

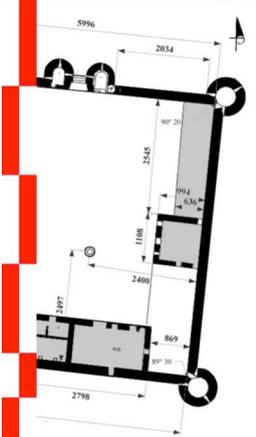


# Château de Mez-Le-Maréchal

Dordives (Loiret)

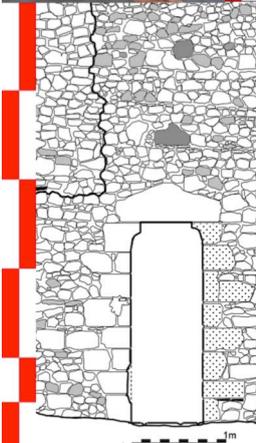
## Rapport archéologique de prospection thématique 2019

Axe 11 - Les constructions élitaires, fortifiées ou non,  
du début du haut Moyen Âge à la période moderne

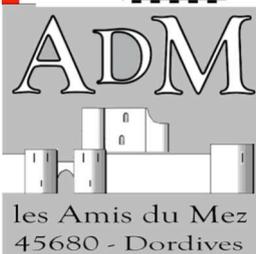


Sous la direction de  
**Michel PIECHACZYK**

Par  
**Virginie BEMER**  
**Xavier BIGNON**  
**Monique COCHIN**  
**Sylviane DELPECH**  
**Francine GEMTON**  
**Philippe LEFEUVRE**  
**Nadine PARSIGNEAU**  
**Martine PIECHACZYK**  
**Michel PIECHACZYK**  
**Florian RENUCCI**  
**Georgia ROESCH**



Troisième partie  
Programme de la campagne d'étude  
et méthodologie d'approche



**Les Amis du MEZ**  
Siège social :  
25 Place Mirabeau  
45210 Le Bignon-Mirabeau

**Décembre 2019**



« L'utilisation des données du rapport de fouilles est régie par les dispositions du code de la propriété intellectuelle concernant la propriété littéraire et artistique. Les prises de notes et les photocopies sont autorisées pour un usage exclusivement privé et non destiné à une utilisation collective (article L 122-5 du code de la propriété intellectuelle). Toute reproduction du texte accompagnée ou non de photographies, cartes ou schémas, n'est possible que dans le cadre de courte citation, avec les références exactes et complètes de l'auteur et de l'ouvrage.

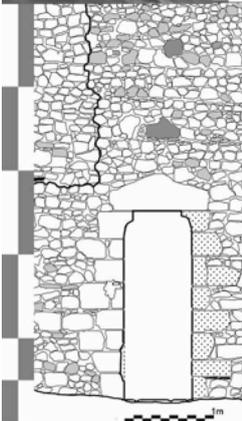
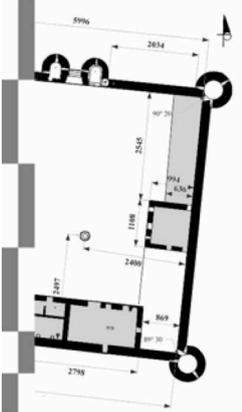
Toute utilisation des données du rapport à des fins lucratives est interdite en vertu de l'article 10 de la loi modifiée du 17 juillet 1978 relative à l'amélioration des relations entre l'administration et le public. Le non respect de ces règles constitue un délit de contrefaçon puni par l'article 425 du code pénal<sup>1</sup>.

*<sup>1</sup>Loi n° 78-753 du 17 juillet 1978, article 10 « les documents administratifs sont communiqués sous réserve des droits de propriété littéraire et artistique. L'exercice du droit à la communication (...) exclut, pour ses bénéficiaires ou pour les tiers, la possibilité de reproduire, de diffuser ou d'utiliser à des fins commerciales les documents communiqués ».*



Édition : Les Amis du Mez  
25 Place Mirabeau  
45210 Le Bignon-Mirabeau

Dépôt légal : Décembre 2019



## TROISIÈME PARTIE

### Programme de la campagne d'étude et méthodologie d'approche



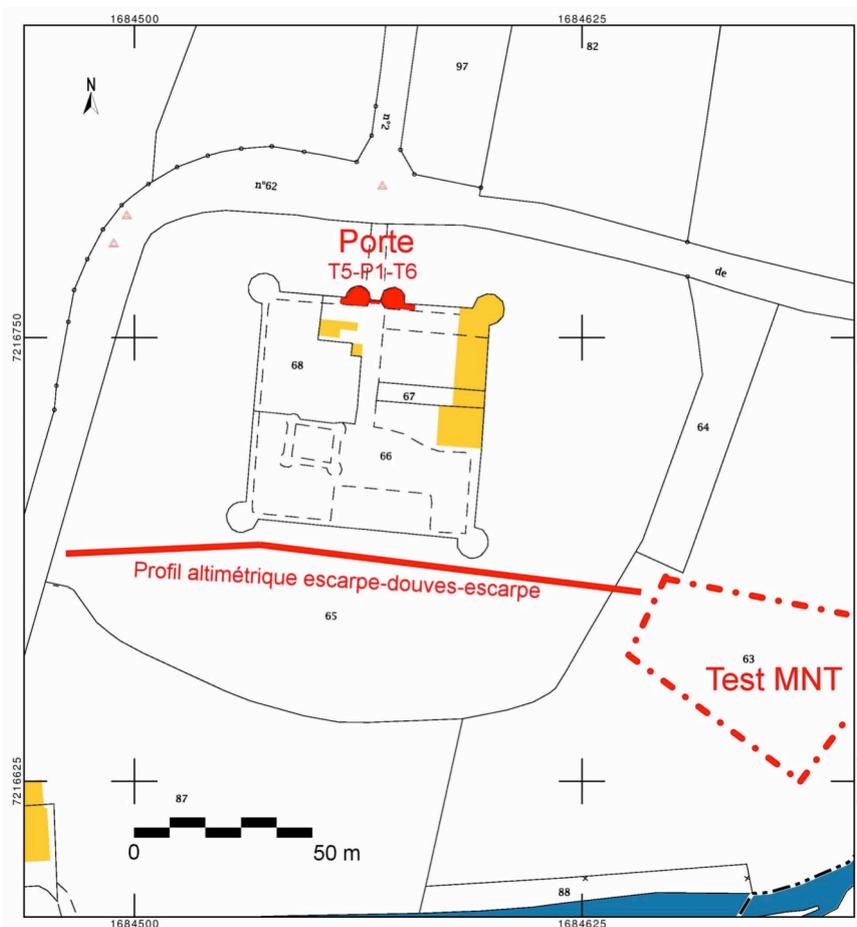
## 1 - PROGRAMME DE LA CAMPAGNE 2019

**1.1 - L'approfondissement du contexte historique** visera à un premier recensement des fonds d'archives. Il permettra d'organiser un travail de transcription et d'analyse. Selon la mise au jour de séries, il sera possible de commencer une étude thématique ou plus ciblée en particulier sur les premiers seigneurs du Mez.

**1.2 - Le projet topographique** sera abordé par :

1.2.1 – La mise en place d'un **réseau de points de référence** intérieurs au monument et à sa périphérie proche. Matériellement, il sera procédé à un bornage pérenne de points géoréférencés, tant à l'intérieur de l'enceinte qu'à l'extérieur.

1.2.2 – L'étude de faisabilité de **coupes topographiques** des douves sud avec relevé des profils de la contrescarpe. Un premier **test de MNT** sera envisagé sur une parcelle contiguë aux douves, au sud-est, actuellement entièrement débroussaillée et dégagée par les bûcherons (**figure C 01**).



**Fig. C 01** - Plan de situation des zones d'étude sur fond du cadastre

### 1.3 - L'étude architecturale de la campagne 2019 reposera sur cinq axes principaux:

1.3.1 - Une première phase de mise en place d'**une nomenclature générale** des bâtiments du château, des murs et structures et en particulier des baies encore très nombreuses et diverses. Celle-ci s'avère indispensable à l'enregistrement et au classement des relevés.

1.3.2 – La première campagne visera à l'amélioration du **plan général** de l'édifice afin d'obtenir un document graphique fiable et précisément géoréférencé, en rapport avec les études topographiques. Comme le document cadastral recèle une part notable d'approximations quant à l'implantation du château, il nous faudra en tenir compte lors de nos mesures archéologiques.

1.3.3 - La première campagne se concentrera sur les **relevés et l'étude de la porte d'entrée** (tours T5 et T6 encadrant la porte P1) (**figure C 02**).

- ▶ Architecture défensive (système assomoir, herse, vantaux), systèmes d'archères et canonniers.
- ▶ Mise en œuvre des matériaux (pierre et mortiers).
- ▶ Étude des accès et circulations, articulation avec le chemin de ronde.
- ▶ Phasage des modifications éventuelles.

1.3.4 – **L'étude des matériaux** pourra être amorcée à partir des observations de leur mise en œuvre sur la porte fortifiée, avec prospection sur les possibilités d'approvisionnement.

1.3.5 - **Le démarrage de l'étude du lapidaire** nécessitera la mise en place d'une zone de stockage abritée, d'un marquage individuel pérenne et d'un protocole commun pour chaque pierre.



**Fig. C 02** - La porte fortifiée avec ses deux tours : T5 (à droite) et T6 (à gauche) (Photo :Michel Piechaczyk / ADM).

## 2 - MÉTHODOLOGIE D'APPROCHE

### 2. 1 - Établissement d'un réseau topographique

Georgia ROESCH

#### 2. 1. 1 - Contexte

Dans le cadre de l'étude archéologique du château de Mez-Le-Maréchal, la phase prioritaire sur le terrain a été l'établissement des points topographiques références, intérieurs au monument ainsi qu'à sa périphérie proche. Ce réseau de points topographiques a été mis en place dès juillet 2017 et complété en novembre 2018.

Ses objectifs sont de permettre le géoréférencement des différents relevés archéologiques qui seront réalisés au cours de l'étude archéologique du château. Ce réseau qu'il sera nécessaire de densifier au fur et à mesure des besoins est destiné à servir de base à tous les futurs travaux topographiques sur le domaine du château. Le réseau périphérique par exemple devra s'étendre progressivement afin d'englober l'église (en ruine) ainsi que les parcelles aux reliefs indéfinis.

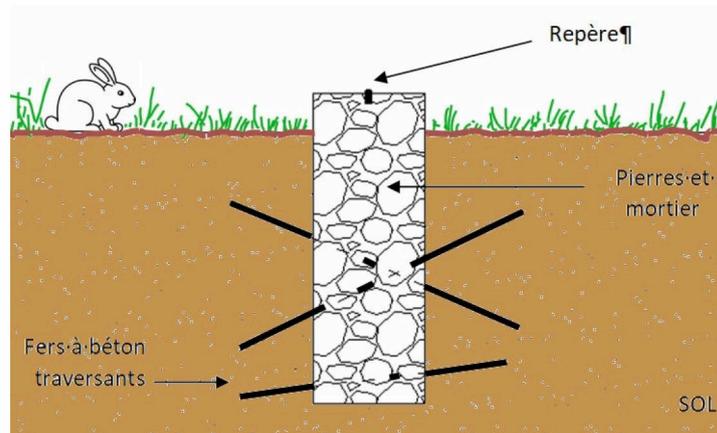
#### 2. 1. 2 - Monumentation

Dans un premier temps, douze points du réseau ont été matérialisés à l'aide de clous inox, et numérotés de 1001 à 1008 et 1100 à 1103. À l'intérieur du château et sur la route de Bransles, les clous ont été directement scellés dans les affleurements rocheux (**figure C 03**).



**Fig. C 03** - Situation des points topographiques créés sur fond de plan Géoportail et cadastre (DAO : Georgia Reosch / ADM).

Pour la zone forestière, des tubes PVC, de diamètre 20 cm, d'environ 1 m de long en moyenne et traversés de fers à béton, ont été enfouis dans le sol et remplis de mortier, afin de garantir leur stabilité et un « bornage » pérenne (**figure C 04**). Il sera nécessaire de veiller à leur conservation lors des travaux d'élagage ou de nettoyage des bois et taillis.



**Fig. C 04** - Schéma de la mise en place des bornes  
(DAO : Georgia Roech / ADM).

### 2. 1. 3 - Méthodologie de mesures du réseau

L'ensemble des points a été rattaché aux systèmes de coordonnées légaux en vigueur :

- pour la planimétrie : RGF93 associé à la projection Lambert CC48,
- pour l'altimétrie : NGF-IGN69.

#### ► Rattachement altimétrique

Un nivellement direct a été réalisé à l'aide d'un niveau optique Topcon AT-G7 entre les repères IGN W.E.N3-60 et W.E.N3-61 distants d'environ 700 m, en incluant les points 1005 et 1006 du réseau (**voir fiche en Annexe topographie**).

#### ► Rattachement planimétrique

Les points 1002, 1003 et 1006 ont été observés successivement pendant environ trois heures chacun à l'aide d'un récepteur bi-fréquence *GNSS Trimble NetR5* équipé d'une antenne Choke Ring. Il n'a pas été possible d'observer d'autres points à cause du couvert végétal ou à cause de la proximité des bâtiments.

Les données du GPS sont présentées en **Annexe topographie**.

Les données ont ensuite été exploitées à l'aide de l'outil de calcul en ligne du Réseau GNSS Permanent de l'IGN ([http://rgp.ign.fr/SERVICES/calcul\\_online.php](http://rgp.ign.fr/SERVICES/calcul_online.php)), assurant une mise en référence cohérente à l'échelle nationale.

► Observation du réseau

Une polygonation a été réalisée à l'aide d'un tachéomètre *Leica Builder 509* (observations en cercle I-cercle II et mesures de distances sur chacun des points du réseau). En complément un nivellement direct a aussi été réalisé entre les stations 1001, 1002, 1003 et 1006 ; pour le reste les altitudes sont issues d'observations indirectes (**figures C 05, C 06, C 07 et C 08**).

			
<b>1001</b>	E.(m)	N.(m)	Alt.(m)
Coordonnées	1684568.39	7216758.23	76.64
			
<b>1002</b>	E.(m)	N.(m)	Alt.(m)
Coordonnées	1684570.86	7216737.45	76.61
			
<b>1003</b>	E.(m)	N.(m)	Alt.(m)
Coordonnées	1684575.31	7216686.99	75.83

**Fig. C 05** - Localisation des points 1001, 1002, 1003 (Photos : Georgia Roesch / ADM).

			
<b>1004</b>	E·(m)	N·(m)	Alt·(m)
Coordonnées	1684634.76	7216684.57	76.81
			
<b>1005</b>	E·(m)	N·(m)	Alt·(m)
Coordonnées	1684601.87	7216782.13	76.81
			
<b>1006</b>	E·(m)	N·(m)	Alt·(m)
Coordonnées	1684566.45	7216797.74	77.00

**Fig. C 06** - Localisation des points 1004, 1005, 1006 (Photos : Georgia Roesch / ADM)

			
<b>1007</b>	E·(m)	N·(m)	Alt·(m)
Coordonnées	1684508.39	7216778.27	76.27
			
<b>1008</b>	E·(m)	N·(m)	Alt·(m)
Coordonnées	1684505.82	7216673.29	77.11
			
<b>1100</b>	E·(m)	N·(m)	Alt·(m)
Coordonnées	1684582.45	7216712.52	76.86

**Fig. C 07** - Localisation des points 1007, 1008, 1100 (Photos : Georgia Roesch / ADM)

			
<b>1101</b>	E.(m)	N.(m)	Alt.(m)
Coordonnées	1684538.22	7216709.10	77.07
			
<b>1102</b>	E.(m)	N.(m)	Alt.(m)
Coordonnées	1684542.23	7216743.62	76.74
			
<b>1103</b>	E.(m)	N.(m)	Alt.(m)
Coordonnées	1684549.48	7216713.66	77.05

**Fig. C 08** - Localisation des points 1101, 1102, 1103 (Photos : Georgia Roesch / ADM)

## 2. 1. 4 - Méthodologie des calculs

Les mesures de nivellement, les mesures topographiques et les résultats des calculs GNSS ont été compensés ensemble à l'aide du logiciel de moindres carrés *Comp3D* (<http://yves.egels.free.fr/Soft/telecharger.html>). La précision finale obtenue sur les points est en moyenne de 1 cm en relatif, et de 2 cm en absolu (rattachement RGF93) (**figure C 09**).

Point	E-(RGF93-CC48) en-m	N-(RGF93-CC48) en-m	Alt-(NGF-IGN69) en-m	Qualité (en-cm)
1001	1684568.39	7216758.23	76.64	1.0
1002	1684570.86	7216737.45	76.61	0.7
1003	1684575.31	7216686.99	75.83	0.7
1004	1684634.76	7216684.57	77.87	1.4
1005	1684601.87	7216782.13	76.81	1.6
1006	1684566.45	7216797.74	77.00	1.8
1007	1684508.39	7216778.27	76.27	1.9
1008	1684505.82	7216673.29	77.11	1.6
1100	1684582.45	7216712.52	76.86	1.1
1101	1684538.22	7216709.10	77.07	1.4
1102	1684542.23	7216743.62	76.74	1.3
1103	1684549.48	7216713.66	77.05	0.7

**Fig. C 09** - Tableau des données topographiques des points du réseau (RGF93 - CC48 et NGF IGN69) (Georgia Roesch / ADM).



**Fig. C 10** - Coordonnées et altimétries des points topographiques (DAO : Georgia Roesch / ADM)



Relevés topographiques (Photo : ADM).

## 2. 2 - Nomenclature des bâtiments, des structures et des baies

Xavier BIGNON

Une convention a été établie sur le site d'étude du château de Mez-le-Maréchal pour enregistrer de manière simple et extensible les ouvrages d'architecture, leurs sous-ensembles et les éléments taillés épars sur l'intégralité du monument.

### 2.2.1 - Les ouvrages sont identifiés par une lettre :

- ▶ A, B, D, C, etc. pour les bâtiments d'habitation et les annexes
- ▶ C1 à C5 pour les courtines
- ▶ M1 à M5 pour les murs d'escarpe sous-jacents
- ▶ M9 et suivants pour les autres murs
- ▶ T1 à T6 pour les tours d'enceinte
- ▶ Z pour le donjon
- ▶ Z1, Z2, Z3 et Z4 pour les tourelles du donjon

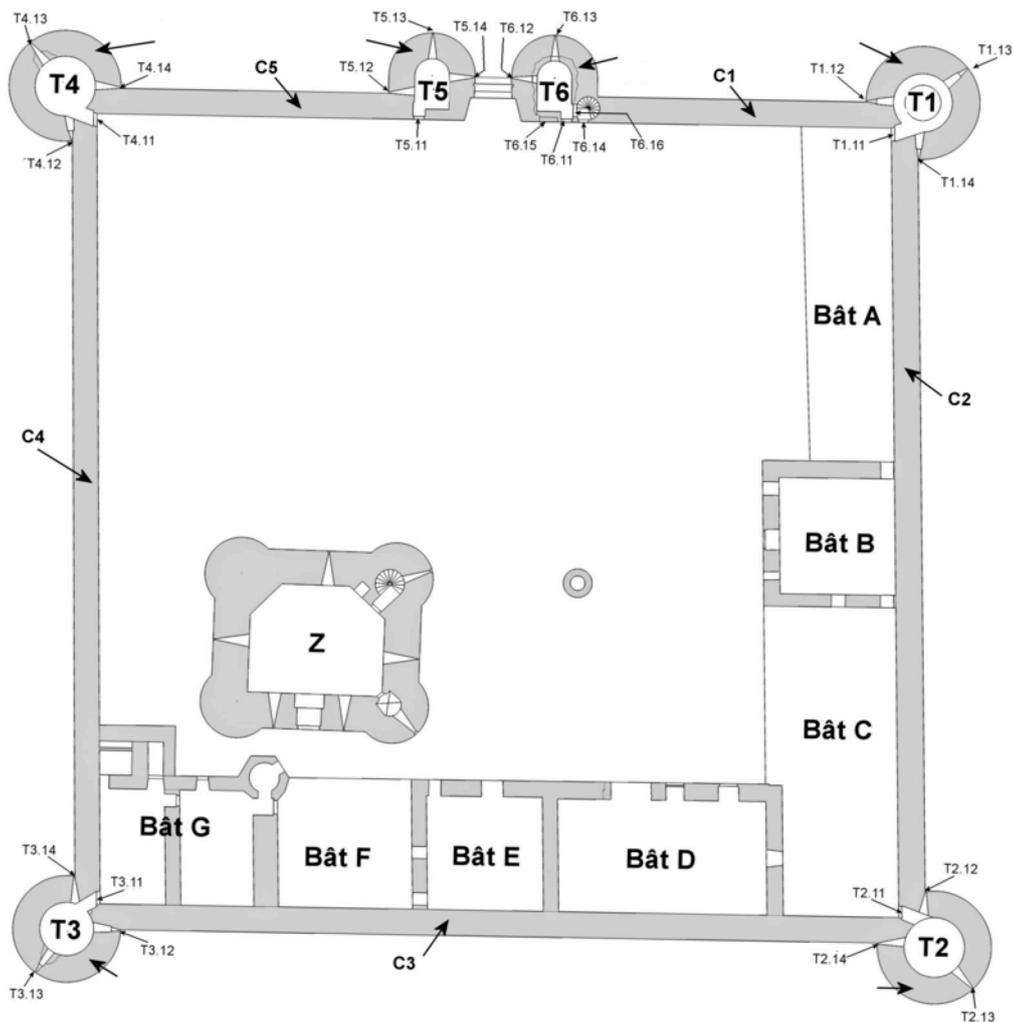


Fig. C 11 - Nomenclature des tours et bâtiments (DAO : Xavier Bignon / ADM)

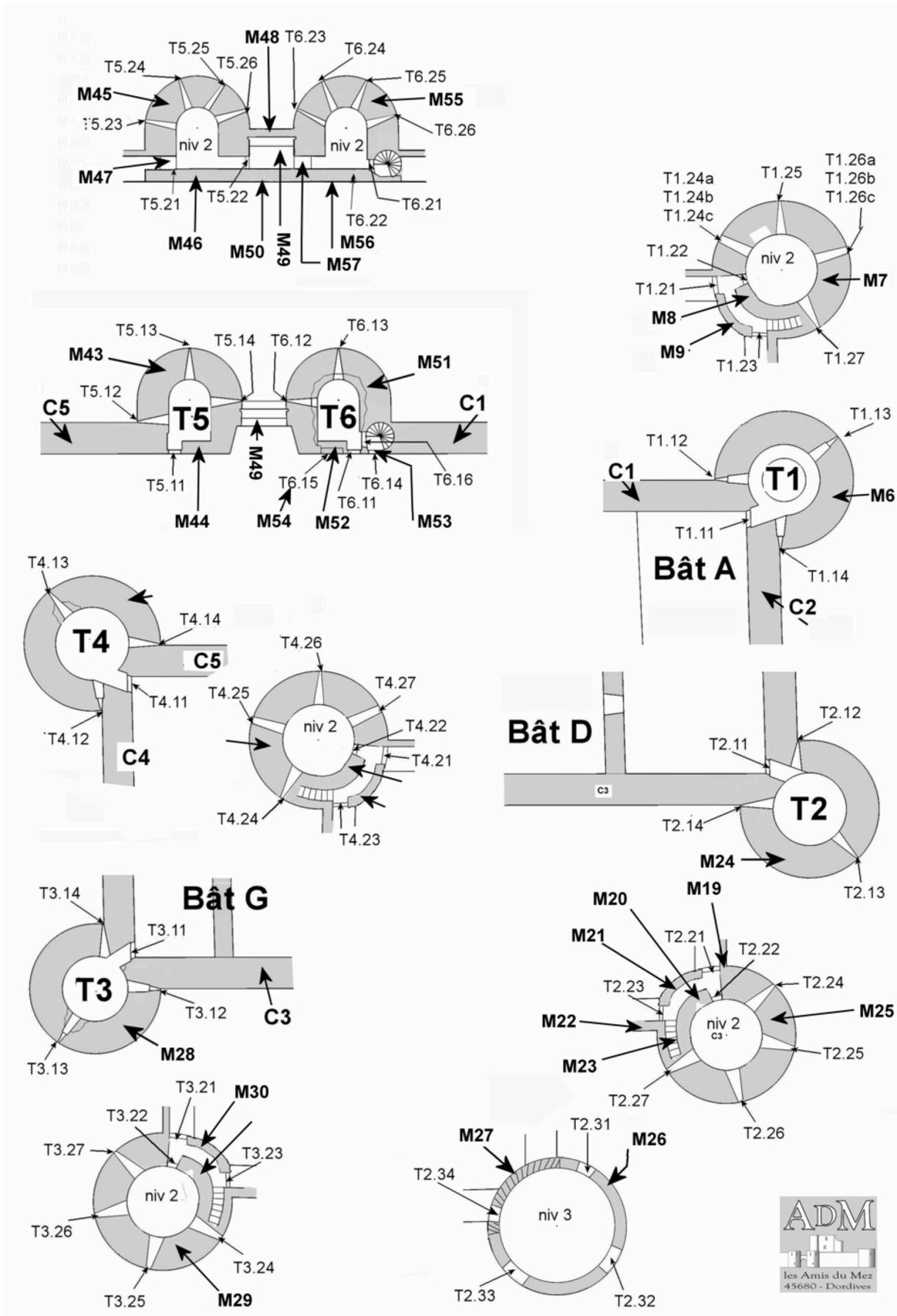
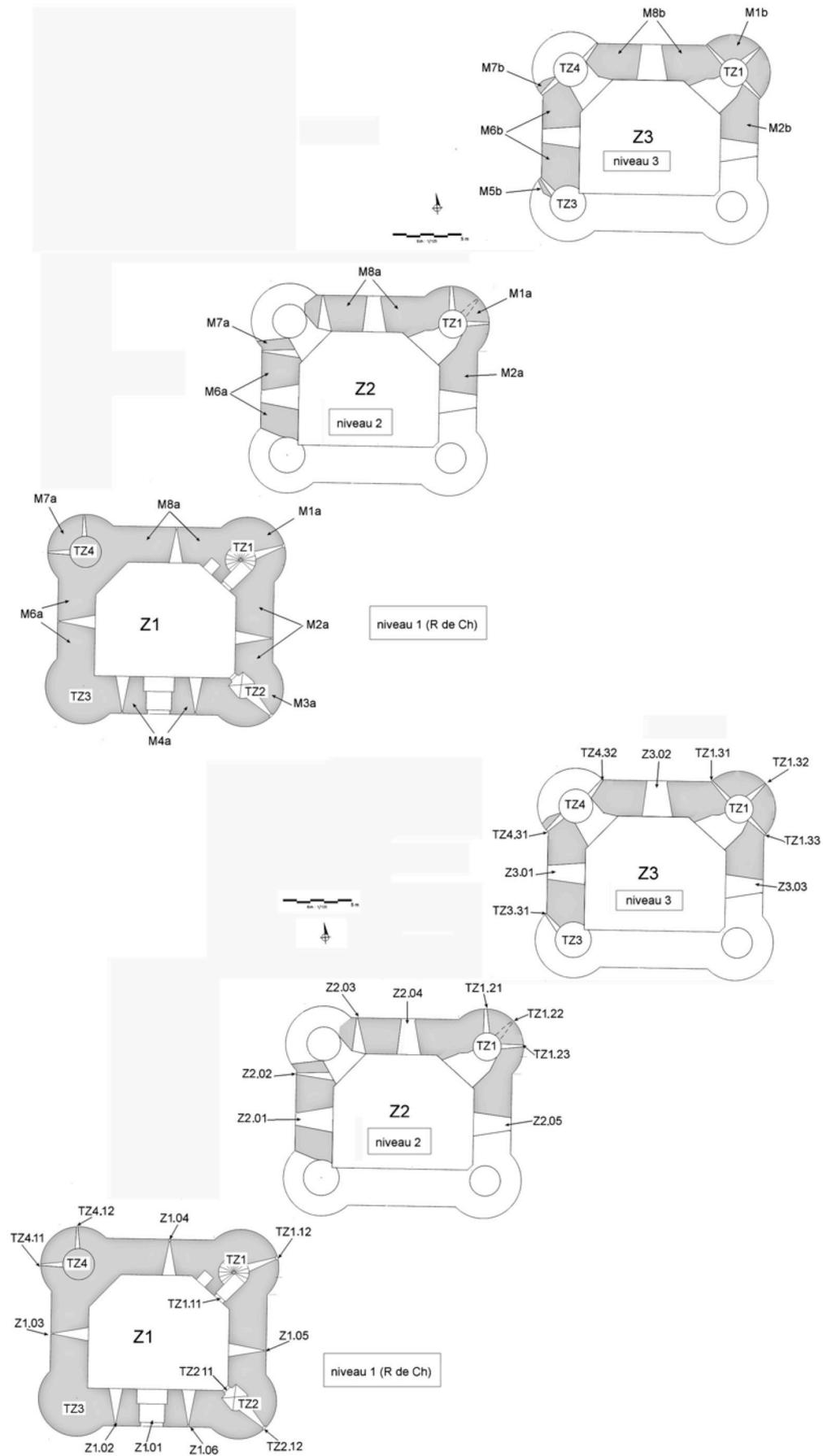


Fig. C 12 - Plan de nomenclature des murs et baies de l'enceinte (DAO : Michel Piechaczyk / ADM)



**Fig. C 13** - Plan de nomenclature du donjon (DAO : Michel Piechaczyk/ ADM)

## 2.2.2 - Les sous-ensembles d'un ouvrage : les structures, les murs et les baies

Les structures sont des éléments en place identifiables par leur forme ou leur fonction (escalier, fosse, cheminée, etc.).

Les structures sont nommées par :

- ▶ le préfixe **ST** suivi par un numéro d'ordre (par ex. ST101)
- ▶ ou **M** s'il s'agit d'un mur.
- ▶ Les baies, elles, sont des structures particulières.

**Les baies** sont des ouvertures volontaires au travers d'un mur. Une baie peut être traversante, fermée (niche), murée ou à l'état de vestige (identifiable par un reste de piédroit par exemple).

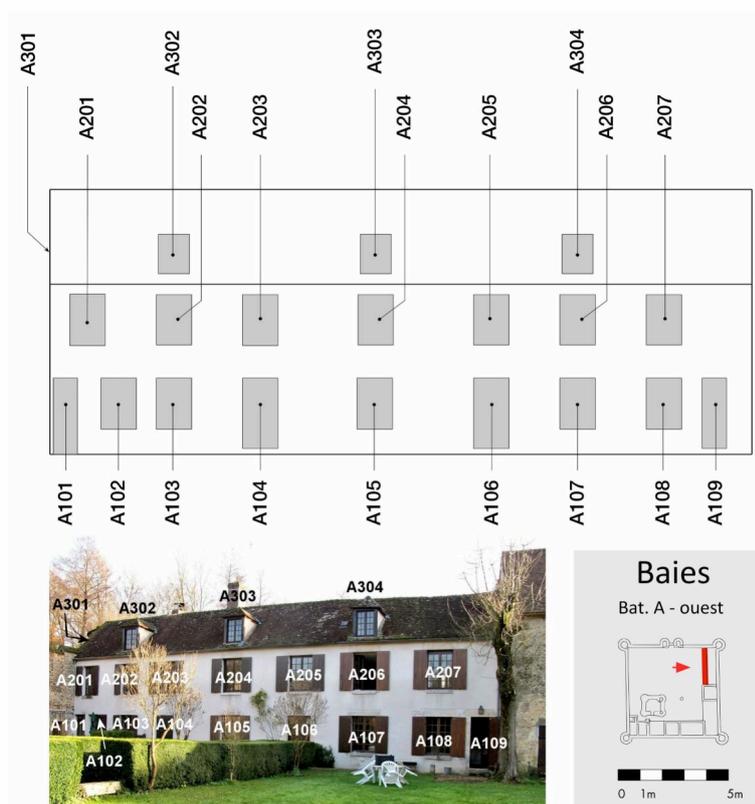
Les baies portent le nom de l'ouvrage auquel elles appartiennent suivi par :

- ▶ un chiffre qui indique le niveau (1 : rez-de-chaussée, 2 : 1<sup>er</sup> étage, etc.)
- ▶ suivi par un numéro d'ordre (par ex. B-103 pour baie n° 03 du rez-de-chaussée du bâtiment B).

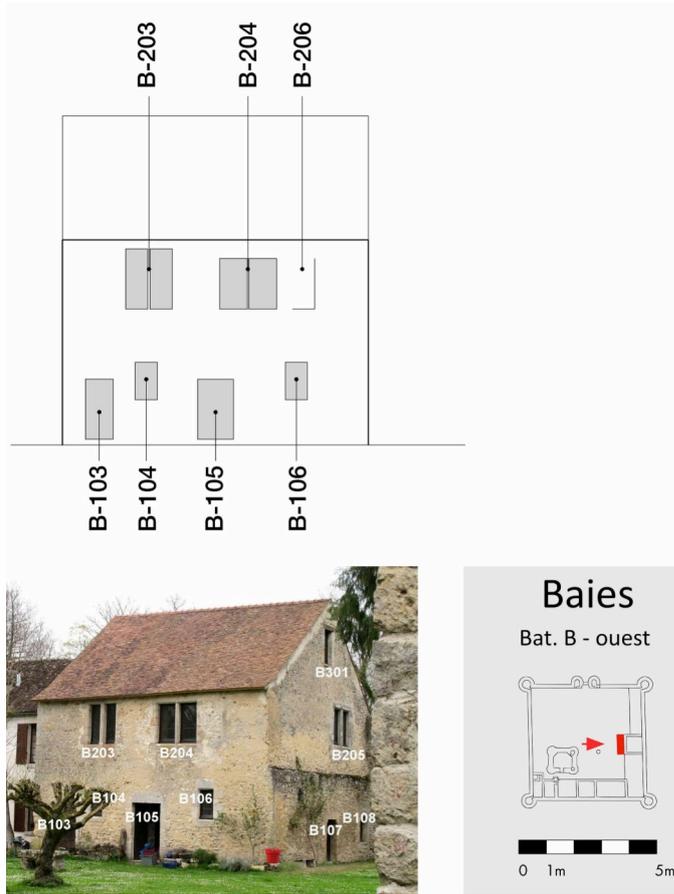
Par convention, et dans la mesure du possible, la désignation (d'un ouvrage, d'une baie) suit un parcours effectué dans le sens horaire en démarrant à l'angle nord-est.

Les structures sont constituées d'**unités construites (UC)** ou d'**unités stratigraphiques (US)**.

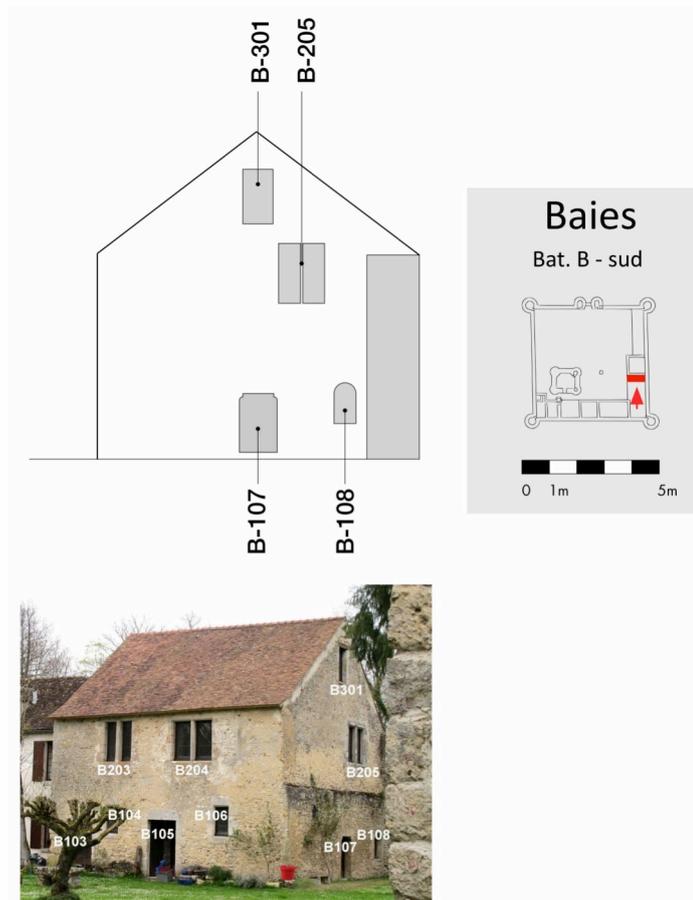
Les **figures C 14 à C 35** cartographient les différentes baies par bâtiment et façade.



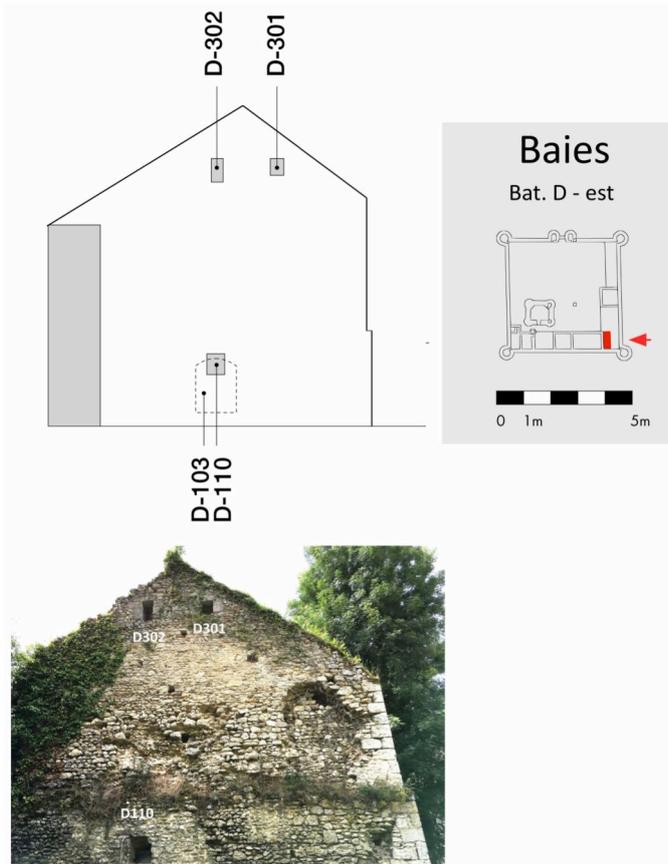
**Fig. C 14** - Nomenclature des baies du bâtiment A, façade ouest (DAO : Xavier Bignon / ADM).



**Fig. C 15** - Nomenclature des baies du bâtiment B, façade ouest (DAO : Xavier Bignon / ADM).



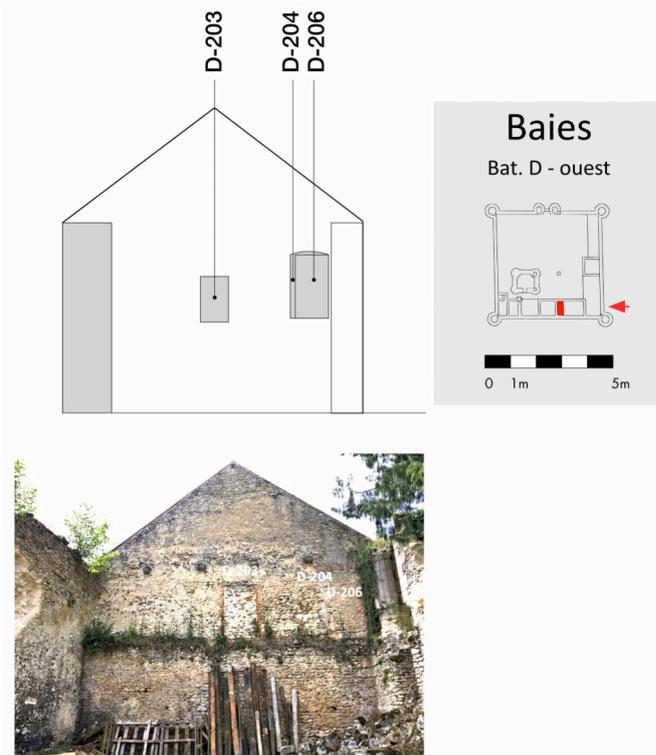
**Fig. C 16** - Nomenclature des baies du bâtiment B, façade sud (DAO : Xavier Bignon / ADM).



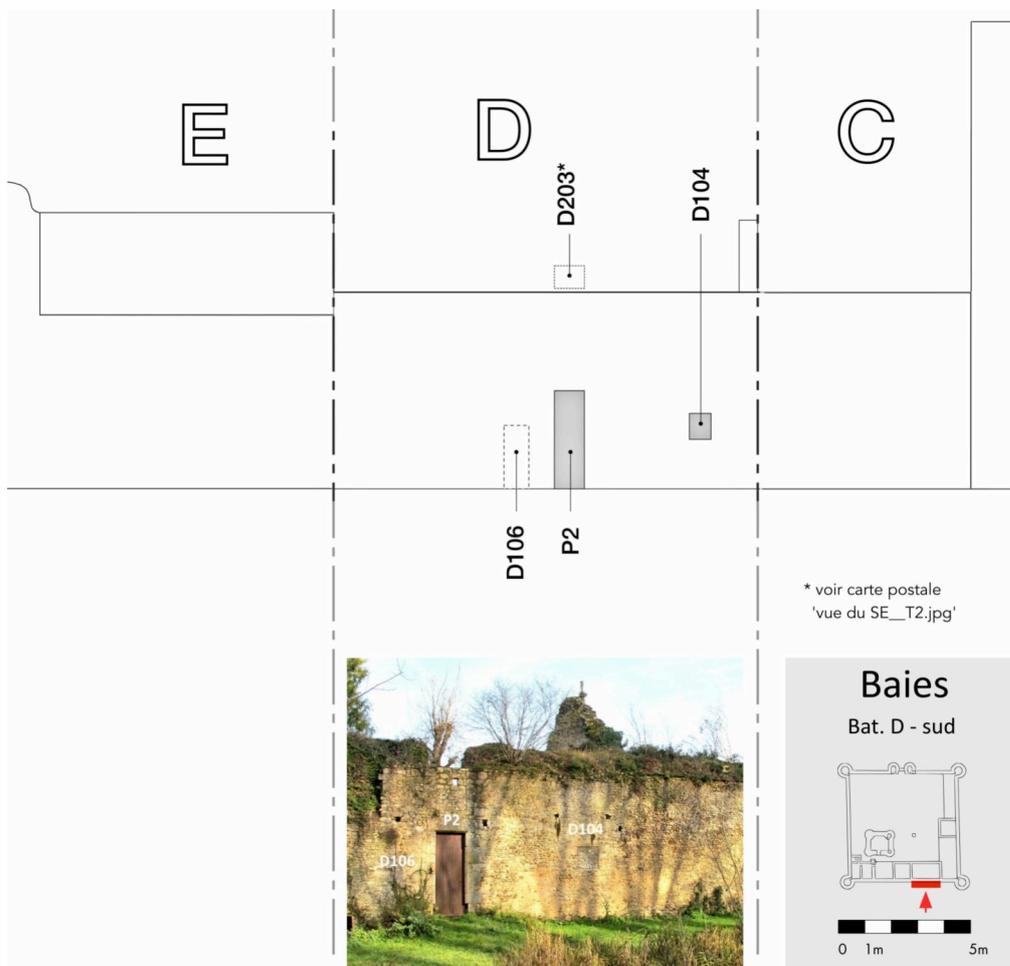
**Fig. C 17** - Nomenclature des baies du bâtiment D, façade est (DAO : Xavier Bignon / ADM).



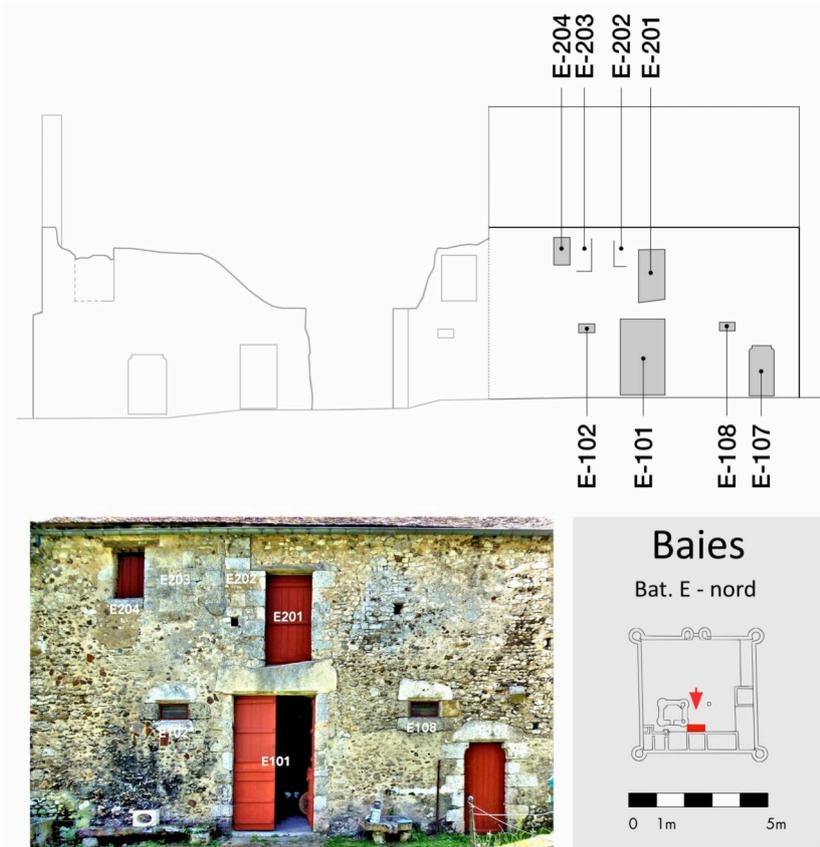
**Fig. C 18** - Nomenclature des baies du bâtiment D, façade nord (DAO : Xavier Bignon / ADM).



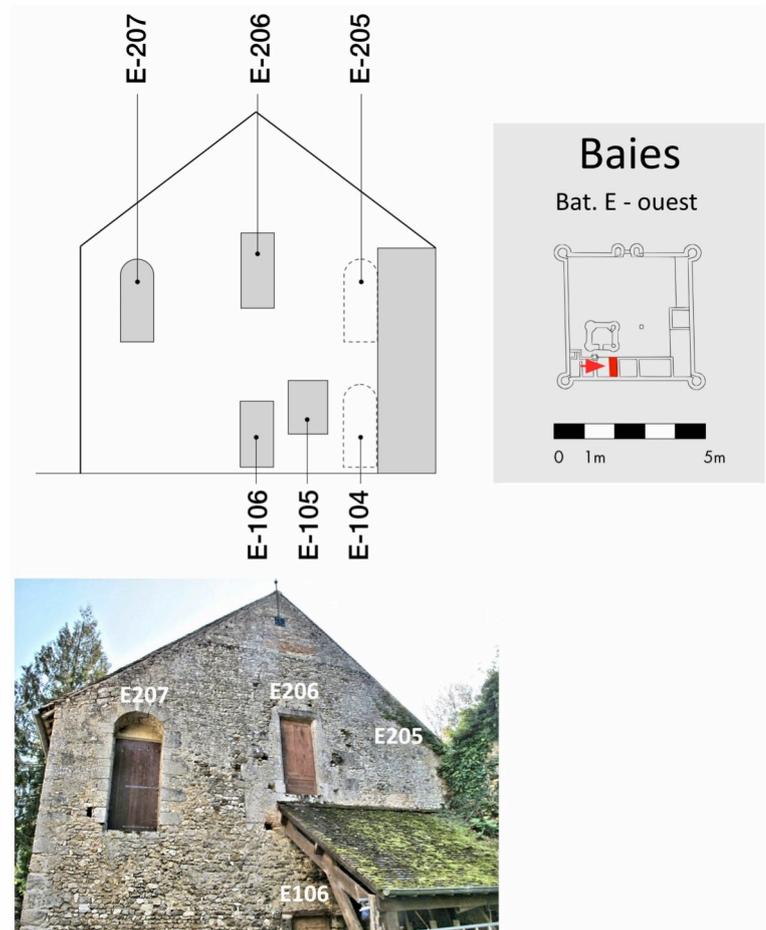
**Fig. C 19** - Nomenclature des baies du bâtiment D, façade ouest (DAO : Xavier Bignon / ADM).



**Fig. C 20** - Nomenclature des baies du bâtiment D, façade sud (DAO : Xavier Bignon / ADM).



**Fig. C 21** - Nomenclature des baies du bâtiment E, façade nord (DAO : Xavier Bignon / ADM).



**Fig. C 22** - Nomenclature des baies du bâtiment E, façade ouest (DAO : Xavier Bignon / ADM).

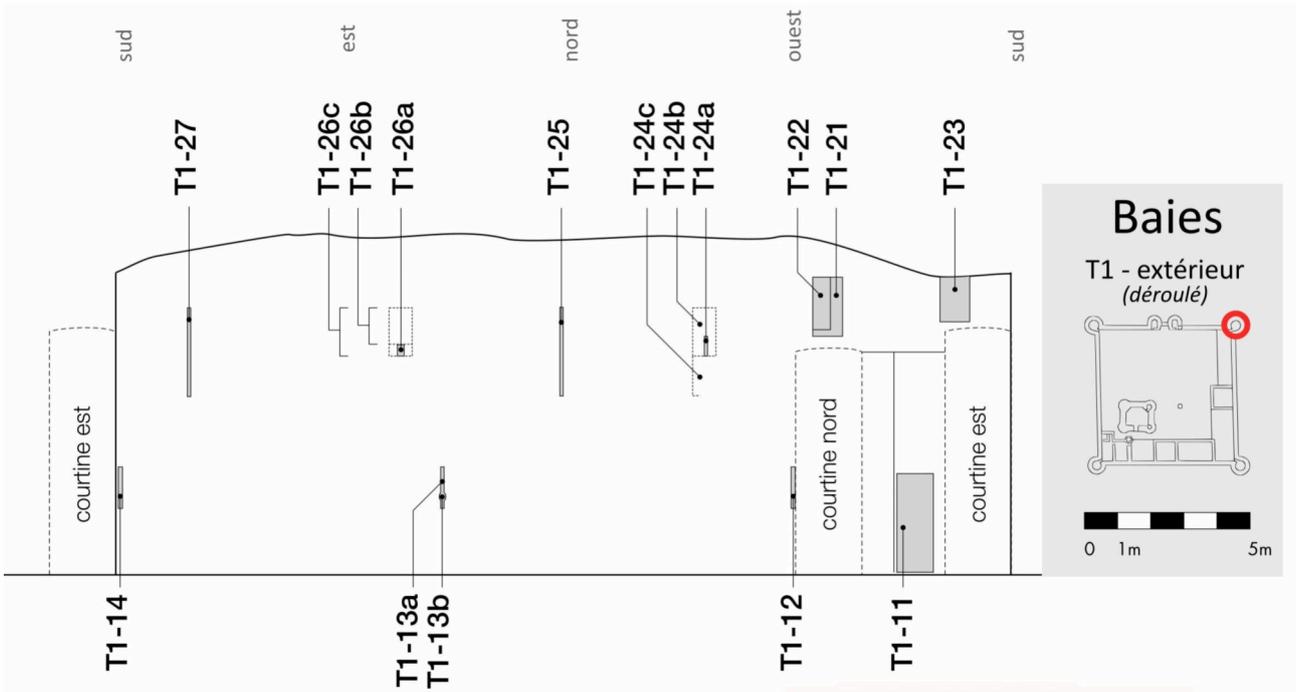


Fig. C 23 - Nomenclature des baies de la tour T1, extérieur (DAO : Xavier Bignon / ADM).

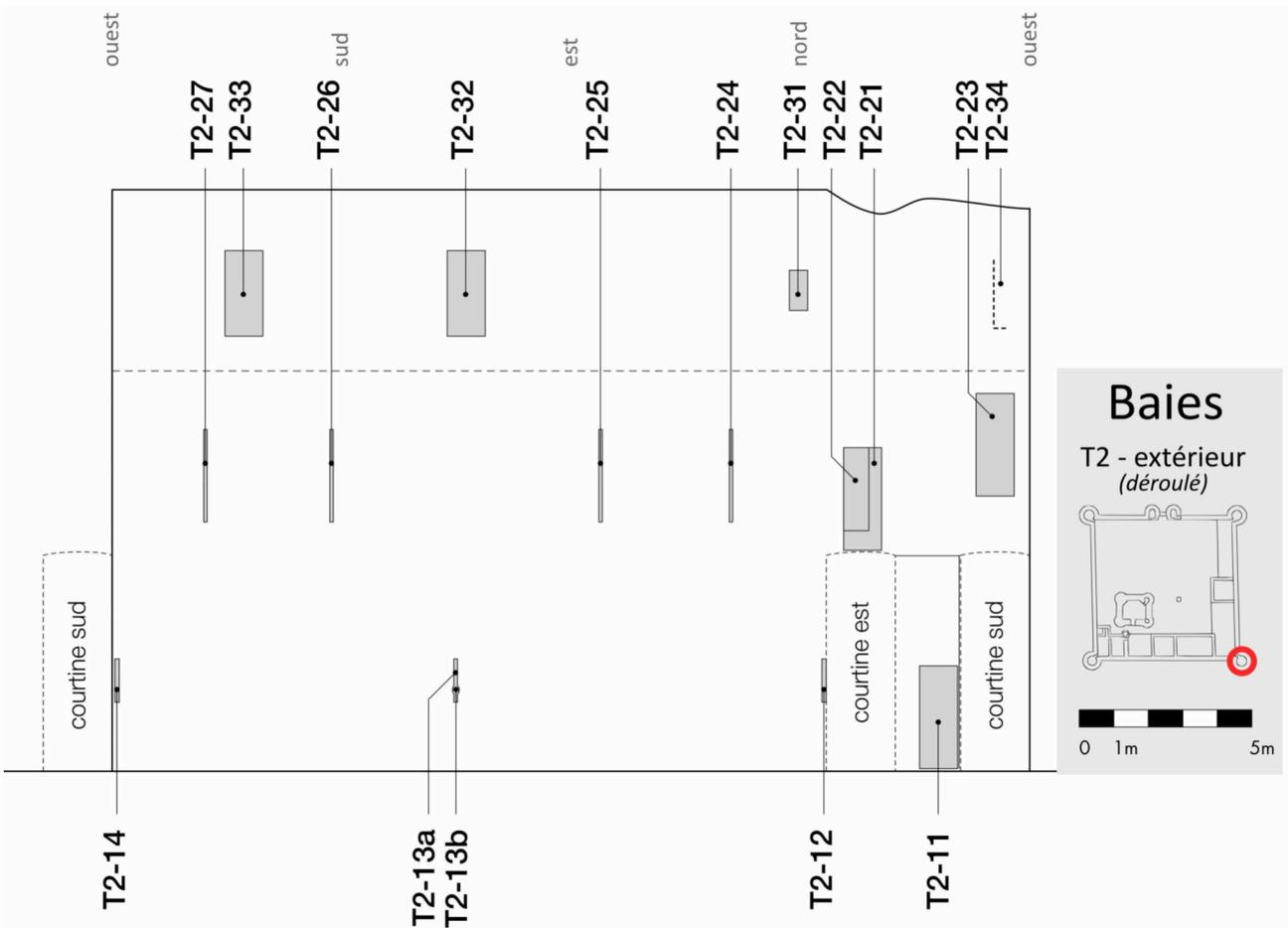


Fig. C 24 - Nomenclature des baies de la tour T2, extérieur (DAO : Xavier Bignon / ADM).

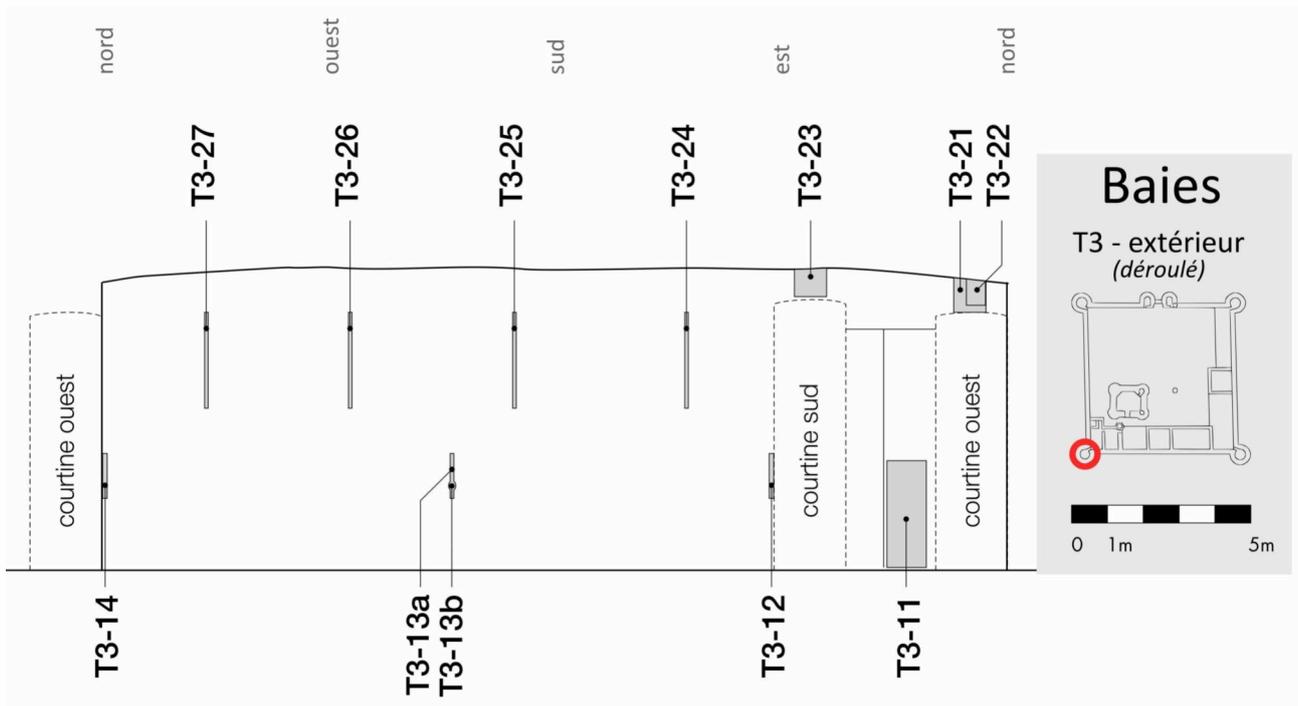


Fig. C 25 - Nomenclature des baies de la tour T3, extérieur (DAO : Xavier Bignon / ADM).

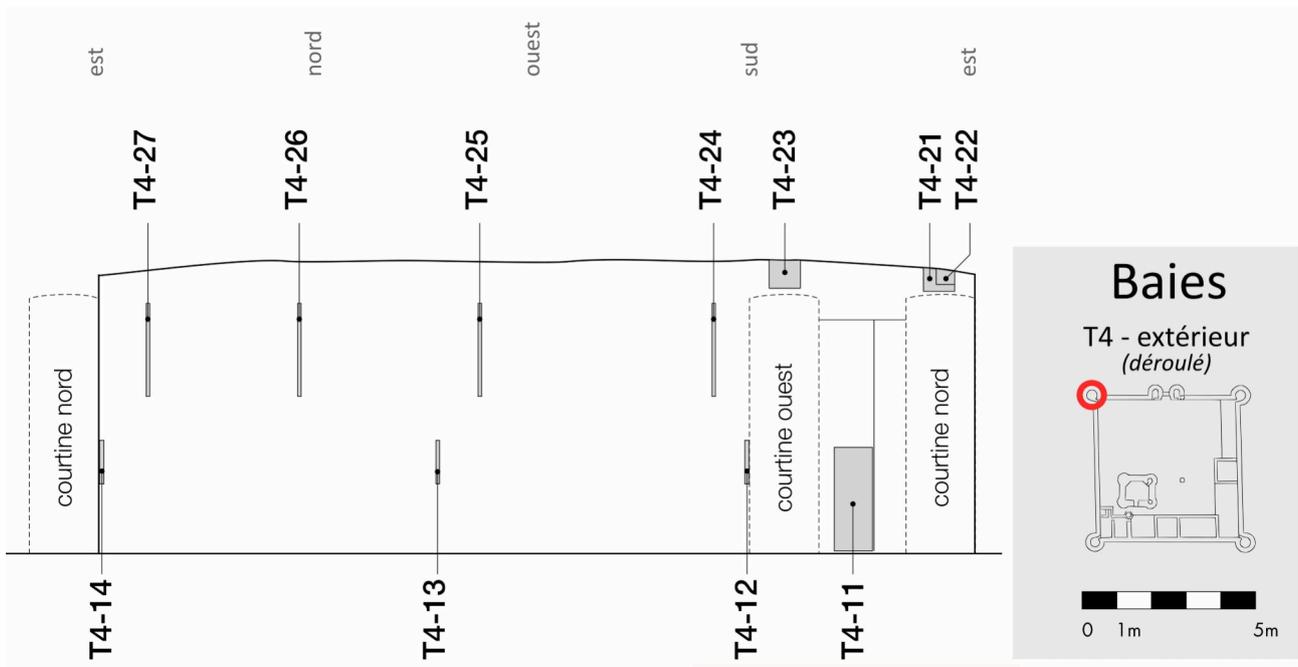


Fig. C 26 - Nomenclature des baies de la tour T4, extérieur (DAO : Xavier Bignon / ADM).

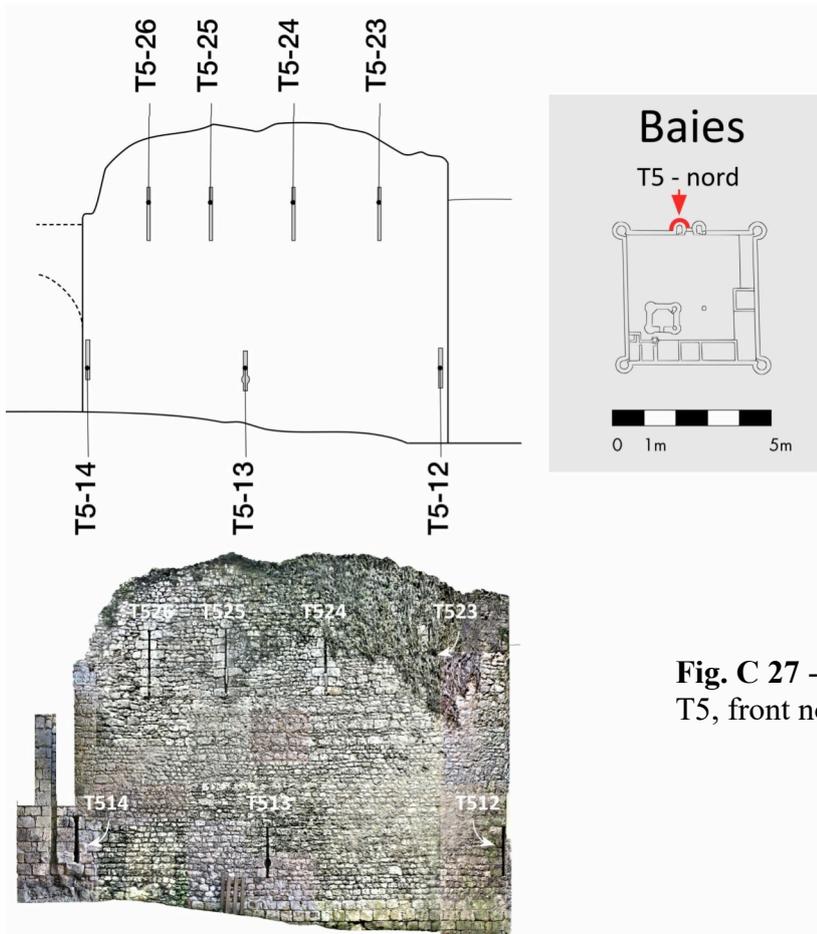


Fig. C 27 - Nomenclature des baies de la tour T5, front nord (DAO : Xavier Bignon / ADM).

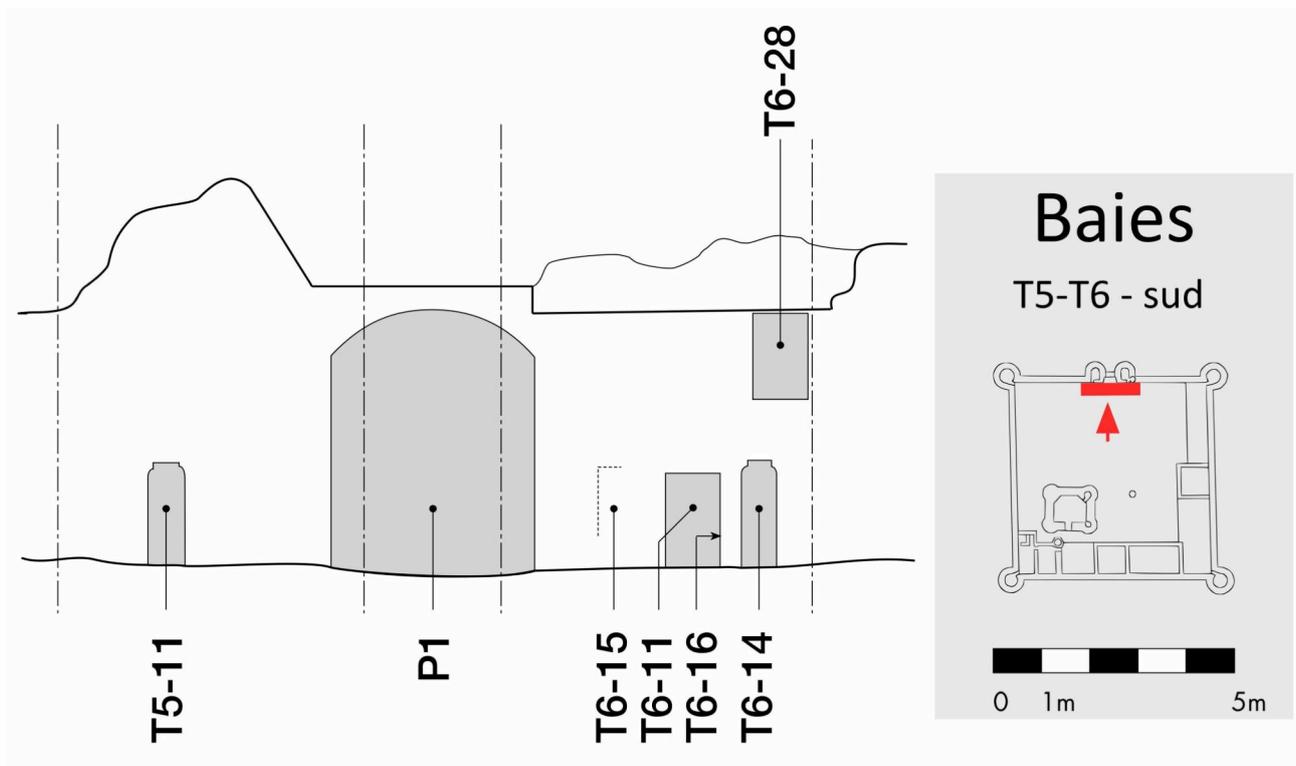


Fig. C 28 - Nomenclature des baies des tours T5-T6, façade sud (DAO : Xavier Bignon / ADM).

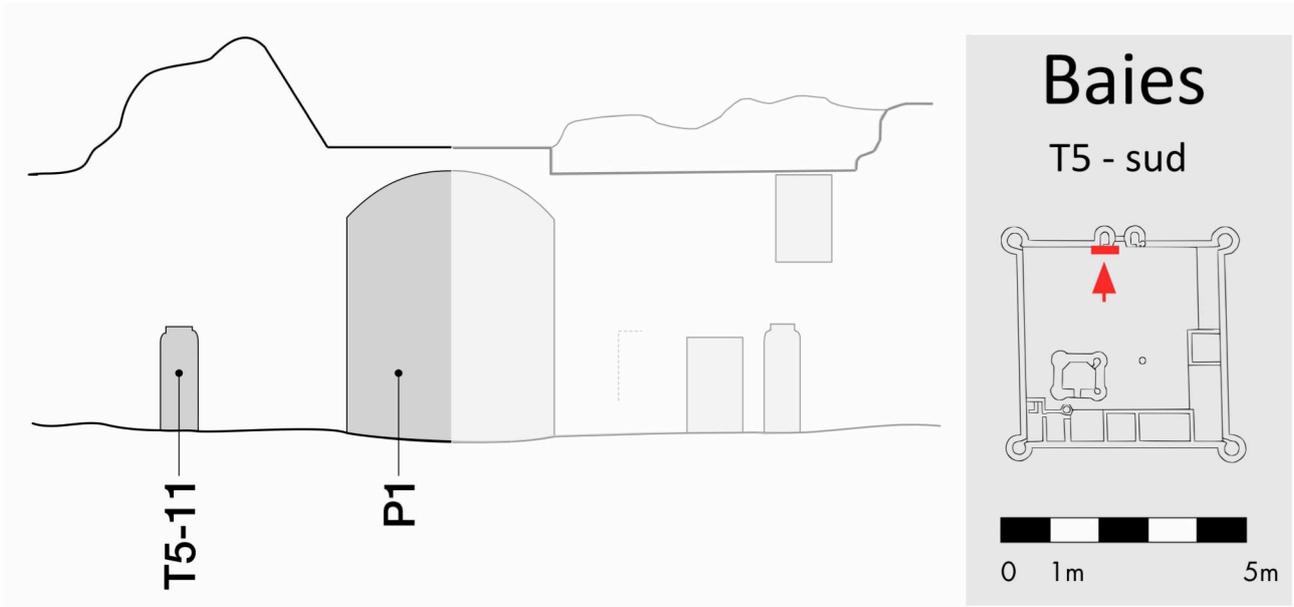


Fig. C 29 - Nomenclature des baies de la tour T5, façade sud (DAO : Xavier Bignon / ADM).

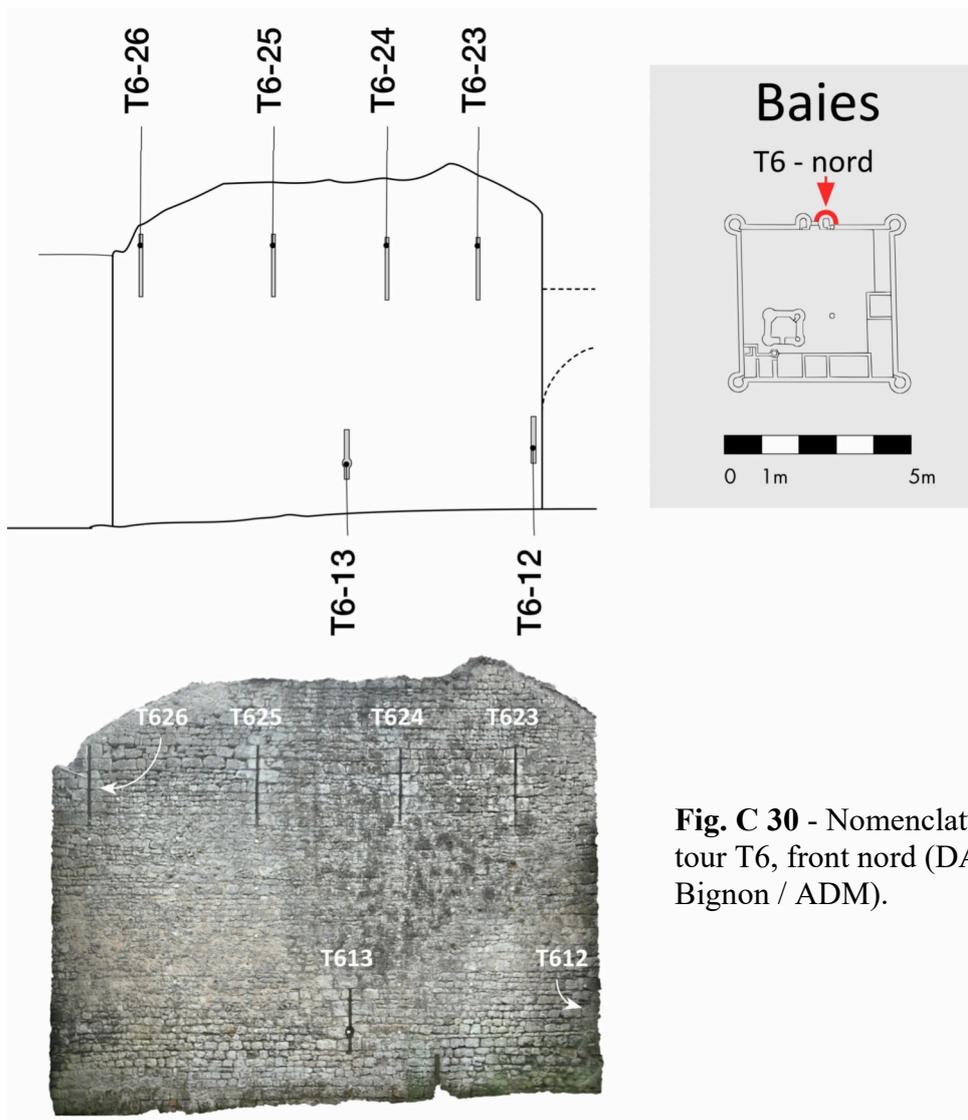
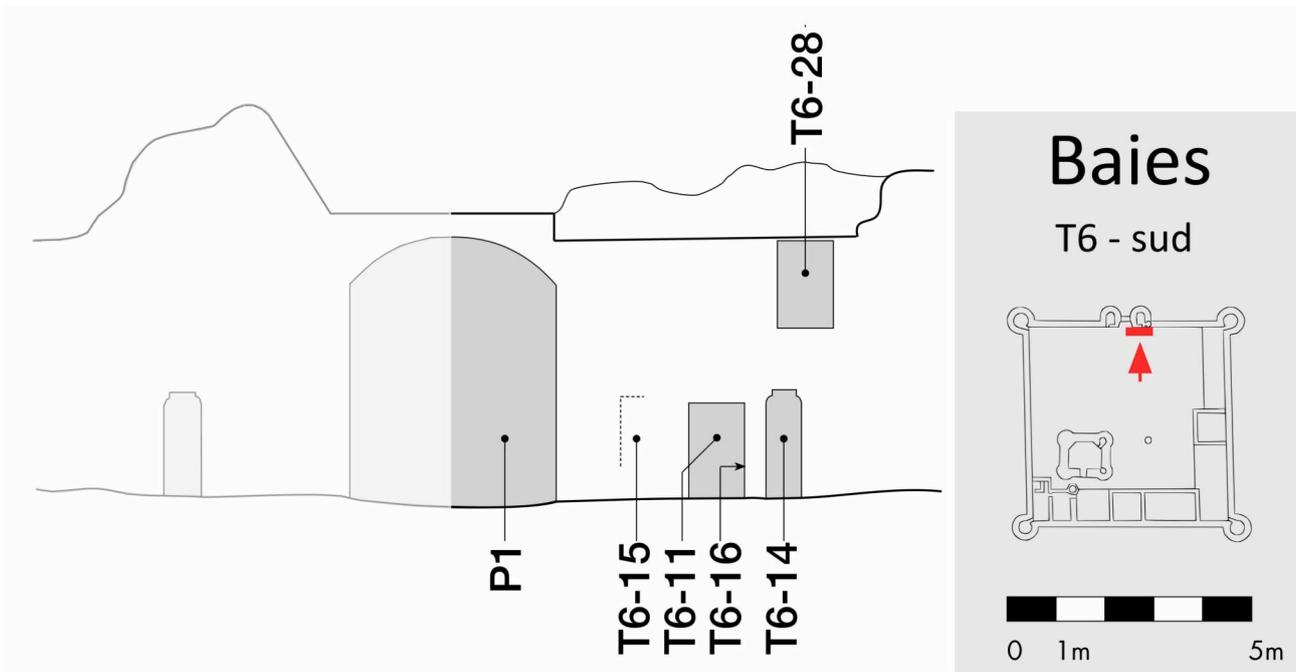
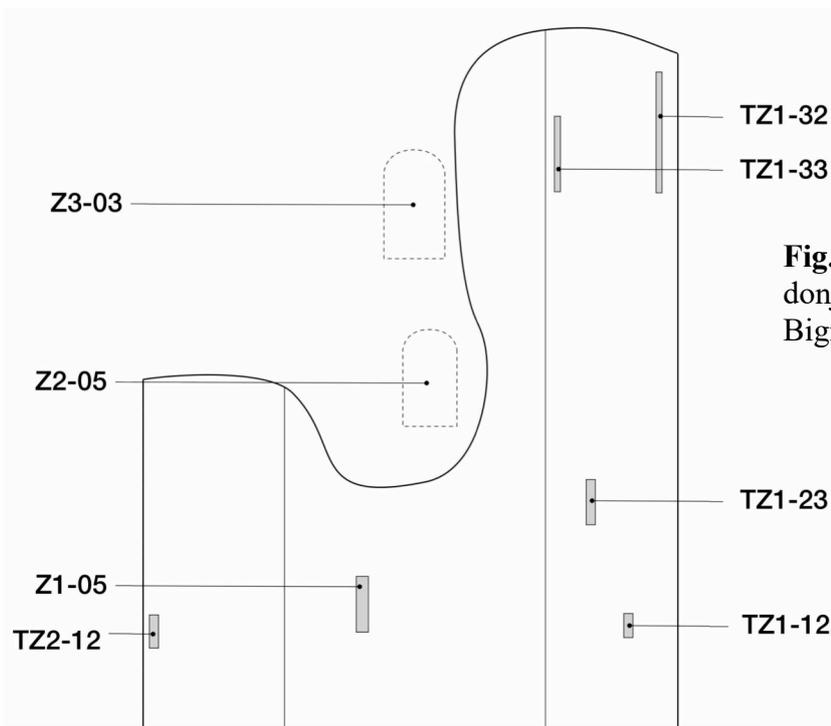


Fig. C 30 - Nomenclature des baies de la tour T6, front nord (DAO : Xavier Bignon / ADM).

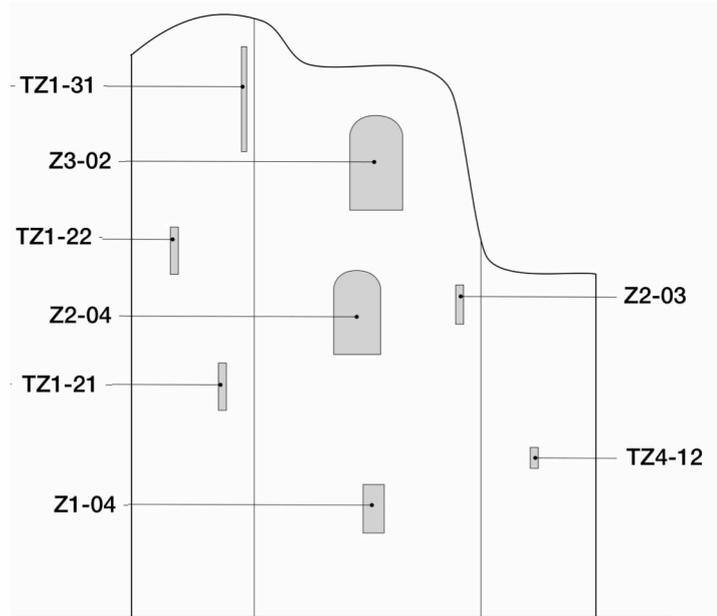


**Fig. C 31** - Nomenclature des baies de la tour T6, façade sud (DAO : Xavier Bignon / ADM).

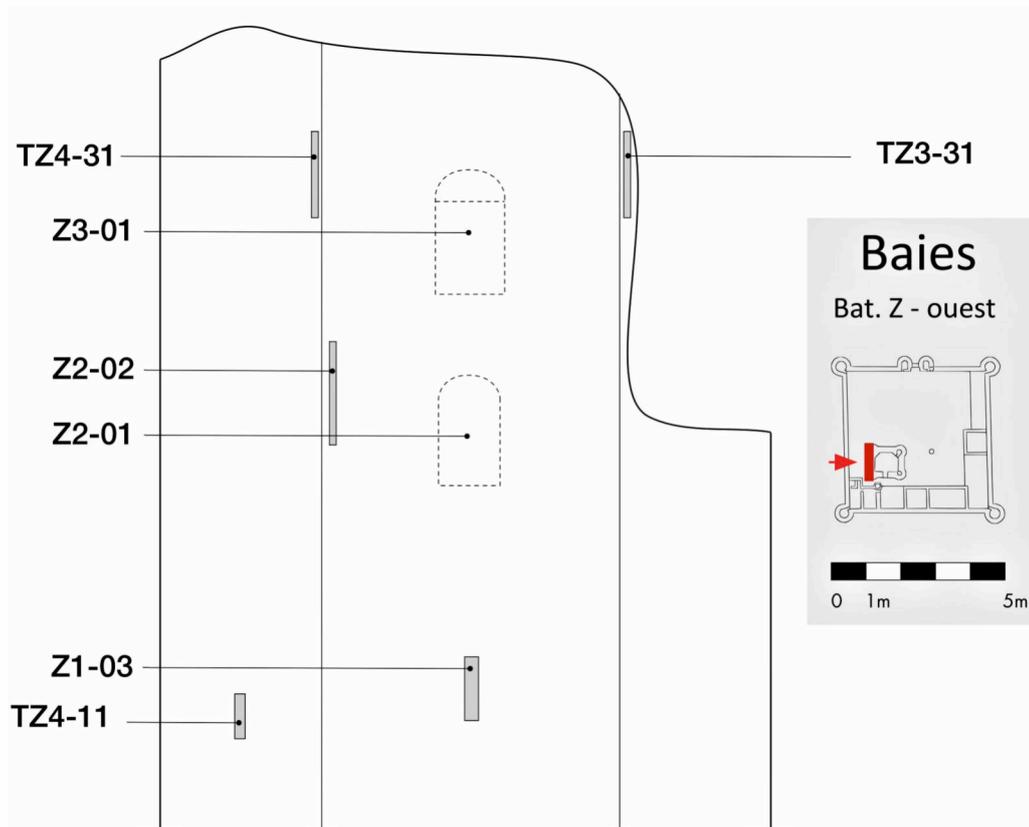
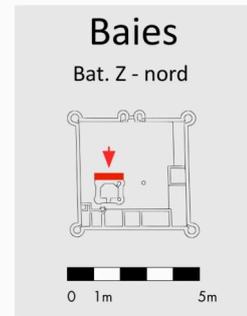


**Fig. C 32** - Nomenclature des baies du donjon, façade est (DAO : Xavier Bignon / ADM).

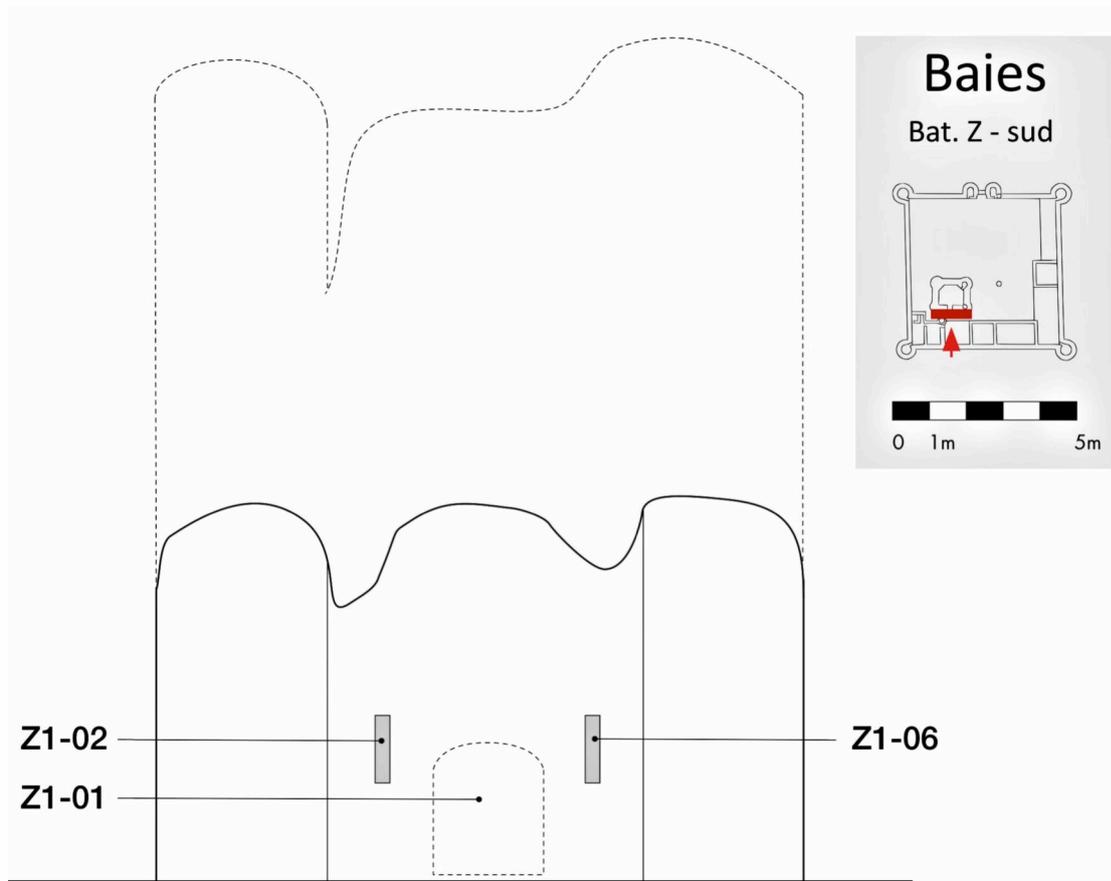




**Fig. C 33** - Nomenclature des baies du donjon, façade nord (DAO : Xavier Bignon / ADM).



**Fig. C 34** - Nomenclature des baies du donjon, façade ouest (DAO : Xavier Bignon / ADM).



**Fig. C 35** - Nomenclature des baies du donjon, façade sud (DAO : Xavier Bignon / ADM).



**Fig. C 36** - Le donjon XII<sup>e</sup> siècle de Mez-le-Maréchal  
(Photos: Michel / Piechaczyk/ ADM).

## 2. 3 - Enregistrement des Unités Construites / Unités Stratigraphiques, Structures dans des bases de données

Xavier BIGNON

Chaque structure (ST, M ou baie) est enregistrée :

- ▶ d'une part sur une fiche papier individuelle spécifique,
- ▶ d'autre part au sein d'une base de données sur un serveur.

Les Unités Construites et Unités Stratigraphiques sont enregistrées :

- ▶ d'une part sur une fiche papier individuelle spécifique,
- ▶ d'autre part au sein d'une base de données sur un serveur.

Un récepteur 4 G et émetteur Wifi permet une connection au serveur sur tous les points du site. L'obtention incrémentée des UC ou US libres évite tout doublon lorsque plusieurs équipes travaillent sur des secteurs différents.

La base de données permet toute interrogation ou sélection par le champ « Rechercher ».

L'exportation peut se faire automatiquement à tout moment en format Excel ou CSV ou PDF.

The figure displays the ADM database interface. The main window shows a table of 'Les Unités Construites (UC) / Les Unités Stratigraphiques (US)'. A search dropdown is open, showing options like 'construction', 'remblai', 'sol aménagé', etc. To the right, three detailed views are shown: 'UC n° 105', 'Baie D-203', and 'Structure M26', each with its own data entry form and 'Annuler'/'Enregistrer' buttons.

année	secteur	n° d'UC	contexte	sous	sur	dans	structure	description	niveau	période	matos
2017	T1 niv2	101	C	102		C2-C3	ST10	petit linteau à 45°, calcaire S, encorbellement		P2	
2017	T1 niv2	102	C	103	101	C2-C3	ST10	console, calcaire S, encorbellement		P2	
2017	T1 niv2	103	C	104	102	C2-C3	ST10	lindeau à 45°, calcaire S, encorbellement		P2	
2017	T1 niv2	104	C	105	103	C2-C3	ST10	2 linteaux en V, calcaire S, encorbellement		P2	
2017	T1 niv2	105	C	M 11	104	C2-C3	ST10	lindeau arciforme, calcaire S, encorbellement		P2	
2017	T2 niv2	106	C	107		C1-C2	ST11	petit linteau à 45°, calcaire S, encorbellement		P2	
2017	T2 niv2	107	C	108	106	C1-C2	ST11	console, calcaire S, encorbellement		P2	

**Fig. C 37** - Fenêtre de la base de données et fenêtres de saisie pour les UC/US, les structures et les baies (Construction Xavier Bignon / ADM).

## 2. 4 - Les relevés d'archéologie du bâti, méthodologie

Michel PIECHACZYK

Le relevé de l'archéologue (qui cherche à retrouver une chronologie) n'a aucune raison d'être le même que celui de l'architecte (qui décrit un état présent), de l'artisan (qui doit restaurer un volume de maçonnerie), ou que celui du géomètre (qui cartographie un état de droit).

Le relevé graphique peut représenter des dimensions non directement observables comme des coupes ou des écorchés, mais également des données appelées à disparaître (avant restauration). C'est aussi une cartographie des résultats d'une observation analytique.

Il est le résultat d'une démarche intellectuelle et doit se conformer à ce que l'on cherche et veut montrer. Il est donc un document subjectif (SÉRAPHIN 2011).

Le relevé archéologique doit être précédé par une réflexion sur ses finalités, l'objectif étant de comprendre la construction du bâti et sa transformation au cours du temps.

Le choix de l'outil dépend des objectifs de l'analyse archéologique et du degré d'approfondissement recherché (HARTMANN 2011)

Le développement spectaculaire de l'**outillage numérique** au cours des dernières années a profondément modifié la vision du relevé des élévations. C'est pourquoi, devant ce grand monument de pierres aux élévations remarquables que constitue le Château du Mez, l'équipe archéologique a mis parallèlement en œuvre cinq techniques de relevés qui se complètent : le relevé manuel associé à la tachéométrie, la photogrammétrie 2D ou mesures sur orthophotos, la photogrammétrie 3D et la modélisation manuelle.

### 2.4.1 - Le relevé manuel et l'analyse *in situ*

Le relevé manuel garde un caractère irremplaçable parce qu'il porte sur une représentation graphique qui va constituer le support visuel pour une analyse fine.

Pour dresser l'anatomie de la construction, on dresse la carte d'un bâtiment par approximations successives, du général au particulier (FREDET 2011). Le dessin manuel est directement guidé par l'œil. Il est aidé et chiffré par la prise de mesures classique : mètre ruban et rigide, mètre laser, grande règle à niveau.

Dans un premier temps, il s'agit de reconnaître la structure d'ensemble, avant de commencer à l'analyser, puis d'observer les parties, puis les détails jusqu'au dessin « pierre à pierre ». On va donc du général au particulier.

L'enregistrement graphique d'une suite d'observations fragmentées (comme les différentes faces d'un volume par exemple) se fait dans un système de convention symbolique : la **projection géométrale**. L'individualisation des éléments est enregistrée en « unités construites » et « structures » (méthodologie usuelle de l'archéologie du bâti, fiches individuelles, base de données).

## 2.4.2 - Tachéométrie

Le rattachement aux coordonnées nationales –NGF- niveau général de la France nécessite l'usage du tachéomètre. La mise en place d'un réseau de points géodésiques autour du site (voir chapitre topographie), permet à l'archéologue de **choisir des points particuliers** à placer (en X, Y et Z) et d'en estimer le nombre en fonction de la complexité du bâtiment et des objectifs à atteindre. Chaque point choisi, situé dans l'espace, est nommé et inventorié dans une base de données.

## 2.4.3 - La photogrammétrie 2D ou mesures sur orthophotos

Principe : Une série de photos d'une façade en élévation constituera un ensemble de « tuiles » qui, après redressement, assemblage et mise à l'échelle, aboutira à la restitution d'un document graphique dans **un seul plan** permettant :

- la prise de mesures

- le dessin du relevé « pierre à pierre » qui conduira à une cartographie de la façade. Chaque photo devra comporter des points bien identifiés (coordonnées ZX) sur la façade et les photos se chevaucheront l'une l'autre afin de pouvoir recomposer l'ensemble de la surface. D'où la nécessité d'une mise en place d'un carroyage (cordeaux verticaux et points altimétriques réguliers nommés). Pour le redressement et l'assemblage des tuiles photographiques, nous utilisons le logiciel *Gaia ortho*\* (libre) de Pierre ASSILI. Ce logiciel permet une mise à l'échelle du document photographique final : **l'orthophoto**. Celle-ci peut couvrir une grande surface (plus de 150 m<sup>2</sup>) avec une précision de mesure +/- 1 cm selon la qualité de la résolution des clichés. Par calque numérique, le dessin « pierre à pierre » permet d'obtenir des cartographies des modifications des appareils. Ce relevé ne peut se passer de la confrontation de l'œil *in situ* avec la pierre pour identifier les natures géologiques entre autres. Le document graphique pourra proposer une analyse chronologique des transformations.

## 2.4.4 - La modélisation photogrammétrique 3D

La photogrammétrie peut être qualifiée de mesure semi-directe. Si elle représentait une complexité technique en 2011 (BECKER 2011), aujourd'hui, les progrès logiciels fulgurants permettent une mise à disposition de cet outil aux équipes de chercheurs sans gros moyens. Les clichés multiples peuvent être acquis depuis le sol ou à partir d'un vol de drone pour l'ensemble d'un bâtiment.

Les clichés sont traités par le logiciel *3D Zephyr*\* (version gratuite) avec comme outil de traitement complémentaire : *Meshlab*\* (logiciel libre). L'étude des déformations de maçonnerie peut être menée avec le logiciel libre *CloudCompare*\* par des coupes horizontales et verticales. La modélisation permet la manipulation dans l'espace de l'ensemble de l'architecture modélisée avec une approche des détails si les photos ont une bonne définition. La prise de recul, par rapport à l'objet,

apporte des éléments supplémentaires d'analyse par exemple pour situer un monument dans son environnement.

Cet outil permet des **prises de mesures au cm près**, sur des parties **inaccessibles** d'un monument (notamment en hauteur). Il est devenu un complément précieux du relevé manuel pour l'archéologue.

#### 2.4.5 – La modélisation manuelle

La modélisation manuelle (*SketchUp Make 2017\**) vient en bout de la chaîne opératoire des relevés. Elle apporte un plus pour l'archéologue du bâti sur l'analyse des formes. Elle confronte la cohérence des différents relevés, elle stocke des dimensions, édite des coupes et des écorchés. C'est bien sûr un outil performant pour décrire des périodes de construction et pour tester des hypothèses sur les parties disparues.

L'étude du lapidaire sollicite le relevé manuel et la photogrammétrie. Sa modélisation manuelle mémorise les cotes et aide à la réflexion des phases d'épannelage par le tailleur de pierre.

## Bibliographie

BECKER Franck (2011) - Méthodes de relevé sur les constructions historiques et les sites archéologiques. Dans : *Le relevé en architecture ou l'éternelle quête du vrai*, (Colloque Cité de l'architecture et du patrimoine 5-6 nov. 2007), Éditions LieuxDit, p. 208-216. [en ligne] <https://calenda.org/305079?file=1> (consulté le 27/11/2019)

FREDET Jacques (2011) - Le relevé d'anatomie constructive des bâtiments d'habitation ordinaires. Dans : *Le relevé en architecture ou l'éternelle quête du vrai*, (Colloque Cité de l'architecture et du patrimoine 5-6 nov. 2007), Éditions LieuxDit, p. 161-178. [en ligne] <https://calenda.org/305079?file=1> (consulté le 27/11/2019)

HARTMANN-VIRNICH Andreas (2011) - Dialoguer avec le monument : relevé manuel et recherche sur la porte orientale ayyoubide de la citadelle de Damas (Syrie). . Dans : *Le relevé en architecture ou l'éternelle quête du vrai*, (Colloque Cité de l'architecture et du patrimoine 5-6 nov 2007), Éditions LieuxDit, p. 114-129. [en ligne] <https://calenda.org/305079?file=1> (consulté le 27/11/2019)

SERAPHIN Gilles (2011) - Quel relevé pour quel objet. Dans : *Le relevé en architecture ou l'éternelle quête du vrai*, (Colloque Cité de l'architecture et du patrimoine 5-6 nov. 2007), Éditions LieuxDit, p. 105. [en ligne] <https://calenda.org/305079?file=1> (consulté le 27/11/2019)