



Equipe du laboratoire

Stéphane BOUVET (Physico-Chimie organique – Conservation préventive, Responsable)	01 53 79 38 36
Eleonora PELLIZZI (Physico-Chimie organique – Conservation préventive, Coordinatrice de la recherche)	01 53 79 38 32
Lucy COOPER (Physico-Chimie inorganique – Conservation préventive)	01 53 79 38 33
Raphaël GOURRONC (Physico-Chimie organique – Conservation préventive)	01 53 79 38 59
Valentin ROTTIER (Biologie – Conservation préventive)	01 53 79 38 34
Clémentine LABDOUNI (Biologie – Conservation préventive)	01 53 79 38 35
Simona DRAGO (Biologie – Conservation préventive)	01 53 79 83 37
Fanny ALLOTEAU (Conservation préventive pour le Musée et les expositions)	01 53 79 43 57

Pré-Rapport d'Intervention du Laboratoire

☒ Pôle Biologie – Conservation préventive

☐ Pôle Physico-Chimie – Conservation préventive

☐ Conservation préventive pour le Musée et les expositions

Destinataire : Mme Diane Cascarino

Université Paris-Dauphine

Service Commun de la Documentation

Adresse : Place du Maréchal de Lattre de Tassigny
75775 Paris cedex 16

Tel : 01 44 05 47 55

Courriel : diane.cascarino@dauphine.psl.eu

Visa : Célia Cabane

Date : 11/04/2025

Copie :

Objet de la demande :

Expertise sanitaire et des conditions de conservation des documents stockés dans un magasin de conservation de la Bibliothèque Université de l'Université Paris-Dauphine.

L'expertise a été réalisée le 25 février 2025 par Valentin Rottier.

Rapport d'expertise sanitaire et des conditions de conservation de la BU de l'Université Paris-Dauphine

I - Contexte

Le laboratoire de la BnF a été sollicité, en janvier 2025, par Mme Delphine Cascarino, afin d'effectuer une expertise microbiologique de documents conservés dans un magasin de conservation de la bibliothèque universitaire de l'Université Paris-Dauphine présentant des traces qui pourraient être le signe d'une contamination fongique. Ces traces, sous forme de taches blanches duveteuses visibles essentiellement sur les monographies en toile et sur les boîtes en carton celloiderme, ont été découvertes par les agents de la bibliothèque en début d'année 2025.

L'amorce de ce développement fongique est liée à une hausse de l'humidité relative à un seuil supérieur à 65%. Cette hausse, est probablement liée à la dérive du climat intérieur liée aux fortes précipitations et à de forts taux d'humidité extérieurs qui n'ont pu être compensés par un déshumidificateur hors service. Suite à la découverte de la contamination, deux nouveaux déshumidificateurs ont été installés afin de maintenir un taux d'humidité relative en dessous de 50%.

Afin d'évaluer le niveau de contamination, le laboratoire a réalisé des prélèvements microbiologiques de surface. De plus, une évaluation des conditions de conservations des collections et du magasin de conservation a été effectuée.

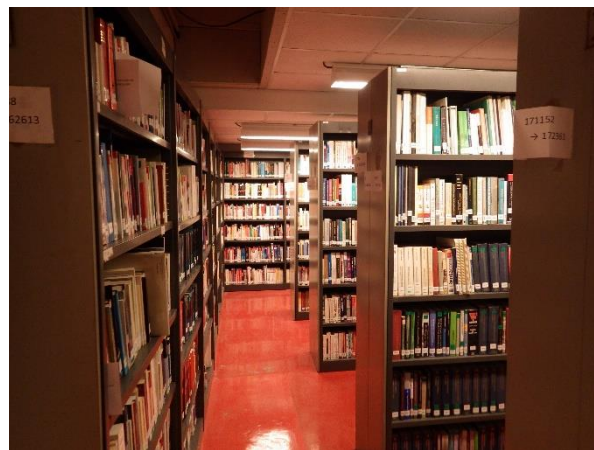
Cette expertise a été réalisée le 25 février 2025 par Valentin Rottier.

II – Évaluation de l'état de conservation

La première étape de cette analyse est une évaluation visuelle des conditions de conservation des documents et du magasin. Le magasin de conservation présente les caractéristiques suivantes :

- D'une surface d'environ 560m², il est situé au 2^{ème} sous-sol de l'université collé à un parking souterrain (Cf. Annexe 1) ;
- Il est équipé de rayonnages métalliques mobile, type Compactus, au centre du magasin et de rayonnages métalliques fixes sur les côtés du magasin (Cf. Photos 1 et 2) ;

Photos 1 et 2. Magasin du 2^{ème} sous-sol de l'université



- Des travaux de consolidation des colonnes de soutiens du bâtiment ont été réalisés en 2023. Durant les travaux, le magasin a été isolé et les collections protégées avec des bâches ;
- Il dispose d'un système de ventilation avec trois bouches d'extraction situées au-dessus des rayonnages mobiles (Cf. Photo 3) et neuf bouches qui semblent être des bouches de soufflages au-dessus des rayonnages fixes. Lors de l'expertise, il a été noté le bon fonctionnement des bouches d'extraction avec un débit important. Les bouches de soufflage semblent être soit à l'arrêt soit avec un débit très faible ;
- Un déshumidificateur mobile est présent en permanence dans ce magasin. Depuis, la découverte de la contamination, deux nouveaux appareils mobiles ont été installés ;
- Des trappes de désenfumage sont présentes dans le fonds du magasin ;
- De grandes trappes sont également présentes au sol, permettant un accès au vide sanitaire (Cf. Photo 4). De nombreuses canalisations passent dans ce vide sanitaire ;
- Une forte odeur d'humidité est perceptible dans le fonds du magasin, proche de l'issue de secours et du local technique. Une forte odeur d'essence est également présente dans la partie du magasin ce qui indique un problème d'étanchéité vis-à-vis du parking ;

Photo 3. Bouche d'extraction ; 4. Trappe d'accès au vide sanitaire



Collections expertisées

- Environ 2,5 km linéaire de collection, soit environ 116000 monographies sont conservées dans ce magasin ;
- Des collections de presse sont conservées dans environ 900 boîtes en carton celloderme ;
- Les collections présentant des traces fongiques sont réparties dans l'ensemble du magasin. Il s'agit essentiellement des monographies en toile. Des boîtes en carton celloderme sont également touchées (Cf. Photos 5, 6 et 7)
- Les documents équipés de film plastique, type filmolux, ne présentent pas de développement microbiologique ;

Photos 5 à 7. Taches blanches duveteuses observées sur les collections



- Un dépoussiérage de la moitié du magasin a été réalisé en 2019. **Lors de l'expertise, il a été noté un taux d'empoussièrément des documents moyen à important** (Cf. photo 8). Sont considérés comme fortement empoussiérés les documents sur lesquels une couche de poussière est clairement visible à l'œil nu, et lorsque la manipulation de l'ouvrage laisse des traces sur les gants.

Photo 8. Empoussièrément important sur certaines tablettes



III - Résultats des analyses microbiologiques

III.1 Rappel sur les contaminations microbiologiques par les moisissures

Les moisissures peuvent se développer aux dépens des matériaux constitutifs des documents et provoquer des dommages allant de la simple tache à la perte totale de matière. Elles sont présentes dans l'air sous forme de spores associées ou non à des particules de poussière, et se déposent sur les surfaces par sédimentation, en fonction de leur taille et de leur poids.

La poussière, déposée sur les collections ou toute autre surface, est à la fois une réserve de spores de moisissures, une source nutritive pour celles-ci, et un substrat pouvant absorber l'humidité ambiante.

Quand les conditions environnementales sont favorables, les spores déposées peuvent germer, créer des filaments ramifiés (mycélium) puis des organes reproducteurs qui produiront de nouvelles spores en 2 à 15 jours suivant les espèces et les conditions.

Il est généralement admis que le risque de germination et de développement de contaminants fongiques s'accroît à partir de 60% d'humidité relative pour une température de 18 °C +/- 2 °C.

La germination des spores nécessite une humidité relative de l'air minimale de 60%, mais la croissance du mycélium peut se poursuivre à des taux plus faibles.

Il est admis que la croissance des moisissures est stoppée en dessous de 30-40% d'humidité relative, mais elles restent néanmoins actives.

Les moisissures ont une grande capacité de dégradation des supports sur lesquels elles s'installent. Les matériaux les plus hygroscopiques sont les plus vulnérables (toiles collées, papiers anciens à fibres textiles).

Dans les archives et les bibliothèques, on redoute particulièrement :

- Les espèces xérotolérantes et xérophiles, c'est-à-dire les espèces qui se développent sur des matériaux de faible teneur en eau et/ou à des faibles taux d'humidité relative (à partir de 60% d'HR). Ce sont donc les premières espèces à se développer en cas de dérive climatique ;
- les espèces cellulolytiques (qui dégradent la cellulose) et les espèces protéolytiques (qui dégradent les protéines des parchemins, cuirs et colles).

Plusieurs dizaines d'espèces dangereuses pour les collections ont été recensées. D'autres ne sont qu'opportunistes et ne présentent pas de danger particulier pour les documents.

III.2 Prélèvements sur les documents

Le diagnostic des contaminants microbiologiques (moisissures, bactéries, levures) a été effectué à l'aide d'écouvillons secs et stériles. Six prélèvements ont été effectués au niveau de traces suspectes laissant penser à un développement microbiologique. La mise en culture et l'identification des micro-organismes ont été réalisées au laboratoire de la BnF. **L'objectif de cette analyse est d'évaluer l'activité des biocontaminations sur ces documents afin de déterminer si des traitements curatifs sont nécessaires.**

Afin que le plus grand nombre et la plus grande diversité de spores prélevées puissent se développer, les écouvillons ont été mis en culture à 25°C sur trois types de milieux différents :

- Un milieu malté peu sélectif (MEA), favorisant la croissance de la plupart des moisissures,
- Un milieu sélectif (DG 18) favorisant la croissance des moisissures xérotolérantes,
- Une gélose nutritive à 2,8% favorisant le développement des bactéries.

Cette mise en culture permet d'estimer l'état de viabilité des micro-organismes et de les identifier. L'identification du genre et/ou de l'espèce des moisissures permet d'évaluer leur pouvoir de dégradation vis-à-vis des supports contaminés et ainsi de déterminer le traitement le plus adapté.

Pour faciliter l'interprétation des résultats, quatre niveaux de contamination biologique propres à la Bibliothèque nationale de France ont été définis en fonction de la quantité et du type de micro-organisme qui se développe en culture au laboratoire (tableau 1).

Tableau 1 : Niveaux de contamination biologique estimés après la mise en culture des écouvillons

Niveaux de contamination biologique	
1	Activité nulle : aucun microorganisme ne se développe après 4 semaines d'incubation
2	Activité faible (< 5 colonies) : quelques rares colonies par boîte
3	Activité fongique moyenne (5 à 20 colonies) sur l'ensemble des boîtes de culture et/ou espèces à fort pouvoir de détérioration
4	Forte activité fongique (> 20 colonies) sur l'ensemble des boîtes de culture et espèces à fort pouvoir de détérioration

Tableau 2 : Résultats de la mise en culture des prélèvements

Cote/Titre	Observation sur l'ouvrage	Moisissures	Bactéries/ Levures	Niveau de contamination
Cote : 166449	Taches blanches duveteuses au niveau du dos en toile	UFC = BP <i>Penicillium decumbens</i> <i>Aspergillus sp.</i>	-	4
Cote : 128732	Taches blanches duveteuses au niveau du dos en toile	UFC = BP <i>Aspergillus sp.</i>	UFC = BP	4
Cote : 100504	Piqûres verdâtres au niveau du dos en toile	UFC = 23 <i>Aspergillus restrictus</i> <i>Aspergillus fumigatus</i>	UFC = 5	4
Cote : 181097	Taches blanches duveteuses au niveau du dos en toile	UFC = 1 <i>Aspergillus sp.</i>	UFC = 10	2
P1280 « Les Echos » Mars 2008	Taches blanches sur la boîte en carton celloderme	UFC = BP <i>Eurotium sp.</i> <i>Aspergillus niger</i> Blanc stérile	-	4
Cote : 195411	Taches blanches duveteuses au niveau du dos en toile	UFC = BP <i>Aspergillus sp.</i> <i>Penicillium sp.</i> Blanc stérile	-	4

BP : Boîte Pleine (pas de comptage possible)

- : absence de moisissures

UFC : Unité Formant Colonie = particule biologique revivifiable.

sp. : L'espèce n'a pas été identifiée

III.3 Interprétations des résultats des prélèvements de surface

Les résultats des prélèvements réalisés sur les documents font état d'une contamination importante et très active, avec cinq prélèvements sur six de niveau **4**.

La flore fongique identifiée est une flore polymorphe, que l'on trouve couramment dans l'air intérieur et extérieur ainsi que sur les supports contaminés.

Les moisissures identifiées ont la capacité de dégrader un large panel de matériaux et particulièrement le papier, les toiles à base de coton, les colles animales, le cuir, le parchemin et le bois. L'étude, tant qualitative que quantitative, de la flore fongique montre une prédominance des espèces suivantes :

- ***Eurotium sp* et *Aspergillus restrictus*** sont des moisissures fortement xérotolérantes, ce qui

signifie qu'elles peuvent se développer à faible humidité relative (dès 60 %) et/ou sur des matériaux à faible teneur en eau (activité en eau (aw) $< 0,80$). Elles peuvent être les premières à se manifester en cas de variation de l'humidité ambiante. Elles sont les principales moisissures présentes dans les environnements intérieurs et dans l'air extérieur. De plus, ce sont des espèces cellulolytiques ;

- ***Aspergillus sp* et *Penicillium sp*** : ces espèces sont cellulolytiques, c'est-à-dire qu'elles ont la capacité à dégrader rapidement la cellulose du papier.

IV - Analyse des relevés climatiques

IV.1 Rappel sur le climat

On entend par climat les paramètres de température et d'humidité relative régnant dans un local. L'humidité relative (HR) est définie comme étant le rapport entre la quantité de vapeur d'eau qu'un volume d'air donné contient à une température donnée, et la quantité maximale de vapeur d'eau que ce même volume peut contenir à la même température. Cette relation est exprimée en pourcentage.

Température et humidité relative sont deux paramètres liés l'un à l'autre. Dans un local clos et sans équipements climatiques, si la température augmente, l'humidité relative diminue et, à l'inverse, augmente si la température baisse.

Les documents graphiques, comme tout matériau organique, sont hygroscopiques, c'est-à-dire qu'ils se mettent en équilibre avec l'humidité ambiante. Si la température ou l'humidité relative ambiante changent, les documents se mettent en équilibre avec l'air ambiant en absorbant ou rejetant la vapeur d'eau qu'ils contiennent.

Les conditions climatiques influent donc quotidiennement sur les documents. Elles peuvent contribuer à la bonne conservation des documents ou au contraire engendrer des dégradations.

Dans les régions tempérées, les niveaux optimaux de température et d'humidité relative préconisés pour la conservation des documents graphiques se situent dans la plage de 16 à 22°C avec un maximum de 25°C (température à partir de laquelle il y a accélération des réactions de dégradation) et avec des variations journalières inférieures à 2°C, et de 45 à 55% d'HR, sans dépasser 60% et avec des fluctuations lentes et progressives (dérive journalière tolérée inférieure à 5%).

La stabilité est à viser en priorité afin d'éviter les contraintes mécaniques dues aux variations dimensionnelles des matériaux (dilatation, rétrécissement), particulièrement des cuirs et parchemins.

- On considère qu'à partir de 60%-65% d'humidité relative, il y a un risque accru de développement des contaminants biologiques, notamment des moisissures et de certains insectes. De même le risque d'accélération des détériorations chimiques et physiques (gonflement des matériaux) augmente.
- Une humidité relative inférieure à 35-40% provoque le dessèchement des matériaux organiques (papier, parchemin, cuir, colles) qui deviennent cassants.

La température a comme principal effet d'accélérer les réactions chimiques de dégradation et donc de réduire la durée de vie des matériaux. Son élévation contribue à faire baisser l'humidité relative ce qui peut provoquer des dégradations mécaniques par dessèchement des matériaux.

IV.2 Mesures climatiques et dans les matériaux

Lors de l'expertise, des mesures ponctuelles de température et d'HR ont été réalisées avec un thermo-hygromètre Protimeter MMS2 étalonné. Elles ont été réalisées avec les déshumidificateurs en fonctionnement. Les mesures sont compilées dans le tableau n°3.

Tableau 3. Mesures climatiques réalisées dans les magasins et en extérieur (Annexe 1)

Espace	Numéro de prélèvements	Température	Humidité relative
Entrée du magasin	1	16,9°C	59,2%
Milieu des rayonnages mobiles	2	16,4°C	59,4%
Issue de secours	3	16,4°C	61,3%
Zone avec boîtes Cauchard	4	16,8°C	60,9%
Zone avec odeur essence	5	16,8°C	59,5%
Extérieur	6	12,1°C	82%

Les valeurs ponctuelles de température mesurées lors de l'expertise correspondent aux recommandations données dans la norme française ISO 11799 [Mai 2016] : *Prescription pour le stockage des documents d'archives et de bibliothèques*.

Les valeurs du taux d'HR mesurées sont dans la fourchette haute recommandée. Des mesures au-dessus de 60% ont également été mesurées.

Néanmoins, ces données ne sont pas suffisantes pour effectuer une analyse exhaustive du climat des magasins. Elles ne permettent pas d'évaluer les variations journalières qui favorisent le développement des moisissures. Il serait nécessaire d'enregistrer les données climatiques au cours d'une année.

V – Préconisations et traitements recommandés

V.1 Collections : Actions recommandées

La plupart des moisissures sont potentiellement allergisantes selon leur concentration et la sensibilité individuelle. Elles peuvent produire des molécules toxiques, comme l'*Aspergillus fumigatus* qui a été identifié sur un point de prélèvement. De ce fait, une protection individuelle des agents manipulant les documents contaminés et/ou poussiéreux est impérative :

- Gants jetables en nitrile régulièrement changés et jetés. Les gants sont impérativement à changer lorsque l'on passe d'un document moisi ou suspect à un document non contaminé ;
- Masques anti-poussière jetables de type FFP2 ou FFP3¹, à renouveler aussi souvent que nécessaire ;
- Blouses jetables en polypropylène ;
- Port de lunettes de protection, particulièrement pour les personnes sensibles.

Il est indispensable de manipuler les documents délicatement afin de limiter la dissémination des spores de moisissures. Il est déconseillé aux agents asthmatiques ou immunodéprimés de

¹ Selon la Norme EN149 (2001) un masque anti-poussière **FFP2** arrêtera au minimum 92% des particules et 98% pour un masque **FFP3**. L'efficacité étant mesurée avec un aérosol de 0,6 micron de diamètre moyen (particules de 0,01 à 1 micron). Pour un travail quotidien utiliser un masque **FFP2**. Dans le cas d'une contamination active : utiliser les masques **FFP3**.

manipuler des documents contaminés.

Concernant les traitements, pour **l'ensemble des documents présentant des traces de développement microbologique, nous vous conseillons de réaliser un traitement de désinfection à l'oxyde d'éthylène (Cf. Annexe 2). Cette désinfection devra être suivie d'un dépoussiérage** car si l'oxyde d'éthylène tue les micro-organismes, il n'élimine pas le mycélium ni les spores de moisissures. Ces résidus, constitués de matière organique, peuvent être le support d'une seconde contamination. C'est pourquoi il est nécessaire de dépoussiérer tous ces documents afin d'éliminer toutes traces de l'ancienne contamination avant de les réintégrer dans vos magasins. Traces qui pourraient, de plus, prêter à confusion lors de futurs contrôles réalisés sur les documents. Ce dépoussiérage devra être réalisé à l'aide d'un aspirateur muni d'un filtre absolu de norme HEPA² et d'un variateur de puissance. Il pourra être effectué soit en externe par un prestataire (Cf. Annexe 3) soit en interne par des agents formés à cette tâche (Cf. Annexe 4).

Le traitement de désinfection est un traitement curatif non rémanent. Il ne protège pas les collections d'une nouvelle contamination.

Concernant le reste de vos documents, un traitement de désinfection n'est pas nécessaire mais un dépoussiérage minutieux de l'ensemble est suffisant mais obligatoire. Comme pour les documents après désinfection, ce dépoussiérage devra être réalisé à l'aide d'un aspirateur muni d'un filtre absolu de norme HEPA et d'un variateur de puissance.

V.2 Mobilier : nettoyage et désinfection

Pour le nettoyage et la désinfection des rayonnages, tablettes, sol et murs, nous vous recommandons les actions ci-dessous :

- Un nettoyage par aspiration à l'aide d'un aspirateur à filtre absolu de norme HEPA ;
- Le Passage d'un **produit fongicide et bactéricide** répondant notamment aux normes de base EN 1275 ou EN 1040 et/ou aux normes d'applications EN 1650 ou EN 1276. Ce désinfectant est appliqué à l'aide d'un chiffon propre (ou lingettes) non pelucheux et jetable. Ce nettoyage se fait en débutant par le toit des étagères puis en descendant de tablette en tablette. Il faut inclure également le dessous des tablettes ainsi que les montants verticaux.
- Un rinçage à l'aide d'un chiffon non pelucheux humidifié à l'eau claire peut être nécessaire selon les spécificités techniques du produit.

De même, vous devez procéder au nettoyage du sol en insistant bien dans les recoins et au niveau du bas des étagères à l'aide d'un désinfectant en respectant les recommandations du fournisseur.

Lors de l'emploi des différents produits désinfectants, il faudra s'assurer de laisser un temps de contact suffisant (au minimum 30min) pour que le produit soit efficace.

Il est recommandé de ne pas utiliser la même brosse pour les documents, le mobilier ou les locaux.

² Les **Filtres HEPA (High Efficiency Particulate Air)** répondent à la norme NF EN 1822 et sont capables de filtrer, en un passage, au moins 99,97 % des particules de diamètre supérieur ou égal à 0,3 µm.

V.3 Locaux : Actions recommandées

Afin d'améliorer les conditions de conservation dans le magasin, nous vous conseillons :

- Pour améliorer et faciliter la stabilisation du climat dans le magasin, de l'isoler au maximum de l'extérieur. Notamment en installant des seuils et des joints sur le pourtour de l'ensemble des portes donnant accès au magasin (issue de secours, porte d'accès...). Il faudra également améliorer l'étanchéité au niveau des trappes donnant accès au vide sanitaire. Cela évitera les entrées d'air parasite et l'apport de pollutions extérieures (humidité, spores de moisissures, insectes, odeurs) ;
- De demander l'intervention du prestataire de maintenance du système de ventilation pour vérifier le bon fonctionnement de l'ensemble des équipements, notamment contrôler le débit au niveau des bouches de soufflages. Il faudra leur demander l'ensemble des spécificités des installations :
 - **Le système permet-il une déshumidification ou humidification de l'air entrant ou simplement un conditionnement au niveau de la température ?** Si ce n'est pas le cas, il faudra continuer d'utiliser des équipements mobiles pour maintenir un taux d'HR stable dans ce magasin.
 - Une prise d'air neuf semble être présente dans la zone de la sortie de secours. **S'agit-il de la prise d'air neuf pour le magasin ?** Si c'est le cas, pour réduire l'entrée d'humidité par la prise d'air neuf, il est conseillé de l'entretenir au maximum (nettoyage régulier de la grille, changement du filtre, éviter que de l'eau ne stagne à ce niveau).
 - **Quel est le taux de renouvellement de l'air neuf dans le magasin ?** L'air neuf est par définition de l'air provenant de l'extérieur avec une hygrométrie et une température variable en fonction du climat extérieur (période de la journée, saison, etc.). Pour des raisons de santé individuelle, le personnel doit pouvoir respirer un air sain contenant une quantité suffisante d'oxygène. Le Code du travail précise :
« Art. R. 232-5 – Dans les locaux fermés où le personnel est appelé à séjourner, l'air doit être renouvelé de façon à :
 - Maintenir un état de pureté de l'atmosphère propre à préserver la santé des travailleurs ;
 - Éviter les élévations exagérées de température, les odeurs désagréables et les condensations. »
 Même si les magasins de conservation ne sont pas des lieux d'occupation permanente, il convient de prévoir un renouvellement d'air tel que les exigences formulées par le Code du travail soient satisfaites. Dans des locaux à pollution non spécifique comme des bureaux, il est fixé à 25 m³/h le débit minimal d'air neuf à prévoir par occupant. Pour les magasins d'archives et de bibliothèque, le taux d'air neuf était auparavant de 0,5 volume/heure. Ce taux tend maintenant à diminuer. **Il est donc préconisé un taux d'air neuf de 0,3 volume/heure pour un magasin plein.** Dans des bâtiments très étanches, il peut être préconisé un taux d'air neuf de 0,1 vol/h. Dans certain cas, il est recommandé de couper l'air neuf si les conditions extérieures sont trop défavorables (air trop humide l'été ou trop sec l'hiver), avec notamment un arrêt pendant la nuit au printemps et à l'automne.
 - **Quel est le taux de brassage du magasin ?** Le taux de brassage correspond au nombre de fois où l'air est renouvelé dans une pièce pendant une période d'une heure.

Contrairement au taux de renouvellement, l'air soufflé dans la pièce n'est pas neuf et peut provenir d'une reprise d'air suivi d'une filtration. **Il est préconisé pour un magasin de conservation un taux de brassage de 1,5 volumes/heure.** Plus le brassage de l'air est important meilleure sera l'homogénéisation de l'air dans le magasin, ce qui évitera la création de microclimats.

- **Quel est le niveau de filtration ?** Il est préconisé pour les magasins de conservation, une filtration de niveau F7.
- Il faudra également vérifier le contrat de maintenance du système de ventilation. Ce contrat doit comprendre la calibration des sondes pour garantir la validité des valeurs mesurées, le changement des filtres, la vérification des débits de soufflage et d'aspiration et l'entretien des différentes composantes (nettoyage des gaines, bouches de soufflage et d'extraction, bouches d'apport d'air neuf). **Un contrôle et une maintenance régulière de ces systèmes de climatisation réduiront les risques de panne, de dérèglements climatiques et donc d'apparition de contamination microbiologique.**
- **Assainissement de l'air :** l'air intérieur du magasin est chargé en spores provenant naturellement de l'air extérieur mais aussi des spores issues de la contamination active en cours et qui se disséminent. Il est donc nécessaire d'assainir l'air intérieur dans un but curatif afin de réduire le risque de propagation, et ultérieurement dans un but préventif pour contribuer à éviter une récurrence.
Il existe des unités mobiles d'épuration de l'air (Cf. Annexe 6) ne fonctionnant que sur le principe de la filtration (sans production de sous-produits éventuellement nocifs pour les collections). Nous vous recommandons très fortement de mettre en place ce type d'appareil. Cet appareil pourra être réutilisé de façon continue dans le cadre de la prévention pour le maintien d'une bonne qualité de l'air.
- **Il est important de surveiller en continu le climat intérieur avec des capteurs thermo-hygrométriques enregistreurs** électroniques à déchargement (type KIMO, Testo...) ou par ondes radio (type Hanwell Synergy/EMS) **afin de déceler au plus vite une dérive climatique au-delà des 55% d'HR et ainsi apporter des mesures correctives immédiates (Cf. Annexe 7).**
Il est conseillé de placer un capteur climatique dans une zone représentative de l'ambiance et un autre à proximité des potentiels microclimats néfastes (exemple : près de mur donnant sur l'extérieur, dans des zones connues à fort taux d'HR). **Nous vous conseillons d'installer au minimum trois capteurs climatiques dans ce magasin (Emplacements indiqués en Annexe 1).**
Les conditions extérieures devront être aussi mesurées (par des stations météo ou consultation de site Météo France) afin d'évaluer l'inertie du bâtiment et des magasins.

VI – Mesures préventives

À la suite des traitements sur les collections et du réaménagement du magasin, et afin d'éviter une éventuelle contamination, il convient de :

- **Veiller à ce que l'humidité relative des différents espaces ne dépasse pas 60 % ;**
- **Programmer des inspections visuelles** au sein des espaces de stockage pour repérer au plus vite tout départ de contamination ;
- **Si des contaminations sont repérées, isoler immédiatement le ou les documents dans du**

papier neutre, du kraft ou dans des cartons pour éviter la propagation et **les évacuer du local**. Rechercher et corriger au plus vite les causes à l'origine de la contamination ;

- **Dépoussiérer régulièrement les collections et les rayonnages**. Inclure le dessus des rayonnages. La périodicité sera définie en fonction de leur ré-empoussièrement ;
- **Programmer un entretien régulier des sols** en insistant dans les recoins, et le dessous des rayonnages. La périodicité dépendra du taux d'empoussièrement de la salle. Par exemple : aspiration hebdomadaire des sols, couplée à un nettoyage humide mensuel ;
- **Inspecter tout document avant son intégration en magasin, notamment les dons** : prévoir un local de quarantaine et faire effectuer des analyses s'il y a suspicion de contamination par des moisissures ou des insectes et les décontaminer si nécessaire ;
- **Conditionner les documents les plus sensibles aux détériorations par les moisissures** dans le but de les protéger de la poussière et d'éviter une re-contamination, surtout si les problèmes d'humidité persistent dans le magasin ;

Il est recommandé d'établir des fiches de procédures d'inspection et d'entretien et de tenir un registre de tout incident qui pourrait concourir à l'apparition d'une nouvelle contamination.

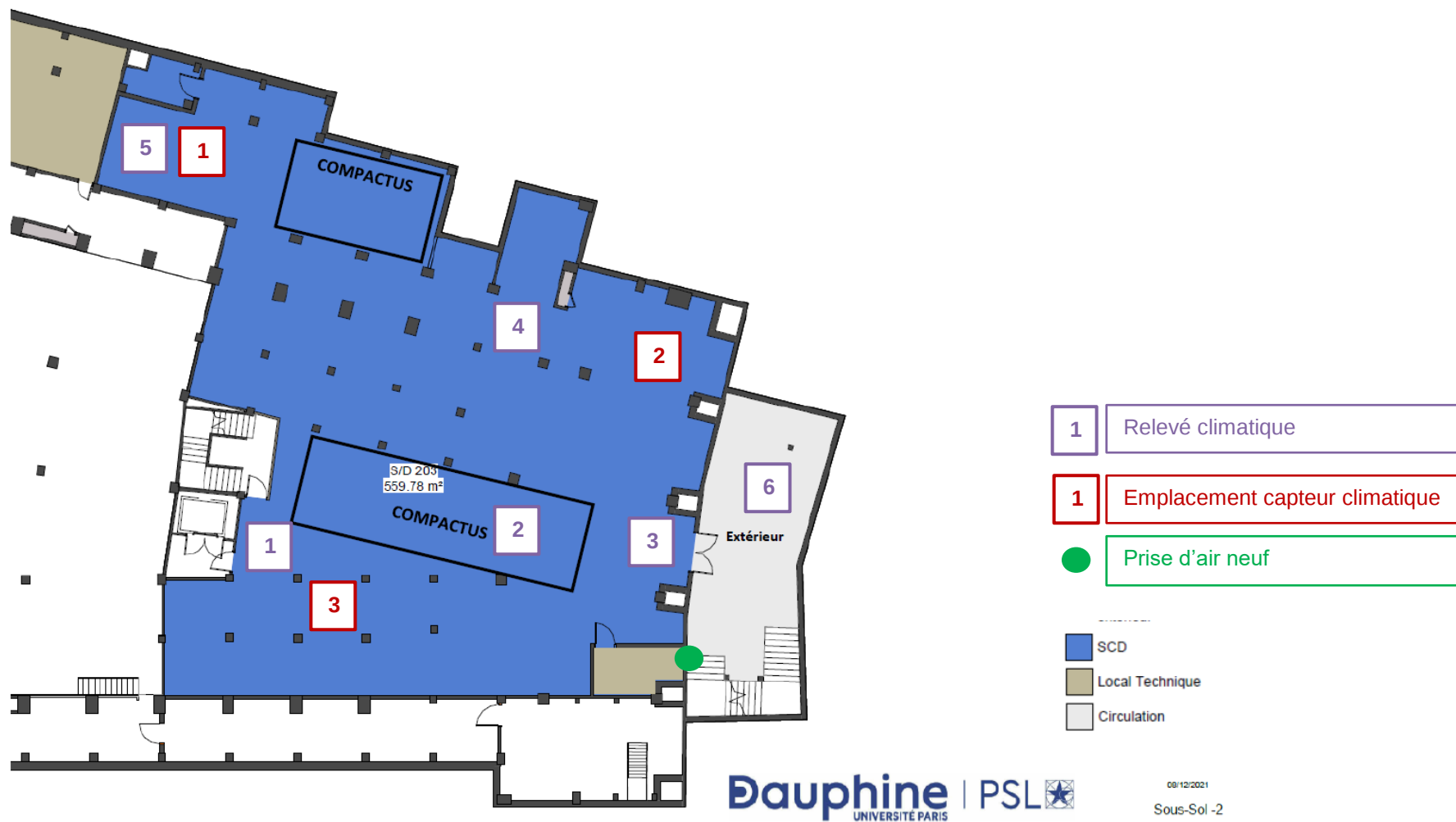
VII – Conclusion

L'ensemble des mesures préconisées (désinfection et dépoussiérage) permettra de remédier à la contamination actuelle présente sur les documents du magasin de conservation.

Néanmoins des travaux et aménagements devront être réalisés dans l'ensemble du magasin pour remédier aux variations climatiques et éviter une éventuelle récurrence d'une contamination microbiologique. Il conviendrait de réaliser des travaux d'étanchéité, d'améliorer la circulation et le brassage de l'air dans le magasin. Nous vous rappelons qu'il est nécessaire de veiller à maintenir l'humidité ambiante des magasins en dessous de 60% et d'éviter l'accumulation de poussière afin d'éviter l'apparition de moisissures sur les documents.

Après la consultation de ce rapport, nous sommes disponibles pour organiser une réunion afin de revoir ensemble les résultats de cette analyse et nos préconisations

Annexe 1 : Plan du magasin



Annexe 2 : Liste, non exhaustive, d'entreprises pouvant procéder à la désinfection de documents à l'oxyde d'éthylène

Entreprises	Adresse	Contact	Capacité des autoclaves		Coût
Benoist (atelier)	6, place des Cloîtres 79340 Ménigoutte Tél. 05 49 69 06 31 Fax. 09 70 60 25 41	Mme Buhl (Demande de devis) : 05 55 92 20 20 Mme Roy (Demande Technique) : 06 27 58 43 49 ateliercbenoist@mac.com	3 m ³		Sur devis
Bibliothèque Nationale de France	14 rue Gutenberg 77600 Bussy-Saint-Georges Tel : 01 53 79 38 34 Fax : 01 53 79 39 10	M. Valentin Rottier desinfection@bnf.fr	4 m ³		270€/m ³ Hors transport et assurance des biens
Hygiène Office	4 rue Pelletier 91320 Wissous. Tél : 01 60 11 25 23 Fax : 01 60 11 63 09	Mme Morgane Jacquier-Laforge morganejl@hygiene-office.fr Mme Marie Plechot marie.plechot@hygiene-office.fr contact@hygiene-office.fr	2 m ³		Jusqu'à 0,1 m ³ : 135,70 € HT Jusqu'à ½ m ³ : 259,90 € HT Jusqu'à 1 m ³ : 477 € HT Jusqu'à 5 m ³ : 437 € HT / m ³ Jusqu'à 10 m ³ : 348,45 € HT / m ³ Dépassement de gardiennage : 5 € HT/jour/m ²
QUILLET (atelier)	7 et 27 rue du Pertuis 17111 Loix-en-Ré Tél : 05 46 29 04 25 Fax : 05 46 29 09 16	Mme Jaunet atelier@quillet.fr www.quillet.fr	1 m ³		Sur devis Transport gratuit jusqu'à 1m3
Sterlab	Site Vallauris : 2720 chemin St-Bernard 06224 Vallauris Cedex Tél. : 04 97 24 58 54 Fax : 04 97 24 58 59	M. Sylvain Gomez sgomez@sterlab.com	Vallauris : 2 m ³ 7 m ³ 20 m ³ 36 m ³ 60 m ³	Signes : 9 m ³ 18 m ³ 26 m ³ 36 m ³ 80 m ³	1 à 10 palettes : 375 € HT / palette 11 à 20 palettes : 356 € HT / palette 21 à 30 palettes : 338 € HT / palette 31 à 40 palettes : 319 € HT / palette 41 à 50 palettes : 300 € HT / palette Plus de 51 palettes : 281 € HT / palette

	Site Signes : 12, parc Activité Plateau Sign 83870 Signes		100 m ³	Dosage résiduel : 165€ HT Hors transport
Ionisos-Sterylene	Site Gien : ZI Montoires, 3 rue Gustave Eiffel, 45500 Gien Tél : 02 38 38 36 96 Fax : 02 38 67 54 26 Site Civrieux d'Azergues : 13, chemin du Pontet 69380 Civrieux d'Azergues Tél : 04 72 54 71 54	M. Amaury Du Boullay Amaury.DuBoullay@ionisos.com www.ionisos.com	11 m ³ 25 m ³ 41 m ³ 52 m ³	1m ³ : 886 € HT Hors transport
STERI-SERVICES	20 rue des Canadiens 27300 Bernay Tél : 02 32 43 00 19 Fax : 02 32 43 08 97	M. Sébastien Clément s.clement@steriservices.com	1 palette 6 palettes 8 palettes 12 palettes 16 palettes	Moins d'1 palette : 350 € HT 1 à 2 palettes : 630 € HT 3 à 6 palettes : 900 € HT 7 à 8 palettes : 1200 € HT 9 à 12 palettes : 1400 € HT 13 à 16 palettes : 1600 € HT Contrôle résidus oxyde d'éthylène : 120 € HT Mise en désorption : 2€ HT/jour/palette
Belfor	Leader Club n°106 6-8 rue Magellan 94373 Sucy-en-Brie Cedex	Tél : 01 49 82 90 10 Fax : 01 49 82 07 24 Mail : info@fr.belfor.com		1 à 3 palettes : 530 € HT 4 à 6 palettes : 375 € HT 7 à 15 palettes : 280 € HT Plus de 16 palettes : 22 € HT

Annexe 3 : liste non exhaustive d'entreprises spécialisées dans le dépoussiérage de collections (devis sur demande)

Entreprises	Adresse	Contact	Prestation et Coût
AB ANTIQUO	1000 A Avenue de l'Europe 13760 Saint-Cannat	Tél : 04 28 70 67 34 Mail : contact@abantiquo.fr Site : https://www.abantiquo.fr/depoussierage/	
IB Conservation	1 rue du collège 38300 Bourgoin Jallieu	Tél : 09 50 22 47 64 Mail : postmaster@ibconservation.com Site : https://www.ibconservation.com/nos-prestations/le-depoussierage-des-collections/	
Atelier FILIGRANE	6, boulevard Georges Marie Guynemer 78210 Saint-Cyr-l'Ecole	Contact : M Mathieu Boudry Tél : 01 34 62 02 11 / 06 61 73 73 99 Mail : atelier.filigrane@orange.fr	Dépoussiérage sur site ou dans les locaux du prestataire Devis après visite sur site
NETTEC	2, rue Jean Lemoine 94000 Créteil	Tél : 01 56 72 92 20 Mail : contact@nettec.fr Site : www.nettec.fr Directeur : M. Jean-Marie Le Bihan Tél : 01 56 72 92 20 Mail : jm.lebihan@nettec.fr	Dépoussiérage des rayonnages, des sols, des objets meublants Dépoussiérage d'ouvrages en page à page par aspirateur HEPA Devis sur demande
Groupe I2T	ZI Richardets SUD 36, rue du Ballon 93160 Noisy le Grand	Tél : 01 43 03 11 12 Fax : 01 43 03 12 13 Mail : contact@i-2t.com	Dépoussiérage, Dépoussiérage de l'environnement, conditionnement Coût du dépoussiérage 6 faces au ml : Boîtes : entre 4 € et 6 € HT Liasses : entre 7 € et 9 € HT Registres : entre 5 € et 8 € HT

Page à Page conservation	Le village 09000 Serres-sur-Arget	Contact : Mme Camille Haumont Tel : 05 81 29 35 50 / 06 87 01 60 29 Mail : contact@pageapage-conservation.fr Site : www.pageapage-conservation.fr	Conservation préventive du patrimoine (Diagnostic sanitaire, Dépoussiérage, Conditionnement, Décontamination via la chambre 40®, Séchage d'urgence)
Belfor	Leader Club n°106 6-8 rue Magellan 94373 Sucy-en-Brie Cedex	Tél : 01 49 82 90 10 Fax : 01 49 82 07 24 Mail : info@fr.belfor.com	Spécialisé dans le traitement après sinistre Aspiration tranche supérieure directement sur étagère : 12 € HT / ml Nettoyage étagère + aspiration tranche ouvrage + remise en place : 27,5 € HT / ml
Reisswolf France	Plusieurs adresses en France https://reisswolf.fr/nos-agences/	Tél : 01 46 81 87 97 Site : https://reisswolf.fr/depoussierage-archives/	
Polygon group	Carré d'Ivry – Bâtiment H 26, rue Robert Witzhitz 94200 Ivry-sur-Seine	Tél : 01 46 81 87 97 Fax : 01 46 81 88 17 Mail : contact.fr@polygongroup.com	Spécialisé dans le traitement après sinistre : dépoussiérage après lyophilisation
A2C Services	649, avenue de l'Europe 13760 Saint-Canna	Tél. : 04 42 50 60 64 Fax : 04 42 50 64 32 Site : www.a2c-services.com	Sauvetage après dégât des eaux, Décontamination après incendie, dépoussiérage, conditionnement

Annexe 4 : Rappel sur les procédures de dépoussiérage

Toutes les personnes affectées au dépoussiérage doivent être dotées de **l'équipement de protection individuel** nécessaire à la bonne réalisation de ce travail :

- Blouses jetables en polyéthylène ou blouses coton propres, régulièrement nettoyées à 90°C
 - gants jetables en nitriles ou en vinyles régulièrement changés
 - masques jetables de type FFP2 ou FFP3
 - lunettes
- Le personnel devra procéder à un lavage régulier des mains avec un savon fongicide et bactéricide (savon liquide utilisé en milieu hospitalier) ;
- Le dépoussiérage se fait à l'aide d'aspirateurs munis de filtres absolus (HEPA) et à débit variable ;
 - Les filtres HEPA doivent être régulièrement changés ;
 - **Les embouts et brosses doivent être régulièrement nettoyés et désinfectés** selon le protocole suivant :
 - Nettoyage dans l'eau savonneuse ;
 - Décontamination dans une solution à l'éthanol à 70% pendant au minimum 15 minutes ;
 - Attendre le séchage complet avant de réutiliser la brosse ou l'embout. Aussi faut-il prévoir plusieurs jeux de brosses et d'embouts.
 - Lors de l'aspiration, afin de minimiser la turbulence de l'air tant au niveau du sol qu'à hauteur de l'opérateur, il convient d'effectuer des passages réguliers unidirectionnels, peu rapides ;
 - **Les documents dépoussiérés ne devant pas être en contact avec les documents non dépoussiérés, il est essentiel de respecter un circuit unique de la zone de traitement vers le lieu du dépoussiérage puis vers le lieu de stockage, sans retour en arrière.**
Il est recommandé d'effectuer le dépoussiérage dans un local sain et ventilé qui sera compartimenté en 3 zones :
 - Zone de réception documents avant dépoussiérage,
 - Zone de travail (plan de travail.),
 - Zone de réception après dépoussiérage : réintégration en caisse pour le stockage pendant travaux.
 - Il est recommandé d'effectuer le dépoussiérage dans un local sain et ventilé ;
 - Le dépoussiérage doit s'effectuer sur des plans de travail propres et stables. Ces plans de travail doivent être nettoyés tous les soirs à l'aide d'un chiffon humide éventuellement complété par une décontamination à l'éthanol à 70% (chiffon imbibé) ;
 - Les agents doivent être formés à la manipulation des documents et à l'utilisation des aspirateurs.

Annexe 5 : Aspirateur avec filtre absolu

Demander un catalogue aux sociétés, cette liste n'est pas exhaustive :

ATLANTIS FRANCE

26, rue des petits champs
75 002 Paris
Monsieur Grosskopf
Tél. : 01 42 96 53 85
Fax : 01 49 27 92 81

→ Aspirateur 555-MU-E

ou

NILFISK-ADVANCE

27 avenue de la Baltique
Villebon sur Yvette
B.P. 246
91 944 Courtaboeuf cedex
Directeur : Torbjörn Cardell
Tél. : 01 69 59 87 00
Fax : 01 69 59 87 01

→ Aspirateur « museum » MUNTZ

Annexe 6 : Système d'épuration de l'air

Société	Adresse	Contact	Modèle
ATA	1, rue Boole 91240 -St. Michel sur Orge (FRANCE)	Tél. : 02 40 92 03 00 Mail : contact@ata-medical.com	MULTIZONE 800 DOPAIR 1000 DOPAIR 2000
Airinspace	14 rue Jean Monnet 78990 Elancourt (France)	Tél. : 01 30 07 01 01 Mail : contact@airinspace.com	Gamme HEPA Mobile

Annexe 7 : Liste non exhaustive d'enregistreurs climatiques

Enregistreurs climatiques qui permettent de réaliser de mesures ponctuelles et des mesures en continu	Société	Contact
Thermo-hygromètre autonome électronique	KIMO	Agence siège social Zone industrielle BP 16 24 700 Montpon Tél. : 05 53 80 85 00 Fax : 05 53 80 16 81
Thermo-hygromètre autonome électronique	Testo	Tél.:03 87 29 29 29 Fax: 03 87 29 29 18 E-Mail: info@testo.fr
Thermo-hygromètre mécanique	Atlantis France	26 Rue des petits champs 75 002 paris Tél. : 01 42 96 53 85 Fax : 01 49 27 92 81
Thermo-hygromètre portatif (mesure ponctuelle)	Domosystem	8, rue du Loing 75014 Paris – France Tél. : 01 45 87 22 99 Fax : 01 45 87 00 59 (https://www.domo-system.fr/product-detail/85/humitest-mms2)
Thermo-hygromètre portatif et enregistreur	Promuseum (Revendeur)	Z.A. les Marceaux Allée Jean Chaptal 78710 Rosny-sur-Seine Tél. : 01 30 33 99 30 E-mail : commercialweb@promuseum.fr (https://promuseum.eu/enregistreur)
Thermo-hygromètre portatif et enregistreur	CXD France (Revendeur)	1 avenue Louison Bobet 94120 Fontenay-sous-bois E-mail : cedric.barblu@cxdfrench.com (http://www.atlantis-france.com/fr/12-environnement-anoxie?page=5)