

Évaluation spatiale des réserves du Museum Altes Zeughaus en vue de leur déménagement

Mémoire présenté par :

Guillod Gaëtan

Pour l'obtention du

Bachelor of Arts HES-SO en Conservation
Objets scientifiques, techniques et horlogers

Année académique 2021-2022

Remise du travail : 18.07.2022

Jury : 22.08.2022

Nombre de pages : 50

Engagement

« J'atteste que ce travail est le résultat de ma propre création et qu'il n'a été présenté à aucun autre jury que ce soit en partie ou entièrement. J'atteste également que dans ce texte toute affirmation qui n'est pas le fruit de ma réflexion personnelle est attribuée à sa source et que tout passage recopié d'une autre source est en outre placé entre guillemets. »

Date et signature :

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce projet et qui ont pris de leur temps pour me conseiller et me soutenir.

Je voudrais tout d'abord remercier ma responsable de stage Mme Sandra Nicolodi, collaboratrice scientifique au Museum Altes Zeughaus, pour son soutien, sa bienveillance et son accompagnement durant ce projet.

Je tiens aussi à témoigner ma reconnaissance à mon enseignant référent, M. Thierry Jacot, maître d'enseignement HES en conservation préventive à la Haute Ecole Arc, pour sa patience, sa disponibilité et particulièrement pour ses précieux conseils qui ont permis d'alimenter ma réflexion.

Je remercie aussi tous les collaborateurs du Museum Altes Zeughaus, pour leur bonne humeur et leurs encouragements ainsi que les institutions patrimoniales et leurs collaborateurs qui m'ont accueilli dans leurs réserves et répondu à mes questions :

- M. Stefan Schaerer, directeur de la Fondation pour le matériel historique de l'armée suisse et M. Markus Käser, armurier spécialisé dans la conservation-restauration des armes et des munitions à la Fondation pour le matériel historique de l'armée suisse ;
- M. Renato Pacozzi, conservateur-restaurateur d'armes et armures au Château de Morges et ses Musées ;
- Mme Gesa Bernges, conservatrice-restauratrice de textile et M. Martin Sauteur, conservateur-restaurateur d'armes et de métaux précieux, au Historisches Museum Basel ;
- M. Markus Leuthard, directeur du département de conservation-restauration du Musée national suisse et M. Jurg Mathys, conservateur-restaurateur métal au Musée national suisse.

Je tiens aussi à témoigner ma gratitude à tous les professionnels qui m'ont fourni leurs conseils dans leur champ de spécialisation :

- Mme Camille Alembik, conservatrice-restauratrice d'objets organiques ;
- Mme Eleonor Kissel, conservatrice-restauratrice d'arts graphiques ;
- Mme Karin Von Lerber, conservatrice-restauratrice de textiles et co-directrice de l'entreprise Prevar^{GmbH}.
- M. Joachim Huber, programmiste de réserves patrimoniales et co-directeur de l'entreprise Prevar^{GmbH}.
- M. Alessandro Epis, spécialiste pour les musées de l'entreprise Compactus & Bruynzeel AG.
- M. Didier Leuba, directeur de l'entreprise Leuba Travaux Spéciaux SA.

Je remercie également tous les membres du collège de diplôme BA de la Haute Ecole Arc, M. Régis Bertholon, M. Valentin Boissonnas et M. Tobias Schenkel, pour leur aide et leur suivi durant ce projet.

Je souhaiterais également exprimer ma reconnaissance à ma famille et mes proches pour leur soutien et leurs encouragements ainsi que pour la relecture de ce travail.

Table des matières

Résumé	2
Zusammenfassung	3
Abstract	4
1. Introduction	5
1.1. Présentation du mandat et des objectifs	6
1.2. Présentation du Museum Altes Zeughaus.....	7
2. Méthodologie.....	8
2.1. Documentation des espaces et des systèmes de rangement.....	8
2.2. Sélection de nouveaux systèmes de rangement	9
2.3. Prise des mesures des objets	9
2.4. Définir le nombre des nouvelles structures de rangement	11
2.5. Estimer la surface totale requise	12
3. Les réserves et les systèmes de rangement existants	14
3.1. Sous-sol « Lager UG (Untergeschoss) ».....	14
3.2. 1 ^{er} étage « Lager 1. OG »	15
3.3. 2 ^{ème} étage « Lager 2. OG »	19
3.4. 3 ^{ème} étage « Lager 3. OG »	22
3.5. Synthèse des réserves et des systèmes de rangement existants	25
3.6. Etude des conditions de conservation actuelles	25
4. Les futurs systèmes de rangement	27
4.1. Systèmes de rangement conservés	27
4.2. Systèmes de rangement nécessaires	28
4.3. Synthèse des résultats	34
4.4. Budget prévisionnel	35
5. Discussion des résultats.....	36
6. Conclusion.....	37
Glossaire.....	38
Liste des abréviations.....	45
Listes des figures	46
Liste des tableaux.....	47
Bibliographie	48

Résumé

Le Museum Altes Zeughaus est une institution patrimoniale située dans la ville de Soleure en Suisse, ses collections sont constituées de plus 25'000 objets liés à l'histoire militaire comme des armures, des armes, des drapeaux ou encore des peintures et des œuvres graphiques. Les responsables de l'institution souhaitent dans les 10 prochaines années déménager leurs réserves dans un nouveau bâtiment afin d'améliorer les conditions de conservation, l'accessibilité aux collections et l'usage des espaces par les utilisateurs.

Afin de pouvoir orienter leurs recherches vers des bâtiments suffisamment grands pour accueillir leurs collections, une évaluation spatiale, visant à définir le plus précisément possible les besoins de l'institution en matière de surface et de mode de stockage, a été réalisée durant un stage de 10 semaines.

Les principales étapes de ce projet ont été de documenter les réserves ainsi que les rangements existants, de mesurer les objets, de définir de nouveaux modes de stockage pour les collections et enfin de calculer la place nécessaire au redéploiement des réserves.

La documentation des réserves a révélé qu'elles possèdent une surface de 771 m², occupée à 48 %, soit 372 m² par les collections et leurs systèmes de rangement. Lors de cette documentation, les systèmes de rangement actuels qui seront conservés dans les futures réserves ont également été inventoriés. Des nouveaux systèmes ont alors été sélectionnés afin de remplacer ceux qui ne seraient pas gardés.

Les objets de chaque réserve ont ensuite été mesurés par différentes méthodes en fonction de leurs dimensions, de leur hétérogénéité et de leurs nombres. Ce qui a permis de définir le nombre nécessaire de chaque type de systèmes de rangement ainsi que la surface au sol qu'ils occuperaient. Cette surface a ensuite été augmentée pour prendre en considération l'accroissement des collections sur 20 ans et la surface nécessaire pour se déplacer autour des systèmes de rangement. La surface totale requise a été estimée à 1337 m².

Cette surface a ensuite encore été agrandie de 10 % afin de prévoir suffisamment de place pour installer des espaces de travail et d'étude ainsi qu'une zone de quarantaine*. Cela permet d'estimer que les responsables de l'institution peuvent orienter leurs recherches vers un bâtiment ayant une surface de 1471 m², sans compter les voies d'accès comme les escaliers et les couloirs. Le coût des nouveaux systèmes a été estimé à un montant de 493'831 CHF.

Parallèlement à l'estimation de la surface requise pour les futures réserves, ce travail a permis de faire le point sur l'état des réserves actuelles en mettant à jour leurs plans et en cartographiant la localisation des systèmes de rangement et des lots d'objets hors structure de stockage. Une entreprise encore jamais réalisée, avec cette précision, au sein de l'institution. Ce travail trouvera donc une utilité en amont du projet de déménagement de l'institution.

Zusammenfassung

Das Museum Altes Zeughaus ist eine Kulturinstitution in der Stadt Solothurn in der Schweiz. Die Museumssammlung umfasst mehr als 25'000 militärhistorische Objekte wie Rüstungen, Waffen, Fahnen, Gemälde und Grafiken. Die Verantwortlichen der Institution streben ein neues fachgerechtes Depot an, idealerweise in den nächsten 10 Jahren, um die Aufbewahrungsbedingungen, die Zugänglichkeit der Sammlungen und die allgemein die Räumlichkeiten zu verbessern.

Um ihre Suche nach einem geeigneten Gebäude zu unterstützen, das groß genug ist, um ihre Sammlungen aufzunehmen, wurde während eines zehnwöchigen Praktikums eine räumliche Bewertung durchgeführt, die darauf abzielte, den Bedarf der Institution an Fläche und das Aufbewahrungssystem so genau wie möglich zu definieren.

Die wichtigsten Schritte dieses Projekts waren die Dokumentation der Reserven sowie der bestehenden Aufbewahrungssystems. Die Dokumentation der Lagerräume ergab, dass sie über eine Fläche von 771 m² verfügen, die zu 48 %, d. h. 372 m², von Sammlungen und ihren Aufbewahrungssystemen belegt ist. Im Zuge der Dokumentation wurden auch die derzeitigen Aufbewahrungssysteme, die in den zukünftigen Lagerräumen aufbewahrt werden sollen, inventarisiert. Anschließend wurden neue Systeme ausgewählt, um diejenigen zu ersetzen, die nicht aufbewahrt werden sollten.

Die Objekte in jedem Lagerraum wurden mit verschiedenen Methoden hinsichtlich ihrer Größe, Heterogenität und Anzahl gemessen. Dadurch wurde die erforderliche Anzahl jeder Art von Aufbewahrungssystemen sowie die Bodenfläche, die sie belegen würden, festgelegt. Diese Fläche wurde dann wiederum vergrößert, um das Sammlungswachstum über 20 Jahre sowie der Bodenfläche, die benötigt wird, um sich um die Aufbewahrungssysteme herum zu bewegen, zu berücksichtigen. Die benötigte Gesamtfläche wird auf 1337 m² geschätzt.

Diese Fläche wurde dann noch einmal um 10 % vergrößert, um genügend Platz für die Einrichtung von Arbeits- und Studienplätzen sowie einer Quarantänezone zu schaffen. Ausgehend von der gegenwärtigen Sammlung führte dies zu der Einschätzung, dass die Verantwortlichen der Institution ihre Suche auf ein Gebäude mit einer Fläche von 1471 m² ausrichten müssten, wobei Zugangswege wie Treppen und Gänge nicht mitgerechnet sind. Die geschätzten Kosten für die neuen Lagerungssysteme wurden ebenfalls berechnet und belaufen sich auf einen Betrag von 493'831 CHF.

Neben der Schätzung des Flächenbedarfs für die zukünftigen Depoträumlichkeiten wurde im Rahmen dieser Arbeit auch der Zustand der aktuellen Lagerräume erfasst, indem die Pläne aktualisiert und die Standorte der Aufbewahrungssysteme und der Posten von Gegenständen außerhalb der Lagerstrukturen kartografisch erfasst wurden. Ein Unterfangen, das in der Institution bisher noch nicht in dieser Genauigkeit durchgeführt wurde. Diese Diplomarbeit wird daher im Vorfeld des Umzugs für die Planung der Institution von Nutzen sein.

Abstract

The Museum Altes Zeughaus is a heritage institution located in the city of Solothurn in Switzerland. Its collections consist of more than 25,000 objects related to military history, such as armour, weapons, flags, paintings, and graphic works. In the next ten years, the institution's management would like to move its storages facilities to a new building to improve conservation conditions, accessibility to the collections and the use of the facilities by users.

To be able to orient their research towards buildings large enough to accommodate their collections, a space estimation, aiming at defining as precisely as possible the institution's needs in terms of surface and storage mode, was carried out during a 10-week internship.

The main steps of the project were to document the existing storage facilities and storage areas, to measure the objects, to define new storage modes for the collections and to calculate the space needed for the redeployment of the storage facilities.

The documentation of the storage facilities revealed that they have a surface area of 771 m², of which 48 % or 372 m² is occupied by the collections and their storage systems. During this documentation, the current storage systems that will be kept in the future storage rooms were also inventoried. New systems were then selected to replace those that would not be kept.

The objects in each store were then measured by different methods according to their size, heterogeneity, and numbers. This allowed the necessary number of each type of storage system to be defined, as well as the floor space they would occupy. This area was then increased to consider the growth of the collections over 20 years and the area needed to move around the storage systems. The total area required was estimated at 1337 m².

This area was then increased by a further 10% to allow enough space to install working and study spaces and a quarantine area. This means that the institution can direct their research towards a building with a surface area of 1471 m², not including access routes such as stairs and corridors. The estimated cost of the new systems was also calculated and amounts to CHF 493'831.

In addition to estimating the area required for future storage, this work also provided an opportunity to review the status of the current storage facilities by updating their plans and mapping the location of storage systems and objects outside the storage structure. This is an enterprise that has never been carried out with such precision within the institution. This work will therefore be useful before the institution's relocation project.

1. Introduction

Ce travail de mémoire conclut trois années d'étude de Bachelor of Arts HES-SO en Conservation au sein de la filière Conservation-restauration de la Haute Ecole Arc de Neuchâtel. Il a été réalisé durant un stage de dix semaines au Museum Altes Zeughaus (MAZ), une institution patrimoniale située dans la ville de Soleure en Suisse. Sous la direction de Madame Sandra Nicolodi, collaboratrice scientifique au MAZ, nous avons effectué une évaluation spatiale des collections en vue du déménagement des réserves.

Une évaluation spatiale consiste à définir le plus précisément possible les besoins d'une institution en matière de surface de stockage et de structures de rangement*¹ pour y installer les collections en respectant les recommandations de conservation. Cela inclut notamment des critères de conditionnement*, d'accessibilité, d'identification des objets et d'ergonomie pour le personnel².

En 2014, lors de la rénovation du bâtiment principal du MAZ (Fig. 1), leurs collections ont été déplacées dans une ancienne caserne de police se trouvant à quelques centaines de mètres du musée, servant de réserve temporaire (Fig. 2).



Figure 1 Bâtiment principal du MAZ © HE-Arc CR, Gaëtan Guillod 2021



Figure 2 Bâtiment accueillant les réserves du MAZ © HE-Arc CR, Gaëtan Guillod 2021

Le MAZ souhaite dans les dix prochaines années pouvoir déménager leurs réserves dans un autre bâtiment. Cette décision est motivée par plusieurs facteurs :

- Les collections sont réparties sur quatre étages, dont trois sont accessibles uniquement par des escaliers étroits³, il n'y a pas de monte-charges, rendant le mouvement des collections difficiles ;
- L'état sanitaire du bâtiment dû à son ancienneté ;
- La charge d'exploitation au sol* ne permet pas l'implantation de solutions de stockage plus optimales ;
- Les locaux sont trop petits pour installer des espaces de travail (conservation-restauration, documentation, photographie) ou une zone de quarantaine* ;

¹ Les définitions des mots suivis d'un astérisque (*) se trouvent dans le glossaire à la page 38.

² Jacot, 2021, p.1.

³ Fig. 13, Annexes, p.2.

- Risques de dégâts d'eau : conduites d'eau situées directement au-dessus des collections⁴, chaudière du chauffage se trouvant dans le même espace que les collections⁵, réserves situées en bas d'une rue en pente⁶.

Les responsables de l'institution ont donc besoin de connaître quelle surface serait nécessaire au stockage de leurs collections afin d'orienter leurs recherches d'un nouveau bâtiment.

Ce document débute par une définition du mandat et de ses objectifs, suivie d'une brève présentation de l'institution mandataire. Puis, la méthodologie utilisée lors de ce projet est présentée et détaillée. Le chapitre suivant expose la situation actuelle des réserves incluant les conditions inadéquates devant être améliorées. S'ensuit un chapitre consacré aux solutions apportées ainsi qu'à la surface nécessaire au stockage des collections. Finalement, les deux derniers chapitres proposent une discussion autour des résultats obtenus ainsi que la conclusion de ce projet.

1.1. Présentation du mandat et des objectifs

Le mandat confié par le Museum Altes Zeughaus consiste à estimer la surface nécessaire au stockage des collections dans des conditions de conservation optimisées. Cette surface permettra ensuite de rechercher un bâtiment suffisamment grand pour accueillir toutes les collections.

Afin de mener à bien ce projet, les objectifs suivants doivent être atteints :

- Documenter et évaluer les espaces ainsi que les structures de rangement actuelles ;
- Dresser un inventaire des structures de rangement qui seront déménagées dans les futures réserves et sélectionner de nouvelles structures de rangement de remplacement adaptées ;
- Evaluer et quantifier la surface nécessaire au stockage des collections en y intégrant les structures de rangement, les coefficients de manipulation*, de circulation* et d'accroissement* ;
- Estimer le coût des nouvelles structures de rangement.

Ce projet offre une vision globale des besoins de l'institution, il n'est pas possible dans le temps à disposition, de développer des concepts de conditionnement au cas par cas. A l'exception des supports essentiels à la mise en place de certaines solutions de stockage.

⁴ Fig. 14, Annexes, p.2.

⁵ Fig. 15, Annexes, p.2.

⁶ Fig. 16, Annexes. p.2.

1.2. Présentation du Museum Altes Zeughaus

Le Museum Altes Zeughaus (MAZ), soit musée de l'ancien arsenal en français, est une institution patrimoniale située dans la ville de Soleure en Suisse. L'institution est un établissement de droit public* financé par le canton de Soleure dont les membres du conseil d'administration sont élus par les autorités cantonales.

L'ancien arsenal de Soleure, construit entre 1609 et 1612, a d'abord servi à stocker des armes et des armures pour les citoyens et les mercenaires soleurois. Il était également un symbole du pouvoir et un lieu de représentation.

Dès la fin du XVIIIe siècle l'arsenal accueille parallèlement à son rôle militaire, un dépôt dit « d'exposition ». Il faut attendre le début du XXe siècle, avec la construction de l'arsenal de Zuchwil (canton de Soleure) en 1903, pour que celui de Soleure soit converti entièrement en musée⁷. Il présente aujourd'hui l'histoire militaire suisse et notamment celle des mercenaires de l'ancienne confédération. Parallèlement à l'exposition permanente, une exposition temporaire autour de thèmes liés aux armes, aux armures et à l'armée est organisée chaque année.

⁷ Museum Altes Zeughaus, 2018, p.4.

2. Méthodologie

Lors de ce projet, une méthodologie adaptée aux moyens et aux temps à disposition a dû être mise en place. Les grandes étapes sont issues de la démarche générale et de la méthode détaillée proposées par M. Thierry Jacot, enseignant en conservation préventive, dans son support de cours distribué à la Haute Ecole Arc⁸. Les méthodes utilisées pour chaque étape ont ensuite été sélectionnées ou adaptées en fonction de la situation. Celles-ci sont précisées dans la description des étapes.

2.1. Documentation des espaces et des systèmes de rangement

La première étape d'une évaluation spatiale consiste à documenter la situation initiale dans laquelle se trouvent les collections. Cela comprend le bâtiment, les réserves, les systèmes de stockage existants ainsi que les collections et leurs conditionnements.

Lors de la documentation de chaque nouvel espace, le protocole suivant a été suivi :

- Photographier les espaces ;
- Vérifier les dimensions des espaces afin de corriger les plans ;
- Réaliser un croquis des localisations des systèmes de stockage et des objets au sol ;
- Mesurer les systèmes de stockage (dimensions hors tout, dimensions des travées et des unités de rangement) ;
- Photographier chaque rangée et chaque travée.

Les dimensions des systèmes de rangement ont ensuite été saisies dans une base de données Excel® afin d'être facilement traitées. La structure de cette base de données a été inspirée des fiches de travail de la méthode RE-ORG⁹. Le détail de la structure des fichiers Excel® se trouve à la page 42 des annexes.

Ces données ont permis de connaître la surface occupée par les systèmes de rangement actuels ainsi que la surface totale des réserves. Les plans des espaces ont été corrigés (il y a eu des travaux dans le bâtiment et certaines parois ont été déplacées) avec le programme de dessin Illustrator®. Les systèmes de stockage existants ainsi que les objets au sol ont été ajoutés aux plans.

L'étape de documentation des espaces et des systèmes de stockage doit être réalisée avec rigueur car elle sert de base à toutes les étapes suivantes et est un important outil de communication.

⁸ Jacot, 2021, p.3-9.

⁹ RE-ORG, 2017, Fiche de travail 4 [En ligne].

2.2. Sélection de nouveaux systèmes de rangement

Afin de sélectionner des solutions adaptées aux objets et à l'institution, différents paramètres doivent être pris en compte. On peut les classer en deux grandes catégories¹⁰ :

- Les paramètres intrinsèques aux objets ;
- Les paramètres liés à l'institution patrimoniale.

Les premiers sont directement liés aux propriétés physico-chimiques des objets, ce sont des paramètres tels que les dimensions, le poids, la sensibilité des matériaux constitutifs ou encore la surface de pose. Les seconds sont relatifs à l'institution et l'utilisation qu'elle souhaite faire de ses réserves, on peut notamment y ranger les critères économiques, les critères de classement scientifique*, les critères d'accessibilité aux collections ainsi que la fréquence de mouvement des collections. La sélection des futurs systèmes de rangement est donc avant tout un dialogue avec les responsables de l'institution afin de trouver des solutions adaptées.

Dans le cadre de ce travail, après avoir dressé un inventaire des systèmes qui seraient conservés, plusieurs réunions ont eu lieu avec Mme Sandra Nicolodi afin de sélectionner les systèmes de remplacement des structures actuelles jugées inadaptées. Les propositions ont été élaborées sur la base d'un état de l'art des solutions existantes dans des institutions suisses possédant des collections similaires à celles du MAZ et de l'étude de la documentation fournie par les fournisseurs.

2.3. Prise des mesures des objets

L'objectif de la prise de mesures est de connaître la surface des objets présents dans les réserves. Une mesure se compose toujours, dans l'ordre, de la hauteur (h), de la longueur (L) et de la profondeur de l'objet (p). Les dimensions des objets sont obtenues en les mesurant dans leur position logique de stockage ou d'utilisation. Ainsi une peinture accrochée sur une grille aura pour hauteur ses côtés verticaux et pour profondeur l'épaisseur de son cadre. A l'inverse, une œuvre sur papier stockée à plat dans un tiroir aura pour hauteur l'épaisseur du papier.

Les mesures ont été prises en centimètre et arrondies à l'unité supérieure. Afin de faciliter la prise de mesures, en fonction de la typologie des objets, de leur nombre, de leur éventuel conditionnement et de leur homogénéité, plusieurs méthodes de prise de mesures sont possibles. Voici les techniques utilisées lors de ce travail :

Mesure individuelle

Cette technique consiste à mesurer chaque objet individuellement. Elle est très précise mais particulièrement chronophage. Elle est utile pour les objets hors normes, par exemple les canons ou les véhicules.

Mesure par échantillonnage

En fonction du nombre et de l'homogénéité des objets, on effectue un échantillonnage plus ou moins fin, on peut utiliser des ratios de 1/10 jusqu'à 1/100 pour des ensembles très homogènes. C'est-à-dire que l'on mesure seulement 1 caisse sur 10 en assumant que les 9 autres possèdent le même contenu. Par exemple, dans le cas

¹⁰ Païn, 2020, p. 148-151.

d'une collection conditionnée dans des caisses de même grandeur, on sort les objets d'une caisse puis on mesure la surface qu'ils occupent. Le résultat est ensuite multiplié par le nombre de caisses.

Mesure par gabarit

Cette méthode sous-entend que les dimensions des futurs systèmes de stockage sont déjà connues. Elle consiste à placer des objets sur un gabarit aux dimensions de la future unité de rangement*. Elle permet déjà de disposer les objets en tenant compte des espaces nécessaires à la manipulation des objets. Lors de cette étude, des gabarits transportables aux dimensions des futures tablettes ont été fabriqués avec du ruban adhésif et de la mousse fine de polyéthylène¹¹. Pour des systèmes de stockage plus complexes comme celle des cartouchières¹², des prototypes ont également été fabriqués afin de pouvoir obtenir des mesures encore plus précises.

Mesure par lot

Cette option consiste à mesurer la surface au sol occupée par plusieurs objets ou les dimensions de l'unité de rangement* sur laquelle ils se trouvent puis on indique le taux de remplissage de cette surface. Afin d'éviter que des objets plats soient stockés dans les futures réserves avec des objets hauts, on estime le pourcentage d'objets appartenant à des catégories de hauteur. Cette méthode a l'avantage de permettre de traiter un grand nombre d'objets hétérogènes en peu de temps, tout en gardant une précision cohérente.

Elaboration des bases de données de prise de mesures

Les mesures sont stockées dans une base de données Excel® sous forme de tableaux permettant leur traitement. Pour faciliter la phase de traitement de données, il est important de bien analyser les champs des tableaux qui seront nécessaires pour réaliser les calculs. Durant la prise de mesure les objets étaient systématiquement attribués à une catégorie d'unité de rangement* et de hauteur d'espacement*. Ce qui a permis d'obtenir des résultats comme : 200 m² d'objets à stocker sur des tablettes* de 125x60 cm avec une hauteur d'espacement* de 30 cm.

En plus des dimensions des objets, d'autres informations ont été relevées pour chaque mesure comme leur poids¹³, la localisation, la classification scientifique ou le taux d'encombrement dans le cas d'une boîte ou d'un tiroir. Chaque mesure s'est également vu attribuer un code unique appelé « ID ». Il permet d'assurer la traçabilité des mesures entre la base de données, leur localisation réelle dans les réserves et les photographies¹⁴. En effet, chaque photographie a été renommée avec le code « ID ». Cela permet donc à un utilisateur de chercher l'image de la mesure qu'il souhaite visualiser en tapant le code « ID » dans la barre de recherche de l'explorateur de fichiers dans le dossier de la documentation photographique. La structure des fichiers Excel® est détaillée à la page 42 des annexes.

¹¹ Fig. 17 et 18, Annexes, p. 2.

¹² Fig. 19 et 20, Annexes, p.3.

¹³ Les différentes catégories de poids sont présentées dans le tableau 30 à la page 24 des annexes.

¹⁴ Prevert^{GmbH}, 2021, p.12.

2.4. Définir le nombre des nouvelles structures de rangement

Si on essayait de définir le nombre de structures de rangement nécessaire pour stocker les objets en se basant uniquement sur leurs dimensions, ils se trouveraient tous les uns contre les autres et il serait très difficile de saisir un objet sans en heurter un autre. Pour éviter ce cas de figure, on calcule la surface estimée qui se définit comme la surface réelle des objets augmentée, selon la méthode de prise de mesures utilisée, du coefficient d'encombrement*¹⁵ et du coefficient de manipulation*¹⁶.

Coefficient d'encombrement*

Ce coefficient permet d'augmenter les mesures ayant été prises par volume ou caractériser l'encombrement d'une boîte de conditionnement. Lors de la prise de mesures, un taux de remplissage exprimé en pourcentage a été attribué aux surfaces et aux boîtes. Le coefficient d'encombrement se base sur ce pourcentage. Un taux de remplissage de 100% signifie qu'il y a suffisamment de place pour les objets. Tandis qu'un taux de 150% indique la présence d'encombrement, la surface mesurée sera donc multipliée par le coefficient d'encombrement de 1.5. Pour le cas d'une boîte pleine à 200%, il faudra alors transférer la moitié des objets dans une autre boîte, ce qui revient à multiplier la surface par un coefficient de 2.

Coefficient de manipulation*

Ce coefficient représente la surface libre autour d'un objet permettant sa préhension¹⁷. On peut le fixer en choisissant un objet type puis en déterminant le ratio entre la surface de l'objet et la surface laissée libre autour de lui pour sa manipulation.

$$\text{Coefficient de manipulation} = \frac{\text{surface libre pour manipulation}}{\text{surface de l'objet}} = \frac{39 \text{ cm}^2}{30 \text{ cm}^2} = 1.3$$

On multiplie ensuite les surfaces des autres objets par ce coefficient afin de s'assurer d'avoir suffisamment de place pour les manipuler.

Comme les objets sont de tailles très différentes, il est plus simple de considérer des coefficients de manipulation par type de rangement ou par catégorie de poids. Dans ce travail, les coefficients attribués à chaque système de stockage ou catégorie de poids ont été déterminés par expérimentation des valeurs fournies dans la littérature professionnelle. On trouve principalement des valeurs comprises entre 1.1¹⁸ et 1.5¹⁹. Les coefficients 1.1, 1.3²⁰ et 1.5 ont été sélectionnés pour cette évaluation. La surface d'une unité de rangement existante sur laquelle sont disposés les objets est multipliée par l'un des trois coefficients de manipulation avant d'être divisée par la surface du futur système de rangement. On obtient ainsi le nombre de future unité de rangement nécessaire pour stocker tous les objets. Puis les objets provenant de l'unité de rangement existante sont disposés sur des gabarits de la taille des futures unités de rangement. L'expérience est reproduite avec les deux autres coefficients, permettant ainsi d'en sélectionner un qui ne soit ni trop grand, pour optimiser la place disponible sur les futures unités de

¹⁵ Lord et al., 2012, p.277.

¹⁶ Walston et Bertram, 1992, p.140.

¹⁷ Jacot, 2021, p.8.

¹⁸ Jacot, 2021, p.8.

¹⁹ Ladonne, 2014, p.46 [En ligne].

²⁰ Walston et Bertram, 1992, p.140

rangement ni trop petit évitant ainsi que les objets soient trop proches les uns des autres. Les résultats de ces tests se trouvent dans le tableau 1.

Le coefficient de manipulation n'a pas été ajouté aux mesures par gabarit car celles-ci l'intègrent déjà, puisque les objets sont disposés de manière à permettre une préhension aisée dès la prise de mesures.

Tableau 1 Coefficient de manipulation par système de stockage

Catégorie de systèmes de rangement ou de poids	Coefficient de manipulation
Palettes	1.1
Grilles à tableaux*	1.1
Meubles à drapeaux*	1.3
Rayonnages fixes* et tiroirs	1.3
Objets très lourds	1.5

Définir les besoins en systèmes de rangement

On traite les différents systèmes de rangement séparément. On commence toujours par isoler les objets hors normes pour se concentrer sur la masse. On calcule alors la surface estimée totale par groupe d'objets que l'on rassemble par catégorie de hauteur. Par exemple, on obtient 200 m² d'objets à stocker dans des unités de rangement avec une hauteur d'espacement* 30 cm. On divise ensuite cette surface par celle de l'unité de rangement, comme une tablette, pour en obtenir le nombre requis.

$$\text{Nombre de tablettes requises} = \frac{\text{surface estimée du groupe d'objets}}{\text{Surface de la tablette}} = \frac{200 \text{ m}^2}{0.72 \text{ m}^2} = 278 \text{ tablettes}$$

On divise ensuite ce chiffre par le nombre de tablettes pouvant être accueillies dans une travée*. On obtient ainsi le nombre de travées nécessaires. Finalement, pour connaître la surface totale occupée par les collections, on multiplie le nombre de travées par la surface au sol d'une travée. Pour un remplissage optimal des travées, on travaille avec des hauteurs d'espacement combinées*, que l'on peut identifier à l'aide de croquis²¹.

Cette méthode est utilisable pour d'autres unités de rangement comme les grilles et les tiroirs.

2.5. Estimer la surface totale requise

Une fois que la surface au sol occupée par les systèmes de rangement a été déterminée, il faut obtenir la surface totale des réserves. Il faut que cette surface intègre suffisamment de place pour l'accroissement des collections, afin que les futures réserves puissent accueillir de nouveaux objets sans être encombrées. On obtient cette surface en l'augmentant par un coefficient d'accroissement*. On doit aussi estimer la place requise pour se déplacer entre les structures de rangement, en multipliant la surface occupée par les structures de rangement par un coefficient de circulation*.

²¹ Schéma 2 à 9, Annexes, p.33 à 36.

Coefficient d'accroissement*

On peut anticiper la place occupée par les futures acquisitions, en multipliant la surface occupée par les systèmes de rangement nécessaires au stockage des collections actuelles par le coefficient d'accroissement²². Ce coefficient est indiqué par l'institution. Mme Sandra Nicolodi a ainsi estimé le nombre d'objets qui seraient acquis dans les 20 prochaines années pour chaque collection. Un coefficient d'accroissement pondéré par le nombre d'objets présents dans chaque collection a pu être ainsi calculé. Ce coefficient a été obtenu en utilisant la croissance numérique des collections, elle ne tient pas compte des dimensions des objets²³. Dans le cadre de notre étude, il n'était pas possible de mesurer chaque objet individuellement dans le temps à disposition. Cependant, cette précision est suffisante compte tenu du faible accroissement des collections. Les résultats se trouvent dans le tableau 31 à la page 24 des annexes.

Nous pouvons donc estimer que l'ensemble des collections augmentera de 3.2 % dans les 20 prochaines années. Un horizon temporel de 20 ans a été choisi car celui-ci englobe les 10 prochaines années, pendant lesquelles le déménagement aura probablement lieu, ainsi que les 10 années suivantes.

Coefficient de circulation*

Ce coefficient permet de planifier la surface requise pour se déplacer entre les systèmes de rangement. Il dépend principalement du type de système, un rayonnage fixe nécessite un coefficient plus important qu'un rayonnage mobile. On peut le définir par le ratio entre la surface du système de stockage et la surface de circulation. Dans le cadre de ce projet les valeurs utilisées comme coefficient sont celles proposées par M. Frédéric Ladonne, architecte programmate, qui sont respectivement de 1.7 pour les structures mobiles* et 2.5 pour les rangements fixes²⁴.

Surface totale des réserves

La valeur obtenue représente donc la surface des réserves permettant d'accueillir les systèmes de stockage et de s'y déplacer. On peut ajouter à cette surface un certain pourcentage supplémentaire afin de prévoir suffisamment de place pour des espaces de travail, d'étude, de stockage de matériel ou encore un studio photographique. Selon M. Frédéric Ladonne, cette surface peut représenter 5 à 25 % de la surface du bâtiment²⁵. A la demande de l'institution, la surface totale a donc été augmentée d'une valeur médiane de 10 %.

²² RE-ORG, 2017, p.31 [En ligne].

²³ RE-ORG, 2017, Ressource 17 [En ligne].

²⁴ Ladonne, 2014, p.46 [En ligne].

²⁵ Ladonne, 2014, p.43 [En ligne].

3. Les réserves et les systèmes de rangement existants

Ce chapitre a pour but de dresser un état de la situation des réserves actuelles. Il présente l'organisation et les typologies des collections, les caractéristiques des espaces ainsi que les systèmes de rangements existants.

Les collections du Museum Altes Zeughaus sont principalement liées à l'histoire militaire, elles comprennent entre autres des armes, des véhicules, des uniformes, des drapeaux, des instruments de musique, du matériel militaire divers ou encore des peintures et des œuvres graphiques.

L'institution estime que les collections sont constituées d'environ 25'000 à 26'000 objets²⁶, une description détaillée des collections et de leurs catégories se trouve dans les annexes (Tab. 32, Annexes, p.25). Actuellement plus de 20'000 objets sont inscrit dans l'inventaire. On peut estimer que les réserves contiennent plus de 18'000 objets inventoriés et environ 5000 objets non inventoriés, soit 91 % des collections²⁷.

La dénomination des espaces et des systèmes de rangement utilisée par le MAZ a été conservée durant l'évaluation afin de pouvoir garder la logique de localisation des collections de l'institution. Une synthèse de ces différentes dénominations se trouve dans les annexes (Tab. 33, Annexes, p.26). Les sous-chapitres suivants présentent les réserves ainsi que les typologies des objets et leur emplacement.

3.1. Sous-sol « Lager UG (Untergeschoss) »

On accède à cette réserve uniquement par l'extérieur du bâtiment. C'est le lieu de stockage de tous les objets trop lourds et trop grands pour être amenés dans les autres étages, cela comprend principalement les canons et les véhicules²⁸. On y trouve aussi des armes lourdes comme des mitrailleuses, des caisses contenant du matériel d'entretien pour les canons²⁹ ou encore des éléments d'uniformes comme des boutons ou des sacs³⁰. Le tableau 2 présente les principales caractéristiques de la réserve.

Tableau 2 Synthèse des caractéristiques de la réserve « Lager UG ».

Nom de la réserve	Lager UG	Typologies d'objets	
Emplacement	Sous-sol	<ul style="list-style-type: none"> – Véhicules – Artillerie et accessoires – Armes à feu – Sculptures – Uniformes 	
Surface	186 m ²		
Surface occupée par les collections	139 m ²	Photographies	Fig. 21 à 32, Annexes p.3 à 5.
Volume	493 m ³	Plan	Plan 1, Annexes, p.44.

Cette réserve possède deux armoires à tablettes situées, en entrant dans la salle, directement à droite de la porte d'entrée³¹, elles sont cependant vides. Il y a aussi trois rangées de rayonnages à tablettes fixes, situées

²⁶ Graph. 1, Annexes, p.23.

²⁷ Graph. 2, Annexes, p.23.

²⁸ Fig. 21, Annexes, p.3.

²⁹ Fig. 22, Annexes, p.3.

³⁰ Fig. 23, Annexes, p.3.

³¹ Fig. 24, Annexes, p.3.

dans l'ordre contre le mur sud³², le mur ouest³³ et le mur nord³⁴ ainsi que deux meubles à plans placés sous ce dernier³⁵. Le centre de la réserve est occupé par des objets stockés sur des palettes³⁶ ainsi que par des véhicules et des canons sans système de rangement³⁷. Le tableau 3 présente les dimensions et l'occupation au sol des collections de la réserve « Lager UG ». La surface occupée par les palettes a été calculée en prenant en compte les dimensions des objets dépassant des palettes³⁸, ainsi la surface occupée ne correspond pas au nombre de palettes multiplié par leurs dimensions.

Tableau 3 Synthèse des systèmes de rangement existants dans la réserve « Lager UG ».

Structures de rangement	Nombre de rangées	Dimensions (hLp) [cm]	Nombre de travées	Dimensions (hLp) [cm]	Hauteur d'espacement [cm]	Nombre de compartiments	Surface au sol totale [m ²]
Rayonnages à tablettes fixes	2	260x375x108	4	260x180x108	50 70	7 1	8.1
	1	260x765x108	3	260x180x108	70 100	3 3	8.3
			1	260x200x108	50 100	2 1	
Armoires à tablettes	-	-	2	200x100x40	20 30	14 2	0.8
Meubles à plans	-	-	4	70x146x111	5 12	8 12	(3.2)
Palettes	-	-	25 ³⁹	12.2x120x80	-	-	39
Surface totale des systèmes de rangement (arrondie) :							57
Objets au sol	-	-	-	-	-	-	82
Surface totale occupée par les collections (systèmes de rangement et objets au sol) :							139

3.2. 1^{er} étage « Lager 1. OG »

Le premier étage est occupé par trois réserves : la réserve des peintures « Bilderdepot », la réserve des armes à feu « Lager 1. OG 1 » et la réserve des armes blanches, des armures et de collections diverses « Lager 1. OG 2 ».

³² Fig. 25, Annexes, p.4.

³³ Fig. 26, Annexes, p.4.

³⁴ Fig. 27, Annexes, p.4.

³⁵ Fig. 28, Annexes, p.4.

³⁶ Fig. 29, Annexes, p.4.

³⁷ Fig. 30 et 31, Annexes, p.4 et 5.

³⁸ Fig. 32, Annexes, p.5.

³⁹ Nombre de palettes ne se trouvant pas sous un rayonnage à tablettes fixes.

Réserve « Lager 1. OG Bilderdepot »

On accède à cette réserve par une porte située en face des escaliers venant du rez-de-chaussée. Le MAZ la partage avec le Château Waldegg, une autre institution patrimoniale de la région, qui y conserve des peintures et également du petit mobilier⁴⁰. Cette salle accueille également le studio photographique du musée⁴¹. Le tableau 4 présente les principales caractéristiques de la réserve.

Tableau 4 Synthèse des caractéristiques de la réserve « Lager 1. OG Bilderdepot ».

Nom de la réserve	Lager 1. OG Bilderdepot	Typologies d'objets	
Emplacement	1 ^{er} étage	<ul style="list-style-type: none"> - Peintures - Œuvres graphiques encadrées - Drapeaux 	
Surface	60 m ²		
Surface occupée par les collections	28.1 m ²	Photographies	Fig. 33 à 42, Annexes p.5 à 6.
Volume	187 m ³	Plan	Plan 2, Annexes, p.45.

L'espace est principalement occupé par un grand système de grilles mobiles⁴², sur les 30 grilles seules 7 sont occupées par des objets du MAZ. On y trouve aussi 3 autres grilles murales, 2 sur le mur sud⁴³ et 1 sur le mur nord⁴⁴, mais seule celle accrochée au mur nord est occupée par un drapeau encadré. Il y a également 2 peintures au sol appartenant au MAZ appuyées contre le mur nord⁴⁵. Les râteliers horizontaux contenant des fusils, situés entre le système de grilles et le studio photographique, n'ont pas été pris en compte pendant cette évaluation à la demande de l'institution car ils ne font plus partie des collections⁴⁶. Le tableau 5 présente les dimensions et l'occupation au sol des collections de la réserve « Lager 1 OG Bilderdepot ».

Tableau 5 Synthèse des systèmes de rangement existants dans la réserve « Lager 1. OG Bilderdepot ».

Structures de rangement	Nombre de rangées	Dimensions (hLp) [cm]	Nombre de grilles	Dimensions (hLp) [cm]	Hauteur d'espacement [cm]	Nombre de compartiments	Surface au sol totale [m ²]
Grilles à tableaux mobiles	1	270x678x404	30	270x250x200	-	30	27.4
Grilles à tableaux murales	-	-	2	200x200x9	-	-	0.5
	-	-	1	200x100x9	-	-	
Surface totale des systèmes de rangement							27.9
Objets au sol	-	-	-	-	-	-	0.2
Surface totale occupée par les collections (systèmes de rangement et objets au sol) :							28.1

⁴⁰ Fig. 33, Annexes, p.5.

⁴¹ Fig. 34, Annexes, p.5.

⁴² Fig. 35 et 36, Annexes, p.5.

⁴³ Fig. 37 et 38, Annexes, p.6.

⁴⁴ Fig. 39, Annexes, p.6.

⁴⁵ Fig. 40 et 41, Annexes, p.6.

⁴⁶ Fig. 42, Annexes, p.6.

Réserve « Lager 1. OG 1 »

Cette réserve possède deux ouvertures, l'une donne sur le couloir et l'autre permet d'entrer dans la réserve « Lager 1. OG 2 ». Cette réserve contient principalement la collection d'armes à feu ainsi que des accessoires comme des cornes à poudre ou des étuis à pistolet. Le tableau 6 présente les principales caractéristiques de la réserve « Lager 1 OG 1 ».

Tableau 6 Synthèse des caractéristiques de la réserve « Lager 1. OG 1 ».

Nom de la réserve	Lager 1. OG 1	Typologies d'objets	
Emplacement	1 ^{er} étage	- Armes à feu et accessoires	
Surface	45 m ²		
Surface occupée par les collections	20.4 m ²	Photographies	Fig. 43 à 50, Annexes p.7 à 8.
Volume	142 m ³	Plan	Plan 2, Annexes, p.45.

Contre le mur nord se trouvent 6 rangées de râteliers à fusils⁴⁷, 4 rangées sont doubles⁴⁸ et 2 sont simples⁴⁹. On trouve contre le mur sud 5 meubles à plans⁵⁰ qui contiennent les collections de pistolets⁵¹ et d'accessoires⁵². Enfin, à l'intersection du mur est et sud est installé un rayonnage à tablettes fixes⁵³. Le tableau 7 présente les dimensions et l'occupation au sol des collections de la réserve « Lager 1 OG 1 ».

Tableau 7 Synthèse des systèmes de rangement existants dans la réserve « Lager 1. OG 1 ».

Structures de rangement	Nombre de rangées	Dimensions (hLp) [cm]	Nombre de travées	Dimensions (hLp) [cm]	Hauteur d'espacement [cm]	Nombre de compartiments	Surface au sol totale [m ²]
Rayonnages à tablettes fixes	-	-	1	215x106x70	50	5	0.7
Meubles à plans	-	-	3	141x100x71	8	12	2.1
	-	-	2	141x121x71	8	12	1.7
Râteliers à fusils	-	-	2	245x360x53	-		3.8
	-	-	4	245x360x84	-		12.1
Surface totale des systèmes de rangement							20.4
Objets au sols	-	-	-	-	-	-	-
Surface totale occupée par les collections (systèmes de rangement et objets au sol) :							20.4

⁴⁷ Fig. 43, Annexes, p.7.

⁴⁸ Fig. 44, Annexes, p.7.

⁴⁹ Fig. 45, Annexes, p.7.

⁵⁰ Fig. 46 et 47, Annexes, p.7.

⁵¹ Fig. 48, Annexes, p.7.

⁵² Fig. 49, Annexes, p.8.

⁵³ Fig. 50, Annexes, p.8.

Réserve « Lager 1. OG 2 »

On peut accéder à cette réserve uniquement en passant par la réserve « Lager 1. OG 1 ». C'est dans cet espace que sont conservées les collections d'armes blanches, d'armes d'hast et d'armures. On y trouve également des médailles, des œuvres sur papier, des photographies ainsi que quelques armes à feu. Le tableau 8 présente les principales caractéristiques de la réserve « Lager 1 OG 1 ».

Tableau 8 Synthèse des caractéristiques de la réserve « Lager 1. OG 2 ».

Nom de la réserve	Lager 1. OG 2	Typologies d'objets	
Emplacement	1 ^{er} étage	<ul style="list-style-type: none"> - Armes blanches - Armes d'hast - Armes à feu - Armures - Médailles - Œuvres graphiques - Photographies 	
Surface	97 m ²		
Surface occupée par les collections	51.1 m ²	Photographies	Fig. 51 à 66, Annexes p.8 à 10.
Volume	301 m ³	Plan	Plan 2, Annexes, p.45.

En entrant dans la salle, à droite contre le mur nord se trouve un meuble à plans*⁵⁴. Perpendiculairement au mur ouest, sont notables 5 rangées de rayonnages à tablettes fixes*⁵⁵ ainsi qu'un rayonnage cantilever* accueillant les armes d'hast*⁵⁶. Sous le rayonnage « B », qui est la deuxième rangée depuis le mur nord⁵⁷, se trouvent encore 2 meubles à plans⁵⁸ (Coupe A-A', Plan 2, Annexes, p.45). Finalement, contre le mur est, à gauche de la porte d'entrée, est présente une dernière rangée de rayonnages à tablettes fixes⁵⁹, sous lesquels deux armoires à suspension sont installées⁶⁰ (Coupe B-B', Plan 2, Annexes, p.45).

Il y a également trois zones où sont disposés des objets hors mobilier de rangement. Deux zones sont contre le mur ouest⁶¹ et une zone est située devant le rayonnage « F » contre le mur est⁶². Il y a également une table montée sur des tréteaux⁶³ sur laquelle repose un bouclier⁶⁴. Cette salle accueille aussi un espace de travail situé contre le mur sud, équipé d'un ordinateur et d'une imprimante d'étiquettes. Le tableau 9 à la page 19 présente les dimensions et l'occupation au sol des collections de la réserve « Lager 1 OG 2 ».

⁵⁴ Fig. 51, Annexes, p.8.

⁵⁵ Fig. 52-55, Annexes, p.8 et 9.

⁵⁶ Fig. 56, Annexes, p.9.

⁵⁷ Plan 2, Annexes, p.45.

⁵⁸ Fig. 57, Annexes, p.9.

⁵⁹ Fig. 58, Annexes, p.9.

⁶⁰ Fig. 59 et 60, Annexes, p.9.

⁶¹ Fig. 61 et 62, Annexes, p.10.

⁶² Fig. 63 et 64, Annexes, p.10.

⁶³ Fig. 65, Annexes, p.10.

⁶⁴ Fig. 66, Annexes, p.10.

Tableau 9 Synthèse des systèmes de rangement existants dans la réserve « Lager 1. OG 2 ».

Structures de rangement	Nombre de rangées	Dimensions (hLp) [cm]	Nombre de travées	Dimensions (hLp) [cm]	Hauteur d'espacement [cm]	Nombre de compartiments	Surface au sol totale [m ²]
Rayonnages à tablettes fixes	4	260x560x108	12	260x180x108	30 50 160	2 53 2	24.2
	2	260x745x108	8	260x180x108	20 30 50 70 160	48 12 1 8 1	16.1
Rayonnage cantilever fixe	-	-	1	243x428x139	20 30	8 10	5.9
Meubles à plans	-	-	1	145x110x80	3 5	18 4	0.9
	-	-	2	70x146x110	3	24	(1.6)
Armoires de suspension	-	-	2	101x160x76	-	-	(2.4)
Surface totale des systèmes de rangement							47.1
Objets au sol	-	-	-	-	-	-	4
Surface totale occupée par les collections (systèmes de rangement et objets au sol) :							51.1

3.3. 2^{ème} étage « Lager 2. OG »

Le deuxième étage est divisé en deux espaces : « Lager 2. OG 1 » et « Lager 2. OG 2 ».

Réserve « Lager 2. OG 1 »

Cet espace accueille la plus grande partie de la collection de drapeaux, des uniformes conditionnés dans des boîtes en carton non acide, des jouets comme des soldats en étain ainsi que du matériel militaire divers comme des masques à gaz, des sacoches ou encore des chaussures. Le tableau 10 présente les principales caractéristiques de la réserve « Lager 2 OG 1 ».

Tableau 10 Synthèse des caractéristiques de la réserve « Lager 2. OG 1 ».

Nom de la réserve	Lager 2. OG 1	Typologies d'objets	
Emplacement	2 ^{ème} étage	<ul style="list-style-type: none"> - Drapeaux et hampes - Uniformes - Jouets - Matériel militaires divers 	
Surface	72 m ²		
Surface occupée par les collections	16.9 m ²	Photographies	Fig. 67 à 74, Annexes p.11 à 12.
Volume	227 m ³	Plan	Plan 3, Annexes, p.46.

En entrant dans la salle directement contre le mur est, se trouve une rangée de rayonnages à tablettes fixes⁶⁵. En face, contre le mur ouest, se situe un grand meuble à drapeaux⁶⁶, c'est là que sont conservés la majorité des drapeaux qui ne sont pas conditionnés en rouleau.

Le long du mur sud, un système de support d'œuvres en textile enroulées est installé. Il accueille au total 5 œuvres réparties sur deux travées⁶⁷. En face de ce système, contre le mur nord, est installé un meuble à plans en bois.

Il y a également 4 zones d'objets hors système de rangement, à l'intersection du mur nord et du mur ouest sont appuyées des hampes de drapeaux⁶⁸, tandis qu'à l'intersection du mur nord et du mur est sont stockés des cartons contenant des chapeaux⁶⁹. Près du centre du mur ouest se trouvent des drapeaux encadrés appuyés contre le meuble à drapeaux⁷⁰. En face de ces drapeaux encadrés, contre le mur est, des caisses gerbables* sont empilées et posées au sol⁷¹. Le tableau 11 présente les dimensions et l'occupation au sol des collections de la réserve « Lager 2 OG 1 ».

Tableau 11 Synthèse des systèmes de rangement existants dans la réserve « Lager 2. OG 1 ».

Structures de rangement	Nombre de rangées	Dimensions (hLp) [cm]	Nombre de travées	Dimensions (hLp) [cm]	Hauteur d'espacement [cm]	Nombre de compartiments	Surface au sol totale [m ²]
Rayonnages à tablettes fixes	1	260x395x108	1	260x180x108	30 50	4 2	4.3
			1	260x200x108	30 50	3 1	
Meuble à drapeaux	-	-	1	210x432x163	3 5 8 12 20	21 14 6 3 1	7
Meuble à plans	-	-	1	153x122x62	8	12	0.8
Œuvres enroulées	1	151x724x33	1	151x350x33	20	3	2.4
			1	141x342x33	20	2	
Surface totale des systèmes de rangement							14.5
Objets au sol	-	-	-	-	-	-	2.4
Surface totale occupée par les collections (systèmes de rangement et objets au sol) :							16.9

⁶⁵ Fig. 67, Annexes, p.11.

⁶⁶ Fig. 68, Annexes, p.11.

⁶⁷ Fig. 69 et 70, Annexes, p.11.

⁶⁸ Fig. 71, Annexes, p.11.

⁶⁹ Fig. 72, Annexes, p.11.

⁷⁰ Fig. 73, Annexes, p.12.

⁷¹ Fig. 74, Annexes, p.12.

Réserve « Lager 2. OG 2 »

On accède à cette salle en passant par la réserve « Lager 2. OG 1 », elle accueille principalement la collection d'uniformes, ce qui inclut les vestes, les manteaux, les pantalons, les ceintures, les chaussures et les chapeaux. Il y a également des drapeaux enroulés mais posés sur des tablettes, des hampes ainsi que des jouets, des instruments de musique et du matériel militaire comme des sacs, des cartouchières ou encore des gamelles. Le tableau 12 présente les principales caractéristiques de la réserve « Lager 2 OG 2 ».

Tableau 12 Synthèse des caractéristiques de la réserve « Lager 2. OG 2 ».

Nom de la réserve	Lager 2. OG 2	Typologies d'objets	
Emplacement	2 ^{ème} étage	<ul style="list-style-type: none"> - Uniformes - Instruments - Matériel militaire divers - Drapeaux - Jouets 	
Surface	160 m ²		
Surface occupée par les collections	73.9 m ²	Photographies	Fig. 75 à 90, Annexes p.12 à 14.
Volume	505 m ³	Plan	Plan 3, Annexes, p.46.

Un rayonnage à tablettes fixe se trouve directement sur la droite de la porte lorsque l'on rentre dans la salle⁷². Il contient du matériel militaire divers comme des gamelles ou des sacs. Puis du mur nord au mur sud, s'étendent 6 rangées de rayonnages à tablettes fixes⁷³, les rangées A et B accueillent principalement des boîtes à chapeaux, tandis que les rangées C et D, contiennent des drapeaux, des hampes et des sacs⁷⁴. Enfin, les rangées E et F, conservent les uniformes sur des tringles ainsi que des paires de bottes⁷⁵.

Trois portants à vêtements, deux mobiles et un fixe, se trouvent le long du mur sud. Ils servent à stocker des cartouchières, des ceintures ainsi que des baudriers porte-drapeau⁷⁶. Enfin, un dernier rayonnage à tablettes fixe se trouve contre le mur est, à côté de la porte d'entrée, dans lequel la collection de ceintures est pendue à des tringles⁷⁷. Le tableau 13 à la page 21 présente les dimensions et l'occupation au sol des collections de la réserve « Lager 2 OG 2 ».

⁷² Fig. 75, Annexes, p.12.

⁷³ Fig. 76 à 81, Annexes, p.12.

⁷⁴ Fig. 82 et 83, Annexes, p.13.

⁷⁵ Fig. 84 et 85, Annexes, p.13 et 14.

⁷⁶ Fig. 86 à 88, Annexes, p.14.

⁷⁷ Fig. 89 et 90, Annexes, p.14.

Tableau 13 Synthèse des systèmes de rangement existants dans la réserve « Lager 2. OG 2 ».

Structures de rangement	Nombre de rangées	Dimensions (hLp) [cm]	Nombre de travées	Dimensions (hLp) [cm]	Hauteur d'espacement [cm]	Nombre de compartiments	Surface au sol totale [m ²]
Rayonnages à tablettes fixes	2	260x210x108	2	260x200x108	50 100	2 5	4.5
	3	260x1010x108	3	260x180x108	50 70 100	2 1 4	32.7
			12	260x200x108	30 50 70 100 160	2 8 6 12 2	
	2	260x1030x108	10	260x200x108	30 50 70	2 21 22	
	1	260x1115x108	6	260x180x108	20 50 70	8 3 22	12
Portants fixes	-	-	2	210x183x42	-	-	1.5
Portants mobiles	-	-	1	178x190x52	-	-	1
Surface totale des systèmes de rangement							73.9
Objets au sol	-	-	-	-	-	-	0
Surface totale occupée par les collections (systèmes de rangement et objets au sol) :							73.9

3.4. 3^{ème} étage « Lager 3. OG »

Le troisième étage est situé dans les combles du bâtiment, c'est le dernier étage où se trouvent des collections. Il est occupé par deux réserves : « Lager 3. OG 1 » et « Lager 3. OG 2 ».

Réserve « Lager 3. OG 1 »

Au centre de cette pièce se trouve un escalier permettant d'accéder à une petite annexe où sont stockés des matériaux de conditionnement⁷⁸. Le tableau 14 à la page 23 présente les principales caractéristiques de la réserve « Lager 3 OG 1 ».

⁷⁸ Fig. 91, Annexes, p.15.

Tableau 14 Description de la réserve « Lager 3. OG 1 ».

Nom de la réserve	Lager 3. OG 1	Typologie d'objets	
Emplacement	3 ^{ème} étage	<ul style="list-style-type: none"> - Luminaires - Selles - Vélos - Matériel militaire divers 	
Surface	48 m ²		
Surface occupée par les collections	20.4 m ²	Photographies	Fig. 91 à 96, Annexes p.15.
Volume	84 m ³	Plan	Plan 4, Annexes, p.47.

Le seul système de rangement présent dans cette réserve est un rayonnage à tablettes fixe constitué de deux travées⁷⁹. Au pied du mur nord, se trouvent deux caisses militaires⁸⁰ au sol tandis que contre le mur sud sont rangés des vélos, des luminaires, du matériel militaire ainsi que des selles⁸¹. Le tableau 15 présente les dimensions et l'occupation au sol des collections de la réserve « Lager 3 OG 1 »

Tableau 15 Synthèse des systèmes de rangement existants dans la réserve « Lager 3. OG 1 ».

Structures de rangement	Nombre de rangées	Dimensions (hLp) [cm]	Nombre de travées	Dimensions (hLp) [cm]	Hauteur d'espacement [cm]	Nombre de compartiments	Surface au sol totale [m ²]
Rayonnages à tablettes fixes	1	250x203x70	2	250x97x70	30	12	1.4
Surface totale des systèmes de rangement							1.4
Objets au sol	-	-	-	-	-	-	19
Surface totale occupée par les collections (systèmes de rangement et objets au sol) :							20.4

Réserve « Lager 3. OG 2 »

L'accès à cette salle se fait par la porte située dans la réserve « Lager 3. OG 1 ». Cette réserve contient principalement des œuvres graphiques encadrées, des archives, des mannequins ainsi que divers outils comme des pelles et des pioches. Le tableau 16 présente les principales caractéristiques de la réserve « Lager 3 OG 2 ».

Tableau 16 Description de la réserve « Lager 3. OG 2 ».

Nom de la réserve	Lager 3. OG 2	Typologie d'objets	
Emplacement	3 ^{ème} étage	<ul style="list-style-type: none"> - Œuvres graphiques encadrées - Archives - Outils - Mannequins 	
Surface	103 m ²		
Surface occupée par les collections	22.1 m ²	Photographies	Fig. 97 à 108, Annexes p.16 à 17.
Volume	181 m ³	Plan	Plan 4, Annexes, p.47.

⁷⁹ Fig. 92, Annexes, p.15.

⁸⁰ Fig. 93, Annexes, p.15.

⁸¹ Fig. 94 à 96, Annexes, p.15.

Directement à droite lorsque l'on rentre dans la salle, se trouve un meuble à plans dans lequel sont conservées des affiches d'anciennes expositions du musée et des œuvres sur papier⁸². A côté de ce meuble à plans, près du mur nord, il y a des palettes avec des cadres en bois contenant des outils⁸³. Au centre de la pièce, se tient un système de grilles mobiles sur lesquelles sont accrochées des œuvres graphiques encadrées telles que des aquarelles et des gravures⁸⁴. A l'intersection du mur nord et du mur ouest, sont installés deux rayonnages à tablettes fixes sur lesquelles sont stockées les archives de l'institution⁸⁵.

Il y a également plusieurs zones dans lesquelles se trouvent des objets au sol. Des pelles et des accessoires d'artillerie sont posés au pied du mur nord⁸⁶. Il y a des éperons et des œuvres sur papier autour du système de grilles mobiles⁸⁷. D'autres œuvres sur papier ainsi qu'un lustre et du matériel militaire se trouvent contre le mur sud⁸⁸. Finalement des mannequins sont stockés contre le mur est à côté de la porte⁸⁹. Le tableau 17 présente les dimensions et l'occupation au sol des collections de la réserve « Lager 3 OG 2 ».

Tableau 17 Synthèse des systèmes de rangement existants dans la réserve « Lager 3. OG 2 ».

Structures de rangement	Nombre de rangées	Dimensions (hLp) [cm]	Nombre de travées	Dimensions (hLp) [cm]	Hauteur d'espacement [cm]	Nombre de compartiments	Surface au sol totale [m ²]
Rayonnages à tablettes fixes	2	133x314x38	2	133x154x38	30	8	1.2
	1	133x322x38	3	133x97x38	30	12	1.2
Grilles à tableaux mobiles	1	226x634x132	14	110x190x183	-	14	8.4
Meubles à plans	-	-	1	110x140x102	8	9	1.4
Palettes	-	-	2	12.2x120x80	-	-	1.9
Surface totale des systèmes de rangement							14.1
Objets au sol	-	-	-	-	-	-	8
Surface totale occupée par les collections (systèmes de rangement et objets au sol) :							22.1

⁸² Fig. 97, Annexes, p.16

⁸³ Fig. 98, Annexes, p.16.

⁸⁴ Fig. 99 et 100, Annexes, p.16.

⁸⁵ Fig. 101 et 102, Annexes, p.16.

⁸⁶ Fig. 103, Annexes, p.17.

⁸⁷ Fig. 104, Annexes, p.17.

⁸⁸ Fig. 105 à 107, Annexes, p.17.

⁸⁹ Fig. 108, Annexes, p.17.

3.5. Synthèse des réserves et des systèmes de rangement existants

Les réserves du MAZ possèdent une surface au sol totale de 771 m², occupée à environ 48 % par les collections, soit 372 m². Le tableau 34 à la page 27 des annexes offre une synthèse des systèmes de rangement existants. Le reste de la surface permet la circulation autour des systèmes de rangement et l'installation de quelques postes de travail. Le tableau 18 présente la synthèse de la répartition de la surface au sol des réserves.

Tableau 18 Synthèse de la répartition de la surface au sol des réserves.

Réserve	Surface au sol totale [m ²]	Surface occupée par les collections [m ²]	Taux d'occupation (arrondi)
Lager UG	186	139	74 %
Lager 1. OG Bilderdepot	60	28.1	47 %
Lager 1. OG 1	45	20.4	45 %
Lager 1. OG 2	97	51.1	53 %
Lager 2. OG 1	72	16.9	23 %
Lager 2. OG 2	160	73.9	46 %
Lager 3. OG 1	48	20.4	42 %
Lager 3. OG 2	103	22.1	21 %
Total :	<u>771</u>	<u>372</u>	<u>48 %</u>

3.6. Etude des conditions de conservation actuelles

Lors de l'étude des systèmes de rangement actuels, plusieurs situations peu adaptées liées au mode de stockage ou à l'optimisation de l'espace ont pu être identifiées.

Des objets au sol se trouvent dans la majorité des espaces⁹⁰, rendant l'entretien du sol compliqué, la poussière s'accumule dans les endroits difficilement atteignables par la présence de ces objets. Ce qui constitue une source d'alimentation importante pour les ravageurs*, favorisant leur prolifération⁹¹. Il est également plus complexe de localiser ces objets puisqu'ils ne possèdent pas de lieu de stockage clairement identifiable. Il y a aussi un risque de marcher dessus, surtout pour les petits objets comme les cadres. En outre, en cas d'inondation des espaces, ces objets sont directement en contact avec l'eau.

Dans les rayonnages fixes, on peut noter la coexistence de deux situations opposées, des unités de rangement totalement encombrées⁹² côtoient des unités sous-utilisées⁹³. Il faut aussi relever un problème d'optimisation des hauteurs d'espacement dans les rayonnages. En effet, certains objets de petite hauteur sont stockés dans des unités de rangement ayant des hauteurs d'espacement* beaucoup trop élevées⁹⁴. On peut estimer que pour certains rayonnages, ces hauteurs d'espacement disproportionnées engendrent une perte de plus de la moitié de la surface de stockage.

⁹⁰ Fig. 109, Annexes, p.18.

⁹¹ Strang, 2019 [En ligne].

⁹² Fig. 110, Annexes, p.18.

⁹³ Fig. 111, Annexes, p.18.

⁹⁴ Fig. 112, Annexes, p.18.

Certains systèmes sont trop petits pour accueillir les objets, ce qui a pour conséquence que certaines œuvres dépassent de leur système⁹⁵. Certains canons stockés au sous-sol ont également des pneus fendus probablement dus au poids des objets et du vieillissement du caoutchouc⁹⁶.

On remarque aussi beaucoup d'objets en cuir, tels que des cartouchières ou des ceintures, qui sont stockés dans des positions inadéquates⁹⁷. Cela a pour conséquence de créer des contraintes physiques au sein des objets, qui peuvent mener à des dommages physiques comme des déformations, des affaiblissements ou encore des déchirures⁹⁸.

Concernant les matériaux constitutifs des systèmes de rangement, une grande partie du mobilier actuel est composée de bois ou de produits dérivés⁹⁹. Le bois est un matériau susceptible d'émettre des composés organiques volatils* (COV) néfastes pour les objets¹⁰⁰. Notamment les acides acétique et formique¹⁰¹ qui peuvent être responsables de la corrosion des alliages de cuivre et de plomb.

Il est cependant important de relativiser, le bois en fonction de son essence ne possède pas la même acidité. Les râteliers à fusils situés dans la réserve « Lager 1. OG 1 » qui seront conservés dans les futures réserves, sont fabriqués avec du bois de frêne¹⁰². Un bois moins acide que d'autres essences comme le chêne (pH* 3.3-3.9), le frêne ayant un pH* se situant entre 4.5¹⁰³ et 5.8¹⁰⁴ selon les sources. Il faut en général éviter des essences ayant un pH inférieur à 5.

Le bois est aussi sujet à des variations dimensionnelles pouvant endommager les systèmes de rangement comme c'est le cas pour les grilles mobiles situées dans la réserve « Lager 3. OG 2 ». La déformation du châssis en bois ne permet plus à certaines grilles de glisser sur leurs rails, rendant ainsi l'accès aux collections difficile¹⁰⁵.

En conclusion, afin d'améliorer les conditions de conservation des objets, les critères suivants devront être pris en compte :

- Sélectionner des structures de rangement en matériaux stables* dans le temps et qui n'émettent pas de polluants*comme le métal ;
- Optimiser les surfaces de stockage et les hauteurs d'espacement* de manière à pouvoir stocker tous les objets dans les structures, éliminer les situations d'encombrement ou de sous-utilisation ;
- Choisir des tailles de structures de rangement adaptées aux dimensions des objets ;
- Mettre en place des solutions de conditionnement pour diminuer les risques de dommages physiques sur les objets.

⁹⁵ Fig. 113, Annexes, p.18.

⁹⁶ Fig. 114, Annexes, p.18.

⁹⁷ Fig. 115, Annexes, p.19.

⁹⁸ Dignard et Mason, 2018, p.12 [En ligne].

⁹⁹ Fig. 116 et 117, Annexes, p.19.

¹⁰⁰ Tétreault, 1999, p.7.

¹⁰¹ Tétreault, 2021 [En ligne].

¹⁰² George *et al.*, 2020, p.138.

¹⁰³ Goffard, 2009, p.4 [En ligne].

¹⁰⁴Le bois et ses dérivés., 2011, p.5-13 [En ligne].

¹⁰⁵ Fig. 118, Annexes, p.19.

4. Les futurs systèmes de rangement

Les futurs systèmes de stockage ont été sélectionnés en fonction de la stabilité de leurs matériaux de fabrication, de la typologie des objets, ainsi que certains critères fixés par l'institution. Les deux principaux critères imposés étaient de sélectionner des systèmes ayant une hauteur maximale de 250 cm et ne requérant pas d'appareil de manutention pour accéder aux objets. Le premier est motivé par le fait que le MAZ veut faciliter la recherche d'un bâtiment pour accueillir ses réserves sans ajouter un critère de hauteur sous plafond trop élevée. Le second est lié au fait que le MAZ possède peu de personnel et pas de collaborateur permanent dans les réserves. Les personnes se rendant dans les réserves, pour de l'étude ou de la documentation, sont souvent seules et souhaitent avoir accès aux collections sans devoir utiliser un appareil de manutention.

4.1. Systèmes de rangement conservés

Lors de l'étude des systèmes existants, après discussion avec les responsables de l'institution, il a été décidé de garder certains pour les installer dans les futures réserves. Ces choix ont été principalement motivés par leur état, leur praticité et leur compatibilité avec les collections. Les systèmes conservés regroupent des meubles à plans, des grilles murales pour tableaux ainsi que des râteliers pour fusils. Le tableau 19 présente les dimensions et la surface au sol des systèmes conservés.

Tableau 19 Synthèse des résultats des systèmes de stockage conservés.

Structures de rangement	Dimensions des travées (hLp) [cm]	Nombre de travées	Nombre de compartiments	Surface au sol [m ²]
Meubles à plans ¹⁰⁶	140x146x111	2	20	3.2
	141x100x71	3	12	2.1
	141x121x71	2	12	1.7
	145x110x80	1	22	0.9
	140x146x110	1	24	1.6
Sous-total :		9	90	10
Râteliers à fusils	245x360x53	2	-	3.8
	245x360x84	4	-	12.1
Sous-total :		6	-	16
Grilles à tableaux murales	200x200x9	2	-	0.5
	200x100x9	1	-	
Sous-total (arrondi) :		3	-	1
Surface d'occupation totale (arrondie) :				27
Surface totale avec coefficient de circulation (x2.5) (arrondie) :				68

¹⁰⁶ Les meubles à plan de 70 cm de haut sont empilés par deux pour un total de 140 cm de haut.

4.2. Systèmes de rangement nécessaires

Le tableau 35 à la page 28 présente une synthèse des systèmes de rangement requis.

Structures mobiles*

Ce système de rangement se compose de chariots se déplaçant sur des rails¹⁰⁷, sur lesquels il est possible d'installer différents mobiliers de rangement comme des grilles à tableaux, des rayonnages à tablettes ou des tiroirs. Le principal avantage réside dans le fait que la largeur d'une seule allée de desserte est suffisante pour pouvoir accéder à toutes les structures, puisque l'on peut déplacer l'entièreté des chariots pour parvenir à la rangée voulue. Ce système permet ainsi d'augmenter la capacité de stockage d'un espace d'environ 70 % en supprimant les allées de desserte* situées entre chaque rangée¹⁰⁸.

Il faut cependant souligner que ce type de système n'est pas compatible avec les collections particulièrement fragiles, sensibles aux vibrations ou dont les dimensions ne sont pas équilibrées. Le choc entre les chariots au fil des déplacements et des arrêts peut provoquer des dommages sur ces objets¹⁰⁹. C'est notamment à cause de ce risque qu'une solution différente a été choisie pour les armes d'hast*. Toutefois, ce système a été retenu pour la majorité des collections du MAZ telles que les armures, les uniformes, les armes blanches ainsi que le matériel militaire comme les sacs, les caisses et les instruments de musique.

Les structures mobiles choisies sont en acier avec un revêtement en poudre*¹¹⁰. Elles accueillent trois types d'unités de rangement différentes : des grilles¹¹¹, des rayonnages à tablettes¹¹² et des tiroirs¹¹³.

Les grilles permettront de stocker les épées, les boucliers ainsi que les arbalètes. Les épées reposeront sur un support en polypropylène¹¹⁴ conçu sur la base d'un modèle réalisé par l'atelier de conservation-restauration du Château de Morges et ses Musées¹¹⁵. Tandis que les boucliers et les arbalètes seront maintenus sur la grille au moyen de plusieurs supports ajustables en aluminium¹¹⁶ inspirés par ceux utilisés au Musée national suisse¹¹⁷.

Sur les tablettes seront stockées les collections d'uniformes, d'instruments de musique et de matériel militaire. La longueur des travées est de 125 cm et la majorité des tablettes ont des profondeurs de 60 et 80 cm. Des profondeurs qui permettent de saisir les objets à bout de bras. Ces dimensions ont été choisies de manière à pouvoir ranger deux caisses gerbables (60 x 40 cm) dans la longueur. Finalement, seuls quelques objets particulièrement grands seront rangés sur des tablettes de 120 cm de profondeur. Pour les objets plus longs que 125 cm, il est possible de supprimer la paroi de la travée afin d'obtenir une tablette de 250 cm de long. Chaque tablette peut accueillir une charge allant jusqu'à 100 kg.

¹⁰⁷ Fig. 119, Annexes, p.19.

¹⁰⁸ Moore *et al.*, 2019, p. 632.

¹⁰⁹ Païn, 2020, p. 151.

¹¹⁰ Compactus XTR Technical Datasheet, 2019 [En ligne]

¹¹¹ Fig. 120, Annexes, p.19.

¹¹² Fig. 121, Annexes, p.20.

¹¹³ Fig. 122, Annexes, p.20.

¹¹⁴ Schéma 10, Annexes, p.37.

¹¹⁵ Fig. 123, Annexes, p.20.

¹¹⁶ Schéma 11, Annexes, p.38.

¹¹⁷ Fig. 124 à 126, Annexes, p.20.

En plus des tablettes, d'autres accessoires seront ajoutés aux unités de rangement, tels que des tringles pour suspendre les uniformes conditionnés sur des cintres ainsi que des broches qui seront maintenues sur un panneau de fonds perforés. Des tubes en carton non acide pourront être installés sur ces broches et permettront de stocker les collections de cartouchières et de baudriers porte-drapeau¹¹⁸. Sur ces mêmes broches seront rangées aussi les ceintures en bon état de conservation. Elles seront conditionnées sur un support en carton non acide¹¹⁹ qui permet de les maintenir à plat et de pouvoir les suspendre. Selon Mme Camille Alembik, conservatrice-restauratrice d'objets organiques, cela évitera les déformations du cuir et réduira la tension qui serait exercée sur l'objet si celui-ci était pendu par sa boucle comme c'est le cas actuellement. Les ceintures en mauvais état, qui représentent environ 20% de la collection, pourront être stockées à plat, sous les uniformes suspendus aux tringles.

Finalement, des tiroirs de 5, 10 et 15 cm de profondeur accueilleront les objets plats comme les œuvres graphiques, du petit mobilier et les baïonnettes¹²⁰. Les tiroirs peuvent stocker des charges jusqu'à 40 kg et peuvent être tirés hors de la travée sur toute leur profondeur. Le tableau 20 présente les besoins en matière de structures mobiles et la surface qu'elles occupent. Les tableaux 36 à 40 aux pages 29 à 31 des annexes présentent le nombre d'unités de rangement par hauteurs d'espacement ainsi que les accessoires nécessaires.

Tableau 20 Synthèse des résultats pour les structures mobiles.

Dimensions des travées (h x L x p) [cm]	Nombre de travées	Nombre de travées avec grille centrale	Nombre de tablettes	Nombre de tiroirs	Surface au sol [m ²]
250x125x40	14	14	-	-	7
250x125x60	180	-	720	528	135
250x250x60	8	-	43	-	12
250x125x80	140	12	193	41	140
250x250x80	12 ¹²¹	-	27	-	24
250x125x120	4	-	6	-	6
250x250x120	6	-	11	-	18
Surface d'occupation totale (arrondie) :					342
Surface d'accroissement sur 20 ans (arrondie) :					11
Surface totale avec coefficient de circulation (x1.7) (arrondie) :					601

Rayonnages cantilevers fixes*

Ce système de rangement est utilisé dans l'industrie pour stocker des objets longs comme des tubes, des poutres ou des planches¹²². Il se prête particulièrement bien au stockage de longs objets fins comme les hampes de

¹¹⁸ Fig. 127, Annexes, p.21.

¹¹⁹ Fig. 128, Annexes, p.21.

¹²⁰ Fig. 129, Annexes, p.21.

¹²¹ Pour les travées de 250x125x80 cm avec grille centrale, le nombre de travées nécessaires était de 11. Cependant pour pouvoir faire des chariots avec un nombre pair de travées, le nombre de travées nécessaires dans 20 ans qui est de 12 a été choisi.

¹²² Rayonnage Cantilever, 2022 [En Ligne].

drapeaux et les armes d'hast¹²³. C'est le système utilisé actuellement pour ces dernières au MAZ. Cependant le rayonnage cantilever actuel est encombré et ses bras sont trop profonds ce qui rend difficile le retrait d'un objet sans toucher les armes stockées à ses côtés. L'institution a décidé de garder le mode stockage sur rayonnage cantilever mais d'opter pour des modèles avec des bras plus courts. Le type de rayonnage cantilever choisi est en acier et se décline en deux longueurs différentes afin de s'adapter aux armes : 270 cm et 405 cm. Les rayonnages cantilevers sont munis de bras de 6 longueurs dégressives de 15 cm à 41 cm. Les bras sont également équipés de butées anti-chutes ce qui n'est pas le cas de chaque bras sur le cantilever actuel. Le tableau 21 présente les besoins en matière de cantilevers et la surface qu'ils occupent.

Tableau 21 Synthèse des résultats pour les cantilevers fixes.

Dimensions des cantilevers (hxLxp) [cm]	Nombre requis	Surface au sol [m ²]
200x270x109	5	14.7
200x405x109	5	21.8
Surface d'occupation totale (arrondie) :		37
Surface d'accroissement sur 20 ans (arrondie) :		2
Surface totale avec coefficient de circulation (x2.5) (arrondie) :		98

Grilles à tableaux mobiles*

Deux systèmes de grilles à tableaux mobiles sont actuellement utilisés pour les peintures et les œuvres graphiques encadrées, ils ne seront cependant pas conservés. Le système de la réserve « Lager 1. OG Bilderdepot » sera vendu au Château Waldegg tandis que celui de la réserve « Lager 3. OG 2 », qui est endommagé, sera jeté. Le nouveau système choisi comportera 18 grilles en acier avec un revêtement en poudre*. Par rapport à une grille murale ce système permet d'utiliser les deux faces d'une grille comme surface d'accrochage, ce qui divise par deux le nombre de grilles nécessaires¹²⁴. La longueur des grilles sera augmentée de 50 cm par rapport aux systèmes existants, ce qui permettra d'accueillir les œuvres qui actuellement dépassent de la structure. Le tableau 22 présente les besoins en matière de grilles à tableaux mobiles et la surface qu'elles occupent.

Tableau 22 Synthèse des résultats pour les grilles à tableaux mobiles.

Dimensions des grilles (hxLxp) [cm]	Nombre de grilles	Espacement entre les grilles [m]	Profondeur totale du système [m]	Longueur totale du système [m]	Surface au sol (arrondie) [m ²]
200x250x6	18	0.2	5.3	5.4	29
Surface d'accroissement sur 20 ans (arrondie) :					0 ¹²⁵
Surface totale avec coefficient de circulation (x2.5) :					73

¹²³ Fig. 130, Annexes, p.21.

¹²⁴ Fig. 131, Annexes, p.21.

¹²⁵ Seule une grille était nécessaire pour un horizon temporel de 20 ans, il a été décidé de l'intégrer directement.

Grilles à tableaux murales

Ce système permettra de stocker des drapeaux encadrés. L'institution possède déjà des grilles à tableaux murales, seule une grille est nécessaire afin d'obtenir le nombre adéquat¹²⁶. Les besoins sont présentés dans le tableau 23.

Tableau 23 Synthèse des résultats pour les grilles à tableaux murales.

Dimensions des grilles (hxLxp) [cm]	Nombre requis	Surface au sol [m ²]
200x200x15	1	1
Surface d'accroissement sur 20 ans (arrondie) :		0
Surface totale avec coefficient de circulation (x2.5) (arrondie) :		3

Meubles à drapeaux*

L'analyse des besoins en matière de meubles à drapeaux a été effectuée sur la base d'un constat d'état de la collection conservé dans ce mode de stockage, réalisé par Mme Stefanie Göckeritz, conservatrice-restauratrice de textiles. Ce document indique quelles œuvres doivent être impérativement conservées à plat. Ce système de rangement accueillera des œuvres en textiles comme des drapeaux et des éléments de vêtement. La majorité des objets sera stockée dans des meubles à drapeaux en acier et en aluminium, sur des plans mesurant 250 x 250 cm (Lxp)¹²⁷. Les objets hors format, mesurant jusqu'à 470 cm, seront stockés sur des plans de 500 x 250 cm. Comme seuls 3 plans de ces dimensions sont nécessaires, un concept de meubles superposables avec des grandeurs de plans différentes, d'une hauteur totale de 250 cm, permettra d'économiser de la surface au sol¹²⁸. Le cadre des plans est en aluminium, tandis que le fond est fait de textile en polyester¹²⁹. Le tableau 24 présente les besoins en matière de meubles à drapeaux et la surface qu'ils occupent.

Tableau 24 Synthèse des résultats pour les meubles à drapeaux.

Dimensions des meubles (hxLxp) [cm]	Nombre de meubles	Nombre de plans par meuble	Surface au sol [m ²]
250x265x265	3	20	22
90x520x265	1	20	14
160x520x265	1	3	
Surface d'occupation totale (arrondie) :			36
Surface d'accroissement sur 20 ans (arrondie) :			2
Surface totale avec coefficient de circulation (x2.5) :			95

Systèmes de suspension d'œuvres enroulées*

Certaines œuvres en textile de grand format possèdent un état de conservation jugé suffisamment bon par Mme Stefanie Göckeritz, conservatrice-restauratrice de textiles et seront conservées enroulées sur des tubes en carton non acide. Les tubes seront traversés par des barres en acier percées aux deux extrémités afin de pouvoir insérer

¹²⁶ A la demande de Mme Sandra Nicolodi, la surface d'accroche est légèrement supérieure aux besoins réels, ce qui pourra servir de lieu de stockage temporaire dans la future réserve, lors d'études ou de documentation.

¹²⁷ Schéma 12, Annexes, p.39.

¹²⁸ Schéma 13, Annexes, p.40.

¹²⁹ Fig. 132, Annexes, p.21.

des tiges filetées en acier, pliées en forme de crochets, maintenues par deux boulons. Finalement, ces barres viendront reposer sur les bras d'étagères murales¹³⁰. Cette méthode s'inspire du système réalisé par le musée d'histoire naturelle de l'université de l'Iowa¹³¹. Il est préférable de ne pas fixer l'étagère sur un mur extérieur peu isolé à cause des risques de condensation en hiver¹³², bien que selon Mme Karin von Lerber, conservatrice-restauratrice de textiles, l'espacement de 30 cm prévu entre les œuvres enroulées et le mur devrait suffire à les protéger.

Des crochets filetés suffisamment grands n'ont pas été trouvés dans le commerce, mais ils peuvent être facilement fabriqués dans les ateliers du musée. Un prototype a été réalisé afin de servir d'exemple¹³³, une tige filetée de diamètre M12 a simplement été pliée sur un étau en forme de crochet. Le tableau 25 présente les besoins en matière d'étagères murales et la surface qu'elles occupent.

Tableau 25 Synthèse des résultats pour les œuvres enroulées.

Dimensions des étagères (hxLxp) [cm]	Nombre de meubles	Nombre maximal de rouleaux par étagère	Surface au sol [m ²]
200x354x40	2	4	3
200x224x40	1	6	1
Surface d'occupation totale (arrondie) :			4
Surface d'accroissement sur 20 ans (arrondie) :			1
Surface totale avec coefficient de circulation (x2.5) (arrondie) :			13

Palettes

6 canons, 6 mannequins, 1 sculpture et 2 meubles, sont trop grands ou trop lourds pour être rangés dans des rayonnages mobiles et seront stockés sur des palettes en polyéthylène*. Il y a aussi un ballon conservé dans une caisse en bois mesurant 592 cm de long, qui sera disposée sur trois palettes afin de répartir son poids¹³⁴. Son conditionnement n'a pas pu faire l'objet d'amélioration car cette problématique était trop complexe pour être intégrée dans ce travail compte tenu du temps à disposition. Le tableau 26 présente les besoins en matière de palettes et la surface qu'elles occupent.

Tableau 26 Synthèse des résultats pour les objets stockés sur palette.

Dimensions des palettes (hxLxp) [cm]	Nombre de palettes	Surface au sol (arrondie) [m ²]
120x80x15.5	15	44
Surface d'accroissement sur 20 ans (arrondie) :		1
Surface totale avec coefficient de circulation (x2.5) (arrondie) :		113

¹³⁰ Fig. 133, Annexes, p.22.

¹³¹ Opitz, 2014 [En Ligne].

¹³² A l'intérieur d'un bâtiment, 2020 [En Ligne].

¹³³ Fig. 134, Annexes, p.22.

¹³⁴ Fig. 135, Annexes, p.22.

Objets hors système de rangement

Les objets trop grands et trop lourds pour être disposés sur des palettes sont 12 canons et 3 voitures hippomobiles. Il a été décidé de les stocker directement sur le sol de la réserve. Des chandelles de levage* en acier seront installées sous 13 des objets (les 3 voitures hippomobiles et 10 canons) afin de diminuer la pression exercée par leur poids sur les châssis et les roues. C'est le système mis en place par la Fondation pour le matériel historique de l'armée suisse (HAM) pour les pièces d'artillerie¹³⁵. Les deux autres canons ne possèdent pas de roues, il n'est donc pas nécessaire de leur ajouter des chandelles. Les voitures sont soutenues par quatre chandelles, tandis que deux suffisent pour soutenir les canons. Le tableau 27 présente les besoins en matière de chandelles et la surface au sol occupée par les objets.

Tableau 27 Synthèse des résultats pour les objets stockés hors système de rangement.

Nombre d'objets	Nombre de chandelles de levage*	Surface au sol (arrondie) [m ²]
15	20	105
Surface d'accroissement sur 20 ans (arrondie) :		4
Surface totale avec coefficient de circulation (x2.5) (arrondie) :		273

¹³⁵ Fig. 136, Annexes, p.22.

4.3. Synthèse des résultats

La surface de stockage totale calculée représente 1337 m² en tenant compte la circulation autour des structures de rangement et l'accroissement des collections. En ajoutant de la place pour installer des postes de travail et d'étude à proximité des collections, fixée à 10 % de la surface de stockage soit 134 m², on obtient une réserve d'une surface totale de 1471 m². Les plans 5 et 6 aux pages 48 et 49 des annexes permettent de visualiser les structures de rangement dans deux réserves fictives. Le tableau 28 présente la synthèse des résultats de l'évaluation spatiale.

Tableau 28 Synthèse des résultats de l'évaluation spatiale.

Type de systèmes de rangement	Surface d'occupation au sol [m ²]	Surface d'accroissement sur 20 ans [m ²]	Surface totale requise au sol avec coefficient de circulation [m ²]
Systèmes conservés	27	0	68
Rayonnages mobiles	342	11	601
Rayonnages cantilevers	37	2	98
Grilles pour tableaux mobiles	29	0	73
Grilles pour tableaux murales	1	0	3
Meubles à drapeaux	36	2	95
Systèmes de suspension d'œuvres enroulées	4	1	13
Palettes	44	1	113
Objets hors système de rangement	105	4	273
Total :	618	19	1337
Surface occupée par les zones de travail et d'étude (10 %) (arrondie) [m ²] :			134
Surface totale estimée des futures réserves (arrondie) [m ²] :			<u>1471</u>

Concernant les charges d'exploitation des sols*, M. Alessandro Epis de l'entreprise Compactus & Bruynzeel AG indique qu'une valeur 1000 kg/m² est nécessaire pour l'installation des structures mobiles. Certains objets hors norme comme les canons, peuvent peser jusqu'à 3500 kg¹³⁶. Il sera donc nécessaire que l'institution fasse contrôler les charges d'exploitation des potentielles futures réserves par un professionnel du bâtiment.

¹³⁶ Stutz, 1977, p.41.

4.4. Budget prévisionnel

Le coût de l'acquisition de nouvelles structures de rangement est calculé sur la base des prix mentionnés sur les sites internet des fournisseurs et des estimations des entreprises spécialisées¹³⁷. Ce budget prévisionnel ne remplace pas un véritable devis ceci d'autant plus que les prix sont susceptibles d'évoluer jusqu'au déménagement des réserves. Le tableau 29 présente le coût estimé des systèmes de rangement. Les prix de l'entreprise Compactus & Bruynzeel AG¹³⁸ incluent le coût du montage des structures.

Tableau 29 Détails du coût des systèmes de rangement.

Système	Dimension [cm]	Fournisseur	N° article	Prix unitaire [CHF]	Nombre requis	Prix estimé [CHF]
Boîte d'écrous hexagonaux M12	6.8x6.8x1.5	Jumbo	1343402	2.65	6	15.90
Bras d'étagère murale	350x10	DO IT+Garden	603408600000	2.25	26	29.25
Rayonnages cantilevers	200x270x109	Kaiser+Kraft	540383 49	2'638.65	5	13'193.25
Rayonnages cantilevers	200x405x109	Kaiser+Kraft	540385 49	3'338.70	5	16'693.50
Chandelles de levage*	-	DS-ARVOTECH	-	~80.00	20	1'600.00
Rails d'étagère murale	200x2.5	DO It+Garden	603441100000	16.50	4	66.00
Rayonnages mobiles	-	Compactus & Bruynzeel AG	-	-	-	241'000.00
Grilles mobiles	-	Compactus & Bruynzeel AG	-	-	-	33'000.00
Grilles murales	200x200	Compactus & Bruynzeel AG	-	2000.00	1	2'000.00
Meubles à drapeaux	250x265x265	Compactus & Bruynzeel AG	-	-	3	114'000.00
Meuble à drapeaux	90x520x265	Compactus & Bruynzeel AG	-	-	1	65'000.00
Meuble à drapeaux	160x520x265	Compactus & Bruynzeel AG	-	-	1	
Palettes Euro en polyéthylène	120x80	Kaiser+Kraft	165034 49	149.70	14	2'095.80
Supports objets sur grille	9x19x5	Leuba Travaux Spéciaux SA	-	29.00 ¹³⁹	50	1'450.00
Supports pour armes blanches	6x39x1	-	-	10.00 ¹⁴⁰	300	3'000.00
Tubes en acier	Ø3.3x220	MyMetal.ch	-	78.80	6	472.80
	Ø3.3x350		-	91.40	2	182.80
Tiges d'acier filetées M12	100x1.3x1.3	Jumbo	1062906	6.95	5	31.25
Prix total estimé (arrondi) :						493'831

¹³⁷ Le tableau 40 à la page 32 des annexes présente la liste des fournisseurs.

¹³⁸ Document 1, Annexes, p.43.

¹³⁹ Prix estimé par M. Didier Leuba, directeur de l'entreprise Leuba Travaux Spéciaux SA, le 04.07.2022.

¹⁴⁰ Prix estimé par M. Renato Pacozzi, conservateur-restaurateur au Château de Morges, le 07.06.2022.

5. Discussion des résultats

Sur la base des résultats obtenus, nous estimons que la surface nécessaire au stockage de toutes les collections du musée est de 1337 m² en prenant en compte la surface de circulation et l'accroissement des collections. Surface qui a été augmentée de 10 % afin de prévoir suffisamment de place pour des postes de travail et une salle de quarantaine*, soit 1471 m². La surface des réserves actuelles étant de 771 m², cela représente une surface environ 1.9 fois plus grande.

Le redéploiement d'une réserve encombrée peut multiplier sa surface par 2.5 voire plus¹⁴¹. Dans notre évaluation, la fiabilité du résultat obtenu s'explique par le fait que les unités de rangement* étaient certes par endroits encombrées, mais les hauteurs d'espacement* étaient peu adaptées aux hauteurs des objets. Lors de cette évaluation spatiale, les hauteurs d'espacement des nouvelles unités de rangement ont été redéfinies afin d'offrir suffisamment de place pour manipuler les objets, tout en restant adaptées à leur hauteur. Ce qui a pour conséquence d'augmenter le nombre d'unités de rangement dans une même travée*. Par ailleurs, de nombreuses unités de rangement étaient sous-utilisées ou peu adaptées aux objets qu'elles contenaient. Cette évaluation a donc permis une optimisation des modes de stockage, tant en matière de répartition des objets que de systèmes de rangement. Il faut aussi souligner que les futures structures de rangement seront majoritairement mobiles, ce qui permettra d'augmenter jusqu'à 70 % la capacité de stockage des espaces. Il est donc prudent de considérer les résultats de l'évaluation comme cohérents.

La sélection des nouveaux systèmes de rangement a parfois été compliquée car aucun budget n'était défini. L'arbitrage des choix par ce critère n'a donc pas pu être intégré à son plein potentiel. Cependant ce travail fait office de projet préliminaire pour le MAZ et ses résultats permettront aux responsables de l'institution d'orienter à nouveau leur choix en fonction du budget qui leur sera attribué. Par exemple, les drapeaux pourraient être stockés dans des structures mobiles ce qui permettrait de standardiser d'avantage les solutions, ce qui serait plus économique.

Concernant le traitement de données, la séparation des méthodes de mesures dans quatre différents classeurs Excel® s'est révélée très pratique¹⁴² pour le traitement des données. Les calculs n'ont ainsi pas posé de grandes difficultés. Les champs choisis ont permis de mettre en place un système de tri dans le classeur de calcul des structures mobiles, par poids ou par classification scientifique, ce qui offre la possibilité à l'institution d'obtenir des résultats ciblés, facilitant la répartition des structures mobiles dans des réserves différentes. L'attribution systématique d'un code d'identification unique à chaque objet ou lot mesuré permet d'en assurer la traçabilité en faisant le lien entre la base de données, les photographies et les plans.

¹⁴¹ Jacot, 2021, p.12.

¹⁴² Structure et utilisation des fichiers Excel®, Annexes, p.42.

6. Conclusion

Le mandat confié par le Museum Altes Zeughaus consistait à estimer la place nécessaire au stockage des collections dans des conditions de conservation optimisées dans le but de rechercher un nouveau bâtiment pouvant accueillir leurs réserves.

La phase de documentation des réserves actuelles a permis d'estimer qu'elles possèdent une surface au sol de 771 m², occupée à 48 %, soit 372 m², par les collections et leurs structures de rangement.

Sur la base de cette étude des réserves, une estimation de la surface requise pour les futures réserves a été obtenue en sélectionnant les structures de rangement actuelles qui seront conservées dans les futures réserves et les systèmes qui remplaceront ceux jugés inadaptés. Les structures de rangement de remplacement ont été choisies en coopérant étroitement avec les responsables de l'institution afin de fournir des solutions adaptées aux collections et au musée. La sélection de ces futurs systèmes a été possible grâce à des recherches menées dans d'autres institutions possédant des collections similaires, aux soutiens de professionnels de la conservation-restauration et à l'aide apportée par les fournisseurs.

En outre, la place nécessaire à la manipulation des collections, à la circulation des collaborateurs dans les réserves, à l'accroissement des collections sur 20 ans et à l'installation d'espaces de travail, a été intégrée dans le calcul de l'estimation. Le résultat de ce travail permet d'estimer qu'une surface de 1471 m² est requise pour le redéploiement des réserves du MAZ, sans compter les voies d'accès comme les escaliers et les couloirs. Ce qui représente une surface 1.9 fois plus grande que celle des réserves actuelles. Le coût des nouvelles structures de rangement est estimé à 493'831 CHF.

Parallèlement à l'estimation de la surface requise pour les futures réserves, ce travail a permis de faire le point sur l'état des réserves actuelles. Les structures de rangement et les objets se trouvant au sol ont pu être cartographiés sur des plans mis à jour et photographiés, un travail qui n'avait encore jamais été entrepris avec cette précision au sein du MAZ. Le lien entre les plans, les photographies et les bases de données ont pu être assurés en respectant le système de localisation actuel du MAZ et en attribuant un code d'identification unique à chaque objet ou lot mesuré. Ce travail aura donc une utilité en amont du projet de déménagement des réserves de l'institution.

Glossaire

- Allée de desserte** Espace donnant directement accès aux travées* permettant ainsi le retrait des objets¹⁴³.
- Arme d'hast** Désigne une typologie d'armes constituées d'un long manche au bout duquel se trouve une lame ou une masse¹⁴⁴.
- Armoire à suspension** Ces structures permettent de suspendre à un système de crochet des œuvres graphiques conditionnées dans des chemises (Fig. 3).



Figure 3 Armoire à suspension dans les réserves du MAZ © He-Arc, Gaëtan Guillod, 2022.

- Caisse gerbable** Aussi appelées « caisses Rako® » ce sont des caisses en polypropylène de dimensions standardisées empilables¹⁴⁵ (Fig. 3).



Figure 4 Exemple de caisse gerbable © utzgroup.ch

¹⁴³ Jacot 2021, p.4.

¹⁴⁴ Wills, 2007, p.54.

¹⁴⁵ Bacs gerbables RAKO, 2022 [En ligne].

Rayonnage cantilever

Structure de rangement permettant de stocker des charges longues reposant sur des bras (Fig. 5).



Figure 5 Exemple de rayonnage cantilever double © Kaiser+Kraft, 2022.

Chandelle de levage

Trépied réglable permettant de soutenir des charges (Fig. 6).



Figure 6 Chandelle de levage sous un canon à la Fondation pour le matériel historique de l'armée suisse © He-Arc, Gaëtan Guillod, 2022

Charges d'exploitation au sol

« ...Les charges d'exploitation sont celles qui résultent de l'usage des locaux par opposition au poids des ouvrages qui constituent ces locaux, ou à celui des équipements fixes. Elles correspondent au mobilier, au matériel, aux matières en dépôt et aux personnes et pour un mode normal d'occupation... »¹⁴⁶. On l'exprime kN/m² (Kilonewton par mètre carré) ou en Kg/m².

Classification scientifique

Désigne les catégories dans lesquelles sont classés les objets. Par exemple : Les armures, les drapeaux, etc.¹⁴⁷.

¹⁴⁶ Charges permanentes et charges d'exploitation, 2020 [En ligne].

¹⁴⁷ Païn, 2020, p.151.

Composés organiques volatils (COV)	Substances chimiques contenant au moins un atome de carbone, à forte pression de vapeur, qui par conséquent s'évaporent facilement dans l'atmosphère. On les trouve dans les produits issus de la pétrochimie, dans des produits du quotidien (colles, résines, etc.) ainsi que dans des matériaux de construction comme le bois ou les revêtements de sol. « ...Les COV représentent une source importante de polluants atmosphériques pouvant réagir avec certains matériaux constitutifs des biens culturels notamment les métaux et le verre... » ¹⁴⁸ .
Coefficient d'accroissement	Ce coefficient permet de prévoir suffisamment de place pour les futures acquisitions du musée. Il est défini par l'institution, en estimant l'accroissement probable d'une collection en fonction de la place qu'elle occupe déjà ¹⁴⁹ .
Coefficient de circulation	Ce coefficient permet de prévoir la surface nécessaire à la circulation entre les systèmes de rangement, en le multipliant par la surface occupée par les systèmes de rangement ¹⁵⁰ . Il est différent selon le type de mobilier : entre 1.7 (système mobile) à 2.5 (système fixe) ¹⁵¹ .
Coefficient d'encombrement	Ce coefficient désigne le taux d'occupation supérieur à la capacité théorique de l'unité de rangement*. Une tablette avec un taux d'encombrement de 20 % possède un coefficient d'encombrement de 0.2.
Coefficient de manipulation	Ce coefficient représente l'espace laissé libre autour d'un objet afin d'assurer sa bonne préhension. On le calcule en déterminant le ratio entre la surface totale autour de l'objet et la surface de l'objet ($55 \text{ cm}^2 / 50 \text{ cm}^2 = 1.1$).
Conditionnement	Opération consistant à placer un objet à l'intérieur ou sur une structure adaptée (boîte, étui, chemise, support spécial) pour le protéger ¹⁵² .
Etablissement de droit public	« ...Services ou salariés d'établissements de droit public avec ou sans personnalité juridique, fondations de droit public, entreprises de droit public, corporations de droit public tels que les hôpitaux, les écoles ou les sociétés publiques qui produisent pour le marché et sont contrôlées ou majoritairement financées par les pouvoirs publics... » ¹⁵³ .

¹⁴⁸ Jacot, 2017, p.7 et 8.

¹⁴⁹ Jacot, 2021, p.10.

¹⁵⁰ Jacot, 2021, p.9.

¹⁵¹ Ladonne, 2014, p.46 [En ligne].

¹⁵² Illes, 2004, p.106.

¹⁵³ Terminologies et usage, 2022 [En ligne].

Grilles à tableaux

Désignent des grilles sous forme fixe contre un mur ou mobiles sur un système de rail sur lesquelles on peut y accrocher des objets comme des œuvres graphiques encadrées ou des peintures (Fig. 7).



Figure 7 Grilles à tableaux mobiles © Compactus & Bruynzeel AG, 2022.

Hauteur d'espace unique / combinée

Désigne la distance séparant verticalement deux tablettes dans une travée*. On parle de hauteurs d'espace combinées lorsqu'une travée* possède des hauteurs d'espace qui ne sont pas toutes les mêmes (schéma 1).

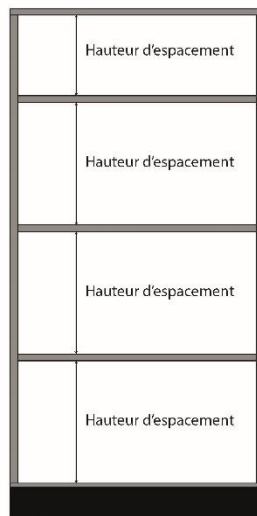


Schéma 1 Hauteurs d'espace dans un rayonnage © He-Arc, Gaëtan Guillod, 2022

Matériaux stables

Ce sont des matériaux dont la stabilité chimique est connue et qui ne risquent pas d'émettre des polluants* néfastes pour les objets.

Meuble à drapeaux

Structure de rangement permettant de stocker des objets en textiles de grand format sur des plans (Fig. 8).



Figure 8 Meuble à drapeaux © Compactus & Bruynzeel AG, 2022.

Meuble à plans

Désigne un meuble équipé de tiroirs¹⁵⁴ permettant de stocker des objets de petite hauteur comme des œuvres graphiques, des médailles ou des pistolets (Fig. 9).



Figure 9 Meuble à plan dans les réserves du MAZ © He-Arc, Gaëtan Guillod, 2022.

pH

Mesure de la concentration en ion hydronium H_3O^+ d'une solution. Une solution avec un pH inférieure à 7 est dite acide, neutre lorsqu'égal à 7 et acide quand le pH est supérieur à 7¹⁵⁵.

¹⁵⁴ Jacot, 2020, p.25.

¹⁵⁵ Domjan, 2020, p.2.

Polluants	Désignent des composés sous forme de gaz, d'aérosol, de liquide ou de solide ayant des effets néfastes sur les objets ¹⁵⁶ .
Polyéthylène	« ...Matériau plastique chimiquement inerte et très stable chimiquement et physiquement... » ¹⁵⁷ .
Polyester	Matériau plastique chimiquement inerte et très stable physiquement et chimiquement ¹⁵⁸ .
Polypropylène	« ...Matériau plastique dont les propriétés sont proches du polyéthylène*... » ¹⁵⁹
Quarantaine	Les objets entrant dans les collections ou infestés par des ravageurs sont mis en quarantaine afin d'éviter une infestation des collections saines conservées dans les réserves ¹⁶⁰ .
Rangée	Représente l'ensemble des travées* réparties parallèlement à l'allée de desserte* ¹⁶¹ . Voir le schéma 14 à la page 41 des annexes.
Rayonnage à tablettes fixe	Structure de rangement fixe dans laquelle les objets sont stockés sur des tablettes (Fig. 10).



Figure 10 Rayonnage à tablettes fixe dans les réserves du MAZ © He-Arc, Gaëtan Guillod, 2022.

¹⁵⁶ Jacot, 2017, p.2.

¹⁵⁷ Illes, 2004, p.111.

¹⁵⁸ Illes, 2004, p.111.

¹⁵⁹ Illes, 2004, p.112.

¹⁶⁰ De Ruijter, 2010, p.17.

¹⁶¹ Jacot, 2021, p.4.

Ravageurs

Désignent des organismes vivants capable d'altérer, d'endommager et de détruire des biens culturels. Les principaux ravageurs sont les microorganismes comme les moisissures, les insectes et les rongeurs¹⁶².

Revêtement par poudre

Procédé de revêtement sec et exempt de solvants d'éléments métalliques (généralement en aluminium et en acier) ayant une fonction protectrice et esthétique. Une laque en poudre extrêmement fine et sèche est chargée par des électrodes avant d'être projetée sur la surface métallique à revêtir au moyen de pistolets. La pièce recouverte de cette poudre est ensuite chauffée à des températures entre 180 °C et 200 °C¹⁶³.

Structures mobiles

Aussi appelées « compactus », ces structures de rangement sont montées sur des chariots se déplaçant sur un système de rails permettant de n'avoir qu'une seule allée de desserte nécessaire pour pouvoir accéder à toutes les structures, puisque l'on peut déplacer l'entièreté des chariots pour accéder à la rangée voulue (Fig. 11).



Figure 11 Exemple de structure mobile © Prevert^{GmbH}

Structure de rangement

« ...désigne le type de matériel choisi pour le stockage (meuble à plans, râtelier, structure mobile, grille à tableaux, etc.) ... »¹⁶⁴.

¹⁶² Strang et Kigawa, 2021 [En ligne].

¹⁶³ Revêtement par poudre, 2019 [En ligne].

¹⁶⁴ Jacot, 2021, p.4.

Système de suspension d'œuvres enroulées

Ce mode de stockage consiste à enrouler une œuvre en textile autour d'un cylindre en carton non acide¹⁶⁵. Le cylindre est ensuite traversé par un tube en métal dont les extrémités reposent sur une structure de rangement (Fig. 12).



Figure 12 Exemple d'œuvres conservées enroulées © Museum of Natural History of the University of Iowa, 2014.

Travée

Désigne la colonne verticale d'une structure de rangement constituée d'unités de rangement*. Voir schéma 14 à la page 41 des annexes.

Unité de rangement

Désigne un emplacement spécifique de rangement comme un tiroir, une tablette, une caisse ou une grille à tableaux¹⁶⁶. Voir le schéma 14 à la page 41 des annexes.

Liste des abréviations

COV	:	Composés volatils organiques*
HES	:	Haute école spécialisée
hxLxp	:	Hauteur x Longueur x Profondeur
MAZ	:	Museum Altes Zeughaus
OG	:	Obergeschoss (étage)
pH	:	Potentiel hydrogène
UG	:	Untergeschoss (sous-sol)

¹⁶⁵ Rangement des textiles à l'aide de tubes, 2010 [En ligne].

¹⁶⁶ Jacot, 2021, p.4.

Listes des figures

Figure 1 Bâtiment principal du MAZ © HE-Arc CR, Gaëtan Guillod 2021	5
Figure 2 Bâtiment accueillant les réserves du MAZ © HE-Arc CR, Gaëtan Guillod 2021	5
Figure 3 Armoire à suspension dans les réserves du MAZ © He-Arc, Gaëtan Guillod, 2022.	38
Figure 4 Exemple de caisse gerbable © utzgroup.ch	38
Figure 5 Exemple de rayonnage cantilever double © Kaiser+Kraft, 2022.	39
Figure 6 Chandelle de levage sous un canon à la Fondation pour le matériel historique de l'armée suisse © He-Arc, Gaëtan Guillod, 2022	39
Figure 7 Grilles à tableaux mobiles © Compactus & Bruynzeel AG, 2022.....	41
Figure 8 Meuble à drapeaux © Compactus & Bruynzeel AG, 2022.	42
Figure 9 Meuble à plan dans les réserves du MAZ © He-Arc, Gaëtan Guillod, 2022.	42
Figure 10 Rayonnage à tablettes fixe dans les réserves du MAZ © He-Arc, Gaëtan Guillod, 2022.	43
Figure 11 Exemple de structure mobile © Prevert ^{GmbH}	44
Figure 12 Exemple d'œuvres conservées enroulées © Museum of Natural History of the University of Iowa, 2014.	45

Liste des tableaux

Tableau 1 Coefficient de manipulation par système de stockage	12
Tableau 2 Synthèse des caractéristiques de la réserve « Lager UG »	14
Tableau 3 Synthèse des systèmes de rangement existants dans la réserve « Lager UG »	15
Tableau 4 Synthèse des caractéristiques de la réserve « Lager 1. OG Bilderdepot »	16
Tableau 5 Synthèse des systèmes de rangement existants dans la réserve « Lager 1. OG Bilderdepot »	16
Tableau 6 Synthèse des caractéristiques de la réserve « Lager 1. OG 1 »	17
Tableau 7 Synthèse des systèmes de rangement existants dans la réserve « Lager 1. OG 1 »	17
Tableau 8 Synthèse des caractéristiques de la réserve « Lager 1. OG 2 »	18
Tableau 9 Synthèse des systèmes de rangement existants dans la réserve « Lager 1. OG 2 »	19
Tableau 10 Synthèse des caractéristiques de la réserve « Lager 2. OG 1 »	19
Tableau 11 Synthèse des systèmes de rangement existants dans la réserve « Lager 2. OG 1 »	20
Tableau 12 Synthèse des caractéristiques de la réserve « Lager 2. OG 2 »	21
Tableau 13 Synthèse des systèmes de rangement existants dans la réserve « Lager 2. OG 2 »	22
Tableau 14 Description de la réserve « Lager 3. OG 1 »	23
Tableau 15 Synthèse des systèmes de rangement existants dans la réserve « Lager 3. OG 1 »	23
Tableau 16 Description de la réserve « Lager 3. OG 2 »	23
Tableau 17 Synthèse des systèmes de rangement existants dans la réserve « Lager 3. OG 2 »	24
Tableau 18 Synthèse de la répartition de la surface au sol des réserves	25
Tableau 19 Synthèse des résultats des systèmes de stockage conservés	27
Tableau 20 Synthèse des résultats pour les structures mobiles.	29
Tableau 21 Synthèse des résultats pour les cantilevers fixes.	30
Tableau 22 Synthèse des résultats pour les grilles à tableaux mobiles.	30
Tableau 23 Synthèse des résultats pour les grilles à tableaux murales.	31
Tableau 24 Synthèse des résultats pour les meubles à drapeaux	31
Tableau 25 Synthèse des résultats pour les œuvres enroulées.	32
Tableau 26 Synthèse des résultats pour les objets stockés sur palette.	32
Tableau 27 Synthèse des résultats pour les objets stockés hors système de rangement.	33
Tableau 28 Synthèse des résultats de l'évaluation spatiale	34
Tableau 29 Détails du coût des systèmes de rangement	35

Bibliographie

Bacs gerbables RAKO [En ligne]. Utz Holding AG, 2022 [consulté le 5 juillet 2022].

<https://www.utzgroup.ch/bacs-gerbables-rako/?f.1.filter.term=78>

Compactus XTR Technical Datasheet [En ligne]. Compactus & Bruynzeel AG, 2019 [consulté le 5 juillet 2022]. <https://bruynzeel.fr/brochures/>

Dignard, Carole et Mason, Janet. « Le soin des cuirs, des peaux et des fourrures ». In *Institut canadien de conservation* [En ligne]. 2018 [consulté le 28 juin 2022].

<https://publications.gc.ca/site/fra/9.862601/publication.html>

George, Patrick *et al.* *L'essence du bois*. Edition du patrimoine, Centre des monuments nationaux, Paris, 2020.

Charges permanentes et charges d'exploitation [En ligne]. BTP cours, 2022 [consulté le 10 juillet 2022].

https://btp-cours.com/charges-permanentes-et-charges-dexploitation/#IV_-_CHARGES_DEXPLOITATION

Domjan, Alexis. *Réactions acide-base : série 2*. Support de cours distribué dans le cadre du module AN2.1 « Acides et bases » de la formation Bachelor in Conservation à la Haute Ecole Arc Conservation-restauration de Neuchâtel. Neuchâtel, 2020, non publié.

Goffard, Carole. « Evitez l'erreur : le choix de matériaux stables pour le stockage et l'exposition des collections muséales ». In *CeRoArt* [En ligne], 3, 2009 [consulté le 5 juillet 2022].

<https://journals.openedition.org/ceroart/1150>

De Ruijter, Martijn. « Guide sur la protection du patrimoine 5 : La manipulation des collections dans les réserves ». In *UNESCO* [En ligne], 2010 [consulté le 6 juillet 2022].

https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000187931_fre

Illes, Véroniques. *Guide de manipulation des collections*. Somogy éditions d'art, Paris, 2004.

Jacot, Thierry. *Evaluation spatiale des collections*. Support de cours du module BC2.3 « Évaluation spatiale des collections et organisation des réserves » de la formation Bachelor in Conservation à la Haute Ecole Arc Conservation-restauration de Neuchâtel. Neuchâtel, 2021, non publié.

Jacot, Thierry. *Les réserves patrimoniales*. Support visuel du module BW3.2 de la formation Bachelor in Conservation à la Haute Ecole Arc Conservation-restauration de Neuchâtel. Neuchâtel, 2020, non publié.

Jacot, Thierry. *Les facteurs environnementaux : Les polluants*. Support de cours du module AC2.1 de la formation Bachelor in Conservation à la Haute Ecole Arc Conservation-restauration de Neuchâtel. Neuchâtel, 2017, non publié.

Ladonne, Frédéric. « Fonctionnalités des réserves : principes, fonctionnalités, maintenance, programmation et choix architecturaux ». In *Les réserves : pour une gestion optimale des collections* [En ligne], p.39-69, 2014 [consulté le 20 juin 2022]. <https://mediatheque-numerique.inp.fr/Dossiers-de-formation/Reserves-pour-une-gestion-optimale-des-collections>

Le bois et ses dérivés [En ligne]. Centre de conservation du Québec, 2011 [consulté le 18 mai 2022].

https://preservart.ccg.gouv.qc.ca/documents/bois_fr.pdf

Lord, Barry et al. *Manual of museum planning: sustainable space, facilities, and operations*. AltaMira Press, Lanham, 2012.

Moore, Barbara P. et al. « Storage furniture ». In Elkin, Lisa et al. *Preventive conservation : collection storage*. Society for the Preservation of Natural History Collections, New York, 2019, p.615-639.

Museum Altes Zeughaus. *Sammlungskonzept 2019-2023*. Concept des collections rédigés par le Museum Altes Zeughaus pour la période 2019-2023. Soleure, 2018, non publié.

Opitz, Cindy. « A Textile-Hanging System Composed of Readily Available Hardware Materials ». In *STASH* [En ligne], 2014 [consulté le 25 juin 2022]. <https://stashc.com/the-publication/storage-furniture/racking-systems/a-textile-hanging-system-composed-of-readily-available-hardware-materials/>

Païn, Silvia. « Modalité de rangement des collections patrimoniales ». *CRBC*, 36, 2020, p.146-168.

Prevart^{GmbH}. *Anleitung zur Erfassung eines Mengengerüsts für die Depotplanung*. Prevart^{GmbH}, 2021, non publié.

Rangement des textiles à l'aide de tubes [En ligne]. Notes de l'Institut canadien de conservation, 13/3, 2009 [consulté le 18 mai 2022]. <https://www.canada.ca/fr/institut-conservation/services/publications-conservation-preservation/notes-institut-canadien-conservation/rangement-textiles-tubes.html>

Rayonnage cantilever [En ligne]. Manutan.ch, 2022 [consulté le 16 juin 2022].

<https://www.manutan.ch/fr/fab/rayonnage-cantilever#productBeginIndex:0&>

RE-ORG [En ligne]. Centre international d'études pour la conservation et la restauration des biens culturels, 2017 [consulté le 28 avril 2022]. <https://www.iccrom.org/fr/section/conservation-preventive/re-org>

Revêtement par poudre [En ligne]. Ramseier Rubigen AG, 2019 [consulté le 10 juillet 2022].

<https://raru.ch/fr/revetement-par-poudre/>

Strang, Thomas J.K. « Stratégies de lutte préventive contre les infestations et méthodes de détection ». In *Notes de l'Institut canadien de conservation* [En ligne], 3/1, 2019 [consulté le 27 juin 2022].

Strang, Tom et Kigawa, Rika. « Agent de détérioration : Ravageurs ». In *Institut canadien de conservation* [En ligne]. 2021 [consulté le 15 juillet 2022]. <https://www.canada.ca/fr/institut-conservation/services/agents-deterioration/ravageurs.html#pest-parasites1>

Stutz, Walter. *Bewaffnung und Ausrüstung der Schweizer Armee seit 1817 : Artillerie II*. Verlag Stocker-Schmid, Dietikon-Zürich, 1977.

Terminologie et usage [En ligne]. CHStat : Plateforme statistique des cantons et des villes suisses, 2022 [consulté le 5 juin 2022]. <http://www.chstat.ch/fr/badac/definitions.php>

Tétréault, Jean. « Lutte contre les polluants dans les musées et les archives ». In *Bulletins techniques de l'ICC* [En ligne], 37, 2021 [consulté le 5 juillet 2022].

Tétreault, Jean. « Revêtements pour l'exposition et la mise en réserve dans les musées ». In Bulletins techniques de l'ICC, 21, 1999.

Walston, Sue et Bertram, Brian. « Estimating space for the storage of ethnographic collections ». In La conservation préventive, Actes du colloque ARAAFU, Paris, 8-10 octobre, 1992, p.137-144.

Wills, Chuck. Die illustrierte Geschichte der Waffen. Bassermann, München, 2007.

Évaluation spatiale des réserves du Museum Altes Zeughaus en vue de leur déménagement

Annexes

Mémoire présenté par :

Guillod Gaëtan

Pour l'obtention du

Bachelor of Arts HES-SO en Conservation
Objets scientifiques, techniques et horlogers

Année académique 2021-2022

Remise du travail : 18.07.2022

Jury : 22.08.2022

Nombre de pages : 57

Table des matières

1.	Documentation photographique	2
2.	Documentation graphique.....	23
3.	Tableaux	24
4.	Schémas.....	33
5.	Structure et utilisation des fichiers Excel®	42
6.	Estimation du coût des systèmes de Compactus & Bruynzeel AG.....	43
7.	Plans des espaces	44
	Liste des figures.....	50
	Liste des graphiques	55
	Liste des tableaux	55
	Liste des schémas	56
	Liste des documents.....	56
	Liste des plans	57

1. Documentation photographique



Figure 13 Escalier menant au 2^{ème} étage © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 14 Conduites d'eau situées au-dessus des collections © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 15 Chaudière du chauffage dans la réserve du sous-sol © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 16 Rue en pente menant à la réserve du sous-sol © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 17 Gabarit d'une tablette de 125x60 cm © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 18 Gabarit d'un tiroir avec dimension intérieure de 110x59.4 cm © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 19 Système de stockage des cartouchières au musée national suisse © musée national suisse, 2022.



Figure 20 Gabarit permettant d'imiter le système de stockage des cartouchières du musée national suisse © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 21 Vue de la réserve « Lager UG » où sont stockés les véhicules et les canons © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 22 Mitrailleuse et caisse sur les palettes « P4 » et « P5 » dans la réserve « Lager UG » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 23 Sacoches et cartouchières dans le meuble à plans « S3 » dans la réserve « Lager UG » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 24 Armoires à tablettes « M1 » et « M2 » dans la réserve « Lager UG » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 25 Rayonnage à tablettes « A » fixe contre le mur sud dans la réserve « Lager UG » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 26 Rayonnage à tablettes fixe « B » contre le mur ouest dans la réserve « Lager UG » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.

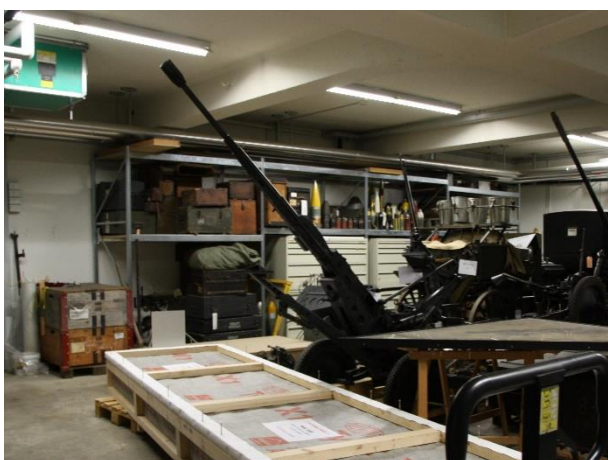


Figure 27 Rayonnage à tablettes « C » fixe contre le mur nord dans la réserve « Lager UG » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.

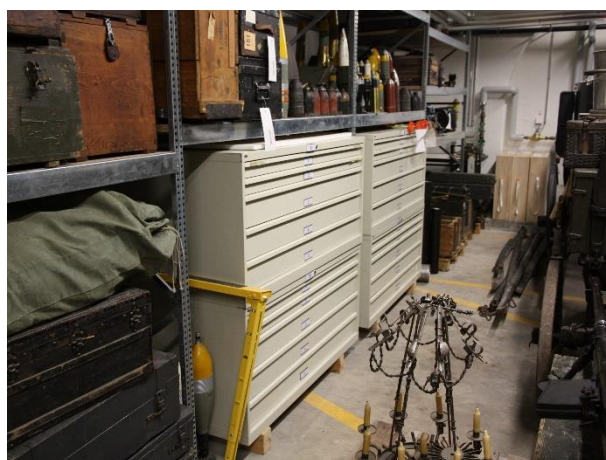


Figure 28 Meubles à plans « S1-S2 » et « S3-S4 » contre le mur nord dans la réserve « Lager UG » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 29 Palette « P11 » dans la réserve « Lager UG » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 30 Arme anti-char dans la zone « Z5 » réserve « Lager UG » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 31 Canons situés dans les zones « Z11 », « Z12 » et « Z15 » dans la réserve « Lager UG » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 32 Canon dépassant de la palette « P28 » sur laquelle il est stocké dans la réserve « Lager UG » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.

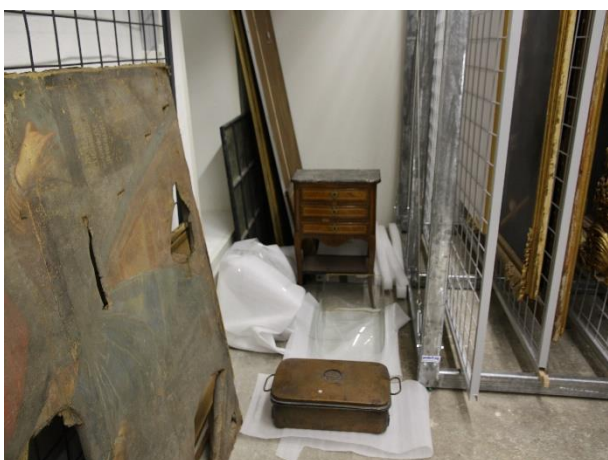


Figure 33 Objets appartenant au Château Waldegg stockés dans la réserve « Lager 1. OG Bilderdepot » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 34 Studio photographique de la réserve « Lager 1. OG Bilderdepot » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.

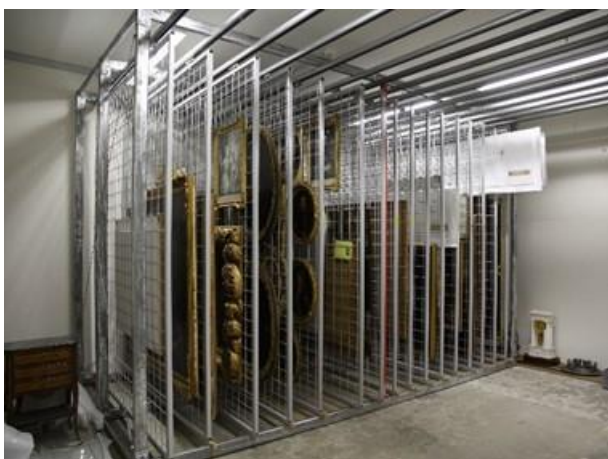


Figure 35 Systèmes de grilles à tableaux mobiles « AB1.1 » dans la réserve « Lager 1. OG Bilderdepot » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.

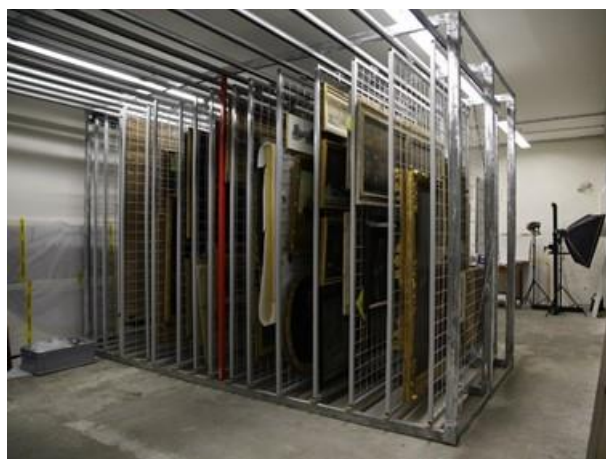


Figure 36 Systèmes de grilles à tableaux mobiles « AB1.2 » dans la réserve « Lager 1. OG Bilderdepot » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 37 Grille à tableaux murale « SB2 » contre le mur sud de la réserve « Lager 1. OG Bilderdepot » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 38 Grille à tableaux murale « SB3 » contre le mur sud de la réserve « Lager 1. OG Bilderdepot » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 39 Grille à tableaux murale « SB1 » contre le mur nord de la réserve « Lager 1. OG Bilderdepot » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 40 Objets au sol dans la zone « Z1 » dans la réserve « Lager 1. OG Bilderdepot » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 41 Objets au sol dans la zone « Z1 » dans la réserve « Lager 1. OG Bilderdepot » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 42 Râteliers horizontaux à fusils dans la réserve « Lager 1. OG Bilderdepot » n'ayant pas été pris en compte dans l'évaluation © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.

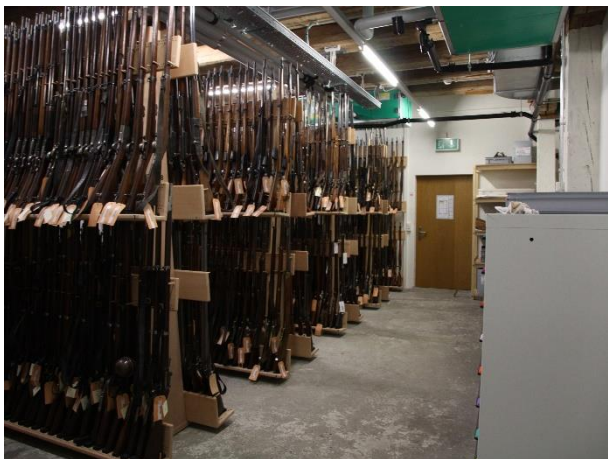


Figure 43 Râteliers à fusils « R1-R10 » contre le mur nord de la réserve « Lager 1. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 44 Râteliers à fusils double « R8-R9 » contre le mur nord de la réserve « Lager 1. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 45 Râteliers à fusils simple « R1 » contre le mur est de la réserve « Lager 1. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 46 Meubles à plans « S1-S5 » contre le mur sud de la réserve « Lager 1. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 47 Meubles à plans « S4-S5 » contre le mur sud de la réserve « Lager 1. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 48 Pistolets conservés dans un tiroir du meuble à plans « S1 » dans la réserve « Lager 1. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 49 Accessoires de pistolet conservés dans un tiroir du meuble à plans « S4 » dans la réserve « Lager 1. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 50 Rayonnage à tablettes fixe « A » dans la réserve « Lager 1. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 51 Meubles à plans « S1-S2 » contre le mur nord dans la réserve « Lager 1. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 52 Rangée de rayonnages à tablettes fixes « A » dans la réserve « Lager 1. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 53 Rangée de rayonnages à tablettes fixes « B » dans la réserve « Lager 1. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 54 Rangée de rayonnages à tablettes fixes « C » dans la réserve « Lager 1. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 55 Rangées de rayonnages à tablettes fixes « C », « D » et « E » dans la réserve « Lager 1. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 56 Rayonnage cantilever « K » contenant la collection d'armes d'hast dans la réserve « Lager 1. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 57 Meubles à plans « S3-S4 » dans la réserve « Lager 1. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 58 Rangée de rayonnages à tablettes fixes « F » dans la réserve « Lager 1. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 59 Armoire à suspension « H2 » dans la réserve « Lager 1. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 60 Armoire à suspension « H1 » dans la réserve « Lager 1. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 61 Caisses contenant des baïonnettes dans la zone « Z1 » dans la réserve « Lager 1. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 62 Objets situés dans la zone « Z2 » dans la réserve « Lager 1. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 63 Caisses au sol situées dans la zone « Z3 » dans la réserve « Lager 1. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 64 Caisses situées dans la zone « Z3 » dans la réserve « Lager 1. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 65 Table située dans la zone « Z3 » dans la réserve « Lager 1. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 66 Bouclier conservé sur la table située dans la zone « Z3 » dans la réserve « Lager 1. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 67 Rangée de rayonnages à tablettes fixes « A » contre le mur est de la réserve « Lager 2. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 68 Meuble à drapeaux « FS » contre le mur ouest de la réserve « Lager 2. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 69 Système de support d'œuvres en textile enroulées « FR2 » dans la réserve « Lager 2. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 70 Système de support d'œuvres en textile enroulées « FR1 » dans la réserve « Lager 2. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 71 Hampes de drapeaux dans la zone « Z1 » de la réserve « Lager 2. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 72 Chapeaux dans des cartons dans la zone « Z2 » de la réserve « Lager 2. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 73 Drapeaux encadrés situés dans la zone « Z3 » de la réserve « Lager 2. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 74 Caisseries empilées situées dans la zone « Z4 » de la réserve « Lager 2. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 75 Rayonnage à tablettes fixe « H1 » contre le mur est de la réserve « Lager 2. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 76 Rangée de rayonnages à tablettes fixes « A » dans la réserve « Lager 2. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 77 Rangées de rayonnages à tablettes fixes « A » et « B » dans la réserve « Lager 2. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 78 Rangées de rayonnages à tablettes fixes « B » et « C » dans la réserve « Lager 2. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 79 Rangées de rayonnages à tablettes fixes « D » et « E » dans la réserve « Lager 2. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.

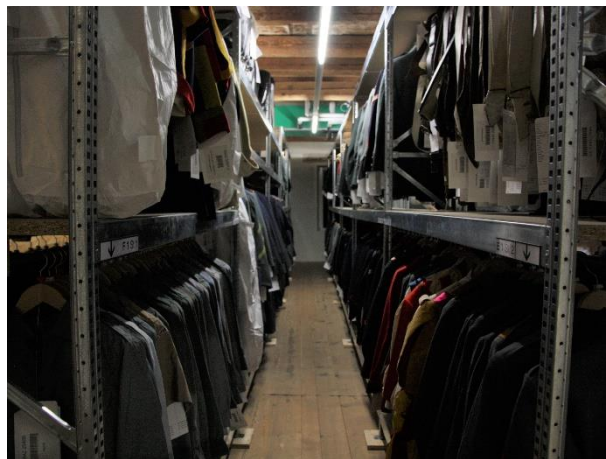


Figure 80 Rangées de rayonnages à tablettes fixes « E » et « F » dans la réserve « Lager 2. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.

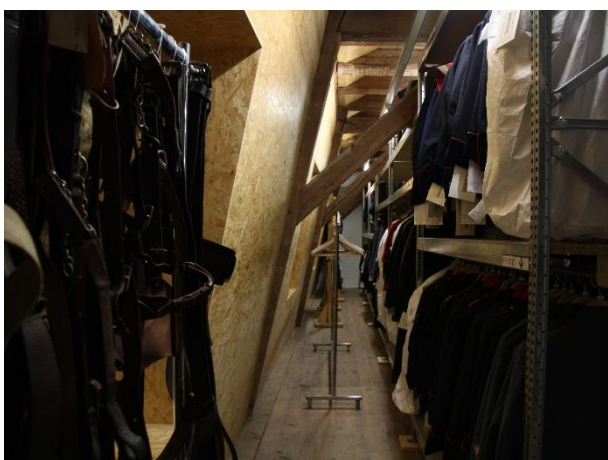


Figure 81 Rangée de rayonnages à tablettes fixes « F » dans la réserve « Lager 2. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 82 Hampes de drapeaux conservées dans les rayonnages à tablettes fixes « D » dans la réserve « Lager 2. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 83 Sacs conservés dans les rayonnages à tablettes fixes « C » dans la réserve « Lager 2. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 84 Uniformes conservés dans les rayonnages à tablettes fixes « E » dans la réserve « Lager 2. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 85 Bottes conservées dans les rayonnages à tablettes fixes « F » dans la réserve « Lager 2. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.

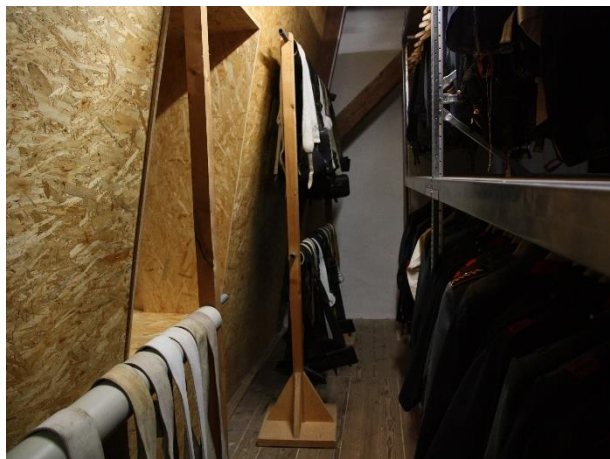


Figure 86 Portant à vêtement mobile « KS1 » dans la réserve « Lager 2. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.

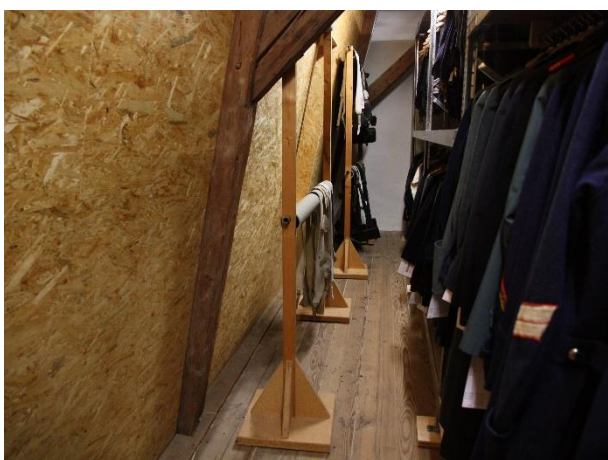


Figure 87 Portant à vêtement mobile « KS2 » dans la réserve « Lager 2. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 88 Portant à vêtement mobile « KS3 » dans la réserve « Lager 2. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 89 Rayonnage à tablettes fixe « G1 » contre le mur de la réserve « Lager 2. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 90 Collection des ceintures suspendues à des tringles dans le rayonnage « G1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 91 Escalier menant à l'annexe de stockage de matériaux de conditionnement dans la réserve « Lager 3. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 92 Rayonnage à tablettes fixe « A » contre le mur est de la réserve « Lager 2. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 93 Caisses militaires situées dans la zone « Z1 » dans la réserve « Lager 3. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 94 Vélos situés dans la zone « Z2 » dans la réserve « Lager 3. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 95 Objets situés dans la zone « Z3 » dans la réserve « Lager 3. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 96 Selles et matériel militaire situés dans la zone « Z4 » dans la réserve « Lager 3. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 97 Meuble à plans « S3 » dans la réserve « Lager 3. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 98 Palettes « P1 » et « P2 » dans la réserve « Lager 3. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 99 Système de grilles à tableaux mobiles « AB » dans la réserve « Lager 3. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.

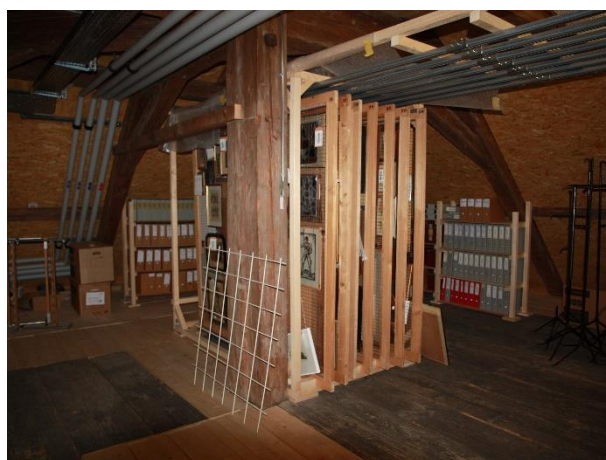


Figure 100 Système de grilles à tableaux mobiles « AB » dans la réserve « Lager 3. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 101 Rangées de rayonnages à tablettes fixes « A » et « B » dans la réserve « Lager 3. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 102 Rangées de rayonnages à tablettes fixes « A » et « B » dans la réserve « Lager 3. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 103 Accessoires d'artillerie dans la zone « Z1 » dans la réserve « Lager 3. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 104 Eperons dans la zone « Z2 » dans la réserve « Lager 3. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 105 Œuvres sur papier dans la zone « Z3 » dans la réserve « Lager 3. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 106 Cadres dans la zone « Z4 » dans la réserve « Lager 3. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 107 Lustre dans la zone « Z4 » dans la réserve « Lager 3. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 108 Mannequins dans la zone « Z5 » dans la réserve « Lager 3. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 109 Objets au sol dans la zone « Z4 » de la réserve « 3. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 110 Rangée de rayonnages encombrée © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 111 Rayonnage sous-utilisé © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 112 Hauteur d'espace inadaptée aux objets © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.

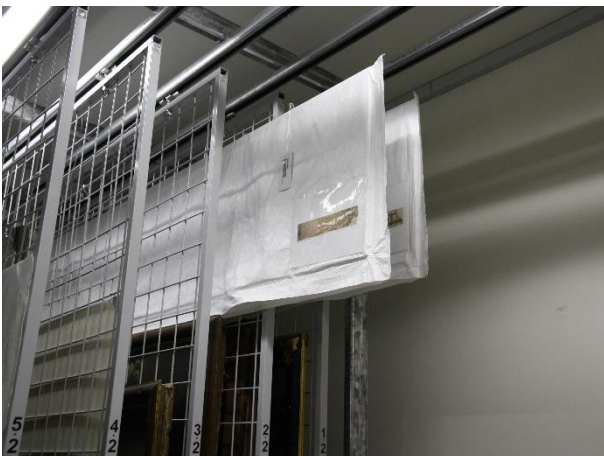


Figure 113 Objets dépassant de son unité de rangement © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 114 Pneu fendu d'un canon © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 115 Objets en cuir stockés dans des positions les déformant © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 116 Meuble en bois © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 117 Unité de rangement en bois aggloméré © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.

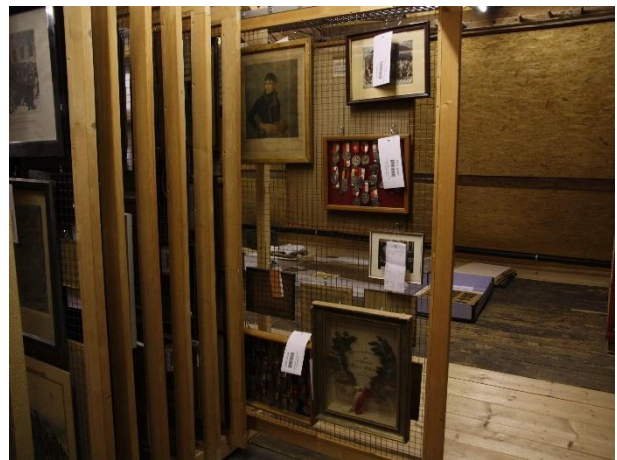


Figure 118 Grille à drapeaux coincée à cause de la déformation du bois © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 119 Structure mobile © Prevar^tGmbH.



Figure 120 Structure mobile avec une grille centrale © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 121 Tablettes dans une structures mobile au Musée national suisse © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 122 Tiroir d'une structure mobile © Prevalt^{GmbH}.



Figure 123 Support de stockage pour armes blanches au Château de Morges et ses Musées © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.

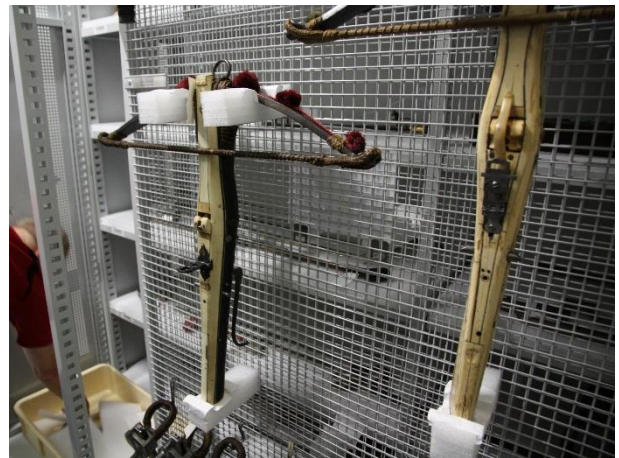


Figure 124 Arbalètes stockées sur des grilles au Musée nationale suisse © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 125 Boucliers stockés sur des grilles au Musée national suisse © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 126 Supports de stockage des boucliers au Musée national suisse © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 127 Supports de stockage des cartouchières au Musée national suisse © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 128 Prototype de conditionnement pour les ceintures © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 129 Armes blanches stockées dans des tiroirs de structures mobiles au Musée national suisse © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 130 Armes d'hast rangées sur un cantilever au Historisches Museum Basel © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



Figure 131 Grilles à tableaux mobiles au Château de Morges et ses Musées © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.

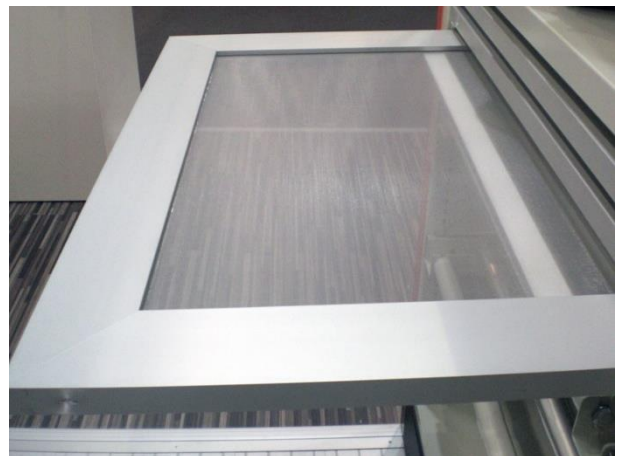


Figure 132 Plan en aluminium et en textile pour les meubles à drapeaux © Compactus & Bruynzeel, 2022.



Figure 133 Système de suspension des œuvres enroulées au Museum of Natural History de l'université de l'Iowa © Museum of Natural history of the University of Iowa, 2014.



Figure 134 Prototype de crochet pour tube en acier © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



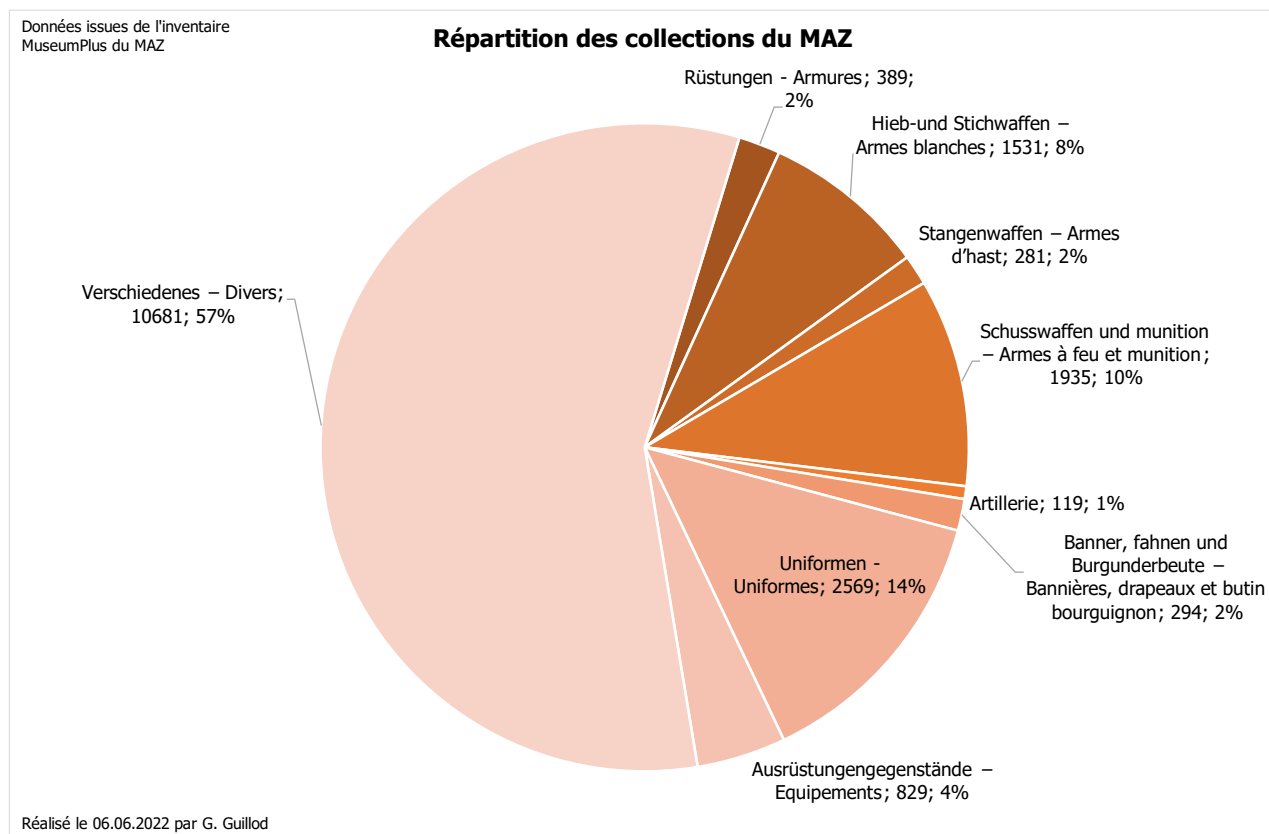
Figure 135 Ballon conservé dans une caisse en bois © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.



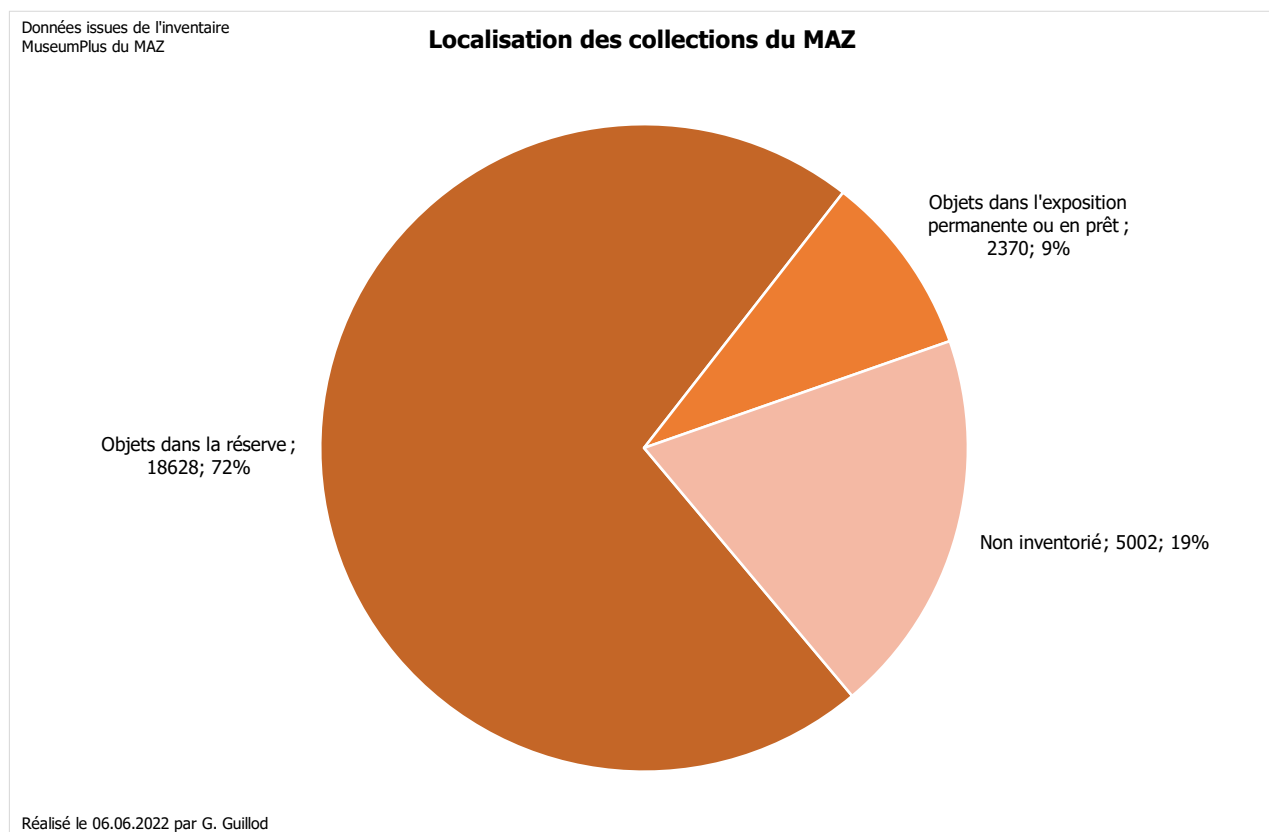
Figure 136 Chandelle de levage sous un canon à la Fondation du matériel historique de l'armée suisse (HAM) © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.

2. Documentation graphique

Graphique 1 Répartition des collections du MAZ © Gaëtan Guillod, He-Arc CR 2022



Graphique 2 Répartition des collections © Gaëtan Guillod, He-Arc CR 2022.



3. Tableaux

Tableau 30 Description des catégories de poids.

Description des catégories de poids		
Nom de la catégorie	Définition	Exemple
Léger	Objets pouvant être portés par une seule personne sans équipement sur une longue distance et qui ne sont pas encombrants.	Epées, œuvres graphiques, uniformes
Moyen	Objets encombrants pouvant être portés par une seule personne sans équipement sur une courte distance.	Armures, hampes de drapeau, caisses
Lourd	Objets encombrants devant être portés par deux personnes sans équipement sur une courte distance ou par une seule personne avec de l'équipement (chariot, etc.).	Caisses, boulets de canon, mitrailleuses
Très lourd	Objets encombrants devant être manipulés à plusieurs avec de l'équipement (transpalette)	Canons, véhicules, meubles

Tableau 31 Coefficients d'accroissement par collection et coefficient d'accroissement pondéré général.

Collections	Nombre d'objet acquis en 20 ans	Nombre d'objet par collection actuellement	Coefficient d'accroissement	Coefficient d'accroissement pondéré
Archive	22	440	5.0%	0.2%
Artillerie	2	119	1.7%	0.0%
Ausrüstungsgegenstände	58	829	7.0%	0.6%
Banner, Fahnen, Burgunderbeute	2	294	0.6%	0.0%
Hieb-und Stichwaffen	46	1531	3.0%	0.4%
Rüstungen	2	389	0.5%	0.0%
Schusswaffen und Munition	58	1935	3.0%	0.6%
Stangenwaffen	20	281	7.0%	0.2%
Uniformen	2	2569	0.1%	0.0%
Verschiedenes	122	2040	6.0%	1.2%
Total :	334	10'427	-	3.2%

Tableau 32 Répartition des collections situées dans les réserves du MAZ, données issues de l'inventaire du MAZ.

Dénomination Allemand – français	Localisation	Nombre d'objets inventoriés	Typologie des objets	Matériaux constitutifs
Artillerie	Lager UG	119	Canon, matériel pour canons	Bois, métal, cuir, matière synthétique
Ausrüstunggegenstände – <i>Equipements</i>	Dans toutes les réserves	829	Très divers p. ex. gamelles, lampes, outils, selles	Métal, cuir, verre, textile, matière synthétique
Banner, fahnen und Burgunderbeute – <i>Bannière, drapeaux et butin bourguignon</i>	Lager 2. OG 1 / 2	294	Drapeaux, bijoux, hampes de drapeaux	Textile, bois, métal
Hieb-und Stichwaffen – <i>Armes blanches</i>	Lager 1. OG 2	1531	Epées, sabres, baïonnettes	Métal, cuir
Rüstungen - <i>Armures</i>	Lager 1. OG 2	389	Armures et casques	Métal, cuir
Stangenwaffen – <i>Armes d'hast</i>	Lager 1. OG 2	281	Hallebardes, lances	Bois, métal, cuir
Schusswaffen und munition – <i>Armes à feu et munition</i>	Lager UG Lager 1 OG 1 / 2	1935	Fusils, pistolets, obus, munitions, baïonnettes (quand attribuées à un fusil)	Bois, métal, matière synthétique
Uniformen - <i>Uniformes</i>	Lager 2. OG 2	2569	Uniformes, chapeaux, casques, épaulettes, boutons, chaussures	Textile, cuir, métal, plumes
Verschiedenes – <i>Divers</i>	Dans toutes les réserves	10'681	Peintures, arts graphiques, instruments de musique, règlements, jouets	Bois, papier, peintures, textile, cuir, matière synthétique
Total :		18'628		
Commentaire :		<p>Il y a également les archives de l'institution qui sont conservées dans les réserves, elles représentent environ 24 mètres linéaires (mL).</p> <p>La catégorie « Verschiedenes » contient plus de 8637 soldats de zinc qui n'ont pas été pris en compte dans le calcul du coefficient d'accroissement à la demande de l'institution.</p>		

Tableau 33 Synthèse des dénominations utilisées pour la localisation des espaces et des structures de rangement du MAZ.

Abréviation	Nom en allemand	Nom en français
AB	Ausziehbare Bilderwände	Grille à tableaux mobile
A - G	Regal	Rayonnage à tablettes fixe
Bilderdepot	Bilderdepot	Dépôt des tableaux
FR	Fahnenrolle	Support pour œuvres en textile enroulées
FS	Fahnenschrank	Meuble à drapeaux
H	Hängeschrank	Armoire à suspension
K	Kragarmregal	Cantilever
KS	Kleiderständer	Portant à vêtement
Lager	Lager	Réserve
OG	Obergeschoss	Etage
M	Schrank	Armoire à tablettes
P	Palette	Palette
R	Gewehrständer	Râtelier
S	Schubladenmöbel	Meuble à plans
SB	Stationäre Gemälde Rahmen	Grille à tableaux fixe
UG	Untergeschoss	Sous-sol
Z	Zone Objekte außer Aufbewahrungssystem	Zone d'objets hors système de stockage
Commentaire :	Les abréviations sont utilisées pour identifier les rangées, ensuite chaque travée est numérotée à partir de 1 (A1, A2, ...). Certaines travées qui sont seules n'ont pas de numéro après l'abréviation. La numérotation des unités de rangement commence par celle située le plus bas (A1.1, A1.2, ...).	

Tableau 34 Synthèse des systèmes de rangement existants

Structure de rangement	Dimensions des travées (hLp) [cm]	Nombre de travée	Surface au sol [m ²]
Rayonnages à tablettes fixes	133x314x38	2	1.2
	133x322x38	3	1.2
	215x106x70	1	0.7
	250x203x70	2	1.4
	260x180x108	37	132.4
	260x200x108	26	
Total :		71	136.9
Meubles à plans	153x122x62	1	0.8
	141x100x71	3	2.1
	141x121x71	2	1.7
	145x110x80	1	0.9
	110x140x102	1	1.4
	70x146x110	2	(1.6) ¹
	70x146x111	4	(3.2)
Total :		14	6.9
Système de suspension d'œuvres enroulées	151x350x33	1	2.4
	141x342x33	1	
Total :		2	2.4
Grille à tableaux mobiles	226x634x132	30	27.5
	270x678x40	14	8.4
Total :		44	35.8
Grilles à tableaux murales	200x200x9	2	0.5
	200x100x9	1	
Total :		3	0.5
Râteliers à fusils	245x360x53	2	3.8
	245x360x84	4	12.1
Total :		6	15.9
Armoires à tablettes	200x100x40	2	0.8
Armoires de suspension	101x160x76	2	(2.4)
Meuble à drapeaux	210x432x163	1	7
Portants fixes	210x183x42	2	1.5
Portants mobiles	178x190x52	1	1
Rayonnage cantilever	243x428x139	1	5.9
Palettes	12.2x120x80	27	40.9
Objets au sol	-	-	115.6
Surface totale occupée par les collections (arrondie) :			372

¹ Les surfaces entre parenthèses sont celles de systèmes qui se trouvent sous des rayonnages à tablettes fixes et n'ont pas été pris en compte pour le calcul de la surface occupée par les collections.

Tableau 35 Synthèse des systèmes de rangement requis.

Structure de rangement	Dimensions des travées (hLp) [cm]	Nombre de travée	Surface au sol [m ²]
Structures mobiles	250x125x40	14	7
	250x125x60	180	135
	250x250x60	8	12
	250x125x80	140	140
	250x250x80	12	24
	250x125x120	4	6
	250x250x120	6	18
Total :			342
Surface d'accroissement sur 20 ans (arrondie) :			11
Surface totale avec coefficient de circulation (x1.7) (arrondie) :			601
Rayonnages cantilevers	200x270x109	5	14.7
	200x405x109	5	21.8
Total :			37
Surface d'accroissement sur 20 ans (arrondie) :			2
Surface totale avec coefficient de circulation (x2.5) (arrondie) :			98
Grilles à tableaux mobiles	200x250x6	18	29
Surface d'accroissement sur 20 ans (arrondie) :			0
Surface totale avec coefficient de circulation (x2.5) (arrondie) :			73
Grilles à tableaux murales	200x200x15	1	1
Surface d'accroissement sur 20 ans (arrondie) :			0
Surface totale avec coefficient de circulation (x2.5) (arrondie) :			3
Meubles à drapeaux	250x265x265	3	22
	90x520x265	1	14
	160x520x265	1	
Total :			36
Surface d'accroissement sur 20 ans (arrondie) :			2
Surface totale avec coefficient de circulation (x2.5) (arrondie) :			95
Systèmes de suspension d'œuvres enroulées	200x354x40	2	3
	200x224x40	1	1
Total :			4
Surface d'accroissement sur 20 ans (arrondie) :			1
Surface totale avec coefficient de circulation (x2.5) (arrondie) :			13
Palettes	120x80x15.5	15	44
Surface d'accroissement sur 20 ans (arrondie) :			1
Surface totale avec coefficient de circulation (x2.5) (arrondie) :			113
Chandelle de levage	-	20	105
Surface d'accroissement sur 20 ans (arrondie) :			4
Surface totale avec coefficient de circulation (x2.5) (arrondie) :			273
Surface totale requise :			1269
Surface totale requise avec systèmes de rangement conservés :			<u>1337</u>

Tableau 36 Synthèse des unités de rangement des travées de 40 cm de profondeur des structures mobiles.

Unité de rangement (hxLxp) [cm]	Hauteur d'espacement [cm]	Nombre d'unité de rangement	Nombre de travée	Surface au sol [m ²]
Travée avec grille centrale 230x125x40	230	14	14	
Total :		14	14	7

Tableau 37 Synthèse des unités de rangement des travées de 60 cm de profondeur des structures mobiles.

Unité de rangement (e ² Lp) [cm]	Hauteur d'espacement [cm]	Nombre d'unité de rangement	Nombre de travée	Surface au sol [m ²]
3.3x125x60	30	147		
	40	395		
	60	101		
	80	24		
	100	49		
	120	3		
	180	1		
Total :		720	148	111
Tiroir 5x125x60	2	51		
Tiroir 10x125x60	2	306		
Tiroir 15x125x60	2	171		
Total :		528	32	24
Total :			180	135
3.3x250x60	30	29		
	40	9		
	60	5		
Total :		43	8	12

² Epaisseur de l'unité de rangement.

Tableau 38 Synthèse des unités de rangement des travées de 80 cm de profondeur des structures mobiles.

Unité de rangement (e ³ Lp) [cm]	Hauteur d'espacement [cm]	Nombre d'unité de rangement	Nombre de travée	Surface au sol [m ²]
Travée avec grille centrale 230x125x80	230	12		
Total :		12	12	12
3.3x125x80	30	34		
	40	6		
	60	41		
	100	1		
	120	90		
	180	21		
Total :		193	125	125
Tiroir 5x125x80	2	26		
Tiroir 10x125x80	2	8		
Tiroir 15x125x80	2	7		
Total :		41	3	3
Total :			140	140
3.3x250x80	30	3		
	40	7		
	60	5		
	80	2		
	100	5		
	120	5		
Total :		27	12	24

³ Epaisseur de l'unité de rangement.

Tableau 39 Synthèse des unités de rangement des travées de 120 cm de profondeur des structures mobiles.

Unité de rangement (e ⁴ Lp) [cm]	Hauteur d'espacement [cm]	Nombre d'unité de rangement	Nombre de travée	Surface au sol [m ²]
3.3x125x120	40	1		
	60	2		
	120	3		
Total :		6	4	6
3.3x250x120	30	5		
	40	1		
	180	5		
Total :		11	6	18

Tableau 40 Synthèse des accessoires pour les travées des structures mobiles.

Dénomination	Dimensions [cm]	Nombre requis
Broches pour sacoches et ceintures	Env. 0.5 x 60 (øxL)	125
Paroi de fond perforée pour les travées	230x125x0.3 (hxLxp)	11
Tringle de suspension pour les cintres	Env. 2 x 125 (øxL)	143

⁴ Epaisseur de l'unité de rangement.

Tableau 41 Liste des fournisseurs.

Nom du fournisseur	Produits	Contact
Bruynzeel Storage Systems	Structures mobiles, grilles à tableaux, meubles à drapeaux	Moosweg 8, 8500 Frauenfeld https://bruynzeel.ch/fr/ Tél. 052 724 07 24
DO IT + Garden	Etagères murales	https://www.doitgarden.ch/fr/
DS-ARVOTECH AG	Chandelles de levage	Lägerstrasse 11, 5610 Wohlen https://www.ds-arvotech.ch/fr/ Tél. 056 619 79 29
Jumbo	Ecrous, tiges d'acier filetées	https://www.jumbo.ch/fr/
Kaiser+kraft	Cantilevers et palettes	Erlenweg 8, 6312 Steinhausen https://www.kaiserkraft.ch Tél. 021 695 22 82
Leuba Travaux spéciaux SA	Supports objets sur grille	Serroue 6, 2037 Montmollin Tél. 032 730 11 12
MyMetal.ch	Tube en acier	Z.I. Bovery 26, 1868 Collombey-le-Grand https://mymetal.ch/fr/ Tél. 024 472 13 38

4. Schémas

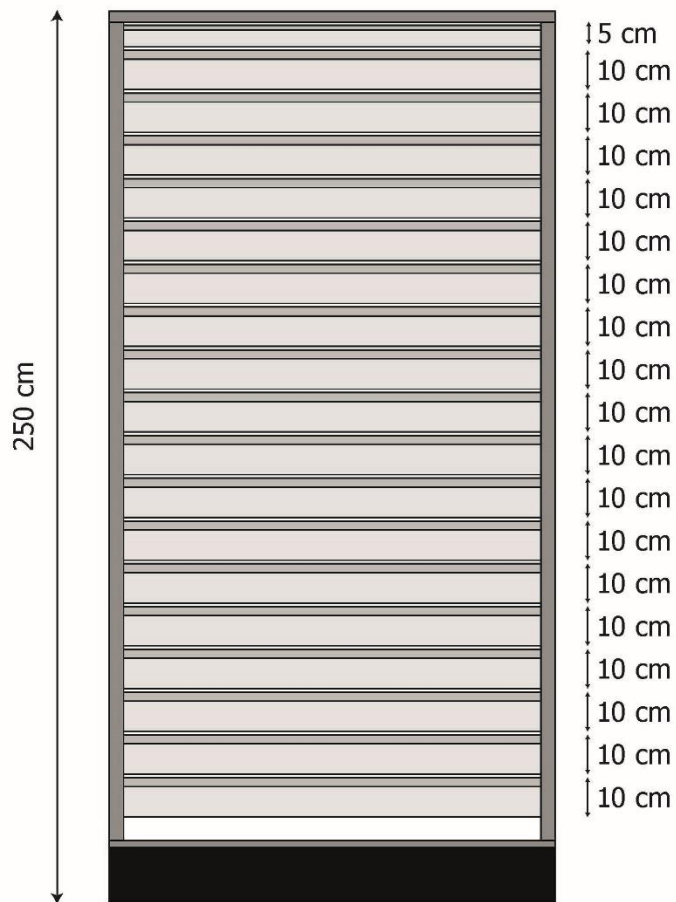


Schéma 2 Hauteur combinée de tiroirs de 1x 5 cm et 18x 10 cm de hauteur dans un rayonnage mobile de 250 cm de haut. ©He-Arc CR, Gaëtan Guillod 2022.

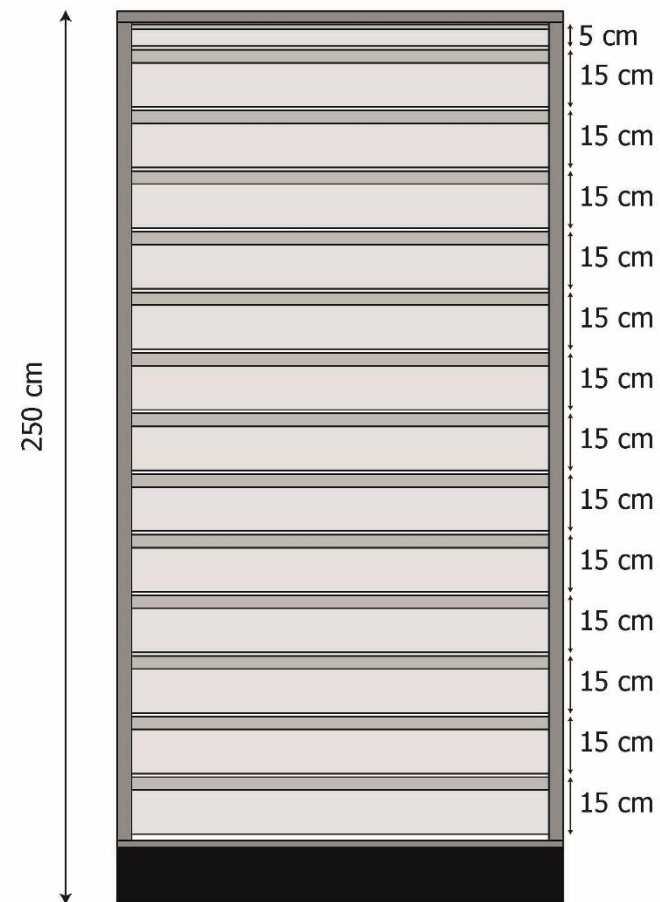
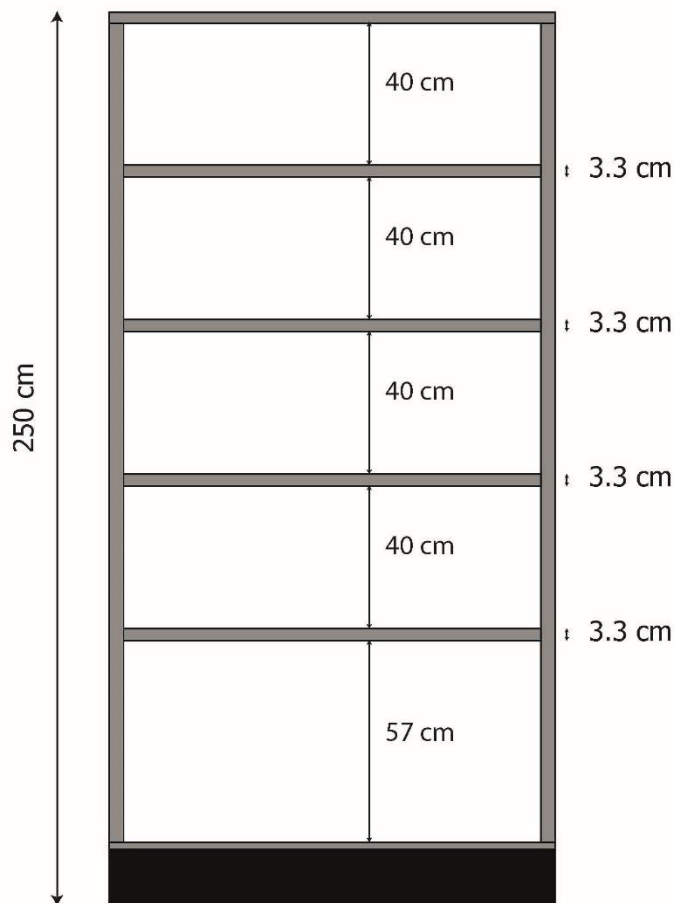
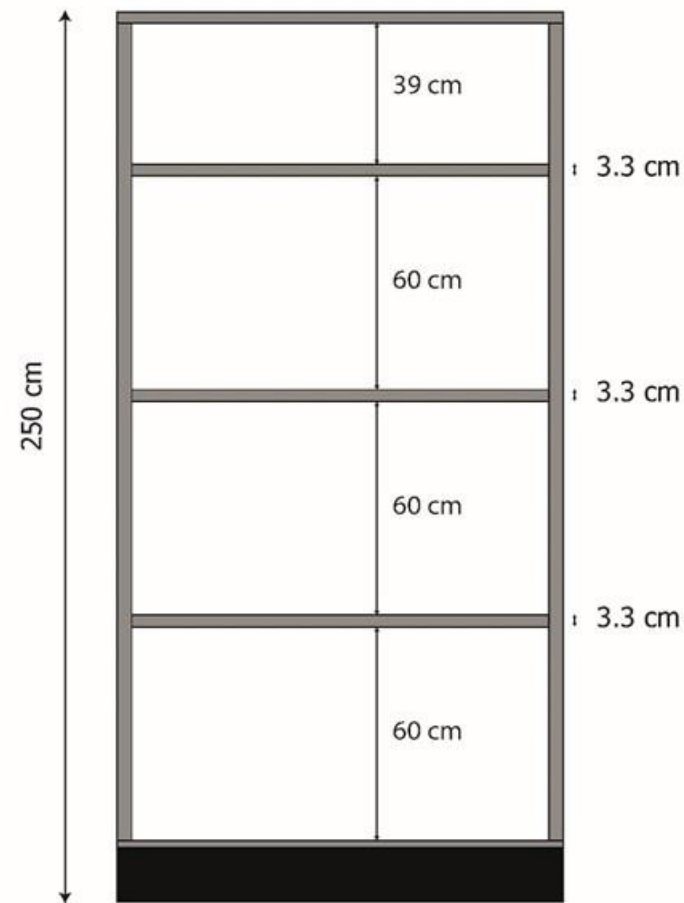


Schéma 3 Hauteur combinée de tiroirs de 1x 5 cm et 13 x 15 cm de hauteur dans un rayonnage mobile de 250 cm de haut. ©He-Arc CR, Gaëtan Guillod 2022



*Schéma 4 Hauteur combinée de 4x 40 cm et 1x 60 cm de hauteur d'espace-
ment dans un rayonnage mobile de 250 cm de haut. ©He-Arc CR, Gaëtan Guillod 2022.*



*Schéma 5 Hauteur combinée de 3x 60 cm et 1x 39 cm de hauteur
d'espace-ment dans un rayonnage mobile de 250 cm de haut. ©He-Arc CR,
Gaëtan Guillod 2022.*

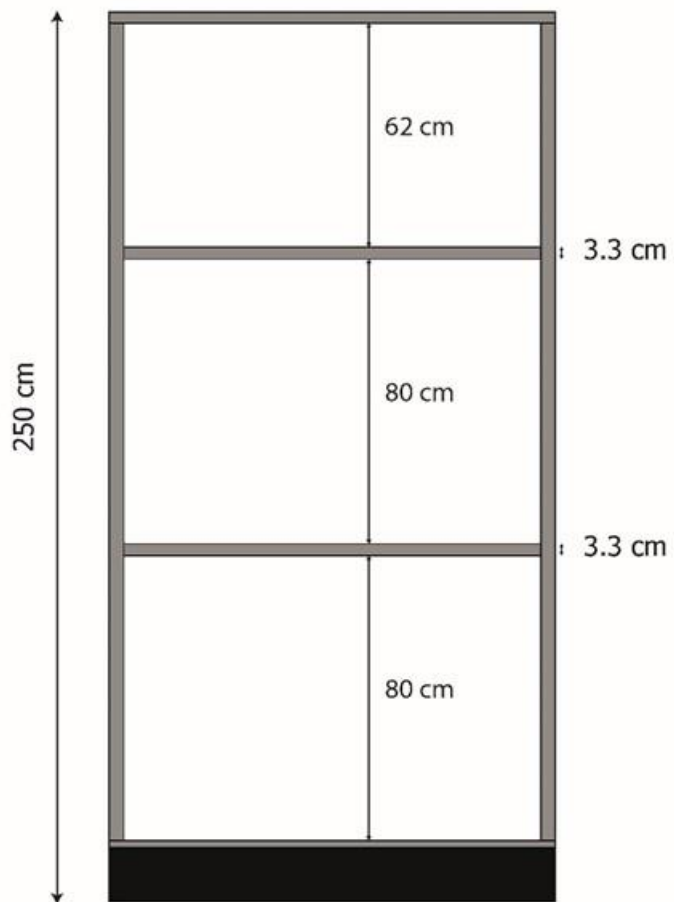


Schéma 6 Hauteur combinée de 2x 80 cm et 1x 62 cm de hauteur d'espacement dans un rayonnage mobile de 250 cm de haut. ©He-Arc CR, Gaëtan Guillod 2022.

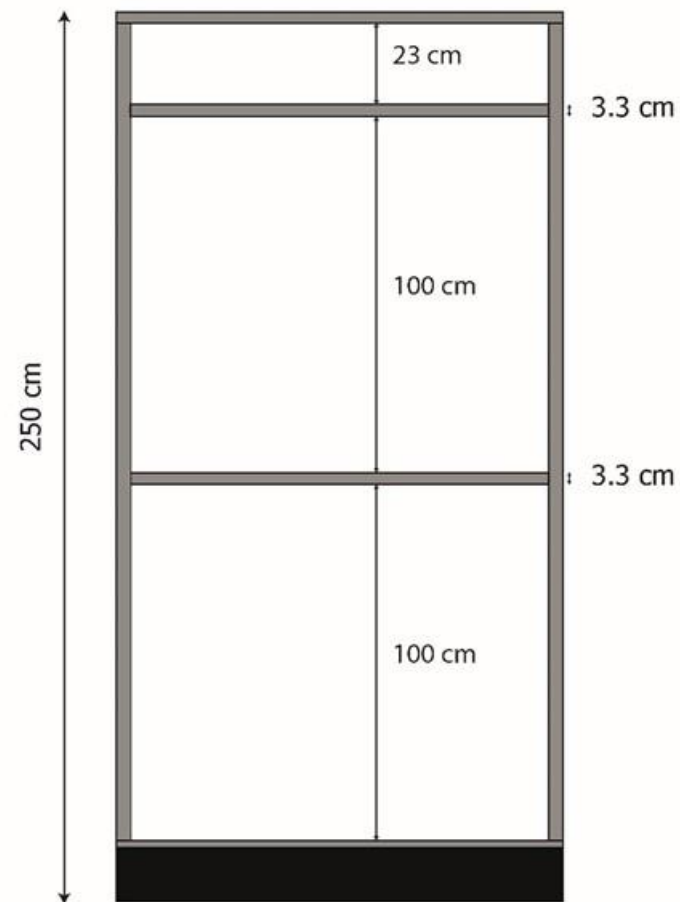
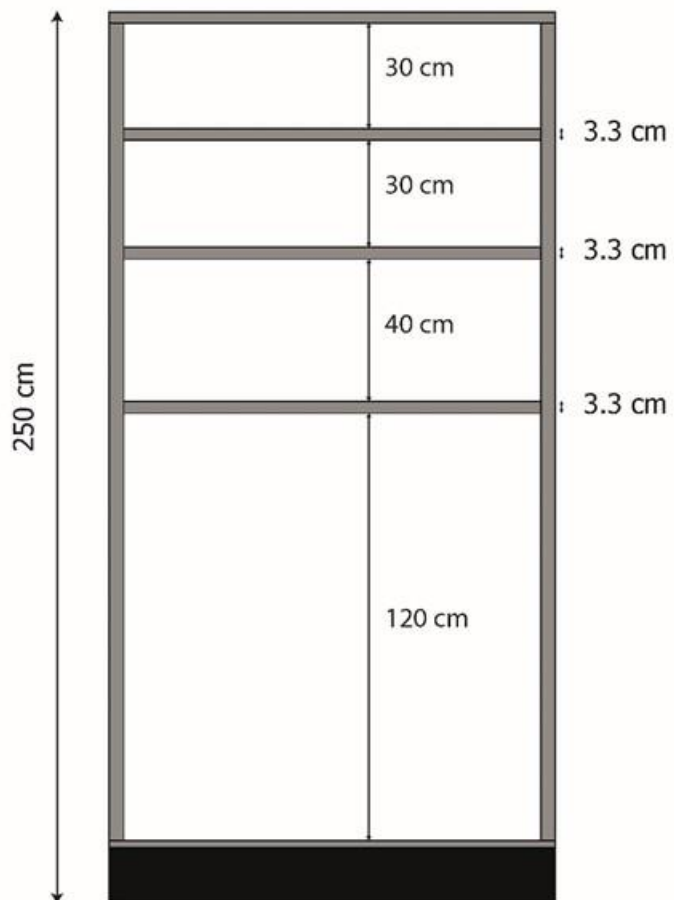
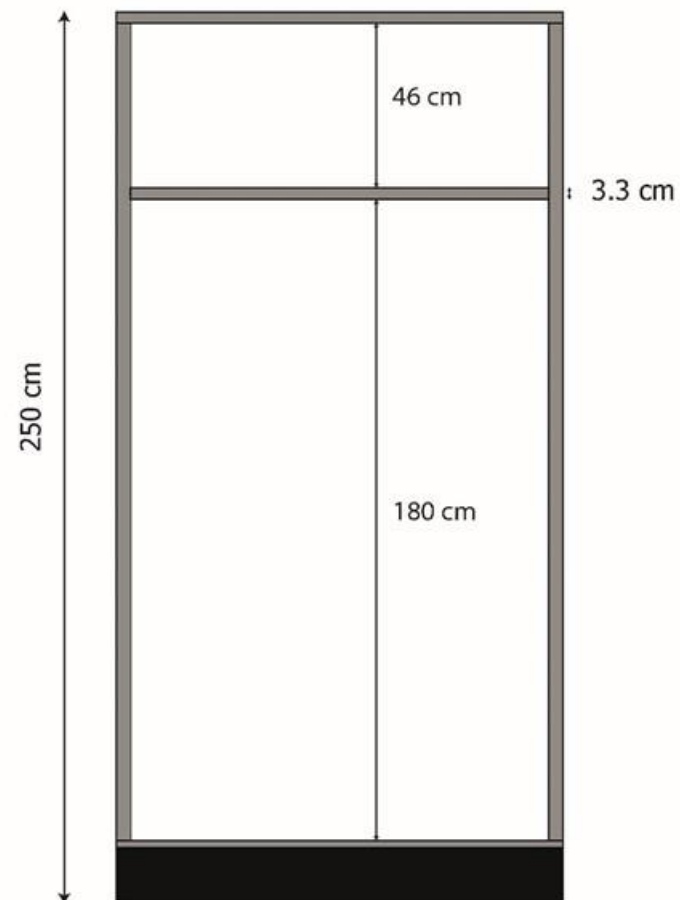


Schéma 7 Hauteur combinée de 2x 100 cm et 1x 23 cm de hauteur d'espacement dans un rayonnage mobile de 250 cm de haut. ©He-Arc CR, Gaëtan Guillod 2022.



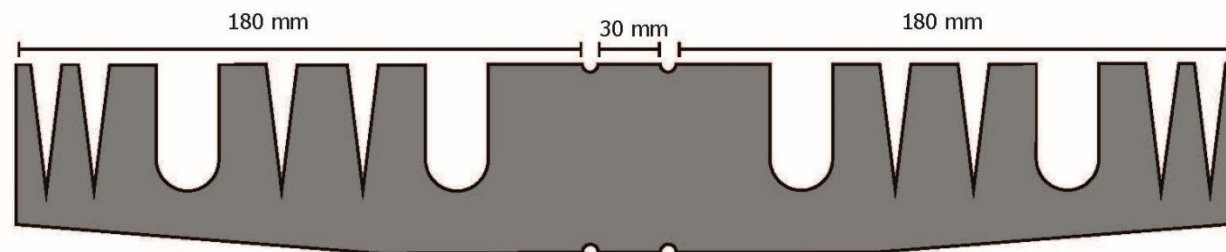
*Schéma 8 Hauteur combinée de 1x 120 cm, 1x 40 cm et 2x 30 cm de hauteur d'espace-
ment dans un rayonnage mobile de 250 cm de haut. ©He-Arc CR, Gaëtan Guillod 2022.*



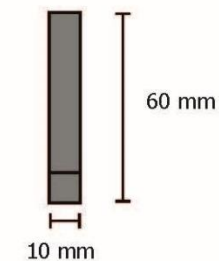
*Schéma 9 Hauteur combinée de 1x 180 cm et 1x 46 cm de hauteur
d'espace-ment dans un rayonnage mobile de 250 cm de haut. ©He-Arc CR,
Gaëtan Guillod 2022.*

Support en polypropylène pour armes blanches sur grille
adapté du concept du Château de Morges et ses Musées

Vue de face



Vue latérale



Détail

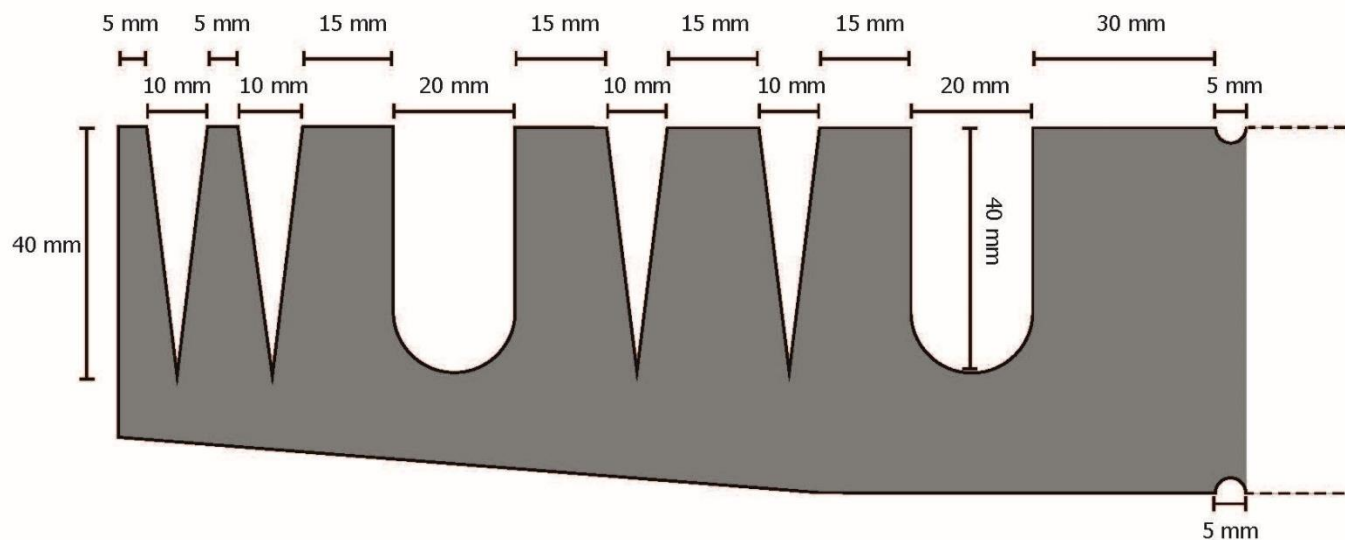


Schéma 10 Support en polypropylène pour armes blanches sur grille adapté du concept développé par le Château de Morges et ses Musées ©He-Arc CR, Gaëtan Guillod 2022.

Support en aluminium pour objets stockés sur grille
adapté du concept du musée national suisse

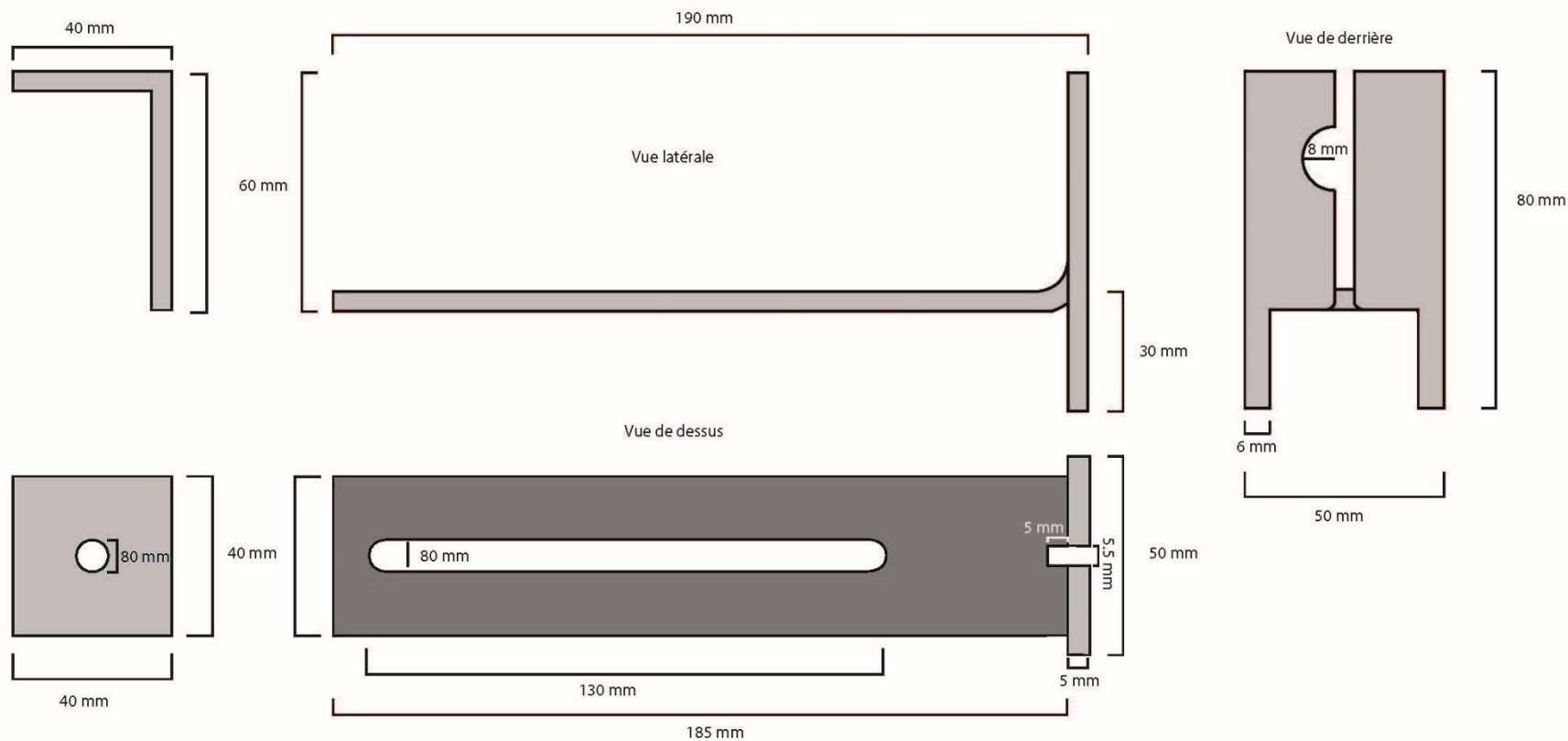


Schéma 11 Support en aluminium pour objets stockés sur grille adapté du concept du Musée national suisse ©He-Arc CR, Gaëtan Guillod 2022.

Meuble à drapeaux

Données techniques :

Dimensions (h x L x p) : 250 x 265 x 265 cm

Dimensions intérieures des tiroirs (h x L x p) : 5 x 250 x 250 cm

20 tiroirs avec 4 cm d'espacement

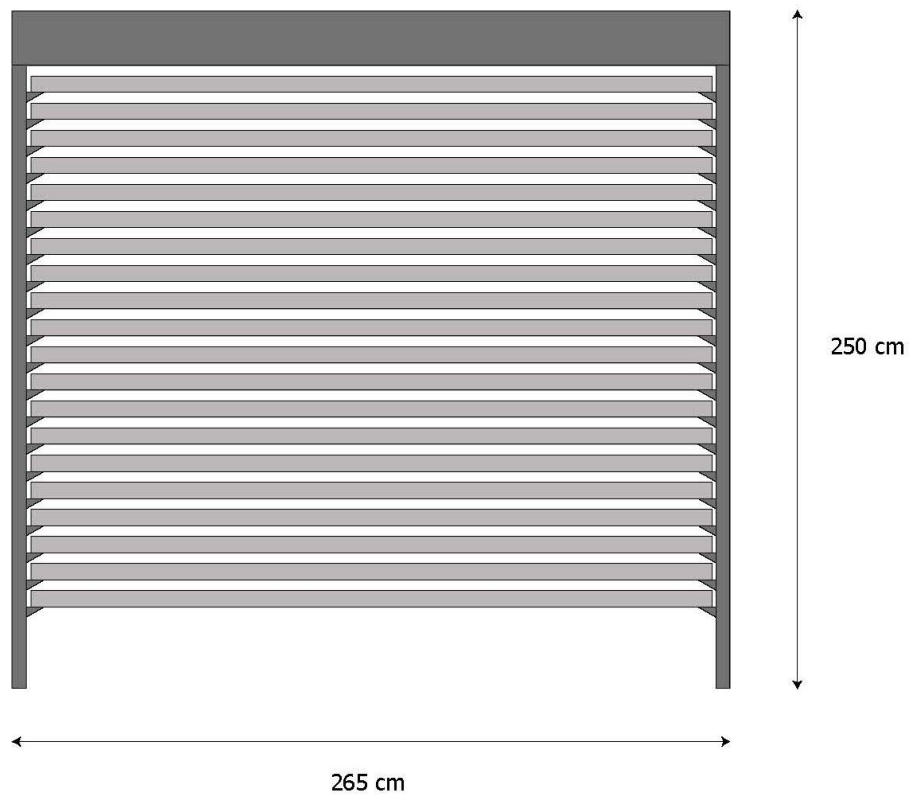


Schéma 12 Meuble à drapeaux standard ©He-Arc CR, Gaëtan Guillod 2022.

Meubles à drapeaux hors norme

Données techniques :

Meuble supérieur :

Dimensions (h x L x p) : 160 x 521 x 265 cm
Dimensions intérieures des tiroirs (h x L x P) : 5 x 250 x 250 cm
20 tiroirs avec 8 cm d'espacement

Meuble inférieur :

Dimensions (h x L x p) : 90 x 521 x 265 cm
Dimensions intérieures des tiroirs (h x L x P) : 5 x 500 x 250 cm
3 tiroirs avec environ 13 cm d'espacement

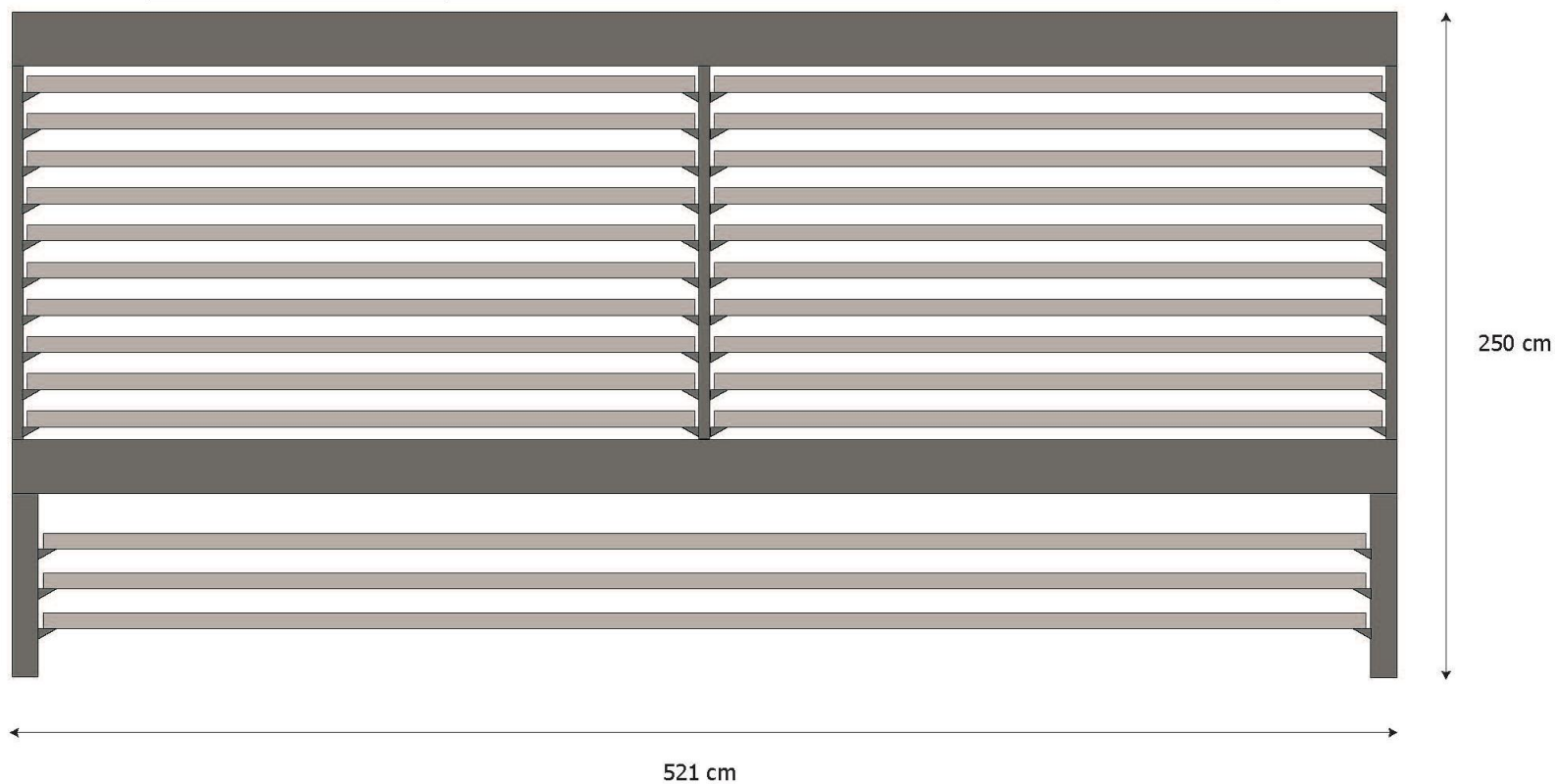


Schéma 13 Meubles à drapeaux pour objets hors norme ©He-Arc CR, Gaëtan Guillod 2022.

- Légende :
- A Travée
 - B Unité de rangement
 - C Tablette
 - D Profondeur de la tablette
 - E Chariot
 - L Rangée
 - ND Profondeur nominale de la travée
 - NL Longueur nominale de la travée

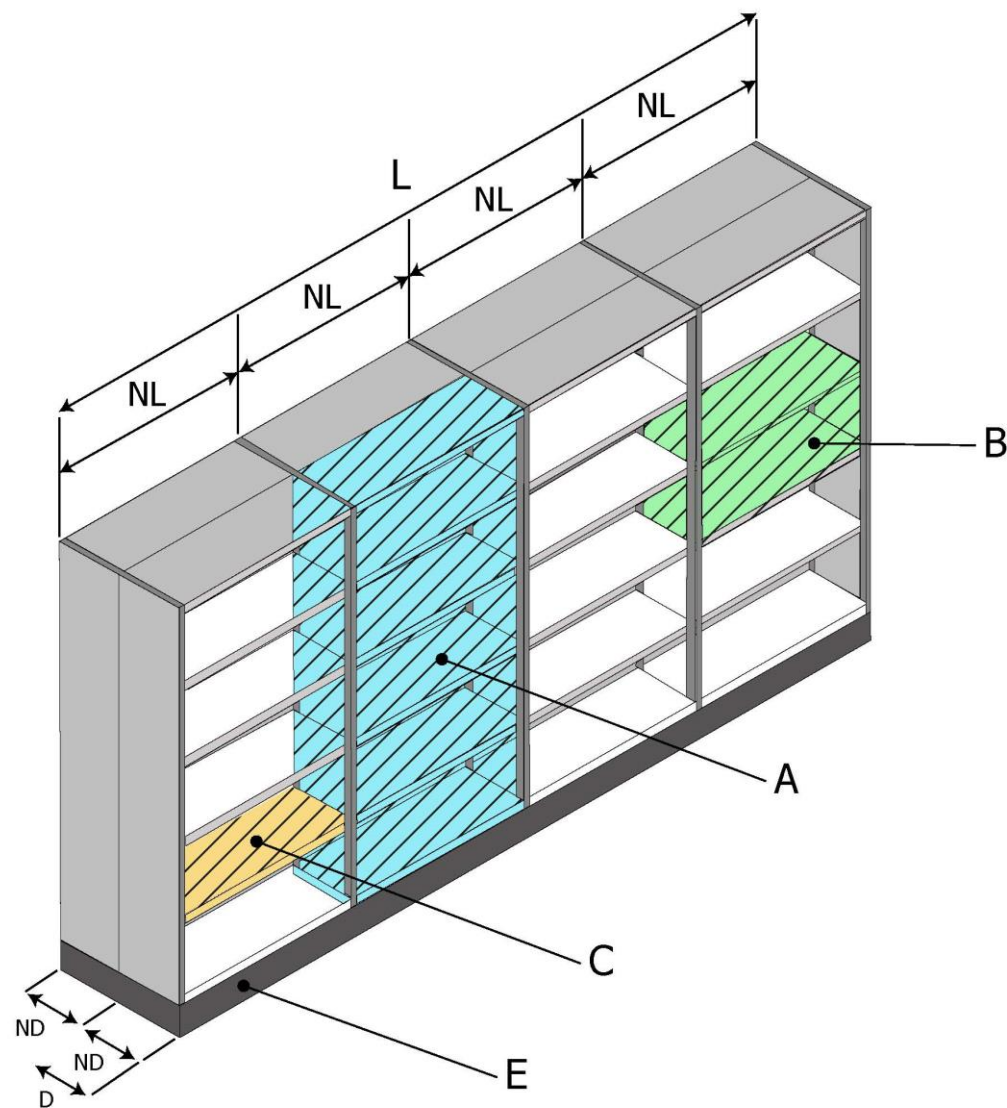


Schéma 14 Les différentes parties d'une structure de rangement ©He-Arc CR, Gaëtan Guillod 2022.

5. Structure et utilisation des fichiers Excel®

Lors de cette évaluation spatiale deux fichiers Excel® ont été utilisés, le premier pour stocker les mesures des systèmes de rangement et le second pour les mesures des objets ainsi que les calculs des structures de rangement nécessaire.

BDD_MAZ_SystemesExistants

Ce fichier contient toutes les mesures des systèmes existants. Le fichier est organisé en 7 classeurs :

- « Systèmes existants » : Mesures hors-tout des structures de rangement ;
- « Rayonnages et cantilever » : Mesures des travées et des unités de rangement des rayonnages à tablettes, du cantilever et des armoires à tablettes ;
- « Meubles à plans et à suspension » : Mesures des meubles à plans et à drapeaux ainsi que les armoires de suspension ;
- « Grilles à tableaux » : Mesures des grilles à tableaux fixes et mobiles ;
- « Portants » : Mesures des portants fixes et mobiles ;
- « Rouleaux suspendus » : Mesures des structures de rangement des œuvres enroulées.

BDD_MAZ_GaetanGuillod_MesuresEtCalculs

Ce fichier contient toutes les mesures des objets et les calculs du nombre de futures structures de rangement nécessaires. Comme chaque méthode de mesure ne nécessite pas les mêmes champs, les mesures des objets sont réparties dans 3 classeurs :

- « Mesures » : Contient toutes les mesures individuelles et par échantillonnage ;
- « Mesures par gabarit » ;
- « Mesures par lot » ;
- « Mesures des drapeaux » : Contient toutes les mesures des drapeaux, ces données viennent de l'inventaire du MAZ.

Les mesures sont traitées dans deux classeurs :

- « Calculs structures mobiles » : Contient les calculs et les résultats des structures mobiles ;
- « Calculs autres systèmes » : Contient les calculs et les résultats pour les grilles à tableaux murales et mobiles, les meubles à drapeaux, les systèmes de suspension d'œuvres enroulées, les cantilevers, les palettes ainsi que les objets hors systèmes de rangement.

Dans le classeur « Calculs structures mobiles », les résultats sont affichés par type d'unité de rangement en les sélectionnant avec une liste déroulante. Il est également possible d'afficher les résultats par catégorie de poids ou par collection. Cela permettra à l'institution de connaître le nombre de travée nécessaire par collection si elle souhaite séparer les collections dans différentes réserves sur la base de leur classement scientifique*.

6. Estimation du coût des systèmes de Compactus & Bruynzeel AG



Richtpreise gültig ab 1.7.2022

Typ 1	Compactus XTR Original 600/2x600 mm	CHF	154'000.00	/ exkl. MwSt.
Typ 2	Compactus XTR Original 800/2x800 mm	CHF	38'000.00	/ exkl. MwSt.
Typ 3	Compactus XTR Original 1200 mm	CHF	2'000.00	/ exkl. MwSt.
Typ 4	Compactus XTR Original – Freiarm 600/2x600 mm	CHF	12'000.00	/ exkl. MwSt.
Typ 5	Compactus XTR Original – Freiarm 800/2x800 mm	CHF	7'000.00	/ exkl. MwSt.
Typ 6	Compactus XTR Original – Freiarm 1x1200 mm	CHF	6'000.00	/ exkl. MwSt.
Typ 7	Compactus XTR Arte Store	CHF	22'000.00	/ exkl. MwSt.
Typ 8	Gitteranlage Penda	CHF	33'000.00	/ exkl. MwSt.
Typ 9	Fixgitter 2000x2000 mm	CHF	2'000.00	/ exkl. MwSt.
Typ 10	Fahnschrank 2650x2650x2500	CHF	114'000.00	/ exkl. MwSt.
Typ 11	Fahnschrank 5200x2650x2500	CHF	65'000.00	/ exkl. MwSt.
TOTAL		CHF	455'000.00	/ exkl. MwSt.

Konditionen:

- Offertgültigkeit max. 3 Woche
- Lieferung/Montage frei Haus geliefert und fertig montiert
- Montagepreis wir gehen davon aus, dass wir alles ebenerdig einbringen können
- Liefertermine mind. 10-12 Produktionswochen nach Klärung aller technischen und kaufmännischen Details
- Zahlung nach Vereinbarung
- Preise gültig bei Komplettabnahme (gem. Layout)
Alle Preise verstehen sich exkl. MwSt.

Wir hoffen, Ihnen mit diesem Richtangebot gedient zu haben und stehen bei der Fortführung dieses Projekt gerne weiterhin mit Rat und Tat zur Verfügung.

Freundliche Grüsse

Compactus & Bruynzeel AG

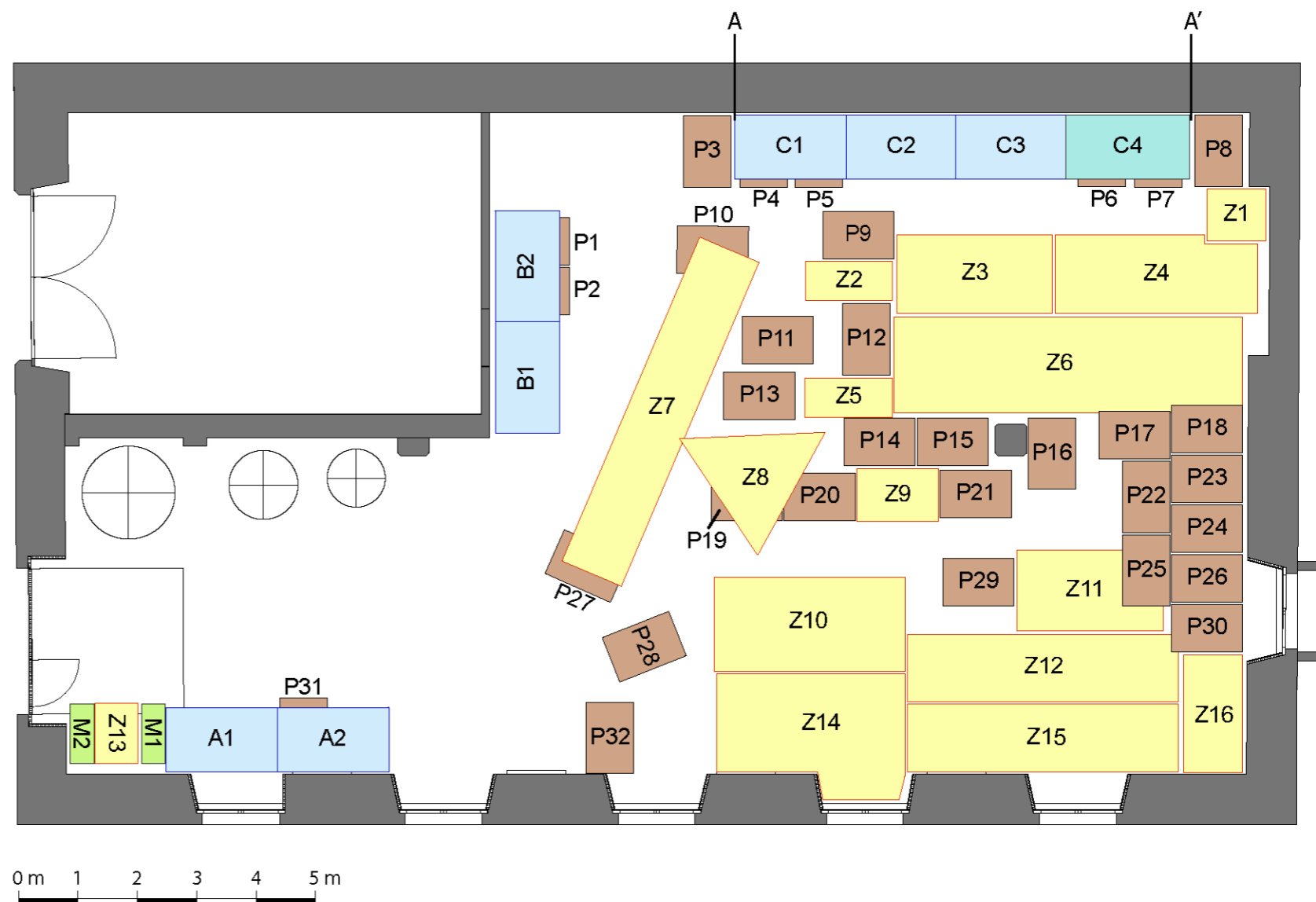
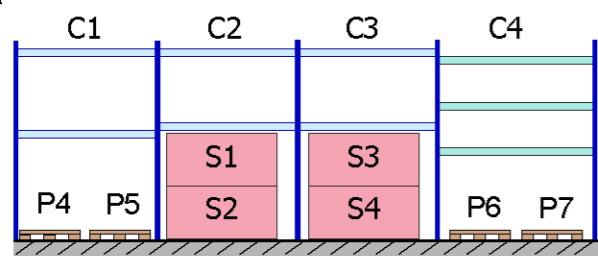
Alessandro Epis
Key Account Manager

Document 1 Estimation du coût des structures de rangement de l'entreprise Compactus & Bruynzeel AG

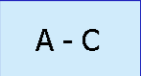


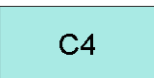


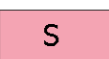


7. Plans des espaces

Réserve du MAZ - Lager UG
 Burrisgraben 17, 4500 Solothurn
 Gaëtan Guillod
 09.05.2022
 1 : 100
 Surface : 186 m²

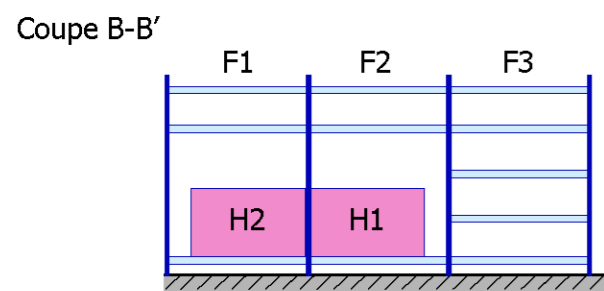
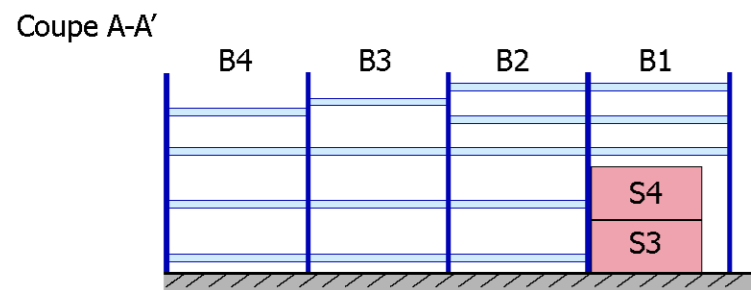
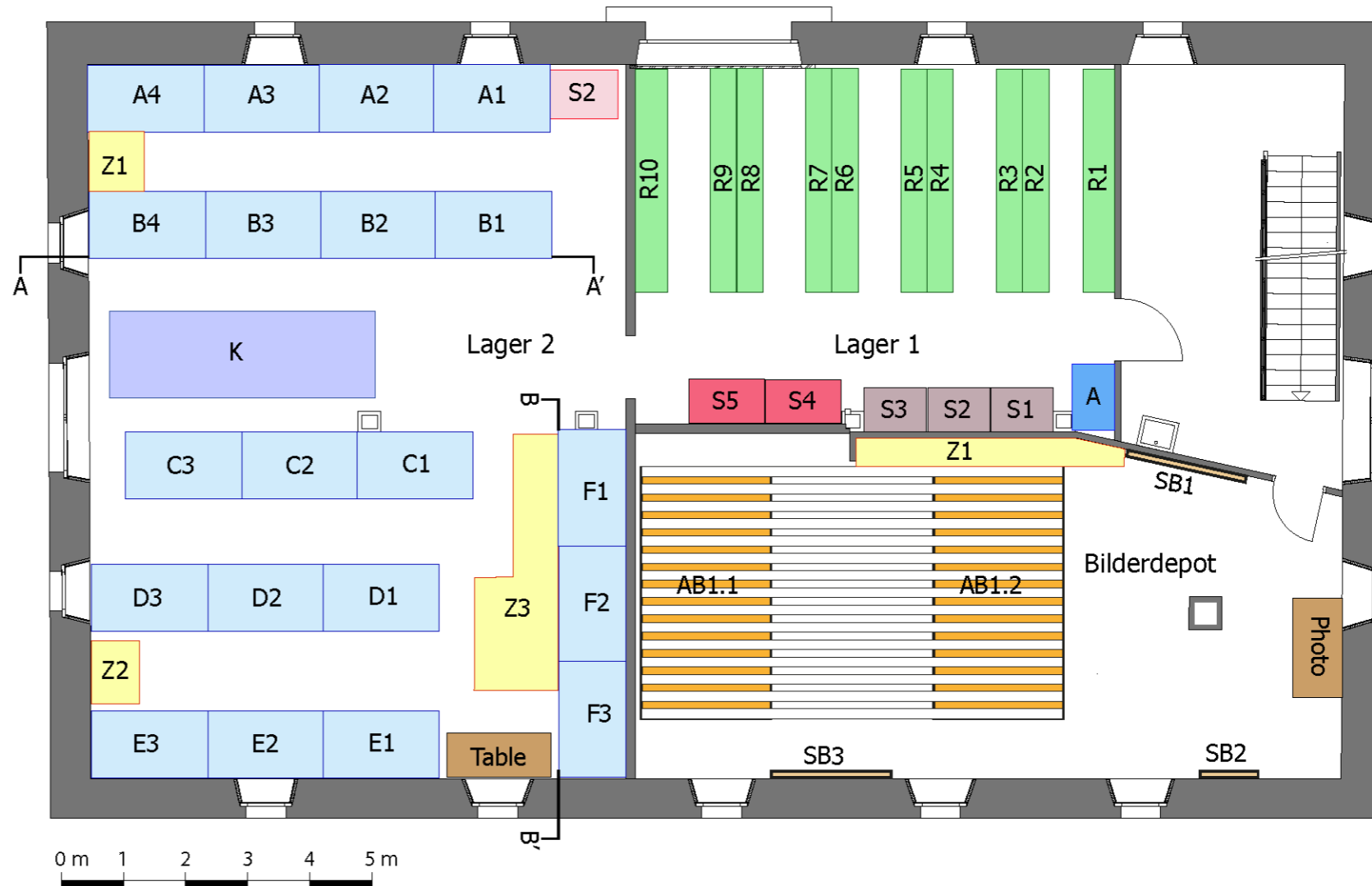
Coupe A-A'



Légende (hxLxp ou hxL [cm]) :

	Rayonnage à tablettes fixe (260 x 180 x 108)		Zone avec objets hors système de rangement		Palettes vue de face (12.2x120x80)
	Rayonnage à tablettes fixe (260 x 200 x 108)		Armoire à tablettes (200 x 100 x 40)		Pilier
	Meuble à plans (70 x 146 x 111)		Palette (12.2x120x80)		Citernes du chauffage

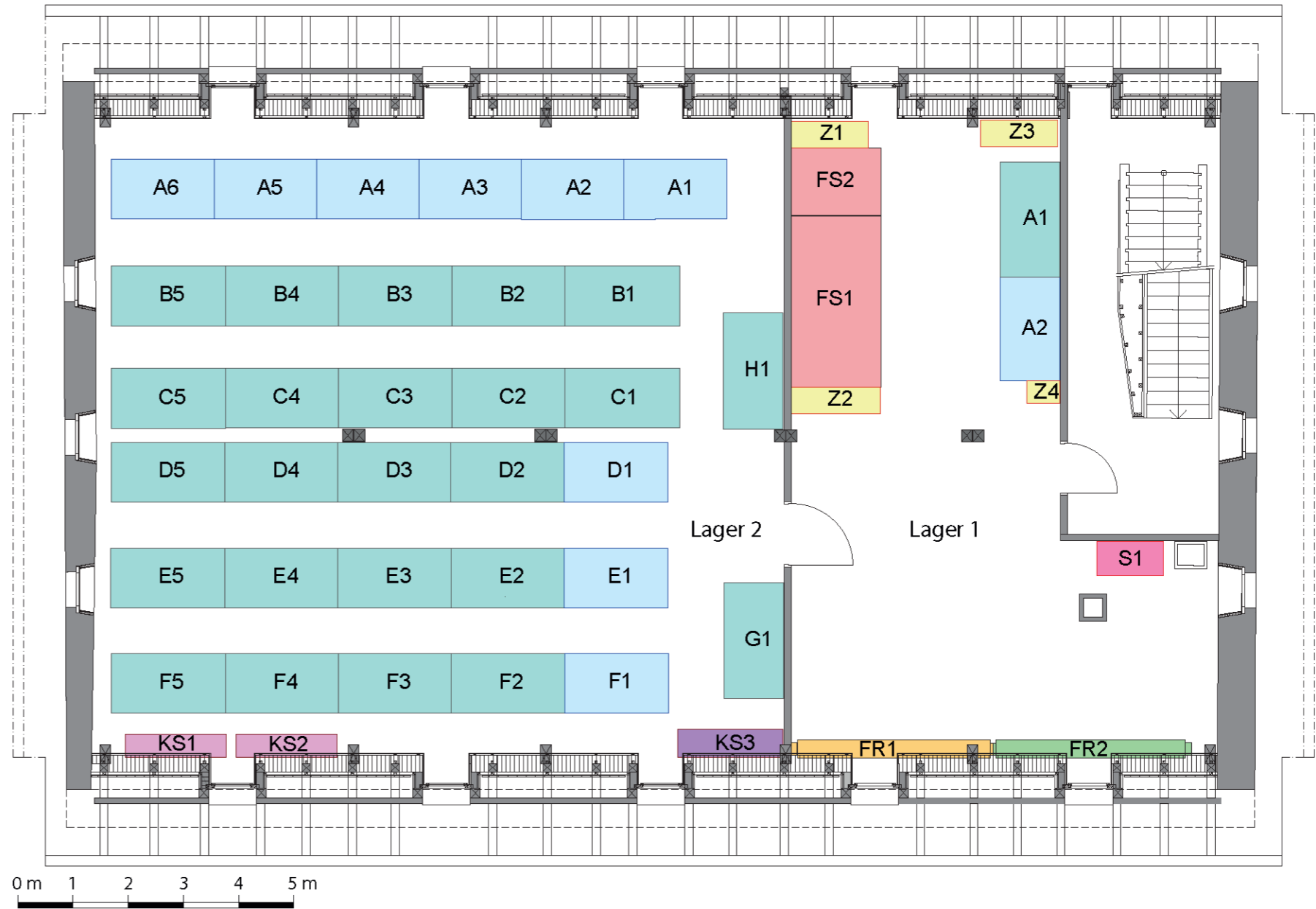
Réserve du MAZ - Lager 1. OG
 Burrisgraben 17, 4500 Solothurn
 Gaëtan Guillod
 09.05.2022
 1 : 100
 Bilderdepot : 60 m²
 Lager 1 : 45 m²
 Lager 2 : 97 m²



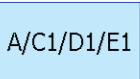
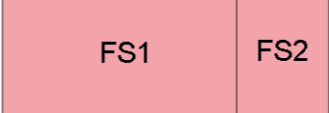

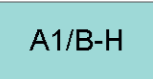


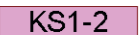
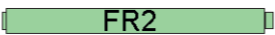




Légende (hxLxp ou hxL [cm]) :

	Rayonnage à tablettes fixe (260 x 180 x 108)		Meuble à plans (145 x 110 x 80)		Grille à tableaux fixe (200 x 200)
	Rayonnage à tablettes fixe (215 x 106 x 70)		Meuble à plans (70 x 146 x 110)		Grilles à tableaux mobiles (270 x 678 x 404)
	Cantilever (243 x 428 x 139)		Meuble à plans (141 x 121 x 71)		Zone avec objets hors système de rangement
	Râtelier pour fusils (245 x 360 x 53)		Meuble à plans (141 x 100 x 71)		Table / Studio photographique
	Râtelier pour fusils (245 x 360 x 42)		Armoire à suspension (90 x 150 x 90)		Colonne
			Grille à tableaux fixe (200 x 100)		Pilier
					Lavabo

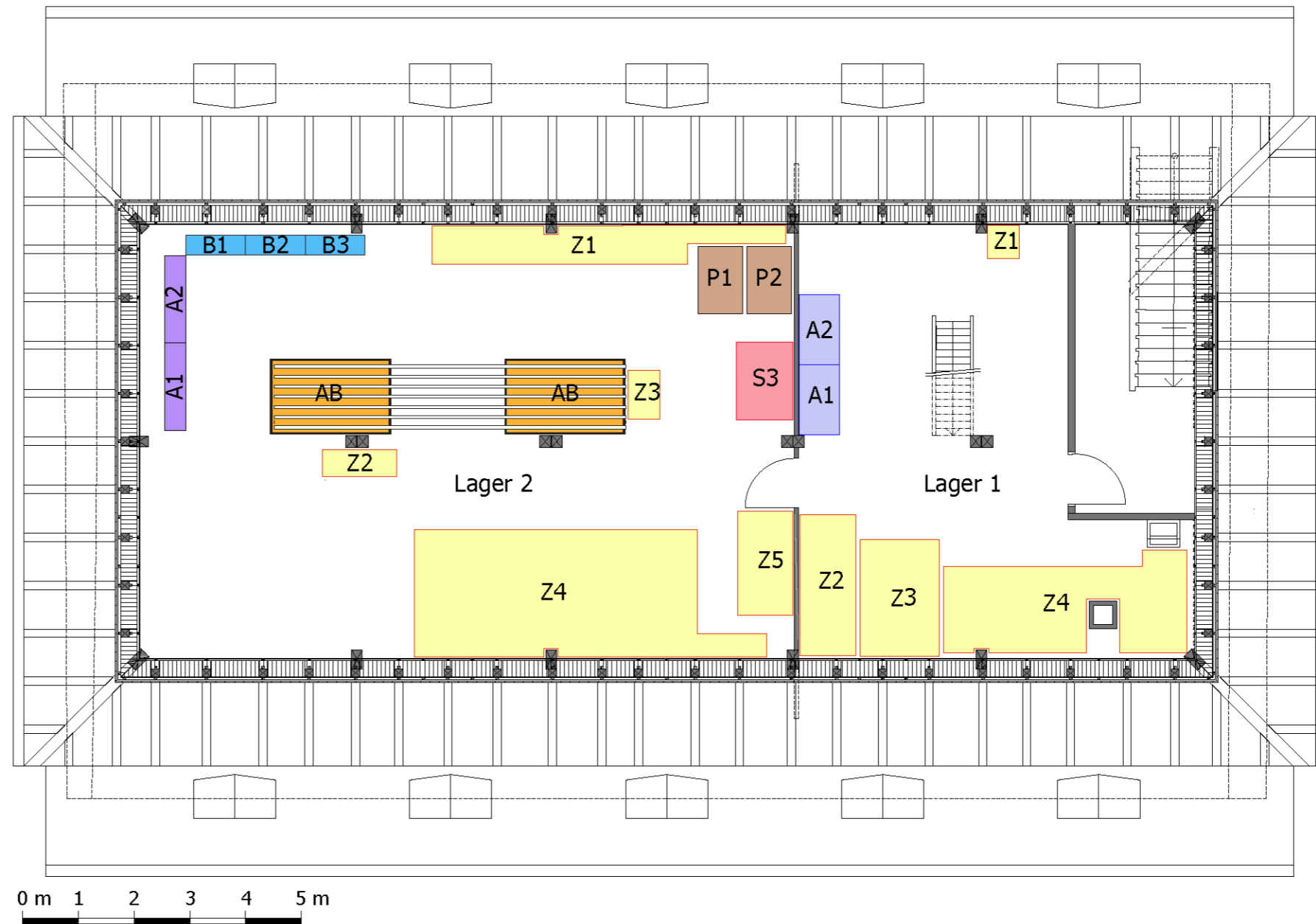
Réserve du MAZ - Lager 2. OG
 Burrisgraben 17, 4500 Solothurn
 Gaëtan Guillod
 09.05.2022
 1 : 100
 Lager 1 : 72 m²
 Lager 2 : 160 m²



Légende (hxLxp ou hxL [cm]) :

 A/C1/D1/E1	Rayonnage à tablettes fixe (260 x 180 x 108)	 FS1 FS2	Meuble à drapeaux (210 x 432 x 163)	 Z	Zone avec objets hors système de rangement
 A1/B-H	Rayonnage à tablettes fixe (260 x 200 x 108)	 FR1	Support pour textiles enroulés (151x350x33)		Lavabo
 KS1-2	Portant à vêtements fixes (210 x 183 x 42)	 FR2	Support pour textiles enroulés (141x342x33)		Colonne
 KS3	Portant à vêtements mobiles (178 x 190 x 52)	 S1	Meuble à plans (153 x 122 x 62)		Pilier de poutres

Réserve du MAZ - Lager 3. OG
 Burrisgraben 17, 4500 Solothurn
 Gaëtan Guillod
 09.05.2022
 1 : 100
 Lager 1 : 48 m²
 Lager 2 : 103 m²


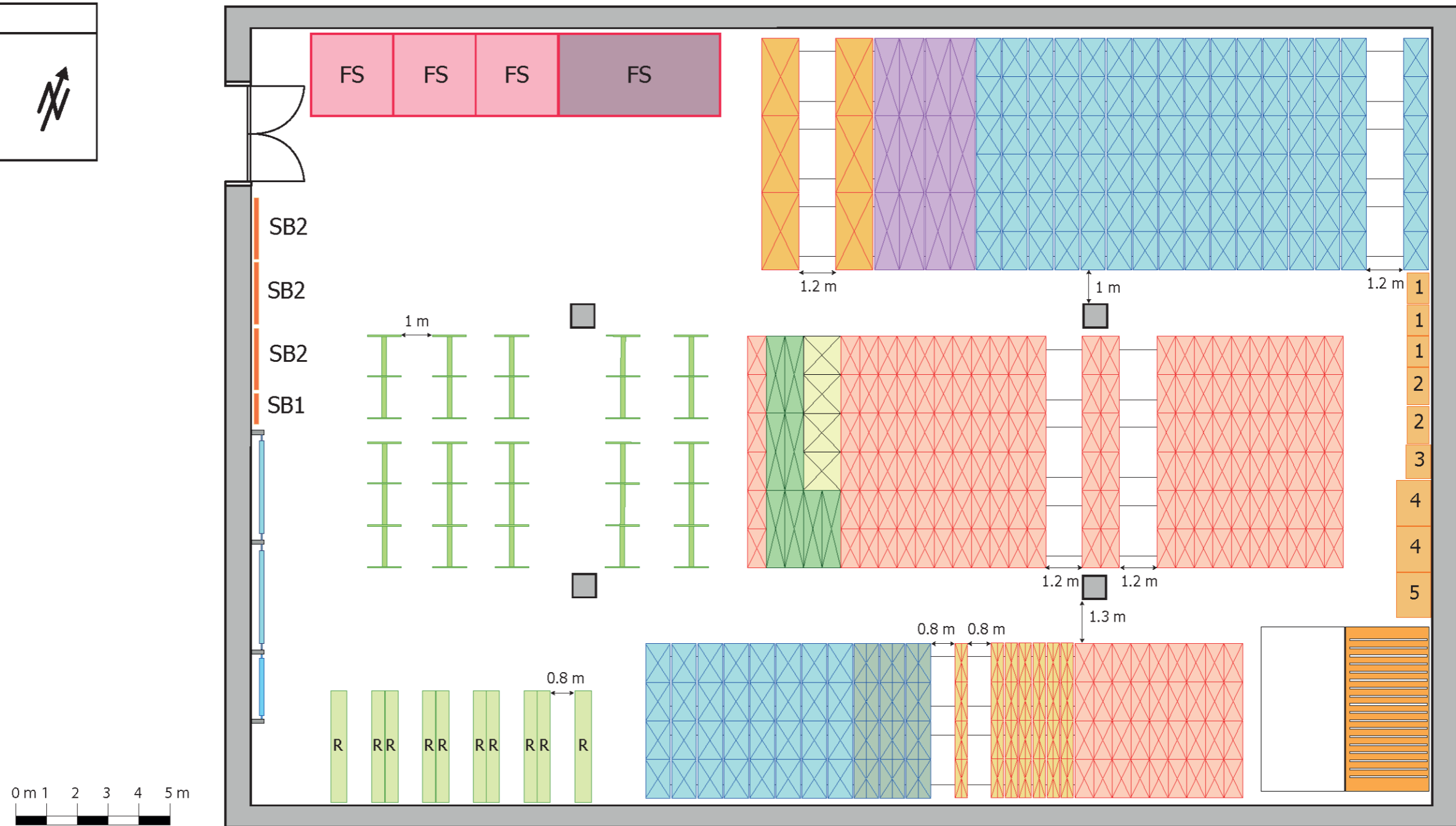


























Légende (hxLxp ou hxL [cm]) :

A1-2 Rayonnage à tablettes fixe (250 x 203 x 70)	S3 Meuble à plans (110 x 140 x 102)	P Palette (12.2x120x80)	Lavabo
A1-2 Rayonnage à tablettes fixe (133 x 314 x 38)	Grilles à tableaux mobiles (226 x 634 x 132)	Z Zone avec objets hors système de rangement	Colonne
B1-2 Rayonnage à tablettes fixe (133 x 322 x 38)			Pilier pour poutres

Plan 4 Réserves du 3^{ème} étage « Lager 3. OG », réalisé à partir de plan fournit par le ©MAZ, modifié par ©He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.

Réserve fictive 1
 Gaëtan Guillod
 14.07.2022
 1 : 150
 950 m²







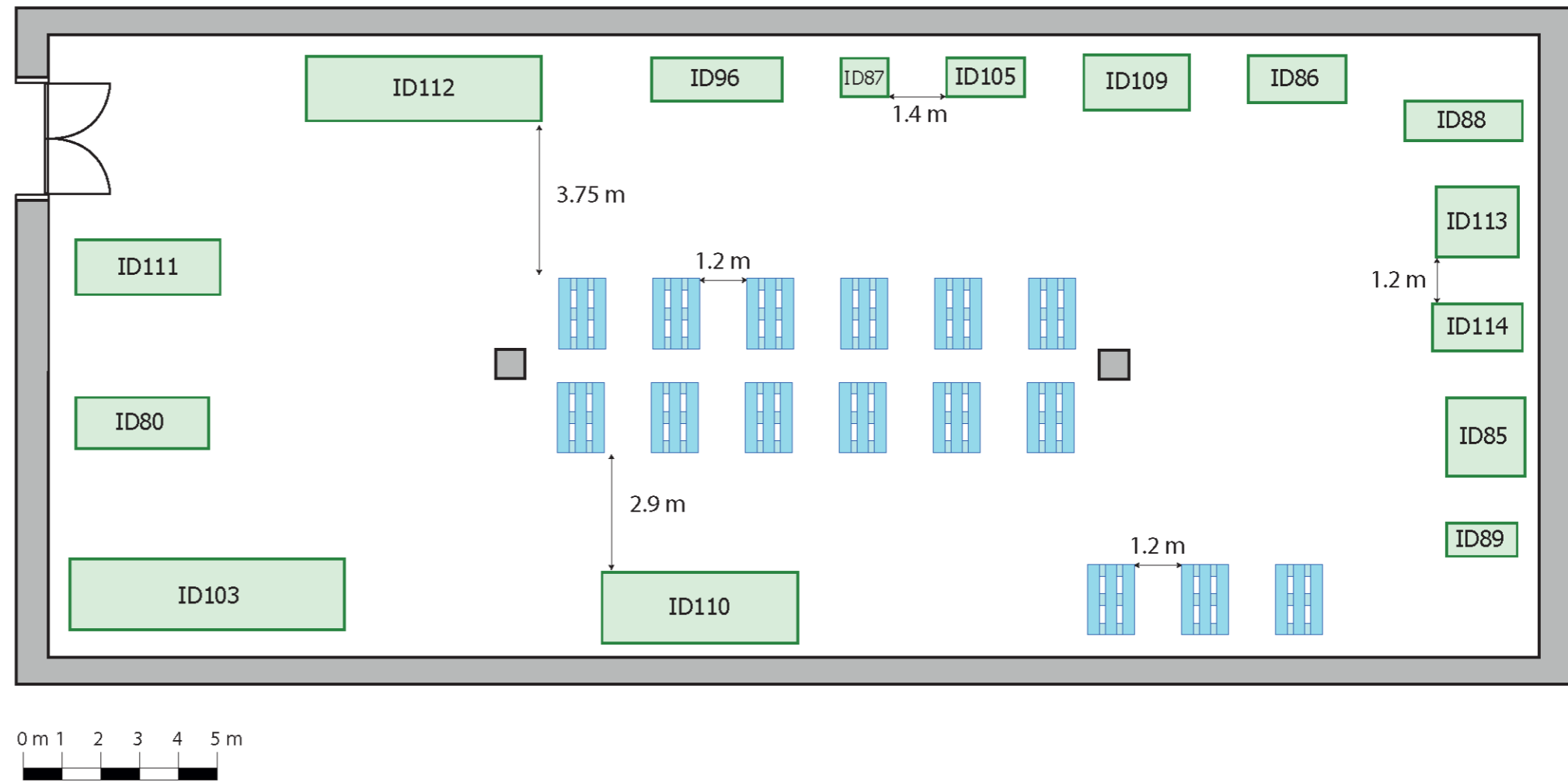
Légende (hxLxp ou h x L [cm]) :												
	14 x Travées 250x125x40 avec grille centrale		12 x Travées 250x250x80		FS	1 x Meuble à drapeaux 250x520x265		SB1	1 x Grille à tableaux murales 200x100x15		1	3 x Meubles à plans 141x100x71
	180 x Travées 250x125x60		4 x Travées 250x125x120			5 x Rayonnages cantilevers 200x405x109		SB2	3 x Grilles à tableaux murales 200x200x15		2	2 x Meubles à plans 141x121x71
	8 x Travées 250x250x60		6 x Travées 250x250x120			5 x Rayonnages cantilevers 200x270x109			18 x Grilles à tableaux mobiles 200x250x6		3	1 x Meuble à plans 145x110x80
	12 x Travées 250x125x80 avec grille centrale		FS	3 x Meubles à drapeaux 250x265x265		1 x Système de suspension pour oeuvres enroulées 200x224x40		R	2 x Râteliers à fusils 245x360x53		4	2 x Meubles à plans 140x146x111
	128 x Travées 250x125x80							R	4 x Râteliers à fusils 245x360x84		5	1 x Meuble à plans 146x146x110
												Pilier

Plan 5 Réserve fictive 1 du MAZ ©He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.

Réserve fictive 2
 Gaëtan Guillod
 14.07.2022
 1 : 150
 387 m²

Légende (hxLxp [cm]) :

-  15 x Palettes en polyéthylène 120x80x15.5
-  15 x Objets hors système de rangement
-  Pilier



- Objets hors système de rangement (hxLxp [cm]) :
- | | |
|---|--|
| 1. ID80 : Fahrküche (N° Inv. MAZ 6298) 340x130 | 8. ID103 : 7.5 cm Panzerabwehr-Kanone N°2013 (N° Inv. MAZ 5438) 700x180 |
| 2. ID85 : Hispano-suiza Kanone 200x200 | 9. ID105 : Schubkarre 200x100 |
| 3. ID86 : Fliegerabwehrkanone (N° Inv. MAZ 4273) 250x120 | 10. ID109 : 20 mm Flab-Kanone, Drilling (N° Inv. MAZ 26156) 270x141 |
| 4. ID87 : 20 mm Flugabwehrkanone 1938 (N° Inv. MAZ 26154) 120x97 | 11. ID110 : Haubitze 10,5 cm 500x180 |
| 5. ID88 : Karren zu 24 mm Tankbüchse N°3357 (N° Inv. MAZ 5065a) 300x100 | 12. ID111 : 7.5 Motor-Gebirgs-Kanone 1933/48 (N° Inv. MAZ 26149) 370x140 |
| 6. ID89 : 20 mm Tankbüchse (N° Inv. MAZ 4721) 180x85 | 13. ID112 : 12 cm Motorhaubitze 1912/39 L 14 (N° Inv. MAZ 5151) 600x166 |
| 7. ID96 : Tankbüchse 335x110 | 14. ID113 : Pferdekutsche 210x180 |
| | 15. ID114 : Pferdekutsche 230x120 |

Plan 6 Réserve fictive 2 du MAZ ©He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.

Liste des figures

Figure 13 Escalier menant au 2 ^{ème} étage © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	2
Figure 14 Conduites d'eau situées au-dessus des collections © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	2
Figure 15 Chaudière du chauffage dans la réserve du sous-sol © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	2
Figure 16 Rue en pente menant à la réserve du sous-sol © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	2
Figure 17 Gabarit d'une tablette de 125x60 cm © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.....	2
Figure 18 Gabarit d'un tiroir avec dimension intérieure de 110x59.4 cm © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.2	2
Figure 19 Système de stockage des cartouchières au musée national suisse © musée national suisse, 2022.3	3
Figure 20 Gabarit permettant d'imiter le système de stockage des cartouchières du musée national suisse © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	3
Figure 21 Vue de la réserve « Lager UG » où sont stockés les véhicules et les canons © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	3
Figure 22 Mitrailleuse et caisse sur les palettes « P4 » et « P5 » dans la réserve « Lager UG » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	3
Figure 23 Sacoches et cartouchières dans le meuble à plans « S3 » dans la réserve « Lager UG » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	3
Figure 24 Armoires à tablettes « M1 » et « M2 » dans la réserve « Lager UG » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	3
Figure 25 Rayonnage à tablettes « A » fixe contre le mur sud dans la réserve « Lager UG » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	4
Figure 26 Rayonnage à tablettes « B » fixe contre le mur ouest sud dans la réserve « Lager UG » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	4
Figure 27 Rayonnage à tablettes « C » fixe contre le mur nord dans la réserve « Lager UG » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	4
Figure 28 Meubles à plans « S1-S2 » et « S3-S4 » contre le mur nord dans la réserve « Lager UG » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	4
Figure 29 Palette « P11 » dans la réserve « Lager UG » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.....	4
Figure 30 Arme anti-char dans la zone « Z5 » réserve « Lager UG » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	4
Figure 31 Canons situés dans les zones « Z11 », « Z12 » et « Z15 » dans la réserve « Lager UG » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	5
Figure 32 Canon dépassant de la palette « P28 » sur laquelle il est stocké dans la réserve « Lager UG » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	5
Figure 33 Objets appartenant au Château Waldegg stockés dans la réserve « Lager 1. OG Bilderdepot » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	5
Figure 34 Studio photographique de la réserve « Lager 1. OG Bilderdepot » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	5
Figure 35 Systèmes de grilles à tableaux mobiles « AB1.1 » dans la réserve « Lager 1. OG Bilderdepot » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	5
Figure 36 Systèmes de grilles à tableaux mobiles « AB1.2 » dans la réserve « Lager 1. OG Bilderdepot » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	5

Figure 37 Grille à tableaux murale « SB2 » contre le mur sud de la réserve « Lager 1. OG Bilderdepot » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.....	6
Figure 38 Grille à tableaux murale « SB3 » contre le mur sud de la réserve « Lager 1. OG Bilderdepot » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.....	6
Figure 39 Grille à tableaux murale « SB1 » contre le mur nord de la réserve « Lager 1. OG Bilderdepot » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	6
Figure 40 Objets au sol dans la zone « Z1 » dans la réserve « Lager 1. OG Bilderdepot » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	6
Figure 41 Objets au sol dans la zone « Z1 » dans la réserve « Lager 1. OG Bilderdepot » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	6
Figure 42 Râteliers horizontaux à fusils dans la réserve « Lager 1. OG Bilderdepot » n'ayant pas été pris en compte dans l'évaluation © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.....	6
Figure 43 Râteliers à fusils « R1-R10 » contre le mur nord de la réserve « Lager 1. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	7
Figure 44 Râteliers à fusils double « R8-R9 » contre le mur nord de la réserve « Lager 1. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	7
Figure 45 Râteliers à fusils simple « R1 » contre le mur est de la réserve « Lager 1. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	7
Figure 46 Meubles à plans « S1-S5 » contre le mur sud de la réserve « Lager 1. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	7
Figure 47 Meubles à plans « S4-S5 » contre le mur sud de la réserve « Lager 1. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	7
Figure 48 Pistolets conservés dans un tiroir du meuble à plans « S1 » dans la réserve « Lager 1. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	7
Figure 49 Accessoires de pistolet conservés dans un tiroir du meuble à plans « S4 » dans la réserve « Lager 1. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	8
Figure 50 Rayonnage à tablettes fixe « A » dans la réserve « Lager 1. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	8
Figure 51 Meubles à plans « S1-S2 » contre le mur nord dans la réserve « Lager 1. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	8
Figure 52 Rangée de rayonnages à tablettes fixes « A » dans la réserve « Lager 1. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	8
Figure 53 Rangée de rayonnages à tablettes fixes « B » dans la réserve « Lager 1. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	8
Figure 54 Rangée de rayonnages à tablettes fixes « C » dans la réserve « Lager 1. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	8
Figure 55 Rangées de rayonnages à tablettes fixes « C », « D » et « E » dans la réserve « Lager 1. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	9
Figure 56 Rayonnage cantilever « K » contenant la collection d'armes d'hast dans la réserve « Lager 1. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	9

Figure 57 Meubles à plans « S3-S4 » dans la réserve « Lager 1. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	9
Figure 58 Rangée de rayonnages à tablettes fixes « F » dans la réserve « Lager 1. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	9
Figure 59 Armoire à suspension « H2 » dans la réserve « Lager 1. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	9
Figure 60 Armoire à suspension « H1 » dans la réserve « Lager 1. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	9
Figure 61 Caisses contenant des baïonnettes dans la zone « Z1 » dans la réserve « Lager 1. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	10
Figure 62 Objets situés dans la zone « Z2 » dans la réserve « Lager 1. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	10
Figure 63 Caisses au sol situées dans la zone « Z3 » dans la réserve « Lager 1. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	10
Figure 64 Caisses situées dans la zone « Z3 » dans la réserve « Lager 1. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	10
Figure 65 Table située dans la zone « Z3 » dans la réserve « Lager 1. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	10
Figure 66 Bouclier conservé sur la table située dans la zone « Z3 » dans la réserve « Lager 1. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	10
Figure 67 Rangée de rayonnages à tablettes fixes « A » contre le mur est de la réserve « Lager 2. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	11
Figure 68 Meuble à drapeaux « FS » contre le mur ouest de la réserve « Lager 2. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	11
Figure 69 Système de support d'œuvres en textile enroulées « FR2 » dans la réserve « Lager 2. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	11
Figure 70 Système de support d'œuvres en textile enroulées « FR1 » dans la réserve « Lager 2. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	11
Figure 71 Hampes de drapeaux dans la zone « Z1 » de la réserve « Lager 2. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	11
Figure 72 Chapeaux dans des cartons dans la zone « Z2 » de la réserve « Lager 2. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	11
Figure 73 Drapeaux encadrés situés dans la zone « Z3 » de la réserve « Lager 2. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	12
Figure 74 Caisses gerbables situées dans la zone « Z4 » de la réserve « Lager 2. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	12
Figure 75 Rayonnage à tablettes fixe « H1 » contre le mur est de la réserve « Lager 2. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	12
Figure 76 Rangée de rayonnages à tablettes fixes « A » dans la réserve « Lager 2. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	12

Figure 77 Rangées de rayonnages à tablettes fixes « A » et « B » dans la réserve « Lager 2. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.....	12
Figure 78 Rangées de rayonnages à tablettes fixes « B » et « C » dans la réserve « Lager 2. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.....	12
Figure 79 Rangées de rayonnages à tablettes fixes « D » et « E » dans la réserve « Lager 2. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.....	13
Figure 80 Rangées de rayonnages à tablettes fixes « E » et « F » dans la réserve « Lager 2. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	13
Figure 81 Rangée de rayonnages à tablettes fixes « F » dans la réserve « Lager 2. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	13
Figure 82 Hampes de drapeaux conservées dans les rayonnages à tablettes fixes « D » dans la réserve « Lager 2. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.....	13
Figure 83 Sacs conservés dans les rayonnages à tablettes fixes « C » dans la réserve « Lager 2. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	13
Figure 84 Uniformes conservés dans les rayonnages à tablettes fixes « E » dans la réserve « Lager 2. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	13
Figure 85 Bottes conservées dans les rayonnages à tablettes fixes « F » dans la réserve « Lager 2. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	14
Figure 86 Portant à vêtement mobile « KS1 » dans la réserve « Lager 2. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	14
Figure 87 Portant à vêtement mobile « KS2 » dans la réserve « Lager 2. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	14
Figure 88 Portant à vêtement mobile « KS3 » dans la réserve « Lager 2. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	14
Figure 89 Rayonnage à tablettes fixe « G1 » contre le mur est de la réserve « Lager 2. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	14
Figure 90 Collection des ceintures suspendues à des tringles dans le rayonnage « G1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	14
Figure 91 Escalier menant à l'annexe de stockage de matériaux de conditionnement dans la réserve « Lager 3. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	15
Figure 92 Rayonnage à tablettes fixe « A » contre le mur est de la réserve « Lager 2. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	15
Figure 93 Caisses militaires situées dans la zone « Z1 » dans la réserve « Lager 3. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	15
Figure 94 Vélos situés dans la zone « Z2 » dans la réserve « Lager 3. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	15
Figure 95 Objets situés dans la zone « Z3 » dans la réserve « Lager 3. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	15
Figure 96 Selles et matériel militaire situés dans la zone « Z4 » dans la réserve « Lager 3. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	15

Figure 97 Meuble à plans « S3 » dans la réserve « Lager 3. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022....	16
Figure 98 Palettes « P1 » et « P2 » dans la réserve « Lager 3. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	16
Figure 99 Système de grilles à tableaux mobiles « AB » dans la réserve « Lager 3. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	16
Figure 100 Système de grilles à tableaux mobiles « AB » dans la réserve « Lager 3. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	16
Figure 101 Rangées de rayonnages à tablettes fixes « A » et « B » dans la réserve « Lager 3. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.....	16
Figure 102 Rangées de rayonnages à tablettes fixes « A » et « B » dans la réserve « Lager 3. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.....	16
Figure 103 Accessoires d'artillerie dans la zone « Z1 » dans la réserve « Lager 3. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	17
Figure 104 Eperons dans la zone « Z2 » dans la réserve « Lager 3. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	17
Figure 105 Œuvres sur papier dans la zone « Z3 » dans la réserve « Lager 3. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	17
Figure 106 Cadres dans la zone « Z4 » dans la réserve « Lager 3. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	17
Figure 107 Lustre dans la zone « Z4 » dans la réserve « Lager 3. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	17
Figure 108 Mannequins dans la zone « Z5 » dans la réserve « Lager 3. OG 2 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	17
Figure 109 Objets au sol dans la zone « Z4 » de la réserve « 3. OG 1 » © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	18
Figure 110 Rangée de rayonnages encombrée © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	18
Figure 111 Rayonnage sous-utilisé © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.....	18
Figure 112 Hauteur d'espacement inadaptée aux objets © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.....	18
Figure 113 Objets dépassant de son unité de rangement © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	18
Figure 114 Pneu fendu d'un canon © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.....	18
Figure 115 Objets en cuir stockés dans des positions les déformant © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022....	19
Figure 116 Meuble en bois © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	19
Figure 117 Unité de rangement en bois aggloméré © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	19
Figure 118 Grille à drapeaux coincée à cause de la déformation du bois © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	19
Figure 119 Structure mobile © Prevert ^{GmbH}	19
Figure 120 Structure mobile avec une grille centrale © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	19
Figure 121 Tablettes dans une structures mobile au Musée national suisse © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	20
Figure 122 Tiroir d'une structure mobile © Prevert ^{GmbH}	20

Figure 123 Support de stockage pour armes blanches au Château de Morges et ses Musées © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	20
Figure 124 Arbalètes stockées sur des grilles au Musée nationale suisse © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	20
Figure 125 Boucliers stockés sur des grilles au Musée national suisse © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	20
Figure 126 Supports de stockage des boucliers au Musée national suisse © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	20
Figure 127 Supports de stockage des cartouchières au Musée national suisse © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	21
Figure 128 Prototype de conditionnement pour les ceintures © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	21
Figure 129 Armes blanches stockées dans des tiroirs de structures mobiles au Musée national suisse © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	21
Figure 130 Armes d'hast rangées sur un cantilever au Historisches Museum Basel © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	21
Figure 131 Grilles à tableaux mobiles au Château de Morges et ses Musées © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	21
Figure 132 Plan en aluminium et en textile pour les meubles à drapeaux © Compactus & Bruynzeel, 2022.	21
Figure 133 Système de suspension des œuvres enroulées au Museum of Natural History de l'université de l'Iowa © Museum of Natural history of the University of Iowa, 2014.	22
Figure 134 Prototype de crochet pour tube en acier © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	22
Figure 135 Ballon conservé dans une caisse en bois © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	22
Figure 136 Chandelle de levage sous un canon à la Fondation du matériel historique de l'armée suisse (HAM) © He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	22

Liste des graphiques

Graphique 1 Répartition des collections du MAZ © Gaëtan Guillod, He-Arc CR 2022.	23
Graphique 2 Répartition des collections © Gaëtan Guillod, He-Arc CR 2022.	23

Liste des tableaux

Tableau 29 Description des catégories de poids.	24
Tableau 30 Coefficients d'accroissement par collection et coefficient d'accroissement pondéré général.	24
Tableau 31 Répartition des collections situées dans les réserves du MAZ, données issues de l'inventaire du MAZ.	25
Tableau 32 Synthèse des dénominations utilisées pour la localisation des espaces et des structures de rangement du MAZ.	26
Tableau 33 Synthèse des systèmes de rangement existants.	27
Tableau 34 Synthèse des systèmes de rangement requis.	28
Tableau 35 Synthèse des unités de rangement des travées de 40 cm de profondeur des structures mobiles.	29

Tableau 36 Synthèse des unités de rangement des travées de 60 cm de profondeur des structures mobiles.	29
Tableau 37 Synthèse des unités de rangement des travées de 80 cm de profondeur des structures mobiles.	30
Tableau 38 Synthèse des unités de rangement des travées de 120 cm de profondeur des structures mobiles.	31
Tableau 39 Synthèse des accessoires pour les travées des structures mobiles.	31
Tableau 40 Liste des fournisseurs.	32

Liste des schémas

Schéma 1 Hauteur combinée de tiroirs de 1x 5 cm et 18x 10 cm de hauteur dans un rayonnage mobile de 250 cm de haut. ©He-Arc CR, Gaëtan Guillod 2022.	33
Schéma 2 Hauteur combinée de tiroirs de 1x 5 cm et 13 x 15 cm de hauteur dans un rayonnage mobile de 250 cm de haut. ©He-Arc CR, Gaëtan Guillod 2022	33
Schéma 3 Hauteur combinée de 4x 40 cm et 1x 60 cm de hauteur d'espacement dans un rayonnage mobile de 250 cm de haut. ©He-Arc CR, Gaëtan Guillod 2022.	34
Schéma 4 Hauteur combinée de 3x 60 cm et 1x 39 cm de hauteur d'espacement dans un rayonnage mobile de 250 cm de haut. ©He-Arc CR, Gaëtan Guillod 2022.	34
Schéma 5 Hauteur combinée de 2x 80 cm et 1x 62 cm de hauteur d'espacement dans un rayonnage mobile de 250 cm de haut. ©He-Arc CR, Gaëtan Guillod 2022.	35
Schéma 6 Hauteur combinée de 2x 100 cm et 1x 23 cm de hauteur d'espacement dans un rayonnage mobile de 250 cm de haut. ©He-Arc CR, Gaëtan Guillod 2022.	35
Schéma 7 Hauteur combinée de 1x 120 cm, 1x 40 cm et 2x 30 cm de hauteur d'espacement dans un rayonnage mobile de 250 cm de haut. ©He-Arc CR, Gaëtan Guillod 2022.	36
Schéma 8 Hauteur combinée de 1x 180 cm et 1x 46 cm de hauteur d'espacement dans un rayonnage mobile de 250 cm de haut. ©He-Arc CR, Gaëtan Guillod 2022.	36
Schéma 9 Support en polypropylène pour armes blanches sur grille adapté du concept développé par le Château de Morges et ses Musées ©He-Arc CR, Gaëtan Guillod 2022.	37
Schéma 10 Support en aluminium pour objets stockés sur grille adapté du concept du Musée national suisse ©He-Arc CR, Gaëtan Guillod 2022.	38
Schéma 11 Meuble à drapeaux standard ©He-Arc CR, Gaëtan Guillod 2022.	39
Schéma 12 Meubles à drapeaux pour objets hors norme ©He-Arc CR, Gaëtan Guillod 2022.	40
Schéma 13 Les différentes parties d'une structure de rangement ©He-Arc CR, Gaëtan Guillod 2022.	41

Liste des documents

Document 1 Estimation du coût des structures de rangement de l'entreprise Compactus & Bruynzeel AG...	43
---	----

Liste des plans

Plan 1 Réserve du sous-sol « Lager UG », réalisé à partir de plan fournit par le ©MAZ, modifié par ©He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.	44
Plan 2 Réserves du 1 ^{er} étage « Lager 1. OG », réalisé à partir de plan fournit par le ©MAZ, modifié par ©He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.....	45
Plan 3 Réserves du 2 ^{ème} étage « Lager 2. OG », réalisé à partir de plan fournit par le ©MAZ, modifié par ©He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.....	46
Plan 4 Réserves du 3 ^{ème} étage « Lager 3. OG », réalisé à partir de plan fournit par le ©MAZ, modifié par ©He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.....	47
Plan 5 Réserve fictive 1 du MAZ ©He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.....	48
Plan 6 Réserve fictive 2 du MAZ ©He-Arc CR, Gaëtan Guillod, 2022.....	49