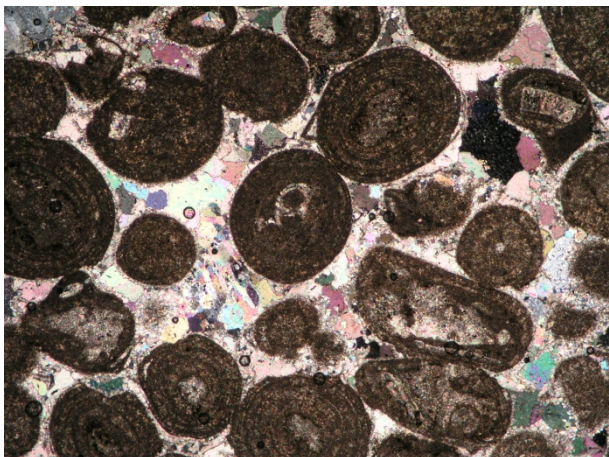


Fig. 19: Aspect du calcaire prélevé à Katzenthal (LPPA, 40x, Photo 2,1x1,6 mm).

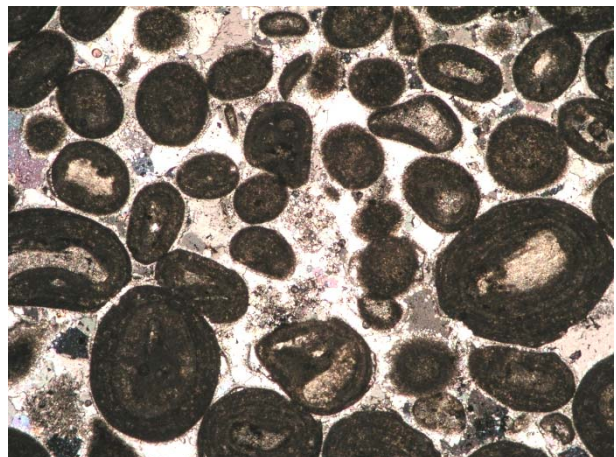


Fig. 20: Aspect du calcaire prélevé à Katzenthal (LPPA, 40x, Photo 2,1x1,6 mm)

Critères de sélections du produit ?

Depuis l'Antiquité, la sélection des calcaires était codifiée par certains auteurs¹⁵⁴. Les chaufourniers procédaient à des choix précis et ce constat est renforcé par nos analyses. Les deux variétés examinées et mises en évidence répondaient à des besoins distincts. L'idée d'un choix conditionné par le contexte géologique, avancée pour d'autres régions¹⁵⁵, est suffisante dans le cas alsacien. En revanche, l'éventail des ressources géologiques offrait la possibilité dans certains cas de sélectionner des calcaires permettant d'optimiser le résultat.

La série triasique est la plus présente sur tout le piémont, du nord au sud de la région. Il semble qu'elle ait été la plus employée au cours de la période médiévale,

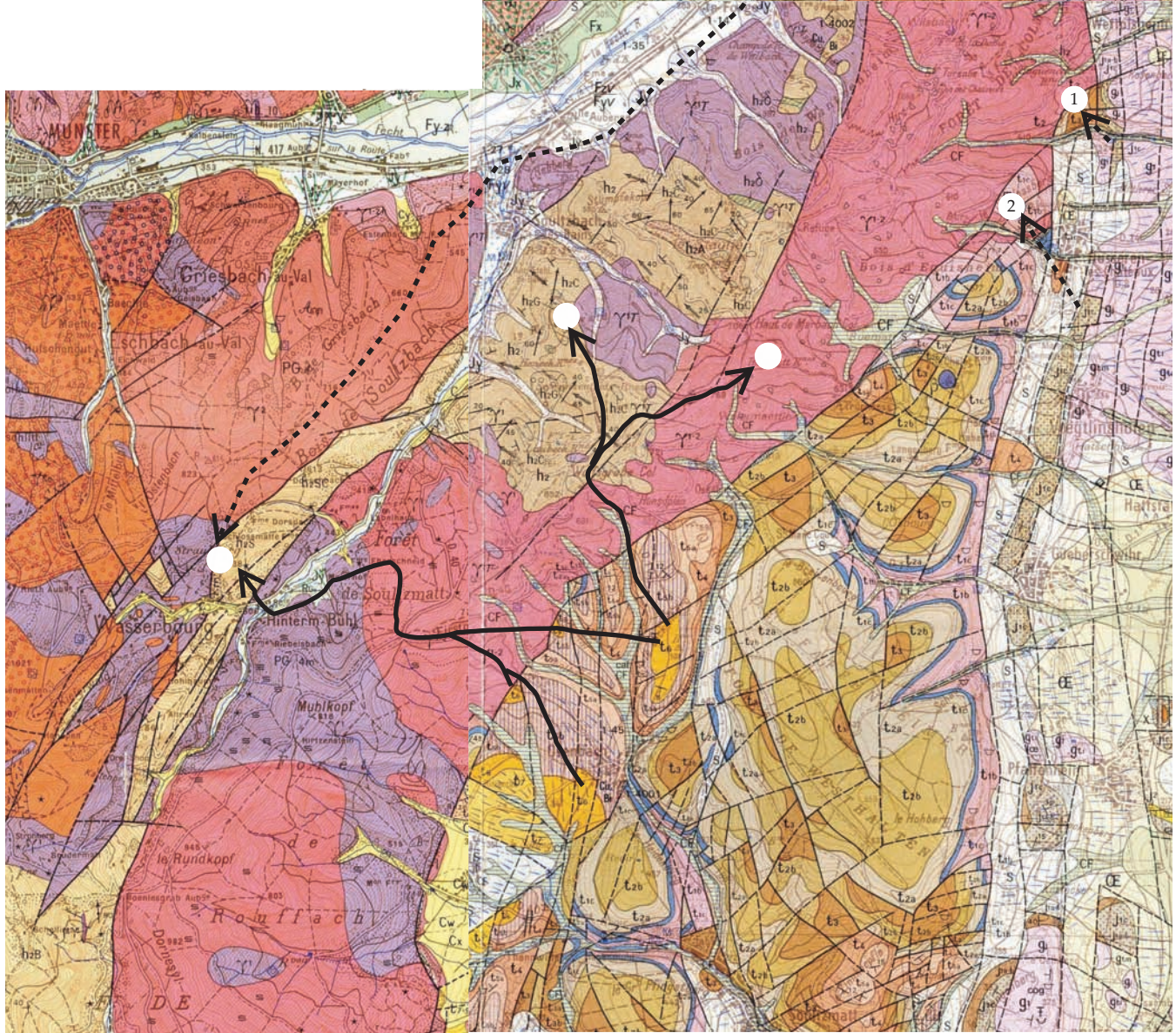
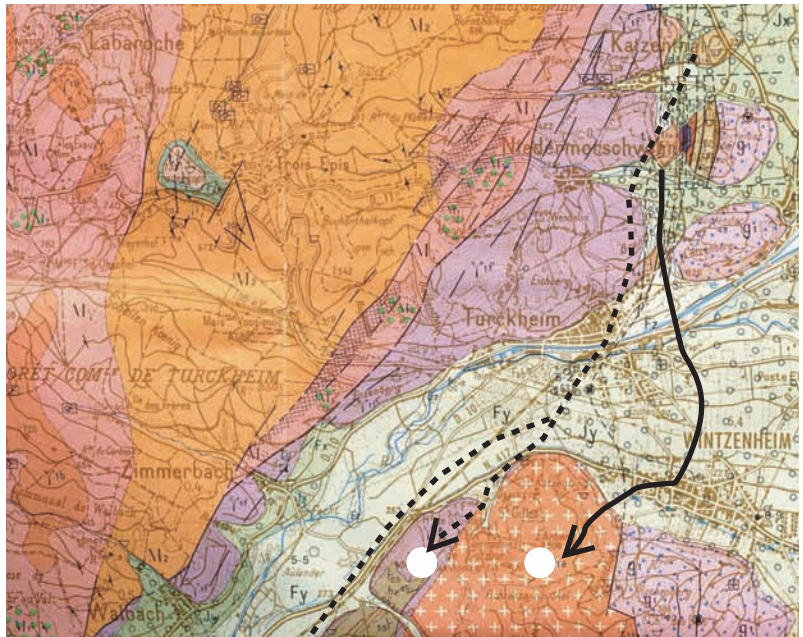
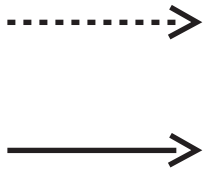
¹⁵⁴ SUMERA (Franck), PRIGENT (Daniel). — Les matières premières – 2.1. La chaux. In : COUTELAS (Arnaud) sd. — *Le mortier de chaux*. Collections "Archéologiques", Paris, 2009, p. 33-52.

¹⁵⁴¹⁵⁴Op. cit. KERSUZAN (Alain) 2005, p. 329-333

¹⁵⁵ Op. cit. SUMERA (Franck), PRIGENT (Daniel) 2009, p. 40.

d'après les recherches réalisées ailleurs en France. Les calcaires dolomitiques sont considérés comme « universels » depuis l'Antiquité et la tolérance sur leur teneur en argile était acceptée à hauteur de 20%. D'après les différents auteurs, la pureté de la roche était jugée au son produit par une percussion. Sa clarté indiquait l'inexistence ou la faible teneur en argiles. Dans ce sens, le grand oolithe constitue un matériau de premier choix.

Les calcaires du Bajocien offraient un rendement qualitatif plus élevé. Disponible sur différents secteurs du piémont, cette roche ne fut pas préférée systématiquement au calcaire triasique, de qualité moindre. Le choix d'un matériau de préférence à un autre aura donc été tributaire d'autres raisons, dont la première est liée à la desserte entre le gisement et le lieu d'emploi. L'exemple du Hohhattstatt est très éloquent dans ce contexte. À l'Est de ce sommet, le pied de la montagne offre la possibilité de retirer du Bajocien, comme cela a été reconnu à Gueberschwihr. Ce chantier semble toutefois avoir été approvisionné avec les ressources du Bickenberg d'Osenbach. La voie entre ces deux sites emprunte un petit col, puis elle suit la crête montagneuse, simplifiant considérablement le cheminement. Nous pouvons même envisager des raisons économiques, peut-être par rapport aux coûts de transport du matériau (*fig. 21*).



2. 1. 3. 1. 2. Les granulats

Origines des sables

Commune	Sites	Phase/ Datation	Substrat	Granulat	Taille (en mm)	Moyenne (en mm)
Eguisheim	Dagsburg*	A X ^e -XI ^e s.	Grès	Arène granitique (quartz, feldspaths, micas noir et blanc)	0-3	?
Eguisheim	Dagsburg*	B (1147)	Grès	Arène granitique (quartz, feldspaths et micas)	0-2	?
Ernolsheim-l.- S.	Warthenberg	A (av. 1158)	Poudingue	Sable gréseux	0,6	0,6
Oberhaslach	Ringelstein	1180/ 1200	Poudingue	Sable de grès rose	0-1,5	0,4
Wintzenheim	Pflixburg (enceinte)	Av. 1219	Granite	Arène granitique (micas noirs et biotite)	0-4	1,5
Wintzenheim	Pflixburg (tour)	Av. 1219	Granite	Arène granitique (micas noirs et biotite)	0-6	3
Wasserbourg	Wassenberg	Ap. 1222	Grauwacke	Sable de quartz, feldspaths, micas noirs et blancs	0-3	2
Kaysersberg	Schlossberg	A / 1227	Grauwacke	Arène granitique	0-6	2
Soultzbach- les-Bains	Schrankenfels	Av. 1241	Grauwacke	Arène (quartz, feldspaths, plagioclases et micas noirs et blancs)	0-2	?
Kaysersberg	Schlossberg	B / 1264/68	Grauwacke	Arène (micas noirs et biotites)	0-2	1
Châtenois	Quartier du Château	Av. 1298	Colluvions	Granite altéré (quartz, feldspaths, plagioclases, micas)	0-5	1,5
Ribeauvillé	Haut- Ribeaupierre	B / fin du XIII ^e s.	Granite	Arène ?	0-5	?
Hattstatt	Hohhattstatt	1280	Granite	Granite (quartzite ou gneiss)	0-2	1

Fig. 22 : Nature et dimension des agrégats (source Jean-Michel Mechling)

La constitution d'un mortier implique l'utilisation d'un agrégat donnant corps à ce matériau. Le choix des sables mis en œuvre dans les mortiers, semble avoir été plus pragmatique (fig. 22). Ce second matériau produit un sable dont les grains sont fins, souvent en dessous du millimètre. Dans le cas du Ringelstein, ce matériau inclut du poudingue (mélange volontaire ou résultat de l'altération ?) dont les grains obtiennent des tailles considérables (> 5 mm) et qui contenait des galets.

En revanche, la granulométrie des agrégats augmente considérablement pour les gisements extraits dans la zone cristalline. Dans ce cas de figure, il faut considérer

deux possibilités d'extraction. La première est liée à l'obtention de sable dans des lits de ruisseaux qui, étant lavé naturellement, ne contient pas d'argiles. Les grains ont été généralement arrondis par le roulage. La seconde est liée à l'extraction de sables aréniques dans une configuration de moraine ou de cône de déjection. Les grains ont des formes anguleuses et présentent de nombreuses arêtes. La taille maximale des grains de ce matériau ne dépasse pas 3 mm, la moyenne oscillant entre 1,5 et 2. Ce gabarit met clairement en évidence que ces sables furent tamisés. Les grains ont des volumes plus importants en contexte naturel, ce qui a été confirmé par le test d'un gisement situé dans le Grossthal-Hennenthal, sur le territoire communal de Soultzbach-les-Bains.

Il est donc évident que les gisements étaient exploités au plus près du chantier de construction. L'arène devenait la règle en zone cristalline, même quand le château était bâti sur un entablement gréseux (Dagsburg, par ex.), et le quartz en zone gréseuse. L'absence d'argiles dans les échantillons déterminés dans les mortiers démontre clairement qu'ils étaient retirés des ruisseaux et cours d'eaux des secteurs d'exploitation. De ce point de vue, la distance avec le chantier destinataire n'excédait, dans la plupart des cas analysés, pas le kilomètre. En revanche, l'idée de probables circuits d'importation de sables de quartz dans les zones de grès doit être écartées, d'après nos observations.

Les lieux exacts de production de ces matériaux sont cependant impossibles à localiser de nos jours, l'érosion ayant contribué à modifier les lits de ruisseaux au cours des siècles écoulés.

Le calibrage des sables

En revanche, la granulométrie des agrégats augmente considérablement pour les gisements extraits dans la zone cristalline (*fig. 23 à 28*). En effet l'altération des granites (l'arénisation) produit des sables (sables d'arène) assez grossiers, alors que la désagrégation du grès libère les fins cristaux de quartz qui le compose. On peut considérer deux possibilités d'extraction. La première est liée à l'obtention de sable dans des lits de ruisseaux qui, étant lavé naturellement, ne contient pas d'argiles (voir tableau joint).

Les grains sont sub-anguleux. La seconde est liée à l'extraction de sables d'arène dans une configuration de moraine ou de cône de déjection. Mais dans ce second cas, la fraction argileuse est assez importante (causée par la séritisation des plagioclases et l'altération des micas). Les grains ont des formes anguleuses et présentent de nombreuses arêtes. La taille maximale des grains de ce matériau peut atteindre 10 mm, la moyenne oscillant entre 1,5 et 2. Ce gabarit met clairement en évidence que ces sables furent tamisés ; dans les mortiers, la taille des plus gros grains oscille autour de 2 mm et non pas 10 mm. Les grains ont des volumes plus importants en contexte naturel, ce qui a été confirmé par le test d'un gisement situé dans le

Grossthal-Hennenthal, sur le territoire communal de Soultzbach-les-Bains (*fig. 26 à 28*).

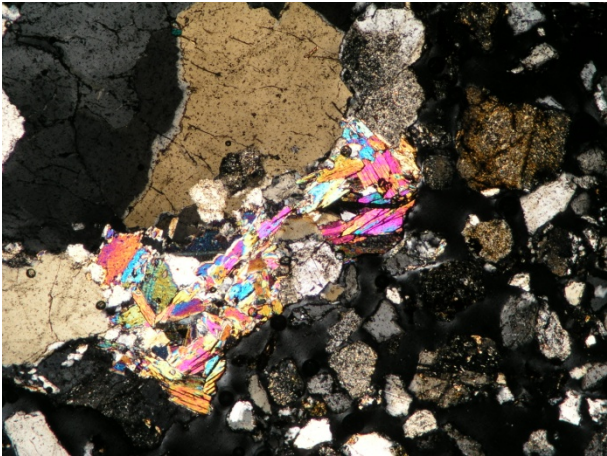


Fig. 23 : Aspect du sable prélevé à Soultzbach, dans le vallon du Grossthal, nombreuses muscovites

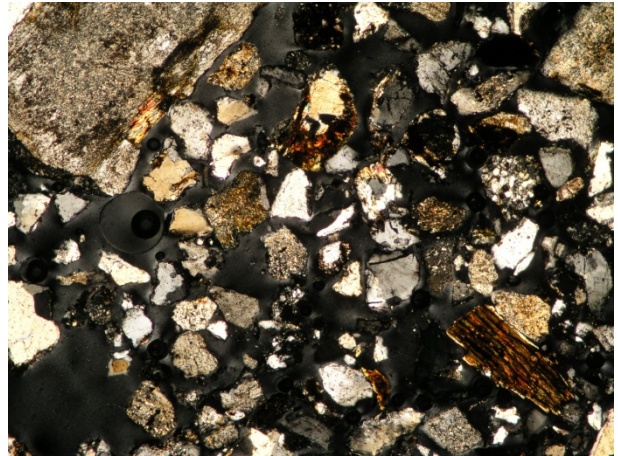


Fig.24 : Aspect du sable prélevé à Soultzbach, dans le vallon du Grossthal, biotite et feldspath altérés



Fig. 25 : Aspect du sable prélevé à Soultzbach, dans le vallon du Grossthal, plagioclase altéré

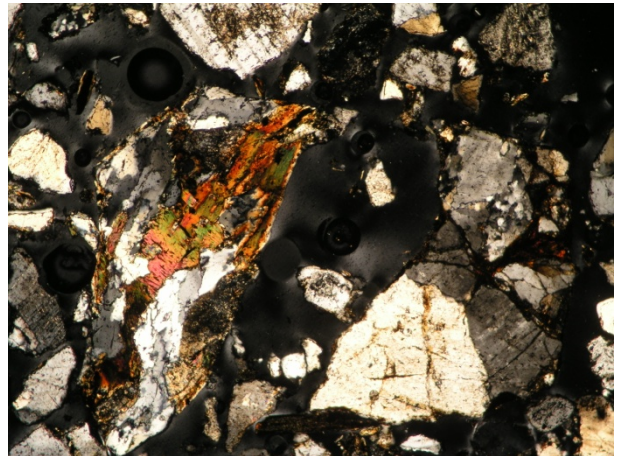


Fig. 26 : Aspect du sable prélevé dans le vallon du Toggenbach (Kaysersberg)

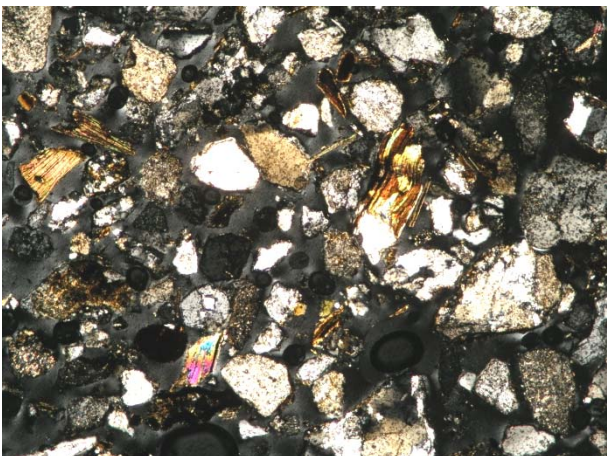


Fig. 27 : Aspect du sable prélevé dans le vallon du Toggenbach (Kaysersberg), biotite et muscovite
(LPPA, 40x, Photo 2,1x1,6 mm)

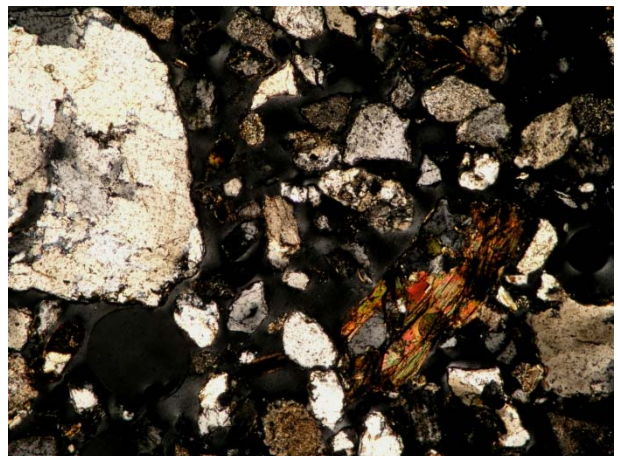


Fig. 28 : Aspect du sable prélevé dans le vallon du Toggenbach (Kaysersberg), biotite altérée
(LPPA, 40x, Photo 2,1x1,6 mm)

Le calibrage des sables

Sites	Phase/ Datation	N° échantillon	Passant 2 mm (%)	Passant 0,4 mm (%)	Passant 80 µm (%)
Dagsburg	A	CF 09-27	52,7	18,2	3,2
Ringelstein	1180/ 1200	CF 10-12	63,5	33,1	5,3
		CF 10-14	50	25,3	6
		CF 10-15	52,8	25,5	5,3
Pflixburg (enceinte)	Av. 1219	CF 09-15	72,7	24,6	2,8
Pflixburg (tour)	Av. 1219	CF 09-16	50,2	16,3	3,1
Wassenberg	Ap. 1222	CF 09-3	54,5	21	3,1
		Cf 09-4	69,4	17,5	2,7
		CF 09-5	48	20	5,2
		CF 09-6	80,7	22,2	2,3
		CF 09-7	86,7	30,6	4,5
		CF 09-8	61,4	13,9	1,1
Kaysersberg (tour)	A / 1227	CF 09-23	67,5	15,6	1,8
Schrankenfels	Av. 1241	Blocage	79,4	30	6,9
		Bec	53,7	22	4,6
		Escalier courtine	72,2	28	7,5
Kaysersberg (enceinte)	B / 1264/68	CF 09-19	74	23,9	2,4
		CF 09-20	69,3	16	2
		CF 09-21	57,2	15	3,6
		CF 09-22	58,7	16,3	2,6
		CF 09-24	73,5	13	2,4
Châtenois	Av. 1298	CF 09-11	68,5	21,6	5,1
		CF 09-12	63,5	18,1	2,1
Hohhattstatt	1280	CF 07-8	63,7	22,2	5,3
		CF 07-9	62,8	18,6	4,2

Fig. 29 : Tableau du calibrage des agrégats (source : Jean-Michel Mechling)

Les mortiers ont été désagrégés au pilon et mortier, puis tamisés sur les tamis AFNOR.

L'extraction de ces matériaux est accompagnée d'un tamisage séparant les granulats pour sélectionner différents calibres de sables (fig. 29). En effet, l'agrégat a pour fonction de neutraliser le retrait de la chaux quand elle sèche. Les produits les plus fins comblent les vides entre les éléments les plus grossiers et assureront ainsi une meilleure cohésion du squelette granulaire. Les recommandations de Vitruve sur le tri des granulats et proposant une répartition entre 2/3 de produits grossiers et 1/3 de produits fins semblent ne pas avoir été respectées¹⁵⁶. Nos observations sur les lames minces n'ont pas permis de confirmer cette pratique. Les extrêmes ont été atteints pour les deux phases du château de Kaysersberg où des sables grossiers furent mis en œuvre. Le matériau contient peu de particules fines.

¹⁵⁶ CHOIZI (Auguste). — *Vitruve – texte, traduction et analyse*. Paris, 1910, nouvelle édition, avec une préface de Fernand Pouillon, 1971, 2 vol., 600 p.

2. 1. 3. 2. Diversité des ressources en eau

Cette dernière ressource occupe une place essentielle dans un chantier de construction¹⁵⁷. Elle a un rôle double puisqu'elle sert à la fois à la consommation des personnels et à la confection des liants et enduits. Cette ressource avait des origines multiples sélectionnées pour répondre à ces besoins. Ce sujet est encore relativement lacunaire dans l'historiographie régionale.

L'eau des châteaux pouvait avoir des origines très diverses : prélèvement direct dans les sources ou les ruisseaux, stockage dans des citernes et des réservoirs lorsque la source était trop éloignée... Les citernes, système le plus répandu, étaient tributaires d'une alimentation par les eaux de pluie captées sur les toitures des bâtiments¹⁵⁸. D'autres méthodes d'alimentations des chantiers doivent donc être envisagées, mais les preuves archéologiques n'en sont pas établies avec certitude. En premier lieu, le transport par portage, à dos de mulets par exemple, depuis une source ou un ruisseau de fond de vallée n'est pas à exclure¹⁵⁹, au moins dans les premiers temps d'un chantier, mais son organisation nous échappe totalement. Le portage d'eau constituait une tâche élémentaire qui pouvait très facilement être gérée par la corvée, au même titre que la production de moellons en carrière, ou par des tâches rémunérées¹⁶⁰. Des portages d'eau pour des chantiers de construction sont connus au château de Hohnack (commune de Labaroche) en 1516 ou à l'Ochsenstein (commune de Reinhardsmünster) en 1534. Dans les deux cas, l'eau est l'objet d'une commande auprès d'un maître-maçon, au même titre que le sable ou la pierre.

Les sites de hauteurs ont été défavorisés pour leur approvisionnement, contrairement aux châteaux de plaine¹⁶¹, et aucun d'entre eux ne disposait d'une source ou résurgence naturelle dans son enceinte. Pourtant, des solutions étaient possibles. Le grès est une roche magasin, puisqu'il est très poreux, dont les strates sont séparées par des interbanes argileux et/ou plus ou moins sableux. Les surfaces argileuses piègent les eaux percolant dans la roche et celles-ci peuvent alors former des sources ou de simples suintement s'écoulant à flanc de paroi. Dans le massif

¹⁵⁷ Nous remercions René Kill pour les informations apportées au cours de nos nombreux échanges sur ce sujet.

¹⁵⁸ KILL (René). — *L'approvisionnement en eau des châteaux-forts de montagne alsaciens*. Saverne : Centre de recherches archéologiques médiévales de Saverne, 2012, 480 p. De son côté, Alexander Antonow a noté, de manière contradictoire, que ces citernes, alimentées par les toitures des bâtiments, étaient creusées avant le démarrage du chantier. Cf. ANTONOW (Alexander). — *Planung von Bau und Burgen im süddeutschen Raum*. Frankfurt-am-Main, 1983, p. 313.

¹⁵⁹ *Op. cit.* KILL (René) 2012, p. 261-262.

¹⁶⁰ L'idée a été évoquée pour la construction en 1250/51 du château de Peyrepertuse dans l'Aude. Cf. SEGUY (Isabelle). — *L'alimentation en eau du château de Peyrepertuse*. In : BAYROU (Luc). Sd. — *Peyrepertuse, forteresse royale*, Archéologie du Midi médiéval, supplément n° 3, 2000, p. 150.

¹⁶¹ Rappelons que, dans le monde germanique, ils portent le nom de « Wasserburgen ». À titre de comparaison, le chantier expérimental de Guédelon dispose d'un accès direct à une nappe phréatique par un puit d'une profondeur de 7 m. Cf. MARTIN (Marilyne), RENUCCI (Florian). — *La construction d'un château-fort : Guédelon*. Rennes, 2011, p. 105.

crystallin, le schéma est différent puisque l'eau circule au travers des multiples failles et fissurations du socle substratique.

2. 1. 3. 2. 1. *Les sources et eaux de ruissellement*

L'examen de la cartographie des environs de nombreux châteaux révèle qu'une grande majorité disposait d'une source naturelle à proximité. La question de l'eau, absorbée par la légende de la fondation du château de Lichtenberg, est probablement révélatrice du potentiel offert par les eaux s'écoulant sur le versant de ce sommet. Les distances entre les sources et les ruines connues de nos jours oscillent généralement de 300 à 1000 m. Leur débit, alimenté par le rythme des précipitations, pouvait garantir un approvisionnement relativement régulier et donc une certaine indépendance. De même, la saison printanière offrait la possibilité de capter l'eau de ruisseaux temporaires, dont le débit était augmenté par les précipitations hivernales. En revanche, le ruissellement, canalisé par des rigoles taillées à flanc de paroi dans de nombreux sites du massif gréseux, peut être considéré comme un appoint utile à la vie quotidienne du château, mais insuffisant pour la période de construction¹⁶².

2. 1. 2. 2. 2. *Les possibilités de stockage*

Pour pallier au manque d'eau naturelle, des systèmes de stockage ont été mis en œuvre. La forme la plus élémentaire consistait à aménager un réservoir à proximité d'un ruisseau, tel que nous l'avons évoqué. Des systèmes de retenues, quelquefois involontaires (?), ont été créés par les travaux de préparation du site. Un bel exemple est visible dans le fossé principal du Warthenberg où une banquette a piégé une petite nappe interstitielle¹⁶³. Des plantes aquatiques ont recolonisé cette mare après son dégagement par les fouilles du XX^e siècle. Mais ce type de captage garde un caractère bien aléatoire et ne peut se considérer que comme un appoint.

De véritables captages, alimentés par des eaux de pluie ou la fonte des neiges, ont pu être mis en place dès les premiers mois de chantiers. Le puisard observé en contrebas de la Pflixburg était alimenté par le ruissellement superficiel. Mais sa localisation en-dehors du château et l'autonomie de son alimentation permettent de penser qu'il a pu être creusé et construit en amont du chantier. Des cas similaires de puisards

¹⁶² Un tel système de collecte, constitué par un système de rigoles d'une trentaine de mètres de longueur et alimentant un puisard, existait à la base du rocher de la Huneburg, dans les Vosges du Nord. Une tentative de remise en service, liée à la demande en eau du chantier de reconstruction des années 1930, fut très vite abandonnée en raison de la quantité négligeable qu'il produisait. *Op. cit.* KILL (René) 2012, p. 437.

¹⁶³ L'installation pouvait facilement servir d'abreuvoir pour les chevaux.

extérieurs sont connus en Allemagne (Endsee-Rothenburg, par ex.)¹⁶⁴. Cette question très hypothétique mériterait quelques développements.

Dans le cas de la tentative de réoccupation du Warthenberg par les sires de Lichtenberg en 1261, il aura suffi de remettre en état les puisards des citernes à filtration du château roman et d'y apporter les quantités d'eau nécessaires pour les remplir.

Une dernière question est posée par les structures de stockage en matériaux périssables. Des tonneaux, des barriques, ou de simples troncs évidés offrent toujours la possibilité de contenir de l'eau, à condition de les alimenter par portage au fur et à mesure de l'utilisation de leur contenu. Malheureusement pour nous, ils avaient un caractère provisoire puisqu'ils étaient démontés ou déplacés après les chantiers, et ne laissaient pas de traces archéologiques.

2. 1. 3. Conclusion

Le bilan de l'étude des besoins primaires d'un chantier (pierres, chaux et eau) et des différentes sources d'approvisionnement y subvenant met en évidence les différents aspects du pragmatisme qui guidait la façon de faire des bâtisseurs. Depuis les premières enceintes en moellons jusqu'aux maçonneries les plus complexes, chaque matériau était extrait dans les gisements les plus proches. La complexification technique et les codes esthétiques adoptés conduisirent à une multiplication des ressources à préparer, mais chaque réponse individuelle fut apportée de manière économique.

La fourniture principale est constituée par la pierre à bâtir, véritable matière première du chantier, qu'elle soit mise en œuvre comme parement ou comme blocage. En réalité, il faut distinguer les pierres selon la qualité exigée par le projet de construction. C'est en fonction de ce résultat que furent sélectionnées les ressources exploitées. Le matériau primaire, représenté par le moellon, tiré des fossés par éclatement des fissures naturelles, constituait la première forme de mise en œuvre. Confié à un personnel non spécialisé, vraisemblablement servile, ce travail représentait un poste de dépense peu important. C'est pour cette raison qu'il fut mis en œuvre dans les périodes hautes, qu'il disparut des parements aux dépens d'un matériau plus noble, le bloc à bossage, et qu'il réapparut quand il s'agissait de produire des forteresses en grand nombre, même pour le souverain.

Il faut d'ailleurs s'étonner de la brièveté de l'éclipse de cet appareil au bénéfice de l'appareil régulier. Après 1200, la réappropriation du moellon et de l'appareil irrégulier par les bâtisseurs réduisait les coûts de production par les tailleurs de pierres et (re)mettait les maçons sur le devant de la scène.

Les grandes contraintes peuvent donc se classer en deux catégories :

¹⁶⁴ *Op. cit.* ANTONOW (Alexander) 1983, p. 311. Il évoque un puisard creusé à 50 m en contrebas du château.

- la production d'un appareil de qualité suppose, comme pour l'architecture religieuse, la présence d'un tailleur de pierre sur le site d'extraction ;
- la production de la matière première restait toutefois très localisée. Toutes les carrières, même éloignées, restaient spécifiques à la construction d'un site. Elles étaient ouvertes pour un château précis. Lorsque le gisement était suffisant, elles servaient à plusieurs reprises. Mais globalement, ces gisements étaient abandonnés immédiatement après la construction de la phase initiale. Une demande ponctuelle était compensée par la ponction dans le fossé.

Toutes les autres fournitures (chaux, agrégat et eau) relevaient du même type de contrainte, en termes d'acheminement. Elles pouvaient être confiées à un personnel subalterne (serfs ou manœuvres).

Sur un arrière-plan historique, l'appropriation et le gain des ressources pouvaient sous-tendre des questions d'ordre politique. En effet, ouvrir une carrière ou capter les eaux d'une source supposait un droit d'usage et de préférence la possession des lieux visés. Ces questions ont parfois pu influencer le choix d'un secteur au détriment d'un autre plus proche du site à bâtir, puis à occuper¹⁶⁵.

¹⁶⁵ Les sources les plus proches du château du Hohbarr (Saverne), bâti par l'évêque de Strasbourg, étaient situées en deçà de la limite avec les possessions de Geroldseck, relevant de la Marche de Marmoutier contrôlée par l'évêque de Metz. *Op. cit.* KILL (René) 2012, p. 63.

2. 2. LE CHANTIER DE CONSTRUCTION

Avec l'extraction des matériaux, le chantier entrait concrètement en activité. Cette étape marquait le démarrage d'un processus complexe, nécessitant une organisation et un calendrier précis. Les bâtisseurs, ayant porté leur choix sur un relief, devaient engager le programme dans une période calendaire précise pour procéder aux défrichements et nettoyages de terrain préalables, puis à la mise en place de diverses infrastructures nécessaires à la manipulation des matériaux et à leur mise en place.

La question du démarrage d'un chantier, du point de vue calendaire, n'est pas documentée spécifiquement par les données issues de la recherche archéologique. En revanche, les apports des sources écrites liées à quelques sites apportent un éclairage qu'il est utile de commenter.

Les informations les plus anciennes, qu'elles soient archéologiques ou diplomatiques, dont nous disposons sur la mise en route des chantiers datent au plus tôt du milieu du XII^e siècle. Ces traces et témoignages sont donc contemporains de la période d'apogée de la construction. Toute la période précédente nous échappe totalement d'un point de vue organisationnel et sur le plan technique.

2. 2. 1. Transport et acheminement des matériaux

La mise en route d'un chantier impliquait, en premier lieu, le rassemblement de tous les matériaux nécessaires à la mise en œuvre. Dans le cas de carrières de pierres éloignées comme pour le granulat et la chaux, le transport traversait des terrains accidentés, nécessitant la mise en place de voies carrossables, quand elles n'existaient pas. La connaissance des moyens de transport n'est pas accessible directement par les études menées, aucun témoin archéologique n'ayant été conservé. L'étude de la logistique se base donc sur deux sources indirectes :

- la première est d'ordre topographique puisqu'elle est liée à la recherche des voies terrestres ou des traces particulières tels que des blocs « perdus » sur les pentes pendant leur transfert. Ceux-ci peuvent révéler l'existence de possibles rampes,
- la seconde information concerne les moyens de locomotions, un domaine pour lequel les textes restent avares sur le plan technique, mais l'iconographie apporte de nombreux renseignements.

2. 2. 1. 1. Les méthodes de déplacement des matériaux

Le transport était contraint par le passage sur des axes uniquement terrestres. L'existence de carrières extérieures était liée à la volonté d'extraire un matériau particulier, sélectionné pour l'occasion, ou simplement les liants. Les zones d'extraction pouvaient être desservies par divers moyens. Pour la pierre de construction, la topographie accidentée, caractérisée par des pentes fortes, entre le site de production et la destination constitue le dénominateur commun. Les carrières du Koenigstuhl et du Taennchel ont été creusées dans des versants plus ou moins accentués. La descente du Frohnberg vers le col précédent le Warthenberg n'était pas moins périlleuse, bien que le dénivelé ait été moindre. La solution technique, admise dans ce dernier cas et envisageable dans les deux autres, fut apportée par la construction de rampes permettant de faire glisser les blocs ou de les emmener par schlittage. L'infrastructure, construite en bois, n'a pas laissé de traces archéologiques tangibles, mais les blocs jonchant le versant nord du Frohnberg¹⁶⁶ et le versant sud du Petit-Ringelsberg prouvent le risque encouru. Des accidents de parcours y ont entraîné l'abandon du produit. Cette technique, pratique dans le sens de la descente, devait cependant être complétée par des moyens de transport différents, entre le bas de la rampe et le chantier destinataire.

Le convoi par chariots prenait logiquement en charge la suite des transports. Bien évidemment, les vestiges archéologiques de véhicules sont inexistantes et nos recherches ont donc été centrées vers la localisation d'éventuels chemins creux tracés sur le parcours emprunté, à la condition que l'érosion ne les ait pas gommés du paysage. Au plus simple, ces chemins arrivaient à flanc de montagne et la difficulté augmentait quand il fallait gravir un sommet, en fin de parcours, pour atteindre le chantier. Sur des sites tels que Wassenberg, Schrankenfels ou Bilstein, les convois arrivaient sur la crête, par le flanc de montagne. En revanche, la difficulté était plus importante à Hohrappelstein qui surplombait le col dit *Kalkplatz* d'une cinquantaine de mètres. Tous les moyens de déplacements disponibles furent probablement mis en œuvre depuis le versant oriental du Taennchel jusqu'au sommet de l'Altenkastel occupé par Hohrappelstein, séparés par deux cols établis à 600 m d'altitude et par une distance de 1800 m. Au plus court de ce parcours, un chemin creux, est partiellement conservé et pérennisé par une piste d'exploitation forestière, aménagée dans le versant sud de la montagne.

¹⁶⁶ HAEGEL (Bernard). — Contribution à l'étude de quelques carrières de pierres médiévales en Alsace. In : *Vivre au Moyen Âge. 30 ans d'archéologie médiévale en Alsace*, catalogue d'exposition, Strasbourg, 1990, p. 161-166.

2. 2. 1. 2. Temps d'acheminement

Raccourcir la distance entre lieux de production et d'utilisation était un problème essentiel dans la gestion des chantiers. Les circuits étaient courts puisque, dans le cas de la pierre de construction, cette distance n'excédait pas deux kilomètres, d'après les exemples de notre corpus¹⁶⁷, et offrait la possibilité d'effectuer plusieurs allers-retours quotidiens. D'après des études récentes, extérieures à la région¹⁶⁸, plusieurs types de véhicules à traction animale, bœufs ou chevaux, pouvaient être mis en œuvre dans ces circonstances. Le transport se faisait par des tombereaux, véhicules à un essieu dont la charge était limitée à 1 m³, des chariots à plateau bas à deux roues, ou à quatre roues permettant d'augmenter considérablement le volume déplacé. La charge tractée par quatre chevaux est de 0,7 à 1 tonne de pierres et six emportaient 1,5 à 2,5 tonnes sur un chariot. L'ensemble se déplaçait à une vitesse moyenne de 3 km/h. Le transport des pierres était assuré pendant toute la période médiévale par des véhicules à deux essieux, tractés par des attelages de chevaux ou de bœufs¹⁶⁹, d'après les véhicules figurés dans l'iconographie

Un chariot d'une capacité de 1,5 t transportait sept blocs d'un poids moyen de 210 kg depuis la carrière du Koenigstuhl jusqu'au Bilstein. Selon les formats des blocs taillés dans la carrière et destinés à la tour-maîtresse, le volume moyen d'un bloc était de 0,09 m³. La quantité de blocs nécessaire à l'édification des dix premiers mètres de la tour est donc estimée à environ mille deux cents cinquante blocs. Il aura fallu faire près de cent quatre-vingt voyages pour acheminer ce volume avec une voiture. En comptant la distance courte, ces chariots réalisaient un aller-retour à l'heure, durée qui ne compte pas le temps de chargement et de déchargement de la cargaison. Une estimation optimale est donc de vingt-deux jours pour un chariot, à raison de journées de 8 à 12 heures. L'approvisionnement nécessaire à l'édification de la partie inférieure de la tour était bouclé en une semaine par quatre véhicules¹⁷⁰. Ce rapide calcul permet donc de penser que l'approvisionnement de tout le chantier du château

¹⁶⁷ Thomas Biller mentionne des carrières localisées à 10 km, voire au-delà de cette distance, sans toutefois donner des exemples précis. Cf. BILLER (Thomas), METZ (Bernhard). — *Der spätromanische Burgenbau im Elsass. (Die Burgen des Elsaß ; II)*, München : Deutscher Kunstverlag, 2007, p. 174.

¹⁶⁸ Cf. SALAMAGNE (Alain). — L'approvisionnement en pierres des chantiers médiévaux : l'exemple de Douai (Nord) aux XIV^e et XV^e siècles. In : *Archéologie médiévale*, n° 26, 1996, p. 52.

¹⁶⁹ VANDEKERCHOVE (Christian). — 1. Les images. In : RECHT (Roland) (sd). — *Les bâtisseurs des cathédrales gothiques*. Catalogue de l'exposition, du 3 septembre au 28 novembre 1989, Strasbourg : les musées de la Ville de Strasbourg, p. 333 n° A1 et p. 346 n° A11. Deux figurations de tels chariots datent des deux extrémités de la période médiévale. Le premier datant de la seconde moitié du XI^e siècle est extrait de la *Bible* de Noailles (B.N. Ms. Lat. 6), tandis que le second (Nuremberg, Germanisches Nationalmuseum, Kapsel 1535, H. 2196) représente une scène de chantier de la seconde moitié du XVI^e siècle.

¹⁷⁰ La traction hippomobile est considérée plus rapide que les attelages à bœufs. Mais dans le milieu montagnard, cette différence n'est peut-être pas nécessairement bien marquée. Cf. MARTIN (Maryline), RENUCCI (Florian). — *La construction d'un château-fort : Guédelon*. Rennes, 2011, p. 96.

était bouclé dans une période assez courte. Le transport n'était, en aucun cas, un facteur de ralentissement des travaux. Cette gestion en flux tendu, qui peut être prouvée par l'abandon de la carrière en cours d'exploitation, paraît à toute interruption.

De fait, il se pose la question des personnels employés à cette tâche. La faible qualification requise nous conduirait à y voir un travail subalterne, géré par le biais de la corvée¹⁷¹. Mais une fois encore, les sources écrites invitent à la prudence. Dans l'Ain, les comptes d'exploitation étudiés par A. Kersuzan recèlent le paiement de manœuvres, hommes et femmes, affectés à ce travail, en renfort de journées de corvées qui étaient insuffisantes¹⁷².

2. 2. 2. La préparation du site :

Sur le terrain, la première étape était marquée par la préparation de l'emprise du chantier. La majorité des cas étudiés étant des créations *ex nihilo*, il était impératif pour les bâtisseurs de disposer d'un terrain à bâtir vierge et dégagé de toute végétation.

Les fouilles archéologiques, certes peu nombreuses, mettent en lumière quelques éléments sur les procédés employés pour défricher et niveler différentes parties du site. Ils pourraient se classer en deux catégories d'opérations.

2. 2. 2. 1. Le défrichement par écobuage

Le défrichement était un préliminaire incontournable du fait de la configuration de nombreux sites, installés dans des milieux accidentés et boisés. Après 1150, l'inflation de constructions précédait ou accompagnait les défrichements gagnants de plus en plus de terrains, depuis les fonds de vallées en direction des hauteurs vosgiennes. La multiplication des sites castraux, les *Rodungsburgen*, autour de la vallée de Munster est à ce titre exemplaire de ce phénomène¹⁷³.

Les fouilles du château de Lichtenberg ont mis en évidence des surfaces rubéfiées dans plusieurs secteurs de la basse-cour qui attestent de la crémation à grande échelle de végétaux. Les traces ont été repérées sur des aires supérieures à la superficie d'un simple brasier et dans plusieurs parties du site. Il s'agissait d'une opération obligatoirement menée au cours d'une période sèche. La nature argileuse du substrat gréseux a contribué à piéger les charbons de bois et la cendre qui résultent

¹⁷¹ Pour les châteaux-forts alsaciens, la problématique a été soulevée par Thomas Biller qui n'apporte pas de réponse détaillée. *Op. cit.* BILLER (Thomas), METZ (Bernhard) 2007, p. 174.

¹⁷² KERSUZAN (Alain). — *Défendre la Bresse et le Bugey. Les châteaux savoyards dans la guerre contre le Dauphiné (1282 - 1355)*. Lyon, 2005, p. 313.

¹⁷³ Cf. METZ (Bernhard). — *Dix châteaux des environs de Soultzbach*. Association pour la sauvegarde de l'architecture médiévale, Strasbourg, 1978, 92 p. + il.

de la combustion végétale dans une couche homogène. Mais cette découverte reste un *unicum*¹⁷⁴. De nombreux secteurs étaient probablement nettoyés après cette phase préliminaire.

2. 2. 2. 2. *Le nettoyage des zones à bâtir*

2. 2. 2. 2. 1. *Les fondations ex nihilo*

Le même site du Lichtenberg présente une seconde particularité observée au niveau de la plate-forme sommitale. Là, les traces d'écobuage sont inexistantes et les fouilles ont mis en évidence que la tour-maîtresse fut édifée au centre d'une zone aplanie et nettoyée de tout sédiment. Le sommet du rocher avait été totalement déblayé en amont des travaux. Ce nettoyage était ensuite complété par des aplanissements, notamment sur les tracés des murs et le creusement de rigoles destinées à drainer la surface et, occasionnellement, conduire les eaux vers des citernes. De tels éléments ont été observés au Lichtenberg et au Fleckenstein. Ils démontrent une optimisation de la surface utile pour la récupération de la ressource en eau.

Les travaux préparatoires étaient encore plus importants sur le tracé des murs. Cet aspect sera développé dans l'étude des systèmes de fondations des maçonneries.

2. 2. 2. 2. 2. *L'installation sur des sites occupés à une époque antérieure*

Sur le site du Dagsburg, à Éguisheim, le site a connu un remaniement dont témoigne la démolition de la structure attribuée à la phase A. Le château roman (phase B) fut alors édifée dans le second quart du XII^e siècle. Sa nouvelle enceinte enjambe, grâce à un arc de décharge, le soubassement d'époque antérieure. Cet exemple est représentatif d'un grand nombre de sites castraux dont les vestiges conservés sont généralement postérieurs aux premières mentions. De fait, les maçonneries anciennes étaient noyées sous des murs postérieurs, voire démolies et réemployées sous une nouvelle forme. L'archéologie du sous-sol a mis depuis longtemps l'accent sur les phénomènes de remblaiements successifs effectués pendant ces chantiers. L'enceinte de Châtenois, un site inscrit dans un contexte périurbain, vint ceinturer un site dont l'occupation a débuté pendant l'Antiquité gallo-romaine, d'après les fouilles récentes. Enfin, sur le Hohlandsburg, le châtelet supérieur fut reconstruit sur ses bases initiales, après le siège de 1281. Dans ce cas, la reconstruction fut engagée en moins d'une décennie après le siège.

¹⁷⁴ La pratique a été reconnue à Salbüel en Suisse. Cf. ZEUNE (Joachim). — *Burgen – Symbole der Macht. Ein neues Bild der mittelalterlichen Burg*. Regensburg, 1996, p. 159.

2. 2. 3. Les infrastructures

La pierre de taille, produite dès la carrière, représentait une part importante de l'activité d'un chantier. Il faudrait cependant s'abstenir de considérer qu'elle en était la principale. La production de liants mobilisait un savoir-faire très spécifique, tout comme les infrastructures nécessaires au montage des murs ou à la manipulation des matériaux.

2. 2. 3. 1. Production et usage de la chaux et des mortiers

L'usage de la chaux dans la construction était parfaitement maîtrisé depuis l'Antiquité. Il a cependant régressé avec la disparition de l'Empire pour être renouvelé à l'époque carolingienne¹⁷⁵. Dans le corpus analysé, des traces ténues d'un emploi de ce matériau ont été mises en évidence sur quelques blocs prélevés sur l'enceinte de Krueth-Linsenrain à Wettolsheim. L'aspect général de l'appareil de ce mur laisse supposer que l'usage d'un liant fut inévitable ; mais la question de sa datation reste posée¹⁷⁶. L'emploi plus systématique dans la mise en œuvre apparut dans le mur en abside situé sous l'enceinte nord de la Dagsburg à Éguisheim¹⁷⁷ et dont la construction est typologiquement proche de l'architecture religieuse du XI^e siècle. En l'absence de fouilles systématiques sur ce site, nous ignorons tout des autres structures ayant été bâties durant la même phase. C'est dans les grandes structures bâties vers le milieu du XII^e siècle, telles que Éguisheim-Dagsburg (phase B) et Warthenberg (phase A), que les mortiers devenus un matériau courant dans les maçonneries. Dans le cas des murs en appareil régulier, il fallait produire des mortiers pour les mettre en œuvre dans le fourrage des murs. Avec la réutilisation de l'appareil irrégulier, les maçonneries allaient devenir consommatrices de quantités plus importantes de liants.

2. 2. 3. 1. 1. Les fours à chaux ou Kalkofen

La cuisson du calcaire nécessite la construction d'une structure, le four, puis de son approvisionnement en matière première et en combustible¹⁷⁸. Ce four devait cuire la

¹⁷⁵ COUTELAS (Arnaud), BÜTTNER (Stéphane). — 3. 1. Les mortiers de maçonnerie. *In* : COUTELAS (Arnaud) sd. — *Le mortier de chaux*. Collections "Archéologiques", Paris, 2009, p. 76.

¹⁷⁶ La même question peut être posée pour l'enceinte nord de Hohrappolstein.

¹⁷⁷ Cf. Notice Éguisheim-Dagsburg (phase A).

¹⁷⁸ La principale caractéristique des infrastructures de production de la chaux est la méconnaissance générale sur leur implantation et leur morphologie. En premier lieu se pose la question de leur localisation et du rapport de celle-ci avec le chantier.

pierre à feu vif, selon des techniques éprouvées depuis l'époque antique¹⁷⁹. En fin de processus, la chaux, extraite du four à chaux (ou raffour) était éteinte avec de l'eau. Toutes ces ressources devaient être regroupées afin de garantir la réussite de la manipulation qui exigeait un savoir-faire. Une difficulté supplémentaire était apportée par l'éloignement du chantier de construction d'un château de l'un ou l'autre de ces composants. À cette question, les réponses étaient diverses et il ne semble pas qu'il y ait eu de protocole systématisé. Les fours des chantiers connus dans le Bugey¹⁸⁰ étaient situés près des rivières, de grande taille (entre 4,70 et 7,75 m de diamètre) et devaient être entretenus pendant une semaine au minimum. La chaux éteinte sur place était transportée par chariots ou sur des ânes bâtés vers les chantiers. La fouille du château de Zug (CH) a révélé un four en forme d'entonnoir d'un diamètre maximal de 4,20 m attribué au XII^e siècle. Cette structure était associée à un chantier de rebord de lac¹⁸¹.

Sur les vingt-quatre sites alsaciens étudiés, la présence d'un four est avérée dans un seul cas¹⁸². Cet exemplaire unique d'un raffour découvert en fouilles à ce jour fut édifié sur le site d'Ernolsheim-lès-Saverne-Warthenberg, probablement lors de la tentative d'installation des sires de Lichtenberg en 1262. Le diamètre de ce four est de 3 m, ce qui en fait un modèle de taille moyenne par rapport aux structures connues dans le Bugey, par exemple. Il était couvert par un dôme ogival, forme commune jusqu'au XIX^e siècle, posé sur une sole construite en élévation avec des moellons de grès. Le creusement d'une fosse, tel que cela se pratiquait en plaine, était délicat, car le socle gréseux aurait éclaté sous l'action de la chaleur et déstabilisait la structure qui le couvrait. Il fallut donc importer l'argile afin de construire la paroi du dôme et la sole pour isoler les pierres de la structure. La fouille a mis en évidence une aire de stockage de blocs de calcaire à proximité du four. La roche brute fut amenée sur la montagne où était construit le four, contrairement aux usages répandus qui consistaient à livrer de la chaux éteinte sur le chantier¹⁸³. Ce cas s'explique essentiellement par la proximité de la ressource, qui pouvait être récupérée au pied de la colline occupée par le château, à une distance minimale de 500 m pour le gisement le plus proche. Parallèlement, la présence du four implique l'apport du combustible nécessaire à la chauffe de la structure et c'est peut-être la principale raison de son édification sur le site même.

¹⁷⁹ SUMERA (Franck), PRIGENT (Daniel). — Les matières premières – 2.1. la chaux. In : COUTELAS (Arnaud) sd. — *Le mortier de chaux*. Collections "Archéologiques", Paris, 2009, p. 42-52.

¹⁸⁰ *Op. cit.* KERSUZAN (Alain) 2005, p. 329-333.

¹⁸¹ GRÜNENFELDER (Josef), HOFMAN (Toni), LEHMANN (Peter) sd. — *Die Burg Zug - Archäologie, Baugeschichte, Restaurierung*. Schweizer Beiträge zur Kulturgeschichte und Archäologie des Mittelalters, Band 28, Zug, 2003, p. 45-46.

¹⁸² Il serait imprudent de considérer la faiblesse de ce chiffre comme argument définitif pour conclure à une extériorisation de ces installations, simplement parce que nous manquons de fouilles extensives dans la majorité de ces châteaux.

¹⁸³ *Op. cit.* KERSUZAN (Alain) 2005, p. 334.

Outre cet exemple, deux cas plus indirects peuvent être mis en liaison avec la construction castrale. La proximité avec la ressource en bois expliquerait la présence d'un four, plus récent, sous le château du Hohlandsburg. Il s'agit d'une structure de plan rectangulaire probablement édifée lors des travaux réalisés dans le dernier tiers du XVI^e siècle et qui approvisionnait le chantier de construction du grand bastion nord, attribué à Lazare de Schwendi¹⁸⁴. Sur ce site, les parois du four, construit en moellons de granite, furent partiellement dégradées par la chaleur des foyers disposés à l'entrée de trois alandiers.

Un dernier exemple de site lié à la production ou à la transformation de la chaux est localisé dans le col qui donne accès au château de Ribeauvillé-Hohrappelstein. Dans la toponymie locale, cet endroit est désigné par le terme de *Kalkplatz*. Avec les réserves qui s'imposent, nous pouvons envisager qu'il fasse référence à la zone où était déchargée la chaux apportée depuis la vallée, à défaut d'y voir l'emplacement d'un ou de plusieurs fours. N'ayant jamais été fouillé, il est impossible de préciser la période à laquelle il fait référence. L'exemple du four du Warthenberg est le fruit d'un évènement occasionnel et reste anecdotique à ce stade.

2. 2. 3. 1. 2. Préparation des mélanges

La confection du mortier se faisait dans une installation spécifique, la piscine ou le bac à mortier, préparé à cet effet dans un endroit du chantier (*fig. 30*). Dans ce cas, les exemples nous manquent, faute d'études systématiques sur de nombreux sites. Dans le Palatinat voisin, la trace en négatif d'un bac de mélange, daté du XI^e siècle, a été mise au jour dans le Schlössel de Klingenstein¹⁸⁵. Il était constitué par un cuveau de plan carré de 1,10 m de côté stabilisé par quatre planches et précédé par une sorte de podium formé par deux madriers, sur lesquels se tenait le mortelier. L'ensemble était placé au milieu d'une aire de gachage plus large. Pour l'Alsace, la fouille des éléments liés à la tentative de réoccupation du Warthenberg demeure encore l'exemple vers lequel se tourner. Au sortir du four, la chaux était répandue sur une surface de terrain afin de la laisser refroidir ou de l'éteindre avec de l'eau. Cette zone occupait la ruine de l'ancien logis édifé dans l'angle sud-est du château roman. Après cette opération, le produit était apporté dans une aire de gachage où il était mélangé à l'agrégat. Une telle installation fut observée dans la moitié septentrionale du site, au nord des anciens logis. Le bac fut constitué par des moellons posés de chant de façon à ménager un muret en angle droit.

¹⁸⁴ SIMON (Cécile). — Le four à chaux à proximité du château de Hohlandsberg. In : DELRIEU (Fabien), KOCH (Jacky) sd. — *Le massif du Hohlandsberg (Haut-Rhin). Archéologie d'un espace naturel homogène*. Rapport de projet collectif de recherche, Sélestat, 2010, p. 151-167.

¹⁸⁵ BARZ (Dieter). — Ausgrabungen in der salierzeitlichen Burg "Schlössel" bei Klingenstein, Kreis Südliche Weinstraße. In: BERNHARD (Helmut) (sd.). — *Archäologie in der Pfalz, Jahresbericht 2001*, Rahden, 2003, p. 229-232.



Fig. 30 : Préparation et transport du mortier. Extrait de l'*Hortus Deliciarum*.

Des fouilles préventives menées dans le château du Hohlandsburg¹⁸⁶ au cours de notre rédaction ont mis au jour une installation similaire devant l'entrée de la grande enceinte édifiée dans les dernières décennies du XIII^e siècle. À l'ouest de cette porte, un angle du socle rocheux a été entaillé par un surcreusement en angle droit. La dépression qui entame le socle sur une profondeur d'environ 0,40 m fut remplie de sable d'arène sur lequel fut stockée la chaux pure. La croûte de mortier dégagée à côté de cette surface prouve que le mélange était fait à côté de ce tas¹⁸⁷.

2. 2. 3. 1. 3. Les mélanges produits : principaux résultats des analyses chimiques

L'analyse chimique des mélanges a permis d'examiner la nature des différents composants et de définir les proportions dans lesquelles ils furent mis en oeuvre.

¹⁸⁶ La campagne a eu lieu au cours des mois d'octobre et novembre 2011. Les résultats sont inédits car toutes les données n'ont pas encore été exploitées. Il n'y a donc pas de renvoi dans la notice concernant ce site.

¹⁸⁷ La surface restreinte du sondage n'a pas permis de vérifier où était stocké le sable.

Dans cette partie de l'étude interviennent des facteurs tels que la qualité de la cuisson, la composition chimique de la chaux...

Cuisson et qualités de chaux

La transformation du calcaire se faisait par une cuisson à feu vif dans les fours évoqués plus haut. Une température de 900° était obtenue en brûlant un maximum de branchages pour obtenir un feu à flamme ouverte. La technique de l'enterrement des fours facilitait cette montée en température.

Mais cette technique était maîtrisée à des stades très variables. Des incuits sont présents de manière quasi systématique dans des échantillons de tous les sites testés¹⁸⁸. Les défauts récurrents ont facilité la détermination des origines géologiques des calcaires ayant servi à fabriquer la chaux, dès l'observation des lames minces. Cette présence fréquente d'incuits peut être révélatrice de deux phénomènes : un travail réalisé à la hâte ou, plus vraisemblablement, une mauvaise maîtrise des procédés de cuisson. Une ressemblance des calcaires utilisés (oolithes/ooïdes) a été constatée dans les mortiers du Wassenberg et de l'enceinte de Châtenois. Cette ressemblance révèle un choix de calcaires aux qualités identiques.

La qualité de la chaux est tributaire de la pureté des gisements de calcaire utilisés. Mais ce matériau n'a pas connu l'exclusivité d'emploi puisque les ressources ont été diversifiées pour de multiples raisons (accessibilité ou proximité des gisements, par exemple). L'emploi des chaux dites magnésiennes, c'est-à-dire à teneur élevée en magnésium, est certainement lié à la présence de gisement de calcaire magnésien, enrichi en dolomite, exploité à proximité du chantier. La question d'un caractère légèrement hydraulique de la chaux employée se pose pour celles qui ont été utilisées à Dagsburg, Kaysersberg et au Schrankenfels en raison de leurs teneurs assez élevées en aluminium et en silicium (cuisson d'un calcaire probablement assez argileux).

Dans certains cas, ces qualités de chaux confirment des informations d'ordre chronologique dans la construction. Pour le site de Kaysersberg, la distinction entre tour et enceinte, établie par les analyses monumentale et dendrochronologique, a été confortée par les analyses démontrant que la tour fut bâtie avec une chaux nettement plus riche en soufre. Sur le Ringelstein, la détermination ouvre un questionnement car la chaux utilisée dans la partie exhaussee en moellons de l'enceinte pourrait être identique à celle des maçonneries bâties sur le rocher sommital¹⁸⁹.

¹⁸⁸ À ce sujet, un test comparatif effectué avec des échantillons de maçonneries antiques prélevés à Châtenois a mis en évidence une différence qualitative avec les mortiers médiévaux. Ce test permet notamment d'infirmier la datation antique du mur d'Éguisheim-Dagsburg (phase A).

¹⁸⁹ Au moins d'après les premières observations réalisées, mais avec les réserves d'usage.

Proportion des composants

Sites	Phase/ Datation	N° échantillon	Ratio volumique granulat/chaux	Moyenne du ratio	Masses volumiques réelles (t/m ³)
Dagsburg	A	CF 09-27	5,7	-	-
Warthenberg	A	CF 10-3	-	-	1,495
		CF 10-4	-	-	1,435
		CF 10-5	-	-	1,787,
		CF 10-6	-	-	1,503
		CF 10-7	-	-	2,054
Ringelstein	1180/ 1200	CF 10-12	1,7	4,24	2,148
		CF 10-13	-		1,617
		CF 10-14	4,2		1,667
		CF 10-15	3,8		1,592
		CF 10-16	-		2,201
Pflixburg (enceinte)	Av. 1219	CF 09-15	3,5	-	-
Pflixburg (tour)	Av. 1219	CF 09-16	4,5	-	-
Wassenberg	Ap. 1222	CF 09-2	1,9	3,36	-
		CF 09-3	2,6		-
		Cf 09-4	2,9		1,765
		CF 09-5	3,2		2,058
		CF 09-6	2,4		1,976
		CF 09-7	1,3		1,800
		CF 09-8	9,2		1,657
Kaysersberg (tour)	A / 1227	CF 09-23	8,6	-	-
Schrankenfels	Av. 1241	Schr. 1	4,2	3,67	-
		Schr. 2	3,6		-
		Blocage	4,2		1,876
		Bec	2,7		2,266
		Courtine	3,6		1,696
Kaysersberg (enceinte)	B / 1264/68	CF 09-19	4,4	5,78	-
		CF 09-20	6,6		-
		CF 09-21	6,0		-
		CF 09-22	5,7		-
		CF 09-24	6,2		-
Châtenois	Av. 1298	CF 09-10	-	3,65	1,823
		CF 09-11	3,7		1,680
		CF 09-12	3,6		1,861
Hohhattstatt	1280	CF 07-8	5,2	5,83	1,613
		CF 07-9	6,2		1,620

Fig. 31 : Composition des mortiers et masses volumiques (source Jean-Michel Mechling)

Les chiffres en italique sont sous-évalués en raison d'un broyage incomplet.

L'évaluation des proportions des mélanges à partir d'échantillons tirés de murs ruinés reste un exercice périlleux puisqu'il faut avant tout tenir compte de l'état de conservation du matériau¹⁹⁰. En effet, leur calcul est tributaire du nombre d'échantillons et de la qualité de ces derniers (*fig. 31*).

¹⁹⁰ Une comparaison qualitative se dessinerait plus clairement sur des édifices religieux médiévaux dont les murs sont protégés des lessivages depuis leur construction. Inversement, les phénomènes de recristallisation observés dans les échantillons du Warthenberg démontrent toutes les incertitudes

Les auteurs anciens, tels Vitruve, avaient codifié les dosages entre agrégat et chaux. Le dosage idéal consiste à apporter selon eux deux à trois quantités de sable pour une quantité de chaux. En observant les résultats de nos analyses, il faut donc être prudent par rapport à une forte proportion d'agrégat. Elle peut indiquer un phénomène d'érosion de la chaux par lessivage, trouvant son origine dans la dégradation du monument¹⁹¹ et non un surdosage initial du matériau. Tel semble être le cas pour les échantillons tirés des maçonneries du XII^e siècle (Warthenberg et Dagsburg - phase B). En revanche, plusieurs échantillons tirés d'un même mur peuvent concorder et donc permettre d'avancer une moyenne. Ces chiffres doivent donc être considérés avec réserve, en fonction de leur nombre et de l'origine des échantillons, et nous pouvons en dégager simplement de grandes tendances. En suivant la chronologie des maçonneries et des sites, il apparaît une première ambiguïté dès le XI^e siècle dans le cas du mur en abside de Dagsburg. La valeur de 5,7 pour 1 (CF 09-27) indique un probable surdosage en sable.

Dans la majorité des sites bâtis à partir de la fin du XII^e siècle, les ratios correspondent aux préconisations connues depuis l'Antiquité (c'est-à-dire un ratio de 2 à 3). Il n'existe cependant pas d'homogénéité apparente entre toutes les constructions. La tendance sur Wassenberg se situe plus proche de 2,5/1 avec une exception sur le prélèvement réalisé dans le blocage (CF 09-8) dans lequel la chaux fut fortement lessivée par l'altération. Le fourrage du mur aurait cependant nécessité un dosage moins important en chaux et cette pratique peut être confirmée par des échantillons prélevés dans l'enceinte de Kaysersberg (CF 09-21, 22 et 24). Ces chiffres confirment les pratiques réalisées dans la mise en œuvre. L'enceinte bâtie dans une seconde phase sur le même site impérial présente également un mortier dosé à *minima*. Il semblerait que des économies aient été réalisées sur l'utilisation de la chaux dans cette phase de construction.

Masses volumiques

Les estimations de la masse volumique sont également handicapées par les disparités de conservation des échantillons. Des chiffres faibles tels ceux enregistrés sur les prélèvements de Warthenberg (hormis CF 10-7) attestent également la dissolution de la chaux. Les moyennes des masses au mètre-cube évoluent différemment entre le début et la fin du XIII^e siècle, mais il ne peut pas se distinguer une évolution dans un sens ou un autre. Les *maxima* se situent autour de 2,15 t/m³ (Ringelstein) et les *minima* à 1,61 t/m³ (Hohhattstatt). La fourchette moyenne tourne autour de 1,85 à 1,95 t/m³ pour les autres sites. Ces masses volumiques dépendent essentiellement des

associées à cette enquête. Ils ne pouvaient être soupçonnés au moment de la collecte. De toute manière, nous ne disposons dans la région d'aucun site castral conservé dans son état originel, comme cela peut être le cas chez nos voisins suisses, par exemple.

¹⁹¹ Une expérience à long terme consisterait peut-être à effectuer de nouvelles analyses sur les mêmes murs dans une vingtaine d'années pour mettre en évidence les processus érosifs.

proportions du mortier, de sa mise en œuvre (plus ou moins de pores et d'air) et de l'état de conservation... Les chiffres élevés de Warthenberg et Ringelstein sont liés à la mise en œuvre de sables gréseux, plus fins que les arènes employés dans les autres sites testés.

Siccatifs et inclusions spécifiques

Des ajouts ont été définis par les études des échantillons de mortiers. En premier lieu, quelques rares charbons de bois ont été identifiés dans certains mélanges. Considérés comme agents siccatifs dans la mentalité populaire, leur rareté prouve qu'ils représentent une pollution due à l'extraction involontaire de particules avec la chaux du four. Il en est de même pour des restes de végétaux définis dans les analyses des lames minces.

Des fragments osseux de taille macro- ou microscopique sont également présents dans quelques échantillons. Augmentant la dose de calcium, ces apports sont postérieurs à la cuisson puisqu'ils ne présentent aucune trace de carbonisation. Ils peuvent être présents sous des tailles centimétriques. Le cas spectaculaire s'est présenté avec la découverte d'une mandibule de porc dans un petit tas de chaux pure sur le site de Warthenberg, synchrone avec la tentative de reconstruction.

2. 2. 3. 1. 3. Conclusion

Au final, le mortier de chaux, à travers les exemplaires analysés, ne connut pas de modifications techniques fondamentales. Mais il faut relever des particularités d'ordre qualitatif dans les échantillons observés. D'une part, les incuits sont récurrents dans la plupart des sites documentés, ce qui semble indiquer une perte de qualité de cuisson par rapport aux mortiers antiques. Des variations de dosages s'observent entre une enceinte et la tour, bien que contemporaines (Pflixburg). Un certain surdosage de chaux est constaté dans le bec de la tour pentagonale du Schrankenfels. D'après ce constat, il ne faut pas exclure que les bâtisseurs aient probablement cherché à renforcer les maçonneries plus exposées à des tirs adverses. Inversement, un très fort taux de sable dans l'enceinte de Kaysersberg (phase B) est contrebalancé par un faible dosage de la chaux. Cette dernière maçonnerie fut fabriquée avec de sérieuses économies de moyens.

2. 2. 3. 2. Les infrastructures charpentées du chantier

Le travail du bois par le charpentier débutait par la préparation d'un certain nombre d'infrastructures liées au déplacement des personnels et à la manutention des charges : l'échafaudage et les engins de levage.

2. 2. 3. 2. 1. L'échafaudage

Le premier problème posé par la construction d'un mur devenait, en peu de temps, l'accessibilité du chantier par les personnels. L'échafaudage apporte une réponse appropriée par la mise au point de divers systèmes depuis l'Antiquité. La question d'une forme spécifique à la construction castrale a été posée pour d'autres régions du territoire national¹⁹².

L'étude des échafaudages est abordée par la recherche de témoins ou simplement de leur absence, sur les murs d'édifices de hauteurs conséquentes (enceintes ou tours, par exemple). En effet, ces installations se répartissent entre des structures à perches, indépendantes du mur en cours de construction, qui n'ont pas laissé de traces et des structures solidarisées avec les maçonneries par l'insertion des parties horizontales, les boulines, dans un fourreau, soit borgne, soit traversant l'épaisseur du mur. L'étude de ces infrastructures se résume avec un tour d'horizon chronologique, afin de définir les évolutions systémiques possibles pour déboucher sur une analyse du fonctionnement et de l'usage de ces différents modèles.

Chronologie et définition des formes d'échafaudages

L'analyse des sites contribue à dresser un tableau des différents types d'échafaudages utilisés par les bâtisseurs. Cette recension met en évidence la difficulté de caractériser les éléments pour les sites les plus anciens. En effet, la hauteur des murs n'étant pas connue, il est impossible d'affirmer qu'un échafaudage ait été nécessaire pour leur édification. C'est sur les grandes tour-mâitresses romanes qu'apparaissent les premières traces. Sur le site d'Éguisheim-Dagsburg édifié dans le second quart du XII^e siècle, la tour et le mur d'enceinte conservent des opes de deux types différents. Sur la tour, les angles de la base de certains blocs de l'appareil ont été écornés pour ménager un fourreau non traversant de 12 cm de section. Ce type d'ancrage est relativement fréquent dans l'architecture religieuse à l'époque romane¹⁹³. Sur le parement extérieur du mur d'enceinte, les opes ont été créées par un retrait d'un moellon sur chaque rang de pierre. Les assises supérieures et inférieures forment ainsi un linteau et un appui, tandis que les blocs voisins de la même assise constituaient les montants. De fait, leurs dimensions sont plus importantes que pour celles de la tour, arrivant jusqu'à 16 cm de section.

¹⁹² REVEYRON (Nicolas), TARDIEU (Joëlle). — Échafaudage et donjon. Méthodologie, problématique et spécificité. In : POISSON (Jean-Michel), SCHWIEN (Jean-Jacques) sd. — *Le bois dans le château de pierre*, Actes du colloque de Lons-Le-Saunier (23 au 25 octobre 1997), Besançon : Presses universitaires de Franche-Comté, 2003, p. 329-342.

¹⁹³ BAUD (Anne), HARTMANN-VIRNICH (Andreas), HUSSON (Eric), LE BARRIER (Christian), PARRON (Isabelle), REVEYRON (Nicolas), TARDIEU (Joëlle). — *L'échafaudage dans le chantier médiéval*. Documents d'archéologie en Rhône-Alpes, n° 13, Lyon, 1996, p. 47.

Cette formule d'encastrement semble toutefois avoir disparu avant la fin du siècle pour être remplacée par deux autres types. Dans un premier temps, les constructions en appareil à bossage ou lisse ne présentent plus de traces d'ancrages. Toutes les grandes tours alsaciennes en grand, et moyen appareil à bossages ne portent aucune trace d'ancrage. Spontanément, cette absence est assimilée à l'utilisation d'un type, d'échafaudage toujours en usage de nos jours. Porté par un système de perches parallèles, il est consommateur d'importantes quantités de bois. Il peut être soupçonné sur la plupart des cas présents dans notre étude pour une période allant de 1180 à 1300.

Le dernier modèle rejoint le premier type ; mais les boulines étaient désormais perdus puisqu'ils étaient noyés dans le mur. Cet échafaudage est apparu et a évolué avec l'architecture en moellons développée dans la zone granitique (Pflixburg, Wassenberg, Schrankenfels, Kaysersberg – phase B). Il n'est donc pas antérieur au premier quart du XIII^e siècle. Les boulines ont une section allant de 7 à 10 cm, rarement au-delà. Ce système est le plus simple à mettre en œuvre. Les boulines pouvaient être raccordés par des perches ou être simplement renforcés par des systèmes à bascules, par une équerre à 45°. Ce système laisse souvent des empreintes qui ne sauraient être qualifiées d'opes. Le bois y était scellé définitivement et il a été conservé dans de rares cas.

Fonctionnement technique des différents échafaudages

- Des tréteaux avant l'échafaudage ?

L'échafaudage n'était pas monté immédiatement au démarrage des travaux et, après la pose des fondations, une structure temporaire était mise en place.

L'iconographie médiévale¹⁹⁴ et les connaissances techniques actuelles dans le domaine démontrent que la partie basse d'un mur était généralement construite avec des éléments mobiles assemblés pour former une estrade. Deux tréteaux portaient un platelage indépendant, en planche ou en cadre clayonné, et l'ensemble était déplacé au gré de l'avancement des travaux. La hauteur de ces structures peut être restituée par défaut, à savoir lorsque la mesure des niveaux de boulines est possible depuis le sol d'origine. Les opes de la tour-maîtresse du Dagsburg d'Éguisheim apparaissent à 3,20 m au-dessus du sol actuel, précisément au-dessus du soubassement en blocs à bossages. La mise en place de ce dernier aura probablement été faite à partir de telles plateaux mobiles. Sur l'enceinte de Kaysersberg, édiflée en 1264/68, la hauteur entre la base rocheuse et les premiers boulines oscille, selon l'emplacement, de 3 à 4 m. De plus, sur ce site, une banquette rocheuse de 2 m de largeur a été épargnée au pied du

¹⁹⁴ *Op. cit.* BAUD (Anne), HARTMANN-VIRNICH (Andreas), HUSSON (Eric), LE BARRIER (Christian), PARRON (Isabelle), REVEYRON (Nicolas), TARDIEU (Joëlle) 1996, p. 23. D'après leurs observations, le système d'estrade était utilisé jusqu'à une hauteur de 6 m. Alain Kersuzan évoque des hausse-pieds utilisés en dessous de 5 m. *Op. cit.* KERSUZAN (Alain) 2005, p. 339.

mur afin de disposer de la plate-forme nécessaire à la pose de l'estrade, puis de l'échafaudage.

Ces éléments étaient également utilisés en préalable d'échafaudages indépendants. Dans le cas de Châtenois, l'enceinte ne porte pas de traces de boulins, nous supposons donc un échafaudage à perches indépendant. En revanche, le mur d'escarpe, c'est-à-dire la base de l'enceinte qui habille la paroi du fossé et supportant l'élévation de l'enceinte, a une hauteur (3,10 m) située dans le rayon d'action d'un tel équipement, voir le second niveau de mur arasé à 4,50 m. La dénivellation naturelle du site de Kaysersberg a probablement été exploitée pour desservir le chantier de construction des niveaux inférieurs de la tour-maîtresse (phase A).

À l'inverse des sites au relief abrupt, tels que Pflixburg, Wassenberg ou Schrankenfels, nécessitaient un échafaudage dès la base. L'escarpe accentuée à la base des murs impliquait la pose d'un platelage permettant de circuler.

- Typologie

Au-delà de cette hauteur accessible au pied de l'œuvre, les infrastructures étaient incontournables et obligeaient les bâtisseurs à prévoir les fournitures nécessaires, en fonction du procédé adopté. Tous les systèmes d'échafaudages connus à l'époque médiévale ne semblent pas avoir été utilisés. Ainsi, aucune trace d'un échafaudage à bascule, dont le platelage est supporté par une équerre à jambe de force, n'apparaît pas dans les éléments documentés. La chronologie des différents types se décompose en trois principaux groupes (*fig. 32*) :

- l'échafaudage encastré dans des opes, modèle le plus ancien ;
- l'échafaudage à boulins encastrés noyés dans la maçonnerie ;
- le système à double perches parallèles, totalement indépendant du mur en construction

Enfin, une forme particulière a été réalisée au château du Fleckenstein où le système associait un échafaudage à perches au système à bascule. L'ensemble retombait sur le rocher par un système à jambes de force.

Dans les faits, le modèle ancien, observé sur la tour d'Éguisheim-Dagsburg, est peu représenté localement, même dans l'architecture religieuse¹⁹⁵. Sa mise en œuvre était cependant fastidieuse et il semble avoir été abandonné assez rapidement.

Le système à boulins noyés dans le mur constitue une seconde forme héritée de ce type ancien. N'étant plus tributaire de la forme des pierres, il pouvait être mis en place sous forme traversante et relié aux deux extrémités à des perches. Il simplifiait ainsi l'adaptation au terrain. Par rapport au système traversant à ope, il offrait deux avantages supplémentaires. Ces boulins étaient démontés par un sciage des parties saillantes des parements. La section prisonnière dans le mur formait naturellement un bouchon, à l'inverse des modèles retirés depuis les opes construites. Ces dernières étaient éventuellement rebouchées pour éviter les courants d'air dans les

¹⁹⁵ Citons pour exemple l'abbatiale d'Andlau ou la tour romane de l'église Saint-Georges de Châtenois. Mais une étude des questions d'échafaudements des églises alsaciennes fait également défaut.

constructions. En second lieu, ces pièces de bois pouvaient jouer un rôle de boutisse dans une maçonnerie faite de blocs difformes.

Commune	Sites	Phase/ Datation	Appareil	Perches doubles (pas de traces)	Opes	Boulins encastrés
Eguisheim	Dagsburg*	B (1147)	Grand appareil (tour)		X	
Eguisheim	Dagsburg*	B (1147)	Moyen appareil (enceinte nord)		X	
Ernolsheim-l.- S.	Warthenberg	A (av. 1158)				
Oberhaslach	Ringelstein	1180/ 1200	Moyen appareil	X		
Riquewahr	Bilstein	1180/ 1200	Moyen appareil	X		
Lichtenberg	Schlossberg	Av. 1206	Moyen appareil			
Wintzenheim	Pflixburg	Av. 1219	Moellon - régulier (tour)	?		
Wintzenheim	Pflixburg	Av. 1219	Moellon - régulier (enceinte)			X
Kaysersberg	Schlossberg	A / 1227	Grand appareil	?		
Wasserbourg	Wassenberg	Ap. 1222	Moellon - régulier			X
Soultzbach- les-Bains	Schrankenfels	Av. 1241	Moellon - irrégulier			X
Orschwiller	Oedenburg	Ap. 1250	Moyen appareil	?		
Kaysersberg	Schlossberg	B / 1264/68	Moellon - irrégulier			X
Andlau	Spesbourg	Ap. 1250	Moyen appareil	?		
Châtenois	Quartier du Château	Av. 1298	Moellon - régulier	X		
Soultzbach- les-Bains	Ville	1275				
Ribeauvillé	Haut- Ribeaupierre	B / fin du XIII ^e s.	Moellon - régulier	X		
Lembach	Fleckenstein	fin du XIII ^e s.	Moyen appareil	X		
Wintzenheim	Hohlandsbourg	1279/81	Moellon - régulier	X		

Fig. 32 : Tableau de répartition des types d'échafaudages sur les différents sites.

Au final, ce système a pu être utilisé sous plusieurs formes. Dans l'enceinte de la Pflixburg, les boulins étaient régulièrement espacés de façon à poser des platelages du côté intérieur, alors qu'une pièce sur trois est présente à l'extérieur, au moins en partie basse. Dans cette configuration, les boulins ne servaient qu'à amarrer une perche sur trois, les deux autres étant doublées. Cette méthode contribuait à rigidifier un échafaudage en grande partie indépendant. Cette mixité est encore plus nette dans les cas de Schrankenfels et Wassenberg. Sur le premier site, un seul niveau de boulins fut mis en place. Il servait uniquement à rigidifier un système différent. Dans

le second cas, quelques pièces placées près des angles de la tour-maîtresse, dont l'une traversant la pointe, stabilisaient un équipement indépendant. Cette réduction des ancrages était volontaire car elle facilitait la finition des surfaces de murs à pierre-vue. Les maçons beurrèrent les joints sur des grandes surfaces, sans être contraints par les amarrages saillants du mur. Il n'est donc pas étonnant que le système mixte ait été développé sur les maçonneries irrégulières.

- Type de bois, dimensions et essai de quantification de la consommation

La question la plus problématique est celle des essences de bois utilisées pour la confection des boulines et des perches. Par nature, ces matériaux sont périssables et les boulines de Kaysersberg constituent à ce jour un cas exceptionnel¹⁹⁶. Toutes les pièces observées ou conservées *in situ* ont été taillées dans des troncs de chênes âgés d'une quarantaine d'années. L'essence des perches est inconnue, mais les troncs de résineux étaient les bois les plus appropriés à cette fonction.

D'après les traces conservées, les boulines avaient une section minimale de 6 cm (Kaysersberg – phase B) à 11 cm (Pflixburg). Les opes de grande dimensions construites dans le mur d'enceinte d'Éguisheim-Dagsburg (phase B) ne correspondent pas forcément aux sections du bois. Le grand format permettait l'encastrement et le retrait facile des boulines.

Dans ces échafaudages encastres, l'écartement standard entre boulines d'un même niveau est situé entre 2,10 et 3,20 m, ces longueurs étant très irrégulières dans un même site. En revanche, elles nous renseignent sur les dimensions des plateaux, planches ou cadre tressés, mis en place pour la circulation.

D'un niveau à l'autre, les espacements entre les planchers pouvaient se modifier. Sur la tour-maîtresse d'Éguisheim-Dagsburg (phase B) un maximum de 1,95 m peut être enregistré. Cet écart ne semblait pas poser de problèmes aux bâtisseurs¹⁹⁷. Avec la systématisation des échafaudages à boulines encastres, l'écartement vertical entre les niveaux de platelage a été stabilisé à une hauteur de 1,10/1,25 m, soit le lit de pose maximal que peut atteindre un maçon en gardant ses bras en équerre pour la manutention des moellons. Au-delà, le geste est impossible et l'effort pour lever les matériaux trop pénibles. Ces boulines étaient ensuite bloqués par une à deux assises de pierres. L'ensemble séchait pendant une nuit, suffisamment pour permettre l'utilisation rapide de nouveau niveau. Les faibles écartements supposent que les platelages étaient récupérés et déplacés au fur et à mesure de la progression.

De fait, l'approvisionnement en bois nécessaires à l'échafaudage prenait des proportions relativement importantes. Car au-delà de ses parties verticales et

¹⁹⁶ D'autres pièces de bois existent évidemment dans quelques ruines alsaciennes, mais elles sont inaccessibles à ce jour. Toute tentative de récupération, sans réflexion méthodologique, n'a pas de sens. Nous ne pouvons que regretter les arrachages de ce genre de pièces à l'occasion de chantiers de restaurations. Elles auront fourni une datation, souvent un *unicum*, sans que le contexte ne soit précisé. Les résultats sont donc à prendre avec beaucoup de réserves.

¹⁹⁷ Joachim Zeune signale des écartements verticaux de 1,50 m à 2 m. Cf. ZEUNE (Joachim). — *Burgen – Symbole der Macht*. Regensburg, 1996, p. 163.

horizontales, il faut ajouter les perches de contreventement rigidifiant de l'ensemble. La tour-maîtresse du Dagsburg aura ainsi pu consommer, sur chaque façade, l'équivalent d'environ 125 m linéaires distribués en quatre rangs, sans compter les angles, et environ 360 m linéaire de moises doublées sur chaque niveau pour quinze niveaux. La hauteur de la tour a nécessité l'aboutement de plusieurs perches sur un même pied. Chaque colonne de trous de boulins présente des décrochements qui décomposent le pied en segments de 7 à 8 m de hauteur. Cela signifie que des perches d'une longueur minimale de 9 m étaient utilisées afin de pouvoir les abouter suffisamment les unes avec les autres.

- Des échafaudages standardisés ?

Au-delà de ces considérations quantitatives, l'étude des dimensions des murs confrontée aux questions de hauteurs d'échafaudages ouvre plusieurs pistes de travail, concernant des questions spécifiques à la construction d'une tour ou de l'enceinte.

Plusieurs enceintes, édifiées entre la fin du XII^e et la fin du XIII^e siècle, ont une hauteur de 5 à 10 m, dont plusieurs sont arasées aux alentours de 8 m. Cette dimension a pu être contingentée par la hauteur des échafaudages, particulièrement sur les murs bâtis avec des moellons, plutôt que les impératifs militaires. En effet, sur un plan défensif, ces hauteurs sont suffisantes pour offrir les garanties nécessaires. Il est plausible qu'elles aient été déterminées par la longueur des perches d'échafaudages disponibles. En effet, une pièce de 8 m de long constitue un standard utilisé jusqu'à des époques récentes¹⁹⁸. De cette manière le montage se fait rapidement et permet de progresser rapidement dans l'édification du mur. Sur l'exemple de l'enceinte de Kaysersberg (phase B), le niveau de boulins posé au plus haut en 1267 atteint 6,50 m environ.

La seconde interrogation concerne l'utilisation systématique d'un échafaudage sur les deux côtés d'un mur. Dans la construction d'une tour, l'intérieur était géré à partir des planchers des niveaux successifs et des estrades mobiles suffisaient pour atteindre les parties supérieures. La question se pose différemment pour les murs d'enceinte. Sur certains exemples, les échafaudages démarraient plus bas du côté extérieur en raison de la déclivité du terrain ou du fossé. En raison de l'épaisseur des murs de courtine, nous sommes amenés à penser que les deux côtés d'un mur étaient échafaudés. Les boulins traversant confirment certains cas.

Finalement, l'épaisseur de certains murs et, plus encore, de certaines tours, pose la question de la mise en place d'un échafaudage ; car, sur un plan pratiques, au-delà de 1,50 m d'épaisseur, les maçons circulent directement sur le mur en construction¹⁹⁹.

¹⁹⁸ Nicolas Reveyron signale une expérimentation réalisée avec un échafaudage traditionnel du Dauphiné dont les perches avaient cette dimension. Cf. REVEYRON (Nicolas), TARDIEU (Joëlle) 2003, p. 335.

¹⁹⁹ Information orale Ahmed Nagmouchi de l'entreprise Scherberich. L'échafaudage sert alors plus à la dépose des matériaux, à la circulation et à la sécurité des personnels.

En effet, une certaine épaisseur permettrait de s'affranchir du montage d'un échafaudage. Cette assertion, contredite par les boulins visibles dans les murs du Bergfried de Dagsburg, pourrait être reprise dans les cas de Pflixburg et Kaysersberg. Le mur annulaire de cette dernière a une épaisseur de 4,50 m. La tour a pu être construite à partir d'une sapine portant le système de levage, si ce dernier n'était pas simplement placé sur l'arase de mur. La même réflexion peut être tentée pour le mur-bouclier de l'Oedenburg (phase B), dont la continuité des assises sur les deux flancs du bec rendent cette hypothèse très plausible. Construire en se servant d'un épais mur comme plate-forme était une pratique connue jusqu'à des époques récentes. Le chantier du viaduc ferroviaire de la Souleuvre (Calvados)²⁰⁰, construit en trois années (1887-1889) par Gustave Eiffel (*fig. 33 et 34*), illustre parfaitement cette pratique pour laquelle le parallèle avec la construction médiévale est tout à fait envisageable. L'ouvrage d'art était soutenu par cinq piliers turriformes, dont deux atteignant une hauteur de 61 m, construits avec des blocs de granite posés en assises régulières. Seule la traction animale a été remplacée par la vapeur pour l'acheminement des blocs et l'entraînement d'une grue à flèche.

Les piliers étaient creux et accessibles de l'intérieur pendant la durée du chantier. L'appareil a été monté en assises régulières de blocs de moyen gabarit. D'après une photographie du chantier, les quatre blocs d'angle étaient posés en premier, puis un cordeau tiré entre les blocs traçait le parement de chaque côté. Une simple sapine extérieure construite contre l'un des côtés longs du pilier a suffi pour le fonctionnement de ce chantier et la circulation des personnes²⁰¹.

²⁰⁰ Il était situé sur la voie de chemin de fer reliant Vire à Saint-Lô et Caen.

²⁰¹ Ces images apportent également un grand nombre d'informations pour l'étude des moyens de levage.

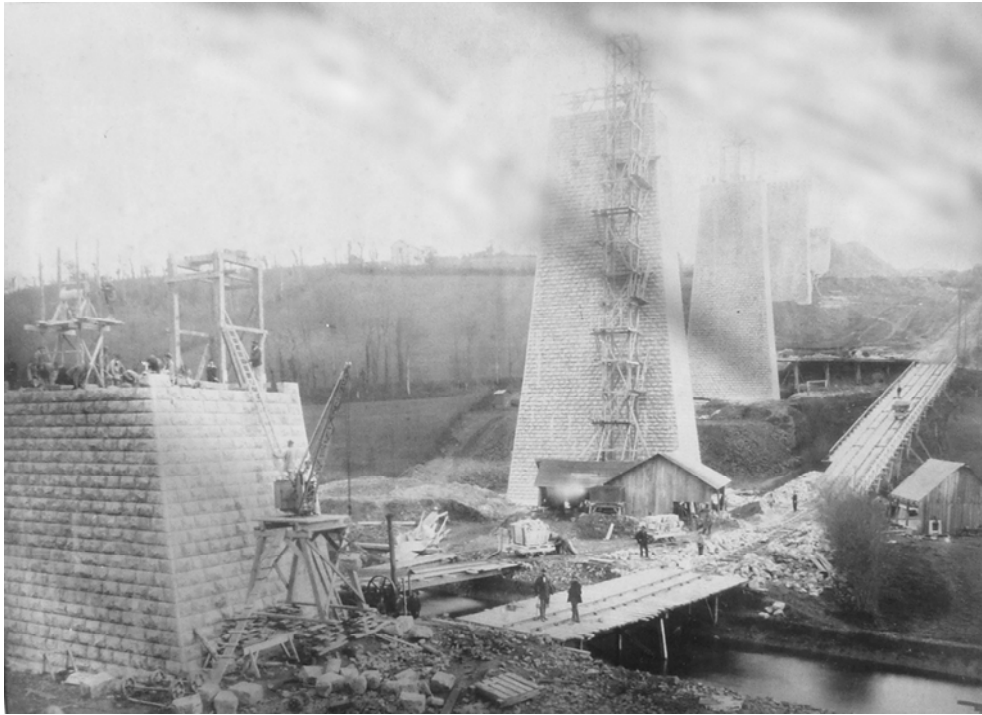
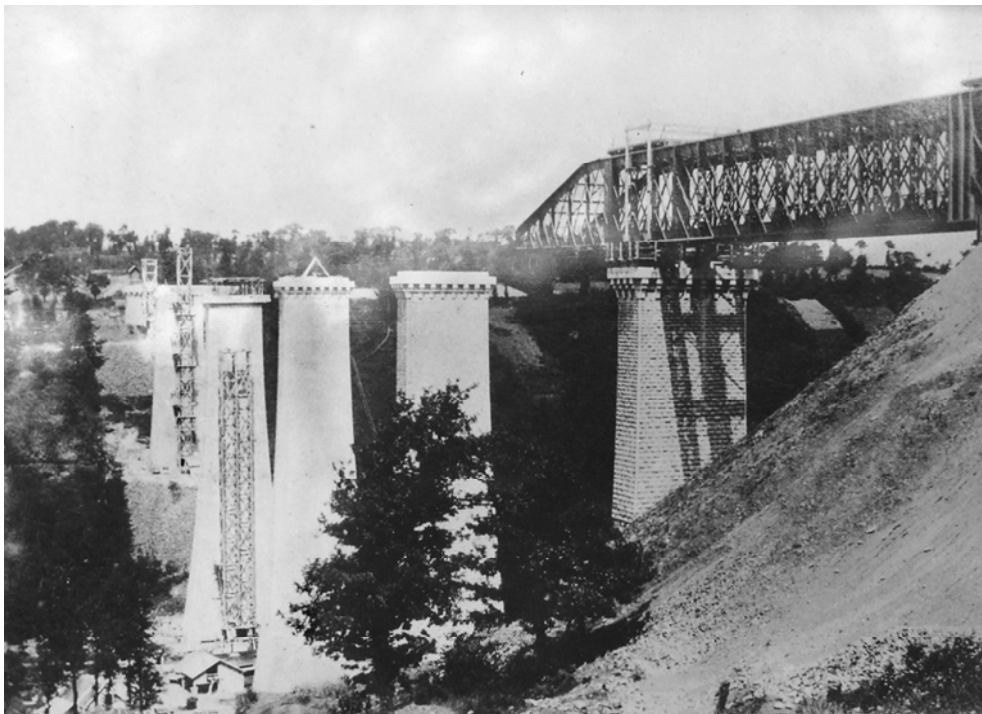


Fig. 33 : Vue du chantier de la Soulevore par G. Eiffel. Doc. J. Koch.

Fig. 34 : Vue du chantier de la Soulevore en cours d'achèvement. Doc. J. Koch.





a



b



c



d



e

- a : Palan et poulie. Mathieu Paris. *Vie de Saint Alban*.
 © Vers 1250.
 b : Flèche avec jambe de force. *Weltchronik*. Fin du XIII^e siècle.
 c : Système de chèvre à double palan. *Livre d'heures du duc de Bedford*. Vers 1423.
 d : Gruau. *Jean de Courcy. La Rouquechardière ou Chroniques*. Vers 1460-65.
 e : Flèche à tambour. *Tour de Babel*. Vers 1450.

Fig. 35 : Modèles de grues et monte-charge.

2. 2. 3. 2. 2. *La manutention*

Les questions relatives aux moyens de déplacement des matériaux sur un chantier se heurtent, *a priori*, à l'écueil que représente l'inexistence de sources archéologiques ; dans la mesure où il n'existe pas d'engins conservés, même partiellement. Contrairement aux échafaudages, dont nous connaissons des empreintes, voire des fragments en place, les témoins directs de la manutention dans les chantiers de châteaux-forts brillent par leur absence, à de rares exceptions près. Nous sommes confrontés à l'étude de traces succinctes visibles dans la structure des murs ou sur les blocs eux-mêmes, donc les témoins de l'usage de ces engins. Leur fonctionnement n'est cependant pas documenté par ce biais.

Diverses traces d'ancrages, isolées, visibles sur des parements ou dans des parois rocheuses ont pu appartenir à de telles installations. Leur analyse exige d'infirmier auparavant toute autre interprétation (charpentes, planchers, échafaudage...). À l'autre bout de la chaîne opératoire, la grille de lecture peut intégrer les témoins que sont les trous de levage visibles sur divers blocs à bossages. Le poids des pierres constituait le principal problème posé aux bâtisseurs et diverses solutions avaient été héritées de l'Antiquité²⁰². Leur pérennité et la forme de leur transmission suscitent des interrogations. La grue à cage d'écureuil, très présente dans l'iconographie médiévale, existe déjà sur le relief des *Hatirii* de l'amphithéâtre de Capoue. Au Moyen Âge, elle ne serait toutefois apparue (ou plutôt réintroduite) qu'au milieu²⁰³ ou à la fin du XIII^e siècle²⁰⁴, c'est-à-dire dans la période où, paradoxalement, le poids des blocs de construction est diminué de moitié²⁰⁵ ! Comment ce modèle a-t-il pu être éclipsé pendant cette longue période ?

Pour cette étude, le recours à l'iconographie peut constituer une solution facile (*fig.* 35). Elle nécessite toutefois un certain nombre de réserves, en raison du caractère symbolique attribué à ces représentations. La complexité de la thématique de la tour de Babel, construction profane par excellence, a été analysée depuis plus de vingt ans²⁰⁶. Lorsqu'une telle image figure la restitution fidèle d'un donjon²⁰⁷, ce dernier n'en est pas le sujet principal. En revanche, des détails isolés, groupés par types

²⁰² ADAM (Jean-Pierre). — *La construction romaine*. Paris, 1984, p. 45-49.

²⁰³ BINDING (Günther). — Baubetrieb in salischer Zeit. In : KOCH (Alexander), SCHNEIDEMÜLLER (Bernd), WEINFURTER (Stefan) sd. — *Die Salier – Macht im Wandel*. Band I, 2011, p. 186.

²⁰⁴ HÄNSEROTH (Theo), MAUERSBERGER (Klaus). — Spekulative Betrachtungen über die Entwicklungen des technischen Wissens im Mittelalter, mit besonderer Berücksichtigung über Heben und Versetzen von Lasten. In : LINDGREN (Uta) sd. — *Europäische Technik im Mittelalter (800 bis 1200)*. Berlin, 1996, p.87-93. Ils placent la réapparition de ce type d'engin dans la seconde moitié du XIII^e siècle.

²⁰⁵ Ce système démultiplie considérablement la puissance de levage, grâce à l'inertie de la roue. Une telle installation de 2,50 m de diamètre restituée au château de Hohlandsburg à l'été 2011 permettait à un enfant de 35 kg de soulever 200 kg de pierre, soit près de six fois son poids.

²⁰⁶ *Op. cit.* VANDEKERCHOVE (Christian) 1989, p. 80.

²⁰⁷ Citons pour l'exemple, le dessin simplifié attribué à Herrade de Landsberg.

(chargement, grues...), figurés sur de nombreuses miniatures, orientent la réflexion vers un retour au réel, c'est-à-dire à leur lien avec le vestige présent sous nos yeux.

La décomposition du travail de manutention distingue les déplacements sur terrain plat ou sur faible pente et les manipulations destinées à soulever une masse verticalement d'un point bas vers un point haut. Différentes manières de faire étaient connues et mises en œuvre en fonction du matériau utilisé et du poids qu'il représentait. Pour les charges supérieures à celles manipulées par deux hommes, des systèmes de levage se déclinaient sous de multiples formes, allant de la simple potence à traction verticale aux grues à bras, muées par des roues à poignées ou à cage d'écureuil. Le système le plus répandu dans l'iconographie était le gruaou, système de potence en forme de « T » doté d'une poulie à chaque extrémité.

Bien évidemment, la question primordiale était posée par le déplacement des blocs, puisque d'autres matériaux plus petits (mortier, moellons...) pouvaient être mis dans des contenants adaptés et se manipulaient donc plus aisément.

La manutention à bras d'homme

Un grand nombre de matériaux étaient maniables sans installation complémentaire. Parmi eux, nous comptons les moellons ou les liants. Ils se transportaient à dos d'homme, dans des auges portées à l'épaule, des oiseaux, un type d'auge à bras se posant dans la nuque, ou sur des brancards maniés par deux personnes. L'accès à l'échafaudage ne posait pas de problème particulier car le cheminement se faisait par des rampes, faites avec des planches bardées de tasseaux cloutés perpendiculairement pour assurer la prise du pied, ou des échelles entre les niveaux. Un certain nombre d'enceintes, notamment celles bâties en moellons, purent être construites rapidement avec ces moyens légers. La majorité des pierres étaient maniables par un homme seul ou deux hommes et portées directement sur les échafaudages. Sur beaucoup de sites, ce portage passait par des rampes horizontales ou à pente légère depuis l'escarpe vers l'échafaudage. L'élévation de la base de la tour de Kaysersberg a probablement tiré profit de la déclivité naturelle de l'arête rocheuse. Une simple rampe permettait alors d'apporter les blocs depuis l'amont. De même, à Châtenois, la rampe pouvait même descendre depuis la contrescarpe du fossé.

Pour les masses plus importantes, déposées par les grues, des systèmes de roulage par rondins étaient utilisés. Un déplacement de ce type peut être envisagé pour la construction du segment d'enceinte barrant la montagne du Koenigsburg (Oedenburg – phase A) ou l'enceinte de Oberhaslach – Petit-Ringelsberg, puis plus tard pour les soubassements des enceintes et tours d'Éguisheim-Dagsburg et Ernolsheim-lès-Saverne – Warthenberg. Le déplacement de matériaux par ce biais ou d'autres ne s'affranchissait pas de la mise en place d'engins de levage et ces différentes techniques fonctionnaient concomitamment. La question principale est posée par la définition précise du type d'engin utilisé et de son rayon d'action.

Traces d'engins de levage

Le matériau mis en oeuvre dans plusieurs sites se heurtait très rapidement aux limites du portage manuel, indépendamment de la réduction des gabarits des blocs au cours des siècles. La réduction des formats, notamment dans l'architecture à bossage, fut stabilisée à un poids moyen de 200 kg au milieu du XIII^e siècle. L'infrastructure de levage devenait alors inévitable, bien que, dans beaucoup de cas de figures, elle était déjà présente pour d'autres raisons. L'équation est posée par la définition du type d'infrastructure ayant la mobilité et la maniabilité nécessaires à une progression rapide du chantier, tout en permettant la levée des charges les plus importantes²⁰⁸. Les traces d'ancrage conservées sont relativement rares, en particulier dans les sites sélectionnés. Notre approche est cantonnée à un constat technique. Une chronologie est difficile à proposer à partir de ces vestiges indirects et de nombreux systèmes, telle que la chèvre, ne laissaient aucun témoignage. Il faut donc procéder par élimination de toutes les autres interprétations, particulièrement des possibilités de confusion avec des vestiges de planchers, avant de conclure à des traces d'engins de chantiers.

En ce sens, le terrain de prédilection est offert par les sites troglodytes des Vosges du Nord où des négatifs de tous types et de tous formats existent dans les parois ou sur les surfaces rocheuses. La typo-chronologie est impossible dans ces conditions. En suivant l'ordre chronologique des sites étudiés. Les plus anciennes empreintes, dont l'attribution peut être douteuse, apparaissent peut-être dans la partie inférieure de la tour du Dagsburg à Éguisheim. Deux niveaux d'opes différenciés ont été aménagés dans le mur sud : trois en parties inférieures et deux au-dessus. Le mur parallèle au nord ayant disparu, il est difficile de proposer une interprétation précise de la structure qui y était encastrée. Dans la tour-maîtresse de Spesburg à Andlau, des opes ont été aménagés dans les murs nord et sud du second et troisième niveau. Ils ont la particularité d'avoir été placés en fonction d'une division ternaire de la hauteur de la tour, avec un rythme d'alternance vertical d'environ 7 mètres. Dans le niveau d'entrée, la répartition est différenciée entre les deux murs. Là, ces réservations ont pu ancrer un système de poulie ou de treuil, conservé après la fin du chantier pour la manœuvre d'un monte-charge intérieur. Dans ces deux cas, ces systèmes étaient posés horizontalement et il est délicat de les interpréter plus précisément. Une grue à flèche n'est pas à exclure sur le Spesburg d'après la largeur de la tour. Enfin, un dernier cas a été documenté sur le site de Fleckenstein à Lembach, illustrant parfaitement les installations réalisées dans les sites des Vosges du Nord et du proche Wasgau. Les deux types de mortaises identifiées par leur différence de section recevaient les pièces verticales d'une structure de levage et son

²⁰⁸ Le travail d'analyse technique des différents types de grues le plus abouti à ce jour a été proposé par Christian VANDEKERCHOVE pour notre région. Cf. VANDEKERCHOVE (Christian). — Les machines médiévales des chantiers septentrionaux : perspectives d'études et documents. In : *Cahiers alsaciens d'archéologie, d'art et d'histoire*, t. XXIV, Strasbourg, 1991, p. 95-112.

tambour, d'une part, et d'une plate-forme de desserte et de stockage, d'autre part. L'installation occupait un niveau intermédiaire et elle a pu fonctionner pendant une durée assez longue, du fait de sa situation en bout de rocher. Cet exemple démontre la contrainte inhérente aux barres rocheuses, par l'obligation des charpentiers de se faire seconder par des manœuvres (carriers) préparant le socle rocheux et les engravures et mortaises nécessaires²⁰⁹.

Toutes ces traces correspondent à des installations lourdes, parfois pérennes, car maintenues après la fin des travaux de construction, mais difficiles à identifier.

La maniabilité des différents types de monte-charges pose une seconde question. Pour un chantier évoluant rapidement en hauteur, le rythme de déplacement des machineries de levage devait être assez fréquent ; car celles-ci n'avaient pas la hauteur de la construction terminée, contrairement à nos grues à flèches contemporaines. Dans cette hypothèse, elles auraient eu une emprise importante, du fait de leur débattement et du volume de cordage nécessaire²¹⁰. L'utilisation de la cage d'écureuil facilitait les tractions mais cette installation consommait une surface importante²¹¹. Elle pouvait facilement se loger dans l'intérieur d'une tour²¹², ce qui contraignait à une certaine mobilité puisque l'édifice gagnait en hauteur. De fait, la grue devait être démontée et remontée plus haut. Cette mobilité devenait une contrainte car il fallait gérer le déplacement d'une machinerie complexe. Les clichés des travaux de Gustave Eiffel en Normandie rejoignent, en ce sens, nombre de miniatures du bas Moyen Âge. La montée sur de grandes hauteurs était faite avec une machinerie légère, facile à déplacer et maniable. Sur une photo, la base de la pile en construction est desservie par une grue à flèche, tandis qu'au sommet, un treuil a été posé sur une charpente surélevée. Dans divers sites, ce type de procédure peut expliquer la construction par segments, particulièrement dans les tours. Ainsi à Kaysersberg (phase A), le montage par une superposition progressive d'anneaux de maçonnerie, de hauteurs plus ou moins équivalentes, a pu être fait, au moins dans les parties supérieures de la tour, par un déplacement régulier des machines de levages. Cette combinaison facilite la gestion des longueurs de cordages nécessaires. En partant d'un cabestan ou d'un treuil fixé au sol, cette longueur doit être du double de la hauteur prévue. Plusieurs figurations restituent des systèmes où le manœuvre est resté au sol. De plus, certaines charges, telles que les blocs à bossage d'un poids de 500 kg, nécessitaient une force considérable pour être hissées sur le niveau de travail.

²⁰⁹ Sur ce site, des installations à tambour furent creusées dans des chambres de citernes et sur la plate-forme sommitale pour l'approvisionnement d'un chantier ou, par la suite, de différents biens. Mais les datations de ces derniers éléments sont incertaines, probablement tardives (fin du Moyen Âge ?).

²¹⁰ Une corde de 4 cm de section soulève une charge de 200 kg. Une charge plus lourde était levée avec la multiplication des poulies et des palans qui compensaient la différence.

²¹¹ Ce n'est pas un hasard si les plus grands modèles de ces engins furent bâtis à la fin du Moyen Âge sur les quais des ports hanséatiques.

²¹² Christian Vandekerchove proposait de voir une sorte de « transparence » dans les images montrant des grues à roue d'écureuil accrochées sur un côté de la tour. *Op. cit.* VANDEKERCHOVE (Christian) 1991, p. 107.

Alexander Antonow suggérait l'emploi d'attelages pour réaliser cette tâche²¹³. Il s'agit donc de disposer des surfaces nécessaires à l'évolution des animaux. Cette solution est acceptable à Warthenberg où la morphologie du site le permettait. Elle peut également être envisagée pour la base de la tour de Dagsburg dont les volumineux blocs de parement du socle n'étaient pas soulevés au-delà d'une hauteur de 4 à 5 m. Mais les chaînages d'angles de cette tour utilisent toutefois des blocs de même gabarit jusqu'au sommet de la tour. Il fallait donc les soulever jusqu'à une hauteur de 20 m pour certains exemplaires.

La solution idéale résidait donc dans les tambours et treuils sur socles mobiles qui se déplaçaient en même temps que le bras de levage, quelle que soit sa forme (chèvre avec poulie, gruaux ou flèche...). La souplesse d'emploi était inhérente à la séparation entre ces composantes d'un monte-charge. De ce fait, la grue à tambour doit être envisagée dès le XII^e siècle, époque où les gabarits étaient les plus lourds, même si leur figuration est plus tardive.

Les trous de pinces

À son autre extrémité, la partie « active » de la corde était dotée des crochets et pièces nécessaires à l'amarrage de la charge à soulever. Dans le cas des moellons, les pierres étaient déposées dans un panier, ou sur un plateau à élingues, fixé à un crochet. La manipulation des blocs à bossages plus lourds et plus volumineux était assurée par des pinces spéciales dont les traces d'ancrage sont conservées sur de nombreux blocs²¹⁴. Ces appareils se divisent en deux catégories²¹⁵, connues depuis l'Antiquité²¹⁶ :

- la pince divergente, proche de la louve ;
- la griffe ou pince auto-serrante²¹⁷.

Ces marques sont presque systématiquement présentes dans l'appareil en grès, plus rarement dans les murs en granite. Dans ce second cas, la pince n'était pas utilisée et le bloc hissé par des élingues. Cela fut probablement employé à Kaysersberg dans la tour-maitresse. L'absence de trous de pince peut également s'expliquer par la granulométrie de la roche dans laquelle furent taillés les blocs. Le grain du granite de Spesburg était suffisant à la manipulation. Mais l'absence de trous de préhensions dans les parements est d'abord liée à leur emplacement sur les blocs. Ils étaient masqués parce que taillés sur les faces engagées des pierres.

²¹³ ANTONOW (Alexander). — *Planung von Bau und Burgen im süddeutschen Raum*. Frankfurt-am-Main, 1983, p. 315.

²¹⁴ La synthèse la plus aboutie à ce jour a été publiée par Dieter Barz. Cf. BARZ (Dieter). — *Hebewerkzeugspuren an Burgen mit Buckelquadermauerwerk im Elsass und in der Pfalz*. In : *Études médiévales – archéologie et histoire*, Saverne, t. IV, 1987, p. 127-158.

²¹⁵ Nous éviterons d'aborder la louve, absente des sites castraux alsaciens.

²¹⁶ *Op. cit.* ADAM (Jean-Pierre) 1984, p. 53.

²¹⁷ *Ibid.* p. 53. Cet auteur note que ce système était mis en œuvre pour les blocs de dimensions modestes ou moyennes.

Le premier type de pinces est resté peu utilisé et fut abandonné autour de 1200²¹⁸. Observé à Dagsburg, ce dispositif y est visible sur le lit d'attente de blocs documentés au bas de la tour. La cavité, creusée en deux parties divergentes, pouvait être fragilisée car la tension de la pince pouvait arracher la zone de prise. Le même système existe sur la tour du Weckmund, édifiée aux alentours de 1200 à l'extrémité sud du complexe castral de Hohegheim. Les trous ont été taillés sur le bossage pour soulever les blocs par la face antérieure. Ce système de pince existe également sur quelques blocs du Warthenberg (Ernolsheim-lès-Saverne), contemporain du Dagsburg.

Dans ce dernier site ont été documentés les cas de pinces auto-serrantes comptant parmi les plus anciens²¹⁹. Une grande majorité de blocs a été manipulée avec ces pinces, grâce à des trous creusés dans les côtés des pierres. La lourdeur des blocs à soulever était importante et quelques-uns présentent des trous de pinces qui se sont arrachés. Ces trous ont un diamètre de 3 à 4 cm et une profondeur équivalente. La forme est en cupule ou ovoïde.

L'amélioration du système de pinces réside dans quelques détails pouvant paraître secondaires. La forme des blocs a permis de cacher les trous puisqu'ils furent taillés dans les parties engagées du bloc, pour des questions pratiques. Cette disposition facilitait la prise par la griffe et la dépose sur le mur en construction²²⁰ ; en évitant une maximum de manipulations intermédiaires. Après 1200, nous observons également que les trous de préhension se rapprochent de la face de parement et sont placés généralement au tiers de la profondeur. Le bloc soulevé basculait donc automatiquement de manière à être posé directement sur sa partie arrière. De ce fait, le bossage ne subissait pas de dégradation et la pierre était engagée dans la façade, au plus prêt des blocs voisins déjà en place. Le grua mobile, doté d'un rayon d'évolution, constitue donc le moyen de levage et de manutention le plus probable.

Une dernière modification s'observe sur les blocs du Fleckenstein, à la fin du XIII^e siècle, puisque les trous de pinces sont visibles sur un grand nombre de blocs du parement. L'ouverture de la pince était équivalente entre la profondeur et la longueur du bloc. Contrairement aux exemples précédents, les pierres étaient soulevées et gardaient une position horizontale. En partie haute du mur arrondi, les blocs étaient encore soulevés latéralement. Ce mélange de deux systèmes permet de penser que deux grues différentes ont pu être à l'œuvre dans cette construction.

L'amélioration du système prouve la simplification du travail, de la maîtrise technique des questions de levage, optimisée vers le début du XIII^e siècle. Les

²¹⁸ *Op. cit.* BARZ (Dieter) 1987, p. 136. L'auteur rappelle que le système est connu depuis Vitruve.

²¹⁹ La généralisation du système est parfois vue comme plus tardive par de rares auteurs, mais cette hypothèse est contredite par les exemples alsaciens. Cf. GROSSMANN (G. Ulrich). – *Burgenbau im Mittelalter und Neuzeit*. In : GROSSMANN (G. Ulrich) sd. — *Mythos Burg*. Katalog zur Ausstellung (8. Juli – 7. November 2010), Nürnberg, 2010, p. 58-61.

²²⁰ Dieter Barz signale déjà ce choix pour des raisons pratiques. Le plus simple pour la préhension était de lever le bloc en utilisant les faces supérieure et inférieure, ce qui diminuait l'ouverture de la pince de moitié. *Op. cit.* BARZ (Dieter) 1987, p. 132.

moyens mis en œuvre ne permettaient toutefois pas de déposer les blocs directement à leur place, mais la mobilité des grues facilitait grandement leur pose au plus près.

Conclusion sur les moyens de levage

La triple équation, posée par le poids des matériaux, notamment dans le cas des blocs à bossages, les systèmes de levage disponible et la nécessité de déplacer ces derniers au fur et à mesure du montage d'une construction, fut résolue par des solutions apportées à chaque partie du problème.

Pour la première question, il apparaît que les gros gabarits ne furent finalement mis en œuvre que pendant un demi-siècle. Dans les châteaux dits « romans », l'évolution des formats montre une réduction au demi, voire au tiers du poids des blocs. Ce changement se stabilisa pour garder une permanence, probablement liée au développement de systèmes souples. Dans ce catalogue de machineries disponibles, la chèvre constituait la solution utilisée depuis l'Antiquité²²¹. De surcroît, le grand appareil médiéval restait, tout compte fait, modeste au regard des gabarits de blocs mis en œuvre à l'époque romaine. Il n'empêche alors que l'apparente « disparition » de la grue à roue est toute relative. Depuis le siècle précédent, l'Occident chrétien connaît une frénésie constructrice dans les domaines religieux et profanes, il fallait déjà disposer de mécanismes permettant de soulever de très lourdes charges. Le système à tambour dans une cage constituait de fait la solution la plus évidente. Au contraire, l'allègement des blocs obtenu à partir de 1200 était adapté à l'utilisation du grua. La seconde solution pour une meilleure souplesse fut trouvée avec l'introduction du grua qui, placé sur un point haut, avait la maniabilité nécessaire dans l'édification des tours.

Ces deux systèmes permirent rapidement d'optimiser les solutions adaptées aux différentes facettes du problème. Les chantiers gagnaient en efficacité, en confort et, au final, en vitesse de progression.

En fin de compte, le chantier castral disposait d'une gamme de solutions techniques mises en œuvre dans le chantier plus complexe des édifices religieux. En ce sens, la période de réduction des formats de blocs correspond à l'émergence de l'architecture gothique dans la région. Le lien le plus étroit entre cette architecture et la construction castrale peut être illustré par le vertigineux chantier réalisé à l'extrémité du rocher du Fleckenstein.

2. 2. 3. 4. Techniques de construction : une rationalisation efficace du travail.

Dans sa phase de réalisation, le chantier disposait des matériaux et des infrastructures nécessaires. Il convient donc d'aborder la question des techniques de

²²¹ *Op. cit.* ADAM (Jean-Pierre) 1984, p. 46

fondation et d'élévation, développées en fonction des matériaux disponibles, et la conduite des opérations de montage.

2. 2. 3. 4. 1. *Asseoir une construction : les fondations*

La réflexion sur la construction castrale peut spontanément faire émerger l'idée d'un avantage pratique lié à l'installation sur un socle rocheux. Les suffixes de « *stein* » ou de « *fels* », accolés aux toponymes de nombre de sites castraux alsaciens, constituent un renseignement inhérent au lieu d'implantation. Construire la fondation équivalait à tracer les contours d'un bâtiment, d'une enceinte et, par la même, définir la limite symbolique séparant le dedans et le dehors. Ici entre en scène une forme sacralisée dans la société médiévale²²².

Cette conception idéale est cependant nuancée par la réalité des vestiges observés. En effet, une barre de grès offre des possibilités multiples, à la condition qu'elle soit saine et peu fissurée. Le granite et la grauwacke sont largement en deçà des qualités requises par les besoins de base et nécessitaient des travaux préparatoires. Pourtant de nombreux sites furent bâtis sur ce type de socle.

La fondation par la pose directe de l'élévation

L'assise d'un « château » complet comme des ses composants que sont les murs maçonnés repose sur des systèmes de fondations très diversifiés. La méthode la plus simple était de tailler le socle substratique, notamment lorsque le bâtisseur avait porté son choix sur un entablement gréseux tels Dagsburg (phase A), Warthenberg, Lichtenberg ou encore Fleckenstein. Bien évidemment, cette pratique était concomitante d'une architecture du bloc à bossage, posé en assises réglées. Fleckenstein est, à ce titre, exemplaire des châteaux des vertigineuses barres des Vosges du Nord. Sur ce type de socle, un mur pouvait être élevé directement, sans semelle de fondation. Le dégrossissement préalable avait pour corollaire de nécessiter beaucoup d'heures de travail, réparties entre un grand nombre de personnels. En même temps, elle décale la mise en route des travaux d'élévation. La technique s'est donc retrouvée limitée à certaines parties, voire totalement rejetée avec le temps. À Lichtenberg, elle était limitée à la façade sud de la tour-maîtresse, mais dont la base reposait cependant sur un socle fabriqué avec des blocs aplanis ou coupés. Au Ringelstein, son contemporain, le tracé de l'enceinte a été effectué sans aucune préparation.

Avant la fin du XII^e siècle, les bâtisseurs se sont tournés vers un principe constructif plus élémentaire, limitant la préparation des fondations à des semelles de différentes formes, à l'égal de fondations enterrées construites dans les fonds de vallée ou dans la plaine. Le rocher n'est plus dégrossi, mais enjambé par les murailles, au besoin par

²²² *Op. cit.* ANTONOW (Alexander) 1983, p. 327.

des arcs de décharge (enceinte de Bilstein, bouclier de l'Oedenburg...). Au plus simple, la base est posée sur une semelle non débordante faite avec des plaques ou des éclats noyés dans le mortier (tour de Lichtenberg, par exemple).

Modes de préparation du socle rocheux

Des obstacles plus importants ne généraient pas de complications particulières. L'enceinte de Ringelstein suit son tracé sans tenir compte de blocs affleurant ou de fissures. Le vide a été comblé avec du matériau, voire des parements, et les angles assis sur des blocs de poudingue formant une semelle débordante. Il est d'ailleurs délicat de parler de fondations, car ces aménagements sont restés ponctuels et que les parements étaient posés d'aplomb sur le socle. Dans le même esprit, la façade méridionale de l'Oedenburg habille un bloc haut de plusieurs mètres, à peine retouché pour ancrer l'arrière de l'une ou de l'autre pierre du parement extérieur. Une base en gradins enjambant les obstacles rocheux était une autre forme d'adaptation à ces contraintes topographiques. Ce type a été observé à Bilstein ou sous l'*Oberschloss* de Hohlandsburg.

Le mortier de chaux devenait le matériau privilégié pour la construction d'une base de mur. Trop de fissurations superficielles représentent un danger potentiel car elles peuvent provoquer l'écrasement du socle et accélérer la dislocation d'une maçonnerie. Les vides étaient remplis avec un béton de mortier, bloqué avec des éclats en zone gréseuse et granitique (Oedenburg ou le châtelet supérieur du Hohlandsburg). De fait, le socle devient une maçonnerie à part entière et il n'est plus besoin de chercher la roche idéale. Cette création était devenue nécessaire sous les tours-maîtresses qui représentaient une masse de plusieurs centaines de tonnes à asseoir. Les *Bergfrieds* de Pflixburg, Kaysersberg ou Spesburg étaient posés sur des maçonneries qui noyaient le rocher de fondation. De cette manière, le socle naturel était renforcé par une sorte d'estrade débordante aux formes irrégulières et peu soignée. Sous le châtelet supérieur du Hohlandsburg, un mur complet fut adossé au nord et lié par des retours d'angle droits aux murs pignons est et ouest, afin de créer l'assise du logis supérieur. Le vide entre le mur et le socle fut comblé avec des apports de roche, puis nivelé par une couche de terre.

Un dernier cas de figure est représenté par les sites bâtis sur les plus mauvais socles substratiques. Schrankenfels en est l'archétype, posé sur un rocher éclaté et feuilleté par l'action des éléments naturels. Dans ce cas de figure, la question a tout simplement été résolue par l'épaisseur donnée au mur de courtine (2,85 m). En effet, cette dimension n'était nullement contrainte par les impératifs défensifs, la pente jouant largement ce rôle. Il s'agissait avant tout de fonder, sur un mauvais socle, une maçonnerie dont la qualité n'était pas meilleure. Cette particularité ne doit pas occulter le fait que le mur n'a pas de fondations spécifiques et qu'il a été construit d'aplomb sur toute sa hauteur.

Les sites du piémont : Châtenois et Soultzbach-les-Bains

Le tableau serait incomplet sans l'évocation des enceintes bâties dans les sites de pentes et habillant l'escarpe des fossés (Châtenois et Soultzbach-les-Bains). La première a été documentée par des sondages réalisés jusqu'à la base. Une semelle débordante très sommaire, posée sur les colluvions substratiques, recevait les premières assises de l'escarpe. Celle-ci a été arasée au sommet de l'escarpe du fossé, avant de construire l'élévation.

2. 2. 3. 4. 2. Édifier un mur

Après la préparation des fondations, l'élévation était construite dans des dimensions très différentes, adaptées à la fonction des maçonneries (défense, habitat...). Dans le type de construction qui nous intéresse, l'édification d'un mur consiste à assembler deux matériaux de nature très différente, la pierre et le mortier, en fonction de formats et de dosages variés²²³. Héritée de l'époque antique, la construction médiévale a développé ses propres façons de faire, adaptées à des sites très divers.

Le parement double, formant l'enveloppe d'un mur, cumulait les charges symboliques, exprimées dans sa finition, et techniques, puisqu'il habillait un noyau, le blocage, le véritable corps de cet ensemble. Les formes du parement ont évolué en fonction de la diversification des constructions, conçues initialement à partir de simples murs défensifs. Au fil des siècles, les « châteaux-forts » avaient fini par cristalliser un agglomérat de constructions très différentes, destinées à matérialiser individuellement une part de chaque fonction afférente au site (défensive, résidentielle, culturelle ou économique...).

Le montage des murs

La mise en place des parements, avant d'examiner leurs caractères spécifiques, peut d'abord être analysée de manière globale, c'est-à-dire en fonction de procédés de constructions adoptés par les bâtisseurs. Le montage était fréquemment divisé en tranches de constructions, adaptées aux conditions exigées par le terrain et concomitantes du montage des échafaudages. Nous pouvons alors parler de phases de montage, suivant une division en segments de maçonnerie. Cette pratique est connue depuis les débuts de l'architecture castrale, comme l'a mis en évidence Luc Bourgeois pour l'enceinte du site d'Andone²²⁴, montée par tronçons successifs. Les

²²³ La brique n'entre pas en jeu car elle fut utilisée plus tardivement dans les constructions castrales et plus souvent en plaine que sur les sites de hauteurs où elle fut employée sporadiquement dans les encadrements, les voussures ou les manteaux de cheminées.

²²⁴ BOURGEOIS (Luc). — *Une résidence des Comtes d'Angoulême autour de l'An Mil – le castrum d'Andone*. Caen : CRAHM, 2009, p. 46.

segments se succédaient en plan et en élévation, en fonction des déplacements de l'échafaudage. Sur nos sites, le procédé est vérifiable, indifféremment de l'architecture en moellons ou en appareil réglé.

- Les techniques de montages

Pour la construction des enceintes, la segmentation suivait le tracé réalisé préalablement au cordeau. L'exemple le plus ancien²²⁵ est la tour du Dagsburg dont le montage a été fait par passages successifs de deux à quatre assises progressant, alternativement, de gauche à droite ou inversement en direction d'un chaînage d'angle posé préalablement. Dans l'appareil en blocs à bossage, ce procédé a connu son apogée dans la seconde moitié du XIII^e siècle. À cette époque, des segments indépendants sont élevés sur des hauteurs conséquentes avant d'être liés les uns aux autres. Les murs gouttereaux du logis de l'Oedenburg (phase B) étaient ainsi reliés progressivement au mur-bouclier par une assise en arase, depuis une attente édifiée pour délimiter l'emprise du bâtiment. Sur ce site, la segmentation était opérée jusque dans une assise puisque des rangs de pierres posés en sens opposés étaient séparés par des clés posées de chant. À Kaysersberg (phase B), le mur de refend séparant l'*Oberschloss* de la basse-cour a été relié à la courtine au niveau du chemin de ronde, soit plus de 4 m au-dessus de la base !

Les conditions ne changeaient pas dans les murs en moellons. L'analyse des élévations de l'enceinte de Châtenois a mis clairement en évidence une démarche constructive qui, dès le creusement du fossé, fut réalisée par tronçons réguliers, évitant l'effondrement des parois du fossé.

- Garantir la prise du mortier

Cette segmentation peut également être contrainte par une gestion des temps de séchage des mortiers. Dans cet ordre d'idées, il s'agissait d'assurer la prise minimale de matériaux, sans attendre toutefois leur séchage complet. Les assises ne peuvent pas être empilées indéfiniment sans garantir un minimum de séchage, même s'il ne dure qu'une nuit. La progression par segments indépendants à partir des angles ou entre les façades, puis reliés par des arases, observée sur les sites en appareil régulier tels que la tour de Dagsburg (phase B) ou les constructions de plan massé (Spesburg, Oedenburg phase B), répondait également à cette problématique.

- La segmentation à des fins comptables ?

En liaison avec ces segments horizontaux peut être avancée la question d'une manière de faire d'ordre comptable, à l'identique des comptes de constructions des châteaux savoisiens du Bugey²²⁶. Datés du début du XIV^e siècle, ils consignent le

²²⁵ Les maçonneries des constructions anciennes (Krueth-Linsenrain, Hohrappelstein-phase A, Petit-Ringelsberg...) ont été trop peu documentées sur ce point pour permettre d'y révéler ces grandes lignes.

²²⁶ *Op. cit.* KERSUZAN (Alain) 2005, p. 307.

dénombrer de sections de murs construites sur des hauteurs standardisées de trois rangées. Cette procédure permettait de prévoir les approvisionnements de pierres, puis de facturer les travaux réalisés.

La tour de Dagsburg (phase B) est caractérisée par de nombreux arrêts de chantier marqués par des segments, montés sur deux ou trois assises. Ces interruptions correspondent à des fins de journée ou de semaine, qu'il est difficile d'interpréter. De façon plus explicite, les arrêts talutés de segments construits à Châtenois n'ont pas simplement une origine technique. Ils peuvent indiquer le point de rencontre de deux équipes travaillant en sens opposé. À l'identique, la tour de Kaysersberg a été faite par la superposition de tambours successifs de même hauteur. La démarche répond autant à des questions techniques, à savoir rétablir une surface en plan de la maçonnerie, qu'à un décompte probable des travaux réalisés.

Dans les sites « gothiques » (Spesburg ou Oedenburg - phase B), cette segmentation démontre que la ceinture d'échafaudage fut complète autour de l'ensemble du bâtiment projeté. Les différentes sections de façades et de mur-bouclier étaient liées au fur et à mesure de la progression en hauteur. Au final, il se peut que cette pratique comptable ait été mise en place à partir du module maximal de mur qu'il était possible de produire sur une période donnée avec un matériau spécifique, à l'inverse de nos calculs reposant sur l'enregistrement du travail fourni quotidiennement.

Rythme et temps de montage

De toute évidence, le système par segments indique une optimisation de la construction, dont le but était un gain de temps et d'énergie notoire. Les sources écrites, pour une époque qui rémunère la tâche réalisée et non les heures produites, sont inexistantes et les spéculations varient en fonction des auteurs²²⁷. Les journées hivernales sont comptées à environ 8 heures et les journées estivales à 10,5 ou 12 heures²²⁸. Nous ignorons les productions réalisées pendant ce laps de temps et le nombre de personnes requises. D'après les éléments observés à Châtenois, nous constatons que la maçonnerie fut bâtie sur de grands segments, montés grâce à un échafaudage d'une hauteur de perches unique, sans complexité technique, donc très rapide à monter. L'ensemble put ainsi être édifié dans un laps de temps très court, après l'achèvement de la contrescarpe asseyant le mur.

- Indices archéologiques

Sur le plan archéologique, les réponses sont approximatives, à l'exemple de Châtenois, si elles ne sont pas confrontées à d'autres informations de terrain. La dendrochronologie des niveaux d'échafaudages peut apporter une réponse comme cela fut le cas pour l'enceinte de Kaysersberg (phase B), bâtie en trois campagnes

²²⁷ Cf. ANTONOW (Alexander) 1983, p. 228 et MARTIN (Maryline), RANUCCI (Florian) 2011, p. 91.

²²⁸ Antonow mentionne 42 jours de fêtes dans l'année, sans compter les dimanches, soit 250 jours ouvrés, tandis que l'équipe de Guédelon comptabilise 200 journées de travail annuel.

annuelles pour une enceinte longue de 260 m. La segmentation de la tour édifée, un demi-siècle auparavant sur le même site, indique également un processus relativement rapide. Près d'une décennie auparavant, le château d'Anse (Rhône)²²⁹ fut bâti par tranches successives entre 1213 et 1218²³⁰. Des examens palynologiques complémentaires des mortiers ont prouvé que le donjon de ce château fut édifé en une seule année (1214), entre le mois de mai et la fin de l'été²³¹.

- Archéologie expérimentale et chantiers de restauration

La seconde possibilité de réponse est apportée par le biais de l'archéologie expérimentale²³² ou des chantiers de restaurations et de consolidations, notamment ceux qui étaient pilotés par un architecte en chef des Monuments Historiques, sous contrôle de la CRMH d'Alsace²³³. Ces expériences ont permis de récolter quelques informations intéressantes sur les rythmes de travail, d'autant plus fiables que ces travaux sont tributaires de facteurs économiques, donc réalisés dans des conditions similaires²³⁴.

La reconstruction de la base de la tour circulaire sommitale du Hohlandsberg en 2004 a progressé au rythme de 1h30 à 1h45 pour 1 m² de maçonnerie posé sur 0,80 m d'élévation, soit trois assises. Ce travail était effectué par trois personnes, à savoir deux maçons secondés par un manoeuvre. Pour un tour complet d'une hauteur de 0,90 m, il fallait compter environ neuf jours ouvrés. La progression est simplifiée lorsque le mur est linéaire. Sur le même site, une équipe analogue reconstruisait une section de l'enceinte (2,20 m d'épaisseur) sur une longueur de 2 à 3 m et une haute de 0,90 m, en quatre jours. L'emploi de moellons ralentissait les maçons, obligés de trouver des blocs s'ajustant les uns avec les autres. L'utilisation d'un appareil réglé facilitait donc grandement la tâche. Sur le chantier de restauration de l'Oedenburg, la vitesse de progression a été diminuée d'un quart en données comparables puisqu'il suffisait d'aligner les blocs les uns après les autres.

²²⁹ FEUILLET (Marie-Pierre), GUILHOT (Jean-Olivier). — *Anse – Château des Tours. Cinq années de recherches - rapports archéologiques préliminaires de la Région Rhône-Alpes*, CRA – Valbonne, 1985, p. 45.

²³⁰ Ce château est constitué de deux tours circulaires, bâties respectivement en 1213/14 et 1216/17, séparées par le logis, édifé en 1217/18. La première tour, comparable à celle de Kaysersberg par ses dimensions, resta isolée pendant une année, avant la suite des travaux.

²³¹ *Op. cit.* GUILHOT (Jean-Olivier), ISKANDAR (Denise), ORCEL (Christian), DORMOY (Christian), 1992, 8 p. + ill.

²³² L'expérience conduite à Guédelon depuis 1999 constitue une démarche intéressante, mais elle ne concerne que très accessoirement les principes constructifs adoptés en Alsace, en raison des différences d'appareil. De plus, étant dans une recherche permanente, elle s'inscrit dans un processus long, ce qui peut fausser, d'une certaine manière, cette approche de ces questions de temporalité.

²³³ Informations orales : Ahmed Nagmouchi, conducteur de travaux de l'entreprise Scherberich.

²³⁴ Soumis aux marchés publics, les prestataires sont tenus à tenir une comptabilité très stricte des heures produites et des matériaux consommés. Nous pouvons donc estimer que leur travail, notamment pour les maçonneries, est proche de la réalité médiévale. La différence réside dans le nombre d'heures quotidiennes produites.

De fait, sur la base de ces constats, le calcul pour une enceinte telle que celle de Châtenois, longue de 400 m, requérait environ 174 journées pour une équipe de trois personnes. La longueur des sections de l'enceinte permettait à plusieurs équipes de travailler en même temps. En affectant une dizaine d'équipes (30 personnes) sur différents points, la construction est ramenée au chiffre théorique de 17,4 jours, soit un mois de travail. Ce calcul reste théorique²³⁵, mais les différents moyens mis en œuvre sur ce site rendent tout à fait plausible le fait de bâtir ce mur en deux, voire trois saisons au maximum. En utilisant les mêmes paramètres, l'estimation du nombre de maçons et manœuvres présents à Kaysersberg sur la tranche initiale de 1265, élevée à une hauteur moyenne de 3 m, se chiffre à environ 156 jours pour une équipe de trois maçons, soit 31 jours pour une quinzaine de maçons. Comparés aux rares chiffres fournis par les sources écrites²³⁶, notre appréciation reste probablement en-dessous de la réalité. Ici, également, la longueur du mur permettait à plusieurs équipes de travailler en même temps.

- Les sources écrites

Enfin, une information indirecte est fournie par les archives renseignant l'histoire de certains sites. Plus précises pour la fin de la période (Hohlandsberg, Hohhattstatt...), ces sources pâtiennent de l'état d'érosion avancé des deux sites. Les fouilles du châtelet supérieur du Hohlandsburg ont mis en évidence un niveau d'incendie probablement lié au siège évoqué en juillet 1281, un évènement qui corrobore un avancement du bâtiment à cette date. La découverte de céramiques culinaires argumente en faveur d'une occupation à cette date. Il fallut donc moins de deux années pour rendre habitable cette partie supérieure dotée d'une tour de flanquement. Mais nous ignorons la hauteur à laquelle s'éleva cette première construction. Pour le site du Hohhattstatt, la prudence est encore plus de mise puisque nous ne connaissons pas les contours précis de la construction réalisée.

Typo-chronologie des maçonneries

Les matériaux mis en œuvre se distinguent entre l'appareil lisse en moellons, au mieux formatés après un équarrissement préliminaire, d'une part, et, l'appareil réglé, formé de moellons ou de blocs quadrangulaires, d'autre part. Le bloc à bossages marque un aboutissement sur le plan esthétique de ce type de matériau.

²³⁵ Il est basé sur une option idéale, supposant que l'alimentation en matériaux soit constante, ce qui expliquerait également le travail en flux tendu dans les carrières.

²³⁶ Pour mémoire, le projet d'édification d'un bastion au Hohrappelstein en 1425 mobilisa près de 300 personnes. Il s'agit d'un petit chantier ?

- L'appareil irrégulier de moellons

La plus simple façon de construire consiste à empiler des blocs de pierres, collectés dans les pentes couvertes par des éboulis, puis assemblés sans aucune retouche de leur forme initiale. Cette méthode de construction a été observée sur divers sites et l'appareil fruste qui le caractérise est très intemporel. Des enceintes bâties probablement dans les premiers siècles du Moyen Âge ont pu être confondues, pour cette raison, avec des structures protohistoriques. Dans les sources bibliographiques, cette attribution chronologique fut souvent faite par défaut, en raison de la « médiocrité » des appareils et/ou de l'atypie des plans²³⁷. Les types de parements observés sur nos sites sont toutefois très éloignés de l'architecture monumentale des grandes *oppidas*²³⁸. À l'inverse de cette interprétation hasardeuse, la définition typologique des structures défensives alto-médiévales reste très mal documentée dans notre région²³⁹. C'est selon des critères très approximatifs que l'enceinte de Krueth/Linsenrain fut attribuée à la fin de la Protohistoire²⁴⁰. Sa datation n'est pas certifiée à ce jour, mais des indices constructifs et structurels rendent une datation entre le IX^e et le XI^e siècle très plausible. La présence de mortier sur le parement extérieur renforce cette hypothèse, car cette technique a été vérifiée dans différents sites allemands du X^e siècle. Le matériau servait à conforter les parements extérieurs des enceintes²⁴¹. Le même groupe intègre éventuellement le mur de Hohrappelstein-phase A et l'enceinte de Petit-Ringelsberg, dont le parement évolue vers un appareil régulier.

Ce type de maçonnerie fut éclipsé temporairement en Alsace par la généralisation de l'appareil régulier à bossages, mais sans disparaître complètement. Les blocs étaient équarris de façon à obtenir une face polygonale proche du parallélépipède, mais ils restaient trop irréguliers pour être posés en assises réglées. Chaque mètre d'élévation était constitué par 4, 5 ou 6 assises, plus ou moins régulières. Le matériau redevint courant dans les sites bâtis dans les zones granitiques ou schisto-grauwackeuses

²³⁷ Le Petit-Ringelsberg est un exemple très souvent utilisé par les protohistoriens, sans qu'aucune donnée de terrain n'ait étayé le propos. Cf. AUDOUZE (François), BUCHSENSCHUTZ (Olivier). — *Villes, villages et campagnes de l'Europe celtique*. Paris : bibliothèque d'archéologie, 1989, 362 p. + ill et METZ (Bernhard). — Le château de Ringelstein – étude historique. In : *Études médiévales : archéologie et histoire*, n° 3, Saverne, 1985, p. 41-66.

²³⁸ Cf. FICHTL (Stephan). — *La ville celtique : les oppida de 150 av. J.-C. à 15 ap. J.-C.* Paris, 2000, 190 p.

²³⁹ Un début de synthèse a été fait pour l'Allemagne actuelle. Cf. ETTTEL (Peter). — *Burgenbau unter den Franken, Karolinger und Ottonen*. In : GROSSMANN (G. Ulrich), OTTOMEYER (Hans). sd. — *Die Burg -Wissenschaftliches Begleitband zu der Ausstellung « Burg und Herrschaft » und « Mythos Burg »* Symposium « Die Burg » auf der Wartburg (19. – 22. März 2009, Dresden 2010, p. 34-49.

²⁴⁰ Le chanoine Sig qualifiait cette enceinte de « *murus gallicus* », bien qu'aucun élément attestant ce type de construction ne soit reconnaissable sur le site. En même temps, l'appareil de ce mur démontre qu'il ne s'agit pas d'un simple amas de pierres édifié à la hâte. Cf. SIG (Louis). — *Eine vorgeschichtliche Bergfeste im Waldgelände von Wettolsheim*. In : *Annuaire de la société historique et littéraire de Colmar*, 1950, p. 9-17.

²⁴¹ *Op. cit.* ETTTEL (Peter) 2010, p. 37.

après 1200²⁴². Probablement réintroduit à partir du royaume de France²⁴³, d'où la dénomination d'« *opus francigenum* », il nécessitait l'emploi d'importantes quantités de mortier et c'est, dans cet aspect technique, que réside sa principale différence avec l'appareil réglé. L'emploi de ce matériau facilite surtout l'indépendance par rapport au tailleur de pierres dont le rôle se restreignait à des éléments architecturaux (angles, larmiers sur des ressauts, encadrements...). Le mortier servait à achever le travail de surface des murs. Dans ce type de mur, le parement devient une sorte d'amalgame à l'égal du mortier, constitué avec de la chaux et d'un agrégat²⁴⁴. L'irrégularité des joints entraînait une consommation de mortier qui a peu évolué avec le temps. En effet, le ratio était situé à 28% de joints pour un mètre carré de parement dans le mur de Krueth-Linserain, avec la réserve que nous ignorons la quantité précise du mortier utilisé (fig. 36). Sur tous les sites attribués au XIII^e siècle, les interstices se situaient aux alentours de 24%, avant de diminuer à 16% à la fin de la période²⁴⁵, une réduction due à l'utilisation de cales remplissant les vides. Ces joints gras compensaient les effets de la compression. Les parements pouvaient être revêtus d'un enduit à pierre-vue (Schrankenfels, Wassenberg, Hohlandsberg...), tiré au-dessus des joints.

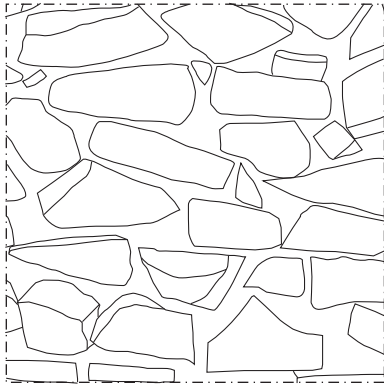
Un autre avantage de cet appareil est lié à la masse volumique des moellons. Ils étaient, en grande majorité, dimensionnés pour être manipulés par deux maçons au maximum. Des blocs plus gros ont été utilisés dans certaines conditions, mais leur poids n'a jamais approché celui de l'appareil monumental à bossages du XII^e siècle. Ce facteur est dépendant du type d'engins de levage utilisés au XIII^e siècle, pendant lequel les volumes et poids des blocs équivalaient à ceux de l'appareil à bossages. La majorité des blocs de pierre était formatée en carreaux, posés sur un même niveau, souvent en continuité entre les parements intérieurs et extérieurs.

²⁴² Thomas Biller interprète ce retour comme le renversement d'un siècle de « domination » du bloc à bossage. Cf. BILLER (Thomas), METZ (Bernhard) 1995, p. 87.

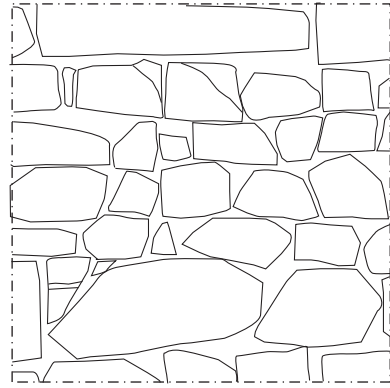
²⁴³ *Op. cit.* SALAMAGNE (Alain) 1996, p. 67.

²⁴⁴ Il est donc plus intéressant de calculer le ratio en pourcentage plutôt que d'essayer de mesurer des épaisseurs de joints comme cela se ferait pour l'appareil régulier.

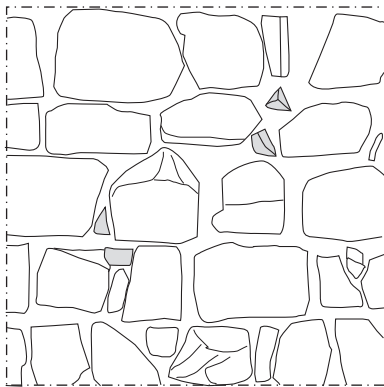
²⁴⁵ Ce calcul mériterait d'être étendu à un nombre plus important de sites pour être pertinent. Nous avons cependant choisi les zones de parement les plus denses dans chaque exemple présenté sur notre planche.



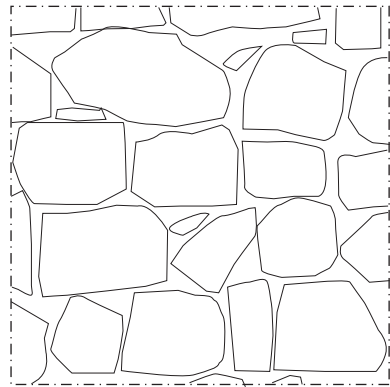
Krueth-Linsenrain (35 %)



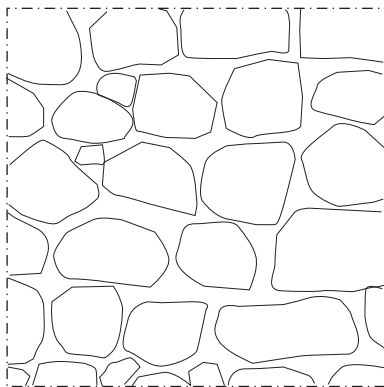
Pflixburg (22 %)



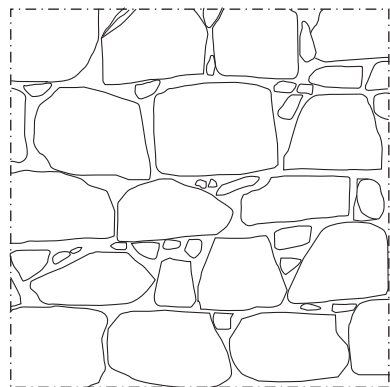
Wasserburg (25 %)



Châtenois - niveau bas (23 %)



Châtenois - niveau haut (28 %)



Hohhattstatt (16 %)

0 0,4 m

Fig. 36 : Appareil en moellons - tableau des ratios entre pierres et joints, éch. 1/20, DAO J. Koch..

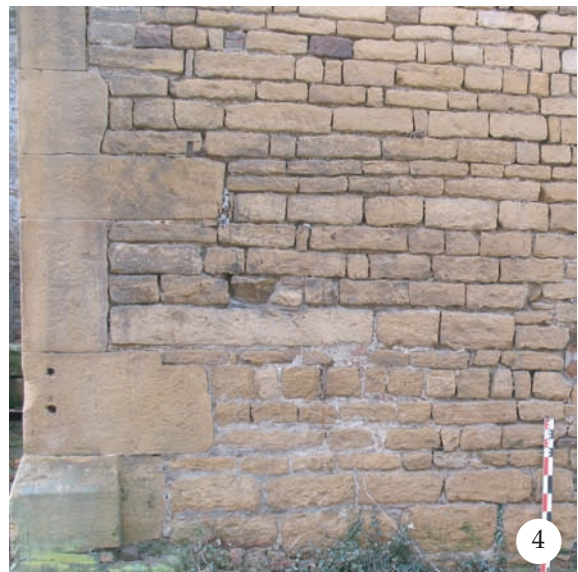
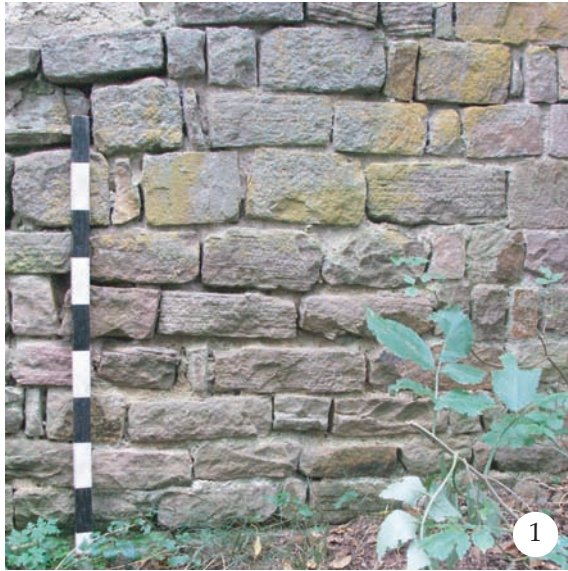
- L'appareil régulier

La construction des parements en appareil réglé, c'est-à-dire avec des moellons ou des blocs de moyen et gros gabarit, n'est pas une innovation spécifique à l'architecture castrale. En revanche, le développement de l'architecture à bossage a contribué à donner à cette dernière sa marque spécifique.

Dans les formes anciennes, antérieures au milieu du XII^e siècle, l'appareil régulier se distingue en fonction des caractères défensifs ou résidentiels. Cette différence est restée en toile de fond des pratiques constructives au cours de toute la période étudiée. Alors que Petit-Ringelsberg est caractérisé par une maçonnerie intermédiaire entre les deux types d'appareil, le mur de l'Oedenburg – phase A se distinguait par la régularité de la forme des blocs et des assises qu'ils constituaient. Il s'agissait avant tout de barrer l'éperon par un élément monumental. La roche est équarrie en parallélépipèdes réguliers de moyen à grand gabarit très bien ajustés, même si une grande quantité de calages est encore présente dans le parement. Trois assises au maximum sont nécessaires pour réaliser un mètre d'élévation. Le mur en arrondi du Dagsburg (phase A) est techniquement inspiré des constructions religieuses de l'époque. L'appareil en petites plaquettes se déclinait en assises régulières (8 pour 1 m d'élévation). Cette maçonnerie (*fig. 37*), inspirée de l'architecture religieuse, se retrouve dans les maisons-tours d'époque romane, dont un exemplaire a été découvert à Rouffach et attribué au milieu du XI^e siècle²⁴⁶. La principale caractéristique de cette maçonnerie est l'alternance entre des plaquettes allongées et des moellons de format cubique dans une même assise, permettant un bon chevauchement d'un niveau à l'autre. Ce type de construction reste sous-représenté dans le milieu castral alsacien, mais des découvertes récentes attestent de l'existence de telles constructions profanes de cette époque sur les collines sous-vosgiennes et dans la plaine²⁴⁷.

²⁴⁶ KOCH (Jacky). — *Rouffach (Haut-Rhin) – 16, rue aux quatre Vents*. Rapport de diagnostic, Sélestat : Pôle d'archéologie interdépartemental rhénan, 2008, 71 p.

²⁴⁷ KOCH (Jacky). — *Der frühe Burgenbau im Elsass*. In : *Burgen im mittelalterlichen Breisgau - Aspekte von Burg und Herrschaft im interdisziplinären und überregionalen Vergleich*, Historisches Seminar (10-13 März 2009), Abteilung Landesgeschichte der Universität Freiburg - Alemannisches Institut Freiburg, à paraître, p. 87-104.



1. Hohegisheim - Dagsburg ; 2. Châtenois - clocher (niveau inf.) ; 3. Sultz - Bucheneck (mur sud) ;
4. Rouffach - rue aux Quatre Vents ; 5. Hunawihr - cimetière fortifié (mur ouest).

Fig. 37 : Maçonneries du XI^e siècle sur édifices civils et religieux.

Le bloc à bossage connut une expansion, en Alsace, à partir du second quart du XII^e siècle. Tous les auteurs qui se sont intéressés à cette question²⁴⁸ ont mis en évidence son usage exclusif dans les constructions à caractère aristocratique et le renforcement de l'aspect militaire par ce biais. Concernant la mise en œuvre, les volumineux blocs de ce parement posaient des problèmes de manutention, mais ils augmentaient au maximum l'effet de « fermeture » d'un mur. Les épaisseurs de joints se trouvaient réduites à une part insignifiante, en raison de la régularité des assises. Dans notre corpus d'étude, leur apparition est liée aux comtes d'Éguisheim (Dagsburg et Warthenberg), mais cette architecture ne fut pas limitée à ces derniers car d'autres résidences, d'origine impériale ou de familles comtales différentes furent bâties avec le même matériau. La tour du Dagsburg forme un exemple de la transition entre l'architecture dite « salienne », à parement lisse, et celle du bossage²⁴⁹. L'édification en appareil monumental fut limitée au socle de la tour. Le restant de l'édifice utilise encore l'appareil lisse. Warthenberg connut un emploi plus systématique des pierres à bossages. Tous les éléments de la défense, c'est-à-dire la tour et les deux murs-boucliers, furent édifiés avec des blocs de grand et moyen gabarit, difficiles à manier. Les assises étaient cependant irrégulières, en raison d'une taille systématique des épaisseurs de bancs, et de nombreux rattrapages sont visibles dans les parements. Deux blocs empilés suffisaient pour bâtir un mètre d'élévation. Avant la fin du siècle, les gabarits des blocs ont été considérablement diminués. Cet appareil monumental renforçait l'aspect fermé des murs. Ringelstein illustre un ensemble de sites prestigieux parmi lesquels comptent Bernstein ou Landsberg... Les hauteurs d'assises n'ont pas été standardisées de manière générale à l'ensemble des constructions. En revanche, elles mesuraient en moyenne 0,33 à 0,35 m, soit 1 à 1,5 pieds pour les plus épais. Vers la fin du siècle, cette dimension était descendue à une moyenne de 0,28 m. Mais ces chiffres ne doivent pas oblitérer le fait que les hauteurs de blocs étaient d'abord conséquentes des épaisseurs pouvant être extraites des bancs rocheux.

Vers la fin du XII^e siècle, les assises sont devenues régulières et se suivent de façon continue d'un mur à l'autre. La diminution des gabarits favorisait un avancement plus rapide de la pose des blocs, en raison de l'allègement substantiel de leur poids. D'une assise à l'autre, le montage était fait pour garantir un chevauchement régulier des blocs au maximum d'un tiers. Cette superposition est d'abord technique, tout en contribuant également au renforcement de l'effet de fermeture de ces murs. La facilité de l'ajustement des pierres a été augmentée par le dégrossissement de leur queue ancrée dans le blocage. Le bloc est mieux calé et tenu par le mortier. Vers la fin

²⁴⁸ *Op. cit.* BILLER (Thomas), METZ (Bernhard) 2007 et RUDRAUF (Jean-Michel), BOUZAMA (Rachid) 2001.

²⁴⁹ Cf. BILLER (Thomas), METZ (Bernhard). — Anfänge der Adelsburg im Elsass. In : BÖHME (Horst-Wolfgang) sd. — *Burgen der Salierzeit. In den südlichen Landschaften des Reiches*, Publikationen zu der Ausstellung « Das Reich der Salier », Bd. 2, Sigmaringen, 1991, p.245-284.

du XIII^e siècle, les blocs étaient taillés en carreaux et nécessitaient, le cas échéant, l'utilisation de cales visibles dans les joints (Fleckenstein).

L'appareil à bossage n'a pas éclipsé le parement lisse qui restait encore très présent sur le Dagsburg, notamment son enceinte extérieure. Ce mur a été bâti avec un appareil monumental à joints pratiquement secs. Au Warthenberg, l'intérieur de la tour était parementé avec des blocs à bossages, dont les faces furent dressées après leur mise en place dans le mur. L'appareil lisse caractérisait les constructions résidentielles, cultuelles et parfois économiques, érigées dans l'aire enclose par une enceinte²⁵⁰. Dans ce cas, les murs étaient moins épais que les enceintes et plus grands consommateurs de mortiers de chaux. Après 1200, cet appareil revêtait des surfaces de murs plus importantes dans de nombreux châteaux, car il était produit plus facilement, par le surfaçage à la laie. L'appareil lisse relevait, au XIII^e siècle, de concepts constructifs inspirés par l'*opus francigenum*. Il fut remis en service de manière très large dans la plupart des châteaux gothiques²⁵¹. Ces assises avaient des hauteurs globalement moins importantes que les parements des enceintes (entre 0,20 et 0,28 m). Des joints gras (près de 2 cm) scandaient les façades construites dans cette période.

- Le traitement spécifique des angles

Avant d'être décoratif, un chaînage d'angle assure une fonction technique puisqu'il garantit le lien entre des murs d'orientations différentes, qu'ils soient liés en angles droits, fermés ou ouverts.

La forme élémentaire pour relier deux segments était le tracé courbe, utilisé dans l'appareil irrégulier pendant toute la période (Krueth/Linsenrain, Pflixburg, Schrankenfels, Hohlandsberg...), ou régulier, pour des murs turriformes (Dagsburg - phase A, Fleckenstein). Des solutions très diverses peuvent être constatées. Dans la majorité des cas, des blocs de taille différente, voire de factures différentes, furent utilisés dans les liaisons entre des parements en appareil plus petit. Schrankenfels vit l'importation de blocs de grès, taillés en blocs à bossages allongés. Dans le proche Wassenberg, les angles de la tour-maîtresse furent chaînés par des blocs de granite prolongeant les assises ou en besace, dont le volume est plus grand. Dans l'enceinte de Kaysersberg (phase B), le granite constitua le matériau de base pour une partie des angles, mais une différence d'ordre esthétique fut introduite par l'emploi de bloc à bossages en grès sur les façades visibles depuis l'amont de la vallée.

Le lien entre deux façades était plus facile à réaliser sur un appareil réglé. Une différence de gabarit, qui s'observe sur la tour de Dagsburg par exemple, disparut au cours du demi-siècle suivant. Les blocs prolongeaient alors les assises et leur format s'allongea avec le temps. Les tours de Spesburg ou le mur-bouclier de l'Oedenburg (phase B) sont liés avec des pierres dont le rapport se situe à 1/4 ou 1/5 entre les deux côtés.

²⁵⁰ Cf. chap. III. Les formes finies.

²⁵¹ *Op. cit.* BILLER (Thomas), METZ (Bernhard) 1995, p. 119-121.

Le noyau des murs : rôle et formes du blocage

Un blocage ou fourrage est le remplissage posé entre deux parements, formant des murs de pierres. Ce deuxième composant d'un mur était réalisé de différentes manières techniques. L'approche des techniques par des sites en ruines a grandement facilité le travail de lecture des structures internes. La composition interne d'un mur pouvait être très diversifiée, indépendamment de la nature du revêtement extérieur et son volume variait en fonction de l'épaisseur d'un mur. Cette masse servait ainsi de « variable d'ajustement »²⁵², puisque c'est le volume de remplissage qui augmentait, pas les formats des pierres. La façon de lier un parement avec le fourrage était primordiale pour la cohésion de l'ensemble.

- Liants internes au mur

Avant le XIII^e siècle, plusieurs méthodes de remplissage des murs peuvent être observées. Dans les sites « primitifs » (Krueth-Linsenrain, Horappelstein – phase A ou Oedenburg – phase A), des éclats et des moellons posés en continuité des assises du parement étaient noyés dans un bain de sable. Une exception tient dans le mur arrondi d'Éguisheim (phase A) qui, dans la lignée constructive de l'architecture religieuse, est rempli par des moellons en forme de coins, posés de chant. Chaque assise était alors scellée par un bain de mortier, ce qui confirme le caractère particulier de cette construction. Dans le grand appareil à bossage, le sable tenait une place importante dans le remplissage. Il liait des blocs de poudingue posés de chant, comme ceux qui remplissent les murs-boucliers du Warthenberg. Cet *opus spicatum* a encore été utilisé au Ringelstein, à Châtenois dans la fondation de l'escarpe, et ponctuellement dans le remplissage du mur-bouclier de l'Oedenburg (phase B). Dans quelques cas, des nodules de chaux pure, voire des éclats de calcaire ont été ajoutés au sable. L'économie de liants a été préférentiellement portée sur les murs élevés des tours ou épais des boucliers, même jusqu'au milieu du XIII^e siècle dans le cas de l'Oedenburg (phase B). Cette technique démontre clairement le rôle de maintien attribué aux parements et fragilise, en même temps, ces maçonneries. Pour compenser ce manque de cohésion, un chaînage horizontal était posé au niveau d'une assise, reliant les deux parements par des moellons noyés dans un bain de mortier (Lichtenberg ou mur-bouclier de l'Oedenburg). Cette opération était répétée à intervalles réguliers. Sur le site de Ringelstein, la courtine était couronnée par une sorte de bouchon étanchéifiant, constituant le tiers supérieur de l'élévation en blocs à bossages.

En fin de compte, ce remplissage avec du sable ou un mortier maigre assurait une souplesse à la maçonnerie, puisqu'ils réduisaient le risque de fissurations. Pour compléter cette stabilisation, la disposition des plaques en arêtes de poissons dans

²⁵² Il serait donc imprudent de chercher à en tirer de quelconques statistiques sur des rapports de proportions entre les parements et le fourrage.

l'intérieur du mur renforçait la structure, au contraire de plaques posées à plat qui pouvaient s'écraser sous la masse.

Après 1200, les moellons étaient noyés dans le mortier sur toute l'épaisseur et toute la hauteur du mur. La plupart des sites des zones granitique et grauwackeuse utilisaient cette technique. Le blocage était alors formé de moellons bruts et d'éclats amalgamés avec du mortier, dont la teneur en chaux était très variable.

- L'utilisation préférentielle du matériau extrait sur le site

Contrairement aux parements, le comblement des murs ne nécessitait pas l'utilisation de matériaux spécifiques. À toute époque, les ressources locales, même impropres à la taille, étaient largement utilisées pour la fourniture du matériau. En zone gréseuse, le poudingue (Warthenberg, Lichtenberg, Ringelstein...) était prisé puisqu'il constituait une sorte de béton naturel. En zone granitique, la distinction est moins importante, en-dehors des sites d'importation de grès pour les parements. Au Bilstein ou à Hohrappelstein, le granite local est utilisé entre les parements de grès. Ailleurs, dans la même zone, ce sont les bancs de roche friable qui sont réservés à cet usage et les blocs sains transformés en moellons. La grauwacke remplissait les murs du site de Wassenberg. Ces roches provenaient du creusement des fossés et étaient valorisées directement. Selon les cas, elles constituent quantitativement le principal matériau de construction d'un mur.

Les ouvertures : circulation et éclairage

Percer un mur pour la circulation des personnes ou de la lumière, voire de se défendre à l'abri d'une archère, suppose une démarche technique adaptée, notamment lorsque ces éléments risquaient de fragiliser une construction en hauteur. Il s'agit de mettre en évidence des adaptations techniques spécifiques aux ouvertures.

- L'insertion des jambages dans la maçonnerie

Dans les premiers temps, les jambages étaient formés de blocs équarris, liés au parement voisin (enceinte de Petit-Ringelsberg). Dans cette configuration, l'ouverture était dotée d'un cadre en bois indépendant de la maçonnerie. Au sol, une dalle équarrie faisait office de seuil. Le principe de la continuité des assises a été conservé lorsque les éléments ont été taillés pour la confection des encadrements, comme sur les ouvertures de Dagsburg (phase B) ou du Warthenberg. La porte des latrines de Dagsburg fut préparée en trois temps. Dans une première étape, une réservation a été ménagée pour recevoir la moitié inférieure de l'encadrement. L'encadrement fut mis en place dans un second temps, puis l'élévation terminée après un probable temps de séchage de ce cadre. Le même principe a perduré dans l'appareil régulier à bossage. Au Spesburg, les ouvertures étaient préparées sur toute la hauteur prévue, puis le cadre ajusté à la maçonnerie existante. Les éléments constitutifs étaient

devenus indépendants des assises voisines. L'adoption de jambages posés en délit facilita le montage des ouvertures, car ce principe offrait la possibilité de poser des assises en continuité, adossé sur ces blocs (logis de Warthenberg - phase A).

Le principe fut encore plus simple à mettre en œuvre dans des constructions en moellons, affranchies des problèmes liées au maintien d'éventuelles assises. Le tailleur était devenu indépendant du maçon et réciproquement. Ces lignes de conduite sont, de toute manière, communes aux choix constructifs, pierre de taille ou moellons, et se retrouvent à l'identique dans l'architecture religieuse.

- Linteaux et voûtures

Au sommet des ouvertures, le linteau et la voûture furent travaillés de différentes manières. Pour dégager l'ouverture de la charge des maçonneries qui la surmontaient, différentes solutions ont été utilisées. Dans le cadre spécifique de la construction castrale, un passage dans un mur très épais, comme dans la tour de Kaysersberg par exemple, formait un véritable tunnel qui pouvait affaiblir la partie supérieure de l'édifice.

L'encadrement des ouvertures, au-delà des aspects esthétiques, assurait d'abord une fonction mécanique par rapport à des poussées sur les murs. Peu à peu, le claveau de petit format, mis au point par les bâtisseurs de l'époque romane, était remplacé par des pièces plus longues, possibles à partir du moment où l'arc a été brisé. Deux à six pièces, allongées et posées sur un sommier, suffisaient à terminer l'ogive d'une ouverture. La simplification aboutissait à l'utilisation de linteaux plats monolithes posés sur deux épaulements saillants (Spesburg). Les maçonneries attenantes étaient posées contre ces éléments, afin de les bloquer rapidement. L'arc de la porte d'entrée de l'Oedenburg fut bloqué latéralement par des murs en attente. Son sommet fut intégré à la maçonnerie dans un second temps, après un temps de séchage et de mise en place.

Pour couvrir une voûture, la technique la plus simple consistait à poser des blocs de pierres dont la longueur dépassait la largeur du passage (Spesburg), de la fente d'éclairage (Kaysersberg - phase A, Schrankenfels) ou de tir (Schrankenfels - tour). Ce système fonctionne aisément sur des ouvertures de petits formats telles les fentes d'éclairage. Augmenter le format était possible grâce à la pose de ces pierres en gradins. Les blocs étaient difficiles à manipuler et pouvaient se briser sous le poids des maçonneries qu'ils soutenaient. Une autre solution était offerte par le voûtement des voûtures, faites avec des claveaux taillés, ou avec des moellons ou des plaquettes posées de chant et coffrées (passage d'entrée dans la tour de Kaysersberg, latrines et fenêtres de Pflixburg, archères de Hohlandsberg...). La première solution était naturellement plus fréquente en zone gréseuse où les voûtures étaient construites en arc cintré (fenêtres d'Oedenburg - phase B) ou surbaissé. Tel était le cas d'un grand nombre de passages de portes. De n'importe quelle manière, un cintre devait soutenir la voûte pendant sa construction. Dans le tunnel de la tour de Kaysersberg, le berceau en bois reposait sur les parois du couloir. Pour des arcs

soignés comme les voussures de l'Oedenburg, des jambages complétaient la structure puisque le voûtement était construit en continuité des parois de la niche.

2. 2. 4. Les moyens des bâtisseurs

Le savoir-faire en matière constructive induit l'utilisation de moyens permettant de mettre en œuvre les techniques.

2. 2. 4. 1. L'outillage

À ce jour, les connaissances sur les outils utilisés par les bâtisseurs restent les parents pauvres de l'étude sur les constructions. Des multiples objets visibles dans l'iconographie, très peu de pièces nous sont parvenues où attendent, peut-être, d'être découverts. La truelle découverte au Warthenberg constitue un *unicum*.

Dans la taille de pierres, les outils traditionnels (pics, laies, broches...) sont toujours en usage et ont faits l'objet de travaux d'études pointues²⁵³. Les traces indirectes des outils sur la pierre constituent le fossile directeur de cette définition. Le pic constitue l'outil le plus employé, suivi par la laie utilisée pour dresser les surfaces planes. Pour l'Alsace, il est intéressant de souligner le fait que les traces d'outils différents sont majoritairement présentes sur le grès, travaillé plus finement.

L'iconographie restitue également les équerres ou les fils à plomb utilisés par les maçons. Aucun objet de ce type n'est documenté à ce jour.

2. 2. 4. 2. Les systèmes de mesures

Les unités de mesures médiévales constituent un parent pauvre dans l'étude des méthodes de constructions. L'édifice, étant pensé avant tout en termes de proportions, ces systèmes de mesures variaient spontanément en fonction des utilisateurs. Dans le cas inverse, les murs auraient eu des dimensions standardisées, ou, encore mieux, préfabriquées, et l'extrême diversité des constructions ne serait pas. La recherche de tels outils en se basant sur les données de terrain démontre tout le contraire et reste, en même temps, la source d'information principale. Le calcul d'un système de mesures se renseigne par différents éléments physiques d'une construction. Mais la pertinence de ces informations reste toutefois limitée²⁵⁴. Dans

²⁵³ BESSAC (Jean-Claude). – *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre de l'Antiquité à nos jours*. Revue archéologique de Narbonnaise, supplément 14, Paris : Centre national de la recherche scientifique, 319 p. + il.

²⁵⁴ Sur cette problématique, la publication récente du colloque du château de Pierreclos en Bourgogne ouvre des pistes. Cf. GUERREAU (Alain). – Châteaux et mesures : notes préliminaires. *In* :

les sources alsaciennes, la multitude de formats utilisés pour une même unité, le pied par exemple, n'éclaircit guère plus l'horizon de la recherche. La fragmentation était telle que plusieurs dimensions différentes étaient en usage à l'intérieur d'une même seigneurie²⁵⁵.

Dans de telles conditions, la recherche de terrain peut se baser sur des indicateurs qui, selon le choix du référent, donnent divers résultats et limite notre travail au rang de la probabilité. La mesure étant basée sur le pied implique qu'un mur épais de 2,95 m comme un mur de 3,03 m représentent chacun dix pieds. En forçant le trait, la manière d'estimer ces valeurs se démultipliera par le nombre de chercheurs qui auront tenté de les mettre en évidence, chacun ayant trouvé une part de vérité. Sur la base des travaux faits en Bourgogne²⁵⁶, la mesure des longueurs intérieures des pièces²⁵⁷ apporte des résultats intéressants. La tentative de définition de la valeur d'une unité de pied, mesurée à partir d'un côté, se renforce lorsque cette valeur probable peut être utilisée dans les épaisseurs, les côtés extérieurs, les hauteurs... La convergence devient alors très probable, sans être certifiée absolument. Le tableau des tours (*fig. 38*) met en évidence la probabilité d'une unité de 0,3000 m utilisée sur plusieurs sites. Mais cette valeur est présente avec une marge d'incertitude encore assez forte puisque dans la plupart des cas, elle représente la moitié des résultats sur un site. Lorsque deux côtés, intérieur et extérieur, présentent une valeur fixe, l'épaisseur peut alors apporter l'incertitude. En faisant abstraction du parapet, deux tours avaient ainsi une hauteur de 80 pieds. Seul le châtelet supérieur du Hohlandsberg donne des valeurs relativement sûres, par la fréquence de leur répétition. En effet, le pied de 0,3250 m est utilisable dans le rayon intérieur de la tour, l'épaisseur du mur, le diamètre total et la longueur intérieure du bâtiment rectangulaire. L'épaisseur du mur de la tour représente 6 pieds, soit une canne. La largeur interne du logis (22 pieds 1/3) est équivalente à la *Rute*, la perche en territoire germanique²⁵⁸. Un mètre préparatoire à la construction, basé sur un plan dessiné, aura donc pu être mis en œuvre dans ce site. Mais la structuration par la proportion (1/3 - 2/3) interne au logis prend le pas en terme de projection au sol.

Les gabarits des hauteurs d'assises, notamment pour les maçonneries appareillées régulièrement, ont décrû pendant toute la période d'utilisation, de la coudée à la paume. De simples essais sur des parements montrent la place tenue par la palme et la paume dans la mesure de base utilisée par les tailleurs. Elles se sont fixées à la fin

MOUILLEBOUCHE (Hervé) sd. — *Châteaux et mesures*. Actes des 17^e journées de castellologie de Bourgogne 23-24 octobre 2010, Chagny, 2011, p. 13-25 et dans le même ouvrage, MOUILLEBOUCHE (Hervé). — Les expressions de mesures de châteaux dans les documents bourguignons médiévaux et modernes. In : MOUILLEBOUCHE (Hervé) sd. — *Châteaux et mesures*. Actes des 17^e journées de castellologie de Bourgogne 23-24 octobre 2010, Chagny, 2011, p. 125-145.

²⁵⁵ BOEHLER (Jean-Michel). — *Poids et mesures dans l'Alsace d'autrefois*. Strasbourg, 2010, p. 11.

²⁵⁶ *Op. cit.* MOUILLEBOUCHE (Hervé) 2011, p. 142.

²⁵⁷ Nous sommes dans une approche tout simplement équivalente à notre Surface Hors Œuvre Nette (SHON) contemporaine.

²⁵⁸ *Op. cit.* BOEHLER (Jean-Michel) 2010 p. 40-41.

du XII^e siècle à une unité pouvant représenter le pied. Mais ces valeurs restent très hypothétiques, puisque la réduction des formats aura d'abord été contrainte par la difficulté de manipulation des gros gabarits.

Site	Valeur du pied (m)	Dimension intérieure (m)	Pieds	Dimension extérieure (m)	Pieds	Hauteur (m)	Pieds	Épaisseur (m)	Pieds
Dagsburg	0,3125	6,25	20	10,75	34,4	27	86	2,25 à 2,95	7,2 et 9,4
Warthenberg	0,3000	5,26 à 5,40	17,5 à 18	11,10	37	-	-	3,03	10
Bilstein	0,3000	4,20	14	8,70	29	-	-	2,25 à 2,80	7,5 à 9,3
Lichtenberg	0,3090	3,40	11	8,20	26,5	-	-	2,40	7,7
Pflixburg	0,3050	3,05	10	9,35	30,65	23	75,4	3,15	10,3
Kaysersberg	0,3000	2,40	8	11,20	37,3	24	80	4,2	14
Spesburg	.0,3000	2,10 et 1,75	7 et 5,8	7,40 x 7	24, 6 et 23,3	24	80	2,65 à 2,95	8,8 et 9,8
Hohlandsburg	0,3250	2,60	8	6,50	20	-	-	1,95	6

Fig. 38 : Tableau des unités restituées, mesurées à partir des côtés internes des tours

2. 2. 5. Synthèse sur les techniques

La manière générale de gérer le travail visait à réduire au mieux les contraintes de temps en vue de réduire les dépenses afférentes à un chantier de construction.

Alexander Antonow²⁵⁹ souligne le fait qu'un château d'une superficie de 1000 m² nécessitait deux années de travaux et qu'un dépassement révélait des difficultés financières²⁶⁰. Cette superficie est inférieure à nombre de sites documentés dans notre travail.

La construction d'un château répondait au besoin d'une personne dépositaire d'un droit politique et que, dans ce sens, il fallait assurer sa sécurité et garantir son rang.

Le chantier d'une future résidence, dotée de capacités militaires, devait donc se réaliser dans un minimum de temps. Cette contrainte devenait encore plus importante dans le cas des constructions destinées à servir de forteresses au seul sens militaire du terme (Pflixburg, Kaysersberg, Hohlandsberg, voire Châtenois...). Elles furent édifiées avec du moellon, sans aucune considération esthétique. Dans ce cas, le tailleur de pierres cédait la place au maçon et au mortelier. Le succès de cette architecture résidait dans son coût de production et à une facilité d'emploi du mortier.

²⁵⁹ *Op. cit.* ANTONOW (Alexander) 1983, p. 214.

²⁶⁰ Son propos n'est toutefois pas étayé par des citations de sources quelconques.

2. 3. L'ACHÈVEMENT D'UN CHANTIER : DÉFENSE ET RÉSIDENCE

La démarche constructive aboutissait à la création d'une entité fermée par un mur d'enceinte dont le programme de construction démontrait l'adaptation au contexte topographique du site, chaque cas étant caractérisé par un plan particulier. Au fur et à mesure de l'affirmation politique de ces élites, les formes furent diversifiées, car constituées par des additions de mieux en mieux maîtrisées de nouveaux bâtiments destinés à la protection, à la résidence et au confort de leurs occupants.

2. 3. 1. Les plans d'ensemble depuis les origines jusqu'à la fin du XIII^e siècle

Une approche basée sur les plans des sites permet de tenter la mise en place d'une typo-chronologie, sans s'affranchir de s'interroger sur la manière dont les divers éléments furent additionnés au fur et à mesure des transformations.

Sur la question typologique, l'historiographie de la recherche sur le sujet, en Alsace²⁶¹ comme ailleurs dans le monde rhénan²⁶², est riche d'essais, basés sur une évolution chronologique, des différentes formes de sites en fonction des plans adoptés. D'emblée, une limite était apportée par le fait qu'ils étaient souvent focalisés, faute de données, sur la période « classique », située entre le milieu du XII^e siècle et la fin du XIII^e siècle. Les travaux de Thomas Biller²⁶³, particulièrement dans ses publications communes avec Bernhard Metz, ont clarifié un certain nombre de points, démontrant les limites d'une approche purement formelle.

Succédant à des lieux de refuge et/ou de pouvoir, constitués par des simples enceintes de pierres, le château-fort sous sa forme « classique » était primitivement constitué par un agglomérat d'éléments disparates (enceinte, tour, logis, communs...).

Globalement, nous observons une différence, notamment en superficie, entre les sites fermés par une grande enceinte, annulaire ou quadrangulaire, et les éperons barrés ou les pitons aménagés (*fig. 39*). Mais de prime abord, force est de constater que ces « modèles » étaient interchangeable, voire malléables, en fonction du programme de construction, dont l'affirmation du droit d'usage de la force par le maître d'ouvrage reste le dénominateur commun.

²⁶¹ Cf. chapitre « 1. 3. 3. La naissance d'une véritable recherche scientifique ».

²⁶² À titre d'exemple : ZIMMERMANN (Reinhard). — Burgentypologie – Probleme und Perspektiven. In : *Burgen und Schlösser*, 2001/2, p. 66-78.

²⁶³ BILLER (Thomas), GROßMANN (G. Ulrich). — *Burg und Schloss : der Adelsitz in deutschsprachigem Raum*. Regensburg, 2002, 280 p. + ill.

Commune	Sites	Phase/ Datation	Surface totale (m ²)	Surface du châtelet (m ²)	Remarques
Wettolsheim	Krueth - Linsenrain	X ^e -XI ^e s.	5000	/	
Ribeauvillé	Haut- Ribeaupierre	X ^e -XI ^e s.	2500	/	Surface englobant le château plus tardif
Oberhaslach	Petit- Ringelsberg	X ^e -XI ^e s.	1000	/	
Eguisheim	Dagsburg	A (X ^e -XI ^e s.)	6000	/	
Orschwiller	Oedenburg	A (X ^e -XI ^e s.)	3500	/	
Eguisheim	Dagsburg	B (1147)	2300	/	
Ernolsheim-l.-S.	Warthenberg	A (av. 1158)	8000	/	
Oberhaslach	Ringelstein	1180/1200	3500		
Riquewihir	Bilstein	1180/1200			
Lichtenberg	Schlossberg	Av. 1206	9000		
Wintzenheim	Pflixburg	Av. 1219		/	
Kaysersberg	Schlossberg	A / 1227	/	/	Tour isolée ?
Wasserbourg	Wassenberg	Ap. 1222	3600	500	
Soultzbach-les- Bains	Schrankenfels	Av. 1241	6000	650	
Ernolsheim-l.-S.	Warthenberg	B / 1262	8000	/	Pas de changement
Orschwiller	Oedenburg	Ap. 1250	900	idem	
Kaysersberg	Schlossberg	B (1264/68)	28200	260	
Andlau	Spesbourg	Ap. 1250	2200	/	
Châtenois	Quartier du Château	Av. 1298	9600	/	
Soultzbach-les- Bains	Ville	1275	25000	/	
Ribeauvillé	Haut- Ribeaupierre	B (fin du XIII ^e s.)	1400		
Lembach	Fleckenstein	fin du XIII ^e s.	/	/	Modifié au bas Moyen Âge
Wintzenheim	Hohlandsburg	1279/81	10800	260	
Hattstatt	Hohhattstatt	1282/1285	2300	250	

Fig. 39 : Tableau des superficies de sites.

2. 3. 1. 1. Genèse d'un modèle constructif et architectural (avant le milieu du XII^e siècle)

Dans une réflexion sur les origines de ce mouvement constructif, la question de l'émergence d'une architecture défensive et résidentielle des élites s'inscrivait dans un processus historique long et complexe. Après la décomposition de l'empire carolingien, le balancement de l'Alsace entre deux royaumes et les incursions magyares du début du X^e siècle ont probablement accéléré un phénomène de privatisation de la guerre par une caste élitare. Les nouvelles formes de constructions défensives étaient basées sur des plans simples, connus antérieurement. Ces fortifications fermaient autant symboliquement que

pratiquement un espace assurant la protection d'un groupe particulier, placé sous la protection d'un chef de guerre. Deux sortes d'aménagements peuvent être distingués, mais le constat reste aléatoire tant que des fouilles exhaustives n'auront pas alimenté le débat.

2. 3. 1. 1. 1. Les premières formes de l'architecture élitaire de hauteur ?

Les enceintes : des structures collectives à l'origine ? (fig. 40)

Globalement, le nombre de sites fortifiés antérieurs au XII^e siècle est réduit, et très mal connu, puisque les grands palais royaux évoqués à l'époque ottonienne, étaient installés dans des localités de la plaine, héritières du fisc carolingien²⁶⁴ et bouleversées par l'urbanisation postérieure. De fait, les indices archéologiques probants sont peu nombreux à ce jour.

Ces différents types d'enceintes anciennes illustrant notre étude se divisent entre :

- deux sites à enceintes fermées (Krueth/Linsenrain et Petit-Ringelsberg). La première fut construite sur le versant, tandis que la seconde occupe un sommet.
- une enceinte à segments sur éperon barré (Oedenburg - phase A), en regard d'un col.
- une enceinte en demi-cercle (Hohrappelstein), posée sur un sommet²⁶⁵.

La morphologie de ces structures défensives, notamment pour des enceintes annulaires, serait héritière de la Protohistoire ou du Bas-Empire²⁶⁶. Les superficies internes ne dépassent pas 6000 m², ce qui en fait de petites entités. Selon, la classification de Peter Ettl, elles appartiennent à une catégorie d'enceintes potentiellement privées, annonciatrices d'un habitat élitaire²⁶⁷. La topographie exprime leur caractère militaire très spécifique, ayant contribué à accentuer la surenchère (?) sur leur rôle potentiel de refuge (ou « *Fluchtburg* »)²⁶⁸.

La configuration peut également conférer une fonction centralisatrice à ces sites. Leur datation se situe à la fin du haut Moyen Âge, entre le IX^e et le début du XI^e siècle. Le choix des hauteurs trouve ses origines dans divers facteurs (poussée démographique et défrichements, refuges...) qui ne peuvent être précisés à ce jour. Les recherches dans de nombreuses régions françaises²⁶⁹ ou allemandes²⁷⁰ prouvent cependant que ce « mouvement » fut amorcé dès le début du X^e siècle.

²⁶⁴ *Op. cit.* RUDRAUF (Jean-Michel) 2007, p. 543-566.

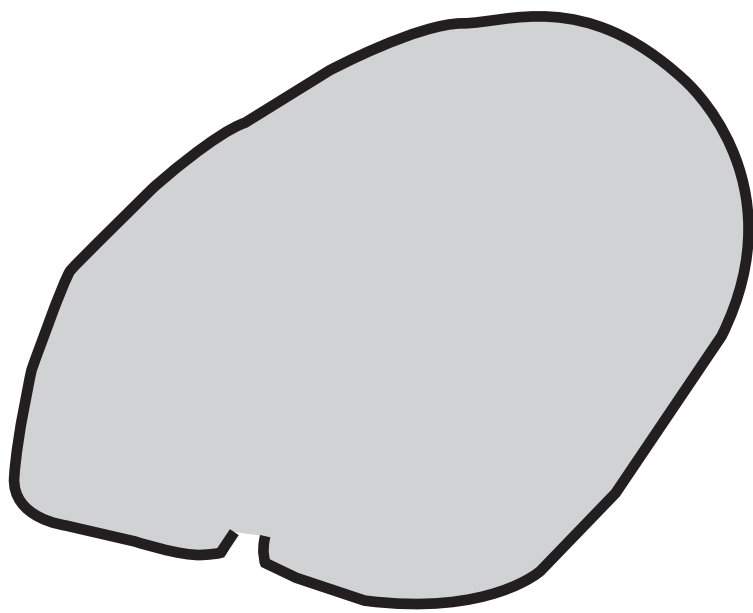
²⁶⁵ Hohegishheim-Dagsburg était probablement enclos par une enceinte du même type.

²⁶⁶ *Op. cit.* RUDRAUF (Jean-Michel) 2007, p. 565.

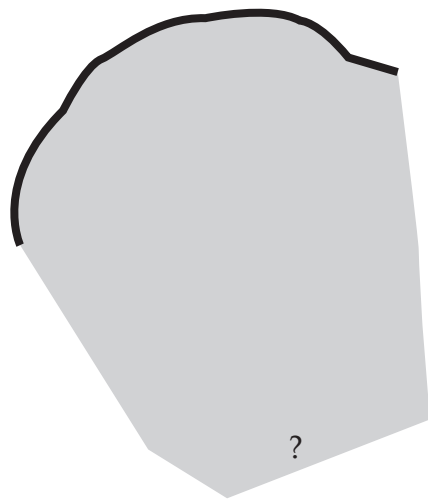
²⁶⁷ *Op. cit.* ETTTEL (Peter) 2010, p. 43.

²⁶⁸ *Ibid.* p. 47.

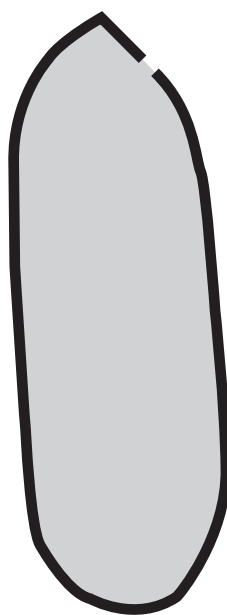
²⁶⁹ JOURNOT (Florence). — Le « château » à l'épreuve de la programmation archéologique. *In : Signes de pouvoir*, Archéopages, n° 19, Paris, 2007, p. 50-53.



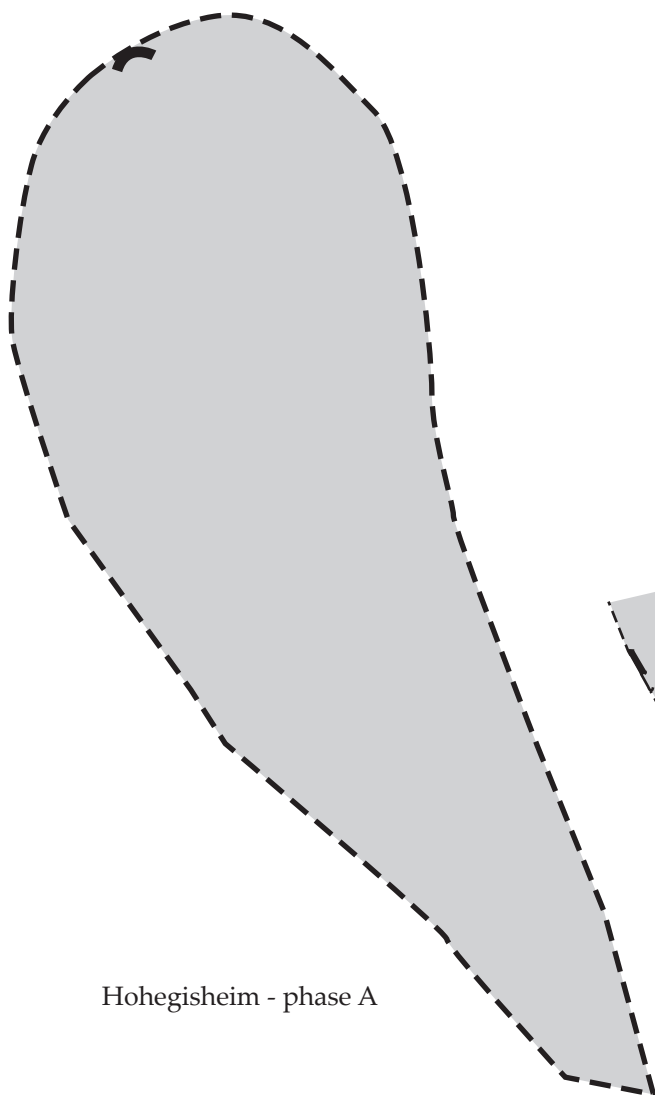
Krueth/Linsenrain



Hohrappelstein



Petit-Ringelsberg



Hohegisheim - phase A



Oedenburg - phase A



Fig. 40 : Plans des enceintes antérieures au milieu du XII^e siècle, éch. 1/1000, DAO J. Koch.

Le début d'une architecture monumentale privée

Cette architecture sommaire fut vraisemblablement accompagnée par le développement, en parallèle, d'un autre modèle constructif, qui utilisait la pierre sous des formes plus soignées. Empruntant les techniques à l'architecture religieuse ou à des « palais » profanes, les constructions furent édifiées en suivant des plans plus petits, plus massés, notamment pour l'habitat, même si les sites de hauteurs restent en deçà des surfaces occupées par les palais royaux français ou germaniques. Le mur en petit appareil de Dagsburg (phase A) est contemporain de réalisations turriformes (*Turmburgen*) de la plaine. Bien qu'elle soit difficile à expliquer à ce jour²⁷¹, cette construction reflète les canons monumentaux mis en œuvre par les bâtisseurs. Nous observons cependant qu'en Alsace, ces constructions sont restées discrètes et n'ont pas encore atteint les sommets de l'expression monumentale des siècles postérieurs.

Après l'an Mil, les conditions du développement architectural à venir étaient rassemblées. Les exemples helvétiques et allemands de châteaux à tour carrée, tel la tour Planta de Müstair dans les Grisons, datée par la dendrochronologie de 954, la « Tour Brunehaut » à Vaudémont en Lorraine²⁷² ou le Schlüssel de Klingenstein, prouvent l'existence d'une architecture castrale largement diffusée²⁷³ aux X^e et XI^e siècles et Dagsburg en reste localement l'un des témoins les plus récents à l'heure actuelle. Les puissantes tours du XII^e siècle s'inscrivaient donc dans un mouvement amorcé bien antérieurement, mais resté relativement discret en Alsace.

2. 3. 1. 1. 2. L'organisation des chantiers de construction

La simplicité des plans adoptés permettait vraisemblablement d'édifier les enceintes d'un seul jet. Les éventuelles constructions en bois intégrées dans les périmètres fortifiés pouvaient être édifiées indépendamment.

Inversement, les constructions en pierres relevaient de modes organisationnels qui nous échappent relativement à ce jour, faute d'études de témoins directs.

2. 3. 1. 2. Les plans classiques (milieu du XII^e - fin du XIII^e siècle)

L'adoption de plans complexes conduisit les bâtisseurs à juxtaposer un ensemble d'éléments disparates et rassemblés par un enceinte. La diversité se fit jour en

²⁷¹ Thomas Biller y voit une citerne, mais les fouilles des années 1960 n'ont pas apporté d'arguments probants. *Op. cit.* BILLER (Thomas), METZ (Bernhard) 1991a, p.251.

²⁷² GIULIATO (Gérard). — *Châteaux et villes fortes du comté de Vaudémont en Lorraine médiévale*. Nancy : Presses universitaires de Lorraine, 2008, 275 p.

²⁷³ Il est à noter que les deux édifices jouaient le rôle de résidences abbatiales.

fonction des besoins, des moyens adoptés en relation avec l'extrême satellisation de la caste dirigeante.

2. 3. 1. 2. 1. Résidences fortifiées privées

À partir du moment où une telle résidence rassemblait plusieurs composantes, il fallut trouver le terrain adéquat et organiser la construction.

Édifier un mur d'enceinte rassemblant des constructions en pierres de tailles très diverses était un exercice complexe, impliquant de hiérarchiser les phases de chantier. Au contraire d'un établissement conventuel, dont le plan était normalisé, le « château » du XII^e siècle accumulait dans ses murs des éléments distincts : une tour, un logis, une chapelle et des communs...

Les résidences de type « comtal » (entre 1140 et le premier quart du XIII^e siècle) (fig. 41)

Cette dénomination part de l'idée que les sites à grandes enceintes furent d'abord le fait des familles comtales telles que les Egisheim-Dagsburg, mais la réalité est plus nuancée. Tandis que le Dagsburg d'Éguisheim réoccupait effectivement la partie nord de l'ancien site familial, le Warthenberg, édifié probablement par le même comte, était aménagé sur un éperon barré, ayant très peu de liens topographiques avec le précédent. Cette construction *ex nihilo* était aménagée sur un éperon allongé et s'inspirait d'un modèle, le terme pouvant toutefois être exagéré, du type de l'enceinte à segments de l'Oedenburg (phase A). Le château se scinde en deux parties : une *Vorder-* et une *Hinterburg*, c'est-à-dire une partie antérieure, occupée par le chevalier affecté au site, et la partie arrière, réservée au maître des lieux pendant son séjour. Cette dichotomie n'est d'ailleurs pas réservée aux seuls sites de hauteurs puisqu'elle existe dans les mottes à la même époque²⁷⁴.

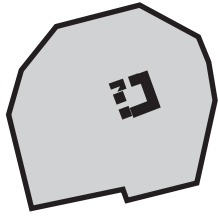
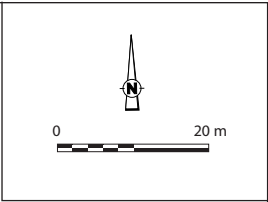
Dans la seconde moitié du siècle et au début du suivant, le modèle de la grande enceinte est resté en usage dans de nombreux lieux (Ringelstein, Bilstein, Lichtenberg...). La structure de ces ensembles était pyramidale, le sommet étant occupé par la tour-maîtresse. Depuis cette couronne, le château se décline en degrés, par des plates-formes successives, ceinturées par l'enceinte extérieure. Les barres rocheuses des Vosges du Nord, à l'exemple de Fleckenstein dont nous ignorons la topographie originelle exacte²⁷⁵, ont joué ici un rôle primordial dans cette recherche d'une organisation pyramidale.

Les logis s'abritent derrière l'enceinte périphérique et ont été, autant que possible, édifiés au sud pour bénéficier des meilleures conditions climatiques. En même temps, la structuration pyramidale a introduit la séparation entre un château

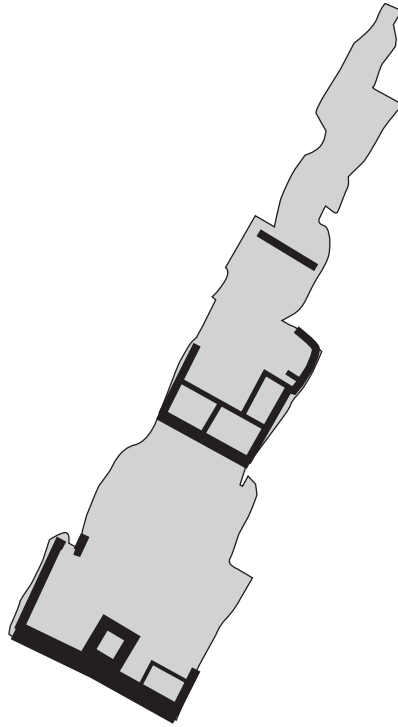
²⁷⁴ KOCH (Jacky). — Motte castrale de Wittenheim. In : *Châteaux-forts d'Alsace*, n° 11, Saverne, 2010, p. 96.

²⁷⁵ D'après les fouilles réalisées sur le sommet, une tour de type Bergfried avait été érigée au centre de la plate-forme. Cf. notice.

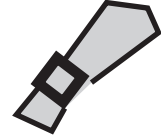
supérieur (*Oberburg*) et la basse-cour (*Unterbürg*), créant parfois un «château dans le château». Cette césure se formalise sur les sites de Bilstein, Lichtenberg ou Fleckenstein. L'aspect « villageois » du château de Lichtenberg à la fin du XIII^e siècle conduit toutefois à relativiser cette organisation.



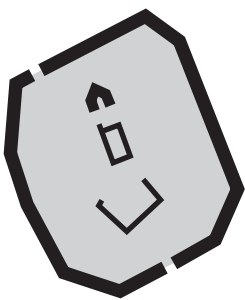
Dagsburg



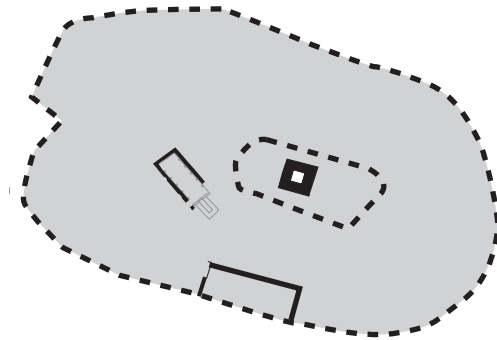
Warthenberg



Bilstein

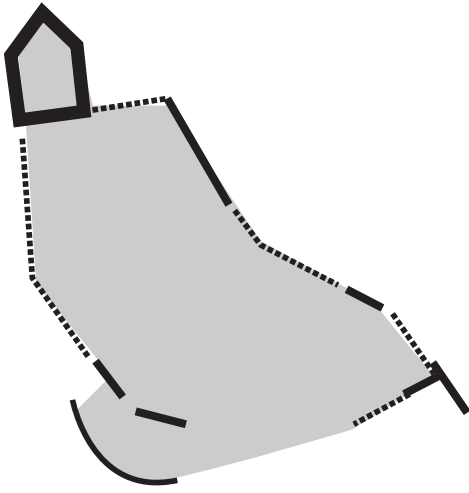
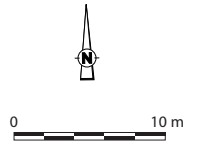


Ringelstein

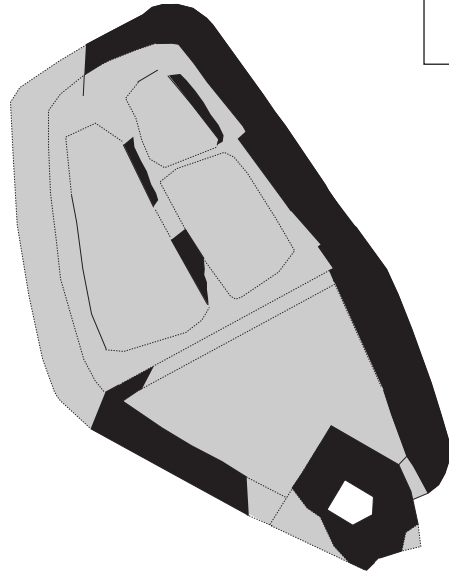


Lichtenberg

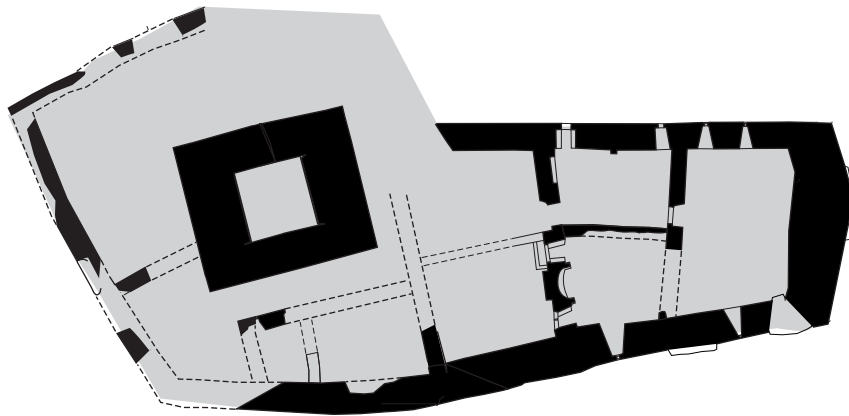
Fig. 41 : Plans des sites édiés entre le milieu et la fin du XII^e siècle, éch. 1/2000, DAO J. Koch.



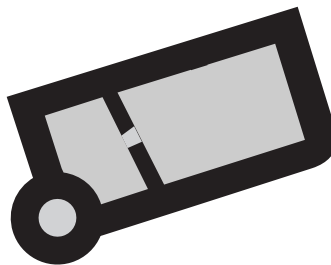
Wassenberg (d'ap. plan Metz)



Schrankenfels



Oedenburg (phase B)



Hohlandsberg (Oberschloss)

Fig. 42 : Châtelets supérieurs associant logis et tour (XIII^e siècle), éch. 1/500, DAO J. Koch.

Une réalité standardisée : le couple Bergfried-logis et son devenir (à partir de 1200) (fig. 42)

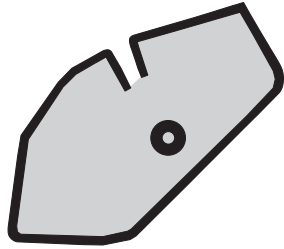
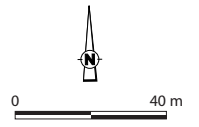
Avec la spécialisation de la construction, la partie sommitale a évolué vers une intégration directe entre l'habitat et la tour-maîtresse voisine. Jean Wirth avait démontré que l'évolution de la poliorcétique avait contribué à créer un programme architectural combinant un logis abrité derrière la tour, avant de fusionner directement, à l'égal des cas de Wassenberg ou Schrankenfels²⁷⁶. Ce programme architectural, né en parallèle de constructions inspirées de modèles antérieures (Lichtenberg ou Ringelstein), est d'abord spécifique aux éperons barrés situés en bouts de crête. En soi, il n'a pas été une nouveauté puisque le principe en était connu depuis le XI^e siècle²⁷⁷. La tour-maîtresse ayant été tournée de façon à présenter un angle vers l'attaque, ce modèle a logiquement été doté d'un plan pentagonal. Le mur-bouclier turriforme de l'Oedenburg (phase B) est une nouvelle étape des modifications apportées à ce système au milieu du XIII^e siècle. Par ailleurs, le même modèle architectural se tourna vers la tour ronde, simple élément ostentatoire complémentaire (Hohlandsburg et probablement Hohhattstatt). Ce modèle de construction accentua la dualité interne entre les châteaux supérieurs et inférieurs (*Ober-* et *Untenburg*). La partie haute était probablement bâtie en première, voire la tour avant le logis.

2. 3. 1. 2. 2. Forteresses et structures urbaines : simplification de la construction

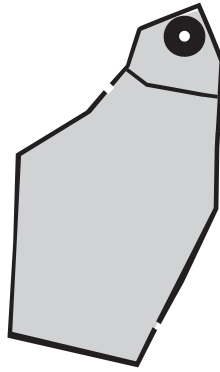
Héritières des enceintes, divers types de fortifications à vocations plus collectives (fig. 43) connurent un développement important. Le pouvoir impérial s'affirmait avec l'édification de véritables forteresses de garnison. D'autres structures furent développées en lien avec des bourgs, soit en périphérie (Châtenois), soit en les intégrant (Soultzbach-les-Bains).

²⁷⁶ L'archétype de ce modèle, développé à partir du tournant du siècle, est retranscrit dans les châteaux de Landsberg et Bernstein.

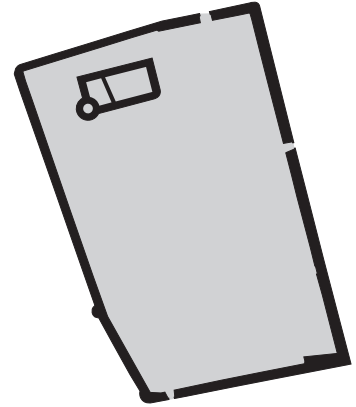
²⁷⁷ MEIBORG (Christina), REULING (Ulrich). — Die Burg Weissenstein bei Marburg-Wehrda. In: BÖHME (Horst-Wolfgang) sd. — *Burgen der Salierzeit. In den südlichen Landschaften des Reiches*, Publikationen zu der Ausstellung « Das Reich der Salier », Bd. 1, Sigmaringen, 1991, p.147-176.



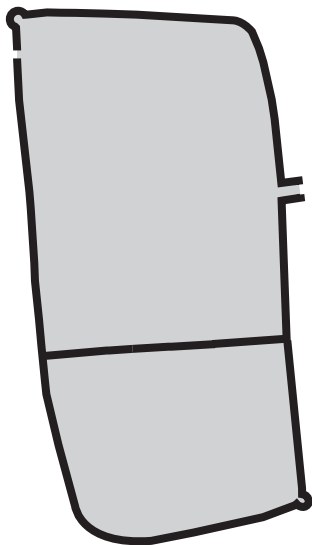
Pflixburg



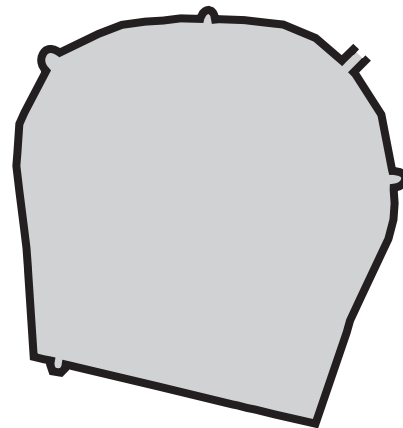
Kaysersberg (phase B)



Hohlandsberg



Châtenois - Quartier du Château



Soultzbach-les-Bains

Fig. 43 : Plan comparatifs des enceintes collectives (XIII^e siècle), éch. 1/2000, DAO J. Koch.

Les forteresses à vocation militaire (XIII^e siècle) : un « ersatz »

Les places créées par le pouvoir impérial, Hohenstaufen puis Habsbourg, initialement dépourvues de toute prétention héréditaire de la part des feudataires, étaient destinées à jouer le rôle de forteresses au sens strictement militaire du terme. Contrairement aux places-fortes royales françaises, le célèbre modèle « philippien », elles ne suivaient pas de programme architectural spécifique et se confondent par la simplicité de leurs plans. Pflixburg, Kaysersberg et Hohlandsburg sont encloses par des murailles sans ou avec peu de flanquements. Sur le dernier des trois, le changement de programme fut radical puisqu'au logis à tour sommital de Siegfried de Gundolsheim occupant une surface de 260 m² succédait une enceinte de plus d'un hectare de superficie.

Ces forteresses rassemblent, dans leur programme constructif, des éléments indissociables d'un « château », mais utilisés avec parcimonie. La finalité des forteresses résidait dans leur utilisation en tant que casernes potentielles, regroupant l'ost impérial en cas de crise.

De l'habitat élitaire à la structure urbaine : Châtenois et Soultzbach-les-Bains

La seconde forme d'enceinte simplifiée apparut sous un modèle de l'architecture aristocratique qui s'orienta vers le développement urbain au XIII^e siècle. Le pseudo cimetière fortifié²⁷⁸ de Châtenois et l'enceinte urbaine de Soultzbach-les-Bains illustrent cet aspect de la modification des centres de pouvoir. Dans les deux cas, l'enceinte fut réduite à un mur de moellons, suffisamment fortifiée pour exprimer ce droit. Mais dans leur conception en à-plat, ces sites marquent le transfert des lieux de pouvoir, généralement placés sur des hauteurs, vers une structure plus urbaine.

Le premier, occupé depuis le haut Moyen Âge, voire l'Antiquité, forme un rectangle orienté nord-sud, ce plan étant dicté par la situation sur le versant, d'une superficie de près d'un hectare. Hormis deux tourelles saillantes au sud-est et au nord-ouest, aucun dispositif ne renforce cette fortification très sommaire. Au sud, le clocher roman a pu remplacer la tour-maîtresse en ce qui concerne le guet. L'évêque, seigneur temporel du secteur, venait y résider occasionnellement et, le restant de l'année, ce sont des *Burgmänner* présents en permanence qui le représentaient et administraient les affaires courantes.

Soultzbach-les-Bains fut aménagée en structure urbaine fortifiée, dès 1275 selon un plan concentrique, lié à sa situation en fond de vallon²⁷⁹. La superficie de 2,5 ha *intra muros* regroupait le logement seigneurial, une cour privée avec une maison bâtie sur l'angle sud-ouest de l'enceinte, et une entité urbaine, en réalité une vaste basse-cour. L'entrée était défendue par une tour-porte dont l'iconographie démarque le caractère spécifique, véritable tour-maîtresse s'affichant dans le paysage.

²⁷⁸ Caractère qui ne devient véritable qu'à la fin du XIV^e siècle.

²⁷⁹ La mention de la fortification urbaine est antérieure d'une décennie à celle du château (*Hus*).

2. 3. 2. La construction ostentatoire : les tours-maîtresses

En suivant l'ordre préférentiel du déroulement des constructions, les tours-maîtresses représentaient majoritairement le premier élément bâti, ceci dès le XI^e siècle²⁸⁰. L'édification prioritaire de ces bâtiments est souvent interprétée comme le signe du caractère militaire attribué à l'ensemble du projet et de la nécessité souveraine de parer à toute attaque en cas de litige²⁸¹. D'après l'examen des circonstances politiques, le caractère conflictuel peut être minoré dans les raisons ayant conduit à des constructions privées. Celles-ci relevaient principalement de l'affirmation d'un droit. La situation centrale de la tour de Dagsburg (phase B) n'apporte rien de plus à la défense d'un site qui devait déjà être fortifié antérieurement, à l'égal de Lichtenberg, placé au-dessus du môle sommital, bien loin de l'entrée. De surcroît, l'étude de l'organisation des chantiers et des techniques de construction démontre que, pour des raisons d'ordre pratique, il était préférable de débiter le chantier par les structures les élevées. Les bâtisseurs disposaient d'une aire ouverte, accessible dans un rayon de 360° pour pouvoir alimenter le chantier. Plus tard, le positionnement de la tour vers le côté de l'attaque allait répondre aux exigences militaires du moment.

2. 3. 2. 1. Questions de formats

2. 3. 2. 1. 1. Les plans des tours

Les tours étaient dessinées en fonction de trois plans distincts (carré²⁸², circulaire ou pentagonal), connus depuis le XI^e siècle, mais adoptés à des époques différentes en Alsace. La forme la plus ancienne est le carré, influencée par les *Turmburgen* et présent à Dagsburg (phase B) vers 1147 comme à Spesburg plus d'un siècle après. Le traçage de ce plan était simplifié, car basé sur le triangle de Pythagore et ce modèle était largement diffusé dans la construction religieuse. La tour pentagonale ou « à bec » était basée sur les mêmes méthodes de traçage. Enfin, les tours circulaires étaient tracées avec une corde attachée à un poteau placé au centre de la future construction.

En termes constructifs, le plan carré était simple à produire puisqu'il suffisait de tailler des blocs en équerre pour amorcer les angles. Dans l'architecture à bossage, il aura été privilégié. L'introduction d'une pointe triangulaire conduit à ne préparer

²⁸⁰ À l'exemple de la tour du Schloessel de Klingemünster, beaucoup de sites germaniques se résument à la conception de la *Turmburg*, le « château-tour ».

²⁸¹ *Op. cit.* SALCH (Charles-Laurent), MICHEL (Jérôme-M) 2000, p. 41 et BILLER (Thomas), METZ (Bernhard) 2007, p. 147. Thomas Biller reste toutefois plus prudent.

²⁸² Sur un plan purement constructif, le rectangle se bâtit de la même manière que le carré.

que trois blocs d'angle et deux blocs formatés avec un gabarit brisant la face par l'angle désiré. Ce plan constituait une réponse appropriée aux développements de la poliorcétique, puisque les engins de jet, notamment les trébuchets, étaient devenus d'usage courant après 1200²⁸³. L'architecture leur fut parfois adaptée plus tôt²⁸⁴, puisque les premières armes mécaniques à contrepoids datant de la fin du XI^e siècle²⁸⁵. La construction de la tour circulaire répondait au même principe défensif. Les formats des tours alsaciennes eurent tendance à se réduire au cours du temps, à l'égal de nombre de constructions analogues du monde germanique. Cette tendance à se détacher, autour de 1200, du modèle de la tour habitable (*Wohnturm*) des XI^e et XII^e siècles vers le beffroi (*Bergfried*) a été largement commentée par tous les chercheurs spécialisés dans le domaine. En ce sens, les tours de Dagsburg et de Warthenberg n'étaient probablement plus habitées, mais leur format monumental relevait encore de cette tradition. Elles appartenaient au groupe des grands « donjons » romans, même si leur taille est dépassée par celle du Greifenstein, près de Saverne (12 m de côté). De leur côté, les dimensions des tours circulaires de Pflixburg et Kaysersberg ne comptent pas parmi les plus grandes du Saint-Empire²⁸⁶. La recherche de confort conduisit à séparer l'habitat de la tour, élément somptuaire et militaire. La recherche d'une amélioration de l'efficacité militaire transparaît dans les modifications structurelles de ces constructions.

2. 3. 1. 2. 2. Structure et élévations : défense et/ou résidence

Parmi les sites étudiés, peu de tours sont conservées sur leur élévation complète. Les hauteurs des ouvrages sont à peu près équivalentes, bien que les murs aient des épaisseurs différentes à la base des tours (*tab. 12*). Selon le cas, les dimensions des murs répondaient à la charge des maçonneries, sans aucun rapport avec des hauteurs prédéfinies. L'épaisseur est un complément utile à la fonction militaire de la structure, particulièrement pour l'absorption des impacts de projectiles.

Les hauteurs de ces tours étaient limitées à 25 m en moyenne. Dans les trois tours conservées, le rapport de proportions entre la largeur de la base et l'élévation des tours s'échelonne entre 1 pour 2,5 à Dagsburg, 1 pour 2 à Kaysersberg et 1 pour 3,4 à Spesburg.

²⁸³ WIRTH (Jean). — L'évolution architecturale des châteaux-forts alsaciens. In : SCHMITT (Georges), WILL (Robert), WIRTH (Jean), SALCH (Charles-Laurent). — *Châteaux et guerriers de l'Alsace médiévale*, Strasbourg, 1976, p. 275.

²⁸⁴ Thomas Biller soulève le *hiatus* entre la construction d'une telle tour avant 1175 à Lützelburg/Zorn (Moselle) et que la première mention d'un trébuchet connue dans le Saint-Empire date de 1212. *Op. cit.* BILLER (Thomas), METZ (Bernhard) 2007, p. 67.

²⁸⁵ BEFFEYTE (Renaud). — *L'art de la guerre au Moyen Âge*. Rennes, 2005, p. 78-82.

²⁸⁶ VOISIN (Jean-Claude). — Réflexions liminaires autour des donjons ou tour-maîtresses circulaires en Allemagne Médiévale (Mitteldeutschland) aux XII^e et XIII^e siècles : une influence proche-orientale ? In : *Tempora – Annales d'histoire et d'archéologie*, Beyrouth, 2001-2002, p. 65-93.

L'intérieur : des volumes d'usage secondaire

À l'intérieur, les tours étaient divisées en niveaux différents par des ressauts (Dagsburg, Spesburg), parfois par des consoles (Lichtenberg, Pflixburg, Kaysersberg...). La réduction des formats conduisit à un abandon de surfaces potentiellement habitables, même si cela n'était pas la règle, pour des volumes de stockage et de desserte. En effet, les niveaux intérieurs de la tour de Dagsburg pouvaient être occupés, mais elle ne disposait pratiquement d'aucune entrée pour la lumière du jour, au contraire des tours antérieures à vocation résidentielle, comme celle du Schloessel qui était éclairée par des baies multiples²⁸⁷. La fouille des tours de Warthenberg ou de Lichtenberg n'a fait que renforcer cette conviction. Ces massives tours ont été réduites parce qu'il n'y avait plus d'intérêt à engager des dépenses pour des coquilles vides. Paradoxalement, le diamètre de l'espace intérieur de Kaysersberg est l'un des plus petits enregistrés alors qu'il s'agit de l'une des plus grosses tours alsaciennes. Même la majestueuse tour-maîtresse de l'Ortenberg ne devait loger, au mieux, que les personnels affectés au guet. Les vastes pièces de certaines tours offraient des surfaces disponibles pour le logement d'une garnison en cas de levée de troupes.

Les seuls niveaux supérieurs de la tour étaient utilisés du fait de la position en hauteur des accès, au mieux à la moitié de l'élévation (Kaysersberg). Sur la tour de Spesburg, l'entrée était située au tiers supérieur. Toutes ces constructions représentaient donc principalement des volumes inoccupés, utilisés au mieux pour du stockage, voire en geôle (Spesburg). Sur ce site, cet aménagement avait été conçu dès le début des travaux, par la mise en place d'une latrine en niche murale et une fente d'éclairage inversée en partie supérieure de la même pièce.

La part militaire de la construction

Largement consacrée à la défense passive, l'architecture de ces tours intégrait petit à petit des éléments développés dans la défense active. Majoritairement, leur sommet constituait une plate-forme de tir, protégée par un parapet hérissé de merlons. Sur la tour de Spesburg, le surhaussement du mur du côté de l'attaque prolonge la forme du mur-bouclier qu'il domine. Avec l'introduction de l'archère dans le second tiers du XIII^e siècle, certaines tours furent dotées de niches ouvertes par des fentes permettant un tir rasant (Schrankenfels). Mais le propos est à nuancer puisque les tours restèrent majoritairement dépourvues. Un hourd a pu renforcer la couronne sommitale. Mais ce type d'installation n'affectait pas la structure intrinsèque des maçonneries. La simplicité semble avoir été prédominante sur ce plan.

Les décors des ouvertures étaient restreints aux encadrements de portes, appareillés avec des éléments taillés. L'encadrement d'une porte peut généralement faire l'objet

²⁸⁷ *Op. cit.* BARZ (Dieter) 2007, p. 448-461.

d'un travail soigné (Dagsburg, Warthenberg, Kaysersberg, Spesburg...). Les fentes d'éclairage étaient de petits formats et parfois constituées d'encadrements à peine taillés, notamment en zone granitique.

2. 3. 2. 2. *La part symbolique*

La base des tours reposait occasionnellement sur un socle plus large, voire un empattement constitué par un ressaut chanfreiné. Ce relief servait d'assise à la tour. En revanche, l'aspect extérieur des façades pouvait être « cassé » verticalement par un retrait (Dagsburg - phase B, Kaysersberg, Pflixburg...). Les ressauts ne répondaient pas à une quelconque préoccupation technique car, pour répartir des poussées de charge, il aurait fallu construire en degrés, à l'image des pyramides méso-américaines. Des pierres posées ou taillées à 45° profilaient ce relief. Le fait de briser la ligne verticale donnait un aspect plus élancé à ces constructions d'aspect général très massif par ailleurs. La pratique est à mettre en parallèle avec le traitement des façades de clochers, scandés par des bandeaux décoratifs. Les distributions de ces retraits étaient plus parcimonieuses sur ces tours afin d'augmenter l'effet d'élancement.

L'utilisation de ces tours à des fins résidentielles reste très discutable. Sur la plus ancienne, Dagsburg (phase B), il nous manque deux murs sur quatre dans lesquels se pouvaient se trouver de possibles éléments de confort : cheminée au nord et fenêtres à l'ouest. La part symbolique attribuée à ces tours se vit renforcée par la conversion en « beffroi » notamment lorsqu'elles devinrent des annexes de logis (Wassenberg ou Hohlandsburg). La forme élancée du *Bergfried* de Spesburg ou la situation annexe, voire accessoire, de la tour ronde du châtelet supérieur de Hohlandsburg confirment cette mutation. Cet effet de verticalité était renforcé à partir du moment où ces tours étaient placées sur le point culminant de sites à fort escarpement ou au sommet de falaises. De ce point de vue, la tour de Lichtenberg résume à elle seule le programme de construction de ce type d'édifice.

À la fin du XIII^e siècle, le choix entre les deux fonctions était clairement opéré puisque la tour du Hohlandsburg est réduite à une tourelle et accolée à un logis confortable. Cette occurrence est encore plus prononcée à Hohattstatt qui devint une véritable tour résidentielle, d'après le vestige figuré par l'iconographie au XIX^e siècle, conforme à l'image des tours d'époque salienne.

Site	Emplacement	Plan	Dimension extérieure (m)	Hauteur (m)	Dimension intérieure (m)	Épaisseur (m)	Superficie totale (m ²)	Volume des maçonneries (m ³ pour 1 m et total)	Nombre de niveaux intérieurs
Dagsburg	Centrée	Carré	10,75	27	6,25	2,25 à 2,95	115	83,50 - 2171	5
Warthenberg	Frontale	Carré	10,90 à 11,10	?	5,26 à 5,40	3,03	121	93 - 2232	?
Bilstein	Centrale	Carré	8,70	?	4,20	2,25 à 2,80	75	57,50 - 1380	?
Lichtenberg	Centrale	Carré	8,20	?	3,40	2,40	67	55,44 - 1330	?
Pflixburg	Centrale	Circulaire	9,35	23	3,05	3,15	69	64 - 1486	3
Kaysersberg	Frontale	Circulaire	11,20	24,80	2,40	4,2	93	89,30 - 2216	4
Schrankenfels	Frontale	Pentagone	9 x 7,30	?	2,15	2,70	57	52,30 - 1256	?
Spesburg	Frontale	Quadrang.	7,40 x 7	24,50	2,10 et 1,75	2,65 à 2,95	52,5	44,70 - 1080	4
Hohlandsburg	Centrale	Circulaire	6,50	?	2,60	1,95	33,2	27,48 - 660	?

Fig. 44 : Tableau des dimensions des tours.

2. 3. 3. Fermer un espace privé : le mur d'enceinte

Le principal élément militaire d'un château était l'enceinte, percée par l'entrée principale, éventuellement abritée par sa propre tour et isolée du terrain environnant par un fossé.

2. 3. 3. 1. Morphologie des murs

2. 3. 3. 1. 1. Tracé et dimensions des enceintes

Le tracé des murs d'enceinte était adapté au site. Il épousait souvent la morphologie de l'entablement rocheux ou de la terrasse. De la diversité des structures primitives qui étaient bâties en segments (Hohrappelstein et Oedenburg - phase A), en ellipse (Krueth/Linsenrain), le choix fut orienté vers des enceintes fermées par des murs complets posés sur un sommet dont le Petit-Ringelsberg demeure un modèle potentiel. Les grandes réalisations du XII^e siècle étaient dorénavant tracées sur la totalité de l'emprise. L'adaptation au site conduit à l'adoption d'angles droits, ouverts, puis du tracé courbe, qui soutient plus facilement les angles.

Commune	Sites	Plan	Long. (m)	Épais. (m)	Haut. (m)	Parap. haut.	Parap. épais.	J
Wettolsheim	Krueth - Linsenrain	Ellipse	310	1,40	?	?	?	
Ribeauvillé	Haut-Ribeaupierre	Demi-cercle	65	1,15	?	?	?	
Oberhaslach	Petit-Ringelsberg	Naviforme.	160	1,80-2,20	?	?	?	
Orschwiller	Oedenburg	Segment	26	1,90	2,60 ?	1,10	0,95	
Ernolsheim-l.-S.	Warthenberg	Bouclier	50	3,50	?	?	?	
Oberhaslach	Ringelstein	Polygone	210	1,95	3,50 ?	?	?	
Lichtenberg	Châtelet supérieur	Polygone	110 env.	1,40	?	?	?	
Wintzenheim	Pflixburg	Polygone	195	1,95-2,20	?	?	?	
Soultzbach-les-Bains	Schrankenfels (chât. Sup.)	Polygone	100	2,85	7 ?	?	?	
Kaysersberg	Schlossberg (enceinte)	Polygone	260	1,20	7,40	2,40	0,70	
Châtenois	Quartier du Château	Rectangle	400	1,45	8,30	0,97	0,65	
Soultzbach-les-Bains	Ville	Ellipse	335	1,25	6,05 (intra muros)	?	0,55	
Ribeauvillé	Hohrappelstein	Trapèze	135 ?	1,40	7,20	1,25/2,2	0,65	

Fig. 45 : Tableau des dimensions des enceintes relevées en coupe.

Les épaisseurs et les hauteurs ont varié en fonction du type de maçonnerie utilisée ; plus importante dans l'architecture à bossage, elle s'affinait avec les murs de moellons du XIII^e siècle (*fig. 45*). Mais, chaque cas est à considérer individuellement et il n'existait pas de règle prédéfinie. Les épaisseurs et les hauteurs variaient en fonction du côté où ils se situaient et du rôle qui était assigné au mur (clôture ou protection). C'est la poliorcétique qui conduisit aux principales modifications. Elles restèrent proportionnellement inférieures aux transformations observées plus tard, lors de la généralisation des armes à feu.

L'étude sur des sections précises montre un certain rapport entre l'épaisseur et la hauteur de ces murs, quand ils sont conservés en élévation ; ce qui est le cas pour des exemples du XIII^e siècle.

Mais le raisonnement à propos de ces dimensions, notamment pour les hauteurs, doit être observé par le prisme des questions militaires et confronté aux notions de droit médiéval consignées dans le *Sachsen-*, puis le *Schwabenspiegel*²⁸⁸. En effet, la hauteur théorique d'un mur défensif est supérieure au faite qu'un cavalier peut toucher. Cette imprécision est liée à des questions de défense passive, c'est-à-dire l'obstacle constitué par un mur pour quelqu'un se trouvant à l'extérieur. Toute référence à des épaisseurs ou des postes de tir, défense active, en est absente. La codification confirme que le rôle du mur était d'abord de fermer un espace et de soustraire ses occupants à toute influence extérieure.

2. 3. 3. 1. 2. *Attributions militaires*

L'enceinte devait protéger au mieux les occupants du site par rapport aux techniques de guerre en usages de l'époque. Celles-ci évoluaient considérablement au cours de la période étudiée et eurent d'importantes conséquences sur l'art de bâtir. Dans le cas des enceintes, il a eu des implications considérables. Les machines de guerre développées au cours de l'Antiquité gréco-romaine avaient été progressivement redécouvertes au cours des X^e et XI^e siècles, puis particulièrement avec les Croisades. Sur la Tapisserie de Bayeux, la figuration de l'attaque de Dinant restitue le rôle majeur tenu par les cavaliers ; quelques fantassins cherchent à mettre le feu au château. En face, les défenseurs étaient armés de lances. Pourtant, dès le X^e siècle, les tours de sièges étaient utilisées en France²⁸⁹. L'artillerie mécanique connut un regain

²⁸⁸ Cf. HEINE (Hans-Wilhelm). — Burg und Recht – Zum Burgenbaurecht im Sachsenspiegel. In : GROSSMANN (G. Ulrich), OTTOMEYER (Hans). sd. — *Die Burg -Wissenschaftliches Begleitband zu den Ausstellung „Burg und Herrschaft“ und „Mythos Burg“*. Symposium „Die Burg“ auf der Wartburg (19. – 22. März 2009, Dresden 2010, p. 34-49.

²⁸⁹ SALAMAGNE (Alain). — L'attaque des places-fortes au temps des armes mécaniques (XII^e – XIV^e siècles). In : PASTRÉ (Jean-Marc) sd. — *Château et société castrale au Moyen Âge*, Actes du colloque du 7-9 mars 1997, Rouen, 1998, p. 41-64.

avec les Croisades, mais il fallut attendre Philippe Auguste pour voir l'apparition de corps spécialisés dans ce domaine²⁹⁰. Pour l'Empire, les sources restent rares.

Les formes anciennes de la construction militaire (avant le milieu du XII^e siècle)

La définition du rôle défensif d'un mur d'enceinte trouve ses origines dans les formes bâties les plus anciennes, antérieures au second quart du XII^e siècle. Les quatre sites étudiés peuvent se discerner en deux groupes distincts, selon le plan et la structure de chaque mur.

- deux enceintes, Krueth/Linsenrain et Petit-Ringelsberg sont caractérisées par un mur de plan continu. Le premier suit un tracé en ellipse et le second un plan naviforme ;
- les deux autres sites sont constitués de murs partiels. Le segment en arc de cercle du Hohrappelstein a été organisé de manière analogue à l'enceinte de Wettolsheim. À l'inverse, le mur de l'Oedenburg a été bâti sur le modèle annonçant le mur-bouclier, c'est-à-dire en barrant simplement une crête et diffusé dans l'Empire dès le XI^e siècle²⁹¹.

Ces murs étaient protégés par des fossés extérieurs. Des systèmes multiples, combinant des creusements avec des levées de terre, protégeaient les enceintes de Wettolsheim et de Hohrappelstein, bien que la topographie soit distincte entre les deux sites. Relativement répandus depuis le haut Moyen Âge²⁹², ces aménagements étaient peut-être destinés à casser une charge de cavaliers, d'autant plus que les levées offraient la possibilité de planter des pieux ou des épineux. Les deux autres entités étaient localisées en zone gréseuse ; il était donc plus facile de tailler des parois verticales au fossé.

La morphologie des parties sommitales de ces murs est difficile à restituer. Seul le mur de barrage de l'Oedenburg a conservé la base d'un parapet construit avec des moellons et taillé dans le substrat au sommet de l'éperon. D'épaisseur analogue, l'enceinte de Petit-Ringelsberg pouvait disposer d'un système construit identique. D'après son épaisseur, le mur en arc de cercle de Hohrappelstein était peut-être simplement destiné à constituer le parapet. Judicieusement placé à la rupture de pente, il se suffit à lui-même et n'a pas besoin d'être surélevé. En revanche, le

²⁹⁰ PROUTEAU (Nicolas). — L'artilleur et l'artillerie avant le temps des canons. In : PROUTEAU (Nicolas), De CROUY-CHANEL (Emmanuel), FAUCHERRE (Nicolas). — *Artillerie et fortification 1200-1600*. Rennes, 2011, p. 23-32.

²⁹¹ BARZ (Dieter). — Bergfried und Schildmauer in Burgen des 12. und 13. Jahrhunderts in der Pfalz. In: MÜLLER (Heinz) sd. — *Burgenforschung aus Sachsen*. Langenweißbach : deutsche Burgenvereinigung e.V., Landesgruppe Sachsen, 2004, 17/1, p. 115-139.

²⁹² BARZ (Dieter). — Wall und Graben – Vorbefestigungen von Burgen des 10./11. Jahrhunderts in Mittel- und Westeuropa. In : MÜLLER (Heinrich), SCHMITT (Rolf) sd. *Zwinger und Vorbefestigungen*, Tagung vom 10. bis 12. November 2006 auf Schloss Neuenberg bei Freyburg (Unstrut), Landesgruppen Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen, 2007, p. 49-52.

système de Wettolsheim était probablement complété par des palissades sommitales en bois.

À l'abri des murs d'enceinte : la défense passive entre le milieu du XII^e et la fin du XIII^e siècle

Par sa présence, le mur d'enceinte protégeait les occupants et formait donc le premier élément de défense d'un site fortifié. De ce fait, la hauteur et l'épaisseur des murs garantissaient la fermeture de l'espace et plusieurs aménagements du relief augmentaient l'effet dissuasif. La majorité des constructions étaient entourées ou protégées par un fossé au minimum. L'édification des murs sur le rebord d'un entablement rocheux, notamment pour les châtelets supérieurs, augmentait l'effet de couronnement ; celui-ci étant renforcé par la conception des maçonneries à bossages (Warthenberg, Ringelstein, Lichtenberg, Oedenburg, Spesburg ou Fleckenstein...). L'habillage du socle, trop coûteux, n'a pas été entrepris avant l'apparition de l'artillerie à poudre. Des renforts ponctuels pouvaient toutefois être placés sous les parties fragilisées (Fleckenstein). Les sites gréseux offraient les meilleures conditions pour structurer les divers espaces et renforcer la distinction entre le châtelet supérieur et la basse-cour. Ailleurs, c'est l'escarpement naturel qui était utilisé au maximum. Les tours-maîtresses de Schrankenfels ou de Wassenberg n'avaient rien à envier à leurs contemporaines des Vosges du Nord. Pflixburg était renforcé par des fossés extérieurs barrant l'arête dorsale portant ce château.

Avec la multiplication des moyens mécaniques d'attaques (trébuchet, bricole, scorpion...), les murs les plus exposés furent bâtis afin de répondre à ces menaces potentielles. Le principe d'un épaississement des maçonneries du type de l'enceinte à segments de l'Oedenburg (phase A) fut repris sur le Warthenberg, où un épais bouclier protégeait tout l'ensemble castral et un second, la partie strictement comtale du site. Les logis et la chapelle étaient abrités derrière lui. Le remplissage en sable et blocs lui garantissait une certaine élasticité en cas d'impact de boulets. Par ce biais, ce mur annonce les remparts à canon de la Renaissance. Édifié pour barrer les éperons, ce mur était couplé avec des courtines moins épaisses bâties sur les côtés moins exposés. Il fut très largement diffusé au cours du XIII^e siècle (Spesburg ou Oedenburg, par exemple). À Hohrappelstein, le front nord de l'enceinte forme un simple écran.

L'épaisseur des murs pouvait également être compensée par les tracés en éperon ou en arrondi, à l'identique des tours. La chemise bâtie à Kaysersberg entre 1265 et 1268 reprenait le principe de l'éperon, comme Wassenberg ou Schrankenfels, en contournant la tour circulaire. La manière dont elle a été projetée permettait de garantir la protection de toute la forteresse bâtie en enfilade. Le flanc nord de cette pointe, plus exposé à des tirs venant de la crête, fut directement adossé contre la tour de façon à le conforter par un effet de masse ; mais en interdisant le passage entre les deux. Seul, le chemin de ronde était continu. La conception rappelle celle de la chemise bâtie par le même commanditaire, Rodolphe de Habsbourg, à l'avant de la

tour-maîtresse de l'Ortenberg. En comparaison le programme de Kaysersberg formait une version « allégée » de ce prestigieux contemporain. Le mur constituait ici une forme bâtarde du bouclier.

Après 1200, les murs ont pu s'affiner par l'introduction de niveaux de défense intermédiaires permettant de renforcer la défense active, dans le cas de sites exposés. La massivité des murs de la grande enceinte de Hohlandsburg, dotée d'une myriade de postes de tirs, n'était, somme toute, qu'une démonstration de force de la part du commanditaire. Le site était suffisamment retiré pour pouvoir anticiper toute attaque de la place. Les divers troubles politiques qui affectaient la région colmarienne dans l'avant-dernière décennie du XIII^e siècle constituaient l'arrière-plan de son édification.

Repousser un assaillant : la défense active

Les moyens pour contrer un adversaire et essayer de le repousser, voire de l'empêcher d'atteindre la base des murs ou la porte furent intégrés à la conception architecturale. Il s'agissait de trouver les postes de tir adéquats pour répondre aux intrusions. Depuis l'Antiquité, les bâtisseurs de la fortification maçonnés avaient développé différents éléments conceptuels pour la défense. Le combat chevaleresque qui se déroulait, en théorie, d'homme à homme n'empêchait pas des techniques d'attaque et de défense des places, très éloignées de ces exigences liées au rang social.

- Parapets et chemins de ronde (*fig. 46*)

La forme élémentaire de la défense active était assurée depuis les parapets, couverts de créneaux permettant de s'abriter et d'envoyer toutes sortes de projectiles (lances, flèches ou pierres) (*fig. 47*). Le mur de l'enceinte semi-circulaire de Hohrappelstein (phase A) est de conception relativement simpliste, car il utilise l'avantage naturel de la topographie et gardait probablement la forme d'un parapet.

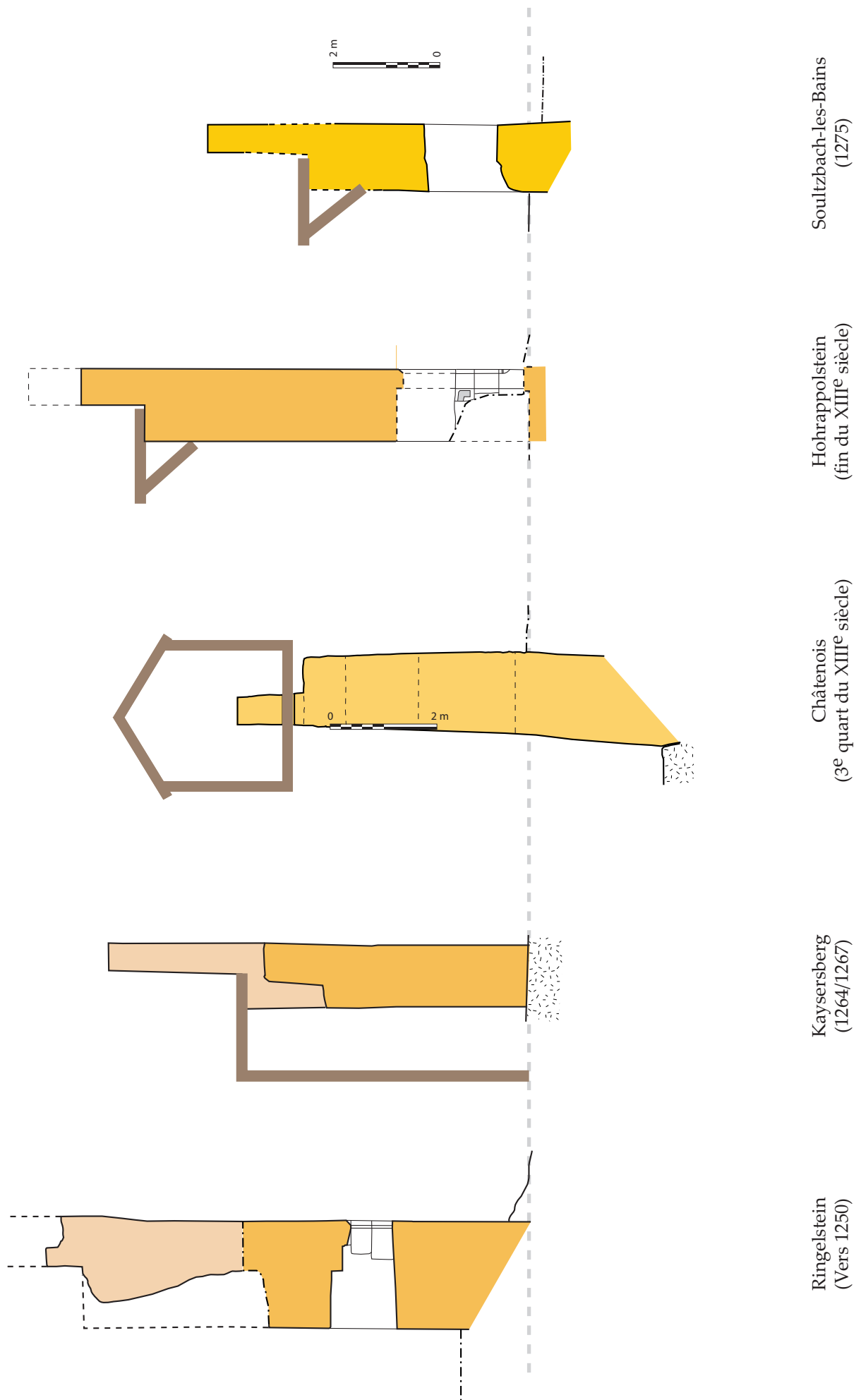


Fig. 46 : Profils d'enceintes du XIII^e siècle, éch. 1/100, DAO J. Koch.



Fig. 47 : Attaque d'un château. Mannesische Liederhandschrift - début du XIV^e siècle.

Dans un second temps, les murs plus épais offraient l'avantage d'asseoir un parapet maçonné sur leur sommet comme sur le segment de l'Oedenburg (phase A) ou, plus tard, la grande enceinte de Hohlandsburg (après 1281). La circulation en était simplifiée, mais cette pratique était extrêmement consommatrice de pierres. Pour offrir des conditions de déplacement confortables, ces murs devaient avoir une épaisseur minimale de 1,50 m, pour que le parapet puisse en occuper le tiers. Un troisième modèle a consisté à réduire les épaisseurs des murs et à compenser les parties manquantes par des platelages, voire des hourds en bois. Les fouilles du Schloessel, dans le Palatinat, ont mis au jour les restes d'une telle charpente calcinée, attribuée au milieu du XI^e siècle²⁹³. Ces deux manières de procéder ont pu coexister pendant la période.

Les merlons avaient, de préférence, la largeur nécessaire pour abriter deux soldats, pendant que l'ouverture d'un créneau était occupée par un tireur.

²⁹³ BARZ (Dieter). — Ausgrabungen in der salierzeitlichen Burg "Schlüssel" bei Klingenstein, Kreis Südliche Weinstraße. In: BERNHARD (Helmut) (sd.). — *Archäologie in der Pfalz, Jahresbericht 2001*, Rahden, 2003, p. 229-232.

La hauteur du chemin de ronde était déterminante par rapport aux angles de la zone à couvrir par le tir. Ainsi, les fossés extérieurs de la Pflixburg étaient placés à un endroit où le tir restait efficace, soit 55 m en tir tendu depuis le sommet des courtines. Cette distance est sensiblement la même entre le mur-écran nord et la fosse de carrière taillée à l'intérieur de l'enceinte semi-circulaire primitive du Hohrappelstein. Pour la période étudiée, la portée efficace d'une arbalète²⁹⁴ est estimée entre 100 m et 200 m. Malgré l'imprécision de son tir, l'arc utilisant un tir parabolique offrait plus de latitudes. À l'inverse, il ne faut pas commettre l'erreur de conclure que l'enceinte de Châtenois, malgré sa situation problématique dans la pente, était totalement inefficace. Son chemin de ronde occidental battait la contrescarpe qu'il surplombait de très peu, par un tir rasant. La tour d'angle nord-ouest jouait là un rôle complémentaire²⁹⁵.

- La défense par l'archère (*fig. 48*)

L'ajout d'archères apporta des solutions intéressantes pour des tirs de couverture multidirectionnels. Les archères, importées de France²⁹⁶, permettaient un tir battant les alentours ou la base des murs. Apparue sur le château de Schrankenfels, dans le second quart du XIII^e siècle, la meurtrière était conçue de manière à loger un homme tirant vers l'amont de la crête, par les fentes ouvertes dans la tour-maîtresse, ou vers la basse-cour par les fentes obliques aménagées dans la chemise. Ce modèle fut d'ailleurs reproduit, en 1275, dans l'enceinte de Soultzbach-les-Bains située au pied de ce château. Vers le milieu du XIII^e siècle, les archères à niche furent multipliées dans les constructions neuves, sans toutefois être systématisées dans tous les chantiers. Cette forme répond au besoin de se protéger de tirs venant d'assiégeants, car un carreau d'arbalète, voire une flèche, décochée par un tireur expérimenté pouvait transformer l'ouverture à simple ébrasement en entonnoir mortel²⁹⁷. La niche de plan rectangulaire serait une innovation germanique (ou alsacienne ?) répondait à ce problème²⁹⁸.

Inversement, l'inexistence de ces équipements peut soulever des interrogations. À Kaysersberg, l'enceinte en est totalement dépourvue tandis que l'Ortenberg, bâti à la même date, constitue un modèle du genre ; la multitude de postes donne l'impression d'une puissance de feu équivalente à celle d'un croiseur moderne. Les

²⁹⁴ SERDON (Valérie). — *Armes du diable - Arcs et arbalètes au Moyen Âge*. Rennes : Presses Universitaires de Rennes, Série Archéologie et Culture, Rennes, 2005, p. 37.

²⁹⁵ Cf. *infra*.

²⁹⁶ SALAMAGNE (Alain). — Origines et diffusion des embrasures de tir dans l'architecture militaire de la fin du XII^e siècle : une réévaluation. In : SALAMAGNE (Alain), LE JAN (Régine) sd. — *Le château médiéval et la guerre dans l'Europe du Nord-Ouest - Mutations et adaptations*, Actes du colloque de Valenciennes 1-3 juin 1995, Hors série Revue du Nord, n° 5, 1998, p. 61-75.

²⁹⁷ DURAND (Philippe). — L'expérimentation de tir dans les châteaux : de nouvelles perspectives pour la castellologie. In : *Bulletin monumental*, Paris : société française d'archéologie, t. 156/3, 1998, p. 257-274.

²⁹⁸ *Op. cit.* BILLER (Thomas), METZ (Bernhard) 1995, p. 108-110.

expérimentations récentes ont démontré que le tir vers l'extérieur à travers les embrasures pouvait avoir des résultats très aléatoires. L'absence de tout poste à Kaysersberg permet certes d'insister sur la parcimonie des moyens affectés à ce chantier, mais il s'en dégage un autre constat. Aménager une niche revenait à placer un coffrage, donc à engager des frais supplémentaires ; mais cette économie se retrouve également ailleurs. Les niches de tir sont en effet absentes d'autres murailles militaires comme Châtenois ou Hohrappelstein. En revanche, leur présence est affirmée aux Hohhattstatt et Hohlandsburg. Bâties dans les mêmes années, il est fort probable que les mêmes équipes aient œuvré sur ces deux chantiers, tant leur conception est similaire. La principale destination des archères était de contrer des tours de siège, les *turres ligneas*, ou d'autres engins d'approche utilisés depuis le X^e siècle²⁹⁹. Une raison de l'absence tient probablement à l'escarpement de certains sites où le tir depuis les sommets de mur était suffisant. Dans ce contexte, la débauche de moyens du Hohlandsburg rejoignait celle déployée à l'Ortenberg. En même temps, le nombre global de châteaux dotés d'archères est inférieur aux sites qui en étaient dépourvus, parmi les constructions du milieu et de la seconde moitié du XIII^e siècle. De toute évidence, une hiérarchisation se fit jour entre différents types de constructions. L'archère à niche est plutôt présente dans des châteaux de féodaux proches de l'entourage épiscopal, notamment pour des constructions de l'époque de Walter von Hohengeroldseck (Hohandlau, Schwarzenburg, Birkenfels, Lützelburg-Ottrott...), puis de ses successeurs (Spesburg), ou de Rodolphe de Habsbourg dont les sites ont été énumérés. De telles embrasures sont plutôt présentes dans des bâtiments au caractère essentiellement résidentiel, où la part militaire est très secondaire. L'existence d'embrasures sous les logis a été vue comme un moyen de protection des murs ouverts par des fenêtres sur des sites royaux français³⁰⁰. De son côté, l'expérimentation sur des sites du sud et de l'ouest de la France (Castelnaud, Coudray-Salbart) a prouvé le côté superflu de certaines d'entre elles³⁰¹. Au final, la diffusion restreinte à des châteaux de lignage alsaciens corrobore la tendance à renforcer l'ostentation par ce biais.

²⁹⁹ SALAMAGNE (Alain). — L'attaque des places-fortes au temps des armes mécaniques (XII^e – XIV^e siècles). In : PASTRÉ (Jean-Marc) sd. — *Château et société castrale au Moyen Âge*, Actes du colloque du 7-9 mars 1997, Rouen, 1998, p. 41-64.

³⁰⁰ *Op. cit.* SALAMAGNE (Alain) 1998, p. 74-75.

³⁰¹ *Op. cit.* DURAND (Philippe) 1998, p. 274.



a



b



c



d



e

Fig. 48 : Archères : a et b : Schrankenfels ; c : niche du Hohlandsburg ; d : Spesburg ; e : Hohhattstatt. Cl. J. Koch.

- Les flanquements

La défense active était incomplète lorsqu'elle manquait de postes de tir placés sur des flanquements. En-dehors des tours-maîtresses, des ouvrages complémentaires renforçaient les enceintes afin de battre la base des murs par un tir latéral. Les flanquements existaient sur les *castra* antiques et ne constituaient pas une nouveauté. La tour se diffusa en Alsace dans le second quart du XIII^e siècle (Girbaden, Landsberg, Zellenberg...), probablement influencée par les forteresses royales françaises et ses châteaux à tours rondes ou en amande³⁰². En cela, le plan circulaire, déjà connu en Alsace, fut adapté à cette nouvelle fonction.

Les cas étudiés comprennent cependant peu d'exemplaires de tours de flanquement contemporaines de la période. D'après les plans, nous constatons que les occurrences sont spécifiques à des sites de plaine et de coteau (Soultzbach-les-Bains et Châtenois). Dans le premier cas, trois tours complétaient la fortification. Elles étaient desservies, *intra muros*, par des parcelles particulières. Le mur de Châtenois, déjà évoqué, possédait deux tours sur quatre angles, l'une au nord-ouest et l'autre au sud-est. La fouille partielle de la tour sud-est a mis en évidence une chambre de tir intérieure³⁰³. Elle commandait une poterne et permettait de battre la contrescarpe.



Fig. 49 : Vue de la zone couverte par les deux tours de flanquements du Hohlandsberg. Cl. J. Koch.

³⁰² *Op. cit.* BILLER (Thomas), METZ (Bernhard) 1995, p. 108.

³⁰³ Son symétrique au nord-ouest a été remanié lors de la construction du presbytère actuel, au milieu du XVIII^e siècle.

La grande enceinte de Hohlandsburg est flanquée de deux tours engagées au sud-est. Elles permettaient de couvrir l'épaule prolongeant le sommet de ce château vers le sud-ouest (*fig. 49*). Cet épaulement est le seul point de la montagne où les assiégeants pouvaient éventuellement mettre des machines de guerre en batterie et tirer sur le site. La création des tours à cet endroit permettait de disposer de deux plates-formes pour des arbalètes à tour, posées sur des affûts. Il s'agit là de la seule raison d'être de ces excroissances qui facilitaient le tir croisé en direction du point où un agresseur pouvait s'installer pour le siège. Elles démontrent l'aboutissement de la réflexion militaire engagée avant la construction de ce site. Le commanditaire voulait probablement contrer au maximum toutes les faiblesses d'un site que ses troupes avaient pu exploiter lors du siège de l'été 1281. Il fallut donc y mettre les moyens, y compris l'installation de machines de guerre communément répandues et onéreuses à l'entretien.

2. 3. 3. 2. L'entrée : le point faible

L'enceinte est percée par un passage, nécessaire à la vie quotidienne, mais en totale contradiction avec l'idée de clôture. La mentalité populaire auréole souvent ce passage comme un lieu quasiment syncrétique, parfois doublé par un souterrain comme il en existe tant dans l'imaginaire³⁰⁴. Au même titre que des portes de villes, celles de certains châteaux devaient être sacrnalisées, afin d'écarter le Mal, en les plaçant sous la protection d'une statue pieuse ou de la proximité de la chapelle (Landsberg, par exemple).

Plus concrètement, la porte était un point névralgique, objets de nombreuses attentions de la part des bâtisseurs afin de la protéger au mieux des possibilités d'intrusions. Diverses solutions architecturales furent apportées à cet épineux problème. En premier lieu, nombreux sont les cas où il fallait longer une section de courtine, voire contourner tout le site castral pour atteindre la porte. L'attaque était donc anticipée par ce premier biais. Le chemin circulaire est déjà présent sur le site de Krueth/Linsenrain à Wettolsheim. Lorsque le site était divisé en plusieurs parties, la porte de la partie haute ou *Oberschloss* était toujours la dernière à être atteinte. À Lichtenberg, il fallait contourner la montagne du château, entrer par le point bas de la basse-cour, passer devant la chapelle avant d'engager la montée vers le châtelet supérieur. La légende des souterrains trouve également une origine dans la multiplication des passages, puisque des poternes furent ajoutées ou bâtis dans de nombreux murs.

³⁰⁴ Tel souterrain de siège dans un château du Wasgau, dans le Palatinat, est encore présenté comme l'entrée principale, donc un passage réservé aux seuls initiés. Ce folklore est normal puisqu'il y résidait, à la fin du XV^e siècle, un seigneur félon qui donna son nom au *Hans Trapp*, version alsacienne du Père Fouettard. En tout cas, les faits sont ainsi présentés sur le site Internet de ce haut-lieu touristique de la région de Wissembourg.

Ce chapitre reste toutefois très incomplet, car dans de nombreux sites (Wassenberg, Schrankenfels...), la morphologie des entrées est inconnue en raison du manque de fouilles archéologiques. L'état de conservation des châteaux d'époque gothique provoque un déséquilibre de connaissances en faveur de la seconde moitié du XIII^e siècle.

2. 3. 3. 2. 1. Localisation des portes dans l'enceinte

Quatre types différents de passages peuvent être détaillés à partir de notre étude. Hormis le dernier, ces systèmes étaient intégrés dans le tracé de l'enceinte. Ce plan est simple puisque la porte séparait l'intérieur du dehors, sans élément intermédiaire formant un sas.

Une forme élémentaire : la porte à couloir

Ce type ancien de portes est hérité des fortifications protohistoriques, puis de celles du Bas Empire. Observé sur l'enceinte de Wettolsheim, il apparaît encore sur l'entrée de la Pflixburg au début du XIII^e siècle. Par un étrangement, le dispositif permet de couvrir l'entrée à partir du haut des courtines. Dans les deux cas, la forme exacte de l'encadrement n'a pas été documentée à ce jour, en raison de l'absence de fouilles.

La porte bâtie dans l'alignement du mur

Cette configuration est devenue majoritaire dans de nombreux sites ; l'enceinte étant simplement ouverte par une porte, sans aucun aménagement spécifique. Le cheminement le long d'une section de courtine compensait la faiblesse. Ce cas se présentait probablement au Ringelstein, à Kaysersberg (phase B), à l'Oedenburg et au Hohlandsberg. Les poternes de Hohrappelstein et Hohlandsburg étaient aménagées selon le même principe.

Protection par un coude de mur

Cette forme a existé dès le XII^e siècle, sur le site du Warthenberg où la porte était placée en perpendiculaire par rapport à l'axe de l'éperon. Le cheminement longeait la courtine et tout arrivant était placé devant le barrage. Le même système avait été utilisé à Lichtenberg, dont l'entrée fut remaniée jusqu'au XIX^e siècle et au Hohrappelstein où elle était contrôlée par une fente de vision.

Tours d'entrée

Le plan d'une entrée aménagée dans un ouvrage spécifique, connu depuis le XI^e siècle (Schlössel), reste relativement absent de la construction castrale. Privilégié pour les enceintes urbaines, il existait sur les deux sites de ce type, à savoir Châtenois et Soultzbach-les-Bains. Dans le premier cas, des soubassements ont été documentés lors de travaux d'assainissement en 1966 et dans le second, l'ouvrage est connu par une figuration du XVII^e siècle. Dans les sites de hauteurs, ces dépenses onéreuses, puisqu'il fallait encore bâtir une tour, étaient évitées autant que possible grâce à la disposition des portes au bout de rampes ou d'escaliers en bois.

2. 3. 3. 2. 2. Dimensions et formes des ouvertures

Les différents passages étaient dimensionnés de manière différentes pour que le passage d'un cavalier soit contrôlé et qu'il n'atteigne pas systématiquement toutes les parties internes.

Éléments fonctionnels autant que décoratifs, les encadrements avaient une ouverture dimensionnée aux besoins du passage. Les largeurs permettaient le passage d'un chariot sur la majorité des sites observés. Mais la largeur intérieure de l'ouverture conservée dans la grande enceinte de Kaysersberg (phase B) est réduite à 1,80 m.

Les portes complètes documentées à Oedenburg (phase B) et Hohrappelstein (phase B) furent dimensionnées pour le seul passage de piétons. La proportion des ouvertures est basée sur le carré pour les parties inférieures des encadrements. L'arc brisé de l'Oedenburg a une hauteur équivalente à la moitié de celle de la base. Pour Hohrappelstein, l'arc gothique a été proportionné au trois-quarts de la hauteur de la base.

2. 3. 4. Le château comme résidence

L'exercice de la synthèse sur les aspects résidentiels attribués à ces constructions constitue la part la plus délicate de cette étude. *In fine*, tous les « châteaux-forts » étaient bâtis pour y résider au moins temporairement et les occupants attachaient un art de vivre particulier à ces résidences³⁰⁵. Beaucoup de la longue liste des ruines qui jalonnent la montagne vosgienne et son piémont présentent les vestiges de ces logis particuliers. Depuis cinquante années, les recherches de Robert Will, Charles-Laurent

³⁰⁵ Cet aspect a été abondamment abordé dans la littérature consacrée au sujet et il serait donc superflu et plagiaire de revenir sur le détail dans notre propos.

Salch, Jean Wirth, Thomas Biller³⁰⁶ et d'autres ont défriché ce prospère champ de recherches, mettant en évidence les multiples aspects des constructions palatiales et de l'expression de l'art de vivre qu'ils représentaient³⁰⁷.

Les constructions culturelles ne sont pas dissociées de l'aspect résidentiel car elles servaient de sanctuaire privé et tous les sites n'en ont pas été pourvus de la même façon.

2. 3. 4. 1. *Les formes de l'habitat*

2. 3. 4. 1. 1. *Les formes anciennes de la résidence aristocratique*

L'émergence d'un habitat en pierres, au cours du XI^e siècle, constitue la principale nouveauté dans cette architecture. Aucun habitat n'est connu dans les trois sites les plus anciens (Krueth/Linsenrain, Hohrappelstein - phase A et Petit-Ringelsberg)³⁰⁸. Le mur de Dagsburg - phase A témoigne d'une architecture dont la mise en œuvre a été calquée sur les constructions religieuses. Mais ce n'est pas dans ces petits sites à enceinte qu'est née la construction en pierres, car, dès les débuts, *Wohntürme* et autres *Turmburgen* en pierres, associaient déjà résidence, défense et prestige. La création du Dagsburg (phase B) constituait un aboutissement : la construction en pierres était maîtrisée, même si le site agglutinait différents composants.

2. 3. 4. 1. 2. *Le développement des différents types d'habitat entre le XII^e et la fin du XIII^e siècle*

Les surfaces habitables des logis ont été agrandies au fur et à mesure de nouveaux chantiers. Les volumes gagnaient en surface au sol et donc en confort. Les logis observés en fouille sur Warthenberg (avant 1158) représentent des surfaces habitables relativement faibles. Elles équivalent à celle de la maison de chevalier fouillée à Châtenois et attribuée à la seconde moitié du XIII^e siècle. Mais cette forme réduite n'a pas perduré.

³⁰⁶ BILLER (Thomas). — *Die Burgengruppe Windstein und der Burgenbau in den nördlichen Vogesen. Untersuchungen zur hochmittelalterlichen Herrschaftsbildung und zur Typenentwicklung der Adelsburg im 12. und 13. Jahrhundert*, Köln, 1985, p. 286-316.

³⁰⁷ Sur ce sujet, le point le plus complet a été proposé par Bernhard Metz. Cf. METZ (Bernhard). — À propos de quelques éléments du confort dans les châteaux-forts alsaciens. In : POISSON (Jean-Michel) sd. — *Le château médiéval, forteresse habitée (XI^e - XVI^e siècle) - Archéologie et histoire : perspectives de la recherche en Rhône-Alpes*, Document d'archéologie française, n° 32, 1992, p. 139-152.

³⁰⁸ Mais la mention de différents personnages d'origine comtale dès le X^e siècle suffit implicitement à prouver leur existence.

La multiplicité des formes de l'habitat (fig. 50)

Dès le XII^e siècle, beaucoup de bâtiments sont abrités derrière l'enceinte qui en forme souvent l'un des deux murs gouttereaux. Les grandes enceintes offrent des possibilités de surfaces à bâtir et c'est à partir de la fin de l'époque romane, vers 1220, que les grands palais s'inscrivaient dans le paysage castral (Großrappolstein, Geroldseck, Lichtenberg ...) ³⁰⁹. Cette architecture imite un modèle ancien connu, dans d'autres régions, par l'*aula*, vaste salle seigneuriale, cumulant plusieurs fonctions (habitat et représentativité), et bâtie avant les donjons.

Commune	Sites	Phase/ Datation	Bâtiment	Surface totale (m ²)	Nombre de niveaux	Surface disponible par niveau (m ²)
Ernolsheim-l.-S.	Warthenberg	A (av. 1158)	Logis (5)	77	2 (?)	63
Ernolsheim-l.-S.	Warthenberg	A (av. 1158)	Logis (8)	75	3 (?)	65
Ernolsheim-l.-S.	Warthenberg	A (av. 1158)	Chapelle (10)	45	2 (?)	35
Lichtenberg	Schlossberg	Av. 1206	Oberschloss		3	
Lichtenberg	Schlossberg	Av. 1206	Oberschloss		3	
Lichtenberg	Schlossberg	Av. 1206	Nef de chapelle	117	2	105
Soultzbach-les- Bains	Schrankenfels	Av. 1241	Logis	440	3	270
Orschwiller	Oedenburg	Ap. 1250	Logis	270	2	170
Châtenois	Quartier du Château	Ap. 1250	Maison Burgmann	80	2	
Soultzbach-les- Bains	Ville	1275/1285	« Haus »	Env. 240	3	200 (?)
Wintzenheim	Hohlandsburg	1279/81	Oberschloss	210	3	140
Hattstatt	Hohhattstatt	1282/1285		Env. 240	3	200 (?)

Fig. 50 : Surfaces au sol disponibles dans les logis seigneuriaux.

L'adoption du plan d'un logis posé sur l'éperon et protégé par une tour a conduit à la fusion organique entre l'élément défensif, l'enceinte, et l'habitat, rétracté derrière la construction protectrice. D'un chantier indépendant, les bâtisseurs sont passés à un chantier global permettant d'avancer la totalité des travaux en même temps. Mais sous cette forme trapue et inconfortable, l'impératif militaire subordonnait le résidentiel et constituait finalement une hérésie au regard du confort et du mode de vie requis par le rang social. Adopté au début du XIII^e siècle, ce modèle de logis devint rapidement une contrainte et des entorses, telles que le logis de Schrankenfels débordant de l'emprise de la tour, devinrent la règle. Au final, l'habitat allait se libérer de cette contrainte et s'orienter spécifiquement vers la résidence (fig. 51a). L'exemple le plus significatif a été rencontré au Birkenfels, bâti en 1260/62 ³¹⁰, où le logis débordait de la tour-maîtresse qui ne fut même pas achevée. Ce modèle se

³⁰⁹ *Ibid.* BILLER (Thomas) 1985, p. 286-316.

³¹⁰ BILLER (Thomas), METZ (Bernhard) 1995 p. 125-130.

retrouvait également dans le plan du châtelet supérieur du Hohlandsburg, flanqué d'une tour circulaire placée sur un angle.

La structure intérieure des logis peut se décomposer en deux ou trois niveaux, selon la surface et l'investissement du bâtisseur. Les rez-de-chaussée sont généralement utilisés en celliers, éclairés par des fentes de petite taille. La présence d'un volume habitable dans le niveau inférieur de l'Oedenburg (phase B) constitue une exception. Au-dessus, les pièces étaient éclairées par des baies dont la taille et la forme ont augmenté de l'époque romane à l'époque gothique. Cette architecture évolua parallèlement aux constructions urbaines que les représentants de la petite aristocratie multiplièrent dans les villes et les bourgs de la plaine³¹¹. Dans ce cas, le château absorbait-il des nouvelles formes mises au point dans des espaces urbains plus ouverts à l'innovation ?

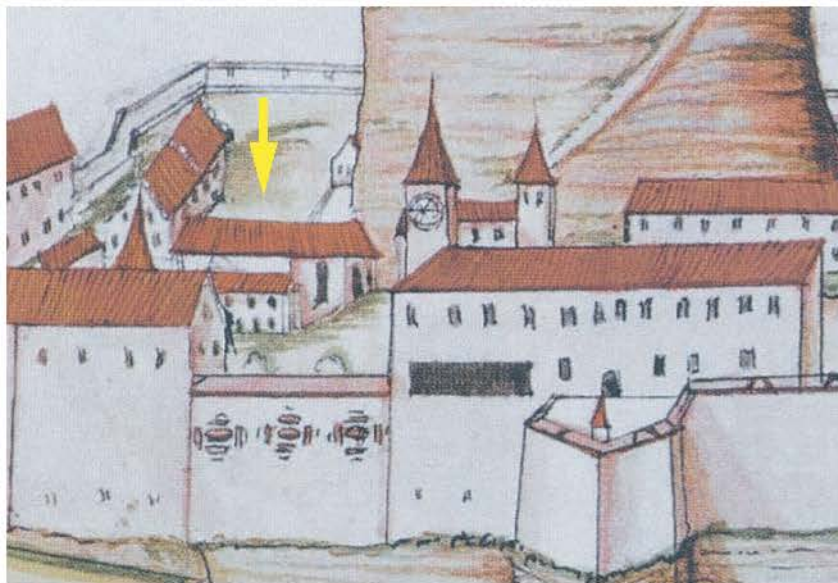
³¹¹ WERLÉ (Maxime), SEILLER (Maurice), DORMOY (Christian). — L'apport de l'archéologie du bâti à la connaissance des habitats urbains médiévaux en Alsace. In : *Bilan scientifique de la région Alsace. Numéro spécial – périodes historiques*. Vol. 2/2, Paris, 2006, p. 123-131.



a. La résidence familiale : Oedenburg (phase B : ap. 1250)



b. La résidence militaire : Pflixburg



c. Le culte : Lichtenberg (flèche)

Les logements militaires

Une distinction programmatique fut apportée aux édifices collectifs qu'étaient les forteresses impériales. En effet, Pflixburg contenait plusieurs logis juxtaposés, adossés à la courtine (*fig. 51b*). L'habitat y a été standardisé par la répétition de modules de dimensions équivalentes et dont la structure était reproduite à l'identique. À Kaysersberg, puis au Hohlandsburg, cette standardisation fut doublée d'une finition plus austère des constructions. Dans le premier site, les seules ouvertures perçant l'enceinte sont des fentes d'éclairage. Un logis fut adossé contre le mur oriental de la grande enceinte du second. Il était ajouré par de simples fenêtres de format rectangulaire. La sobriété de la résidence répondait à une préoccupation secondaire du programme de construction.

2. 3. 4. 1. 3. L'architecture religieuse

Cette forme architecturale est restée minoritaire car tous les sites castraux n'en furent pas dotés. La fusion organique entre cet élément et l'habitat fut encore plus forte puisque, vers la fin du XIII^e siècle, les sanctuaires privés se résumaient à une pièce du logis. Lorsque le bâtiment était construit, il ne reprenait pas obligatoirement les plans des édifices cultuels classiques (nef, bas-côtés, croisée...). Sur Warthenberg, l'identification de la chapelle castrale, conservée sur une seule assise de pierres, a été faite grâce aux éléments architecturaux découverts en contrebas, l'édifice étant influencé par la chapelle du château de Hohbarr, au-dessus de Saverne. Contrairement à cette dernière, le plan de la construction de Warthenberg ne correspondait en rien à celui d'un sanctuaire³¹². Au Lichtenberg, la chapelle, édifiée vers le milieu du XIII^e siècle, fut dotée d'une nef à vaisseau unique et terminée par un chœur polygonal, connu grâce à la figuration de Specklin (*fig. 51c*). Son usage était doublement dévolu la famille seigneuriale autant qu'à la population du bourg castral naissant au pied de la forteresse. Orienté comme tout édifice cultuel médiéval, cette nef ne se distinguait pas des autres constructions. La maçonnerie était en tous points identiques aux autres logis du site. Les murs en furent vraisemblablement enduits après l'achèvement du chantier³¹³. Un sanctuaire est connu *intra muros* à Châtenois, mais ses vestiges n'ont pas encore été reconnus dans le site.

³¹² HAEGEL (Bernard), KILL (René). — Le château de Warthenberg-Daubenschlagfelsen. In : *Vivre au Moyen Âge. 30 ans d'archéologie médiévale en Alsace*, 1990, p. 173-176.

³¹³ Un texte du XIV^e siècle mentionne la représentation picturale de saint Christophe sur l'extérieur du chœur. Cf. RUDRAUF (Jean-Michel), KOCH (Jacky). — *Lichtenberg. Du château-fort des sires de Lichtenberg à la forteresse royale : sept siècles d'architecture militaire*. Châteaux-forts d'Alsace, n° 2, Saverne, 1997, 126 p. + ill.



a. L'éclairage des pièces : Hohhattstatt (1280/1286)



b. Architecture et confort: Dagsburg - logis nord (phase B : milieu du XII^e siècle)



c. Le parement intérieur: Oedenburg (phase B : ap. 1250)

2. 3. 4. 2. Caractères techniques des constructions résidentielles

La construction des résidences et des lieux de culte peut se distinguer clairement des édifices militaires par l'appareil mis en œuvre et structurellement par les ouvertures qui perforent les murs et les rendent donc vulnérables, quand ils sont intégrés dans les fronts défensifs. Le parement extérieur des murs revêtait une forme particulière, sobre par rapport à un mur en blocs à bossages, mais rehaussé par les ouvertures scandant les façades. Un parement lisse augmentait l'effet monumental et ostentatoire de ces ouvertures. En termes purement constructifs, les murs des logis consommaient le ratio de mortier le plus fort au mètre linéaire produit. En raison de la réduction de l'épaisseur des murs, le blocage était totalement noyé dans des bains de mortiers.

2. 3. 4. 2. 1. Techniques de construction

Le mur maçonné de Dagsburg (phase A) a été directement influencé par la construction religieuse. Il relève d'une logique recherchant le résultat esthétique avant toute chose. Cette construction démontre nettement les influences extérieures appliquées à l'architecture aristocratique. L'appareil « salien » a été transformé dans l'architecture du XII^e siècle où des assises plus hautes ont été mises en œuvre. Les bâtiments de Warthenberg furent édifiés avec un appareil différent entre les chaînes d'angles, posés sur des dés talutés et le reste de l'élévation. La finition des joints est relativement fine.

Dans les bâtiments, les séparations entre les niveaux étaient faites avec de simples ressauts de maçonneries. Parfois, les sablières étaient insérées dans le parement en construction. Les divisions intérieures d'un même niveau étaient rarement réalisées dans l'œuvre. La répartition de pièces se devine plus facilement par la répartition des portes et fenêtres dans les murs principaux.

2. 3. 4. 2. 2. *La décoration des bâtiments*

Le domaine réservé du tailleur de pierres

La résidence et la chapelle constituaient le domaine privilégié du tailleur de pierres. Même dans les châteaux en moellons, son savoir-faire était inévitable quand il fallait préparer les encadrements des ouvertures comme les manteaux des cheminées, voire les éviers des cuisines. Ces aménagements participaient donc à la monumentalité de l'édifice. En revanche, des nuances apparaissaient dans les qualités de pierres choisies pour leur réalisation. En zone granitique, les grès importés constituaient une dépense qui se traduit parfois par l'utilisation de pierres de qualité moyenne, présentant des défauts naturels (fissures des lits, inclusions...). Cette particularité distingue les sites gothiques des constructions antérieures. Les grès des encadrements de fenêtres de Hohhattstatt (*fig. 52a*), par exemple, ne furent probablement pas tirés des meilleurs bancs disponibles. Dans le logis du Hohlandsberg, le granite local fut adopté pour la conception des encadrements.

Les standards du confort

La construction d'un logis suppose des ouvertures permettant l'accès et l'éclairage des pièces. Techniquement, ces percements sont de nature à fragiliser les murs, particulièrement quand elles s'ouvraient dans des murs défensifs. De plus, la fenêtre peut être escaladée par des échelles. Les latrines en encorbellement préférées aux conduits fabriqués dans l'épaisseur des murs constituaient la même source de danger. Pourtant tous ces agréments étaient présents dans nombre de pièces. La plupart des logis observés étaient dotés de ces aménagements. Une réponse fut apportée avec l'introduction des archères dans les niveaux inférieurs à l'époque gothique. Afin de gagner en lumière et en chaleur, les baies étaient plus nombreuses sur les côtés sud et ouest, présentes à l'est et quasiment inexistantes au nord.

La cheminée constituait un second élément de confort prévu dans le programme de construction (*fig. 52b*). Mode de chauffage pour les pièces, adossé de préférence du côté nord, ou employées pour la cuisson des aliments, ces installations monumentales forment un autre problème technique à résoudre lors de la construction. Elles devaient être suspendues au mur et leur conduit affaiblissait son épaisseur.

Dans la Pflixburg, la standardisation du logement à des fins militaires a été portée sur l'aménagement des pièces. Chacune comportait, au minimum, un évier, deux fenêtres (*fig. 51b*) et une latrine en encorbellement dont l'accès perçait l'enceinte. Les éléments décoratifs, notamment les encadrements de fenêtres étaient rehaussés de besants taillés sur les arêtes chanfreinées des montants.

La finition intérieure des murs

L'appareil intérieur des bâtiments résidentiels pouvait être moins soigné que celui habillant les façades externes. Lorsque c'est le cas, le traitement médiocre des maçonneries est révélateur de revêtements de surface (enduits ou lambris), tel que cela fut mis en œuvre dans le logis de l'Oedenburg au XIII^e siècle (*fig. 52c*). Le second type de revêtement est fréquent au 13^e siècle, période où les pièces à vivre sont traitées par un habillage en bois, la *Stube*, également présente dans les maisons urbaines.

3. CONCLUSION

L'étude de l'art de bâtir dans les châteaux-forts alsaciens médiévaux a concerné une problématique abordée de façon très disparate par le passé. Elle dégage des informations sur un type de construction privée, désignée sous le terme généraliste de château-fort, dont la fonction principale était militaire et le rôle ostentatoire, à travers les aspects techniques, les savoir-faire, l'organisation des travaux et les résultats obtenus. Sur un plan chronologique, des modifications des manières de faire furent concomitantes à la multiplication des sites et au morcellement féodal. De fait, le choix de la période, comprise entre le X^e (par extension, la fin de l'époque carolingienne) et le XIII^e siècle, offrait la possibilité de mettre ces évolutions technologiques en perspective avec les mutations sociales et politiques. Dans ce sens, l'étude a été basée sur des données archéologiques, issues d'une vingtaine de sites dont la chronologie est relativement bien établie. Au final, l'aboutissement de ce travail de recherche ouvre de nouvelles perspectives en direction de recherches interdisciplinaires et diachroniques.

3. 1. LES ACQUIS DE L'ÉTUDE : UNE ARCHITECTURE TRES PRAGMATIQUE

3. 1. 1. La matière et la manière : le choix méthodologique

L'approche d'un petit nombre de sites était dictée par l'idée de valoriser les données archéologiques les plus récentes (depuis 1990 environ). Le nombre astronomique de sites castraux recensés dans la région limitait, *de facto*, toute approche quantitative et exponentielle. Globalement, l'archéologie régionale a touché un faible nombre d'entre eux de manière systématique. Par ailleurs, la « frénésie conservatrice » propre à notre région connut son lot de chantiers de restauration, très bénéfique pour le grand public, mais contribuant à masquer, voire dégrader, nombre d'informations sur les maçonneries avant la mise en place de programmes volontaristes par les autorités patrimoniales. Dans le passé, la reprise des joints n'a jamais été accompagnée d'études poussées des liants, encore moins des enduits. En conséquence, pour cerner au mieux la problématique, notre échantillonnage a été effectué selon des critères de choix chronologique, géologique et géographique. Cette démarche considérant chaque site comme un *unicum* était volontairement affranchie des tentatives d'établissement d'une chrono-typologie basée sur les plans. Effectivement, ceux-ci ont bien évolué avec le temps, l'acquisition d'une maîtrise technique plus efficace dans la construction et les changements des techniques militaires. Mais les évolutions structurelles apportées à l'architecture castrale

n'étaient pas linéaires. Les recherches récentes sur le territoire du Saint-Empire démontrent que divers types de plans étaient développés avant 1150, existant en parallèle et privilégiés selon des facteurs divers (topographie, poliorcétique...) ³¹⁴. En conséquence, le souci de l'exhaustivité nous a conduit à sélectionner des sites qui couvrent, à la fois, la période, la diversité sociale des maîtres d'ouvrage et la morphologie adoptée. C'est ainsi que le champ de la recherche a été élargi vers les exemples urbains (Châtenois et Soultzbach-les-Bains), représentatifs d'une forme de ces lieux de pouvoirs fortifiés. Situés dans des contextes voisins du milieu « montagnard » (versant et fond de vallée), les deux entités utilisaient les roches locales, au même titre que les sites qui pouvaient les dominer sur les hauteurs. Il était donc intéressant de mettre en évidence la manière dont ces habitats et centres de pouvoirs connurent des mutations sur un plan technique..

L'étude des techniques constructives offrait l'avantage d'être immédiatement appréhendé par l'étude de ces maçonneries, grâce aux méthodes de l'archéologie du bâti et du sous-sol. La recherche de terrain fut complétée utilement par un programme de relevés topographiques de sites, à la fois châteaux et carrières et par des analyses de mortiers. Cinq campagnes de levés de terrain furent conduites en collaboration avec l'université de Nancy. En complément à cette étude, l'innovation fut portée par un programme de recherche sur les mortiers puisque cette problématique était inexistante, outre quelques rares analyses de porosités réalisées dans le contexte des restaurations de ruines dans la décennie 1990 (moins de cinq sites). Cette première tentative créait sa propre méthodologie, basée sur les expériences développées hors de la région mais qui devait être adaptée et évoluer parallèlement à la collecte des échantillons.

3. 1. 2. Nouvelles données sur les maçonneries

3. 1. 2. 1. Typologie des parements

Dans cette étude sur les constructions, le revêtement des murs a pu être divisé en différents types :

- le moellon, obtenu par simple éclatement de la roche, constituait la forme la plus ancienne. Le bloc dégrossi de grand et moyen gabarit apparut en parallèle. Ces deux types de parement sont antérieurs au milieu du XII^e siècle,

³¹⁴ Le cas du Warthenberg est éloquent à ce sujet. L'acceptation d'une identification du mur barrant la crête au Sud par le concept de mur-bouclier fut longue pour certains chercheurs. Ce modèle constructif n'entraînait pas dans la chronologie établie sur la base typologique. Le postulat établi voulait que ce type de mur ne soit pas antérieur à 1250, voire 1300.

- la pierre de taille lisse appareillée, héritée de l'Empire romain³¹⁵, posée en assises régulières,
- le bloc à bossage, proche des premiers par les gabarits mis en œuvre et découlant du second par sa forme. Depuis le milieu du XII^e jusqu'à la fin du XIII^e siècle, ses formats évoluèrent dans le sens de la réduction des dimensions.

Ces différents formats s'expliquent par une raison majeure. La construction castrale se situa à la convergence de deux phénomènes, l'un militaire et public, l'autre résidentiel et privé, et elle en fit la synthèse en développant des codes spécifiques. En effet, l'installation sur la hauteur, d'après les sites documentés, répondait à la demande de meilleures conditions de sécurité. Dans un contexte historique où l'insécurité était liée à des facteurs extérieurs (incursions hongroises) et intérieures (instabilité des frontières du royaume avant 955), les enceintes annulaires ou en éperon répondaient parfaitement à cette demande. La simplification extrême des techniques de constructions permettait à des personnels peu spécialisés de construire ces enceintes. Cette rusticité contribua trop souvent à faire conclure à des refuges, édifiés à la hâte, devant l'ennemi, à la manière des colons américains dressant le cercle de chariots dans le cinéma du genre. Si des solutions simplistes (appareil irrégulier ou grossier) étaient à l'œuvre dans ces premières constructions, les bâtiments résidentiels, apanage de l'élite sociale, trouvèrent, de leur côté, des recettes constructives puisées dans l'architecture religieuse. Le petit appareil en plaquettes, hérité indirectement de l'Antiquité, fut donc transféré vers les hauteurs. Cette construction tire ses racines des habitats turriformes, les *Turmburgen* ou *Wohntürme* d'Outre-Rhin, spécifique d'une forme d'habitat aristocratique urbaine ou villageoise de quelques bourgades du piémont. L'autorité nouvelle de la classe des *bellatores* sut tirer parti de ces deux possibilités.

La synthèse entre grand format et appareil régulier donna naissance au bloc à bossage, dont l'utilisation fut d'une ampleur inégalée. Dans l'esprit du grand public, il est toujours associé en exclusivité à l'architecture castrale alsacienne. Sur un simple plan technique, cet appareil ne se distinguait pas du type régulier mis en œuvre dans l'architecture religieuse depuis le début du XI^e siècle. Dans les deux cas, les tailleurs devaient préparer des blocs parfaitement rectangulaires, pouvant s'ajuster en façade, de manière à obtenir le joint le plus fin possible, voire inexistant par un contact direct des blocs. Le bossage a pourtant une origine très simple. Il s'agissait d'interrompre la taille à un moment de ce processus s'achevant logiquement par une face de parement dressée. Le format volumineux des origines était directement influencé par les gabarits mis en œuvre dans l'architecture religieuse.

C'est par la suite que ce détail technique contribua à démarquer clairement l'habillage des murs des constructions aristocratiques de l'architecture religieuse. L'appareil contribuait principalement à identifier le statut du bâtisseur et à affirmer

³¹⁵ Au point d'y être confondue à Dagsburg-Egisheim (phase A).

son rôle dans la société médiévale. La forte présence de grès sur une grande partie du versant alsacien des Vosges contribua à en faciliter le développement exponentiel.

3. 1. 2. 2. La production et la transformation des matériaux : la recherche de la réduction des volumes

D'un point de vue technique, la différence majeure entre les deux types d'appareil, irrégulier lisse et régulier à bossage, résidait dans le temps nécessaire pour la production de chacun. Deux possibilités s'offraient aux constructeurs et chacune produisait une équation spécifique.

Le château de blocs réguliers restait, à l'égal de l'architecture religieuse, l'affaire d'un spécialiste, le tailleur tandis que le château de moellon devenait consommateur de mortier, donc l'affaire du maçon et du mortelier. D'une dépense lourde engagée pour la production de matériaux, le curseur se déplaçait vers la consommation de liant et le savoir-faire associé pour le montage du mur. Ce retour du moellon irrégulier s'explique probablement par une meilleure maîtrise des mortiers, constatée dans la mise en œuvre plutôt que dans la fabrication. En effet, tous les échantillons contiennent des incuits et les recettes ne semblent pas avoir évolué dans le temps. Toutes les différentes formules essayées aboutissaient à des résultats satisfaisants. Sur ce point, la diversité géologique du piémont offrait des possibilités et des champs d'expérimentation très vastes.

La raison du retour à l'appareil irrégulier tenait dans l'économie et le gain de productivité obtenu dès la production dans la carrière. Produire du bloc à bossage coûtait en temps, donc en argent. Pour tous les types de pierres de constructions, les techniques d'extraction servaient à parer au plus vite et l'éclatement au coin demeurait privilégié. La réduction du temps de production passa aussi par la recherche de sites d'éboulis, lorsque cela était possible dans le secteur. Au final, toutes les carrières extérieures au chantier se situaient à une distance maximale qui restait inférieure à une heure de trajet pour un attelage. Pour construire un château, il fallait « transplanter des montagnes », d'un sommet vers un autre. La facilité du gain des ressources était augmentée par la variété géologique. Le même raisonnement se tenait pour la production de la chaux. Les analyses réalisées sur divers échantillons mettent en évidence que l'approvisionnement utilisait des circuits courts, peu éloignés des chantiers, parfois au détriment de la qualité des roches. Enfin, dans les régions granitiques, le grès fut abandonné et remplacé par la roche locale. Ce profond changement avait des raisons politico-économiques qui primaient sur l'aspect esthétique de la construction. Il fallait bâtir le centre de pouvoir au plus près du domaine à administrer.

La diminution du temps et le gain de productivité furent également appliqués au formatage des pierres. La réduction des formats rendait les blocs plus maniables. Avant 1200, l'architecture à bossage qui se généralisait, employait préférentiellement

des modules de grand format, difficile à déplacer et soulever ; ce qui fut pourtant réalisé à grande échelle. Cette opération n'est pas envisageable sans l'utilisation de grues lourdes pour lesquelles la cage d'écureuil créait l'inertie suffisante à la levée de ces charges colossales. Cet engin dut émerger de l'oubli relatif où il était tombé depuis l'Antiquité plus rapidement que l'acceptation courante basée sur l'iconographie. La contradiction est totale entre ce postulat et le fait de la réduction des masses et des volumes des blocs, qui eut lieu en ce début du XIII^e siècle.

Enfin, la réduction des formats touchait aux volumes produits puisque les épaisseurs des courtines ou les dimensions des tours furent réduites avec le temps. L'épais mur du XII^e siècle partiellement rempli de sable était réduit et le volume de mortier augmenté pour stabiliser l'ensemble.

3. 1. 3. Les réalisations

Entre l'effondrement de l'Empire carolingien et la fin du XIII^e siècle, le morcellement des structures de pouvoir avait conduit à un mouvement de constructions monumentales profanes³¹⁶, inconnu jusque-là dans notre région. Bien que la période des origines soit encore très mal documentée, force est de constater que ce mouvement s'amplifia considérablement dans le dernier siècle de cette période.

3. 1. 3. 1. Les prémices d'une architecture privée du pouvoir (avant le milieu du XII^e siècle)

Dans le contexte d'insécurité latente d'avant l'an Mil, l'enceinte de plan annulaire constituait la réponse appropriée. Mais cette période souffre du manque de lisibilité sur les sites et la recherche dans ce domaine reste à faire. L'Alsace ne dispose pas de grands centres de pouvoirs avant les Hohenstaufen et il est fort à craindre que les modifications sur des sites anciens, tel Hohegheim, aient contribué à effacer les traces antérieures.

S'agissant des constructions en petit appareil lisse, le transfert de technologie des constructions religieuses vers un habitat laïc découlait-il de l'origine des maîtres d'œuvres, en l'occurrence des hommes d'églises ou des hommes d'armes qui leurs étaient inféodés ? D'un côté, les tours d'habitations (*Wohntürme*) étaient le fait de ces hommes d'églises, tandis que, de l'autre, l'enceinte permettait de parer au pire.

³¹⁶ L'Antiquité gallo-romaine a usé de beaucoup de matériaux périssables (bois, brique crue...) dans notre région et les constructions monumentales ont laissé peu de traces dans la plaine.

3. 1. 3. 2. *Le temps de la diversification (des environs de 1140 à 1300)*

En même temps que l'habitat gagnait les hauteurs, les formes architecturales grimpaient sur les coteaux. Avec les modifications adaptées aux changements de la poliorcétique qui connut une première mutation dans le milieu du XII^e siècle, l'éperon barré offrit une solution simple à mettre en œuvre, mais qui fut elle-même dépassée très rapidement. En réalité, il faut considérer qu'il ne se développa pas une solution universelle en terme de forme d'habitat, mais de multiples façons de s'adapter à un environnement spécifique dans un moment donné (grande enceinte, éperon, forme mixte entre les deux...).

C'est dans le cours du XIII^e siècle que les choses furent établies de manière plus simple et que le site militaire finissait par s'affranchir de la résidence fortifiée. Les « faux jumeaux » représentés à ce sujet par la forteresse de Kaysersberg et l'Ortenberg (ou ses cousins Spesburg ou Oedenburg) expriment la scission claire entre les deux programmes de construction. Les multiples archères perçant de toute part le bouclier protégeant l'Ortenberg tenaient de la démonstration de force. L'Oedenburg ne fut même pas doté de ce type d'installation.

De l'autre côté, l'enceinte de Kaysersberg, était totalement aveugle. Ce site était donc moins militarisé dans sa structure, alors qu'il répondait uniquement à des exigences stratégiques. De surcroît, alors que ce mur était d'abord destiné à la défense passive, le mortier employé dans sa mise en œuvre était dosé *a minima* en chaux. Les épaisseurs des murs de ces sites militaires, bâtis en appareil irrégulier, avaient été réduites et limitées par rapport aux constructions comtales du siècle précédent. Cette pratique est totalement paradoxale pour cette période où une certaine forme de course aux armements se manifestait dans la multiplication des modèles de machines développées dans l'artillerie mécanique.

La forteresse moderne, dirigée par un officier supérieur et confiée à une garnison, était annoncée. Malgré leur morphologie similaire aux habitats aristocratiques, les sites de Pflixburg, Kaysersberg (après 1264) ou Hohlandsberg n'ont rien de très commun avec l'acceptation résidentielle accordée au terme de « château-fort ».

3. 1. 3. 3. *Les aspects socio-économiques de la construction*

Toute innovation contribuait principalement à réduire le temps, et donc, les coûts de la production. Cette finalité ne visait pas simplement un aspect économique. Contrairement aux constructions religieuses qui avaient le temps pour elles³¹⁷, le chantier castral répondait à une exigence de fonctionnalité immédiate. Le maître d'ouvrage investissait autant dans son prestige que dans son logement ou de l'un de ses représentants. Pouvant occasionnellement apparaître comme l'instrument d'une

³¹⁷ Les chantiers d'églises paroissiales ou de cathédrales ont concerné des générations de financeurs.

stratégie de conquête territoriale, toute entreprise de ce type n'était pas systématiquement contestée, voire source de tensions politico-militaires. La tentative de réoccupation du Warthenberg en 1261 est un exemple bien anecdotique. À l'inverse, le programme de financement du Hohhattstatt ou les agrandissements successifs des volumes résidentiels de Lichtenberg, devenu un véritable village fortifié après 1300, s'apparentaient plus à un programme de siège social contemporain. La construction prioritaire d'une tour-maîtresse relève probablement plus d'aspects pratiques que de craintes d'ordre stratégique.

La recherche de la diminution du facteur temps s'obtenait grâce à la spécialisation et à la diversification des personnels de différents corps de métiers, présents en grand nombre (tailleurs, maçons, morteliers, charpentiers...) et aidés par une population nombreuse. Les personnels affairés à l'extraction, au transport et au montage des murs se comptaient par centaines, d'après les sources écrites disponibles. Mais cette optimisation se heurtait à des facteurs incontournables qui ne pouvaient être réduits : l'efficacité d'une équipe de maçons était assurée par un équilibre entre ces derniers et leurs manœuvres, soit quatre personnes en moyenne par groupe, et la cadence de montage était limitée par le temps de prise minimal du mortier. Dans la hâte, les parements risquaient la dislocation. Les équipes se déplaçaient sur le chantier.

À terme, le chantier de l'habitat fortifié évoluait rapidement en usant de recettes développées ailleurs. Les grandes innovations n'eurent probablement pas lieu dans ce domaine de la construction. L'édification d'une église, avec l'émergence du style gothique, relevait d'une complexité architecturale et organisationnelle plus grande. Dans les temps originels de l'architecture castrale, les deux types de constructions étaient probablement réalisés par les mêmes artisans. En revanche, la spécialisation put conduire à la différenciation des deux domaines et à fixer des équipes différentes. L'architecture des fortifications, plus rudimentaire, trouva d'autres débouchés dans la multiplication des chantiers de défenses urbaines et de l'habitat de l'aristocratie des villes.

3. 2. ÉLARGISSEMENTS DU CHAMP DE RECHERCHE : PERSPECTIVES

Cette étude ouvre de nombreux champs de la recherche tant sur le plan chronologique que sur le plan thématique, notamment sur les questions techniques pouvant être abordées de manière diachronique.

3. 2. 1. Chronologie de la construction aristocratique

Les questions en suspens se centrent principalement sur les périodes primitives, comme les développements postérieurs à la période que nous avons définie. La région est toujours mal documentée sur le plan de la genèse du phénomène castral. Les tentatives d'approche, dans notre propos, des époques « fondatrices » restent risquées et auréolées par de nombreuses zones d'ombre. Sur ce plan, notre travail a progressé par tâtonnements du fait de la faiblesse de la documentation disponible. D'emblée, la période d'émergence d'un habitat fortifié privé couvre une plage chronologique longue, depuis la fin de l'époque carolingienne jusqu'au second quart du XII^e siècle. Dans de nombreuses régions françaises et européennes, la démonstration a été faite de l'existence de structures de pouvoirs et militaires depuis le X^e siècle. En Alsace, un regard croisé devrait être porté sur les sites « anhistoriques », considérés comme des enceintes de refuges, d'une part, et sur des structures d'habitat turriformes découverts dans quelques agglomérations, d'autre part. Dans les deux cas, tous les champs de la recherche archéologique (fouilles du sol et bâti) sont mobilisés. Les pistes potentielles existent dans la région. Une programmation d'inventaires et de relevés topographiques, de sondages et de fouilles sur des sites pertinents est à envisager pour tenter d'apporter des réponses à ces questions.

À l'autre extrémité du champ d'investigation, l'étude met en évidence la progression dans une différenciation marquée entre construction résidentielle et militaire. Dans ce domaine, les améliorations ont-elles été obligatoirement conditionnées par l'apparition des armes à feu, dont l'emploi a été généralisé à partir de la fin du XIV^e siècle. L'adaptation des techniques constructives a fait appel à une consommation de matériaux différents puisqu'il fallut épaissir les courtines, avant de les abaisser, et multiplier les postes de tirs pour la défense active. La réapparition de l'usage du bloc à bossage était parallèle à l'usage de l'arme à feu et Haut-Koenigsbourg en est l'archétype reconnu depuis longtemps. Ces dernières sont toutefois attribuées à la fin du XV^e siècle au plus tôt. En se basant sur les travaux menés en Bretagne³¹⁸, par exemple, nous pouvons nous interroger sur les prémices de cette « révolution »,

³¹⁸ PROUTEAU (Nicolas), De CROUY-CHANEL (Emmanuel), FAUCHERRE (Nicolas) sd. — *Artillerie et fortification 1200-1600*. Rennes : Presses universitaires de Rennes, Série Archéologie et Culture, 2011, 236 p. + ill.

particulièrement sur leurs liens avec l'architecture défensive des villes. Cette période, marquée par l'insécurité liée aux passages des Armagnacs conduits par le dauphin Louis et les agissements de Charles le Téméraire, reste à élucider sur le plan régional, particulièrement sur la transition entre les timides adaptations d'archères par le creusement d'ouvertures circulaires et les ouvertures de tir de tous types, y compris horizontales, disposées dans les bastions du Haut-Koenigsbourg.

Sur un plan pratique, cette problématique est également tributaire de l'engagement de programmes d'études.

3. 2. 2. Les problématiques techniques : un champ d'études diachronique

La thématique de la construction en pierres ouvre de nombreuses perspectives diachroniques et transdisciplinaires liés aux aspects techniques et dépassant un champ chronologique précis. Dans le domaine du savoir-faire, les pratiques peuvent être utilisées dans la durée car les gestes n'ont pas obligatoirement changé en fonction des évolutions stylistiques.

L'approche systématique des carrières serait à engager dans une optique diachronique afin de voir les évolutions techniques et de les mettre en perspective sur un plan diachronique. Dans ce domaine, la couverture d'un périmètre défini par la détection au Lidar ouvre de nouvelles perspectives. Moins que la réalisation d'un plan des vestiges maçonnés, cette technique d'enregistrement des reliefs facilite la reconnaissance des fossés, des chemins d'accès anciens ou des carrières éloignées.

De même, la finalisation d'une étude sur les marques lapidaires est loin d'être aboutie dans notre région. Il faudrait pour cela disposer d'un corpus exhaustif rassemblant les signes lapidaires visibles dans l'architecture castrale et religieuse. La permanence de certaines formes à travers plusieurs sites pourrait orienter le débat vers des ateliers pérennes, présents sur la scène régionale pendant plusieurs décennies. Cette question qui est à considérer avec beaucoup de réserves dans l'état actuel de nos connaissances pourra évoluer facilement. Par extension, l'étude systématique des marques lapidaires dépasse rarement le stade de l'inventaire.

Beaucoup d'inconnues demeurent par rapport à nos connaissances sur les mortiers et la chaux en particulier. Les analyses réalisées ouvrent des perspectives d'études plus systématiques et posent les limites en termes méthodologiques (qualités des échantillons, nombres disponibles, choix des sites). En ce sens, une étude exhaustive d'un seul site apporterait des réponses plus affirmatives, mais les analyses réalisées démontrent la difficulté du choix et aucun château n'est idéalement conservé dans la région³¹⁹. De même, les structures de combustion des calcaires restent méconnues, car probablement situées en-dehors des chantiers de construction et le cas du Warthenberg constitue, dans l'état actuel de nos connaissances, une exception.

³¹⁹ C'est-à-dire que tous ses murs soient restés à l'abri de l'érosion liée aux intempéries.

3. 2. 3. Méthodologie et moyens de la recherche

La richesse des informations présentées dans le mémoire découle directement d'une certaine systématisation des suivis de travaux pendant les restaurations conduites dans les années 1990. Ce socle de connaissances a été basé sur la considération apportée à chaque cas particulier, considéré comme un *unicum*.

Sur un plan purement méthodologique, les technologies récentes offrent des possibilités extensives pour la documentation des sites, avant toute entreprise de fouilles du sous-sol. Pour la recherche sur le terrain, le cas idéal pourrait se décomposer de la manière suivante :

- dans un premier temps, le site et sa périphérie, sur un territoire élargi, sont couverts par une détection aéroportée au Lidar. Cet outil enregistrera toutes les variations du relief et facilitera la reconnaissance des structures anthropiques : chemins ou carrières. Ces dernières sont potentiellement localisées sur la base de la carte géologique ;
- dans un second temps, les vestiges maçonnés, débarrassés de leur gangue végétale sont enregistrés par photos redressées ou par scanner, outils qui sont actuellement à l'essai par l'INSA de Strasbourg. Ces techniques minimisent les marges d'erreur du « relevé d'élévation », mais n'oblitérent en rien une approche de terrain par l'archéologue ;
- ces supports préparent d'éventuelles interventions sur le sous-sol.

La pratique de l'archéologie nationale bénéficie de l'avantage de ne pas séparer le bâti du sous-sol, même si la loi est en dessous des exigences de la discipline dans le premier domaine. La démarche est donc nécessairement pluridisciplinaire et ouverte à la collaboration entre diverses entités de recherches³²⁰. Le financement par des crédits de programmation reste la solution optimale. Elle permet de baser la recherche sur des critères scientifiques et non purement opportunistes, comme cela fut le cas dans notre région. Les programmes de restaurations répondaient avant tout au (titanesque) besoin de finances pour la mise en sécurité de sites, choisis pour leur valeur paysagère, en-dehors de toute considération de leur représentation scientifique et patrimoniale³²¹. Bénéficiant de l'attention du public et des élus pour ce patrimoine, la recherche sur le thème du « château-fort » a encore de beaux jours devant elle dans la région. Il appartient à ses acteurs à s'affranchir de ces considérations externes et de proposer les pistes à suivre.

³²⁰ De l'absence de financements découle la multiplication des pratiques adaptées au coup par coup, en fonction des ressources disponibles de manière très aléatoire.

³²¹ Cette question reste de toute manière insoluble au vu du nombre de ruines.

BIBLIOGRAPHIE

- Adam 1984** : ADAM (Jean-Pierre). — *La construction romaine*. Paris, 1984, 367 p. + ill.
- Albrecht 1891** : ALBRECHT (Karl). — *Rappolsteinisches Urkundenbuch 759-1500*. Colmar, 1891, 5 vol.
- Alzouheir, Racine, Rapp, Bornemann, Tragni, Koch, Nilles, Plouvier, Picca 2010** : ALZOUHEIR (Fouad), RACINE (Pierre), RAPP (Francis), BORNEMANN (Daniel), TRAGNI (Bianca), KOCH (Jacky), NILLES (Richard), PLOUVIER (Liliane), PICCA (Angela). — *Frédéric II de Hohenstaufen 1194-1250. De la Sicile à l'Alsace*. Colloque de Kaysersberg 18-19 novembre 2009, Kaysersberg : APECM, 2010, 258 p. + ill.
- Antonow 1983** : ANTONOW (Alexander). — *Planung von Bau und Burgen im süddeutschen Raum*. Frankfurt-am-Main, 1983, 429 p. + ill.
- Aubé 2003** : AUBÉ (Jean-Paul). — Une terre lorraine en Alsace, Saint-Hippolyte aux XVI^e-XVII^e siècles d'après les archives conservées à Nancy. In : *Revue d'Alsace*, n° 129, Strasbourg : Fédération des sociétés d'histoire et d'archéologie d'Alsace, 2003, p. 155-192.
- Audouze, Buchenschutz 1989** : AUDOUZE (François), BUCHSENSCHUTZ (Olivier). — *Villes, villages et campagnes de l'Europe celtique*. Paris : bibliothèque d'archéologie, 1989, 362 p. + ill.
- Baquol, Ristelhuber 1865** : BAQUOL (Jacques), RISTELHUBER (Paul); *Dictionnaire topographique, historique et statistique du Haut et du Bas-Rhin*, Strasbourg, 3^e édition, 1865.
- Barth 1958** : BARTH (Médard). — Altdorf. In : *Der Rebbau des Elsass*, t. II – Regestes, Strasbourg, 1958, p. 15.
- Barth 1960-63** : BARTH (Médard). — *Handbuch der elsässischen Kirchengeschichte*. Archives de l'Eglise d'Alsace, t. XI à XIII, Nlle Série, Strasbourg, 1960 - 1963, 2014 p.
- Barz 1987** : BARZ (Dieter). — Hebewerkzeugspuren an Burgen mit Buckelquadermauerwerk im Elsass und in der Pfalz. In : *Études médiévales – archéologie et histoire*, Saverne : société d'histoire et d'archéologie de Saverne et environs, t. IV, 1987, p. 127-158.
- Barz 2003** : BARZ (Dieter). — Ausgrabungen in der salierzeitlichen Burg "Schlüssel" bei Klingenstein, Kreis Südliche Weinstraße. In: BERNHARD (Helmut) (sd.). — *Archäologie in der Pfalz, Jahresbericht 2001*, Rahden, 2003, p. 229-232.
- Barz 2004** : BARZ (Dieter). — Bergfried und Schildmauer in Burgen des 12. und 13. Jahrhunderts in der Pfalz. In : MÜLLER (Heintz) sd. — *Burgenforschung aus Sachsen*. Langenweißbach : deutsche Burgenvereinigung e.V., Landesgruppe Sachsen, 2004, 17/1, p. 115-139.
- Barz 2007a** : BARZ (Dieter). — „Schlößl (Schlüssel) - Gemeinde Klingenstein, Verbandsgemeinde Bad Bergzabern, Landkreis Südliche Weinstraße“. In : KEDDIGKEIT (Jürgen), BURKHART (Ulrich), ÜBEL (Rolf). sd. — *Pfälzisches*

Burgenlexikon. Band 4.1 (O-Sp), Kaiserslautern : Institut für pfälzische Geschichte und Volkskunde, 2007, p. 448-461.

Barz 2007b : BARZ (Dieter). — Wall und Graben – Vorbefestigungen von Burgen des 10./11. Jahrhunderts in Mittel- und Westeuropa. In : MÜLLER (Heinrich), SCHMITT (Rolf) sd. *Zwinger und Vorbefestigungen*, Tagung vom 10. bis 12. November 2006 auf Schloss Neuenberg bei Freyburg (Unstrut), Landesgruppen Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen, 2007, p. 49-52.

Baud, Bernardi, Hartmann-Virnich, Husson, Le Barrier, Parron, Reveyron, Tardieu 1996 : BAUD (Anne), HARTMANN-VIRNICH (Andreas), HUSSON (Eric), LE BARRIER (Christian), PARRON (Isabelle), REVEYRON (Nicolas), TARDIEU (Joëlle). — *L'échafaudage dans le chantier médiéval*. Documents d'archéologie en Rhône-Alpes, n° 13, Lyon : service régional de l'archéologie, 1996, 144 p. + ill.

Bechmann 1991 : BECHMANN (Roland). — *Villard de Honnecourt – la pensée technique au XIII^e siècle et sa communication*. Paris, 1991, 377 p. + ill.

Bedon 1984 : BEDON (Robert). — *Les carrières et les carriers de la Gaule romaine*. Paris : Centre National de la Recherche Scientifique, 1984, 247 p. + ill.

Beffeyte 2005 : BEFFEYTE (Renaud). — *L'art de la guerre au Moyen Âge*. Rennes, 2005, 128 p. + ill.

Bessac 1985 : BESSAC (Jean-Claude). — Outils et techniques spécifiques du travail de la pierre dans l'iconographie médiévale. In : CHAPELOT (Odette), BENOIT (Paul) sd., *Pierre et métal dans le bâtiment au Moyen Âge*, Paris : École Pratique des Hautes Études en Sciences Sociales, 1985/2001, p. 169-184.

Bessac 1993 : BESSAC (Jean-Claude). — *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre de l'Antiquité à nos jours*. Revue archéologique de Narbonnaise, supplément 14, Paris : Centre national de la recherche scientifique, 319 p. + il.

Bessac, Burnouf, Journot, Prigent, Sapin, Seigne 1999 : BESSAC (Jean-Claude), BURNOUF (Joëlle), JOURNOT (Florence), PRIGENT (Daniel), SAPIN (Christian), SEIGNE (Jacques). — *La construction en pierre*. Coll. « Archéologiques », Paris : Errance, 1999, 174 p. + ill.

Biller 1978 : BILLER (Thomas). — Zwei Zeichnungen Daniel Specklins für die Festung Lichtenberg im Unterelsaß. In : *Burgen und Schlösser*, Zeitschrift der deutschen Burgenvereinigung für Burgenkunde und Denkmalpflege, 1978/2, p. 96-102.

Biller 1979 : BILLER (Thomas). — Bemerkungen zu Bestand und Entwicklung der Hohkönigsburg im 12. und 13. Jahrhundert. In : *Burgen und Schlösser*, Zeitschrift der deutschen Burgenvereinigung für Burgenkunde und Denkmalpflege, 1979-1, p. 2-10.

Biller 1981 : BILLER (Thomas) — Architektur der Defensive – Die Entwicklung der Adelsburg im Elsaß (1150-1250). In : CLAUSBERG (Karl), KIMPEL (Dieter), KUNST (Hans-Joachim), SUCKALE (Robert) sd. — *Bauwerk und Bildwerk im Hochmittelalter*, Anschauliche Beiträge zur Kultur- und Sozialgeschichte, Ulm : Verband für Kunst und Kulturwissenschaften, Bd XI, 1981, p. 55 – 86.

- Biller 1985** : BILLER (Thomas). — *Die Burgengruppe Windstein und der Burgenbau in den nördlichen Vogesen*. Untersuchungen zur hochmittelalterlichen Herrschaftsbildung und zur Typenentwicklung der Adelsburg im 12. und 13. Jahrhundert, 30. Veröffentlichung der Abteilung Architektur des Kunsthistorischen Instituts der Universität zu Köln, Köln, 1985, 394 p. + ill.
- Biller 1987** : BILLER (Thomas). — Lützelstein/La Petite Pierre. Die mittelalterliche Baugeschichte von Burg und Städtel. In : *Études médiévales*, t. IV, 1986-1987, p. 37-85
- Biller 1996a** : BILLER (Thomas) — Technischer Wandel im Burgenbau. In : LINDGREN (Uta) sd. — *Europäische Technik im Mittelalter (800 bis 1200)*. Berlin, 1996, p. 95-100.
- Biller 1996b** : BILLER (Thomas). — Le château-fort médiéval. In : *Le Haut-Koenigsbourg - Connaissance des Arts*, Hors-série n° 55, 1996, p. 14-25.
- Biller 2004** : BILLER (Thomas). — Burgmannensitze in Burgen des deutschen Raumes. In : ETTEL (Peter), FLAMBARD-HÉRICHER (Anne-Marie), McNEILL (Tom) sd. — *Château-Gaillard. Étude de castellologie médiévale : la basse-cour*, actes du colloque de Maynooth, 23-30 août 2002, Caen : CRAHM, n° 21, 2004, p. 7-16.
- Biller, Großmann 2002** : BILLER (Thomas), GROßMANN (G. Ulrich). — *Burg und Schloss : der Adelsitz in deutschsprachigem Raum*. Regensburg, 2002, 280 p. + ill.
- Biller, Metz 1991a** : BILLER (Thomas), METZ (Bernhard). — Anfänge der Adelsburg im Elsass. In : BÖHME (Horst-Wolfgang) sd. — *Burgen der Salierzeit. In den südlichen Landschaften des Reiches*, Publikationen zu der Ausstellung « Das Reich der Salier », Bd. 2, Sigmaringen, 1991, p.245-284.
- Biller, Metz 1991b** : BILLER (Thomas), METZ (Bernhard). — Die Spesburg bei Andlau. Ein Hauptwerk des elsässischen Burgenbaus im 13. Jahrhundert. In : *Burgen und Schlösser*, 1991/1, p. 2-13.
- Biller, Metz 1995** : BILLER (Thomas), METZ (Bernhard). — *Der frühe gotische Burgenbau im Elsaß (1250-1300)*. (*Die Burgen des Elsaß ; III*), München : Deutscher Kunstverlag, 1995, 307 p. + ill.
- Biller, Metz 2001** : BILLER (Thomas), METZ (Bernhard). — Der Burgenbau der Staufer im Elsass. In : HERZNER (Volker), KRÜGER (Jürgen) sd. — *Burg und Kirche der Stauferzeit*, Akten der ersten landauer Staufertagung Landau 1997, 2001, p. 76-110.
- Biller, Metz 2007** : BILLER (Thomas), METZ (Bernhard). — *Der spätromanische Burgenbau im Elsass*. (*Die Burgen des Elsaß ; II*), München : Deutscher Kunstverlag, 2007, 482 p. + il.
- Biller, Metz, Kill, Schlosser 2003** : BILLER (Thomas), METZ (Bernhard), KILL (René), SCHLOSSER (Charles). — *Le château de Fleckenstein*. Regensburg : Wartburg – Gesellschaft, coll. *Burgen, Schlösser und Wehrbauten in Mitteleuropa*, t. 11, 2003, 62 p. + ill.
- Binding 2001** : BINDING (Günther). — *Der mittelalterliche Baubetrieb in zeitgenössischen Abbildungen*. 2001, 216 p. + ill.
- Binding 2011** : BINDING (Günther). — . Baubetrieb in salischer Zeit. In : KOCH (Alexander), SCHNEIDEMÜLLER (Bernd), WEINFURTER (Stefan) sd. — *Die Salier –*

Macht im Wandel. Band I: Essays, Speyer : historisches Museum der Pfalz, 10. April bis 30. Oktober, 2011, 300 p. + ill.

Bitterli-Waldvogel 2006 : BITTERLI-WALDVOGEL (Thomas). — Guédelon/Bau einer Burg im 21. Jahrhundert. In : *Burgen und Schlösser*, Zeitschrift der deutschen Burgenvereinigung für Burgenkunde und Denkmalpflege, 2006/4, p. 198-207.

Boehler 2010 : BOEHLER (Jean-Michel). — *Poids et mesures dans l'Alsace d'autrefois*. Strasbourg : fédération des sociétés d'histoire et d'archéologie d'Alsace, 2010, 120 p. + ill.

Böhme 1991 : BÖHME (Horst-Wolfgang). Burgen der Salierzeit in Hessen, in Rheinland-Pfalz und im Saarland. In BÖHME (Horst-Wolfgang) sd. — *Burgen der Salierzeit. In den südlichen Landschaften des Reiches*, Publikationen zu der Ausstellung « Das Reich der Salier », Bd. 2, Sigmaringen, 1991, p. 2 – 54.

Böhme 2011 : BÖHME (Horst-Wolfgang). — Burgenbau der Salierzeit. In : KOCH (Alexander), SCHNEIDEMÜLLER (Bernd), WEINFURTER (Stefan) sd. — *Die Salier – Macht im Wandel*. Band I : Essays, Speyer : historisches Museum der Pfalz, 10. April bis 30. Oktober, 2011, 300 p. + ill.

Bourgeois 2009 : BOURGEOIS (Luc). — *Une résidence des Comtes d'Angoulême autour de l'An Mil – le castrum d'Andone*. Caen : CRAHM, 2009, 562 p. + ill.

Braun 2010 : BRAUN (Suzanne). — *Alsace romane*. Dijon, 2010, 475 p.

Brenner 1998 : BRENNER (Hubert). — *Châtenois-Au pied du Hahnenberg*. Strasbourg, 1998, 135 p. + il.

Bronner 1983 : BRONNER (Guy). — Dreistein. In : *Encyclopédie d'Alsace*, vol. 4, 1983, p. 2458-2461.

Bronner 2002 : BRONNER (Guy). — Les châteaux-forts autour du Mont Sainte-Odile. In : *Le Mont Sainte-Odile, haut lieu de l'Alsace – Archéologie/Histoire/Tradition*, Catalogue d'exposition, Strasbourg : Musées de la ville de Strasbourg, 2002, p. 109-120.

Bronner, Haegel, Kill, Mengus, Metz, Petry, Rudrauf, Schwien 1993 : BRONNER (Guy), KILL (René), MENGUS (Nicolas), PETRY (François), RUDRAUF (Jean-Michel), SCHWIEN (Jean-Jacques). — Le recensement du patrimoine castral alsacien. In : SCHWIEN (Jean-Jacques) sd. — *Collectif de recherches sur les châteaux du Nord-Est de la France*. Rapport d'activités - programme H 17, Strasbourg, 1993, p. 21-38.

Bronner, Haegel, Mengus, Metz, Petry, Rudrauf, Schwien 1995 : BRONNER (Guy), MENGUS (Nicolas), PETRY (François), RUDRAUF (Jean-Michel), SCHWIEN (Jean-Jacques). — Le recensement du patrimoine castral alsacien - second bilan. In : SCHWIEN (Jean-Jacques) sd. — *Collectif de recherches sur les châteaux du Nord-Est de la France*. Rapport d'activité n° 4 - programme H 17, Strasbourg, 1995, p. 9-48.

Burnouf 1990 : BURNOUF (Joëlle). — Les châteaux-forts alsaciens au Moyen Âge. In: *Vivre au Moyen Âge. 30 ans d'archéologie médiévale en Alsace*, catalogue d'exposition, Strasbourg, 17 mai-30 septembre 1990. Strasbourg : Les Musées de la Ville de Strasbourg, 1990, p. 177-187.

Burnouf 2005 : BURNOUF (Joëlle). — Discours d'introduction (Première journée : protocole d'analyse et d'enregistrement). In : PARRON-KONTIS (Isabelle),

- REVEYRON (Nicolas) sd. — *Archéologie du bâti – Pour une harmonisation des méthodes*, Actes de la table-ronde 9 et 10 novembre 2001, Musée archéologique de Saint-Romain-en-Gal, Paris, 2005, p. 9-14.
- Burnouf, Arribet-Deroin, Desachy, Journot, Nissen-Jaubert 2009** : BURNOUF (Joëlle), ARRIBET-DEROIN (Danielle), DESACHY (Bruno), NISSEN-JAUBERT (Anne). — *Manuel d'archéologie médiévale et moderne*. Paris : Armand Colin, 2009, 320 p. + ill.
- Burrer 1911** : BURRER (Albert). — *Der Steinhauer an der Arbeit – eine praktische Abhandlung*. Esslingen-am-Neckar, 1911, 96 p. + ill.
- Büttner 1939** : BÜTTNER (Heinrich). — *Geschichte des Elsass I. Politische Geschichte des Landes von der Landnahmezeit bis zum Tod Ottos II*. Neue deutsche Forschungen, Berlin : Abteilung mittelalterliche Geschichte, 1939, 225 p.
- Chapelot, Benoit 1985** : CHAPELOT (Odette), BENOIT (Paul) sd. — *Pierre et métal dans le bâtiment au Moyen Âge*, Paris : École des Hautes Études en Sciences Sociales, 1985 (réédition 2001), 367 p.
- Choizy 1971** : CHOIZY (Auguste). — *Vitruve – texte, traduction et analyse*. Paris, 1910, nouvelle édition, avec une préface de Fernand Pouillon, 1971, 2 vol., 600 p.
- Coutelas 2009** : COUTELAS (Arnaud) sd. — *Le mortier de chaux*. Collection "Archéologiques", Paris, 2009, 159 p. + ill.
- Czarnowsky 1932** : CZARNOWSKY (Charles). — Die Burgen im Elsass - Die Ruine Kaysersberg. In: *Elsässer Kalender*, 1932, p. 135-138.
- Czarnowsky 1949** : CZARNOWSKY (Charles). — Engins de levage dans les combles des églises d'Alsace. In : *Cahiers techniques de l'art*, 1949, p. 11-27.
- Czarnowsky 1953** : CZARNOWSKY (Charles). — Quelques curiosités de nos châteaux-forts. In : *Les Vosges*, Strasbourg : bulletin du Club Vosgien, 1953, p. 6-10.
- De Gattis, Perinetti 2004** : DE GATTIS (Gaetano), PERINETTI (Renato). — Les analyses dendrochronologiques (1987-2004). In : *Bollitino della Soprintendenza per i beni culturali*, n° 1, 2003-2004, p. 180-182.
- Delrieu, Koch 2010** : DELRIEU (Fabien), KOCH (Jacky) sd. — *Le massif du Hohlandsberg (Haut-Rhin). Archéologie d'un espace naturel homogène*. Rapport de projet collectif de recherche, Sélestat : Pôle d'archéologie interdépartemental rhénan, 2010, 202 p. + ill.
- Dubled 1959** : DUBLED (Henri). — L'avouerie des monastères en Alsace au Moyen Âge (VIII^e-XII^e siècle). In : *Archives de l'Église d'Alsace*, t. X, Nouvelle série, 1959, p. 1-88.
- Dubled 1960** : DUBLED (Henri) ; — Noblesse et féodalité en Alsace du XI^e au XIII^e siècle. In : *Revue d'Histoire du Droit*, t. XXVIII, Bruxelles, 1960, p. 139-179.
- Durant 1998** : DURAND (Philippe). — L'expérimentation de tir dans les châteaux : de nouvelles perspectives pour la castellologie. In : *Bulletin monumental*, t. 156/3, Paris : société française d'archéologie, 1998, p. 257-274.
- Ebhardt 1906** : EBHARDT (Bodo). — Die drei Rappolsteiner Schlösser. In : *Deutsche Burgen*, Berlin, 1906, pp. 275-281.

- Ebhardt 1908** : EBHARDT (Bodo). — *Die Hohkönigsburg im Elsass – Baugeschichtliche Untersuchung en Bericht über die Wiederherstellung*. Berlin, 1908, p. 14-15.
- Ettel 2010** : ETTTEL (Peter). — Burgenbau unter den Franken, Karolinger und Ottonen. In : GROSSMANN (G. Ulrich), OTTOMEYER (Hans). sd. — *Die Burg - Wissenschaftliches Begleitband zu der Ausstellung „Burg und Herrschaft“ und „Mythos Burg“*. Symposium „Die Burg“ auf der Wartburg (19. – 22. März 2009, Dresden 2010, p. 34-49.
- Fèbvre 1988** : FÈBVRE (Danièle). — *Ottrott - château de bois, château de pierres (XI^e - XII^e siècles)*. Strasbourg : Centre d'archéologie médiévale, 1988, 59 p. + il.
- Féliu, Bonaventure 2011** : FÉLIU (Clément), BONAVENTURE (Bertrand). — L'oppidum de la Heidenstadt et le seuil de Saverne à la fin de l'âge du Fer. In : *Cahiers alsaciens d'art, d'archéologie et d'histoire*, t. LIV, 2011, p. 47-65.
- Feller-Vest 1982** : FELLER-VEST (Veronika). — *Die Herren von Hattstatt. Rechtliche, wirtschaftliche und kulturgeschichtliche Aspekte einer Adels Herrschaft (13. bis 16. Jahrhundert)*. Bern; Frankfurt-am-Main : Europäische Hochschulschriften, Reihe 3, 1982, 459 p. + il.
- Feuillet, Guilhot 1985** : FEUILLET (Marie-Pierre), GUILHOT (Jean-Olivier). — *Anse – Château des Tours. Cinq années de recherches - rapports archéologiques préliminaires de la Région Rhône-Alpes*. Lyon : direction régionale des Antiquités historiques, CRA – Valbonne, 1985, 179 p. + ill.
- Fichtl 2000** : FICHTL (Stephan). — *La ville celtique : les oppida de 150 av. J.-C. à 15 ap. J.-C.* Paris : édition Errance, 2000, 190 p.
- Fichtl, Adam, Morant 1996** : FICHTL (Stephan), ADAM (Anne-Marie), MORANT (Marie-Josée). — Recherches actuelles sur les enceintes de hauteur de Basse-Alsace de la protohistoire au Bas-Empire. In : *Revue d'Alsace*, Fédération des sociétés d'histoire d'Alsace, t. 123, 1996, p. 3-18.
- Fichtl 2000** : FICHTL (Stephan). — *La ville celtique : les oppida de 150 av. J.-C. à 15 ap. J.-C.* Paris, 2000, 190 p.
- Fixot 1968** : FIXOT (Michel). — *Les fortifications de terre et les origines féodales dans le Cinglais*. Caen : centre de recherches archéologiques médiévales, 1968, 120 p. + ill.
- Forrer 1926** : FORRER (Robert). — Des enceintes préhistoriques romaines et anhistoriques d'Alsace. In : *Bulletin de la société pour la conservation des monuments historiques d'Alsace*, II^e série, vol. XXVI, 1926, p. 1-74.
- Fossier 1926** : FOSSIER (Robert). — *Le travail au Moyen Âge*. Paris, 2000, 316 p.
- Friedel 1985** : FRIEDEL (René). — Das Schloss auf dem Taubenschlagfelsen. In : *Études médiévales – archéologie et histoire*, n° 3, Saverne : société d'histoire et d'archéologie de Saverne et environs, 1985, p. 7-9.
- Gerock 1932** : GEROCK (Joseph). — Un point de l'iconographie du château de Fleckenstein. In : *Archives alsaciennes d'histoire de l'art*, Strasbourg, 1932, p. 139-144.
- Giuliano 2008** : GIULIATO (Gérard). — *Châteaux et villes fortes du comté de Vaudémont en Lorraine médiévale*. Nancy : Presses universitaires de Lorraine, 2008, 275 p.

- Giuliano 2009** : GIULIANO (Gérard). — *Habitats princiers et seigneuriaux en Lorraine médiévale*. Recueil d'articles, Nancy : Presses universitaires de Lorraine, 2009, 288 p.
- Grünenfelder, Hofman, Lehman 2003** : GRÜNENFELDER (Josef), HOFMAN (Toni), LEHMANN (Peter) sd. — *Die Burg Zug - Archäologie, Baugeschichte, Restaurierung*. Schweizer Beiträge zur Kulturgeschichte und Archäologie des Mittelalters, Band 28, Zug, 2003, 580 p. + ill.
- Großmann 2010** : GROßMANN (G. Ulrich). — Burgenbau im Mittelalter und Neuzeit. In : GROSSMANN (G. Ulrich) sd. — *Mythos Burg*. Katalog zur Ausstellung (8. Juli – 7. November 2010), Nürnberg : germanisches Nationalmuseum, 2010, p. 58-61.
- Guerreau 2011** : GUERREAU (Alain). — Châteaux et mesures : notes préliminaires. In : MOUILLEBOUCHE (Hervé) sd. — *Châteaux et mesures*. Actes des 17^e journées de castellologie de Bourgogne 23-24 octobre 2010, Chagny : centre de castellologie de Bourgogne, 2011, p. 13-25.
- Guilhot, Iskandar, Orcel, Dormoy 1992** : GUILHOT (Jean-Olivier), ISKANDAR (Denise), ORCEL (Christian), DORMOY (Christian). — *Apport de la palynologie des mortiers à l'étude des élévations : l'exemple des châteaux d'Anse et d'Albigny (Rhône) - chronologie de la construction, confrontation des approches*. Note inédite, 1992, 8 p. + ill.
- Haegel 1985** : HAEGEL (Bernard). — L'enceinte et la carrière de pierres médiévale du Petit-Ringelsberg. In : *Études médiévales : archéologie et histoire*, Saverne : société d'histoire et d'archéologie de Saverne et environs, 1985, p. 67-94.
- Haegel 1990** : HAEGEL (Bernard). — Contribution à l'étude de quelques carrières de pierres médiévales en Alsace. In : *Vivre au Moyen Âge. 30 ans d'archéologie médiévale en Alsace*, catalogue d'exposition, Strasbourg, 17 mai-30 septembre 1990. Strasbourg : Les Musées de la Ville de Strasbourg, 1990, p. 161-166.
- Haegel 1995** : HAEGEL (Bernard). — *L'enceinte et la carrière de pierres médiévale du Petit-Ringelsberg*. Centre de recherches archéologiques médiévales, société d'histoire et d'archéologie de Saverne et environs, Guide n° 7, 1995, 18 p. + ill.
- Haegel, Kill 1983** : HAEGEL (Bernard), KILL (René). — Le château-fort sur le Daubenschlagfelsen – bilan de trois années de fouilles. In : *Études médiévales : archéologie et histoire*, n° 1, Saverne : société d'histoire et d'archéologie de Saverne et environs, 1983, p. 31-64.
- Haegel, Kill 1985** : HAEGEL (Bernard), KILL (René). — Daubenschlagfelsen – Fouilles du dispositif d'entrée et de la zone située au sud-est du donjon. In : *Études médiévales : archéologie et histoire*, n° 3, Saverne : société d'histoire et d'archéologie de Saverne et environs, 1985, p. 11-40.
- Haegel, Kill 1990** : HAEGEL (Bernard), KILL (René). — Le château de Warthenberg-Daubenschlagfelsen. In : *Vivre au Moyen Âge. 30 ans d'archéologie médiévale en Alsace*, catalogue d'exposition, Strasbourg, 17 mai-30 septembre 1990. Strasbourg : Les Musées de la Ville de Strasbourg, 1990, p. 173-176.
- Hänseroth, Mauersberger 1996** : HÄNSEROTH (Theo), MAUERSBERGER (Klaus). — *Spekulative Betrachtungen über die Entwicklungen des technischen Wissens im Mittelalter, mit besonderer Berücksichtigung über Heben und Versetzen von Lasten*.

In : LINDGREN (Uta) sd. — *Europäische Technik im Mittelalter (800 bis 1200)*. Berlin, 1996, p.87-93.

Heine 2010 : HEINE (Hans-Wilhelm). — Burg und Recht – Zum Burgenbaurecht im Sachsenspiegel. *In* : GROSSMANN (G. Ulrich), OTTOMEYER (Hans). sd. — *Die Burg – Wissenschaftliches Begleitband zu den Ausstellungen „Burg und Herrschaft“ und „Mythos Burg“*. Symposium „Die Burg“ auf der Wartburg (19. – 22. März 2009, Dresden 2010, p. 34-49.

Henigfeld, Masquillier 2008 : HENIGFELD (Yves), MASQUILIER (Amaury) sd. — *Archéologie des enceintes urbaines et de leurs abords en Lorraine et en Alsace (XII^e-XV^e siècle)*, Revue Archéologique de l'Est, Vingt-sixième supplément, Dijon, 2008, 539 p. + il.

Hering 1879 : HERING (Eduard). — Schloss Spesburg. *In* : *Mitteilungen aus dem Vogesenclub*, n° 8, 1879, p. 1-29.

Herrmann 1995 : HERMANN (Carl). — Fensterbegründungen an Profanbauten von 1250 bis zum Ende des 16. Jahrhunderts im Trierer Raum. *Fenster und Türen in historischen Wehr- und Wohnbauten*, Stuttgart : Deutscher Burgenverein, 1995, p. 65-73.

Igersheim, Wilcken 1998 : IGRERSHEIM (François), WILCKEN (Niels). — Winkler Charles. *In* : KINTZ (Jean-Pierre) sd. — *Nouveau dictionnaire de biographie alsacienne*, n° 40 (Wel-Y), Strasbourg 1998, p. 4263-4264.

Jaffé 1865 : JAFFÉ (Philippe). — Annales Colmarienses, Basileenses, Chronicon Colmariense. *In* : *Monumenta Germaniae Historica Scriptorum 17*, Hanovre, 1861 (réédition 1990), p. 183-270.

Jeannette 1985 : JEANNETTE (Daniel). — Carrières. *In* : *Encyclopédie d'Alsace*, 1985, vol. 2, p. 1078-1082.

Journot 2007 : JOURNOT (Florence). — Le « château » à l'épreuve de la programmation archéologique. *In* : *Signes de pouvoir*, Archéopages, n° 19, Paris : Institut national de recherches archéologiques préventives, 2007, p. 50-53.

Jost 1996 : JOST (Bettina). — Das Aufkommen des Bergfrieds im 12. Jahrhundert. *In* : *Burgen und Schlösser*, Zeitschrift der deutschen Burgenvereinigung für Burgenkunde und Denkmalpflege, 1996/I, p. 2-14.

Keddigkeit 2002 : KEDDIGKEIT (Jürgen). — « Heidenlöcher ». *In* : KEDDIGKEIT (Jürgen), THON (A.), ÜBEL (Rolf). — *Pfälzisches Burgenlexikon – Band II (F- H)*, Kayserslautern : Institut für pfälzische Geschichte und Volkskunde, 2002, p. 318 – 323.

Kersuzan 2005 : KERSUZAN (Alain). — *Défendre la Bresse et le Bugey. Les châteaux savoyards dans la guerre contre le Dauphiné (1282 - 1355)*. Lyon : Presses universitaires de Lyon, Coll. d'histoire et d'archéologie médiévale, 2005, 429 p. + il.

Kiefer 1983 : KIEFER (Albert). — Remarques toponymiques sur Daubenschlagfelsen, Warthenberg et Wadenberg. *In* : *Études médiévales : archéologie et histoire*, n° 1, Saverne : 1983, p. 65-74.

Kill 1990 : KILL (René). — Une recherche en cours : l'approvisionnement en eau des châteaux de montagne alsaciens. *In* : *Vivre au Moyen Âge. 30 ans d'archéologie médiévale*

en Alsace, catalogue d'exposition, Strasbourg, 17 mai-30 septembre 1990. Strasbourg : Les Musées de la Ville de Strasbourg, 1990, p. 199-208.

Kill 1996 : KILL (René). — Les signes lapidaires utilitaires des puits et citernes. In : *Châteaux Forts d'Alsace*, n° 1, Saverne : CRAMS, 1996, p. 47-66.

Kill 2012 : KILL (René). — *L'approvisionnement en eau des châteaux-forts de montagne alsaciens*. Saverne : Centre de recherches archéologiques médiévales de Saverne, 2012, 480 p.

Kill, Rudrauf 2010 : KILL (René), RUDRAUF (Jean-Michel). — Découvertes de sites fortifiés et de rochers aménagés dans les Vosges du Nord depuis le début du XX^e siècle. In : *Châteaux-forts d'Alsace*, n° 11, Saverne : CRAMS, 2010, p. 61-80.

Kimpel 1977 : KIMPEL (Dieter). — Le développement de la taille en série dans l'architecture médiévale et son rôle dans l'histoire économique. In : *Bulletin monumental*, t. 135, n° 3, 1977, p. 192-222.

Koch 1991 : KOCH (Jacky). — *Château de Lichtenberg*. Rapport d'étude archéologique du bâti, Parc naturel régional des Vosges du Nord, Strasbourg : SRA d'Alsace, 1991, 65 p. + ill.

Koch 1992a : KOCH (Jacky). — *Château de Lichtenberg*. Rapport de fouilles programmées, Parc naturel régional des Vosges du Nord, Strasbourg : SRA d'Alsace, 1992, 70 p. + ill.

Koch 1992b : KOCH (Jacky). — *Nouvelle approche archéologique et historique du château de Lichtenberg (Bas-Rhin)*. Mémoire de maîtrise, sous la direction de G. Bischoff et R. Guild, Strasbourg : faculté des sciences historiques, octobre 1992, 2 volumes.

Koch 1994 : KOCH (Jacky). — *Château de Lichtenberg*. Rapport de fouilles programmées 1993, Strasbourg : AFAN-SRA d'Alsace, 1994, 2 volumes, 45 p. + ill.

Koch 1995a : KOCH (Jacky). — *Kaysersberg – Le château*. Document final de synthèse de fouille préliminaire M.H., Association pour les Fouilles Archéologiques Nationales, Strasbourg : SRA Alsace, 1995, 23 p., 26 fig., 21 ph.

Koch 1995b : KOCH (Jacky). — *Orschwiller - Oedenbourg, DFS de fouille programmée*. 01/06/95 au 31/12/95, Strasbourg : AFAN-SRA Alsace, 1995. 18 p., 22 fig., 12 ph.

Koch 1996a : KOCH (Jacky). — Le château de Kaysersberg à la lumière des dernières observations archéologiques. In : *Annuaire des quatre sociétés d'histoire de la vallée de la Weiss*, 1996, p. 49-58.

Koch 1996b : KOCH (Jacky). — *Kaysersberg – Le château*. Rapport d'étude de bâti, Strasbourg : AFAN-SRA Alsace, 1996, 37 p., 22 fig., 25 ph.

Koch 1997a : KOCH (Jacky). — *Kaysersberg – Le château*. Document final de synthèse de sondages, Strasbourg : AFAN-SRA Alsace, 1997, 41 p., 26 fig., 13 ph.

Koch 1997b : KOCH (Jacky). — *Kaysersberg – Le château*. Document final de synthèse de sondages, Strasbourg : AFAN-SRA Alsace, 1997, 44 p., 13 fig., 18 ph.

Koch 1997c : KOCH (Jacky). — *Château de Lichtenberg*. Rapport de fouilles programmées 1993, Strasbourg : AFAN-SRA d'Alsace, 1997, 3 volumes, 102 p., 63 fig., 28 ph.

- Koch 1998** : KOCH (Jacky). — *Wintzenheim – château du Hohlandsberg*. DFS de fouilles d'évaluation, du 18.05 au 31.07.1998, Strasbourg : AFAN - SRA Alsace, 2 volumes, 1998, 82 p., 56 fig., 33 ph.
- Koch 1999a** : KOCH (Jacky). — *Andlau – château de Spesbourg (67 010 007 AH) (Bas-Rhin)*. Rapport de sondage du 15/06 au 31/07/99, Strasbourg : AFAN-SRA Alsace, 31 p, 18 fig., 26 ph
- Koch 1999b** : KOCH (Jacky). — *Château de Lichtenberg (commune de Lichtenberg / Schlossberg)*. Document final de synthèse de fouilles programmées, avec la collaboration de Mickaël DANTAN, Yves HENIGFELD et Maurice SEILLER, 3 vol., Strasbourg : AFAN-SRA d'Alsace, 125 p. + ill.
- Koch 1999c** : KOCH (Jacky). — *Ribeauvillé – Haut-Ribeaupierre (68269003 AH)*. Rapport de diagnostic archéologique du bâti, Strasbourg : AFAN-SRA Alsace, 2 volumes, 1999, 50 p., 25 fig., 20 ph.
- Koch 2001a** : KOCH (Jacky). - *Orschwiller - Château de l'Oedenbourg*. Document d'étude topographique, Strasbourg : AFAN - SRA Alsace, 2001, 2 vol. Inédit.
- Koch 2001b** : KOCH (Jacky). - *Orschwiller - Oedenbourg, DFS d'étude archéologique du bâti*. 06/07 au 31/09/01, Strasbourg : AFAN - SRA Alsace, 2001. 52 p., 17 fig., 19 ph.
- Koch 2001** : KOCH (Jacky). — Hunawihr «Église fortifiée Saint-Jacques». In : *Chroniques des fouilles médiévales, Archéologie médiévale*, t. XXX - XXXI, Caen, 2001 : publications du CRAHM, p. 404-405.
- Koch 2002a** : KOCH (Jacky). — L'église et la cour de Hunawihr (Haut-Rhin) au XI^e siècle : nouvelles observations. In : *Cahiers alsaciens d'art, d'archéologie et d'histoire*, t. XLV, 2002, p. 65-74.
- Koch 2002b** : KOCH (Jacky). — Kaysersberg : une forteresse et une ville entre 1227 et 1500. In : *D'AUJOURD'HUI (Rolph) sd. — Center –Region - Periphery; Medieval Europe Basel* : 3^e congrès international d'archéologie médiévale et post-médiévale, vol. 2, sections 4 et 5, 10-15 septembre 2002. Bâle, p. 149-154.
- Koch 2002c** : KOCH (Jacky). — *Lichtenberg (Bas-Rhin) – château Lichtenberg*. Document final de synthèse de fouilles préliminaires M.H., Strasbourg : Institut national de recherches archéologiques préventives, 2003, 36 p., 23 fig., 8 ph.
- Koch 2003a** : KOCH (Jacky). — Bois d'échafaudages et de construction au château de Kaysersberg (Haut-Rhin). In : *POISSON (Jean-Michel), SCHWIEN (Jean-Jacques) sd. — Le bois dans le château de pierre*, Actes du colloque de Lons-Le-Saunier (23 au 25 octobre 1997), Besançon : Presses universitaires de Franche-Comté, 2003, p. 295-310.
- Koch 2003b** : KOCH (J.). — *Châtenois (Bas-Rhin) – Quartier du Château*. Rapport d'évaluation, Strasbourg : Institut national de recherches archéologiques préventives, 2003, 26 p., 10 fig.
- Koch 2004a** : KOCH (Jacky). — Le donjon du château de Spesburg – Nouvelles observations à l'occasion de récents travaux de restauration. In : *Châteaux forts d'Alsace*, n°6, 2004, p. 45 – 60.

- Koch 2004b** : KOCH (Jacky). — Les Hattstatt à Soultzbach (du milieu du XIII^e à la fin du XVI^e siècle). *Annuaire de la société d'histoire du val et de la ville de Munster*, 2004, p. 35–42.
- Koch 2005a** : KOCH (Jacky). — *Wintzenheim (Haut-Rhin) – château du Hohlandsberg*. Rapport de diagnostic du 14/06 au 31/07/2004, Inrap, Strasbourg, 2005, 35 p., 13 fig., 10 ph.
- Koch 2005b** : KOCH (Jacky). — Contribution à l'étude des systèmes d'entrée des châteaux-forts alsaciens : Haut-Ribeaupierre (Altenkastel ou Hohrappolstein). *In : Châteaux forts d'Alsace*, n°7, 2004, p. 37 – 62.
- Koch 2006a** : KOCH (Jacky). — État de nos connaissances sur les châteaux alsaciens. *In : Bilan scientifique de la région Alsace. Numéro spécial – périodes historiques*. Vol. 2/2, Paris : Sous-Direction de l'Archéologie, 2006, p. 143-151.
- Koch 2006b** : KOCH (Jacky). — Un château médiéval révélé par l'archéologie (du début du XIII^e à la fin du XV^e siècle). *In : RUDRAUF (Jean-Michel) sd. — Lichtenberg, un château, un Stettl, un village et ses habitants*, Lichtenberg, 2006, p. 27-44.
- Koch 2007a** : KOCH (J.). — *Châtenois (Bas-Rhin) – Quartier du Château*. Rapport de fouille, Strasbourg : Institut national de recherches archéologiques préventives, 2007, 79 p.; 12 fig.; 22 ph.
- Koch 2008a** : KOCH (Jacky). — Archéologie et restauration : le château de Petit-Koenigsbourg ou *Oedenbourg*. *In : Châteaux-forts d'Alsace*, n° 9, Saverne, 2008, p. 3-24.
- Koch 2008b** : KOCH (Jacky). — *L'art de bâtir dans les châteaux-forts alsaciens*. Rapport de prospection thématique 2009, Pôle archéologique – EA 1132 Nancy Université, 2008, 80 p. + ill.
- Koch 2008c** : KOCH (J.). — *Châtenois (Bas-Rhin) – Jardin du Presbytère*. Rapport de fouille programmée, Sélestat : Pôle d'archéologie interdépartemental rhénan, 2008, 45 p.; 7 fig.; 13 ph.
- Koch 2008d** : KOCH (Jacky). — L'enceinte de Krueth/Linsenrain à Wettolsheim : une forme primitive de château ?. *In : Châteaux-forts d'Alsace*, n° 9, Saverne, 2008, p. 55-66.
- Koch 2008e** : KOCH (Jacky). — *Lembach (Alsace, Bas-Rhin) : château de Fleckenstein*. Rapport de fouille préventive, 29 octobre – 10 novembre 2007, Sélestat : PAIR, 2008, 55 p. + ill.
- Koch 2008f** : KOCH (Jacky). — *Rouffach (Haut-Rhin) – 16, rue aux quatre Vents*. Rapport de diagnostic, Sélestat : Pôle d'archéologie interdépartemental rhénan, 2008, 71 p.; 11 fig.; 15 ph.
- Koch 2008f** : KOCH (Jacky). — Pierres du pouvoir : origine des matériaux et formes architecturales dans les châteaux alsaciens des XII^e et XIII^e siècles. *In : BLARY (François), GELY (Jean-Pierre), LORENZ (Jacqueline) sd. — Pierres du patrimoine européen. Économie de la pierre de l'Antiquité à la fin des Temps modernes*. Actes du colloque de Château-Thierry (octobre 2005), Paris : Comité des travaux historiques et scientifiques, section archéologie et histoire de l'art, 2008, p.159-166.

- Koch 2009a** : KOCH (Jacky). — *L'art de bâtir dans les châteaux-forts alsaciens*. Rapport de prospection thématique 2009, avec la collaboration de Cédric Moulis et Jean-Michel Mechling, Pôle archéologique – EA 1132 Nancy Université, 2009, 100 p. + ill.
- Koch 2009b** : KOCH (Jacky). — Contribution à l'étude des techniques de construction de murs en blocs à bossages au XIII^e siècle : Ringelstein et Fleckenstein. *In* : *Châteaux-forts d'Alsace*, n° 10, Saverne : CRAMS, 2009, p. 47-60.
- Koch 2009c** : KOCH (Jacky). — Motte castrale de Wittenheim. *In* : *Châteaux-forts d'Alsace*, n° 11, Saverne, 2010, p. 96.
- Koch 2010a** : KOCH (Jacky). — Typologie de la ville de Kaysersberg et du château frédéricien du point de vue archéologique. *In* : ALZOUHEIR (Fouad), RACINE (Pierre), RAPP (Francis), BORNEMANN (Daniel), TRAGNI (Bianca), KOCH (Jacky), NILLES (Richard), PLOUVIER (Liliane), PICCA (Angela). — *Frédéric II de Hohenstaufen 1194-1250. De la Sicile à l'Alsace*. Colloque de Kaysersberg 18-19 novembre 2009, Kaysersberg, 2010, p. 143-161.
- Koch 2010b** : KOCH (Jacky). — *Châtenois (Bas-Rhin) – jardin du Presbytère*. Rapport de fouille programmée, Sélestat : Pôle d'archéologie interdépartemental rhénan, 2010, 138 p.; 22 fig.; 34 ph.
- Koch 2010c** : KOCH (Jacky). — *Châtenois (Bas-Rhin) – Rue de l'église (angle sud-est de la première enceinte)*. Rapport de sondage, Sélestat : Pôle d'archéologie interdépartemental rhénan, 2010, 25 p.; 5 fig.; 7 ph.
- Koch 2010d** : KOCH (Jacky). — Sondages sur les ouvrages périphériques du Pflixburg. *In* : DELRIEU (Fabien), KOCH (Jacky). sd. — *Le massif du Hohlandsberg (Haut-Rhin). Archéologie d'un espace naturel homogène*. Rapport de projet collectif de recherche, Sélestat : Pôle d'archéologie interdépartemental rhénan, 2010, 202 p. + ill.
- Koch 2011** : KOCH (Jacky). — *Châtenois (Bas-Rhin) – jardin du Presbytère*. Rapport de sondages, Sélestat : Pôle d'archéologie interdépartemental rhénan, 2011, 65 p.; 35 fig.
- Koch à paraître** : KOCH (Jacky). — Der frühe Burgenbau im Elsass. *In* : *Burgen im mittelalterlichen Breisgau - Aspekte von Burg und Herrschaft im interdisziplinären und überregionalen Vergleich*, Historisches Seminar (10-13 März 2009), Abteilung Landesgeschichte der Universität Freiburg - Alemannisches Institut Freiburg, à paraître, p. 87-104.
- Koch, Lichtlé 2008** : KOCH (Jacky), LICHTLÉ (Francis). — Kaysersberg (Haut-Rhin). *In* : HENIGFELD (Yves), MASQUILIER (Amaury). sd. — *Archéologie des enceintes urbaines et de leurs abords en Lorraine et en Alsace (XII^e – XV^e siècle)*, Dijon : Revue archéologique de l'Est, Supplément n° 26, 2008, p. 129.
- Koch, Schneidemüller, Weinfurter 2011** : KOCH (Alexander), SCHNEIDEMÜLLER (Bernd), WEINFURTER (Stefan) sd. — *Die Salier – Macht im Wandel*. Band I : Essays, Speyer : historisches Museum der Pfalz, 10. April bis 30. Oktober, 2011, 300 p. + ill.
- Laier-Beifuss 2001** : LAIER-BAIFUSS (Katharina). — Die Staufer und ihre Steinmetzen. Studien zur Verbreitung von Steinmetzzeichen im 12. und 13. Jahrhundert am Oberrhein. *In* : HERZNER (Volker), KRÜGER (Jürgen) sd. — *Burg*

und Kirche der Stauferzeit, Akten der ersten landauer Staufertagung Landau 1997, 2001, p. 111-127.

Legl 1998 : LEGL (Franck). — *Studien zur Geschichte des Grafen von Dagsburg-Egisheim*. Veröffentlichungen der Kommission für saarländische Landesgeschichte und Volksforschung, n° 31, Saarbrücken, 1997, 697 p.

Maire, Waton, Werlé 1996 : MAIRE (Jean), WATON (Marie-Dominique), WERLÉ (Maxime). — *Eléments romans et gothiques d'une maison médiévale à la Droguerie du Serpent à Strasbourg comportant d'exceptionnelles peintures murales de la première moitié du XIVE siècle*. *Cahiers alsaciens d'art, d'archéologie et d'histoire*, t. 39, Strasbourg, 1996, pp. 65-71.

Marchal 1978 : MARCHAL (Charles-Louis). — *Châtenois et son histoire*, Strasbourg, 1978, 207 p. + il.

Martin, Renucci 2011 : MARTIN (Marilyne), RENUCCI (Florian). — *La construction d'un château-fort : Guédelon*. Rennes, 2011, 125 p. + ill.

Mechling 2009 : MECHLING (Jean-Michel). — *Étude des mortiers*. In : KOCH (Jacky) sd. — *L'art de bâtir dans les châteaux-forts alsaciens*. Rapport de prospection thématique, Nancy : pôle archéologique, EA 1132, Nancy Université, 2009, p. 35-56.

Meckseper 1982 : MECKSEPER (Cord). — *Über die Verbreitung und Zeitstellung des Buckelquaders in Frankreich*. In : *Burgen und Schlösser*, Zeitschrift der deutschen Burgenvereinigung für Burgenkunde und Denkmalpflege, 1982/I, p. 7-16.

Meiborg-Reuling 1991 : MEIBORG (Christina), REULING (Ulrich). — *Die Burg Weissenstein bei Marburg-Wehrda*. In: BÖHME (Horst-Wolfgang) sd. — *Burgen der Salierzeit. In den südlichen Landschaften des Reiches*, Publikationen zu der Ausstellung « Das Reich der Salier », Bd. 1, Sigmaringen, 1991, p.147-176.

Mengus 2002 : MENGUS (Nicolas). — *Les carrières de pierres médiévales en relation avec des châteaux-forts*. Strasbourg : Service Régional de l'Archéologie, 2002, 5 p., inédit.

Mengus, Roth 1985 : MENGUS (Jean-Marie), ROTH (Fabien). — *Ringelstein – découverte d'une citerne à filtration*. *Études médiévales : archéologie et histoire*, Saverne : 1985, p. 177.

Metz 1978 : METZ (Bernhard). — *Dix châteaux des environs de Soultzbach*. Association pour la sauvegarde de l'architecture médiévale, Strasbourg, 1978, 92 p. + il.

Metz 1983a : METZ (Bernhard). — *L'état de nos connaissances sur les châteaux alsaciens*. In : *Art et artisans alsaciens - les Saisons d'Alsace*, Strasbourg : Saisons d'Alsace n° 80-81, 1983 p. 11-26.

Metz 1983b : METZ (Bernhard). — *Daubenschlagfelsen, Warthenberg, Herrenstein, Wadenberg*. In : *Études médiévales : archéologie et histoire*, n° 1, Saverne, 1983, p. 75-90.

Metz 1985a : METZ (Bernhard). — *Châtenois : Archéologie et particularités architecturales*. In : *Encyclopédie d'Alsace*, 1985, pp. 1636-1642.

Metz 1985b : METZ (Bernhard). — *Le château de Ringelstein – étude historique*. In : *Études médiévales : archéologie et histoire*, n° 3, Saverne, 1985, p. 41-66.

- Metz 1989 :** METZ (Bernhard). — *Schloss und Kirchhof*: les cimetières fortifiés seigneuriaux. In : FIXOT (Michel), ZADORA-RIO (Elisabeth) sd. — *L'église, la campagne, le terroir*, Monographie du CRA n° 1, CNRS, 1989, p. 20-50.
- Metz 1992 :** METZ (Bernhard). — À propos de quelques éléments du confort dans les châteaux-forts alsaciens. In : POISSON (Jean-Michel) sd. — *Le château médiéval, forteresse habitée (XI^e - XVI^e siècle) - Archéologie et histoire : perspectives de la recherche en Rhône-Alpes*, Document d'archéologie française, n° 32, Paris : Maison des sciences de l'homme, 1992, p. 139-152.
- Metz 1996 :** METZ (Bernhard). — L'apparition de l'écuier en Alsace. In : *Revue d'Alsace*, n° 122, 1996 p. 83-92.
- Metz 1997 :** METZ (Bernhard). — Les familles et le château de Huneburg au Moyen Âge. In : *Hunebourg : un rocher chargé d'histoire*, Strasbourg : publications de la société savante d'Alsace, coll. Recherches et Documents, t. 59, 1997, p. 9-62.
- Mesqui 1991 :** MESQUI (Jean) — *Châteaux et enceintes de la France médiévale. De la défense à la résidence*. Vol. 1 : les organes de la défense, Paris, 1991, 376 p. + ill.
- Mesqui 1993 :** MESQUI (Jean) — *Châteaux et enceintes de la France médiévale. De la défense à la résidence*. Vol. 2 : Éléments d'architecture, Paris, 1993, 384 p. + ill.
- Meyer 1982 :** MEYER (Gilbert). — Les trois châteaux de Ribeauvillé. In : *Congrès archéologique de France – le Haut-Rhin*, Paris : société française d'archéologie, 1982, p. 91-103.
- Meyer 1983 :** MEYER (Gilbert). — L'état de nos connaissances sur l'architecture médiévale urbaine en Alsace. *Art et artisans alsaciens – Saisons d'Alsace*, 80-81, 1983, p. 93-132.
- Meyer 1995 :** MEYER (Gilbert-Charles). — La renaissance du château de Hohlandsberg. Premier bilan des recherches archéologiques et architecturales. In : *Cahiers alsaciens d'art d'archéologie et d'histoire*, t. 38, 1995, p. 151-178.
- Meyer 1999 :** MEYER (Jean-Philippe). — Abbatale de Neuwiller-lès-Saverne : la charpente de la nef (XIII^e siècle). In : *Pays d'Alsace*, Saverne : société d'histoire et d'archéologie de Saverne et environs, n° 189/4, 1999, p. 3-9.
- Meyer 2003 :** MEYER (Jean-Philippe). — *Voûtes romanes – architecture religieuse en Alsace de l'an mil au début du XIII^e siècle*. Coll. Recherches et documents, Strasbourg : Publications de la société savante d'Alsace, 380 p. + ill.
- Montavon 2000 :** MONTAVON (Jean-Marie). — L'existence du Haut-Koenigsbourg tient à une faille ! Étude géologique et géomorphologique du massif du Haut-Koenigsbourg. In : *Annuaire des amis de la bibliothèque humaniste de Sélestat*, n° 50, 2000, p. 141-150.
- Morel 2010 :** MOREL (David). — Archéologie du bâti et anthropologie. L'exemple du technicien dans le Massif central et sur ses marges (XI^e- XIII^e siècles). In : *L'Atelier du Centre de recherches historiques*, [06 | 2010](http://acrh.revues.org/index2746.html), [En ligne], mis en ligne le 19 juin 2010. URL : <http://acrh.revues.org/index2746.html>. Consulté le 17 octobre 2011.
- Mouillebouche 2011 :** MOUILLEBOUCHE (Hervé). — Les expressions de mesures de châteaux dans les documents bourguignons médiévaux et modernes. In :

MOUILLEBOUCHE (Hervé) sd. — *Châteaux et mesures*. Actes des 17^e journées de castellologie de Bourgogne 23-24 octobre 2010, Chagny : centre de castellologie de Bourgogne, 2011, p. 125-145.

Müller 1989 : MÜLLER (Werner). — Le dessin technique à l'époque gothique. In : RECHT (Roland) sd., *Les bâtisseurs des cathédrales gothiques*, catalogue d'exposition, Strasbourg : musées de la Ville, 1989, p. 237-254.

Paron-Kontis, Reveyron 2005 : PARRON-KONTIS (Isabelle), REVEYRON (Nicolas) sd. — *Archéologie du bâti – Pour une harmonisation des méthodes*, Actes de la table-ronde 9 et 10 novembre 2001, Musée archéologique de Saint-Romain-en-Gal, Paris, 2005, 159 p. + il.

Pérouse de Montclos 1972 : PÉROUSE DE MONTCLOS (Jean-Marie). — *Principes d'analyse scientifique. Architecture, méthode et vocabulaire*. 2 vol., Paris : ministère de la Culture, 1972.

Phalip 1997 : PHALIP (Bruno). — Les châteaux en Auvergne – techniques de construction et choix culturels aux XII^e et XIII^e siècles. In : « *Les bâtisseurs au Moyen Âge* » - *Dossiers d'Archéologie*, n° 219, 1997, p. 84-91.

Piper 1912 : PIPER (Otto). — *Burgenkunde - Bauwesen und Geschichte der deutschen Burgen zunächst innerhalb des deutschen Sprachgebietes*. München, 1912, 710 p. + ill.

Poisson 1985 : POISSON (Jean-Michel). — La maîtrise d'œuvre dans les chantiers de construction des châteaux du comté de Savoie au XIV^e siècle. In : CHAPELOT (Odette), BENOIT (Paul) sd. — *Pierre et métal dans le bâtiment au Moyen Âge*, Paris : École des Hautes Études en Sciences Sociales, 1985-2001, p. 163-175.

Poisson 1992 : POISSON (Jean-Michel). — *Le château médiéval, forteresse habitée (XI^e-XVI^e siècles)*. Actes du Colloque de Lyon, Document d'archéologie française, n° 32, 1992, 174 p. + il.

Poklewsky 1998 : POKLEWSKY (Thadeus). — Le château du Petit-Koenigsbourg, du logis à la résidence, XIII^e-XV^e siècle. In : CUCHE François-Xavier sd. — *La vie de château*, Actes du colloque « Architecture, fonctions et représentations des châteaux et des palais du Moyen-Âge à nos jours », Strasbourg : Presses universitaires, 1998, p. 99-107.

Poull 1991 : POULL (Georges). — *La maison ducale de Lorraine*. Nancy, 1991, p. 547-557.

Prouteau 2011a : PROUTEAU (Nicolas). — L'artilleur et l'artillerie avant le temps des canons. In : PROUTEAU (Nicolas), De CROUY-CHANEL (Emmanuel), FAUCHERRE (Nicolas) sd. — *Artillerie et fortification 1200-1600*. Rennes : Presses universitaires de Rennes, Série Archéologie et Culture, 2011, p. 23-32.

Prouteau 2011b : PROUTEAU (Nicolas). — Les arpenteurs militaires au Moyen Âge. In : MOUILLEBOUCHE (Hervé) sd. — *Châteaux et mesures*. Actes des 17^e journées de castellologie de Bourgogne 23-24 octobre 2010, Chagny : centre de castellologie de Bourgogne, 2011, p. 61-71.

Prouteau, De Crouy-Chanel, Faucherre 2011 : PROUTEAU (Nicolas), De CROUY-CHANEL (Emmanuel), FAUCHERRE (Nicolas) sd. — *Artillerie et fortification 1200-*

1600. Rennes : Presses universitaires de Rennes, Série Archéologie et Culture, 2011, 236 p. + ill.

Rapp 1968 : RAPP (Francis). — *Le château-fort alsacien dans la vie médiévale et la politique territoriale*. Strasbourg : Centre d'archéologie médiévale, 1968, 113 p.

Rapp 1990 : RAPP (Francis). — Routes et voies de communications à travers les Vosges du XII^e au début du XVI^e siècle. In : *Le pays de l'Entre-Deux au Moyen Âge : questions d'histoire des territoires d'Empire entre Meuse, Rhône et Rhin*, Actes du 113^e congrès national des sociétés savantes, Strasbourg 1988, Paris : éditions du C.T.H.S., 1990, p. 195-207.

Rapp 1993 : RAPP (Francis). — Du château-fort à la ville de Kaisersberg. In : *Aux origines du second réseau urbain – les peuplements castraux*, Paris : Comité des travaux historiques et scientifiques, 1993, p. 244.

Rapp 2000 : RAPP (Francis). — *Le Saint Empire romain germanique d'Otton le Grand à Charles Quint*. Paris, 2000, 379 p. + ill.

Rapp 2010 : RAPP (Francis). — Les évêques de Strasbourg et Frédéric II. In : ALZOUHEIR (Fouad), RACINE (Pierre), RAPP (Francis), BORNEMANN (Daniel), TRAGNI (Bianca), KOCH (Jacky), NILLES (Richard), PLOUVIER (Liliane), PICCA (Angela). — *Frédéric II de Hohenstaufen 1194-1250. De la Sicile à l'Alsace*. Colloque de Kaisersberg 18-19 novembre 2009, Kaisersberg, 2010, p. 27-46.

Recht 1981 : RECHT (Roland) (sd.). — *Le guide des châteaux de France : Haut-Rhin*, Strasbourg : éditions des Dernières Nouvelles d'Alsace, 1981, 174 p. + ill.

Recht 1989 : RECHT (Roland) (sd.). — *Les bâtisseurs des cathédrales gothiques*. Catalogue de l'exposition, du 3 septembre au 28 novembre 1989, Strasbourg : les musées de la Ville de Strasbourg, 350 p.

Renoux 2010 : RENOUX (Annie). — Châteaux, palais et habitats aristocratiques fortifiés et semi-fortifiés. In : CHAPELOT (Jean). (sd.) — *Trente ans d'archéologie médiévale en France – un bilan pour un avenir*, IX^e Congrès de la société d'archéologie médiévale, Vincennes, du 16 au 18 juin 2006, Caen : publications du CRAHM, 2010, p. 239–256.

Reveyron, Tardieu 2003 : REVEYRON (Nicolas), TARDIEU (Joëlle). — Échafaudage et donjon. Méthodologie, problématique et spécificité. In : POISSON (Jean-Michel), SCHWIEN (Jean-Jacques) sd. — *Le bois dans le château de pierre*, Actes du colloque de Lons-Le-Saunier (23 au 25 octobre 1997), Besançon : Presses universitaires de Franche-Comté, 2003, p. 329-342.

Riehm 1995 : RIEHM (Damien), *Lichtenberg – une forteresse et sa garnison de 1678 à 1870*, Coll. Recherches et Documents, t. 54, Strasbourg, 1995, 228 p.

Rudrauf 1992 : RUDRAUF (Jean-Michel) - Le troisième château de Koenigsbourg ou Koenigsbourg Inférieur. In : *Études Médiévales*, Société d'Histoire et d'Archéologie de Saverne et Environs, t. V, 1988 – 1992, p. 71-84.

Rudrauf 1997 : RUDRAUF (Jean-Michel). — Les châteaux des Vosges du Nord – Aperçu historique et monumental. In : KEDDIGKEIT (Jürgen). sd., *Burgen, Schlösser*,

feste Häuser – Wohnen, Wehren und Witschaften auf Adelsitzen in der Pfalz und im Elsass, Kaiserslautern : Institut für Pfälzische Geschichte und Volkskunde, 1997, p. 35-56.

Rudrauf 2006 : RUDRAUF (Jean-Michel). — Les seigneurs de Lichtenberg – Une lignée féodale majeure en Basse-Alsace et au Pays de Bade. *In* : RUDRAUF (Jean-Michel) sd. — *Lichtenberg, un château, un Stettl, un village et ses habitants*, Lichtenberg, 2006, p. 21-26.

Rudrauf 2007 : RUDRAUF (Jean-Michel). — L'apparition des premiers châteaux en Alsace entre le début du X^e et le milieu du XI^e siècle. *In* : BISCHOFF (Georges), TOCK (Benoit-Michel). sd. — *Léon IX et son temps*, Actes du colloque de Strasbourg-Eguisheim, juin 2002, ARTEM, 2007, p. 543-566.

Rudrauf, Bouzama 2001 : RUDRAUF (Jean-Michel), BOUZAMA (Rachid). — Contribution à l'étude de l'architecture médiévale : les caractéristiques des pierres à bossages des châteaux-forts alsaciens. *In* : *Châteaux-forts d'Alsace*, n° 5, Saverne : Centre de recherches archéologiques médiévales, 2001, p. 5-38.

Rudrauf, Koch 1997 : RUDRAUF (Jean-Michel), KOCH (Jacky). — *Lichtenberg. Du château-fort des sires de Lichtenberg à la forteresse royale : sept siècles d'architecture militaire*. *Châteaux-forts d'Alsace*, n° 2, Numéro spécial, Saverne, 1997, 126 p. + ill.

Ruff 1930 : RUFF (Joseph). — *Geschichte von Châtenois*. Colmar, 1930, 412 p.

Salamagne 1996 : SALAMAGNE (Alain). — L'approvisionnement en pierres des chantiers médiévaux : l'exemple de Douai (Nord) aux XIV^e et XV^e siècles. *In* : *Archéologie médiévale*, n° 26, 1996, p. 45-76.

Salamagne 1998a : SALAMAGNE (Alain). — L'attaque des places-fortes au temps des armes mécaniques (XII^e – XIV^e siècles). *In* : PASTRÉ (Jean-Marc) sd. — *Château et société castrale au Moyen Âge*, Actes du colloque du 7-9 mars 1997, Rouen : publications de l'université, 1998, p. 41-64.

Salamagne 1998b : SALAMAGNE (Alain). — Origines et diffusion des embrasures de tir dans l'architecture militaire de la fin du XII^e siècle : une réévaluation. *In* : SALAMAGNE (Alain), LE JAN (Régine) sd. — *Le château médiéval et la guerre dans l'Europe du Nord-Ouest – Mutations et adaptations*, Actes du colloque de Valenciennes 1-3 juin 1995, Hors série Revue du Nord, Coll. art et archéologie, n° 5, Lille : université Charles-de-Gaulle – Lille 3, 1998, p. 61-75.

Salch 1970 : SALCH (Charles-Laurent). — Le fossé extérieur de Châtenois. *In* : *Chantiers d'études médiévales*, 1970, pp. 3-7.

Salch 1976 : SALCH (Charles-Laurent). — *Dictionnaire des châteaux de l'Alsace médiévale*, Strasbourg, 1976, 394 p. + ill.

Salch 1977 : SALCH (Charles-Laurent). — *Le château de Spesbourg - architecture et histoire*. Strasbourg, 1977, 85 p + ill.

Salch, Schmitt, Will, Wirth 1980 : SALCH (Charles-Laurent), SCHMITT (Pierre), WILL (Robert), WIRTH (Jean). — *Châteaux et guerriers de l'Alsace médiévale*, Strasbourg, 1980, p. 371-404.

Salch 1993 : SALCH (C.-L.). — *Le château de Fleckenstein*. Strasbourg : centre d'études des châteaux-forts, 1993, 24 p. + ill.

- Salch 1995** : SALCH (Charles-Laurent). — *La clef des châteaux-forts*. Strasbourg, 1995, 382 p. + ill.
- Salch 2000** : SALCH (Charles-Laurent). — Châteaux-forts de l'An 1000 en Alsace. In : *Châteaux-forts d'Europe*, n° 15, 2000, 52 p. + ill.
- Salch, Lerch 1990** : SALCH (Charles-Laurent), LERCH (André). — *Le château de Petit-Koenigsbourg, visite archéologique*. Strasbourg : Centre d'Archéologie Médiévale, 1990. 13 p.
- Salch, Michel 2000** : SALCH (Charles-Laurent), MICHEL (Jérôme-M.). — Chantiers de châteaux-forts aux XIII^e et XIV^e siècles. In : *Châteaux-forts d'Europe*, n° 13, 2000, 52 p. + ill.
- Sapin 1991** : SAPIN (Christian) sd. — *Enduits et mortiers de chaux - Archéologie médiévale et moderne*. Actes de la table-ronde du 16-17 octobre 1987 à Dijon, Centre national de la recherche scientifique : centre de recherches archéologiques, Paris : éditions du CNRS, 1991, 123 p. + ill.
- Schaeffer 1927** : SCHAEFFER (Claude-F.A.) — Découverte d'un relief de Mercure-Rosemerta et de sépultures mérovingiennes à Châtenois (Bas-Rhin). In : *Cahiers d'archéologie et d'histoire en Alsace*, n° 69-72, 1927, p. 69-72.
- Scherlen 1926** : SCHERLEN (Auguste). — Kaysersberg – le sort de l'ancien château impérial. In : *Perles d'Alsace*, t. 1, 1926, p. 270-299.
- Schmitt, Will, Wirth, Salch 1976** : SCHMITT (Georges), WILL (Robert), WIRTH (Jean), SALCH (Charles-Laurent). — *Châteaux et guerriers de l'Alsace médiévale*, Strasbourg, 1976, 422 p. + ill.
- Schölller 1989** : SCHÖLLER (Wolfgang). — Le dessin d'architecture à l'époque gothique. In : RECHT (Roland) sd. — *Les bâtisseurs des cathédrales gothiques*, catalogue d'exposition, Strasbourg : musées de la Ville, 1989, p. 227-235.
- Schwien 1993** : SCHWIEN (Jean-Jacques) sd. — *Collectif de recherches sur les châteaux du Nord-Est de la France*. Rapport d'activités - programme H 17, Strasbourg, 1993, 153 p. + ill.
- Schwien 1995** : SCHWIEN (Jean-Jacques) sd. — *Collectif de recherches sur les châteaux du Nord-Est de la France*. Rapport d'activité n° 4 - programme H 17, Strasbourg, 1995, 233 p. + ill.
- Schwien 1996** : SCHWIEN (Jean-Jacques) sd. — *Collectif de recherches sur les châteaux du Nord-Est de la France*. Rapport d'activité n° 5 - programme H 17, Strasbourg, 1996, 231 p. + ill.
- Seguy 2000** : SEGUY (Isabelle). — L'alimentation en eau du château de Peyerpertuse. In : BAYROU (Luc) sd. — *Peyrepertuse, forteresse royale*, Archéologie du Midi médiéval, supplément n° 3, 2000, p. 150.
- Serdon 2005** : SERDON (Valérie). — *Armes du diable - Arcs et arbalètes au Moyen Âge*. Rennes : Presses universitaires de Rennes, Série Archéologie et Culture, Rennes, 2005, 335 p. + ill.
- Sig 1950** : SIG (Louis). — Eine vorgeschichtliche Bergfeste im Waldgelände von Wettolsheim. In : *Annuaire de la société historique et littéraire de Colmar*, 1950, p. 9-17.

- Simon 2010** : SIMON (Cécile). — Le four à chaux à proximité du château de Hohlandsberg. In : DELRIEU (Fabien), KOCH (Jacky) sd. — *Le massif du Hohlandsberg(Haut-Rhin). Archéologie d'une espace naturel homogène*. Rapport de projet collectif de recherche, Sélestat : pôle d'archéologie interdépartemental rhénan, 2010, p. 151-167.
- Stein 1964** : STEIN (Günther). — Das „zurückgezogene“ Tor, eine seltene Torform hochmittelalterlicher Burgen. In : *Bonner Jahrbücher des Rheinischen Landesmuseums in Bonn und des Vereins von Altertumsfreunden im Rheinlande*, Band 164, 1964, p. 137-145.
- Topham-Smith 1995** : TOPHAM-SMITH (Christopher). — Le château de Frankembourg (67-Neubois). In : SCHWIEN (Jean-Jacques) sd. — *Collectif de recherches sur les châteaux du Nord-Est de la France*. Rapport d'activité n° 5 - programme H 17, Strasbourg, 1996, p. 77-86.
- Vandekerchove 1989** : VANDEKERCHOVE (Christian). — 1. Les images. In : RECHT (Roland) (sq). — *Les bâtisseurs des cathédrales gothiques*. Catalogue de l'exposition, du 3 septembre au 28 novembre 1989, Strasbourg : les musées de la Ville de Strasbourg, p. 61-80.
- Vandekerchove 1991** : VANDEKERCHOVE (Christian). — Les machines médiévales des chantiers septentrionaux : perspectives d'études et documents. In : *Cahiers alsaciens d'archéologie, d'art et d'histoire*, t. XXIV, Strasbourg : société pour la conservation des monuments historiques en Alsace, 1991, p. 95-112.
- Vogler, Hau 1997** : VOGLER (Bernard), HAU (Michel). — *Histoire économique de l'Alsace*. Strasbourg, 1997, 420 p.
- Voisin 2002** : VOISIN (Jean-Claude). — Réflexions liminaires autour des donjons ou tour-mâitresses circulaires en Allemagne Médiante (Mitteldeutschland) aux XII^e et XIII^e siècles : une influence proche-orientale ? In : *Tempora – Annales d'histoire et d'archéologie*, Beyrouth : université Saint-Joseph, 2001-2002, p. 65-93.
- Von Eller 1984** : VON ELLER (Jean-Paul) sd. — *Vosges – Alsace. Guides géologiques régionaux*. Paris, 1984, 182 p. + ill.
- Walter 1993** : WALTER (Pierre) sd. — *Le vieux château de Rougemont - site médiéval*. Rougemont-le-Château, 1993, 197 p. + ill.
- Werlé, Seiller, Dormoy 2006** : WERLÉ (Maxime), SEILLER (Maurice), DORMOY (Christian). — L'apport de l'archéologie du bâti à la connaissance des habitats urbains médiévaux en Alsace. In : *Bilan scientifique de la région Alsace. Numéro spécial – périodes historiques*. Vol. 2/2, Paris : Sous-Direction de l'Archéologie, 2006, p. 123-131.
- Wilsdorf 1978** : WILSDORF (Christian). — L'apparition des châteaux en Haute-Alsace d'après les textes (1000-1200). In : *Actes du 101e congrès des sociétés savantes, "Archéologie militaire - les pays du Nord"*, Lille 1976, Paris : Comité des travaux historiques et scientifiques, 1978, p. 61-76.
- Wilsdorf 1980** : WILSDORF (Christian). — Le château de Haut-Eguisheim jusqu'en 1251 (Regestes). In : *Revue d'Alsace*, n° 106, Strasbourg : fédération des sociétés d'histoire et d'archéologie, 1980, p. 21-36.

- Wilsdorf 1982** : WILSDORF (Christian). — Le château de Haut-Eguisheim. *In* : *Congrès archéologique de France : le Haut-Rhin*, n° 136, Paris, 1982, p. 154-175.
- Wilsdorf 1988** : WILSDORF (Christian). — Esquisse de l'histoire du château de Hohlandsberg. *In* : *Bulletin du canton de Wintzenheim*, n° 9, 1988, p. 59.
- Wilsdorf 1993** : WILSDORF (Christian). — À l'entrée de la vallée de la Weiss, il y a sept siècles. *In* : *Quatre sociétés d'histoire de la vallée de la Weiss*, 1993, p. 105-118.
- Wilsdorf, Duvignac 1986** : WILSDORF (Christian), DUVIGNACQ (Marie-Ange). — *Historique des trois châteaux de Ribeauvillé*. Cercle de recherché historique de Ribeauvillé et environs, Association spéléologique pour l'étude et la protection des anciennes mines, dactylographié, 1986, 6 p.
- Wilsdorf, Eschbach 2008** : WILSDORF (Christian), ESCHBACH (Paul). — *Le château de Hohlandsbourg*. Strasbourg, 2008, 71 p. + ill.
- Wirth 1965** : WIRTH (Jean). — Le Spesburg d'Andlau – travaux et découvertes. *In* : *Opération Taupe*, n° 1, mars 1965, p. 15-18.
- Wirth 1975** : WIRTH (Jean). — L'évolution architecturale des châteaux-forts alsaciens. *In* : SCHMITT (Georges), WILL (Robert), WIRTH (Jean), SALCH (Charles-Laurent). — *Châteaux et guerriers de l'Alsace médiévale*, Strasbourg, 1976, p. 240-350.
- Wolff 1908** : WOLFF (Felix). — *Elsässisches Burgenlexikon*, 1908, 440 p. + ill.
- Zeune 1996** : ZEUNE (Joachim). — *Burgen – Symbole der Macht. Ein neues Bild der mittelalterlichen Burg*. Regensburg, 1996, 247 p. + ill.
- Zimmermann 2001** : ZIMMERMANN (Reinhard). — Burgentypologie – Probleme und Perspektiven. *In* : *Burgen und Schlösser*, Zeitschrift der deutschen Burgenvereinigung für Burgenkunde und Denkmalpflege, 2001/2, p. 66-78.
- Zotz 1999** : ZOTZ (Thomas). — Kaiserin Adelheid und ihre Klostergründung in Selz. *In* : *Die Ottonen und das Elsass*, Speyer : Pfälzische Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, 1999, p. 51-68.
- Zumstein 1965** : ZUMSTEIN (Hans). — Observations archéologiques sur les châteaux d'Eguisheim. *In* : *Opération Taupe*, Bulletin du Club des jeunes amis du folklore et de l'histoire des provinces de France, n° 1, mars 1965, p. 28-33.
- Zumstein 1967** : ZUMSTEIN (Hans). — Châteaux-forts du XII^e siècle en Alsace. Contribution à leur étude archéologique. *In* : *Cahiers alsaciens d'archéologie, d'art et d'histoire*, t. XI, 1967, p. 375 - 384.
- Zumstein 1971** : ZUMSTEIN (Hans). — Châteaux-forts de l'époque romane tardive en Alsace. *In* : *Cahiers alsaciens d'archéologie, d'art et d'histoire*, t. XV, p. 85-100
- Zumstein 1997** : ZUMSTEIN (Hans). — Fouilles au mont Sainte-Odile au Nord-Ouest du plateau du couvent (1967-1972). *In* : *Cahiers alsaciens d'archéologie, d'art et d'histoire*, 1997, p. 59-60.

LISTE DES FIGURES

- Fig. 1 : Représentation d'un château idéal de plan circulaire avec fausse-braie, tour-maîtresse d'entrée et hourds. Extrait du *Bellifortis* de Kyeser - Colmar : bibliothèque municipale.
- Fig. 2 : Carte de localisation des sites étudiés, éch. 1/1 000 000, DAO J. Koch.
- Fig.3 : Représentation de chantier dans l'Hortus Deliciarum.
- Fig. 4 : Tableau de l'implantation topographique des sites
- Fig. 5 : Tableau chronologique des sites étudiés.
- Fig. 6 : Classification des études archéologiques réalisées par site.
- Fig. 7 : Calendrier des travaux d'après les sources écrites.
- Fig. 8 : Inventaire des fossés-carrières potentiels
- Fig. 9 : Diaclases d'érosion sur les blocs gréseux du Koenigstuhl. Cl. J. Koch
- Fig. 10 : Restitutions schématique du débitage des blocs à bossages, DAO J. Koch.
- Fig. 11 : Tableau des dimensions moyennes des emboîtures.
- Fig. 12 : Blocs à bossages de grand gabarit, éch. 1/20, DAO J. Koch.
- Fig. 13 : : Blocs à bossages de moyen et petit gabarit, éch. 1/20, DAO J. Koch.
- Fig. 14 : Blocs à bossages. Cl. J. Koch.
- Fig. 15 : Tableau des dimensions moyennes des blocs à bossages par site
- Fig. 16 : Résultats des analyses par Fluorescence X et DRX effectuées sur les quatre prélèvements de roches carbonatées (calcaires et dolomies)
- Fig. 17 : Aspect du calcaire prélevé à Gueberschwihr (LPPA, 40x, Photo 2,1x1,6 mm). Cl. J.-M. Mechling.
- Fig. 18 : Aspect du calcaire prélevé à Gueberschwihr (LPPA, 40x, Photo 2,1x1,6 mm). Cl. J.-M. Mechling.
- Fig. 19: Aspect du calcaire prélevé à Katzenthal (LPPA, 40x, Photo 2,1x1,6 mm). Cl. J.-M. Mechling.
- Fig. 20: Aspect du calcaire prélevé à Katzenthal (LPPA, 40x, Photo 2,1x1,6 mm). Cl. J.-M. Mechling.
- Fig. 21 : Hypothèses d'approvisionnement en chaux dans le secteur au sud de Colmar, DAO J. Koch.
- Fig. 22 : Nature et dimension des agrégats (source Jean-Michel Mechling)
- Fig. 23 : Aspect du sable prélevé à Soultzbach, dans le vallon du Grossthal, nombreuses muscovites (LPPA, 40x, Photo 2,1x1,6 mm). Cl. J.-M. Mechling.
- Fig.24 : Aspect du sable prélevé à Soultzbach, dans le vallon du Grossthal, biotite et feldspath altérés (LPPA, 40x, Photo 2,1x1,6 mm). Cl. J.-M. Mechling.
- Fig. 25 : Aspect du sable prélevé à Soultzbach, dans le vallon du Grossthal, plagioclase altéré (LPPA, 40x, Photo 2,1x1,6 mm). Cl. J.-M. Mechling.
- Fig. 26 : Aspect du sable prélevé dans le vallon du Toggenbach (Kaysersberg) (LPPA, 40x, Photo 2,1x1,6 mm). Cl. J.-M. Mechling.

- Fig. 27 : Aspect du sable prélevé dans le vallon du Toggenbach (Kaysersberg), biotite et muscovite (LPPA, 40x, Photo 2,1x1,6 mm). Cl. J.-M. Mechling.
- Fig. 28 : Aspect du sable prélevé dans le vallon du Toggenbach (Kaysersberg), biotite altérée (LPPA, 40x, Photo 2,1x1,6 mm). Cl. J.-M. Mechling.
- Fig. 29 : Tableau du calibrage des agrégats (source : Jean-Michel Mechling)
- Fig. 30 : Préparation et transport du mortier. Extrait de *l'Hortus Deliciarum*.
- Fig. 31 : Composition des mortiers et masses volumiques (source Jean-Michel Mechling).
- Fig. 32 : Tableau de répartition des types d'échafaudages sur les différents sites.
- Fig. 33 : Vue du chantier de la Soulevre par G. Eiffel. Doc. J. Koch.
- Fig. 34 : Vue du chantier de la Soulevre en cours d'achèvement. Doc. J. Koch.
- Fig. 35 : Modèles de grues dans l'iconographie médiévale.
- Fig. 36 : Appareil en moellons - tableau des ratios entre pierres et joints, éch. 1/20, DAO J. Koch.
- Fig. 37 : Maçonneries du XI^e siècle sur édifices civils et religieux. Cl. J. Koch.
- Fig. 38 : Tableau des unités restituées, mesurées à partir des côtés internes des tours
- Fig. 39 : Tableau des superficies de sites.
- Fig. 40 : Plans des enceintes antérieures au milieu du XII^e siècle, éch. 1/1000, DAO J. Koch.
- Fig. 41 : Plans des sites édifiés entre le milieu et la fin du XII^e siècle, éch. 1/2000, DAO J. Koch.
- Fig. 42 : Châtelets supérieurs associant logis et tour (XIII^e siècle), éch. 1/500, DAO J. Koch.
- Fig. 43 : Plans des enceintes collectives, éch. 1/2000, DAO J. Koch.
- Fig. 44 : Tableau des dimensions des tours.
- Fig. 45 : Tableau des dimensions des enceintes relevées en coupe.
- Fig. 46 : Profils d'enceintes du 13^e siècle, éch. 1/100, DAO J. Koch.
- Fig. 47 : Attaque d'un château. *Mannesische Liederhandschrift* - début du XIV^e siècle.
- Fig. 48 : Archères, cl. J. Koch.
- Fig. 49 : Vue de la zone couverte par les deux tours de flanquements du Hohlandsberg. Cl. J. Koch.
- Fig. 50 : Tableau des surfaces au sol disponibles dans les logis seigneuriaux.
- Fig. 51 : Aspects de la résidence. Cl. J. Koch.
- Fig. 52 : Détails de la construction résidentielle. Cl. J. Koch.

GLOSSAIRE

AFAN : Association pour les fouilles archéologiques nationales (devenue en INRAP en 2002).

Arase : rangée de pierres soulignant un niveau. Elle sert à rattraper une horizontale ou marquer une interruption de chantier.

Assise : rangée horizontale de pierres dans un mur.

Bossage : relief plus ou moins dégrossi rehaussant une face de parement.

Boulin : pièce horizontale d'un échafaudage, placée perpendiculairement et pouvant être ancrée ou traversante dans un mur.

Boutisse : bloc traversant de parement en parement l'épaisseur d'un mur et servant de renfort.

Broche : outil de taille dont l'extrémité est pointue et percuté.

Carreau : bloc de pierre taillé en parallélépipède et dont la hauteur de face est supérieure à la profondeur d'ancrage.

Champ de fracture : zone de fractures comprises entre les failles vosgiennes et rhénanes (dans le cas des collines sous-vosgiennes).

Chaux vive : $[CaO]$ chaux issue de la décarbonatation du calcaire pur. Elle durcit en présence du CO_2 atmosphérique (carbonatation).

Chaux éteinte (aérienne) : chaux formée d'hydroxyde de calcium, ou Portlandite $[Ca(OH)_2]$ après réaction de la chaux vive avec de l'eau (l'extinction). Elle durcit en présence du CO_2 atmosphérique (carbonatation).

Chaux hydraulique : chaux obtenue par la cuisson d'un calcaire enrichi en argiles. Elle comporte de ce fait une certaine proportion de silicates et des aluminates qui font prise en présence d'eau, indépendamment de la chaux qui durcit par carbonatation. Elle permet une plus grande résistance à la dissolution par l'eau, mais n'est pas obligatoirement étanche.

CIRA : Commission interrégionale de la recherche archéologique

Ciselure périmétrale : surface de travail formatant les quatre côtés d'un bloc, souvent désignée par « liseré ».

Clé : moellon ou bloc posé en délit entre deux rangs dans une assise.

CNRA : Conseil national de la recherche archéologique.

Conglomérat principal : également poudingue. Formation gréseuse incluant des graviers.

CRMH : Conservation régionale des Monuments Historiques.

Diaclase : fracturation d'une roche sans déplacement relatif de part et d'autre des fissures formées.

Dolomite : $[CaMg(CO_3)_2]$ carbonate double de calcium et de magnésium.

DRX : diffraction des rayons X. Technique d'analyse qui permet de mettre en évidence et caractériser les phases cristallisées, présentes dans un échantillon

Équarrissement : action consistant à formater grossièrement un bloc de pierre et qui précède la taille.

Extinction : opération consistant à hydrater de façon contrôlée la chaux vive par ajout d'eau.

Face de joint : partie verticale sur le côté d'un bloc, aplanie pour favoriser l'ajustage. Elle est en « retour d'équerre » quand elle est taillée en angle droit avec la face de parement.

Face de parement : partie visible d'un bloc dans le mur.

Front de taille : surface d'extraction verticale dans une carrière.

Granulat : constituants inertes d'un mortier.

Granulométrie : classement des grains selon différentes grosseurs.

Grauwacke : formation sédimentaire détritique (grès) partiellement métamorphisée.

Gruau : grue formée d'un poteau soutenant deux bras d'égale longueur.

INRAP : Institut national de recherches archéologiques préventives.

Lidar (*Light detection and ranging*) : Méthode de détection ou de mesure optique basée sur l'analyse des propriétés d'une lumière laser renvoyée vers son émetteur. Un laser à impulsion est la méthode la plus répandue pour cette détermination.

Lit d'attente : partie supérieure d'un bloc de construction.

Lit de pose : partie inférieure d'un bloc de construction.

MEB : microscope électronique à balayage.

Micrite : boue de calcite en cristaux de taille inférieure à 20 µm.

Migmatites : Ensemble qui, à l'échelle de l'affleurement et non du petit échantillon isolé, est un mélange de roches de types granite et gneiss.

Moise : pièce longitudinale reliant les perches d'un échafaudage.

Ooïde micritique : Grain sphérique millimétrique composé de micrite

Oolithe : Petite sphère calcaire à diamètre de 0,5 à 2 mm en moyenne, dont le centre (nucléus) est un débris (par ex. quartz) et dont l'enveloppe (cortex) est formée de minces couches donnant une structure concentrique.

Ope : réservation aménagée dans un parement pour recevoir un boulin d'échafaudage.

PAIR : Pôle d'archéologie interdépartemental rhénan.

Panneresse : bloc de construction dont la profondeur est supérieure à la hauteur de la face de parement.

Perche : soutènement vertical d'un échafaudage.

Pic : outil de taille à percussion lancée, dont l'extrémité est pointue.

Pierre-vue : finition de joints beurrés dans une maçonnerie en moellons.

Queue abattue : partie arrière d'un bloc réglé, dégrossie sommairement et plus étroite que la face.

Raffour : four à chaux.

Rang de pierres : segment d'une assise ou d'une arase posé par deux ouvriers

Relief tabulaire : formation géologique, de grès dans la région, constituant des entablements aux rebords en falaises de 5 à 30 m.

Rodunzburg : château construit dans un secteur nouvellement défriché.

Saignée : tranchée séparant le futur bloc du socle.

Sapine : Élément d'échafaudage ne servant qu'au montage des matériaux.

Sommier : élément lapidaire amorçant un arc.

Sparite : Cristaux de calcite de taille supérieure à 63µm

EDS (*Energy dispersive spectrometry*) : Détecteur installé sur un MEB qui permet d'identifier la plupart des éléments chimiques présents dans un échantillon en cours d'observation. Ce détecteur permet en outre de donner un aperçu (analyse semi-quantitative) des concentrations des différents éléments.

SRA : Service régionale de l'Archéologie.

Taillant : outil de taille à percussion lancée formé d'une lame placée dans l'axe du manche.

TABLE DES MATIÈRES - SYNTHÈSE (VOLUME 1)

1. INTRODUCTION	5
1. 1. Un État de la question	11
1. 1. 1. Les sources écrites sur le plan régional.....	11
1. 1. 2. L'iconographie	13
1. 1. 3. Les sources archéologiques, un matériau surabondant, mais inexploité..	15
1. 2. Le choix des sites	25
1. 2. 1. Les critères physiques.....	25
1. 2. 2. Le contexte historique : l'Alsace du IX ^e à la fin du XIII ^e siècle	27
1. 2. 3. La représentativité archéologique des sites.....	35
1. 2. 4. Méthodologie	39
1. 2. 5. Les difficultés d'une approche exhaustive	46
2. CONSTRUIRE UN HABITAT DÉFENSIF ENTRE LE X^E ET LA FIN DU XIII^E SIECLE	49
2. 1. L'ouverture d'un chantier	52
2. 1. 1. Le calendrier des opérations : confrontation des sources écrites avec les données archéologiques	52
2. 1. 2. De la roche au chantier : choix des matériaux et techniques d'extraction	54
2. 1. 3. Les matériaux annexes.....	79
2. 1. 3. Conclusion.....	92
2. 2. Le chantier de construction	94
2. 2. 1. Transport et acheminement des matériaux	94
2. 2. 2. La préparation du site :.....	97
2. 2. 3. Les infrastructures.....	99
2. 2. 4. Les moyens des bâtisseurs	140
2. 2. 5. Synthèse sur les techniques.....	144
2. 3. L'achèvement d'un chantier : défense et résidence	145
2. 3. 1. Les plans d'ensemble depuis les origines jusqu'à la fin du XIII ^e siècle..	145
2. 3. 2. La construction ostentatoire : les tours-mâîtresses.....	157
2. 3. 3. Fermer un espace privé : le mur d'enceinte.....	162
2. 3. 4. Le château comme résidence	175
3. CONCLUSION	185
3. 1. Les acquis de l'étude : une architecture très pragmatique	185
3. 1. 1. La matière et la manière : le choix méthodologique	185
3. 1. 2. Nouvelles données sur les maçonneries	186
3. 1. 3. Les réalisations.....	189
3. 2. Élargissements du champ de recherche : perspectives	192
3. 2. 1. Chronologie de la construction aristocratique.....	192
3. 2. 2. Les problématiques techniques : un champ d'études diachronique	193

3. 2. 3. Méthodologie et moyens de la recherche	194
BIBLIOGRAPHIE.....	195
LISTE DES FIGURES	215
GLOSSAIRE.....	217

SOMMAIRE DU VOLUME 2

INTRODUCTION	3
1. WETTOLSHEIM - KRUEH/LINSENRAIN (AVANT LE XI ^e SIÈCLE ?)	7
2. ÉGUISHEIM – SCHLOSSBERG/DAGSBURG (PHASE A : XI ^e SIECLE).....	29
3. OBERHASLACH – PETIT-RINGELSBURG (DÉBUT DU XII ^e SIÈCLE ?).....	47
4. RIBEAUVILLÉ – HOHRAPPOLSTEIN (PHASE A).....	63
5. ORSCHWILLER – PETIT-KOENIGSBURG (PHASE A - AVANT LE XII ^e SIÈCLE ?).....	81
6. ÉGUISHEIM – SCHLOSSBERG/DAGSBURG (AUTOUR DE 1147).....	97
7. ERNOLSHEIM-LÈS-SAVERNE – WARTHENBERG (PHASE A - AVANT 1158).121	
8. RIQUEWIHR - BILSTEIN (DÉBUT DU 13 ^e SIÈCLE).....	151
9. OBERHASLACH – RINGELSTEIN (OU GRAND-RINGELSBURG).....	179
10. LICHTENBERG – SCHLOSSBERG (AVANT 1206).....	205
11. WINTZENHEIM – PFLIXBURG (AVANT 1219).....	241
12. KAYSERSBERG (PHASE A - AUTOUR DE 1227).....	271
13. WASSERBOURG - WASENBERG (AUTOUR DE 1222).....	293
14. SOULTZBACH-LES-BAINS - SCHRANKENFELS (AVANT 1241).....	315
15. ORSCHWILLER – PETIT-KOENIGSBURG (PHASE B - TROISIÈME QUART DU XIII ^e SIÈCLE ?).....	347
16. ERNOLSHEIM-LÈS-SAVERNE - WARTHENBERG (PHASE B - 1261).....	373
17. KAYSERSBERG – PHASE B (1264/1268).....	387

18. CHÂTENOIS - QUARTIER DU CHÂTEAU (DEUXIÈME MOITIÉ DU XIII ^e SIÈCLE).....	405
19. ANDLAU -SPESBURG (TROISIÈME QUART DU XIII ^e SIÈCLE).....	433
20. SOULTZBACH-LES-BAINS – CHÂTEAU ET ENCEINTE URBAINE (1275).....	463
21. LEMBACH – FLECKENSTEIN (DERNIER TIERS DU XIII ^e SIÈCLE ?).....	483
22. WINTZENHEIM – HOHLANDSBURG (ENTRE 1279 ET 1300).....	513
23. HATTSTATT - HOHHATTSTATT (ENTRE 1281 ET 1286).....	537
24. RIBEAUVILLÉ – HOHRAPPOLSTEIN (PHASE B - AUTOUR DE 1298 ?).....	563

Résumé

De la fin des invasions magyares, dans le second tiers du X^e siècle, jusqu'en 1300, l'Alsace connut un accroissement continu de chantiers de constructions fortifiées privées. Celui-ci se traduit par l'édification de dizaines de châteaux dont les ruines jalonnent, du Nord au Sud, le versant oriental du massif vosgien et qui ne manquèrent pas de susciter la curiosité de nombre de chercheurs depuis plus d'un siècle. L'histoire de leur construction, ou « art de bâtir », longtemps reléguée au second plan, a connu de grandes avancées grâce à l'archéologie du bâti. Ces études permettent, grâce à la documentation des phases de constructions, d'aborder les questions relatives au fonctionnement d'un chantier et à la gestion des matériaux. Le massif étant divisé entre une partie gréseuse au Nord et une zone cristallophyllienne, plus diverse, au Sud, l'apport de la géologie ou de la chimie des matériaux ouvrent de nouveaux champs de connaissances (composition des mortiers, sélection de roches pour les parements). Posé sur un sommet bien visible, le château cumulait les fonctions de résidence privée et de protection publique et ses parements furent conçus de façon à répondre au mieux aux exigences militaires et résidentielles.

Mots clés : château fort, habitat fortifié, site de hauteur, enceinte, construction, parement, assise, mortier, échafaudage.

Abstract

From the end of the Hungarian invasions, in the second third of the 10th Century, until 1300, a growing number of private fortifications was built in Alsace. This phenomenon was represented by dozens of castles, ruins of which punctuate from North to South the eastern side of the Vosges Mountains and stirred up the curiosity of many archaeologists for more than one century. The history of their construction, or "art of building", considered as secondary for a long time, improved thanks to the archaeological studies of elevations. These researches enable to show information relating to the organisation of a building-yard and the management of materials, thanks to the documentation of the different stages of building. The Vosges massif being divided into a sandstone part in the North and a granite part in the South, geological or chemical studies open new fields of knowledge (composition of mortars, stone selection for the facing of wall...). Built upon a well visible summit, the castle gathered the functions of private residence and public defence, so its walls were designed to fit military and residential requirements at best.

Keywords: castle, fortified residence, hill sites, enceinte, building, facing of walls, course, mortar, scaffolding.