



MINISTÈRE
DE LA CULTURE

Liberté
Égalité
Fraternité

Direction générale
des patrimoines
et de l'architecture

Aide-mémoire technique

Projet de centre de conservation et d'étude



FICHES TECHNIQUES

2023

Illustrations de couverture

Clichés R. Bigoni, T. Le Boursicaud, A. Chaillou

Conception et maquettage

IN/EX SITU et ministère de la culture, direction générale des patrimoines et de l'architecture



**MINISTÈRE
DE LA CULTURE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

**Direction générale
des patrimoines
et de l'architecture**

1. Introduction

1. PRESENTATION

Cette nouvelle version de l'aide-mémoire portant sur la mise en œuvre de la conservation à long terme des données scientifiques de l'archéologie est une refonte du document rédigé par UTICA en 2011.

Cette version conçue par Christine Riquier-Bouquet (In Ex Situ) et Frédérique Vincent conservatrices-restauratrices et consultantes en conservation préventive, accompagnées par Hugues Fontenas, architecte, intègre les nouvelles pratiques, normes et évolutions techniques qui ont vu le jour depuis 2011. Elle permet aussi d'intégrer le nouveau vocabulaire mis en place par la loi du 7 juillet 2016 relative à la liberté de la création, à l'architecture et au patrimoine.

L'objectif de l'aide-mémoire technique est de fournir une aide à la programmation des CCE sur tous les aspects techniques concernant de près ou de loin la conservation des données scientifiques de l'archéologie (DSA).

Cette mise à jour s'alimente des retours d'expériences des créations de CCE qui ont suscités des ajouts pour approfondir quelques sujets.

Ce nouveau document est structuré sous la forme d'un classeur regroupant des fiches thématiques destinées à accompagner les

maîtres d'ouvrage, programmistes et futurs utilisateurs dans la rédaction de leurs cahiers des charges du projet de construction ou de réhabilitation d'un bâtiment pour la création d'un CCE. Chaque thème aborde les points techniques à questionner aux différentes étapes du projet pour éviter les écueils de conception et de fonctionnement.

Les fiches sur le climat peuvent aussi être utilisées dans le cadre de CCE déjà fonctionnels ou pour mettre en place des espaces à climat contrôlé au sein de dépôts archéologiques.

Les DSA au cœur du projet de CCE

(Arrêté du 7 février 2022 portant sur la définition des données scientifiques de l'archéologie et leurs conditions de bonne conservation.

- Les biens archéologiques mobiliers (BAM), vestiges archéologiques mobiliers et vestiges archéologiques immobiliers devenus meubles :
 - Artefacts : BAM transformés par l'activité humaine ;
 - Ecofacts : BAM issus du règne animal, végétal ou minéral ;
 - Mosaïques et peintures murales déposées ;

- Eléments d'architecture démontés ;
- Tous autres vestiges immobiliers mobilisés.

- Les vestiges anthropobiologiques (VAB) : restes humains mis au jour lors d'une opération archéologique prescrite ou autorisée par l'État ou encore découverts fortuitement et ayant fait l'objet d'une déclaration.

- La documentation archéologique
 - Documents écrits alpha-numériques et bases de données, notamment les fiches d'enregistrement de terrain, de contexte, d'isolation, du mobilier ; les tableaux des points topographiques ; les documents administratifs relatifs à l'opération ; les rapports d'études spécialisées, les diagrammes stratigraphiques ;
 - Documents graphiques, notamment les plans ; relevés ; dessins d'objet ; minutes de terrain ; scans 3D ;
 - Documents photographiques et audiovisuels, notamment les négatifs ; tirages photo ; enregistrements vidéo ; radiographies ;
 - Moulages, notamment les empreintes et tirages ;
 - Autres documents permettant à l'archéologue de construire son raisonnement scientifique.

LISTE DES FICHES

- 1 Présentation**
- 2 L'organisation d'un CCE**
 - 2.1** Espaces et schéma fonctionnel d'un CCE
 - 2.2** Évaluation des surfaces de réserves
 - 2.3** Conditionnement et mobilier de rangement
- 3 Le bâtiment**
 - 3.1** Choix d'un bâtiment : construction neuve ou réhabilitation
 - 3.2** Situation géographique et abords
 - 3.3** Accès et sûreté
 - 3.4** Choix de la toiture : classiques / gravillon-pierrier/ végétalisées
 - 3.5** Fluides et réseaux dans les réserves
 - 3.6** Facteurs de détérioration en réserves : lumière, poussière, polluants gazeux
 - 3.7** Manipulations, engins de levage et manutention
- 4 Le Climat**
 - 4.1** Gestion du climat : trois niveaux d'intervention
 - 4.2** Conditions climatiques recommandées dans les espaces du CCE
 - 4.3** Qualité de l'air
 - 4.4** Types et implantation des systèmes de traitement d'air
 - 4.5** Processus de travail : définir et mettre en place les plages climatiques recommandées
- 5 Fiche récapitulative : points d'attention indispensables lors du suivi d'un projet de CCE**

SOMMAIRE DETAILLE

Cette fiche liste les sujets particuliers abordés dans chacune des fiches afin de disposer d'une entrée par mots clés.

SOMMAIRE DETAILLE

1 Présentation

Glossaire :

Les données scientifiques de l'archéologique (DSA)

Les biens archéologiques mobiliers (BAM)

Les vestiges anthropobiologiques (VAB)

La documentation archéologique

2 L'organisation d'un CCE

2.1 Espaces et schéma fonctionnel d'un CCE

I Rappel des missions et des activités déployées dans un centre de conservation et d'études (CCE)

Les missions relevant de l'État

Les activités de conservation pérenne et de gestion courante au sein du CCE

Étude et diffusion

Les activités supplémentaires du CCE

II Organisation fonctionnelle des locaux

Fonctions de base

Détail des espaces de réception des DSA

Espaces de conservation des DSA

Espaces de gestion courante, d'étude et de consultation

Espaces dédiés à la vie des personnels

Espaces techniques

Fonctions optionnelles

Schéma fonctionnel type d'un CCE

2.2 Évaluation des surfaces de réserves

Évaluation des besoins actuels pour les BAM

Évaluation de l'accroissement

Évaluation des besoins pour la documentation archéologique

Évaluation des surfaces

2.3 Conditionnements et mobilier de rangement

Chantier des collections

Choix des conditionnements

Interfaces

Stockage des matériaux de conditionnement

Développement durable

Choix des mobiliers de rangement

Tableau : typologies de mobiliers

Tableau : caractéristiques des mobiliers à définir

Points de vigilance

Charges au sol ou charges d'exploitation

Tableau : exemples de valeurs indicatives des charges au sol

3 Le bâtiment

3.1 Choix d'un bâtiment : construction neuve ou réhabilitation

Implantation du bâtiment

Programmation architecturale

Inertie, maîtrise du climat et dépenses énergétiques

Projet de construction neuve ou de réhabilitation : que vérifier en amont ?

Spécificités d'un projet de réhabilitation

Généralités pour tous types de bâtiments

3.2 Situation géographique et abords

Risques liés à la situation géographique

Contraintes liées aux abords du bâtiment

3.3 Accès et sûreté

Deux niveaux d'accès : réservé et contrôlé

La traçabilité des niveaux de sûreté

Tableau : Comparaison de différents systèmes de fermeture

Sûreté et maintenance des appareils

Espaces d'accueil des publics

3.4 Choix de la toiture : classique/ gravillon-pierrier/ végétalisée

Rappels

Les toitures en pente

Les toitures plates sans végétalisation

Les toitures végétalisées extensives ou intensives

3.5 Fluides et réseaux dans les réserves

Éclairage et électricité

Canalisations : les chemins de l'eau

Protection anti-incendie

3.6 Facteurs de détérioration en réserves : lumière, poussière, polluants gazeux

Lumière

Polluants : définition

Poussière : polluant particulaire

Polluants gazeux

3.7 Manipulations, engins de levage et manutention

Pour déplacement des palettes et caisses et rangement en racks

Pour déplacement et rangement des bacs et objets en étagères

Pour déplacement et levage des charges lourdes

Caractéristiques à prendre en compte pour le choix des engins

4 Le Climat

4.1 Gestion du climat : trois niveaux d'intervention

Le bâtiment

Les réserves

Le contenant

Combinaison des trois niveaux d'intervention pour la gestion du climat

La mesure de l'inertie des espaces

Emplacement du thermo-hygromètre

Choix d'un thermo-hygromètre

4.2 Conditions climatiques recommandées dans les espaces du CCE

Recommandations climatiques générales pour la température et l'humidité relative

Les espaces de travail

Les espaces de conservation

Les espaces pédagogiques et de valorisation

Coffre-fort et objets précieux

Tableau : Plages de conservation recommandées sur 90% à 95% du temps

4.3 Qualité de l'air

La ventilation

La filtration

Le brassage

Ventilation dans les espaces de travail

Tableau : traitement de la qualité de l'air

4.4 Types et implantation des systèmes de traitement d'air

Réserve générale

Réserves à climat contrôlé

Gestion du climat et trappes de désenfumage

4.5 Processus de travail : définir et mettre en place les plages climatiques recommandées

Définir les plages climatiques adaptées pour son CCE

Procédures de mise en place des plages climatiques recommandées pour un bâtiment neuf

Procédures pour gérer ou créer un climat contrôlé dans une réserve d'un bâtiment existant

Procédures pour créer une réserve à climat contrôlé dans un bâtiment existant

Surveillance du climat

5 Fiche récapitulative : points d'attention indispensables lors du suivi d'un projet de CCE

Etude de faisabilité et de programmation

Déménagement

Projet architectural

Réception du bâtiment

Prendre le temps d'échanger et de dialoguer



**MINISTÈRE
DE LA CULTURE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

**Direction générale
des patrimoines
et de l'architecture**

2. L'organisation d'un CCE

2.1 ESPACES ET SCHEMA FONCTIONNEL DU CCE

Selon le projet et les missions du CCE, les besoins en espaces sont adaptés aux activités auxquelles ils sont dévolus.

La chaîne opératoire définie pour chaque CCE décide des missions à prévoir dans le bâtiment. Certaines fonctions sont indispensables, alors que d'autres activités sont optionnelles.

Ainsi, les espaces indispensables pour répondre à la fonctionnalité de base du CCE sont :

- *Les différents types de réserves répondant aux normes de conservation pérenne des données scientifiques de l'archéologie (DSA)*
- *Les espaces dévolus à la gestion et à l'inventaire des DSA*
- *Les espaces d'étude, de consultation et de diffusion*

I Rappel des missions et des activités déployées au sein d'un centre de conservation et d'étude (CCE)

Les missions relevant de l'État

La remise des DSA à l'issue de l'opération archéologique au sein du CCE permet à l'État d'assurer les missions régaliennes suivantes :

- La réception des données scientifiques versées à l'État à l'achèvement d'une opération et le contrôle des inventaires ;
- Le règlement des statuts de propriété des biens archéologiques (meubles et immeubles) et l'affectation définitive des données scientifiques ;
- La gestion de la mise en dépôt des biens archéologiques mobiliers (BAM) et les modalités de la gestion de ce dépôt ;
- Le contrôle des autorisations pour étude, analyse, restauration, prêt aux expositions, le contrôle des mouvements qui y sont associés et la gestion des autorisations de sortie du territoire ;
- La conservation sélective des biens archéologiques mobiliers : entrée dans le domaine public, déclassement, recyclage, reconversion, élimination ;
- La mise en œuvre de la procédure de revendication ;
- La détermination des ensembles cohérents ;
- Le contrôle scientifique et technique (CST) : chantier des collections, dépôt, transfert de propriété entre personnes publiques hors État, prescription au sens du dernier alinéa de l'art. L.541-5 du code du patrimoine.

Les activités de conservation pérenne et de gestion courante au sein du CCE

La conservation pérenne

Pour assurer la conservation pérenne des DSA, il est indispensable de se rappeler qu'ils sont composés de deux éléments : l'objet physique et ses références de terrain dont il est indissociable.

C'est pourquoi l'inventaire et la conservation des informations et de la documentation liée au contexte de découverte : rapports, inventaires, photos, plans, étiquettes et marquages etc. sont des missions relevant de la conservation pérenne des DSA au même titre que celles qui assurent la conservation des matériaux qui les constituent.

Ainsi les activités et les missions de la gestion courante des DSA sont :

- La consolidation et la fiabilisation des inventaires remis lors du versement des données scientifiques à l'État ;

- La mise à niveau des inventaires anciens et la recherche sur le statut de propriété des BAM ;
- L'inventaire des données scientifiques et l'intégration dans un système de gestion informatisé, la remise en contexte des BAM ;
- Le conditionnement selon les normes en vigueur ;
- L'optimisation du stockage en fonction des espaces et des équipements mis à disposition ;
- La veille en conservation préventive ;
- La mise en évidence du mobilier sensible et des ensembles remarquables ;
- La préparation des mouvements ;
- La préparation de la conservation sélective ;
- L'identification de la documentation numérique nécessitant une procédure de sauvegarde adaptée.

Étude et diffusion

Grâce à l'ouverture des CCE, les missions d'étude et de diffusion sont réalisées à travers les activités suivantes :

- L'accueil des chercheurs ;
- Le prêt de BAM pour des expositions ;
- L'ouverture des CCE à l'occasion de manifestations ponctuelles, permettant les visites du public, l'accueil de groupes et scolaires.

Les activités supplémentaires du CCE

Selon le contexte territorial dans lequel s'implante le projet de CCE (mutualisation avec une collectivité territoriale par exemple) des activités supplémentaires ponctuelles ou régulières peuvent y être implantées comme :

Le traitement post-fouille des DSA : lavage, marquage, tamisage, études en vue du rapport final d'opération, conditionnement etc., avant le versement réglementaire à l'État.

Les analyses : radiographie X, microscopies électroniques, numérisation 3D etc.

La conservation-restauration : stabilisation des métaux, micro-sablage, traitements divers nécessitant un laboratoire doté d'une armoire chimique, d'une sorbonne, d'une hotte aspirante pour la poussière etc.

La valorisation : espaces d'animations pédagogiques intérieurs ou extérieurs, espace d'exposition etc.

II Organisation fonctionnelle des locaux

Fonctions de base :

- Réception des DSA
- Conservation pérenne
- Inventaire, étude et consultation
- Vie des personnels
- Espaces techniques

Détail des espaces de réception des DSA

- Quai et zone de déchargement, pour les livraisons de DSA et de matériel : en intérieur - ou couverts si la zone est en extérieur - peuvent être sécurisés.
- Aire de réception et versement des DSA – emballage/déballage et tri : accueil et réception des versements en palettes et contenants, contrôle des inventaires.
- Logistique : équipements de manutention à proximité de la zone de déchargement ou de la zone de réception. Le matériel de fouille peut être également stocké à proximité de ces zones.
- Quarantaine : salle dédiée à l'accueil et au traitement des DSA infestées ou susceptibles d'être infestées par des moisissures ou des insectes (documents, os, cuirs par exemple) ou rangés dans des contenants infestés.
- Bureau du responsable du CCE – régisseur : gestion des flux, gestion administrative

Espaces de conservation des DSA

Les DSA sont conservées dans des lieux qui offrent les conditions appropriées en matière de salubrité, de ventilation, d'isolation, de contrôle climatique, de luminosité, d'aménagement et de conditionnement. Ils comportent, s'il y a lieu, des pièces adaptées à la conservation des matériaux sensibles demandant des taux d'humidité relative et de

température précis et stables, ainsi que des microenvironnements contrôlés, suivant les préconisations en usage dans le domaine de la conservation préventive. Ces lieux sont dotés de systèmes de sécurité et de sûreté afin de lutter contre les risques de vol, d'incendie, d'explosion ou de dégât des eaux (Arrêté du 7 février 2022, Art. 6).

Dans un CCE, selon les matériaux présents, différents espaces au climat de conservation adapté peuvent être présents :

- Réserve générale pour les biens archéologiques mobiliers (BAM) peu sensibles
- Réserve des vestiges anthropobiologiques (VAB): espace dédié pour assurer leur conservation dans le respect de la dignité humaine qui leur est applicable
- Réserve sèche pour les BAM sensibles, constitués de métal
- Réserve stable pour les BAM en matériaux organiques, les verres altérés, les BAM peu sensibles restaurés
- Réserve pour la documentation archéologique produite lors des opérations archéologiques
- Tout autre espace de conservation jugé indispensable à la bonne conservation de BAM ou de documentation spécifiques, comme un espace extérieur pour stocker des BAM volumineux peu sensibles, comme le lapidaire, si le climat s'y prête, une réserve pour les BAM gorgés d'eau, une réserve configurée pour les grands formats ou pondéreux, une réserve pour la documentation photo etc.

Espaces de gestion courante, d'étude et de consultation

- Gestion courante : déballage des versements et vérification des inventaires, travaux d'inventaire et conditionnement, reprise des DSA non conditionnées (fonds anciens), tri par matériaux, prise de vue, reconditionnement. Cet espace comprend une petite zone de lavage et de séchage
- Stockage des matériaux de conservation et de conditionnement
- Etude et consultation : espace destiné aux chercheurs pour l'étude et la consultation des BAM.
- Documentation générale : mise à disposition des rapports d'opération et de la documentation archéologique, numérisés ou non, et d'ouvrages de références pour l'étude des BAM. L'espace qui lui est dédié peut s'intégrer à celui pour l'étude et la consultation.

Espaces dédiés à la vie des personnels

- Vestiaires, avec ou sans douches, et sanitaires
 - Zone de pause et réfectoire
 - Bureaux administratifs
 - Espace de réunions
-

Espaces techniques

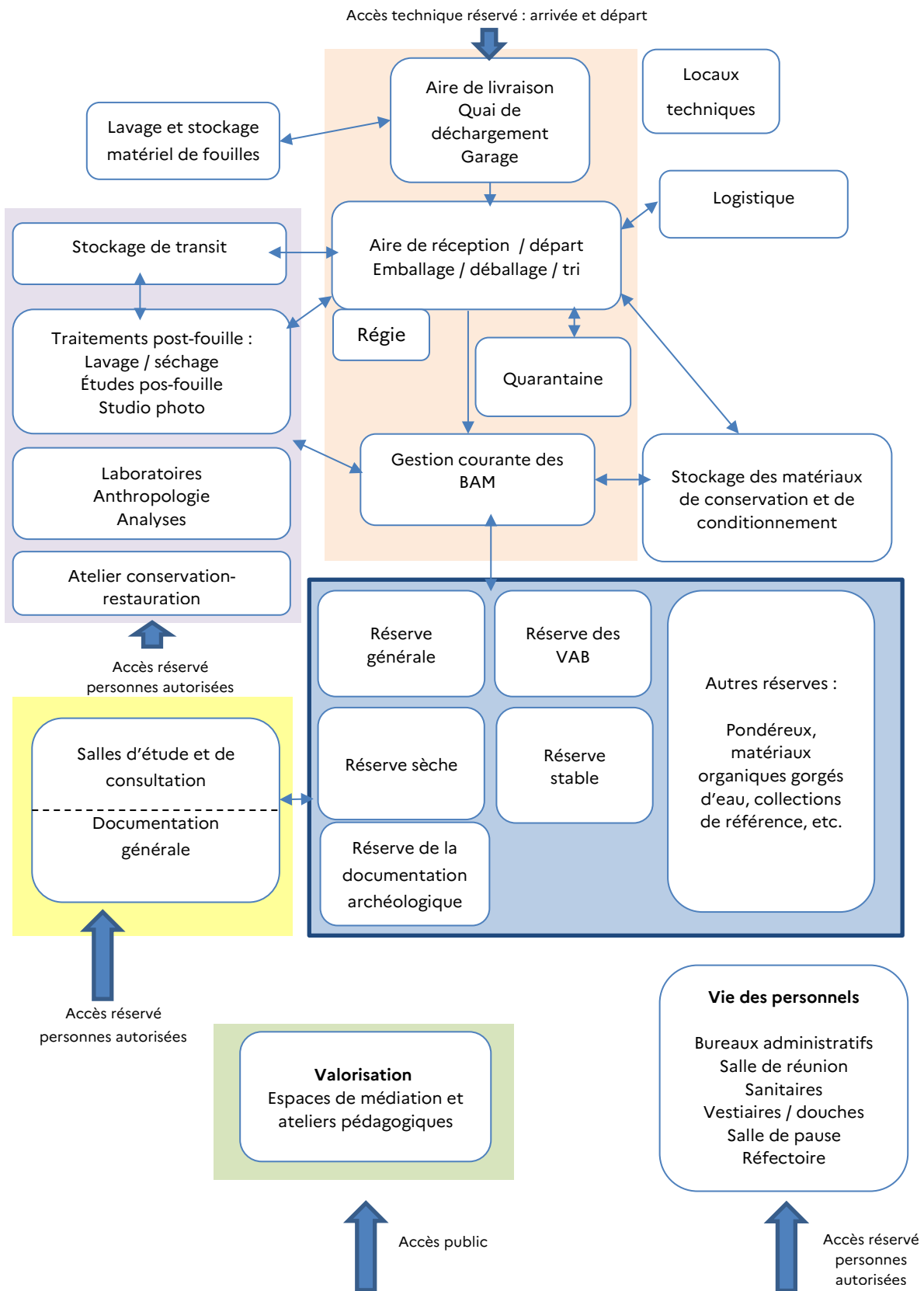
- Locaux techniques
 - Monte-charges
 - Systèmes de régulation des climats
 - Serveur informatique
-

Fonctions optionnelles

Selon le projet du CCE et les missions prévues, des espaces supplémentaires peuvent être intégrés dans le projet pour mener à bien les activités :

- Stockage de transit : pour le stockage de DSA ne pouvant passer dans la chaîne de traitement immédiatement ou en attente de départ après emballage.
- Espaces pour les traitements de la post-fouille : lavage, séchage, tri, tamisage, conditionnement etc.
Dans le cadre d'un CCE mutualisé avec une collectivité territoriale, ces espaces sont à intégrer dans les locaux du Service archéologique.
- Salles d'étude post-fouille : étude et enregistrement des DSA à des fins d'études pour le rendu du rapport final d'opération.
- Stockage : outils de fouille
- Collections de références : Tessonnier, ostéothèque etc.
- Studio photo : mise à disposition d'un espace pour les chercheurs ou les professionnels équipé selon les besoins. Il est différent de l'espace de prise de vue dédié à la réception de la documentation
- Laboratoires et ateliers divers : anthropologie, analyses (microscopies électroniques, radiographie X), conservation-restauration, etc.
- Locaux techniques en lien avec les activités supplémentaires : compresseur, aspirateur, stockage de produits chimiques etc.
- Ateliers pédagogiques, espaces de valorisation, d'exposition : destinés au développement d'activités accueillant du public

Schéma fonctionnel type d'un CCE



2.2 ÉVALUATION DES SURFACES DE RESERVES

L'évaluation des besoins pour chaque typologie des biens archéologiques mobiliers (BAM) est la première étape indispensable afin de s'assurer que le bâtiment corresponde aux besoins réels actuels et à venir en termes :

- *D'espaces de stockage par typologie de mobiliers archéologiques : spécificités, surfaces, accès,*
- *D'espaces de travail,*
- *De personnel.*

Il est essentiel de prendre en compte l'existant après un éventuel travail de reconditionnement, mais aussi de prévoir l'accroissement sur une durée définie préalablement.

*Cette évaluation peut se faire en interne ou être confiée à des prestataires extérieurs.
Elle sera plus simple à faire si un chantier des collections a déjà été réalisé*

Évaluation des besoins actuels pour les BAM

La marche à suivre est la suivante :

1. Identifier tous les BAM devant intégrer le CCE et se situant encore dans les différents lieux de stockage, et chez les différents partenaires (associations, chercheurs, opérateurs...)
2. Identifier, pour chaque lieu de stockage antérieur : les lots homogènes de BAM par matériau, et évaluer leur état sanitaire, afin de définir les besoins éventuels en interventions de conservation-restauration et en conditions de conservation pérenne
3. Définir les types de contenants à utiliser, si des standards n'ont pas été établis auparavant, et que les contenants actuels sont trop variés ou de nature inappropriée (cagettes, bacs à poissons, cartons de récupération...)
4. Vérifier si le remplissage des différents types de contenants retenus est adapté. Evaluer un ratio de reconditionnement si nécessaire
5. Evaluer, pour chaque lot homogène, le nombre de contenants par type, déjà existants ou à prévoir après reconditionnement
6. Définir les types de meubles de rangement pouvant recevoir ces contenants, en fonction de l'utilisation et de l'accessibilité voulues, ainsi que de la présence de personnel qualifié pour les manœuvres : meubles fixes ou mobiles, hauteur des meubles, largeurs et profondeurs utiles des niveaux de rangement (tablettes, lisses...), résistance à la charge, bacs sur palettes ou sur tablettes...
7. Estimer le nombre de niveaux de rangement nécessaires par hauteur de rangement, pour chaque type de meubles

en fonction des types de contenants choisis

8. Estimer le nombre de meubles nécessaires par typologie, en fonction du nombre de niveaux de rangement

9. Vérifier si les meubles de rangement déjà existants dans les lieux de stockage antérieurs peuvent être réutilisés, tout ou partie

NB. La réalisation d'un chantier des collections préalable permet de réaliser cette évaluation de manière fiable

Évaluation de l'accroissement

Il est souvent difficile d'estimer précisément l'accroissement prévisible de l'encombrement futur des biens archéologiques mobiliers, car cela dépend largement des fouilles préventives.

Ce travail est toutefois indispensable si l'on ne veut pas se retrouver dans un bâtiment saturé dès son ouverture.

Il faut préalablement évaluer la durée d'accroissement souhaitée (au minimum sur 20 ou 30 ans...).

Les différents moyens d'obtenir une évaluation fiable sont :

- Rassembler les informations sur les fouilles programmées ainsi que sur les grands aménagements prévus sur le territoire, dans la durée initialement choisie pour l'accroissement
- Pour chacune d'entre elle, évaluer le type et la quantité de BAM pouvant intégrer le

CCE, en fonction d'opérations plus anciennes ayant déjà eu lieu et pour lesquelles on a des informations précises

- Etudier l'augmentation annuelle constatée des biens archéologiques mobiliers sur les années précédentes, et multiplier l'encombrement moyen par le nombre d'années d'accroissement à prévoir
- Partir des BAM évalués précédemment et diviser la quantité actuelle par le nombre d'années de collecte correspondant puis multiplier l'encombrement moyen par le nombre d'années d'accroissement à prévoir.
- Une analyse critique des résultats devra être faite pour savoir si les chiffres obtenus ne sont pas sur ou sous évalués, au regard du projet de CCE.

Évaluation des besoins pour la documentation archéologique

On procédera de la même manière pour évaluer les besoins et l'encombrement de la documentation archéologique, ainsi que son accroissement.

Évaluation des surfaces

Une fois le nombre de meubles de rangement évalué, on peut calculer la surface utile des meubles (largeur totale x profondeur totale x nombre de meubles).

Un coefficient d'utilisation prenant en compte les circulations, les spécificités des meubles de rangement (fixes ou mobiles, profondeurs des étagères et manipulation des objets, spécificité d'utilisation des engins de manutention en fonction de la hauteur des meubles...) devra être appliqué.

Les coefficients suivants peuvent être appliqués de manière indicative – cela dépend toutefois de la hauteur des meubles choisis :

- Coeff de 2,5 pour des étagères fixes,
- Coeff de 1,7 pour des étagères mobiles,
- Coeff de 3,5 minimum pour des racks à palettes,
- A évaluer pour les meubles spécifiques (cantilevers par exemple).

NB. Seule une représentation, sur le plan des espaces concernés, de l'implantation des meubles de rangement permettra de s'assurer que les surfaces prévues sont suffisantes et adaptées.

Les hauteurs utiles des espaces seront définies en fonction des hauteurs des meubles de rangement, des installations (contrôle du climat, éclairage...) et des engins de manutention prévus.

Rappel : Il ne faut pas oublier que certains engins de manutention doivent obligatoirement être manœuvrés par du personnel qualifié. Il faut donc s'assurer de la présence de ces compétences au sein du personnel présent dans le CCE, ou des possibilités de formation professionnelle ou d'embauche, avant de définir les hauteurs utiles des espaces de conservation et des meubles de rangement.

2.3 CONDITIONNEMENTS ET MOBILIER DE RANGEMENT

Afin de définir les surfaces et les spécificités des espaces de stockage, il est nécessaire de :

- *Évaluer les types et la quantité de conditionnements pérennes nécessaires à un stockage adapté des différents biens archéologiques mobiliers (BAM) et de la documentation archéologique ;*
- *Évaluer les typologies et la quantité de mobilier de stockage, en fonction des éléments précédents et du poids des conditionnements, mais aussi de l'accessibilité aux biens archéologiques mobiliers (BAM) et à la documentation archéologique souhaitée selon l'usage prévu.*

La situation sera différente si le chantier des collections a déjà été réalisé ou pas.

Chantier des collections

Afin de s'assurer de la bonne adéquation du bâtiment avec la conservation et l'utilisation des données scientifiques, il est recommandé de mener un chantier des collections en amont de la programmation du bâtiment. Cela assurera une connaissance parfaite des vestiges et de leur encombrement, ainsi que de leurs besoins.

Le protocole de traitement devra être établi en fonction de l'objectif final et des missions du CCE.

Ce traitement de masse des données permettra de :

- Assurer le tri et l'amélioration de l'état sanitaire des BAM,

- Homogénéiser les conditionnements selon le protocole établi en amont (types de conditionnements, poids de remplissage...),
- Assurer l'identification des BAM (marquage) et leur traçabilité (marquage des conditionnements, listes de colisage, localisation...)
- Mettre à jour la documentation,
- Connaître avec précision l'encombrement (quantité de contenants évaluée par dimensions) des BAM et de la documentation, devant intégrer le CCE.

Le poids maximum des contenants devra être choisi en amont du chantier. Il est recommandé de ne pas dépasser 10 kg en vue d'une manipulation manuelle.

Choix des conditionnements

Matériaux constitutifs pérennes et inertes :

- Polyéthylène (PE)
- Polypropylène (PP)
- Polystyrène choc ou cristal
- Carton neutre
- Polyester

À proscrire :

- PVC (instable)
- Polyuréthane (instable)
- Polystyrène expansé (dangereux en cas d'incendie)

Choix des contenants pour les BAM

On préférera des conditionnements (bacs, palettes) répondant à la Norme Europe pour la majorité des vestiges car ils permettent de ne pas perdre d'espace de stockage :

- Pour les palettes : 80 x 120 cm ;
- Pour les bacs : 60 x 40 cm, 30 x 40 cm, 80 x 60 cm, de hauteurs différentes à déterminer en fonction des éléments à conditionner et du poids total qu'on souhaite atteindre.

On pourra toutefois choisir d'autres types de contenants pour des éléments spécifiques :

- Bacs en polypropylène alvéolaire gerbables plus légers et plus longs pour les ossements ;
- Boîtes LAB® en polystyrène cristal ou boîtes de type Lock and Lock® en polypropylène pour les très petits objets
- Tout autre contenant constitué des matériaux recommandés ci-dessus et de forme adaptée, la plus simple possible – éviter les formes coniques qui font perdre de la place.

Les palettes :

On préférera les palettes en plastique aux palettes en bois.

Toutefois, le bois peut être utilisé pour une résistance requise que n'ont pas les palettes

plastique, ou pour la fabrication de certaines caisses de stockage. MAIS on ne doit pas utiliser de palettes de récupération car elles risquent d'être infestées par des insectes xylophages et de contaminer le bâtiment. Une veille sanitaire sur les équipements en bois, même traités, reste indispensable.

Le bois est un matériau acide qu'on évitera d'utiliser pour le conditionnement d'objets en métal (en particulier le plomb) ou sensibles aux polluants.

Les caractéristiques suivantes sont essentielles pour bien choisir le contenant :

- Surfaces des palettes ou parois des bacs : pleines ou ajourées - cela change le poids et la résistance du contenant de manière significative,
- Indication de charge utile maximum du contenant rempli : toujours pour une charge répartie sur le fond d'un bac ou la surface d'une palette, et non une charge ponctuelle,
- Pour les palettes : étudier les indications de charge (répartie sur la surface) : statique (au sol), dynamique (portée) ou en rack (posée sur les lisses du rack) – elles sont différentes et le choix doit être fait en fonction de l'utilisation,
- Choix d'accessoires : poignées ouvertes ou fermées, couvercles...

Choix des sachets pour les BAM

À l'intérieur des bacs gerbables, les BAM seront classés dans des sachets.

Actuellement, les plus utilisés sont des sachets en polyéthylène ou polypropylène, avec ou sans bandes blanches. Faire attention à

l'épaisseur des sachets (résistance) en fonction de ce qu'on veut ranger à l'intérieur.

Attention aux risques de condensation à l'intérieur des sachets fermés si le climat est instable.

Ces sachets ont une durée de vie limitée, en fonction des conditions climatiques et du contenu. Des alternatives plus durables (sachets en lin ou en coton réutilisé, cousus, par exemple) pourraient être utilisées si les conditions climatiques le permettent, même si on perd en transparence.

Écrins :

Si certains objets ou éléments plus fragiles doivent être conservés dans des écrins, de la

mousse polyéthylène (PE) devra être utilisée. Si elle est de type non réticulée (exemple : Ethafoam®), une interface lisse devra être installée entre la mousse coupée devenue abrasive et la surface de l'objet, comme un intissé de PE (exemple : Tyvek®) ou un textile de lin ou de coton réutilisé. Si la mousse PE est réticulée (exemple : Plastazote®), cela ne sera pas nécessaire.

Choix des contenants pour la documentation

archéologique

La documentation archéologique regroupe différents types :

- Rapports reliés, format A4,
- Photographies,
- Documents plats de format A3,
- Documents de grand format (plans sur papier ou calque)

En fonction de leurs dimensions, les documents peuvent être conservés dans des pochettes et des boîtes d'archives, en matériaux neutres (carton neutre de préférence), horizontales ou verticales en fonction des formats.

Les documents de grand format pourront être rangés dans des tiroirs de meubles à plans ou roulés sur des tubes en carton neutre mis en boîtes ou sur des mobiliers.

Interfaces

Afin d'assurer une absorption des chocs éventuels, on utilisera :

- Une couche de mousse PE de 2 mm sur les étagères, pour poser les objets,
- Une couche de mousse PE de 2 ou 5 mm, voir 1 cm, sur les fonds de tiroirs en fonction de ce que l'on mettra dessus.

Pas d'interface entre l'étagère et les bacs ou boîtes d'archive

Stockage des matériaux de conditionnement

Il est essentiel de conserver les matériaux de conditionnement et de conservation dans des locaux présentant des conditions adaptées : climat stable avec des conditions de température et d'hygrométrie « moyennes », absence de lumière, de poussière, et de polluants gazeux. Cela permet de limiter leur dégradation et d'éviter qu'ils ne se gorgent d'humidité ou de polluants ensuite mis en contact avec les objets. Un espace de stockage dédié et adapté doit donc être prévu et aménagé.

Développement durable

Il est rappelé que tous ces matériaux sont issus de l'industrie pétrolière. Ils sont durables si conservés dans de bonnes conditions climatiques. Ils peuvent aussi être réutilisés et sont recyclables.

Il est important de les utiliser à bon escient et de bien penser ses choix en amont, afin de ne pas avoir de perte ou d'achats inutiles et de s'assurer que ce qui a été mis en place soit adapté pour du long terme.

La récupération de matériel auprès d'autres établissements ou l'achat de matériel à des Associations comme La Réserve des Arts sont aussi des pistes permettant des choix plus durables.

Choix des mobiliers de rangement

Typologies de mobilier

Différents types de mobiliers ou unités de rangement (UR) peuvent être installés dans les réserves. Le choix sera fait en fonction des dimensions et du poids de ce qu'on doit installer dessus :

Type de mobilier	Type de vestige
Racks à palettes ou porte-palettes	Lapidaire, objet grand format ou piles de bacs sur palette
Rayonnages à étagères légers	Objets, boîtes d'archives
Rayonnages à étagères mi-lourds	Bacs remplis, objets de moyen format
Porte-bacs norme Europe, avec rails	Bacs remplis
Cantilevers ou râteliers	Objets longs (poutres...), plans roulés
Meubles à tiroirs ou tessonnières	Petits objets (bijoux, médailles...), tessons
Meubles à plans	Plans et documents de grand format à plat

Caractéristiques à définir :

Caractéristiques	Avantage / Défaut / Choix
Mobilier fixe (tout type de mobilier)	Pas de vibrations / Adapté pour les objets fragiles, type céramiques / Nécessite plus de surfaces de réserves
Mobilier mobile (tout type de mobilier posé sur un chariot mobile sur rails)	Gain de surfaces de réserves / Vibrations / Nécessite une résistance des sols plus importante
Ouverture du mobilier mobile	Manuelle ou motorisée / Préférer la motorisation quand mobilier haut avec charges lourdes
Dimensions	Différencier les dimensions utiles (utilisables) des dimensions hors-tout (du mobilier complet)
Hauteur du mobilier définie par la hauteur des échelles	Une hauteur importante nécessitera des équipements pour les manipulations / Attention au besoin de formation pour l'utilisation de certains engins de manutention

Largeur des étagères	Doit permettre de ranger plusieurs bacs côte-à-côte sans perdre de place, tout en conservant des espaces de manipulation / Sens de rangement des bacs à définir
Profondeur des étagères	Doit correspondre à la profondeur des bacs en fonction de leur sens de rangement
Longueur des lisses de racks à palettes	La longueur prend toujours en compte la dimension des palettes et de l'espace pour les manutentions
Hauteur des niveaux de rangement réglables	Permet de s'adapter à la hauteur des bacs, des objets ou des palettes
Hauteur des tiroirs	A définir en fonction de l'épaisseur des éléments à ranger
Nombre de niveaux de rangement par UR	A définir au plus juste en fonction de la hauteur des bacs ou des objets / Toujours prévoir une étagère en dessus de meuble comme couverture contre la poussière
Matériaux constitutifs du mobilier	On recommande l'emploi de meubles fabriqués en acier recouverts de peinture à l'époxy cuite, non sensible à l'humidité / On peut aussi acquérir des meubles en acier galvanisé pour installer les bacs pour des questions de coût / Attention de ne pas griffer les surfaces de mobiliers lors de manipulations intensives – risques de corrosion
Accessoires pour racks à palettes (à installer en fonction des besoins et de la configuration)	- Platelage pour rangement des caisses - Grilles antichute quand racks non positionnés dos-à-dos ou le long d'un mur
Accessoires pour meubles à étagères (à installer en fonction des besoins et de la configuration)	- Parois et dos : pleins ou percés - Portes, pour sécuriser des objets ayant une valeur vénale importante - Tablette de couverture obligatoire

Points de vigilance

Si le mobilier fixe doit ultérieurement être mis sur chariot pour devenir mobile, prévenir le fabricant dès le départ du projet.

Dans le cas où on installe du mobilier mobile, on a deux choix :

- Les rails peuvent être encastrés dans la dalle ce qui facilitera le rangement des contenants dans les meubles ; attention à bien penser l'implantation dès la fabrication de la dalle.
- Un plancher technique contenant les rails peut être installé ultérieurement au-dessus de la dalle : ne demande pas de reprise de dalle mais complique l'utilisation de matériel de manutention, type transpalette, car le plancher est surélevé

du niveau du sol, accessible par une rampe et avec une résistance au poids limitée.

Bien penser au positionnement du système d'éclairage en fonction de l'implantation du mobilier (de préférence dans les allées de circulation) pour éviter l'obscurité dans les meubles de rangement.

La pose des racks à palettes doit être réalisée par des professionnels agréés pour répondre aux normes de sécurité (fixation dans le sol, pose de protections, résistance des lisses...).

Le mobilier nécessitant l'utilisation de chariots élévateurs ou autres engins de manutention doit être régulièrement vérifié par un organisme agréé (norme UNE-EN 15635)

Charges au sol ou charges d'exploitation

La résistance des sols est aussi appelée charges au sol ou surcharges d'exploitation. Elle s'énonce communément en kg/m^2 , mais les architectes la calculent en daN (décanewtons) qui est à quelque chose près équivalent.

On la calcule pour une charge répartie sur la surface sur laquelle repose le mobilier.

La résistance des sols à prévoir dépendra :

- Du type de meubles (racks à palettes, meubles à étagères fixes ou mobiles),
- De la surface au sol des meubles (largeur x profondeur),
- De la hauteur des meubles – plus le meuble est haut et plus la charge sera importante,
- Du type et du poids des mobiliers archéologiques contenus dans les meubles et de leurs conditionnements,
- Du poids des meubles.

Exemples de valeurs indicatives

Type de mobilier de rangement	Dimensions en cm (longueur x profondeur x hauteur)	Charge au sol moyenne En kg/m^2
Rack à palettes	270 x 110 x 300	1 500
Rack à palettes	270 x 110 x 450	2 000
Meubles à étagères mobiles	125 x 60 x 250	1 200
Meubles à étagères mobiles	125 x 60 x 350	1 500
Meubles à étagères fixes	125 x 60 x 250	800
Meubles à étagères fixes	125 x 60 x 350	1 000

NB. Il faudra faire attention, lors de la définition des charges au sol, au poids des équipements de manutention qui peut être important (exemple un gerbeur peut peser autour de 1 tonne).

Les sols doivent être capables de supporter la charge des engins + celle des vestiges manipulés.



**MINISTÈRE
DE LA CULTURE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

**Direction générale
des patrimoines
et de l'architecture**

3.1 CHOIX D'UN BATIMENT : CONSTRUCTION NEUVE OU REHABILITATION

L'implantation d'un centre de conservation et d'étude (CCE), le choix entre construction neuve et réhabilitation d'un bâtiment existant dépendent de nombreux facteurs : opportunités foncières, volonté de donner un nouvel usage à un bâtiment existant disponible, politique d'aménagement urbain...

Il est surtout indispensable de préciser les objectifs de fonctionnement du CCE avant d'arrêter tout choix concernant le bâtiment.

Un CCE est un équipement qui doit s'inscrire dans un temps très long ; l'économie globale du projet doit être pensée au regard de cette caractéristique. Le choix d'une réhabilitation peut être vertueux du point de vue d'une approche durable. La réutilisation d'un bâti ancien à valeur patrimoniale peut également constituer une opportunité. Ce choix doit toutefois être bien apprécié en amont car la transformation d'un bâtiment mal adapté aux besoins de fonctionnement et/ou de conservation peut conduire à des travaux onéreux et à un résultat contraignant pour l'exploitation.

Compte-tenu des performances de contrôle climatique élevées qui peuvent être exigées pour la conservation de certains biens archéologiques mobiliers (BAM) sensibles, le coût d'une réhabilitation est souvent aussi élevé, voire plus élevé que celui d'une construction neuve.

Implantation du bâtiment

Qu'il s'agisse d'une construction neuve ou d'une réhabilitation, certains sujets liés à l'implantation du bâtiment sont à aborder au préalable :

- La situation et les facilités d'accès pour les différents utilisateurs (transit des BAM, personnels, public),
- L'absence de risque particulier (risques naturels comme les inondations ou les glissements de terrain, pollutions, proximité de réseaux de transports générant des vibrations...),
- Les possibilités d'extension.

Programmation architecturale

Dans tous les cas, la faisabilité d'un projet ne peut être appréciée qu'en fonction de données de programmation suffisamment précisées.

Ces données de programmation indispensables aux choix de type de bâtiment concernent les points suivants :

- L'estimation des dimensions des différents locaux et des circulations, en surface comme en hauteur.
- La définition des charges d'exploitation dans les différentes parties du CCE :
 - Pour les locaux de travail ou recevant du public (type salles de réunion ou de classe), les charges admissibles usuelles sont de l'ordre de 250 à 500 daN/m² (équivalent à kg/m²).
 - Pour les réserves BAM, les charges admissibles peuvent varier entre 800 daN/m² (pour des mobiliers à étagères d'environ 2 mètres de haut) et 2 000 daN/m² (pour des racks à palettes ou des mobiliers mobiles sur une hauteur de 2 à 3 mètres).

Elles dépendent beaucoup du type de stockage envisagé (stockage sur grande hauteur, utilisation d'unités de rangement mobiles de type "compactus", racks à palettes...), comme de la présence de BAM exceptionnels par leurs dimensions ou leurs poids (par exemple des sarcophages en pierre ou en plomb).

- La définition des liaisons souhaitées entre les locaux ainsi que des ouvertures sur

l'extérieur (accès direct, apport de lumière naturelle, protection solaire...), en fonction des modes de fonctionnement, de la présence de locaux accessibles au public...

- La définition des conditions climatiques attendues pour la conservation des différents types de BAM comme de la documentation archéologique.

Inertie, maîtrise du climat et dépenses énergétiques

La définition des conditions climatiques attendues dans les différentes zones du CCE est déterminante pour guider la conception d'une construction neuve comme pour juger des qualités d'un bâtiment existant.

Par rapport à de nombreux cas de réhabilitation, le choix d'une construction neuve permet d'atteindre plus facilement de bonnes performances de conservation et de consommation énergétique et évite certains travaux d'entretien à brève échéance.

L'accès à l'inertie est un des principaux facteurs d'appréciation.

L'inertie d'un bâtiment est fonction de ses qualités de masse (en parois, sols et plafonds) qui lui permettent d'emmagasiner de la chaleur puis de la restituer. Une forte inertie contribue à limiter les variations de température.

Les variations de l'humidité relative dépendent également des variations de température. La qualité des matériaux utilisés pour favoriser une régulation des transferts d'humidité a son importance ; des matériaux poreux pourront être recherchés.

Le comportement climatique du bâtiment dépendra aussi de la nature des matériaux utilisés : l'emploi de certains matériaux biosourcés ou géosourcés peut contribuer à la régulation du climat, en plus de son impact sur le bilan carbone de l'opération de construction ou de réhabilitation.

Spécificité des locaux de réserves

Ils réclament une stabilité climatique sur le temps long. L'inertie thermique sera donc recherchée car elle :

- Lisse les variations climatiques dans le temps,
- Limite l'importance des installations de traitement climatique de type climatisation. La réduction de puissance des installations techniques et la limitation de leur temps d'usage permet de réduire fortement les dépenses énergétiques.

Un bâtiment présentant une forte inertie peut s'avérer particulièrement intéressant pour la conservation des BAM les moins sensibles aux variations climatiques, sans apport d'un système de traitement du climat.

En revanche des exigences de maintien du climat dans certaines plages d'hygrométrie, par exemple pour des BAM métalliques, entraîneront nécessairement la mise en place de systèmes qui, selon les choix de matériels et les variations tolérées, peuvent être sources de consommations plus importantes.

Autres locaux

L'accès à l'inertie thermique pour les salles d'étude et de consultation, bureaux, ateliers de restauration, salles d'accueil du public... n'est pas forcément un facteur déterminant.

En fonction des périodes et temps d'utilisation, un bâtiment offrant peu d'inertie mais doté d'une forte isolation thermique peut se révéler mieux adapté : il permettra d'atteindre rapidement les conditions climatiques attendues aux seuls moments d'utilisation.

Le comportement climatique attendu d'un bâtiment ne peut donc être précisé qu'en fonction des modes de fonctionnement envisagés (production de scénarios d'occupation et d'utilisation) et de la définition des plages climatiques jugées acceptables pour

la conservation des données scientifiques de l'archéologie (DSA).

Dans le cas de réhabilitation de bâtiments existants, il faut rappeler que les bâtiments industriels à structure légère de type charpente et bardage métalliques offrent peu d'inertie. Des bâtiments en maçonnerie offrent davantage d'inertie mais certains travaux (isolation thermique selon son positionnement, ventilation selon son taux de renouvellement) peuvent fortement impacter l'accès à cette inertie.

Projet de construction neuve ou de réhabilitation : que vérifier en amont ?

Afin de s'assurer de la réussite du projet, il faudra :

- Etudier la qualité du sous-sol (qui peut induire la nécessité de fondations profondes spéciales et donc des coûts de construction plus élevés) ; une étude géotechnique est à prévoir en amont, en fonction des charges prévisibles.
- Vérifier l'absence de pollution ou de facteurs de risque de toute nature sur le site. Un diagnostic de pollution des sols sera à mener en amont, tout particulièrement sur des fonciers situés dans d'anciennes emprises industrielles.
- Analyser les règles d'urbanisme (PLU, règlements particuliers de type règlement de ZAC, cahier des charges

- environnementales propre à la commune...) pour s'assurer que le type d'activité et le volume à construire envisagés sont bien autorisés.
- Vérifier les capacités de raccordement aux réseaux techniques (alimentation électrique présence d'un réseau de chauffage urbain...) qui peuvent influencer fortement sur les coûts d'investissement comme d'exploitation.

Il convient de se référer aux attendus de certains labels environnementaux pour contribuer à la conception du CCE selon une approche durable.

Toutefois il faut rappeler que ces labels sont conçus pour des usages courants de locaux occupés et peuvent ne pas être adaptés à des programmes comportant d'importants volumes de réserves.

Spécificités d'un projet de réhabilitation

La faisabilité d'une opération de réhabilitation dépend du type et du volume de BAM à conserver ainsi que des conditions climatiques souhaitées pour leur conservation.

En fonction de ces conditions propres au projet, l'examen d'un bâtiment pourra fortement varier selon que l'on envisage une restructuration lourde qui ne conserve que les structures porteuses et les enveloppes (toitures, façades) ou une réhabilitation légère avec conservation d'une partie des aménagements intérieurs et des équipements.

Un diagnostic préalable du bâtiment est impératif avant tout choix. Ce diagnostic portera à la fois sur des points techniques et architecturaux, en fonction des objectifs programmatiques du centre de conservation.

Diagnostic dimensionnel

- Les vérifications de la capacité du bâtiment existant à accueillir les salles de réserves comme les autres locaux doivent s'effectuer à partir d'une estimation des besoins en surfaces et en volumes. L'analyse des besoins en volume dépend beaucoup de la hauteur des mobiliers de rangement et donc des moyens de manutention envisagés.
- Certains objets très pondéreux ou de très grandes dimensions exigent d'être manipulés et stockés sur un niveau de plain-pied avec les accès de livraison car ils peuvent difficilement emprunter un monte-charge. La surface accessible de plain-pied du bâtiment existant doit donc être vérifiée au regard de cette contrainte propre.

- Les hauteurs sous plafond des différents niveaux existants doivent être appréciées en fonction de la hauteur des mobiliers de stockage envisagés, sans oublier l'encombrement des équipements techniques (gaines de ventilation, éclairage).
- La possibilité d'aménager une zone de transit fonctionnelle doit être vérifiée : elle suppose une aire de stationnement / retournement extérieure pour les camions, en lien avec une aire de livraison intérieure de dimensions adaptée (au besoin avec possibilité de créer un quai de livraison).

Diagnostic structurel

- Ce diagnostic doit permettre de préciser la charge admissible sur les dallages et planchers existants et éventuellement les possibilités de renforcement pour accepter des charges plus importantes. En cas de renforcement de plancher existant ou de création de nouveaux planchers, l'incidence sur les structures et fondations existantes doit être appréciée.
- La stabilité au feu des structures doit également être évaluée lors du diagnostic selon les réglementations en vigueur (Code du travail, ERP). Pour les locaux de réserves, une stabilité au feu de 2h est généralement attendue.

Diagnostic des enveloppes et du climat

Le confort d'usage dans les locaux de travail et les conditions de conservation dans les locaux de réserves nécessitent des qualités d'enveloppes différentes portant sur l'étanchéité (eau / air), l'isolation thermique comme sur le contrôle des vues et des lumières.

- Étanchéité à l'eau et à l'air
L'étanchéité est un facteur impératif pour un bâtiment de conservation.
Le diagnostic des toitures, des façades et des menuiseries extérieures doit permettre d'apprécier ce qui peut être conservé, adapté ou remplacé. Il faut noter que certains types de toitures d'anciens bâtiments industriels avec des chéneaux encaissés (type toitures en sheds) présentent de réels facteurs de risques quant aux infiltrations d'eaux pluviales (Cf. fiche sur les toitures).
- Isolation et accès à l'inertie
Les dispositions de l'existant concernant l'isolation thermique et l'accès à l'inertie doivent faire l'objet d'un diagnostic.
Si des relevés climatiques sur des périodes longues peuvent être utiles pour mieux apprécier la capacité d'un bâtiment existant à abriter des locaux de conservation, il faut mesurer la limite des informations recueillies au regard du programme de travaux envisagé.
Si le projet de réhabilitation nécessite d'ajouter une isolation thermique et des systèmes de ventilation pour répondre aux obligations réglementaires ou aux objectifs programmatiques, le comportement climatique du bâtiment peut être radicalement transformé.
- Le diagnostic portera sur les dimensions des circulations, des passages et des portes, la qualité des revêtements en sol, murs et plafonds.
- Il faut rappeler que des diagnostics plomb et amiante sont obligatoires pour tout projet d'intervention sur un bâtiment existant. Pour l'amiante cela concerne les bâtiments dont le permis de construire a été déposé avant le 1^{er} juillet 1997. Pour le plomb, l'interdiction définitive de mise sur le marché de produits plombifères date de 1993 et 1995 pour les canalisations.
- La présence de matériaux fragiles ou friables susceptibles de dégager poussières ou polluants est à proscrire.
- La qualité des éléments de second-œuvre doit également être appréciée au regard des règles de sécurité incendie, tout particulièrement pour les parties recevant du public et pour les locaux de conservation des BAM.
- Les aménagements existants doivent également être appréciés en fonction de leur contribution au confort de travail pour les équipes (qualité de lumière et de vue, confort acoustique).

Diagnostic des éléments de second-œuvre et dispositions architecturales

Ce type de diagnostic concernera surtout les opérations de réhabilitation légère pour lesquelles est envisagée la conservation de nombreux aménagements intérieurs.

Diagnostic des équipements techniques

Ce diagnostic portera à la fois sur les possibilités de raccordements et sur la qualité des équipements existants susceptibles d'être réutilisés (chaufferie, TGBT, installations de sécurité, réseaux de distribution...).

Généralités pour tous types de bâtiments

Choix des matériaux

La qualité physico-chimique de tous les matériaux et produits mis en œuvre dans le bâtiment doit être compatible avec les règles de conservation : seront ainsi proscrits les matériaux friables pouvant générer de la poussière ou les produits dégageant des COV.

Précautions lors de la mise en service du bâtiment

Un chantier est toujours source de poussière et, le plus souvent, d'une forte humidité.

Lors de la livraison d'un chantier et de la mise en service du CCE, et avant l'arrivée des DSA, les précautions suivantes sont à prendre :

- Mettre en route la ventilation de manière à dépoussiérer toutes les gaines
- Procéder à un nettoyage complet et soigneux du bâtiment avec des produits adaptés à la conservation
- Prendre en compte le temps de séchage du bâtiment variable selon les procédés constructifs et le déroulement du chantier (un mois minimum, sachant qu'un séchage complet peut s'étaler sur plusieurs mois)
- Procéder à la marche à blanc des installations de traitement climatique qui permet de prendre en main les matériels et outils de suivi ainsi que de stabiliser le climat selon les plages de température et hygrométrie souhaitées avant l'arrivée des DSA (tout en sachant que certaines pourront nécessiter des procédures d'adaptation).

3.2 SITUATION GEOGRAPHIQUE ET ABORDS

Avant tout choix d'un bâtiment à rénover ou d'implantation d'un bâtiment neuf, il faut :

- **Définir le périmètre des missions du CCE et donc évaluer les besoins ;**
- **Favoriser un lieu facile d'accès pour les personnels, les chercheurs et les autres visiteurs ;**
- **Évaluer les risques naturels, technologiques ou liés au voisinage ou aux utilisations du terrain ou du bâtiment ;**
- **Estimer la nécessité de réserver du terrain contigu au bâtiment pour ménager la possibilité d'agrandir celui-ci ;**
- **Envisager la possibilité de construire ou aménager un quai de chargement et de déchargement des vestiges.**

La situation géographique du bâtiment est caractérisée par une exposition à différents risques naturels et technologiques à prendre en compte dans le projet.

De même les abords du bâtiment présentent des contraintes à repérer et à évaluer en amont du projet.

Risques liés à la situation géographique

Risques naturels :

- Inondations
- Séismes
- Feux de forêt
- Mouvements de terrain
- Volcanisme
- Cavités souterraines
- Retrait/gonflement d'argile
- Radon
- Avalanche

Risques technologiques

- Réseaux et canalisations
- Installations classées
- Pollution des sols et anciens sites industriels
- Émissions polluantes aux abords

Contraintes liées aux abords du bâtiment

- Imbrication dans un parcellaire complexe
- Nature des voies d'accès
- Accessibilité des secours
- Pente du terrain
- Pente du chemin d'accès
- Exposition du bâtiment ou du terrain
- Droits d'accès et de circulation,
- Contraintes de copropriété
- Nature des activités aux abords
- Espace de manœuvre pour les camions
- Accessibilité par transports en communs
- Présence et taille du parking
- Réserve foncière possible
- Règlement du PLU
- Etc.

Toute solution est un compromis qui s'appuie sur des critères d'évaluation indispensables à établir selon les besoins du CCE pour assurer ses missions, qui prennent en compte le degré d'exposition aux risques et l'impact des contraintes pour les hiérarchiser.

La complexité des compromis à trouver aura un impact direct sur les solutions architecturales apportées et en conséquence le coût financier du projet.

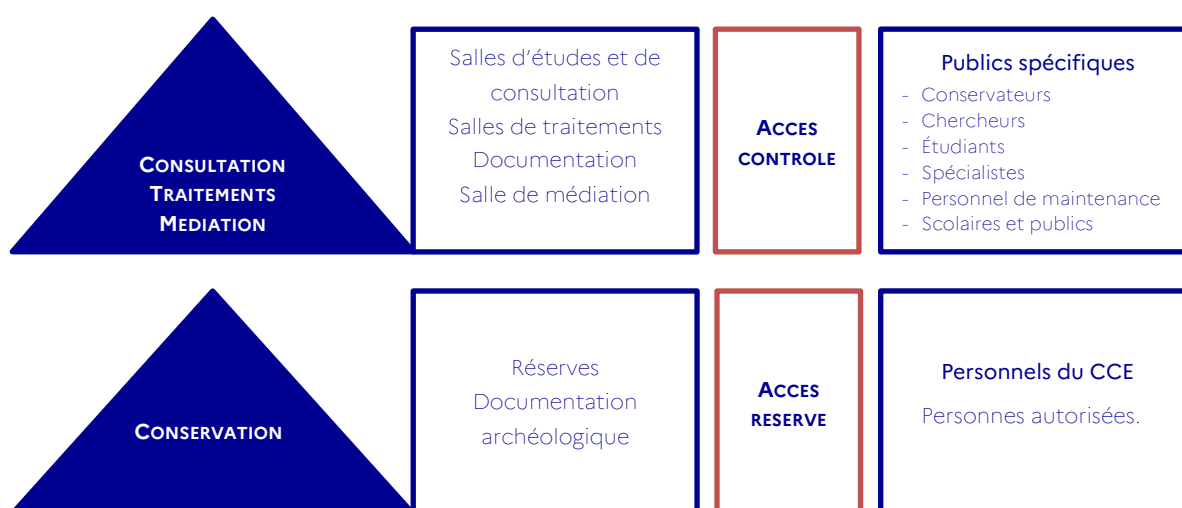
Références pour connaître les risques naturels et technologiques : <<https://www.georisques.gouv.fr/>>

3.3 ACCES ET SURETE

Selon les missions du CCE, plusieurs modalités d'accès sont définies. Les espaces s'organisent en zones de travail qui dessinent des « blocs » pouvant être isolés les uns des autres par des systèmes de sûreté. Les niveaux d'accès des différents locaux du CCE doivent être définis en amont du projet car ils influent sur les circulations au sein du bâtiment.

On distingue généralement deux niveaux d'accès

- **Accès réservé** : personnels du CCE et personnes autorisées
- **Accès contrôlé** : publics spécifiques qui travaillent sur les données scientifiques de l'archéologie (DSA), et personnels de maintenance, tout public sur rendez-vous ou lors de manifestations de médiation.



La traçabilité des niveaux de sûreté

Le bâtiment doit répondre aux exigences de sûreté suivantes :

- Être accessible aux secours
- Être équipé d'une alarme incendie
- Être équipé d'une alarme intrusion
- Disposer d'au moins un référent identifié pour assurer le suivi de la maintenance des équipements et de la sécurité

ET bénéficier :

- D'un règlement intérieur
- D'un plan de sauvegarde du CCE
- D'un registre de rendez-vous pour les demandes de consultation des DSA.

La gestion des clés, codes et autres badges requiert une traçabilité des autorisations qui y sont attachées.

Le rapport entre accessibilité et sûreté ainsi que les procédures qui seront établies dans ce cadre sont à définir avec soin dans le règlement intérieur.

Comparaison de différents systèmes de fermeture

Système	Avantages	Inconvénients
Clef	<ul style="list-style-type: none"> • Système le plus courant, qui reste indispensable, même s'il est complété par un autre • Permet une hiérarchisation aisée des accès 	<ul style="list-style-type: none"> • Risque de perte nécessitant des remplacements réguliers • La hiérarchisation des serrures doit se gérer sans multiplication des clefs
Code	<ul style="list-style-type: none"> • Système bien adapté à certains espaces • Peut être facilement modifié sans frais 	<ul style="list-style-type: none"> • Problème de communication du code. • Système insuffisant quand il est utilisé seul pour les espaces de réserve • La hiérarchisation des accès implique la coexistence de codes différents • Prévoir un système de déblocage manuel
Clef ou badge magnétique	<ul style="list-style-type: none"> • Très fiable • Permet la hiérarchisation des accès • La perte d'un badge se gère facilement sans avoir à changer le système de fermeture 	<ul style="list-style-type: none"> • Plus onéreux à l'installation • L'achat et le remplacement des batteries des badges peut s'avérer compliqué • Prévoir un système de déblocage manuel

Sûreté et maintenance des appareils

Dans le projet architectural de réhabilitation ou de construction du CCE, les locaux techniques sont situés de préférence dans la

zone d'accès contrôlé. Lorsqu'ils sont dans les zones d'accès réservé (réserves et documentation scientifique), les intervenants doivent être accompagnés du référent du CCE.

Espaces d'accueil des publics

Dès lors qu'il reçoit des chercheurs et des publics occasionnels, le CCE peut être classé en établissement recevant du public (ERP) de 5e catégorie (type musée, bibliothèque ou centre de documentation) : nombre maximal de visiteurs fixé à 100 personnes par niveau ou étage (moins de 200 en tout). Pour les établissements de cinquième catégorie, l'ouverture n'est pas soumise à la visite et à l'accord de la commission de sécurité compétente. Cette dernière peut néanmoins être consultée.

3.4 CHOIX DE LA TOITURE : CLASSIQUE/ GRAVILLON-PIERRIER/ VEGETALISEE

Le choix d'un type de toiture contribue non seulement à la bonne étanchéité d'un bâtiment mais plus généralement au comportement climatique et à la régulation des eaux pluviales.

Dans le cas d'un projet de réhabilitation, l'analyse des caractéristiques des toitures existantes est un élément clé pour apprécier la capacité du bâtiment à accueillir un Centre de conservation.

Plusieurs types de toiture peuvent être distingués :

- *Les toitures en pentes (pentés planes ou arrondies, simples ou multiples)*
- *Les toitures plates sans végétation*
- *Les toitures végétalisées*

Rappels

Il faut rappeler en préalable que toute toiture nécessite un entretien régulier qui peut varier selon les types.

Un accès facile aux chéneaux (toitures en pente) ou aux sorties d'eau (toitures plates) pour retirer feuilles mortes et autres sources d'obstruction des évacuations est un facteur important pour assurer le bon entretien courant des toitures.

Par ailleurs, la position des descentes d'eau pluviale doit faire l'objet d'une attention particulière.

Si elles sont situées à l'intérieur du bâtiment, elles seront nécessairement isolées (pour éviter les phénomènes de condensation) et chemineront en dehors des locaux de conservation de données scientifiques de l'archéologie (DSA) et de documentation. Ces descentes d'eau pluviale seront facilement accessibles pour entretien.

Les toitures présentant d'importantes surfaces d'échange thermique, leur isolation doit être particulièrement étudiée et soignée lors de la réalisation.

En cas de réutilisation de bâtiment existant, une étude thermique permettra de détecter les points de faiblesse et d'aider à la définition de solutions d'amélioration.

Enfin, quel que soit le type de toiture, toutes les sorties (lanterneaux d'éclairage, sorties de ventilation, cheminées, etc.) s'accompagnent de dispositifs d'étanchéité particuliers qui peuvent constituer autant de points de faiblesse dans l'étanchéité d'une toiture.

Les toitures en pente

Si elles sont conçues selon les règles en vigueur, avec notamment une pente adaptée au type de matériaux et aux conditions climatiques locales, et des chéneaux bien dimensionnés, ces toitures permettent une évacuation rapide des eaux pluviales.

Les toitures en pentes peuvent présenter cependant des points de faiblesse sur les lignes de raccord entre différents pans (les "nœuds") ou au droit des joints de dilatation. Il faut donc privilégier les toitures de forme simple.

La disposition des chéneaux doit être particulièrement étudiée. Les chéneaux

encastrés sont à éviter car en cas d'engorgement (à la suite d'une pluie exceptionnelle ou d'une obstruction des évacuations), des infiltrations dans le bâtiment sont possibles.

Rappelons qu'en cas de réhabilitation, les anciens bâtiments industriels avec couverture en "sheds" présentent par définition un grand nombre de chéneaux encastrés.

Selon les configurations du bâtiment, les toitures en pentes peuvent être associées à un comble non utilisé. Ce comble peut être un élément intéressant pour le comportement climatique du bâtiment et agir comme un "tampon" thermique.

La mise en place d'un système simple de ventilation du comble en période chaude permet de limiter la transmission de chaleur vers les salles situées en dessous du comble.

Dans le cas d'une toiture froide (c'est à dire non isolée), une étude thermique devra vérifier l'absence de risque de condensation.

Dans les climats chauds, il faut rappeler qu'il peut être intéressant de dissocier les fonctions d'étanchéité à la pluie et d'isolation / étanchéité à l'air. Une toiture peut agir uniquement comme une "ombrière" étanche à la pluie et contribuer, grâce au volume ventilé naturellement entre toiture et bâtiment, à un meilleur comportement thermique global.

Si des verrières sont utiles pour éclairer des ateliers de travail sur les DSA, elles doivent de préférence être orientées au nord pour assurer une homogénéité de la lumière et éviter les apports solaires.

Dans le cas de réutilisation de bâtiments industriels présentant une toiture de type « sheds », les parties vitrées ne pourront pas être conservées pour des locaux de réserves.

Les toitures plates sans végétalisation

Pour ce type de toiture, il existe plusieurs procédés qui permettent d'assurer une bonne étanchéité, à condition d'être mis en œuvre avec soin, en respectant les règles professionnelles.

Sur ce type de toiture, l'isolation est généralement associée à l'étanchéité au sein d'une même prestation réalisée par une seule entreprise.

Il conviendra de privilégier des systèmes avec protection (protection lourde, gravillons), plutôt que des systèmes dits auto-protégés parfois plus fragiles, notamment dans les cas de toitures sur lesquelles sont disposés des équipements techniques nécessitant de fréquents accès d'entretien.

Comme pour les toitures en pentes, il est préférable d'éviter les formes complexes multipliant les raccords d'étanchéité et donc les points de fragilité.

Les toitures végétalisées extensives ou intensives

Il existe deux principaux types de toitures végétalisées :

- La toiture végétalisée extensive ;
- La toiture végétalisée intensive.

Ces deux types se différencient par l'épaisseur de la couche de substrat permettant les plantations et par la nature des plantations.

Certaines solutions intermédiaires sont qualifiées de "semi-intensives".

Les toitures végétalisées peuvent présenter de réels avantages pour un bâtiment de conservation car elles contribuent à renforcer l'isolation et l'inertie du bâtiment. Elles participent également à la rétention des eaux pluviales.

Comme pour une toiture plate, la mise en œuvre des produits d'étanchéité doit être particulièrement soignée.

Les toitures végétalisées sont plus efficaces sur de grandes surfaces continues ne comportant pas ou peu d'éléments singuliers, de type lanterneaux, sorties techniques ou joints de dilatation. En effet, autour de ces points singuliers, il est le plus souvent nécessaire de mettre en œuvre des dispositifs de type "bandes stériles" qui limitent les effets bénéfiques de la végétalisation et constituent autant de points de fragilité.

Pour éviter les problèmes futurs dans le bâtiment, il est essentiel de choisir un prestataire unique pour concevoir et réaliser l'étanchéité et la toiture végétalisée. C'est la garantie de la réussite du projet.

Toitures végétalisées extensives

Elles présentent une épaisseur de substrat faible (environ 7 à 10 cm). Le choix des végétaux est limité par la minceur du substrat :

principalement des plantes grasses comme le sedum ou les mousses.

En général, les végétaux demandent peu d'entretien car ils sont résistants et n'ont pas besoin d'être arrosés régulièrement. Toutefois dans les climats de type méditerranéen, un système d'arrosage pourra s'avérer nécessaire sur ce type de toiture, en fonction des végétaux choisis.

Les systèmes de toitures végétalisées extensives sont adaptés aussi bien à des toitures plates qu'à des toitures présentant des pentes jusqu'à 30 ou 35°.

Il faut bien parler de "système" puisque les prestations faisant l'objet de garantie associent le complexe d'étanchéité-isolation et le complexe de végétalisation. Il s'agit du type de toiture végétalisée le plus économique avec un poids propre relativement faible ne nécessitant que peu de renfort de structure.

Toitures végétalisées intensives

Elles présentent une épaisseur de substrat importante (environ 30 cm). Le choix des végétaux pourra être beaucoup plus large sur ce type de substrat et inclure des arbustes.

L'entretien, beaucoup plus important, sera celui d'un "jardin" en toiture et un système d'arrosage sera nécessaire.

Compte-tenu du poids propre important d'un complexe de végétalisation intensive, une structure spécifique sera nécessaire et le support ne pourra être une simple dalle béton. Par ailleurs, ce support ne devra pas présenter d'inclinaison forte (pente de l'ordre de 3° maximum).

3.5 FLUIDES ET RESEAUX DANS LES RESERVES

L'implantation des meubles de rangement, les espaces de circulation et la présence d'équipements spécifiques définissent des besoins de raccordement aux différents réseaux.

Les réseaux des fluides (plomberie, chauffage, électricité, ventilation, informatique etc.) doivent être pensés dès le projet pour intégrer ces besoins et les contraintes particulières à la fonction de chaque espace

Éclairage et électricité

Pièces aveugles

Dans les pièces aveugles ou à très faible éclairage naturel l'éclairage est :

- Éteint quand l'espace est inoccupé
- Sectorisé dans les grands espaces de réserve
- Muni de lampes LED ou de tubes fluorescents à faible émission d'UV
- Positionné au-dessus des espaces de circulation

Pièces avec lumière naturelle

Les espaces de travail, d'études et d'exposition sont des pièces idéalement orientées au nord et nécessitent :

- Un éclairage d'appoint de type lumière du jour à LED ou à faible émission d'UV
- Des fenêtres équipées de filtres UV et Infra-Rouge
- Des systèmes permettant d'occulter la lumière naturelle en fonction des besoins.

Prises électriques

Une réflexion s'impose pour les prises électriques car elles sont :

- Localisées selon l'emplacement prévu des appareils y compris en hauteur (brasseurs d'air, déshumidificateurs etc.)
- Adaptées en puissance et en tension pour les besoins des appareils notamment ceux de manutention électrique rechargeables (gerbeur et transpalette)
- En surnombre pour le branchement des équipements d'appoints tels que du chauffage, éclairage, ventilateur, déshumidificateurs etc.

Réseaux électriques et informatiques

Les réseaux électriques lourds (de type monte-charge) ne doivent pas traverser les réserves.

Le local informatique ou l'armoire dédiée nécessitent :

- Une climatisation adaptée
- Des normes de sûreté et de sécurité spécifiques

Les réseaux Wifi ou par ondes nécessitent des tests préalables car certains modèles de capteur de climat peuvent être perturbés par des structures ou des équipements dans le bâtiment, il est prudent de faire des tests.

Canalisations : les chemins de l'eau

La règle générale à adopter est qu'aucune canalisation ne doit traverser ou passer dans ou au-dessus des réserves, à l'exception du tuyau d'évacuation des condensats d'un déshumidificateur.

Il faudra donc :

- Vérifier qu'il n'existe pas de canalisations dans les faux plafonds des bâtiments à réhabiliter
- Éviter les sanitaires à l'étage au-dessus
- Éviter les réseaux d'eau, les regards et les plaques de contrôles dans le sol

Canalisations en charge

Les canalisations d'eau dites « en charge », doivent être dans des zones hors gel, sinon il faudra les isoler (cas des bâtiments à réhabiliter) car elles contiennent de l'eau en permanence, il s'agit :

- Des canalisations d'eau sanitaire
- Des canalisations de chauffage central (même à l'arrêt)
- Du circuit des eaux usées

En cas de rupture ou de fuites, cela génère une inondation et parfois une pollution.

Gouttières et condensats

Gouttières

Dans les bâtiments industriels réhabilités de grandes dimensions les toitures « en shed. » ou à redans imposent des cheneaux dont les descentes de gouttières passent à l'intérieur du bâtiment, souvent accompagnées d'un réseau

et de regards dans le sol. Il s'agit souvent des espaces de réserve générale.

Afin d'éviter que des éléments viennent obstruer les conduits d'évacuations d'eau de pluie et ainsi provoquer une surcharge du réseau jusqu'à l'inondation, il faut :

- Entretien régulièrement les conduites hautes et basses
- Contrôler les raccords, coudes et soudures
- Contrôler visuellement les circuits intérieurs et extérieurs après chaque épisode de forte pluie ou de neige

Dans la réserve, le rangement des mobiliers est agencé de façon à :

- Éviter de mettre des étagères sous les gouttières qui passent à l'intérieur
- Rehausser les biens archéologiques mobiliers (BAM) au sol sur des palettes
- Installer le premier niveau des étagères de la réserve au minimum à 20 cm de hauteur

Condensats

Le réseau de canalisation pour l'évacuation des condensats des appareils de régulation du climat (centrale de traitement d'air, climatiseur, déshumidificateur) est relié au réseau d'évacuation des eaux usées et nécessite aussi de :

- Contrôler régulièrement les branchements sur les appareils et sur les tuyaux d'évacuation
- Contrôler les raccords, coudes et soudures
- Éviter de mettre des étagères chargées de documentation archéologique en dessous ou à proximité de ces conduites.

Protection anti-incendie

La réglementation en vigueur n'imposant pas la présence dans les réserves de systèmes automatique d'extinction des incendies de type spinkler, leur utilisation n'est pas conseillée car leur déclenchement sera préjudiciable à la conservation des DSA. Il en est de même pour les trappes de désenfumage (voir détail fiche 4.4).

3.6 FACTEURS DE DETERIORATION EN RESERVES : LUMIERE, POUSSIERE, POLLUANTS GAZEUX

Les réserves sont des espaces regroupant les données scientifiques de l'archéologie (DSA) et devant donc les protéger des facteurs de détérioration.

Pour les DSA, il faudra tout particulièrement s'intéresser à la lumière, la poussière et aux polluants gazeux, responsables de nombreuses altérations de la matière, entraînant des coûts importants en termes de conservation-restauration si on les laisse agir.

La poussière et les polluants gazeux ont aussi des effets sur la santé humaine qu'il ne faut pas sous-estimer pour les personnels travaillant régulièrement au sein de ces espaces.

Lumière

La lumière est composée d'ondes électromagnétiques. Les rayonnements optiques peuvent être visibles par l'œil humain. C'est ce que l'on nomme « lumière visible » qui se mesure en Lux. D'autres sont invisibles à l'œil humain. Ce sont les ultra-violets et les infra-rouges, qui n'interviennent pas dans la vision. Il faut donc les limiter autant que possible.

L'ensemble de ces rayonnements (visibles et invisibles) ont des effets physico-chimiques et thermo-physiques sur la matière constitutive de certains objets, de la documentation archéologique et de leurs conditionnements :

- Matériaux organiques, y compris les papiers : perte de résistance mécanique, jaunissement, transformation des couleurs, ramollissement etc.
- Métaux : changement de volume en fonction de la température apportée par les infra-rouges (production de chaleur) par un phénomène de dilatation ou de contraction
- Matériaux de conservation et de restauration : perte de résistance mécanique, jaunissement, transformation des couleurs, ramollissement etc.

Les effets de la lumière sont cumulatifs et irréversibles.

Pour assurer leur conservation, ainsi que celle de leurs conditionnements, les réserves conservant les biens archéologiques mobiliers et la documentation archéologique ne nécessitent pas de lumière en permanence mais seulement dans les périodes de travail des équipes.

NB. Les salles de travail pourront recevoir de la lumière naturelle, occultable si besoin. La lumière du nord est la plus adaptée pour être la plus égale possible tout au long de la journée et celle amenant le moins d'échauffement possible des espaces.

Lumière naturelle

Inconvénients : Apporte de la chaleur qui dérègle le climat intérieur.

- A prévoir dans les espaces de travail,
- A proscrire dans les espaces de réserves,
- A occulter si des fenêtres existent, par des films spécifiques et/ou des rideaux,
- Éviter les baies et les façades vitrées.

Lumière artificielle

Intérêt : Peut être contrôlée.

Inconvénients : Coût de l'énergie, impact environnemental.

- Privilégier des éclairages ne dégageant pas d'ultra-violet ou poser des filtres sur les ampoules
- Choisir des éclairages ne dégageant pas d'infra-rouges, c'est-à-dire de chaleur
- Choisir des éclairages de faible consommation, comme les Leds
- À éteindre systématiquement en dehors des périodes d'activité humaine
- A sectoriser dans les espaces de stockage de grandes dimensions, afin de ne pas éclairer l'ensemble lorsqu'on entre dans une salle
- Mettre éventuellement en place un éclairage avec détecteur de mouvement dans certains espaces.

Polluants

Définition :

« En préservation, le terme désigne un gaz, une vapeur, un liquide ou une particule solide, d'origine anthropique ou naturelle, qui a des effets nuisibles connus sur les biens culturels. Les effets nuisibles sont notamment associés aux réactions chimiques entre le polluant et l'un ou plusieurs des composants de l'objet. Il peut également s'agir de composés qui se déposent sur les biens culturels ou qui en migrent et qui causent des effets nuisibles »¹

Poussière : polluant particulaire

La poussière est un polluant particulaire, composé de particules de matières solides de taille inférieure à 100 µm, restant en suspension dans l'air.

L'origine de celles-ci est diverse :

- Humaine : cheveux, peau, fibres des vêtements...
- Matériaux de construction et revêtements : béton, pâte, peinture, bois, métal...
- Matériaux d'isolation (flocages, amiante...),
- Pollution extérieure : sable, suie, terre, déjections ...
- Micro-organismes : spores de moisissures, bactéries ...

Du fait de leur grande diversité (taille, forme, dureté, nature chimique...), les particules ont des effets différents sur la matière constitutive des objets et de la documentation archéologique.

Les risques sont des salissures, des abrasions, des dégradations chimiques, le développement de moisissures, la corrosion des métaux (car elles conservent l'humidité à la surface des objets) etc.

Actions pour éviter la poussière

Éviter l'entrée de la poussière

- Étanchéité du bâtiment et des huisseries
- Filtration de l'air
- Suppression dans les espaces de réserves
- Choix de matériaux de construction (bâtiment, mobilier) ne produisant pas de poussière, et pose d'un revêtement quand ce n'est pas possible
- Matériaux de finitions / revêtements ne produisant pas de poussière (peintures, vernis, résines...)
- Captation de la poussière à l'entrée des réserves (grilles dans le sol, supports collants...)
- Port d'équipements de protection individuelle (EPI), comme des surchaussures.

Mettre en place des procédures de veille :

- Dépoussiérage systématique des vestiges et des conditionnements à leur entrée dans le CCE,
- Organisation d'un programme de maintenance régulière des espaces, des conditionnements et des DSA,

¹ Jean Tétreault, Polluants dans les musées et les archives, CCHIC, 2004.

- Veille sanitaire régulière dans les espaces afin de détecter la vitesse et les sources d'empoussièrement.

Polluants gazeux

Les polluants gazeux sont d'origine chimique.

Ils proviennent :

- De l'extérieur du bâtiment :
 - Transports,
 - Environnement salin,
 - Agriculture,
 - Sites industriels...
- De l'intérieur des bâtiments :
 - Matériaux de construction (bois, béton, plâtre...),
 - Matériaux de finition / revêtements (peintures, vernis...),
 - Matériaux constitutifs du mobilier de stockage et d'exposition...
- De l'activité humaine :
 - Matériaux de conditionnement (mousses polyuréthane, PVC...),
 - Produits de nettoyage,
 - Produits de restauration (solvants, vernis...),
 - Professionnels, visiteurs (apport d'humidité), ...
- De certains objets (nitrates de cellulose, plomb...).

En fonction de leur nature, on trouvera des acides (acétique, chlorhydrique, formique, nitrique...), des alcalins, de l'ammoniac, du soufre, des chlorures, des formaldéhydes, des composés organiques volatils et par extension dans le cadre de la dégradation des BAM en présence d'une forte humidité (vapeur d'eau).

Leurs effets seront donc différents sur la matière constitutive des objets et des documents.

Les risques sont principalement la corrosion des métaux, les efflorescences, le jaunissement des papiers, la décoloration des photographies, un changement de résistance mécanique (devient fragile ou cassant).

Actions pour éviter les polluants gazeux

Éviter l'entrée des polluants gazeux

- Étanchéité du bâtiment et des huisseries,
- Filtration et renouvellement de l'air,
- Choix de matériaux de construction (bâtiment, mobilier) ne produisant pas de polluants gazeux, et pose d'un revêtement quand ce n'est pas possible
- Choix de matériaux de finitions / revêtements adaptés (peintures, vernis, résines...), sans solvants organiques, neutres, inertes et stables dans le temps
- Choix de matériaux de conditionnement répondant aux mêmes caractéristiques
- Respect de temps de séchage des feuillets de peinture et autres revêtements de 4 semaines minimum.

Mettre en place des équipements et procédures

- Pose de purificateurs d'air
- Installation et utilisation de hottes aspirantes fixes ou mobiles dans les locaux de traitement des objets,
- Maintenance des locaux avec des produits de nettoyage sans polluants,
- Organisation d'une veille sanitaire en observant les matériaux particulièrement sensibles aux polluants comme les métaux, et plus spécifiquement le plomb, l'argent ...

3.7 MANIPULATIONS ET ENGINS DE LEVAGE ET MANUTENTION

Le choix des équipements, des engins de levage et de manutention se fait selon :

- *La nature des vestiges : poids, encombrement, etc.*
- *Le type de mobilier installé : hauteur, charge à répartir ;*
- *La configuration des locaux : types d'accès, hauteur sous plafond, pente du sol etc.*

Dès le projet, prévoir les espaces de stationnement et de mise en charge des batteries des engins de levage et de manutention.

Selon les besoins de déplacement, on adaptera les engins de levage et de manutention

Pour déplacement des palettes et caisses et rangement en racks :

Transpalettes : déplacer sans trop lever

Opérateur à pied

- Transpalettes, de différentes capacités de charges,
- Transpalettes manuels ou électriques,
- Transpalettes-peseur, pour peser les charges et améliorer la connaissance des collections,
- Transpalettes à fourches longues pour palettes hors format (comme pour les sarcophages par exemple).

Ne permettent pas de lever les charges au-delà de 20 cm.

Gerbeurs : déplacer et lever

Opérateur à pied

- Même principe qu'un transpalette mais permet le stockage en hauteur (levage de la charge jusqu'à 5 m),
- Gerbeurs manuels ou électriques.

Chariots élévateurs : plus de capacité et plus de hauteur

Opérateur assis (cariste) : nécessite un Certificat d'aptitude à la conduite en sécurité (CACES),

- Hauteur de levée jusqu'à 8 m,
- Charge jusqu'à 8 tonnes,
- Roule sur n'importe quel sol,
- Différentes motorisations : préférer l'électrique, non polluant en intérieur.

Pour déplacement et rangement des bacs et objets en étagères :

Chariots de manutention

Opérateur à pied

Pour déplacer des bacs ou objets manuellement, sans les élever.

- Chariot à plateau,
- « 4 roues »,
- Chariot porte-bacs

Table élévatrice mobile

Opérateur au sol ou sur une Plateforme de travail Individuelle Roulante (Légère) [PIR(L)] en fonction de la hauteur à atteindre,

Pour déplacer des bacs ou objets manuellement, en les élevant sans les porter :

- Bacs ou objets sur la table élévatrice.

Nacelle pour préparation de commande

Opérateur sur une plate-forme élévatrice, CACES non obligatoire mais nécessité d'une autorisation de conduite par l'employeur,

Pour déplacer des bacs ou objets manuellement, en les élevant sans les porter :

- Bacs ou objets sur une tablette.

Pour déplacement et levage des charges lourdes :

Portique de levage à palan mobile

Pour déplacer et lever des charges lourdes ne tenant pas sur une palette,

Permet les travaux de remontage, comme un ensemble lapidaire par exemple.

Caractéristiques à prendre en compte pour le choix des engins

- Capacité de charge maximale soulevée,
- Largeur d'allée de circulation, liée à la largeur de l'engin,
- Tolérance à l'inclinaison du sol (pour les rampes d'accès par exemple),
- Largeur d'allée de travail ou de gerbage, liée au rayon de giration et du type d'engin,
- Hauteur de levage du chargement (distance entre le sol et la partie supérieure de la fourche),
- Hauteur du mât déployé de l'engin, limitée par la hauteur sous plafond,
- Hauteur du mât rétracté de l'engin, limité par la hauteur des portes, mezzanines...
- Poids de l'engin cumulé à la charge transportée, mis en relation avec la résistance des sols,
- Maintenance et entretien des différents engins,
- Encombrement général pour réserver un espace spécifique pour stationner et charger les batteries,
- Besoins en puissance électrique pour adapter le circuit et la prise électrique de mise en charge.



**MINISTÈRE
DE LA CULTURE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

**Direction générale
des patrimoines
et de l'architecture**

4.1 GESTION DU CLIMAT : TROIS NIVEAUX D'INTERVENTION

Dans le projet du CCE, la nature du bâtiment et l'implantation des pièces adaptées à la conservation des matériaux sensibles auront un impact direct sur la stabilité du taux d'humidité relative et la température. La création de microenvironnements contrôlés à l'aide de contenants adaptés peut compléter les dispositifs climatiques installés.

Afin d'obtenir un climat de conservation adapté il existe trois niveaux d'intervention

Le bâtiment

Les variations climatiques extérieures constituent les principaux facteurs de perturbations de l'ambiance intérieure du bâtiment. L'exposition, la volumétrie, la nature des matériaux de construction, les ouvertures etc. influencent sa capacité à atténuer ces variations aussi appelée inertie.

Une grande inertie naturelle du bâtiment est donc recherchée par soucis d'économie et de simplicité de gestion du climat. Elle doit s'accompagner d'une bonne étanchéité à l'humidité pour faciliter le contrôle du climat.

Pour obtenir cette inertie, les facteurs qui entrent en compte sont :

- La nature des matériaux de construction ;
- La performance de l'isolation du sol, des murs et du toit ;
- L'étanchéité des murs extérieurs à l'humidité (pare-vapeur)
- L'étanchéité des ouvertures ;
- La taille et le nombre d'ouvertures ;
- L'exposition et l'orientation des façades comportant des ouvertures.

Le dimensionnement des systèmes de chauffage et de climatisation doit se faire à partir des qualités climatiques intrinsèques au bâtiment, calculées ou mesurées selon le projet.

Les réserves

Selon la nature des matériaux qui constitue la documentation scientifique, les plus sensibles se dégradent rapidement sous l'effet d'un climat inadapté. Ils nécessitent l'aménagement de réserves à climat contrôlé : stabilité, fourchettes de température et d'humidité relative spécifiques.

La stabilité naturelle du climat des réserves est obtenue si elle est :

- Située au centre du bâtiment ;
- Pièce aveugle ;
- Murs étanches à la vapeur d'eau (revêtements de peinture pare-vapeur)

- Hermétique (joint de porte, pas de faux plafond).

Dans le cas d'un aménagement qui ne permet pas de disposer de ces éléments :

- Éviter que l'une des cloisons soit un mur extérieur, sinon renforcer l'isolation ;
- Occulter les ouvertures ;
- Calfeutrer et boucher les ouvertures ;

- Faire monter les cloisons à travers le faux plafond
- Traiter les murs, les plafonds et les sols pour renforcer l'étanchéité

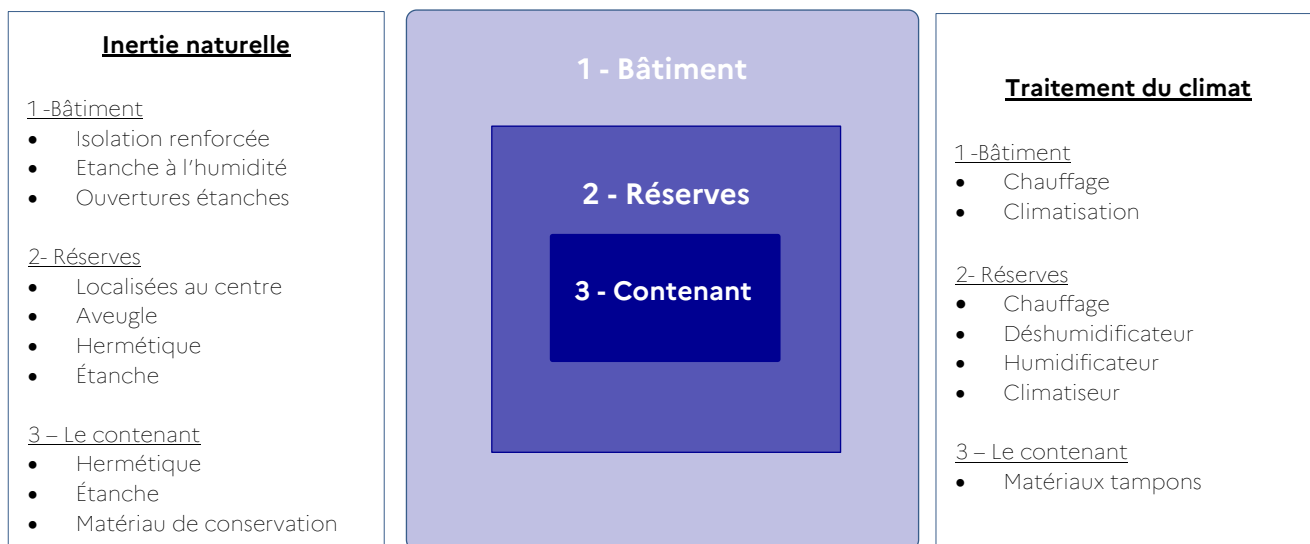
Le climat dans chaque réserve est géré par des appareils installés localement pour qu'il soit adapté aux besoins de chaque matériau qui y sont stockés : chauffage, déshumidificateur, humidificateur, climatiseur etc.

Le contenant

Pour créer un climat spécifique rapproché autour d'un ou plusieurs biens archéologiques mobiliers sensibles il est aussi possible de créer un microenvironnement en utilisant une enceinte hermétique. Elle est en matériau

répondant aux normes de conservation et étanche à la vapeur d'eau : boîte de conservation, armoire, coffre etc. Le taux d'humidité relative intérieure est adapté grâce à l'emploi de matériaux tampons conditionnés dans des plages ciblées.

Combinaison des trois niveaux d'intervention pour la gestion du climat



La mesure de l'inertie des espaces

Afin de connaître l'inertie des espaces par rapport aux variations de température et d'humidité extérieures, le climaticien du projet réalise des calculs de performances qui servent à dimensionner les appareils de régulation du climat.

Pour caractériser les climats, suivre les données, vérifier le respect des consignes de réglage climatiques par les appareils, il est indispensable de s'équiper de thermo-hygromètres enregistreurs. Ils seront placés :

- À l'extérieur, sous abri, à l'ombre ;
- Dans les réserves de biens archéologiques mobiliers peu sensibles;
- Dans chacune des réserves à climat contrôlé.

Attention : d'un point à un autre d'un même espace, l'humidité relative n'est pas nécessairement homogène (proximité d'une porte, d'un point lumineux, du moteur d'un déshumidificateur).

Des cartes indicatrices d'humidité relative sont insérées dans les contenants des microenvironnements.

Le thermo-hygromètre doit être placé :

- Dans une zone climatique représentative ;
- Loin des risques de perturbation et d'inhomogénéité (porte, appareil de chauffage, bouche de ventilation...);
- À l'abri des polluants et des poussières ;
- À proximité des données scientifiques de l'archéologie ;
- Dans une zone accessible, afin de pas avoir à le déplacer pour effectuer les relevés ou les lectures.

Choix d'un thermo-hygromètre

Les critères à prendre en compte dans le choix d'un thermo-hygromètre sont les suivants :

- Possibilité d'une lecture directe par les utilisateurs des réserves ;
- Existence d'un système d'alarme quand des mesures hors normes surviennent ;
- Capacité de la mémoire (le nombre maximal de mesures indiqué sur la notice de l'appareil correspond le plus souvent au nombre total de mesures quelles qu'elles soient, en cumulant toutes les données);
- Modèle de batterie facile à trouver ;
- Possibilité de calibrer l'appareil (au moyen d'un psychromètre, qui peut être utilisé régulièrement en vérification des données du thermo-hygromètre) ;
- Possibilité de monter l'appareil en réseau avec le système informatique du CCE ;
- Nature du logiciel et compatibilité avec les logiciels utilisés couramment dans le CCE (par exemple pour éditer les courbes les logiciels ne sont pas tous compatibles avec les systèmes Apple) ;
- Nombre de sondes pouvant être reliées au système ;
- Sensibilité de la sonde et marge d'erreur de l'appareil, qui doivent être en rapport avec la précision souhaitée dans le contrôle de l'humidité.

4.2 CONDITIONS CLIMATIQUES RECOMMANDÉES DANS LES ESPACES DU CCE

Le climat dans les espaces de conservation des données scientifiques de l'archéologie (DSA) offre les conditions appropriées en matière de salubrité, de ventilation, d'isolation, de contrôle climatique, de luminosité, d'aménagement et de conditionnement. Selon les activités qui s'y déroulent les recommandations de conditions de température et d'humidité sont adaptées.

Recommandations climatiques générales pour la température et l'humidité relative

Dans le CCE plusieurs zones climatiques aux besoins différents se côtoient :

- Les espaces de travail
- Les espaces de conservation : les réserves
- Les espaces de valorisation

Les espaces de travail

Les espaces de travail sont consacrés à différentes activités :

- Salle de versement
- Salle de quarantaine
- Salles d'études
- Salles de traitement
- Bureaux administratifs.

Dans ces espaces, le confort des usagers est privilégié car ils y travaillent. Lors de la consultation ou du traitement des DSA dont les matériaux constitutifs sont sensibles, il est recommandé de réaliser un microenvironnement dans un contenant adapté et de respecter les règles de conservation préventive.

Les espaces de conservation

Les réserves générales

Les espaces de réserve générale accueillent les biens archéologiques mobiliers (BAM) peu sensibles et occupent la plus grande surface dans le bâtiment du CCE :

- Réserve BAM peu sensibles
- Vestiges anthropobiologiques.

Ces espaces ne nécessitent pas de contrôle strict du climat. Cependant il vaut veiller à rester au-dessus de 12°C et éviter la lumière directe.

Les réserves à climat contrôlé

Rappel : les réserves à climat contrôlé ne sont pas des espaces de travail, les activités restent ponctuelles (dépôt et recherche de caisses, contrôle des appareils, des mesures) pour éviter d'en perturber le climat.

Les surfaces de ces réserves sont généralement plus réduites car elles concernent une part faible de l'ensemble des vestiges. La nature des matériaux qui les constituent sont sensibles et se dégradent rapidement sous l'effet d'un climat inadapté.

Leur conservation nécessite l'aménagement de réserves où la température et l'humidité relative sont contraintes dans des plages précises.

Il s'agit des :

- Réserves selon les matériaux des BAM sensibles
- Documentation archéologique

La température influe directement sur le taux d'humidité relative qui règne dans la pièce.

Quand elle est stable et que ses variations sont lentes, le traitement de l'humidité relative sera facilité.

La stabilité naturelle de la température d'une réserve est obtenue quand elle est :

- Située au centre du bâtiment
- Pièce aveugle
- Hermétique (joint de porte, pas de faux plafond).

Dans le cas d'un aménagement qui ne permet pas de disposer de ces éléments :

- Éviter que l'une des cloisons soit un mur extérieur, sinon renforcer l'isolation
- Occulter les ouvertures
- Calfeutrer et boucher les ouvertures
- Faire monter les cloisons à travers le faux plafond.

Le climat dans les réserves est géré par des appareils installés localement et adaptés aux besoins de chaque matériau qui y sont stockés : chauffage, déshumidificateur, humidificateur, climatiseur etc.

Il est contrôlé à l'aide de thermo-hygromètres à la fois pour enregistrer les courbes de climat vérifier que les consignes de réglage de températures et d'humidité des appareils sont respectées et détecter les pannes.

Les conditions climatiques recommandées sont directement liées à la nature des matériaux constitutifs des DSA. Elles sont exprimées en plages de températures et d'humidité relative et en variation journalière ou hebdomadaire.

Les espaces pédagogiques et de valorisation

Dans les CCE qui disposent d'espaces de valorisation ou d'exposition, les BAM qui sont présentés doivent bénéficier d'un climat de conservation adapté : température, humidité relative, lumière et polluants. Or le climat est le même que celui des espaces de travail.

Afin d'atteindre les conditions climatiques recommandées pour les BAM sensibles, il est plus facile d'agir au niveau du contenant, c'est-à-dire de la vitrine. Ainsi les artefacts doivent être regroupés dans une même vitrine pour être présentés par famille de matériaux.

Les vitrines devront être :

- Étanches
- En matériaux adaptés à la conservation
- Être équipées d'un dispositif de régulation du climat (tiroir avec des matériaux tampons ou appareil de régulation)
- Être équipées d'un thermo-hygromètre facile à consulter et relever

- Comporter un éclairage adapté (filtre UV, éclairage faible ou réglable)
- être éloignées des sources de variations de températures (fenêtres, portes et chauffage).

Les recommandations climatiques de conservation à respecter dans les vitrines sont les mêmes que dans les réserves à climat contrôlé : selon les matériaux réunis.

Le respect de stabilité du taux d'humidité relative sera cependant plus difficile à atteindre en raison des fortes variations de température en lien avec le confort des occupants (baisse de chauffage nocturne, présence de groupes etc.). Il faudra doubler les quantités de matériaux tampons et adapter les consignes des appareils afin de les atténuer.

COFFRE FORT / OBJETS PRÉCIEUX

Le coffre-fort

Les objets placés dans un coffre-fort ont une valeur vénale importante. Par ailleurs, ils sont constitués de matériaux sensibles au climat (métaux, tableterie délicate, cuirs etc.) et requièrent des conditions climatiques adaptées pour en assurer la bonne conservation. Dans les CCE l'accès aux réserves étant contrôlé, l'usage de coffres-forts n'est pas indispensable. Toutefois, s'il est demandé d'en installer, comme ils ne sont étanches ni à l'air, ni à l'humidité, les coffres-forts doivent être installés dans les réserves dont le climat est adapté aux objets qu'ils protègent.

La réserve d'objets précieux

La « réserve d'objets précieux » n'existe pas car les « objets précieux », comme dans le cas d'un coffre-fort, sont de tous matériaux et doivent être répartis dans les réserves selon le climat de conservation adapté.

Plages de conservation recommandées

L'obtention de ces plages est attendue sur 90% à 95% du temps

Type d'espace	Activités / Matériaux	Plages de températures	Variations journalières de température	Plages d'humidité relative	Variations journalières d'humidité relative
Espaces de travail	Bureau et salle de consultation	16°C – 25°C	Diurne /nocturne		
	Salle de réception des collections	16°C – 25°C	Diurne /nocturne		
	Salle de traitement	16°C – 25°C	Diurne /nocturne		
Espaces d'accueil du public	Espaces de valorisation et de médiation	16°C – 25°C	Diurne /nocturne		
Salle de quarantaine	Salle de quarantaine	16°C – 25°C	Diurne /nocturne		
Réserves à climat contrôlé	Documentation archéologique support papier	16°C – 22°C	±2°C en 24 h	50% à 60%	± 5%
	Documentation archéologique : documents photographiques et audiovisuels	4°C - 6°C	±1°C en 24 h	50% à 55%	± 2%
	Moulages, moules et empreintes (silicone et latex), tirages en résines	16°C – 22°C	±5°C en 24 h	50% à 60%	± 5%

Réserves générales	Matériaux peu sensibles : Lapidaire, Faune Terre cuite, Mosaïque Verre bien conservés	+ de 12°C			Moins de 75%	Éviter la condensation
	Vestiges anthropobiologiques	+ de 12°C			Moins de 75%	Éviter la condensation
Réserves à climat contrôlé	Métaux et les métaux restaurés	15°C à 25°C	±2°C en 24 h		Moins de 30%	± 5%
	Matériaux organiques gorgés d'eau (conditionnés sous vide partiel ou avec réserve d'eau)	4°C et 12°C	±2°C en 24 h		100%	Ne pas faire sécher
	Matériaux organiques secs ou traités Verre altéré					
	Autres matériaux sensibles par leur nature ou leur état de conservation Les matériaux peu sensibles restaurés (apports d'adhésifs, consolidants, comblements etc.)	18°C - 20°C	±2°C en 24 h		50% à 60%	± 5%
	Prélèvements, échantillons, écofactos etc.	Selon les matériaux Voir les spécialistes				

4.3 QUALITE DE L'AIR

La qualité de l'air demandée diffère dans les espaces de travail et dans les réserves, selon les activités qui s'y déroulent. La gestion de la qualité de l'air par l'introduction d'air neuf extérieur impacte directement l'équilibre climatique des espaces, il convient donc de la maîtriser.

La gestion de la qualité de l'air est assurée par :

- *Une ventilation qui introduit de l'air neuf*
- *Une filtration de l'air introduit*
- *Un brassage efficace*

La ventilation

La ventilation assure le renouvellement de l'air dans les espaces pour éviter le confinement, la condensation et évacuer les polluants (composés volatils) provenant des matériaux de construction et de ceux présents dans les espaces.

Ce taux de renouvellement correspond au rapport entre la quantité d'air neuf introduite dans le local et le volume de celui-ci, il est

exprimé en m³ par heure ou en volume du local par heure.

Le circuit de ventilation est différencié pour adapter le taux de renouvellement aux activités des différents espaces selon la présence plus ou moins prolongée des personnels, notamment.

L'air extérieur doit être traité en température et en humidité afin de ne pas impacter l'équilibre climatique de l'intérieur. De même une filtration est nécessaire pour éviter l'introduction de polluants, particulièrement en milieu urbain.

La filtration

La filtration de l'air a pour objectifs d'introduire un air « hygiénique » en éliminant :

- Polluants extérieurs, particulièrement en milieu urbain
- Particules et poussières fines

Il existe plusieurs niveaux de filtrations et plusieurs technologies (physique, chimique, électrostatique) parfois combinées selon la qualité de l'air extérieur à traiter.

Le brassage

Le brassage d'air est le rapport entre le débit d'air soufflé dans le local et le volume de celui-ci.

La bonne diffusion de l'air introduit conditionne l'homogénéité de la température et de l'humidité dans les espaces. Il limite les risques de moisissures.

Ventilation dans les espaces de travail

Dans les espaces où les personnels travaillent, la réglementation impose une qualité sanitaire de l'air (norme EN 16798-3 : 2017 et l'EN 13779 : 2007). Le taux de renouvellement d'air pour une qualité « standard » à « excellente » est entre 25 m³ / heure et par personne présente dans la pièce à 36 m³/heure.

Traitement de la qualité de l'air

	Espaces du CCE	Taux de renouvellement en volume par heure	Brassage et diffusion de l'air	Commentaire particulier
Les espaces de travail	Salle d'études	0,5 vol/h	Taux de brassage varié selon le nombre prévisible de personne qui travaillent de manière continuent	Le code du travail indique des débits minimums selon les activités, pour les bureaux 25 m ³ /heure par personne à recalculer selon de volume de la pièce.
	Accueil des vestiges	0,5 vol/h	Taux de brassage varié selon le nombre prévisible de personnes qui y travaillent de manière continuent	
Salle de quarantaine	Salle de quarantaine	0,5 vol/h Filtration en reprise d'air nécessaire pour éviter la contamination par des moisissures.	En cas d'infestation le brassage de l'air contribue à la diffusion des spores dans la pièce et au-delà.	Renouvellement total après utilisation

Les espaces de conservation	Les espaces de conservation généraux	<p>Entre 0,05 et 0,1 vol/h</p> <p>L'air introduit <u>doit être traité en température et en humidité</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Prévoir un espace libre d'au moins 30 cm sous le plafond ou les retombées des poutres ; • Le flux d'air doit être parallèle aux rayonnages et la reprise permettre un balayage complet des espaces ; • La diffusion de l'air doit limiter les écarts de température entre l'air introduit et celui du local ; • Les rayonnages mobiles perturbent la bonne diffusion de l'air : choisir des montants et des fonds ajourés, changer périodiquement les positions ; • Les grandes hauteurs sous plafond provoquent des stratifications de climat difficiles à contrôler ; • Le brassage peut être amélioré par l'installation de petits ventilateurs (« brasseurs d'air » au plafond. 	<p>Possibilité de stopper l'introduction d'air neuf si les conditions extérieures sont trop défavorables pour le maintien d'une stabilité climatique</p>
	Salle sèche (métaux)	<p>0,03 vol/h</p> <p>L'air introduit doit être traité en température et en humidité</p>	<p>Ces espaces sont souvent réduits et l'homogénéisation du climat y est dans la plupart des cas satisfaisante.</p> <p>En cas de nécessité (volume important, aménagement particulier) le brassage peut être amélioré par l'installation de brasseurs d'air au plafond.</p>	<p>Possibilité d'augmenter ponctuellement à 0,3 vol/h</p>
	Salle stable (matériaux organiques, verre)	<p>0,05 vol/h</p> <p>L'air introduit doit être traité en température et en humidité</p>		
	Salle de documentation archéologique	<p>0,1 vol/h</p> <p>L'air introduit doit être traité en température et en humidité</p>		<p>Possibilité d'augmenter ponctuellement à 0,3 vol/h en cas d'épisode d'infestation</p>

<p>Les espaces recevant du public</p>	<p>Les espaces de valorisation et d'exposition</p>	<p>Au-delà de 30 vol/h et par personne pour l'accueil des groupes</p>	<p>Pour les BAM les plus sensibles, l'utilisation de vitrine où le climat peut être contrôlé (réserve de matériaux tampon, dispositif dynamique) est recommandé.</p> <p>Le contrôle de la stabilité de la température contribue à celle du climat dans la vitrine :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prévoir des stores pour limiter l'apport de chaleur par le soleil ; • Éloigner les BAM des radiateurs en marche ; • Éviter la proximité des portes et fenêtres si elles sont régulièrement ouvertes 	<p>Voir les indications du code du travail</p>
---------------------------------------	--	---	---	--

4.4 TYPES ET IMPLANTATION DES SYSTEMES DE TRAITEMENT D'AIR

Les résultats du traitement d'air en température et en humidité relative correspondant aux recommandations climatiques de chaque réserve sont optimisés si :

- L'appareil est adapté aux besoins et positionné de façon adéquat dans la réserve
- L'air peut circuler facilement sans rencontrer d'obstacle : espaces laissés libres au sol et sous plafond.

Un rayonnage chargé de caisses laisse difficilement circuler l'air, ce qui influe sur le climat. C'est pourquoi l'anticipation de l'implantation des étagères de rangement est une étape indispensable pour obtenir un climat satisfaisant dans les réserves.

Réserve générale

Dans la réserve générale le climat est assez peu contrôlé, toutefois les éléments suivants peuvent améliorer le climat :

- Maintenir 30 cm de vide entre les poutres du plafond et le dernier niveau de caisses sur les rayonnages
- Maintenir un espace libre d'au moins 20 cm sous les rayonnages
- Ajouter des brasseurs d'air (ventilateurs) si besoin, en hauteur et dans les angles opposés pour éviter les zones de confinements (moisissures)
- Éviter de positionner les rayonnages parallèlement et près des portes extérieures non isolées (création de microclimats, phénomènes de condensation)

Réserves à climat contrôlés

Réserve sèche

Dans la réserve sèche sont stockés les biens archéologiques mobiliers (BAM) métalliques non restaurés et restaurés.

Il existe 3 grands types d'appareils assécher le climat :

- Déshumidificateur à condensation mobile ou fixe à réservoir ou branchement direct
- Déshydrateur à roue de gel de silice, la régénération est faite par chauffage de l'air dans l'appareil et évacuation par ventilateur
- Armoire climatique à condensation

Déshumidificateur à condensation (condensats)

- Adapté aux réserves de petits et moyens volumes
- Maintenir 30 cm de vide entre les poutres du plafond et le dernier niveau de caisses sur les rayonnages
- Maintenir un espace libre d'au moins 20 cm sous les rayonnages
- Installer le déshumidificateur à condensation dans une zone dégagée au niveau de l'allée de distribution des allées de rayonnage
- Poser le déshumidificateur à condensation en hauteur (60-80 cm) pour faciliter l'évacuation des condensats s'il est relié au réseau d'évacuation ou à un gros réservoir.

Déshydrateur (évacuation d'air chaud)

- Placer le déshydrateur en dehors de la réserve, dans un local dédié attendant muni de 2 prises d'air extérieur (une pour l'apport et l'autre pour le rejet d'air chaud)
- Impact possible sur l'aménagement de l'espace de la réserve : 2 gaines traversent

la réserve, une pour la reprise d'air l'autre pour l'apport d'air sec

- Maintenir 30 cm de vide entre les poutres du plafond et le dernier niveau de caisses sur les rayonnages
- Maintenir un espace libre d'au moins 20 cm sous les rayonnages

L'armoire climatique (condensats)

- L'armoire climatique occupe un volume assez important dans la réserve
- Nécessite l'installation d'un condenseur à l'extérieur
- L'espace devant l'armoire doit être dégagé et situé dans l'allée centrale de desserte des rayonnages
- 2 gaines situées en hauteur soufflent l'air traité
- Maintenir 30 cm de vide entre les poutres du plafond et le dernier niveau de caisses sur les rayonnages
- Maintenir un espace libre d'au moins 20 cm sous les rayonnages
- L'armoire est très bruyante

Réserve stable

Dans cette réserve sont conservés les BAM sensibles aux variations d'humidité relative (HR) et de température qui requièrent un climat de conservation stable :

- Matériaux organiques secs ou traités (tabletterie, objets en cuir, etc.)
- Verre altéré
- Autres matériaux sensibles par leur nature ou leur état de conservation
- Matériaux non sensibles restaurés car les matériaux de restauration sont sensibles aux conditions environnementales (adhésifs, consolidants, produits de comblements et résines organiques diverses)

Selon la saison le contrôle du climat peut nécessiter soit une déshumidification soit une

humidification. Plusieurs types d'appareils peuvent être utilisés pour réguler le climat :

- Déshumidificateur à condensation mobile ou fixe à réservoir ou branchement direct
- Humidificateur à réservoir ou raccordé à l'eau déminéralisée
- Climatiseur simple ou réversible

Déshumidificateur à condensation (condensats) : réglé entre 50 % HR et 60% HR

- Adapté aux réserves de petits et moyens volumes
- Maintenir 30 cm de vide entre les poutres du plafond et le dernier niveau de caisses sur les rayonnages
- Maintenir un espace libre d'au moins 20 cm sous les rayonnages

- Installer le déshumidificateur à condensation dans une zone dégagée au niveau de l'allée de distribution des allées de rayonnage
- Installer le déshumidificateur à condensation en hauteur (60-80 cm) pour faciliter l'évacuation des condensats s'il est relié au réseau d'évacuation ou à un gros réservoir

Humidificateur (à réservoir ou raccordé à l'eau)

- Adapté aux réserves de petits et moyens volumes
- Utiliser impérativement de l'eau déminéralisée pour éviter les contaminations
- Désinfecter et nettoyer les filtres et les mousses régulièrement
- Disposer l'humidificateur dans une zone dégagée au niveau de l'allée de distribution des allées de rayonnage
- Maintenir 30 cm de vide entre les poutres du plafond et le dernier niveau de caisses sur les rayonnages

- Maintenir un espace libre d'au moins 20 cm sous les rayonnages

Climatiseur (simple ou réversible)

- Contrôle de la température
- Agit sur l'humidité relative autour de 50% (fonction de déshumidification possible, consigne plus rigoureuse) mais ne dispose pas de réglage spécifique
- Nécessite la pause d'un bloc climatisation à l'extérieur
- Condensats à évacuer
- À installer en hauteur dans une zone dégagée au niveau de l'allée de distribution des allées de rayonnage
- Maintenir 30 cm de vide entre les poutres du plafond et le dernier niveau de caisses sur les rayonnages
- Maintenir un espace libre d'au moins 20 cm sous les rayonnages

Réserve des matériaux organiques gorgés d'eau

Les BAM sont conditionnés sous vide partiel avec réserve d'eau ou dans des bacs d'eau fermés. Plusieurs solutions de réserve sont possibles selon les volumes à conserver :

- Chambre froide
- Armoire à froid positif (2°C à 8°C)
- Réserve fraîche

Chambre froide

- Le sol sur lequel est posé la chambre doit être plan et sa résistance adaptée au poids de la chambre auquel s'ajoute celui de son contenu
- Installer les rayonnages parallèlement aux ventilateurs qui projettent le froid pour permettre la circulation homogène de l'air
- Maintenir 30 cm de vide entre le plafond et le dernier niveau de caisses sur les rayonnages

- Maintenir un espace libre d'au moins 20 cm sous les rayonnages
- Nécessite une alarme extérieure sonore en cas de panne
- Impose un espace large et aéré autour des moteurs et du compresseur à l'extérieur de la chambre (dégagement de chaleur et condensation)
- Coût d'entretien à ne pas négliger

Armoire à froid positif

La température est homogène de haut en bas de l'appareil contrairement au réfrigérateur.

- Régler entre +2°C et 4°C
- Possibilité d'installer l'armoire dans la réserve générale

Réserve fraîche

La réserve fraîche est une pièce :

- Étanche, y compris la porte
- Peut être réalisée dans un container pour chambre froide
- Peut-être réalisée en matériaux spécifiques de type panneaux isotherme
- Équipée d'un climatiseur réglé entre 12°C et 14°C
- Nécessite un bloc de climatisation en extérieur

Pour améliorer le climat à l'intérieur :

- Installer le climatiseur en hauteur
- Installer les rayonnages parallèlement au climatiseur pour permettre la circulation homogène de l'air
- Maintenir 30 cm de vide entre le plafond et le dernier niveau de caisses sur les rayonnages

- Maintenir un espace libre d'au moins 20 cm sous les rayonnages
- Nécessite un thermomètre de contrôle à l'extérieur
- Nécessite une alarme extérieure sonore en cas de panne

Dans le cas d'une pièce construite en panneaux isothermes de la condensation peut se former sur les parois extérieures (plus froides que l'air ambiant environnant). C'est pourquoi il est recommandé de s'assurer que les panneaux isothermes ont une face isolée sinon prévoir de faire isoler les parois qui donnent dans des espaces contigus autres que des façades.

Réserve pour la documentation archéologique papier

Selon la saison la gestion du climat de la réserve de la documentation peut nécessiter le contrôle du climat soit une déshumidification soit une humidification. Plusieurs types d'appareils peuvent être utilisés pour réguler le climat :

- Déshumidificateur à condensation mobile ou fixe à réservoir ou branchement direct
- Humidificateur à réservoir ou raccordé à l'eau déminéralisée
- Climatiseur simple ou réversible

Déshumidificateur à condensation (condensats)

- Adapté aux réserves de petits et moyens volumes
- Maintenir 30 cm de vide entre les poutres du plafond et le dernier niveau de caisses sur les rayonnages
- Installer le déshumidificateur à condensation dans une zone dégagée au

niveau de l'allée de distribution des allées de rayonnage

- Installer le déshumidificateur à condensation en hauteur (60-80 cm) pour faciliter l'évacuation des condensats s'il est relié au réseau d'évacuation ou à un gros réservoir
- Maintenir un espace libre d'au moins 20 cm sous les rayonnages

Humidificateur (à réservoir ou raccordé à l'eau)

- Adapté aux réserves de petits et moyens volumes
- Utiliser impérativement de l'eau déminéralisée pour éviter les contaminations
- Désinfecter et nettoyer les filtres et les mousses régulièrement
- Disposer l'humidificateur dans une zone dégagée au niveau de l'allée de distribution des allées de rayonnage

- Maintenir 30 cm de vide entre les poutres du plafond et le dernier niveau de caisses sur les rayonnages
- Maintenir un espace libre d'au moins 20 cm sous les rayonnages

Climatiseur (simple ou réversible)

- Contrôle de la température
- Agit sur l'humidité relative autour de 50% (fonction de déshumidification possible, consigne plus rigoureuse) mais ne dispose pas de réglage spécifique

- Nécessite la pause d'un bloc climatisation à l'extérieur
- Condensats à évacuer
- À installer en hauteur dans une zone dégagée au niveau de l'allée de distribution des allées de rayonnage
- Maintenir 30 cm de vide entre les poutres du plafond et le dernier niveau de caisses sur les rayonnages
- Maintenir un espace libre d'au moins 20 cm sous les rayonnages.

Réserve de la documentation sur supports photographiques et négatifs

Les supports photographiques et négatifs comprennent les tirages photographiques couleur et noir et blanc, les diapositives, les négatifs photographiques, les radiographies X. En effet, ils comportent une surface de gélatine sensible au climat. Il convient de les conserver au frais. Le volume est souvent assez faible. La conservation peut se faire grâce à une armoire à froid positif (choisir un modèle permettant des réglages dans les fourchettes entre -2°C à 8°C) ou un réfrigérateur et une humidité entre de 50-55 %.

Armoire à froid positif

La température est homogène de haut en bas de l'appareil contrairement au réfrigérateur.

- Régler entre +2°C et 4°C
- Vérifier l'humidité relative en mettant un appareil de mesure à l'intérieur
- Possibilité d'installer l'armoire dans la réserve de documentation

Gestion du climat et trappes de désenfumage

Selon la circulaire DRT n°95-07 du 14 avril 1995, article R.235-4-8 (recodifié en 2008 par les articles R.4216-13 à 16 du code du travail) « *le désenfumage ne sera pas exigé en cas de technologie incompatible, comme les chambres froides, ou lorsque des mesures de confinement sont rendues obligatoires* ». Les réserves sont des locaux à hygrométrie contrôlée, leur désenfumage n'est donc pas exigible car la technologie est incompatible. En outre, les trappes de désenfumage dans les réserves provoquent des ponts thermiques et des désordres dans la gestion des climats des réserves.

4.5 PROCESSUS DE TRAVAIL : DEFINIR ET METTRE EN PLACE LES PLAGES CLIMATIQUES

Au-delà des consignes générales données dans la fiche 4.2, il est nécessaire d'ajuster les plages climatiques pour assurer une meilleure conservation et optimiser la consommation d'énergie, en prenant en compte l'implantation géographique de chaque centre de conservation et d'étude (CCE) (climat, situation et orientation de la parcelle, dominante des vents, présence de reliefs, de zones boisées aux abords ...).

La prise en compte de ces paramètres va permettre de :

- Définir des plages climatiques qui s'adaptent aux variations saisonnières
- Atteindre les plages climatiques de consignes
- Réduire les coûts énergétiques

Il est indispensable de s'équiper d'enregistreurs de température et humidité relative.

La régulation du climat dépend de la maîtrise de plusieurs paramètres, qui s'appréhendent et se traitent individuellement et dans un ordre précis.

Définir les plages climatiques adaptées pour son CCE

Les consignes de températures et du taux d'humidité relative à atteindre dans les réserves ne sont pas des valeurs fixes à maintenir. Elles évoluent selon une courbe qui reflète l'allure générale de celle du climat annuel spécifique à la zone géographique où le CCE est implanté, tout en restant entre les valeurs minimum et maximum de la plage climatique recommandée pour la conservation.

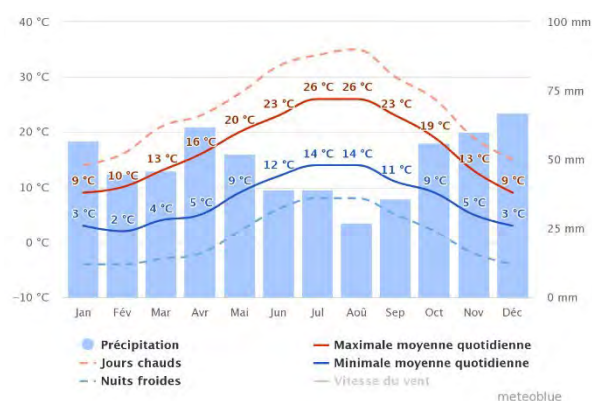
La définition des plages climatiques permet d'identifier les périodes de l'année au cours desquelles les valeurs du climat naturel de la réserve (sans traitement de température ou d'humidité) évoluent dans les plages souhaitées et celles où elles les dépassent en étant trop basses ou trop hautes. L'objectif est de diminuer les dépenses d'énergie en réduisant les contraintes de gestion du climat à ces périodes critiques de dépassement des limites recommandées.

Pour définir finement les plages climatiques qu'il est possible d'obtenir dans les réserves du CCE, le processus est le suivant :

- Connaitre le climat de la zone où est implanté de CCE

- Appréhender les variations saisonnières pour identifier les périodes critiques
- Adapter les plages de conservation aux caractéristiques saisonnières pour en suivre les variations
- Prendre en compte l'impact des périodes de mises en marche et d'arrêt du chauffage

Ci-dessous, l'exemple de courbes des moyennes de températures et de précipitations annuelles (Météo France).



La caractérisation du climat montre que la plage des températures moyennes extérieures varie entre 9°C et 26°C en journée et de 3°C à 14°C la nuit. La montée des températures est progressive.

Les pics de précipitations interviennent d'octobre à janvier puis d'avril à mai.

Les plages de conservation pour cet exemple :

D'octobre à mai, les plages de conservation dans les réserves se rapprocheront des valeurs basses soit entre 12°C et 16°C selon les réserves. Les taux d'humidité relative seront dans le haut des valeurs de la plage recommandée.

De juin à septembre la saison est chaude et sèche, les températures seront dans des valeurs hautes de la plage recommandée tandis que le taux d'humidité sera dans les plus basses.

Les périodes « critiques » à surveiller sont :

- Au printemps lors de la coupure du chauffage (froid et humidité)
- En hiver quand le chauffage est en marche, l'air s'assèche tandis que les précipitations baissent (février et mars)
- Avant la mise en route du chauffage quand le taux de précipitation remonte (octobre et novembre)
- Au cœur de l'hiver dans les réserves peu chauffées (froid et humidité)

Procédures de mise en place des plages climatiques recommandées pour un bâtiment neuf

Une fois le bâtiment livré, il est indispensable de respecter un temps de séchage des matériaux de construction d'au moins un mois. Une fois l'environnement stabilisé, il sera alors possible de mettre en place les procédures de contrôle du climat.

La marche à blanc : 3 mois

Une fois les temps de séchage respectés et l'installation des étagères et meubles de rangements faite, une marche à blanc est nécessaire avant d'installer les données scientifiques de l'archéologie (DSA) les plus sensibles. Elle permet de prendre en main le matériel de gestion de climat, de tester les réglages et la gestion des paramètres puis de calibrer le climat des réserves et de stabiliser la température et l'humidité dans les plages souhaitées.

Mise en place et maintien des plages climatiques

Pendant la marche à blanc, la stratégie à développer pour atteindre les plages de conservation recommandées dans les réserves à climat contrôlé est la suivante :

- 1- Caractériser le climat en températures et en taux d'humidité relative des réserves pendant un mois, appareil de traitement du climat à l'arrêt et bouches d'entrées et de sortie d'air obstruées temporairement une fois le bâtiment considéré comme sec.
- 2- Mettre en marche les appareils d'apport d'air neuf et d'extraction, s'il y en a, et vérifier l'impact sur la température et l'humidité à l'aide des courbes climatiques
- 3- Réduire les apports d'air neuf si le climat subit trop de variations
- 4- Si nécessaire, mettre en route les appareils de régulation de température si les valeurs observées sont en dehors des limites hautes et basses de la plage climatique recommandée.
L'objectif n'est pas d'atteindre une valeur constante mais de rester dans les fourchettes recommandées en évitant les trop fortes variations (+/- 2°C sur 24 heures)
- 5- Compléter le réglage par la mise en marche des appareils de traitement de l'humidité.

Le résultat recherché n'est pas d'atteindre une valeur constante mais des valeurs comprises dans une plage dont les variations seront de +/- 5% en 24 heures pour les cas les plus contraignants.

Pour chacune de ces étapes il est nécessaire d'utiliser les enregistreurs de climat afin de bien mesurer l'interaction des paramètres les uns sur les autres.

Lors de l'installation des DSA dans les nouvelles réserves, il reste indispensable de procéder à un

suivi climatique et une surveillance pour détecter les éventuels problèmes.

L'installation des biens archéologiques mobiliers (BAM) les plus sensibles dans les nouvelles réserves, surtout les matériaux organiques, doit être adaptée, particulièrement s'ils sont déplacés depuis une réserve à climat non contrôlé. Il sera nécessaire de faire une acclimatation ou plus simplement d'attendre la saison propice où le climat de conservation de la réserve de départ des BAM sensibles est le plus proche de celui de la nouvelle réserve pour organiser le déménagement.

Procédures pour gérer ou créer un climat contrôlé dans une réserve d'un bâtiment existant

En vue de prévoir les travaux dans le cadre d'une réhabilitation ou d'une réserve présentant des problèmes de climat, la stratégie à adopter pour mettre en place les plages de conservation recommandées, suit la procédure suivante :

Si des appareils de traitement du climat comme une centrale de traitement d'air sont présents, procéder comme s'il s'agissait d'une marche à blanc.

Si les espaces sont équipés d'appareils qui leur sont dédiés (chauffage, climatisation, déshumidificateur ...) ou dépourvus de tout système, la procédure est la suivante :

- 1- Caractériser le climat en température et humidité relative dans les réserves en stoppant les appareils de traitement du climat.
- 2- Apporter des améliorations d'abord à la structure : murs, sols, plafonds, ouvertures etc. pour renforcer l'inertie par de l'isolation et améliorer l'étanchéité.

- 3- Compléter avec des appareils de traitement de la température puis de l'humidité si besoin.

Caractériser le climat dans les réserves

À l'aide de thermohygromètres, enregistrer la température et le taux d'humidité :

- Toutes les 30 minutes
- À l'extérieur sous abri et à l'ombre
- Dans chaque réserve
- Pendant plusieurs mois, idéalement 1 an

Les courbes obtenues permettent de :

- Affiner la connaissance du climat de la zone d'implantation précise du CCE avec les variations saisonnières
- Connaître le climat naturel des réserves sans l'apport des appareils de traitement
- Comparer les données enregistrées avec les plages de climat recommandées
- Comparer le climat extérieur et intérieur
- Détecter les périodes pendant lesquelles le climat extérieur provoque le dépassement négatif ou positif des plages recommandées
- Mesurer les amplitudes de variations journalières et hebdomadaires

Stabiliser la température

Le premier objectif est d'obtenir une bonne stabilité de température dont la courbe doit globalement :

- Atténuer les variations diurnes et nocturnes
- Suivre les variations saisonnières en les atténuant
- Atteindre et rester dans les plages recommandées

L'objectif n'est pas d'atteindre une valeur constante mais de rester dans les fourchettes recommandées en évitant les trop fortes variations (+/- 2°C sur 24 heures).

Selon les résultats obtenus, des améliorations peuvent être apportées par :

- Un renfort d'isolation (inertie)
- Un renfort d'étanchéité : pause de joints, revêtements pare-vapeur etc.
- L'amélioration du réglage du chauffage

La maîtrise de la température permet la maîtrise de l'humidité. Quand on observe une stabilité de la température alors que l'humidité varie, c'est l'indice d'une introduction d'air non traité (fuite d'air humide) dans la réserve ou d'un défaut d'étanchéité à la vapeur d'eau des murs, des sols ou du plafond (nature des matériaux et des revêtements inadaptée).

Traiter l'humidité relative

Le traitement de l'humidité relative n'est possible qu'une fois la température stabilisée. En effet, la température a une influence directe sur l'humidité relative mais l'inverse n'est pas vrai. Si les variations sont trop importantes, l'humidité ne pourra pas être régulée efficacement.

Pour obtenir une humidité dans les plages recommandées il est nécessaire de s'assurer :

- De l'étanchéité à l'air extérieur
- De l'étanchéité à la vapeur d'eau (revêtement des murs, du sol et des plafonds)
- Du contrôle du traitement de l'humidité de l'air neuf de renouvellement (assécher), quand il existe
- Du réglage du débit de l'apport d'air neuf de renouvellement (0,03 vol/h), quand il existe

Pour homogénéiser le taux d'humidité dans tout l'espace, ne pas hésiter à avoir recours à des brasseurs d'air (entre 0,2 et 0,3 vol/h).

Les brasseurs d'air installés en hauteur (au mur ou au plafond) sont également utiles quand le taux d'humidité est trop difficile à faire baisser pour éviter les phénomènes de confinement favorables au développement de moisissures.

L'obtention des plages de taux d'humidité recommandé se fait par la mise en place d'appareils destinés au contrôle et au traitement pour déshumidifier ou humidifier l'air.

Le résultat recherché n'est pas d'atteindre une valeur constante mais des valeurs comprises dans une plage dont les variations seront de +/- 5% en 24 heures pour les cas les plus contraignants.

Pour chacune de ces étapes il est nécessaire d'utiliser les enregistreurs de climat afin de bien mesurer l'interaction des paramètres les uns sur les autres.

Procédures pour créer une réserve à climat contrôlé dans un bâtiment existant

La stratégie à adopter pour créer une réserve et mettre en place les plages de conservation recommandées suit la procédure suivante :

- 1- Choisir une pièce ou un espace à cloisonner selon les critères décrits dans la fiche 4.1

- 2- Caractériser le climat en température et humidité relative dans cette nouvelle réserve en plaçant un enregistreur
- 3- Apporter des améliorations d'abord à la structure : murs, sols, plafonds, ouvertures etc. pour renforcer l'inertie par de l'isolation et améliorer l'étanchéité
- 4- Compléter avec des appareils de traitement de la température et de l'humidité si besoin

Caractériser le climat dans la réserve

À l'aide de thermohygromètres, enregistrer la température et le taux d'humidité :

- Toutes les 30 minutes
- À l'extérieur sous abri et à l'ombre
- Dans la réserve
- Pendant plusieurs semaine, mois, idéalement 1 an

Les courbes obtenues permettent :

- D'affiner la connaissance du climat de la zone d'implantation précise du CCE avec les variations saisonnières
- De connaître le climat naturel de la réserve sans l'apport des appareils de traitement
- De comparer les données enregistrées avec les plages de climat recommandées
- De comparer le climat extérieur et intérieur
- De détecter les périodes pendant lesquelles le climat extérieur provoque le dépassement en dessus ou en dessous des plages recommandées
- De mesurer les amplitudes de variations journalières et hebdomadaires

Stabiliser la température

Le premier objectif est d'obtenir une bonne stabilité de température dont la courbe doit globalement :

- Atténuer les variations diurnes et nocturnes
- Suivre les variations saisonnières en les atténuant
- Atteindre et rester dans les plages recommandées

Selon les résultats obtenus, des améliorations peuvent être apportées par :

- Un renfort d'isolation (inertie)
- Un renfort d'étanchéité : pause de joints, revêtements pare-vapeur etc.
- L'installation d'un appareil de chauffage

L'objectif n'est pas d'atteindre une valeur constante mais de rester dans les fourchettes recommandées en évitant les trop fortes variations (+/- 2°C sur 24 heures).

La maîtrise de la température permet la maîtrise de l'humidité. Quand on observe une stabilité de la température alors que l'humidité varie c'est l'indice d'une introduction d'air non traité (fuite d'air humide) dans la réserve ou d'un défaut d'étanchéité à la vapeur d'eau des murs, des sols ou du plafond (nature des matériaux et des revêtements inadaptée).

Traiter l'humidité relative

Le traitement de l'humidité relative n'est possible qu'une fois la température stabilisée. En effet, la température a une influence directe sur l'humidité relative, dont il est possible de calculer l'impact mais l'inverse n'est pas vrai.

Pour obtenir une humidité dans les plages recommandées il est nécessaire de s'assurer de :

- L'étanchéité à l'air extérieur
- L'étanchéité à la vapeur d'eau (revêtement des murs, du sol et des plafonds)
- Ajouter un appareil de traitement de l'humidité relative dimensionné selon le volume d'air humide à traiter

Le résultat recherché n'est pas d'atteindre une valeur constante mais des valeurs comprises dans une plage dont les variations seront de +/- 5% en 24 heures pour les cas les plus contraignants.

Pour homogénéiser le taux d'humidité dans tout l'espace ne pas hésiter à avoir recours à des brasseurs d'air (entre 0,2 et 0,3 vol/h).

Les brasseurs d'air installés en hauteur (au mur ou au plafond) sont également utiles quand le taux d'humidité est trop difficile à faire baisser pour éviter les phénomènes de confinement favorables au développement de moisissures.

Pour chacune de ces étapes il est nécessaire d'utiliser les enregistreurs de climat afin de bien mesurer l'interaction des paramètres les uns avec les autres.

Qualité de l'air

Dans le cas de la création d'une réserve dans un local dont l'usage est détourné ou du cloisonnement d'une pièce, il n'y a pas de système d'apport d'air neuf dédié.

Dans la mesure où les volumes de ces réserves restent assez modestes, le renouvellement d'air lors de l'ouverture de la porte au moment des interventions de gestion courante est souvent suffisant.

Toutefois, on veillera à aménager ces réserves avec des matériaux adaptés à la conservation des BAM et d'y faire un ménage régulier pour éviter l'accumulation de poussières (polluants particulaires) et la concentration d'éventuelles vapeurs polluantes émises par exemple par les matériaux de construction ou par les activités dans les pièces adjacentes.

Surveillance du climat

La mise en place des moyens de traitement et de contrôle du climat dans les réserves s'accompagne d'une surveillance continue du climat. En effet, les appareils de gestion du climat affichent les consignes programmées qui peuvent rester inchangées même en cas de pannes des sondes et autres dysfonctionnements. Ces problèmes ne sont détectables qu'à l'aide d'appareils d'enregistrement autonomes du climat.

Dans les réserves avec des problèmes de climat ou gagnées dans des espaces existants, il est rarement possible de réaliser des campagnes de mesures pendant 1 an en coupant les appareils de climat qui s'y trouvent éventuellement alors que les biens archéologiques mobiliers sensibles y sont déjà installés.

Dans ce cas, l'enregistrement des mesures peut être effectué sur quelques semaines à des moments critiques de l'année, spécifiques au climat de la zone géographique, pour disposer de données plus ciblées par exemple au printemps (pluviométrie importante) ou en hiver si la réserve n'a pas de chauffage. Ces premiers résultats permettent d'avoir une première approche du climat de la réserve dans des périodes à fort impact et ainsi de pouvoir commencer à programmer les travaux d'amélioration. L'enregistrement du climat doit se poursuivre ensuite pour affiner les données et les réglages des appareils de régulation.

Dans l'attente de la stabilisation du climat et afin de préserver de bonnes conditions de conservation, il est indispensable de faire des conditionnements rapprochés des BAM en microclimat (boîtes et matériau tampon, voir la procédure en fiche 4.1).



**MINISTÈRE
DE LA CULTURE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

**Direction générale
des patrimoines
et de l'architecture**

5. FICHE RECAPITULATIVE : POINTS D'ATTENTION INDISPENSABLES LORS DU SUIVI D'UN PROJET DE CENTRE DE CONSERVATION ET D'ETUDE (CCE)

Les projets de CCE s'organisent en étapes successives depuis les premières études d'opportunité ou de faisabilité, en passant par la programmation jusqu'à la construction et la réception des travaux. Les retours d'expérience montrent qu'il est indispensable d'apporter une attention particulière à certains points, et ce durant toutes les phases du projet de création de CCE.

La présence de préventeur spécialisé en archéologie dans l'équipe de faisabilité et de programmation puis de maîtrise d'œuvre est indispensable mais il peut être important aussi pour la maîtrise d'ouvrage, de se faire accompagner par un préventeur spécialisé en archéologie tout au long du projet, voire même des travaux et de la marche à blanc, pour s'assurer que le bâtiment réponde parfaitement aux attentes des plages climatiques définies.

Etude de faisabilité et de programmation

Le Schéma fonctionnel est un outil de référence indispensable pour exposer les besoins répondant aux missions du CCE.

Ce n'est pas un plan d'architecte mais bien un schéma qui permet de s'assurer :

- De la présence des différents locaux nécessaires au bon fonctionnement du CCE
- Des liaisons entre ces différents locaux permettant une fluidité des flux et du travail.
- Du détail explicite des différents flux.

Fiches de programmation par espace

- Demander un tableau récapitulatif des surfaces estimées / surfaces contenues dans chaque scenarii

Le contenu des fiches

- Vérifier que les fiches de programmation par espace sont cohérentes avec le programme (superficie, liens fonctionnels explicites)

CCE Mutualisés

- Vérifier la bonne répartition des espaces entre les parties
- Vérifier la répartition des coûts qui en découle : coûts des espaces dédiés à chacune des parties : Etat / Collectivité / Autre acteur ET coûts des espaces mutualisés

Circulations dans le CCE

- Vérifier la taille des portes et des circulations (hauteur et largeur) pour les flux gestion et étude (passage chariot, gerbeur ...),
- Vérifier les cheminements avec chariot gerbeur : réduction maximum des tournants, pas de rupture de charge, pas de pente trop importante ...

Salle de quarantaine

- Vérifier que le circuit de renouvellement d'air de la salle de quarantaine est bien spécifié comme indépendant du reste du réseau.

Réserves :

Les espaces

- Vérifier que tous les espaces de réserves nécessaires sont bien présents

Les aménagements

- Vérifier la répartition entre les équipements entrants dans le marché et ceux qui sont hors marché (par exemple les étagères récupérées des anciens dépôts ...)
- Vérifier la taille des allées générales et latérales,
- Vérifier l'adéquation format de caisses / modèles d'étagères (profondeur et largeur)

- Vérifier que les pièces sont bien aveugles : absence de fenêtre, de lanterneau et autres prises de lumière naturelle
- Vérifier le type d'éclairage prévu
- Vérifier l'absence de siphon de sol, d'arrivée d'eau, à l'exception des branchements strictement nécessaires aux appareils de gestion du climat, y compris dans les chambres froides et la salle de quarantaine.

Le climat

- Vérifier que les préconisations des plages climatiques sont calculées pour être en adéquation maximale avec la zone climatique spécifique du CCE
- Vérifier que les préconisations de qualité de l'air (de ventilation, brassage, filtration d'air) sont en adéquation avec les données scientifiques de l'archéologie (DSA) à conserver
- Vérifier si le type de régulation du climat prévu est en adéquation avec les plages climatiques de chaque espace (déshumidification / climatisation / humidification).

Salles de consultation

- Vérifier le type d'éclairage prévus
- Veiller que l'occultation possible des fenêtres dans les salles d'étude, de gestion, de prises de vue et de consultation de la documentation est bien prévue.

Déménagement

Une fois les étapes préalables terminées et le choix du maître d'œuvre (MOE) effectué, le déménagement des DSA doit être programmé : rédaction du cahier des charges, études, devis, programmation, choix des prestataires.

N.B. : idéalement, la période climatique du déménagement sera programmée de manière à atténuer le plus possible l'exposition des DSA à des variations de température et d'hygrométrie ou à des différences climatiques importantes entre les lieux de départ et d'arrivée, surtout si le premier ne bénéficie pas de gestion du climat.

Projet architectural

Se référer en permanence au schéma fonctionnel et aux fiches par espace de l'étude de programmation à chaque étape du projet pour éviter que de petites modifications aient un impact sur le projet

Accès :

- Surveiller que l'accès pour les livraisons soit suffisant : calibrer le type de véhicule pouvant accéder au site et s'assurer qu'ils peuvent manœuvrer.

Circulations dans le CCE

- Vérifier la taille des portes et des circulations (hauteur et largeur) pour les flux gestion et étude (passage chariot, gerbeur ...),
- Vérifier les cheminements avec chariot gerbeur : réduction maximale des tournants, pas de rupture de charge, pas de pente trop importante ...

Réserves :

Les espaces

- Pas de passage de fluides dans les réserves en plafond ou sous-dalle, pas de siphon de sol
- Pas de lumière naturelle dans les réserves même en second jour

Les aménagements

- Demander l'implantation du mobilier dans les réserves en plan et en coupe :

- o Vérifier l'orientation du mobilier par rapport au matériel de gestion du climat, et à l'éclairage,
- o Vérifier les espaces libres entre mobilier et plafond/sol,
- o Vérifier la taille des allées générales et latérales,
- o Vérifier l'absence de rupture de charge ;
- o Vérifier l'adéquation format de caisses / modèles d'étagères (profondeur et largeur)

Le climat

- Vérifier l'étanchéité : pas d'autres points d'entrée d'air dans les réserves en plus de la porte d'accès et des systèmes de traitement du climat ;
- Pas de désenfumage, pas de porte d'évacuation incendie, pas de système anti-incendie automatique
- Dimensionnement des appareils de traitement du climat : rester dans un dimensionnement raisonnable pour éviter le surdimensionnement (dysfonctionnements prévisibles) ou d'un doublage de système car les surcoûts en acquisition, en fonctionnement et en entretien seront inutiles.

Salles de consultation

- Veiller à ce que l'on puisse occulter les fenêtres dans les salles d'étude, de gestion et de consultation de la documentation

Réception du bâtiment

Réerves :

- S'assurer du bon séchage des réserves avant d'y mettre les DSA.
- La marche à blanc est indispensable lors de la livraison du bâtiment, même si du retard a été pris. Elle permet de vérifier que tout fonctionne bien et de mettre le climat dans les bonnes plages climatiques de conservation avant l'arrivée des DSA.

Prendre le temps d'échanger et de dialoguer

Les prestataires de l'étude préalable et l'équipe de la maîtrise d'œuvre (MOE) doivent identifier les attentes de la maîtrise d'ouvrage (MO) relative à la conservation des DSA et aux activités de gestion, étude et valorisation des personnels et des chercheurs. La MO aura pris soin de transmettre aux prestataires une évaluation récente des volumes des DSA et de leur accroissement à 20 ou 30 ans.

Il est donc essentiel d'échanger au maximum avec eux pendant le temps des études préalables et du projet de construction. Il est indispensable que la MOE soit présente lors des rendus intermédiaires et finaux des études.

Il ne faut pas sous-estimer le temps et l'implication que cela demande.

