

GUIDE PRATIQUE «Le cycle de l'eau»

Pour une consommation durable dans les activités de conservation



CHAPITRE 1

Étapes du guide pratique[p. 4](#)

ÉTAPE 1

Définir son besoin[p. 6](#)

ÉTAPE 2

Vérifier la compatibilité des eaux disponibles[p. 8](#)

ÉTAPE 3

Réutilisation de l'eau après usage[p. 10](#)

SYNTHÈSE

Schéma décisionnel[p. 12 - 13](#)

CHAPITRE 2

Fiches pratiques[p. 14](#)

FICHE N°1

Comprendre les propriétés des eaux en conservation[p. 16](#)

FICHE N°2

Propriétés des eaux et leurs empreintes environnementales[p. 20](#)

FICHE N°3

Kit de tests pour évaluer les propriétés de son eau[p. 22](#)

FICHE N°4

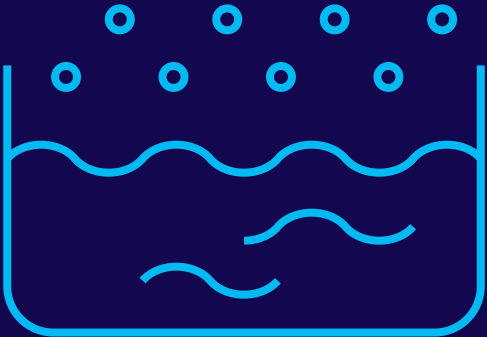
Techniques pour ajuster l'eau à votre besoin[p. 28](#)

FICHE N°5

Mieux maîtriser sa consommation d'eau à l'atelier[p. 30](#)

Ce guide s'adresse à tous les professionnels de la conservation souhaitant adopter une gestion durable de l'eau et explorer des alternatives écoresponsables aux pratiques actuelles de consommation. Vous envisagez d'utiliser de l'eau pour un usage spécifique lié à vos activités de conservation de biens culturels, qu'il s'agisse d'un traitement de restauration ou d'une opération de régie : ce guide peut vous aider à identifier les types d'eau adaptés à vos besoins tout en tenant compte des enjeux de durabilité. À chaque étape de la méthode proposée, des fiches pratiques sont mises à disposition pour vous aider à faire des choix éclairés, qu'il s'agisse de sélectionner une eau adaptée, de comparer une eau couramment utilisée avec une eau à tester pour en évaluer la compatibilité, ou d'optimiser sa gestion, par exemple en consommant moins de litres d'eau pour votre usage.

I. ÉTAPES DU GUIDE PRATIQUE



① DÉFINIR SON BESOIN

La première étape consiste à définir précisément votre besoin en eau. Il peut s'agir, par exemple, de questions telles que :

- Quels types d'eau sont compatibles avec le traitement de restauration que je prévois ?
- Quels types d'eau conviennent pour remplir des humidificateurs ?

Certains paramètres, comme le pH, la teneur en sels minéraux ou la présence d'éléments spécifiques tels que le fer ou le chlore, peuvent s'avérer déterminants selon les usages. Cette première étape est essentielle à la démarche.

Le tableau ci-dessous présente les principales propriétés de l'eau susceptibles d'être prises en compte dans le cadre de la conservation du patrimoine. En remplissant le tableau vous arriverez à identifier clairement votre besoin. En cochant les réponses correspondantes et, si besoin, en attribuant des valeurs limites à ne pas dépasser si la réponse est « oui », vous déterminerez le cahier des charges qui vous aidera à choisir la qualité d'eau approprié à votre usage. Si certaines des propriétés listées ne vous sont pas familières, la fiche ① « Comprendre les propriétés des eaux en conservation » peut apporter des éclaircissements.

PARMI LA LISTE CI-DESSOUS, EST-CE QUE JE CONNAIS LES PROPRIÉTÉS DE L'EAU QUE JE SOUHAITE UTILISER POUR MA PRATIQUE ?

Propriétés de l'eau	Réponse « Oui »	Réponse « Non »	Réponse « Je ne sais pas »
Absence de particules solides (eau transparente)			
pH spécifique			
Teneurs en sels minéraux			
Absence d'éléments spécifiques (chlore, fer...)			
Absence de microorganismes			

Si des réponses comme « je ne sais pas » ou « ça dépend » ont été formulées, il peut être utile de consulter la documentation existante. Selon le contexte, cela peut inclure des articles publiés dans des revues en science du patrimoine (type *Support tracé*, *Journal of Cultural Heritage*) notamment pour les traitements de restauration, ou des notices techniques liées à l'utilisation d'équipements nécessitant de l'eau.

En complément, l'échange avec des collègues ou des professionnels du secteur peut également apporter des retours d'expérience précieux.

Une fois le tableau complété, vous disposez d'un cahier des charges qui vous aidera à choisir la qualité d'eau appropriée pour votre usage. Pour vérifier la compatibilité des eaux que vous avez à disposition avec ce cahier des charges, passez à la 2^e étape.

② VÉRIFIER LA COMPATIBILITÉ DES EAUX DISPONIBLES

S'assurer de la compatibilité entre chaque pratique et la qualité d'eau utilisée est primordiale.

Pour cela, il est nécessaire de lister les propriétés de l'eau recherchées ou non dans le cadre d'un usage spécifique (traitement de restauration, lavage de surface, remplissage d'humidificateurs...).

Les propriétés de l'eau, telles que le pH, la conductivité, le taux de métaux lourds, ou la présence de macroparticules et de microorganismes, varient selon le type utilisé. Ces caractéristiques peuvent être déterminantes ou indispensables selon les besoins, notamment lorsqu'il s'agit d'appliquer de l'eau sur des biens culturels. Il est donc essentiel de connaître la composition de l'eau prévue, afin de s'assurer de sa compatibilité avec l'usage envisagé.

Disposez-vous de plusieurs types d'eau ? Par exemple : de l'eau du robinet, de l'eau déminéralisée ou encore de l'eau réutilisée. Ces eaux doivent alors être testées pour vérifier leur conformité avec les propriétés définies à l'étape ①.

Pour cela, des tests simples et réalisables en conditions d'atelier ont été validés pour chacun des paramètres. Les fournitures et modes d'emplois sont disponibles dans la fiche ③ « Kit de tests pour évaluer les propriétés de son eau ». Des aides à l'interprétation des résultats y figurent également.

Une fois la campagne de tests menée, comparez les résultats avec les critères de l'étape ①.

Deux options possibles :



L'EAU RÉPOND À TOUS LES CRITÈRES IDENTIFIÉS

L'eau peut être utilisée pour le besoin envisagé. Il peut néanmoins être pertinent d'examiner s'il existe d'autres types d'eau compatibles. Une eau présentant une empreinte environnementale plus faible pourrait également être envisagée. La fiche ② « Propriétés des eaux et leurs empreintes environnementales » présente les caractéristiques de différents types d'eau couramment utilisés en conservation du patrimoine, ainsi que les impacts environnementaux associés à leur production.



L'EAU NE RÉPOND PAS À UN OU PLUSIEURS DES CRITÈRES REQUIS

Dans ce cas, il est recommandé d'envisager des alternatives ou des traitements complémentaires afin d'adapter l'eau à l'usage envisagé. La fiche ④ « Techniques pour ajuster l'eau à votre besoin » propose différentes pistes pour atteindre les propriétés souhaitées, à condition que cela soit réalisable. Des essais peuvent alors être nécessaires et il est primordial d'analyser à nouveau votre eau avec le kit de tests correspondant au critère à ajuster. Si l'eau n'est finalement pas compatible, il peut être judicieux de tester une autre eau que vous avez à disposition, en répétant cette étape.

③ RÉUTILISATION DE L'EAU APRÈS USAGE

Après avoir utilisé de l'eau pour répondre à votre besoin, une certaine quantité peut subsister, qu'il s'agisse d'un excédent non utilisé ou d'eau déjà employée.



EN CAS D'EXCÉDENT NON UTILISÉ

Des équipements ou ajustements dans les pratiques peuvent contribuer à limiter les volumes prélevés inutilement. La fiche ⑤ « *Maîtriser sa consommation d'eau* » fournit des pistes concrètes pour optimiser ces aspects.

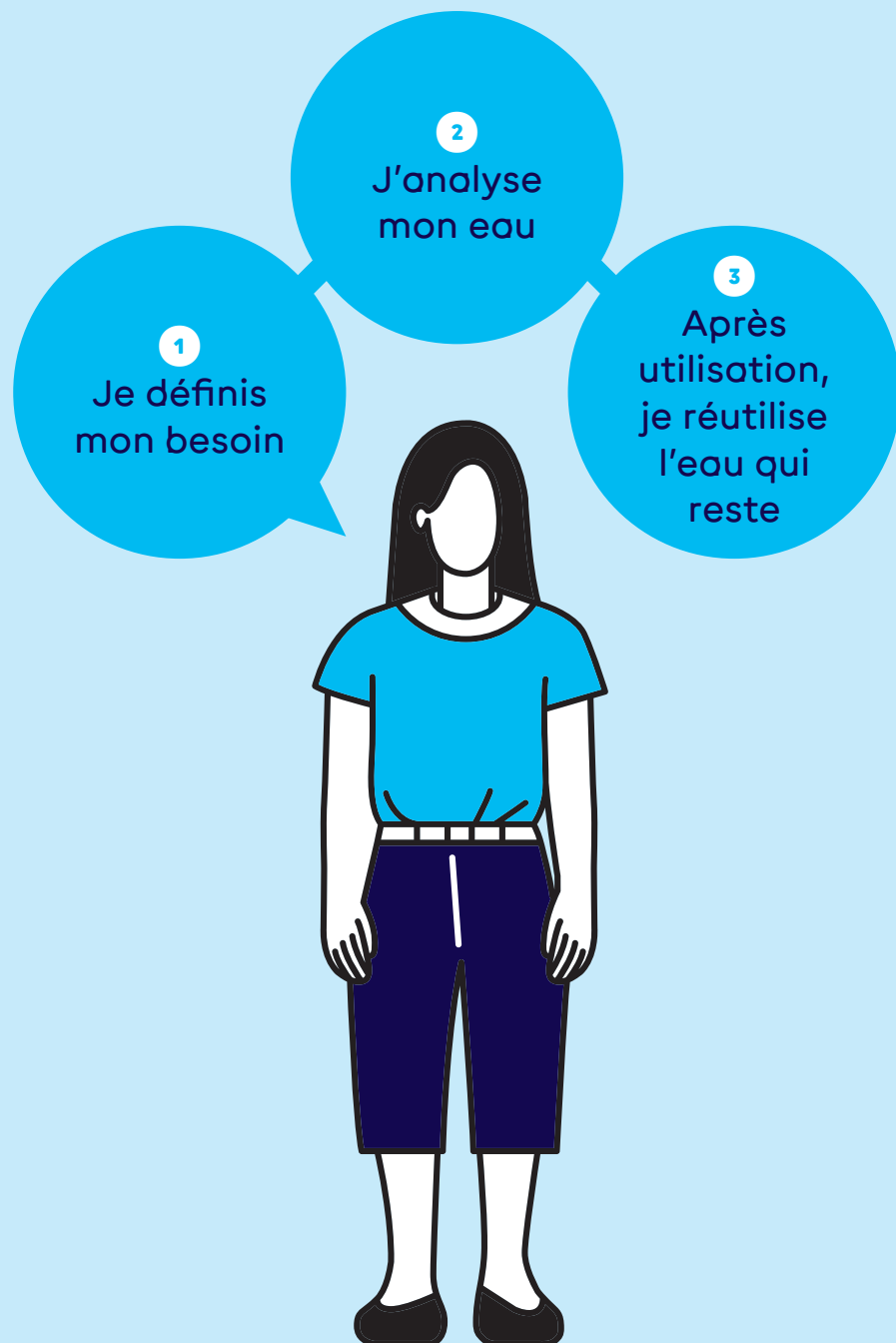


EN CAS D'EAU DÉJÀ UTILISÉE

Des usages secondaires peuvent être envisagés pour valoriser cette eau. Un autre traitement de restauration comme la première étape d'un nettoyage, qui consiste souvent à retirer les plus grosses salissures et ainsi ne pas souiller l'eau dans les étapes suivantes ? Un usage secondaire comme le lavage d'outils ? Pour cela, il est recommandé de définir un nouveau besoin et de revenir à l'étape ① afin d'évaluer la compatibilité de cette eau avec le nouvel usage.

Dans ces deux cas, il peut être pertinent de stocker l'eau pour l'utiliser ultérieurement. Il existe des risques de prolifération de micro-organismes au cours du stockage. Il est recommandé d'utiliser un contenant opaque et hermétique, préalablement nettoyé au savon et rincé plusieurs fois à l'eau claire¹, puis désinfecté à l'aide d'un mélange eau/éthanol (30 :70). Avant utilisation, il est recommandé de procéder au test Petrifilm® (consulter la fiche ⑤ « *Kit de tests pour évaluer les propriétés de son eau* ») pour écarter la présence de moisissures dans le liquide.

¹ Voir Fiche 5 : « *Mieux maîtriser sa consommation d'eau à l'atelier* ».



① JE DÉFINIS MON BESOIN

Parmi la liste ci-dessous, est-ce que je connais les propriétés de l'eau que je souhaite utiliser pour ma pratique ?

Propriétés de l'eau	Réponse « Oui »	Réponse « Non »	Réponse « Je ne sais pas »
Absence de particules solides (eau transparent)			
pH spécifique			
Teneurs en sels minéraux			
Absence d'éléments spécifiques (chlore, fer...)			
Absence de microorganismes			

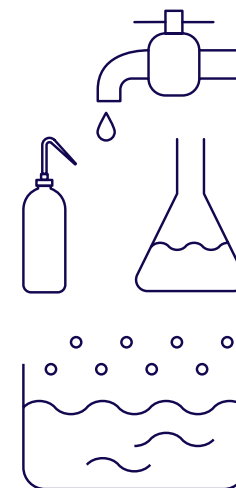
J'AI RÉPONDU
OUI ou NON
À TOUS LES CRITÈRES

VOUS DISPOSEZ D'UN CAHIER DES CHARGES
QUI VOUS AIDERA À CHOISIR LA QUALITÉ D'EAU
APPROPRIÉE À VOTRE USAGE

J'AI RÉPONDU
JE NE SAIS PAS
À AU MOINS UN DES CRITÈRES

Si certains critères vous semblent flous,
vous pouvez vous référer à la fiche ② :
« Comprendre les propriétés des eaux
en conservation » pour plus de clarté.

Si vous ne savez pas si un critère est pertinent
pour votre usage, il est recommandé de consulter
la documentation (normes, publications, etc.)
à ce sujet, ou de consulter vos collègues.



② J'ANALYSE MON EAU

L'eau que j'envisage d'utiliser correspond-elle aux propriétés précédemment définies ?

L'eau doit être testée pour vérifier sa conformité à mon besoin défini à l'étape ①. Pour cela, des tests simples et réalisables en conditions d'atelier sont proposés. Les fournitures et modes d'emploi sont disponibles dans la fiche ③ « Kit de tests pour évaluer les propriétés de son eau ».

MON EAU
VALIDE
TOUS LES CRITÈRES

Une eau présentant une empreinte environnementale plus faible pourrait également être envisagée. La fiche ③ « Propriétés des eaux et leurs empreintes environnementales » présente les caractéristiques de différents types d'eau couramment utilisées en conservation du patrimoine, ainsi que les impacts environnementaux associés à leur production.

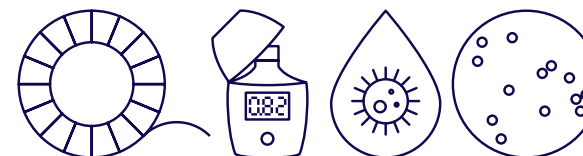
VOUS POUVEZ UTILISER L'EAU
POUR LE BESOIN ENVISAGÉ

MON EAU
NE VALIDE PAS
TOUS LES CRITÈRES

Il est recommandé d'envisager des alternatives ou des traitements complémentaires afin d'adopter l'eau à l'usage envisagé. La fiche ③ « Techniques pour ajuster l'eau à votre besoin » propose différentes pistes pour atteindre les critères souhaités, à condition que les éléments permettant d'ajuster votre eau soient compatibles avec votre besoin.

Si l'ajustement de votre eau n'est pas possible, vous pouvez vous appuyer sur la fiche ③ « Propriétés des eaux et leurs empreintes environnementales », pour choisir une eau adaptée à votre usage et de manière écoresponsable.

Que l'eau soit ajustée ou que vous ayez choisi une autre eau, il convient de mener à nouveau les tests pertinents pour votre usage (étape ②) afin de vérifier qu'elle corresponde bien aux besoins définis lors de l'étape ①.



③ APRÈS UTILISATION JE RÉUTILISE L'EAU QUI RESTE

Après utilisation, vous reste-t-il de l'eau, qu'elle soit usagée ou prélevée en trop ?



OUI

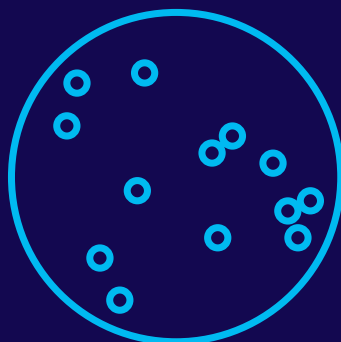
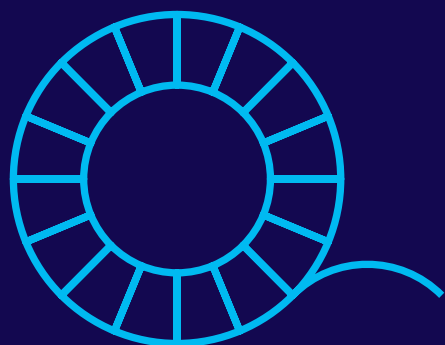
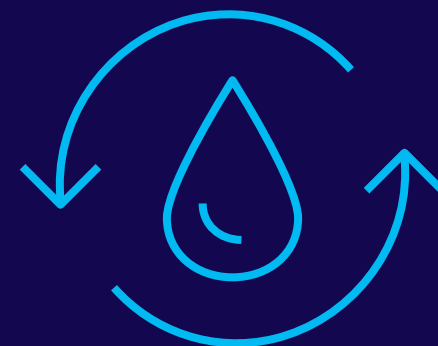
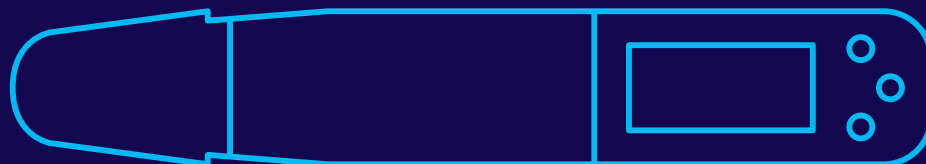
Il est possible de définir des nouveaux usages pour l'eau à disposition.
Retour à l'étape ①

Si vous avez envie d'aller encore plus loin, des équipements et pratiques permettent de réduire les quantités d'eau dans votre quotidien professionnel. Consultez la fiche ③ « Mieux maîtriser sa consommation d'eau à l'atelier »

NON

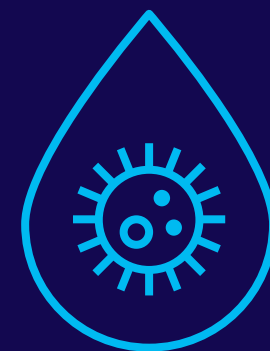
Pas de préconisations particulières.

2.



FICHES

PRATIQUES

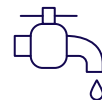


1

COMPRENDRE LES PROPRIÉTÉS DES EAUX EN CONSERVATION

En conservation, plusieurs types d'eau peuvent être mobilisés selon les traitements envisagés. Eau de réseau, eau distillée, eau déminéralisée ou eau osmosée : chacune possède des propriétés physiques et chimiques spécifiques, qui influencent leur usage. Bien connaître ces propriétés est essentiel pour faire des choix éclairés et adaptés aux différentes activités de conservation.

Présentation des différents types d'eau propre utilisées en conservation



L'EAU DU ROBINET

Eau potable conforme à des normes sanitaires strictes et soumise à des contrôles réguliers. Elle contient des minéraux (calcium, magnésium), du chlore, parfois des métaux lourds (plomb, fer, cuivre) en faible concentration, ainsi que des traces de nitrates et de fluor. La composition de ce type d'eau peut varier selon les territoires. L'eau de réseau peut aussi contenir des résidus de pesticides ou de sous-produits de traitement, ce qui la rend peu adaptée aux usages sensibles comme la conservation-restauration.



L'EAU DISTILLÉE

Eau obtenue par évaporation puis condensation, ce qui élimine la majorité des impuretés. Elle ne contient aucun minéral, mais certains composés organiques volatils peuvent subsister. La distillation est énergivore mais fournit une eau très pure, utilisée en laboratoire ou pour des usages spécifiques.



L'EAU DÉMINÉRALISÉE

Eau purifiée par passage successif sur des résines qui éliminent la quasi-totalité des minéraux en fonction des résines utilisées. L'efficacité de déminéralisation dépend du système utilisé. Les résines hautement performantes éliminent la majorité des minéraux, mais certains systèmes domestiques peuvent laisser des traces résiduelles. Elle peut encore contenir des micro-organismes ou des composés organiques. Les résines doivent être régénérées ou remplacées régulièrement ; certains équipements sont non régénérables et nécessitent une gestion externe.



L'EAU OSMOSÉE

Eau filtrée à travers une membrane semi-perméable sous pression, retenant jusqu'à 99 % des contaminants (sels minéraux, métaux lourds, pesticides, micro-organismes tels que les bactéries, virus et moisissures). Le système génère un rejet d'eau et comprend plusieurs consommables (préfiltres, membrane, charbon actif). Lente à produire et très consommatrice en eau de ville, cette méthode est peu utilisée à grande échelle.

Le pH

Le pH est une échelle qui permet de déterminer si un liquide est acide, neutre ou basique (aussi appelé alcalin). Cette échelle va de 0 à 14 :

- Un pH de 7 correspond à une eau neutre, comme celle que l'on trouve souvent dans la nature ou dans certaines eaux embouteillées.
- Un pH inférieur à 7 signifie que l'eau est acide. Plus le chiffre est bas, plus l'eau est acide. De 6 à 5, elle est faiblement acide ; en dessous de 4,5, elle est très acide.

- Un pH supérieur à 7 indique que l'eau est basique. Plus le chiffre est élevé, plus l'eau est basique. De 8 à 9, elle faiblement basique, au-dessus de 9, elle est très basique.

La plupart des eaux ont un pH situé entre 5,5 et 7,5. Cette plage est considérée comme proche de la neutralité. L'eau n'est ni trop acide, ni trop basique, et convient généralement bien à la plupart des usages.

La teneur en sels minéraux

L'eau « pure » n'existe pratiquement pas dans la nature. Même la pluie contient des impuretés. L'eau que nous utilisons au quotidien contient en général des sels minéraux dissous, comme le calcium, le magnésium, le sodium ou encore les sulfates et les chlorures. Ces éléments ne sont pas visibles à l'œil nu, mais ils influencent fortement les propriétés de l'eau.

Parmi les moyens d'évaluer la présence de sels minéraux, la conductivité constitue une mesure indirecte mais révélatrice : elle permet d'estimer la quantité de substances dissoutes dans l'eau (principalement des sels minéraux). Plus l'eau contient de sels dissous, plus elle conduit l'électricité.

C'est ce qu'on mesure avec la conductivité qui est généralement exprimée en $\mu\text{S}/\text{cm}$. Une eau très conductrice contient donc beaucoup de sels dissous. À l'inverse, une eau déminéralisée ou ultra-pure a une conductivité très faible, car elle est presque exempte de sels.

Une eau est considérée comme déminéralisée quand sa conductivité est inférieure ou égale à $20 \mu\text{S}/\text{cm}$. Une telle qualité peut être obtenue par des procédés de déminéralisation tels que l'échange d'ions sur résines ou l'osmose inverse. L'eau du robinet présente généralement une conductivité comprise entre 200 et $800 \mu\text{S}/\text{cm}$.

La présence d'éléments spécifiques (chlorures, fer...)

Même si l'eau paraît propre, elle peut contenir des éléments spécifiques en petites quantités, comme les chlorures, le chlore ou le fer. Ces éléments sont parfois ajoutés (comme le chlore) ou naturellement présents (comme les chlorures), mais ils peuvent être problématiques dans certains usages, notamment en conservation-restauration.



LES CHLORURES

Ces espèces chimiques dérivées du chlore, sont généralement présentes sous forme de sels dissous. On les retrouve dans les eaux souterraines, de surface et les eaux traitées. Contrairement au chlore « libre » (utilisé comme désinfectant), les chlorures ne désinfectent pas. Ce sont des indicateurs de salinité et, à haute concentration, peuvent avoir un impact corrosif sur certains matériaux.

QUELQUES VALEURS DE RÉFÉRENCES

- Dans l'eau du robinet, la concentration en chlorures est entre 10 à 250 mg/L .
- L'eau déminéralisée est pratiquement exempte de chlorures.
- L'eau osmosée est exempte de chlorures.



LE CHLORE « LIBRE »

Il est souvent ajouté à l'eau du robinet pour garantir sa potabilité. Il agit comme un désinfectant en détruisant les bactéries et virus. Mais en conservation-restauration, il peut présenter des inconvénients majeurs. C'est un agent oxydant : il peut endommager certains matériaux sensibles, notamment les métaux, les pigments, les textiles anciens ou les colles organiques.

QUELQUES VALEURS DE RÉFÉRENCES

- Dans l'eau potable, la concentration en chlore est généralement de 0,1 à $0,4 \text{ mg/L}$ (jusqu'à 1 mg/L autorisé dans certaines régions).
- Pour les traitements sensibles, une eau avec moins de $0,1 \text{ mg/L}$ ou sans chlore résiduel est préférable.



LE FER

Il peut se retrouver dans l'eau lorsqu'elle traverse des sols riches en minéraux ou des conduits métalliques. Il est inoffensif pour la santé à faible dose, mais en conservation, il peut précipiter sous forme d'oxydes, laissant des taches brunes ou rouges sur les objets traités (notamment les textiles, papiers, ou matériaux poreux).

QUELQUES VALEURS DE RÉFÉRENCES

- L'OMS recommande un maximum de $0,3 \text{ mg/L}$ de fer dans l'eau potable (pour éviter coloration et goût).
- Pour les usages sensibles, une eau avec $< 0,1 \text{ mg/L}$ de fer est recommandée, voire exempte dans certains cas (traitement de papiers anciens, objets en alliage cuivreux, œuvres fragiles).

La présence de particules en suspension

Même si l'eau paraît claire, elle peut contenir de particules solides qui peuvent se présenter en suspension ou en dépôt. Ces particules peuvent être d'origine naturelle (sable, argile, résidus organiques) ou provenir du réseau de distribution (rouille, débris, poussières...).

Certaines particules sont visibles à l'œil nu (eau pouvant être trouble), mais la plupart sont microscopiques. Elles ne se dissolvent pas dans l'eau, restent en suspension ou finissent par se déposer au fond des récipients.

La présence de micro-organismes

L'eau, même limpide, peut contenir des micro-organismes vivants : bactéries, algues, champignons, levures... Certains sont inoffensifs, mais d'autres peuvent causer des dégradations biologiques ou contaminer les milieux où l'eau est utilisée.

QUELQUES RÉFÉRENCES

DES TYPES D'EAU SELON LEUR NIVEAU DE PROPRIÉTÉ MICROBIOLOGIQUE

- Eau du robinet : elle est potable et donc traitée pour éviter les germes pathogènes, mais elle n'est pas stérile. Des micro-organismes non dangereux pour la santé peuvent y survivre.

Elle peut donc contenir des traces biologiques, surtout après stagnation dans les canalisations.

- Eau déminéralisée (résines échangeuses d'ions) : elle est presque exempte de minéraux, mais ne subit pas de traitement antibactérien. Elle peut contenir ou développer des micro-organismes, notamment si elle est stockée ou manipulée sans précaution. Une eau déminéralisée « propre » chimiquement n'est pas forcément propre biologiquement.
- Les eaux osmosées et distillées ne contiennent pas de microorganismes au moment de leur production.

2

PROPRIÉTÉS DES EAUX ET LEURS EMPREINTES ENVIRONNEMENTALES

Pour tenter d'améliorer l'empreinte environnementale de mon traitement j'essaie d'évaluer la possibilité d'utiliser une eau avec une empreinte carbone plus faible. Le tableau ci-contre présente une classification des différents types d'eaux selon l'empreinte carbone associée à leur cycle de production. À chaque type d'eau est attribuée une note comprise entre 1 et 7, où 1 correspond à l'empreinte carbone la moins élevée et 7 à la plus importante.

On différencie les eaux produites in situ des eaux achetées en bouteille dans le commerce.

À l'aide du tableau, identifiez la note de l'eau que vous utilisez habituellement et vérifiez si une (des) eau(x) avec un score plus bas existe.

Passez au tableau suivant pour en vérifier les propriétés et vérifier sa compatibilité avec votre usage.

Empreinte carbone	Eau minérale	Eau distillée	Eau déminéralisée	Eau osmosée
Eau de réseau (avec ou sans purificateur raccordé)	1	3	2	4
Achat en bouteille	5	7	6	Non disponible à la vente

Les eaux dites « purifiées » (déminéralisée, distillée ou osmosée) nécessitent des procédés de production plus complexes. Plus une eau est purifiée, plus l'empreinte carbone liée à sa production est conséquente. Il est donc nécessaire d'interroger la qualité de l'eau employée à chaque étape du besoin.

L'installation d'un purificateur d'eau en atelier doit également faire l'objet d'une évaluation préalable. Ce type d'équipement requiert un fonctionnement régulier afin d'éviter la stagnation de l'eau dans les éléments filtrants, phénomène susceptible de favoriser le développement de micro-organismes et d'altérer la qualité microbiologique de l'eau produite.

Une maintenance est en outre indispensable pour contrôler l'état des filtres et prévenir leur saturation, susceptible d'entraîner une dégradation des performances de purification.

L'usage d'eau purifiée est-elle nécessaire à toutes les étapes ? Est-ce possible d'en utiliser seulement pour l'étape de rinçage ?

Le tableau ci-dessous rappelle les propriétés des eaux en fonction de leur qualité, en tenant compte des principaux paramètres à considérer en conservation-restauration. Si vous avez trouvé une nouvelle eau à plus faible empreinte environnementale vérifiez si celle-ci correspond au cahier des charges défini pour votre traitement.

Paramètres	Eau du robinet	Eau distillée	Eau déminéralisée	Eau osmosée
pH	Varie suivant la localisation Entre 5,6 et 9	Entre 5,6 et 7	Entre 5,8 et 7	Entre 5 et 7
Conductivité (sels minéraux)	200 à 800 µS/cm Présence de calcium et magnésium notamment	< 10 µS/cm Absence de sels minéraux	< 20 µS/cm Quasi-absence de sels minéraux	< 20µS/cm Quasi-absence de sels minéraux
Présence de particules en suspension	Possible	Non	Non	Non
Présence de micro-organismes	Très faible	Non	Quasi-nulle	Non
Présence d'ions spécifiques	Chlore, fer, chlorure	Non	Non	Non

3

KIT DE TESTS POUR ÉVALUER LES PROPRIÉTÉS DE SON EAU

Préparer son matériel pour prélever de l'eau



Temps moyen de mise en œuvre

5 minutes

Coût du matériel

- Eau déminéralisée ~ 0,68€ HT/L²
- Éthanol ~ 8,75€ HT / L

Avant de prélever l'eau à analyser, il est essentiel de s'assurer de la propreté du matériel utilisé,

afin d'éviter toute contamination pouvant fausser les résultats.

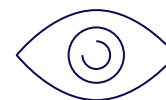
Utilisez un bécher ou tout autre récipient en verre propre. Celui-ci doit être lavé avec un détergeant, rincé plusieurs fois à l'eau², puis faire l'objet d'un rinçage final avec un mélange eau/éthanol (30:70) ou, à défaut, avec de l'eau déminéralisée.

Pour réaliser les tests, prévoyez également des pipettes (à usage unique ou réutilisables selon les besoins) et des gants en nitrile non poudrés.

² Les prix énoncés dans ce guide sont indicatifs à la date de parution.

³ Voir Fiche 5 : « Mieux maîtriser sa consommation d'eau à l'atelier ».

Vérifier la présence de particules solides



Temps moyen de mise en œuvre

2 minutes

Coût du matériel

Aucun

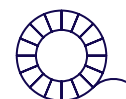
Pour vérifier la présence éventuelle de particules solides en suspension dans l'eau, agiter doucement le récipient en verre, puis observer l'eau à la lumière, en la regardant par transparence.

Une eau claire et limpide indique l'absence visible de particules, tandis qu'une eau trouble ou présentant des résidus flottants peut contenir des matières en suspension.

Si nécessaire, laisser reposer l'échantillon quelques minutes pour observer un éventuel dépôt au fond du récipient.

En cas de doute, il peut être utile de comparer la transparence de l'échantillon avec celle de l'eau que vous utilisez habituellement pour le même usage, si cela est possible. Cette comparaison permet de disposer d'un référentiel visuel simple pour évaluer la clarté de l'eau.

Mesure du pH de l'eau



Temps moyen de mise en œuvre

1 minute

Coût du matériel

Bandelettes ~ 7,78 € HT pour 100 unités

RÉFÉRENCE PRODUIT : BANDELETTES INDICATRICES pH TEST-STRIPS

Les bandelettes colorimétriques permettent de mesurer le pH de l'eau grâce à une réaction chimique visible. Sur la bandelette, de petits carrés réactifs changent de couleur au contact de l'eau, selon son acidité ou sa basicité. Il suffit ensuite de comparer la couleur obtenue avec une échelle fournie pour lire la valeur du pH. Plus la couleur se rapproche d'une teinte précise sur l'échelle, plus

le pH de l'eau correspond à cette valeur.

MODE D'EMPLOI

- 1 Prendre une bandelette par l'extrémité opposée aux carrés colorés.
- 2 Plonger le côté coloré dans l'eau à tester en veillant à bien immerger l'intégralité des zones colorées. Généralement 1 seconde d'immersion suffit.
- 3 Retirer la bandelette et la secouer pour retirer l'excédent d'eau.
- 4 Comparer la couleur obtenue à l'échelle de lecture fournie (en général sur la boîte du produit) pour déterminer le pH.

PISTES D'INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

- Une eau dont le pH est entre 5,5 et 7,5 est considérée comme proche de la neutralité. Elle n'est ni trop acide, ni trop basique, et convient généralement bien à la plupart des usages.

VALEURS DE RÉFÉRENCES DE DIFFÉRENTES QUALITÉS D'EAU

Paramètre	Eau du robinet	Eau distillée	Eau déminéralisée	Eau osmosée
pH	Entre 5,6 et 9 ⁴ Varie suivant la localisation	Entre 5,6 et 7	Entre 5,8 et 7	Entre 5 et 7

⁴ Seuils réglementaires, il est conseillé de consulter la réglementation des services publics d'eau et d'assainissement de la collectivité à laquelle vous êtes rattaché.

Mesure de la teneur en sels minéraux



Temps moyen de mise en œuvre

- Étalonnage de l'appareil : 25 minutes
- Prise de mesure : 5 minutes

Coût du matériel

- Appareil avec une solution de rinçage et 2 solutions d'étalonnage ~ 110,40€ HT
- Solutions de rinçage ~ 48,00€ HT les 6 fioles
- Solution d'étalonnage 1 ~ 48,00€ HT les 6 fioles
- Solution d'étalonnage 2 ~ 48,00€ HT les 6 fioles

Le conductimètre est un appareil permettant de mesurer la conductivité de l'eau, indicatif de la présence de sels dissous. Il est constitué d'un appareil disposant d'une cellule de mesure et de trois liquides : un de rinçage et deux qui servent à étalonner l'appareil. Il existe plusieurs modèles sur le marché, la référence utilisée dans le cadre de ce guide a été choisie car généralement utilisée par les restaurateurs. Il existe aussi des bandelettes tests, moins onéreuses, plus simple d'utilisation, mais moins précises. Il convient alors de vérifier si la plage de mesure est conforme au besoin.

RÉFÉRENCE PRODUIT : CONDUCTIMÈTRE PORTABLE LAQUATWIN EC HORIBA® - EC11

MODE D'EMPLOI

- 1 Mise en route et stabilisation : allumer l'appareil, puis remplir le compartiment de la cellule de mesure avec la solution « Cond & Salt » qui sert à nettoyer la cellule. Laisser reposer pendant 10 minutes pour stabilisation.
- 2 Étalonnage – première solution Rincer la cellule avec de l'eau déminéralisée, puis introduire la solution d'étalonnage « 1.41 mS/cm ».

Appuyer sur le bouton C. La valeur affichée clignote, puis se stabilise ; un symbole « ☺ » apparaît en haut à droite de l'écran. La valeur doit se situer autour de 1.41 mS/cm. Rincer ensuite à l'eau déminéralisée. L'affichage doit alors indiquer une valeur inférieure à 5 µS/cm.

- 3 Étalonnage – deuxième solution Répéter l'étape précédente avec la solution d'étalonnage « 12.9 mS/cm », en suivant la même procédure.
- 4 Mesure de la conductivité Remplir la cellule de mesure avec l'échantillon d'eau à tester. Appuyer sur le bouton M. Lorsque la valeur ne clignote plus, relever la mesure : elle correspond à la conductivité de l'échantillon.
- 5 Nettoyage et arrêt de l'appareil Après la mesure, rincer soigneusement la cellule avec de l'eau déminéralisée, puis éteindre l'appareil.

Si la valeur attendue n'est pas affichée à une étape, rincer la cellule de mesure à l'eau déminéralisée, puis reprendre l'étape concernée depuis le début.

PISTES D'INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

- Une eau est considérée comme déminéralisée lorsque sa conductivité est inférieure ou égale à 20 µS/cm.
- L'eau du robinet présente généralement une conductivité comprise entre 200 et 800 µS/cm. Une conductivité inférieure à cette plage indique une eau faiblement minéralisée.

VALEURS DE RÉFÉRENCES DE DIFFÉRENTES QUALITÉS D'EAU

Paramètre	Eau du robinet	Eau distillée	Eau déminéralisée	Eau osmosée
Conductivité	200 à 800 µS/cm Présence de Calcium et magnésium notamment	< 10 µS/cm Absence de sels minéraux	< 20 µS/cm Quasi-absence de sels minéraux	< 20 µS/cm Quasi-absence de sels minéraux

Vérifier la présence de fer dans l'eau



Temps moyen de mise en œuvre

- Étalonnage de l'appareil : 5 minutes
- Prise de mesure : 5 minutes

Coût du matériel

- Appareil avec quelques réactifs ~ 71€ HT
- Réactifs ~ 13,00€ HT pour 25 unités

Le photomètre est un appareil utilisé pour déterminer la concentration d'une substance dans l'eau, en mesurant l'intensité de la lumière absorbée par la solution. Cette méthode repose sur le principe que plus une solution est concentrée, plus elle absorbe la lumière à une longueur d'onde donnée. Il existe aussi des bandelettes tests, moins onéreuses, plus simple d'utilisation mais moins précises. Il convient alors de vérifier si la plage de mesure est conforme au besoin.

RÉFÉRENCE PRODUIT : MINI-PHOTOMÈTRE CHECKER® HC FER HANNA®

MODE D'EMPLOI

- 1 Appuyer sur le bouton ON/OFF de l'appareil.
- 2 Remplir le flacon (fourni) de 10 mL d'eau à tester et fermer avec le bouchon.
- 3 Ouvrir le capuchon du photomètre et y placer le flacon (bouchon vers le haut). Refermer le capuchon de l'appareil.

- 4 Appuyer sur le bouton ON/OFF et attendre que le mot « press » clignote à l'écran.
- 5 Ouvrir à nouveau le capuchon et sortir le flacon.
- 6 Ouvrir un sachet de réactif (fourni) et le verser dans le flacon.
- 7 Fermer le flacon et secouer pendant 2 minutes.
- 8 Insérer le flacon dans le photomètre, fermer le capuchon et maintenir appuyer le bouton ON/OFF, jusqu'à ce qu'un décompte apparaisse à l'écran.
- 9 Après le décompte, la valeur apparaît à l'écran, en mg/L.

PISTES D'INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

- Si l'appareil affiche 0.00, cela signifie que l'eau testée ne contient pas de fer détectable.
- Si la valeur clignote, cela indique que la concentration en fer dépasse la plage de mesure de l'appareil (20 mg/L).
- Une eau déminéralisée, osmosée ou distillée ne contiennent pas de fer détectable par ce type d'appareil (0.00 mg/L).
- L'eau du robinet peut contenir du fer, mais ne dépasse pas 0,2 mg/L (seuil réglementaire).

Vérifier la présence de chlorure dans l'eau



Temps moyen de mise en œuvre

- Étalonage de l'appareil : 10 minutes
- Prise de mesure : 5 minutes

Coût du matériel

- Appareil avec quelques réactifs ~ 71€ HT
- Réactifs ~ 37,00€ HT pour 25 unités

Le photomètre est un appareil utilisé pour déterminer la concentration d'une substance dans l'eau, en mesurant l'intensité de la lumière absorbée par la solution. Cette méthode repose sur le principe que plus une solution est concentrée, plus elle absorbe la lumière à une longueur d'onde donnée. Il existe aussi des bandelettes tests, moins onéreuses, plus simple d'utilisation mais moins précises. Il convient alors de vérifier si la plage de mesure est conforme au besoin.

RÉFÉRENCE PRODUIT : CHLORIDE CHECKER® HC HANNA®

MODE D'EMPLOI

- 1 Appuyer sur le bouton ON/OFF de l'appareil.
- 2 Remplir un premier flacon (fourni) avec 10mL d'eau déminéralisée, et le deuxième (fourni) avec 10 mL d'eau à tester. Marquer le bouchon de ce dernier flacon pour ne pas les confondre.
- 3 Ajouter 0,5 mL du réactif HI753A-0 (fourni) à l'aide de la seringue (fournie) dans chacun des flacons. Fermer les bouchons et agiter les flacons pendant 30 secondes.

- 4 Ajouter 0,5mL du réactif HI753B-0 (fourni) dans chacun des flacons à l'aide de la 2^e seringue (fournie). Fermer les bouchons et agiter à nouveau pendant 30 secondes.
- 5 Ouvrir le capuchon du photomètre et insérer le flacon contenant l'eau déminéralisée (bouchon vers le haut). Refermer le capuchon et maintenir appuyé le bouton ON/OFF jusqu'à ce que le décompte de 2 minutes apparaisse à l'écran.
- 6 Une fois le décompte terminé, la valeur «PRESS» doit clignoter à l'écran. Ouvrir le capuchon du photomètre, extraire le flacon et insérer celui de l'eau à tester.
- 7 Fermer le capuchon et presser le bouton ON/OFF. L'écran affiche la concentration en mg/L.

PISTES D'INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

- Si l'appareil affiche 0.00, cela signifie que l'eau testée ne contient pas de chlorure détecté.
- Si la valeur clignote, cela indique que la concentration en chlorure dépasse la plage de mesure de l'appareil (20 mg/L).
- Une eau déminéralisée a une concentration quasi-nulle en chlorure.
- Une eau du robinet a une concentration en chlorures variable de 10 à 250 mg/L.

Vérifier la présence de microorganismes



Temps moyen de mise en œuvre

Mise en culture : 10 minutes

Temps d'attente des résultats : 3 à 5 jours

Coût du matériel

- Petrifilms ~ 106,79€ HT pour 100 tests
- Écouvillons stériles en tube ~ 36,18€ HT pour 100 unités
- Eau déminéralisée ~ 0,68€ HT/L
- Pipettes plastiques ~ 44,10 € HT pour 500 unités
- Sachets zip ~ 6,72 € HT pour 100 unités

RÉFÉRENCE PRODUIT : PETRIFILM 3M® LEVURES ET MOISSURES

Les Petrifilm sont des feuilles imprégnées d'un milieu de culture, conçus pour permettre le dénombrement des colonies de micro-organismes présentes dans un échantillon d'eau, après dépôt de quelques gouttes à leur surface. L'inconvénient de cette technique est qu'il faut 3 à 5 jours pour avoir les résultats. L'eau testée ne peut donc pas être utilisée avant cette période.

MODE D'EMPLOI

- 1 Les paquets de Petrifilm 3M® se conservent au congélateur, en veillant à les placer dans un contenant hermétique.
- 2 Sortir trois Petrifilm du paquet pour réaliser trois tests et attendre qu'ils se remettent à température ambiante.

- 3 Soulever la feuille transparente de protection pour accéder au milieu de culture
- 4 À l'aide d'une pipette, déposer 4 à 5 gouttes de l'eau à tester au centre du milieu de culture
- 5 Remettre la feuille de protection puis à l'aide de l'applicateur fourni, appuyer légèrement sur la zone de test.
- 6 Placer le Petrifilm dans un sachet ZIP neuf, et noter au marqueur permanent la date de mise en culture et le type d'eau testée. Laisser reposer pendant 3 à 5 jours à température ambiante.
- 7 Après cette période, les moisissures se repèrent par des zones colorées pourvues d'un halo transparent. Les points colorés dépourvus de halo correspondent à des levures et ne sont pas à prendre en compte.

PISTES D'INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

- L'eau du robinet, l'eau osmosée, les eaux déminéralisées en bouteille et celles issues d'une résine branchée sur le réseau, ne contiennent généralement pas de moisissures.
- Une eau est « faiblement contaminée » lorsqu'il y a moins de 10 colonies de moisissures.
- Une eau est « fortement contaminée » quand les colonies ont tellement proliféré qu'il n'est plus possible de les dénombrer précisément.

CI-DESSOUS UN TABLEAU D'AIDE POUR L'INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Nombre de colonies sur le Petrifilm	Niveau de contamination	Interprétation spécifique à l'usage conservation
0	Eau microbiologiquement propre	Eau de très bonne qualité, adaptée à tous les usages sensibles
1 - 10	Faiblement contaminée	Eau généralement adaptée à des pratiques indirectement liées à la restauration (ex : nettoyage de surfaces de travail avec produits désinfectants)
11 - 100	Contaminée	Risque microbiologique notable
> 100	Fortement contaminée	Eau inadéquate pour tout usage

4

TECHNIQUES POUR AJUSTER L'EAU À VOTRE BESOIN

Si l'eau que vous envisagez d'utiliser ne satisfait pas à certains critères, il existe des techniques simples pour en corriger les caractéristiques. Les méthodes présentées ci-dessous permettent d'adapter les propriétés de l'eau à vos besoins. Certaines nécessitent l'ajout de produits ou d'espèces chimiques ; il est alors nécessaire de vérifier leur compatibilité avec l'usage prévu et de contrôler à nouveau les paramètres concernés afin de s'assurer que l'eau répond bien au cahier des charges défini à l'étape 1.

J'AI BESOIN D'UNE EAU PLUS ACIDE OU PLUS BASIQUE



Il est possible de tamponner son eau pour la rendre plus acide ou basique, avec des produits facilement disponibles dans le commerce :

- Ajouter du vinaigre blanc rend votre eau plus acide
- Ajouter du bicarbonate de soude rend votre eau plus basique

Il est important de contrôler l'évolution du pH au fur et à mesure de l'ajout.

J'AI BESOIN D'AUGMENTER OU BAISSER LA CONDUCTIVITÉ DE MON EAU



Une eau plus conductrice implique l'ajout de sels (sel de table, compléments minéraux spécifiques pour l'eau).

Une eau moins conductrice implique une diminution de la teneur en sels minéraux.

L'utilisation de résines échangeuses d'ions⁵ permettent de filtrer efficacement ces sels. Si le besoin concerne une petite quantité et que le besoin est occasionnel, il peut être judicieux d'acheter une bouteille d'eau déminéralisée plutôt que d'investir dans un équipement de purification.

J'AI BESOIN D'UNE EAU DÉPOURVUE DE FER OU DE CHLORURES



Filtrer son eau avec des résines échangeuses d'ions permet d'éliminer efficacement les chlorures ou le fer. Si le besoin concerne une petite quantité et que le besoin est occasionnel, il peut être judicieux d'acheter une bouteille d'eau déminéralisée plutôt que d'investir dans un équipement de purification.

J'AI BESOIN D'UNE EAU DÉPOURVUE DE CHLORE



En laissant reposer votre eau 12 à 24h à l'air libre, le chlore s'évapore progressivement. Une technique plus rapide consiste à faire bouillir votre eau.

J'AI BESOIN D'UNE EAU DÉPOURVUE DE MICRO-ORGANISMES



L'eau potable peut contenir des micro-organismes, non pathogènes. Les micro-organismes pathogènes sont éliminés grâce aux processus de filtration et désinfection réalisée dans les centrales d'épuration.

Si l'eau que vous envisagez est de l'eau récupérée, il peut être judicieux de procéder à une décontamination préventive. Pour cela, faites bouillir votre eau 1 à 3 minutes. Le processus éliminera les bactéries, virus et spores de moisissures. Il est également possible de stériliser l'eau en l'exposant sous une lampe UV. Il existe deux types de lampes :

- Lampe raccordée à la tuyauterie, idéale pour stériliser de grands volumes d'eau de manière continue.
- Lampe portable, qui peut être immergée directement dans le liquide pour stériliser des petits volumes d'eau (généralement 1L).

J'AI BESOIN D'UNE EAU DÉPOURVUE DE PARTICULES SOLIDES EN SUSPENSION



Si des particules sont visibles à l'œil nu, il est possible de faire passer l'eau à travers un filtre à café pour les éliminer.

⁵ Les résines échangeuses d'ions permettent de retirer les minéraux présents dans l'eau. Celle-ci passe d'abord par une résine cationique puis par une résine anionique afin d'éliminer les gaz et solides dissous.

5

MIEUX MAÎTRISER SA CONSOMMATION D'EAU À L'ATELIER

Les espaces de conservation sont souvent équipés de robinets alimentés par le réseau d'eau potable. L'installation d'équipements spécifiques et l'adoption de protocoles de prélèvement adaptés permettent de limiter le prélèvement à la quantité d'eau nécessaire.



QUELS ÉQUIPEMENTS PERMETTENT DE RÉDUIRE LES QUANTITÉS D'EAU PRÉLEVÉES ?

Les mousseurs hydro-économes : ces dispositifs ajoutent de l'air au flux d'eau, réduisant le volume d'eau consommé, tout en maintenant une sensation de débit constant.

Les réducteurs de pression : installés sur le tuyau principal, juste après le compteur, ces équipements ajustent la pression de l'eau qui circule.

Des robinets à pédale vont ouvrir ou fermer l'eau instantanément avec les pieds. La quantité d'eau versée est contrôlable en ajustant la pression du pied. Il est possible d'installer deux pédales, une pour l'eau chaude et l'autre pour l'eau froide. Le réglage de la température de l'eau peut se faire en ajoutant au système une valve mélangeuse. L'utilisation du pied permet une utilisation tout en ayant les mains occupées.



QUEL PROTOCOLE POUR RÉDUIRE LES QUANTITÉS D'EAU UTILISÉES ?

Les opérations de lavage des outils et des mains sont des pratiques quotidiennes dans les activités de conservation - restauration. Mettre en place un protocole durable peut considérablement réduire les volumes d'eau consommés. À titre d'exemple, laisser couler inutilement un robinet pendant 2 minutes gaspille environ 25 litres d'eau.

Voici quelques pistes de réflexion pour optimiser le lavage d'outils, pratique récurrente dans les espaces de restauration :

Avant de laver : est-il nécessaire d'utiliser de l'eau pour éliminer les saletés les plus grosses ? Le trempage préalable des outils peut-il faciliter leur nettoyage ?

Pendant le lavage : les outils peuvent-ils être nettoyés dans un bac rempli d'eau, plutôt qu'en laissant l'eau couler du robinet ?

Après le lavage : l'eau utilisée est-elle suffisamment propre pour être réemployée, pour du pré-lavage d'outils ultérieur par exemple, ou pour l'arrosage de plantes ?



COMMENT SE DÉBARASSER DES EAUX USÉES DE MANIÈRE ADÉQUATE ?

Le réseau d'assainissement est communément appelé « tout à l'égout ». Cette appellation laisse entendre que tout peut être évacué par les égouts, mais il existe en réalité une réglementation précise quant aux eaux qui peuvent y être rejetées ou non. Il convient alors de consulter le règlement d'assainissement collectif de la collectivité auxquels est rattaché votre espace de conservation. De manière générale, il est interdit de déverser :

- des hydrocarbures ;
- des solvants organiques ;
- des produits toxiques et corrosifs (indiqué par les pictogrammes) ;
- des déchets solides ;
- des graisses ;
- des colles ;
- des peintures ;
- des produits avec des fortes teneurs en chlorures ou sels métalliques ;
- et tout effluent dont le pH est inférieur à 5,5 ou supérieur à 8,5⁴ ;

Tout liquide ou solide ayant au moins une de ces caractéristiques doit être jeté en déchetterie ou récupéré par des services spécialisés.

⁴ Synthèse des interdictions basée sur les règlements d'assainissement collectif de Paris, Lyon et Nantes.

NOTES

[illegible][illegible]

LE CYCLE DE L'EAU

PARTENARIATS

Bibliothèque nationale de France (BnF) -
Laboratoire scientifique du Département
de la Conservation

Ville de Paris - Département
pour la Préservation du patrimoine
photographique (D3P)

Centre de recherche sur la conservation
(CRC)

Département de Loire-Atlantique -
Grand Patrimoine de Loire Atlantique
(GPLA) - Laboratoire Arc'Antique

Centre de recherche et de restauration
des musées de France (C2RMF) -
Département de la conservation
préventive

Ce projet a été soutenu par le Ministère
de la Culture et par une aide de l'État gérée
par l'Agence Nationale de la Recherche
au titre du programme d'investissements
d'avenir intégré à France 2030, portant
la référence ANR-17-EURE- 0021 - École
Universitaire de Recherche Paris Seine
Humanités, Création, Patrimoine -
Fondation des sciences du patrimoine.

REDACTEURS

Romain Perez
Maroussia Duranton
Jane Echinard
Eleonora Pellizzi

CONTRIBUTEURS

Bertrand Lavédrine
Agnès Gall-Ortlik

RELECTEURS

Stéphane Bouvet
Marie Courselaud
Elodie Guillemot
Charlène Pelé-Meziani
Jocelyn Périllat-Mercerot
Juliette Rémy

GRAPHISME & MISE EN PAGE

Jean-Charles Bassenne

ISBN

978-2-11-186323-1



MINISTÈRE DE LA CULTURE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

PARIS

Site du Carrousel

Palais du Louvre – Porte des Lions
Palais du Louvre – Porte Jaujard
14, quai François Mitterrand
75001 Paris
+33 (0)1 40 20 56 52

Entrée du site de Flore

Pavillon de Flore
Palais du Louvre – Porte Jaujard
+33 (0)1 40 20 24 20

VERSAILLES

Site de Versailles

Petite écurie du roi
2, avenue Rockefeller
CS 50505
78000 Versailles

CENTRE DE
RECHERCHE
ET DE
RESTAURATION
DES MUSÉES
DE FRANCE

Les informations et préconisations fournies dans ce guide sont le résultat d'un projet de recherche coordonné par le GAECO (Groupe d'action en éco-conservation), groupement de professionnels du patrimoine (préventeurs, restaurateurs, scientifiques, etc.) motivés pour élaborer, soutenir, encourager des solutions pragmatiques de conservation-restauration des biens culturels qui intègrent les impératifs de durabilité et de respect de l'environnement.