



Le **déshumidificateur** est un appareil électrique dont le rôle est d'**assécher** une ambiance jugée **trop humide**.

Qu'il soit utilisé de façon pérenne, en salle d'exposition ou en réserve, ou bien temporairement, en cas de sinistre inondation par exemple, le déshumidificateur doit être choisi avec soin : il est nécessaire de connaître ses **propriétés** propres et de savoir s'il est **adapté** à la situation pour laquelle il sera employé.

Compréhension du mode de fonctionnement

Déshumidification par refroidissement

- Principe : le dispositif de déshumidification est doté d'une **surface froide**. Lorsque l'air humide entre en contact avec cette dernière, il se **condense** car la température de rosée est atteinte. Les **condensats sont récupérés** dans un bac (à vider), tandis que l'air ayant perdu de la vapeur d'eau s'est asséché, mais également refroidi. L'air doit donc traverser une **source de chaleur** (batterie chaude, résistance électrique, ou compresseur d'un déshumidificateur mobile) avant d'être soufflé dans le local humide.
- Variété : la surface froide est obtenue soit par la **circulation d'eau glacée** (ce qui est le cas des centrales de traitement d'air CTA ou des armoires de climatisation), soit par la **détente d'un fluide frigorigène comprimé** (pour les unités autonomes, qu'elles soient mobiles ou fixes - encastrées au mur ou en faux-plafond).
- Avantages : la déshumidification par refroidissement est la plus fréquente dans les musées car elle est **facile à mettre en place**.
- Inconvénients : à une température ambiante **inférieure à 16°C**, ce mode de déshumidification a un **très mauvais rendement** car il est difficile d'extraire de la vapeur d'eau à de faibles températures.



▲ Déshumidificateur par refroidissement

Déshumidification par déshydratation (ou par adsorption)

- Principe : le dispositif de déshumidification dispose d'une **roue renfermant des sorbants** (gel de silice). L'air humide pénétrant dans le dispositif va traverser la roue en rotation et les billes de gel de silice vont fixer la vapeur d'eau par **adsorption**. Un flux d'air chaud, qui est évacué vers l'extérieur, permet de **régénérer les billes de gel de silice** lorsqu'elles sont saturées en vapeur d'eau. À leur contact, l'air est donc asséché mais il peut être également légèrement réchauffé ; le local nécessite donc d'être rafraîchi suite à l'injection de cet **air sec et chaud**.
- Avantages : les déshumidificateurs par déshydratation sont **plus compacts** que les déshumidificateurs par refroidissement et sont **plus performants** (même à très basse température, s'agissant des seuls modèles pouvant être utilisables lorsque la température est inférieure à 13°C).
- Inconvénients : ces déshumidificateurs nécessitent le **branchement d'un tuyau sur l'extérieur** pour la régénération du gel de silice, ce qui peut être problématique lorsque le local est éloigné d'un accès vers l'extérieur, comme en sous-sol, ou démunis d'ouvrants. Ils imposent une maintenance périodique et sont **plus coûteux** que les déshumidificateurs par refroidissement.
- Contexte d'emploi : la déshumidification par déshydratation (ou adsorption) est le mode de régulation le **moins fréquent** dans les musées. Ce dispositif peut être employé pour des **locaux frais ou froids** et/ou lorsque les espaces nécessitent une **hygrométrie inférieure à 50% d'HR**, ou pour des locaux ayant subi un **dégât des eaux** (ce système est très efficace pour abaisser rapidement le taux d'humidité).

Critères de sélection d'un déshumidificateur d'appoint

Les déshumidificateurs mobiles sont des appareils **d'appoint** (exposition temporaire) ou de **dépannage** (en cas de sinistre). Pour un usage pérenne, il est **préférable d'envisager des dispositifs fixes** conçus pour un fonctionnement en continu (armoire de climatisation ou centrale de traitement d'air).

Pour les sélectionner, il est nécessaire de confronter d'une part les conditions thermohygrométriques de l'espace à traiter et, d'autre part, les performances de l'appareil.

Critères relatifs à l'espace à traiter

Dans le but de conseiller au mieux un établissement et de lui proposer le produit le plus adapté aux besoins et à la situation de l'établissement, un fabricant demandera les informations suivantes inhérentes à l'espace à réguler :

- **l'humidité relative (HR)** désirée ;
- **les conditions ambiantes** afin d'apprécier l'écart entre ses conditions et l'HR désirée (températures minimales et maximales, hygrométrie moyenne et hygrométrie maximale, en été et au printemps notamment) : en cas d'une température trop faible (un déshumidificateur par refroidissement étant efficace à partir de 16-18°C), le fabricant pourrait intégrer à un déshumidificateur fixe une batterie de chauffage (électrique ou sur eau chaude), ce qui facilitera l'abaissement de l'humidité relative ;
- **la surface et le volume de l'espace** à traiter ;
- **le nombre de prises électriques**, pour une installation électrique répondant aux normes. En cas d'une quantité insuffisante de prises pour un volume important à traiter, chaque déshumidificateur devra être plus performant puisque leur nombre ne pourra pas être démultiplié. Pour des raisons de sécurité incendie, le recours à des multiprises est à proscrire dans le but d'éviter une surcharge électrique par la présence de plusieurs déshumidificateurs sur le même branchement (même si la puissance électrique des déshumidificateurs s'avère faible). Si des déshumidificateurs plus puissants sont envisagés pour réduire le nombre de prises électriques occupées, le service technique devra être interrogé, notamment en cas d'installations électriques vétustes : il s'assurera que ces appareils pourront être installés en continu sur les prises ;
- **le débit d'air neuf** soufflé au sein de l'espace (plus ce débit sera important, plus de l'air non régulé et humide pénétrera dans l'espace) ;
- **le nombre moyen de personnes** par jour et leur temps de présence (dans le cas de réserves, ce paramètre peut être considéré comme négligeable car le nombre de personnes et le temps d'occupation seraient très limités).

Le critère du taux de brassage d'air est moins important car les déshumidificateurs autonomes sont dotés d'un moteur qui assure le brassage d'air dans la pièce (la puissance de ce moteur s'adaptant au volume du local à traiter). Néanmoins, plus l'hygrométrie désirée sera basse, plus le brassage devra être important.

Critères relatifs aux capacités de l'appareil

Quant à l'appareil, il devra :

- **être adapté**, en capacité d'extraire la vapeur d'eau excédentaire, sans pour autant être surpuissant ce qui pourrait engendrer des fluctuations trop fortes de l'hygrométrie et surconsommer de l'électricité.

La quantité d'eau à enlever par heure peut être déterminée sur la base des paramètres environnementaux préalablement mentionnés (volume de l'espace, taux d'hygrométrie désiré et conditions thermohygrométriques ambiantes) et à l'aide du diagramme psychrométrique (*voir annexe n°1*) ;

- **être équipé d'un bac de collecte des condensats** (pour les appareils de déshumidification par refroidissement) imposant d'être régulièrement vidé manuellement selon ses capacités, ou idéalement être raccordé par un tuyau à l'évacuation des eaux usées pour une vidange automatique ;
- **être muni éventuellement d'une alarme sonore** en cas de dysfonctionnement ;

- être doté d'un **hygrostat**, prenant souvent la forme d'un variateur manuel à orienter sur le pourcentage le taux d'hygrométrie à atteindre.

Le réglage manuel des appareils est généralement peu précis. Un paramétrage automatique pour une régulation plus fine est possible, mais il est complexe à mettre en place car il nécessite l'assistance d'une entreprise, notamment pour l'installation d'hygrostats déportés permettant de piloter l'appareil.

Pour comparer plusieurs produits entre eux, le recours à un tableau synthétique peut permettre une meilleure perception des caractéristiques des appareils (*voir annexe n°2*).

Critères relatifs à l'investissement selon le mode d'utilisation

	Déshumidificateur de puissance faible	Déshumidificateur de puissance médiane	Déshumidificateur de puissance forte
Débit d'air (puissance)	≈ 300 à 500 m ³ /h	≈ 700 à 1.000 m ³ /h	≈ 1.500 à 3.000 m ³ /h
Utilisation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adapté aux petits locaux ▪ Appareil atténuant les pics importants d'humidité 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adapté aux locaux de taille médiane ▪ Adapté aux locaux plus petits, avec un écart assez important entre le climat dans l'espace et l'idéal de conservation à atteindre (appareils amortissant et stabilisant les conditions climatiques) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adapté aux grands locaux ▪ Adapté aux locaux plus petits, avec un écart très important entre le climat dans l'espace et l'idéal de conservation à atteindre (appareils amortissant et stabilisant les conditions climatiques à une valeur médiane)
Fabrication et livraison	Fabriqué en grande quantité, donc généralement en stock et facilement disponible		Fabriqué sur demande, ce qui impose un délai de livraison de quelques mois
Maintenance	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Peu résistant, longévité d'environ 5 ans ▪ Moins cher d'acheter un nouvel appareil que de faire intervenir un réparateur 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Solide à très solide, pouvant durer plusieurs décennies selon les modèles ▪ Pièces de rechange existent 	
Coût	≈ 500 euros	≈ 2.000 euros	> 4.000 euros

Les locaux de moyenne ou grande surface présentant plus d'eau condensée à évacuer, il faut privilégier des appareils puissants pour ces surfaces. Si ce n'est pas possible en cas de budgets restreints, il est envisageable de multiplier les appareils mobiles de 500 m³/h, qu'ils soient dotés d'un bac à vider manuellement ou branchés à une pompe pour une vidange automatique.

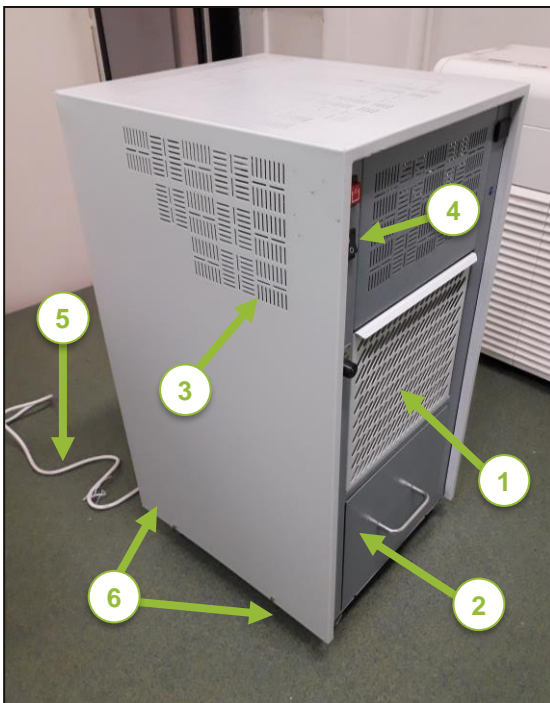
Mesures pour optimiser l'action des déshumidificateurs

Pour favoriser la performance de l'installation retenue, différentes dispositions peuvent être mises en œuvre :

- la **température du local** doit être maintenue **au-dessus de 18°C** et relativement **stable** (fluctuations assez lentes en une journée – le déshumidificateur peinera pour des écarts thermiques quotidiens de 10°C par exemple) ;
- l'**étanchéité de l'espace** peut être **renforcée** pour limiter la pénétration non contrôlée d'air. Plus le volume à traiter sera cloisonné (portes fermées, parois pleines, absence de galerie en enfilade, éventuelles bâches épaisses en polyéthylène), plus celui-ci sera aisé à réguler.

Pour les mêmes raisons, l'ouverture des portes doit être réduite dans le temps et en fréquence, tandis que l'air neuf doit être introduit en volume suffisant pour répondre aux besoins hygiéniques* mais pas en quantité excessive afin de ne pas provoquer la déstabilisation du climat ;

- le **brassage d'air** doit être optimal ;
- le **suivi climatique** doit être institué de manière régulière dans le but de contrôler entre autres l'efficacité des appareils mis en place, cela grâce aux capteurs climatiques enregistreurs ;
- la **maintenance et l'entretien** doivent être planifiés. À défaut d'un raccordement aux canalisations d'évacuation des eaux usées, il est nécessaire de contrôler très régulièrement le niveau des bacs de collecte des condensats (les appareils s'arrêtant si ce réservoir est plein) et de veiller à ce que l'eau n'y stagne pas au risque d'induire des développements de moisissures ;
- la **rédaction d'un protocole** sous la forme d'une courte notice à destination du personnel technique et/ou de la conservation, précisant le mode d'utilisation, de maintenance et d'intervention en cas de panne des appareils.



* En salle d'exposition, la réglementation E.R.P. impose un taux de renouvellement d'air minimum de 18 m³ par heure et par personne.

Les réserves, occupées que de manière épisodique, sont moins concernées. Toutefois, il convient d'introduire un minimum d'air neuf pour assainir l'air : 0,1 volume par heure (soit 10 % d'air neuf) est le taux généralement adopté pour les réserves patrimoniales.

◀ **Déshumidificateur par refroidissement :**

1. Entrée de l'air humide, avec filtre à poussière
2. Bac de récupération des condensats
3. Grilles de soufflage de l'air sec
4. Hygrostat pour paramétrer le taux souhaité ou l'intensité de soufflage d'air sec
5. Raccordement électrique
6. Roulettes pour la mobilité du caisson

Les déshumidificateurs servent à **écrêter les pics d'humidité** (*a minima*) et à **stabiliser le climat** (pour les appareils les plus performants). Ils doivent être choisis avec soin, en adéquation avec la sensibilité des collections présentes et les caractéristiques des espaces à traiter.

Rédacteurs :

Thi-Phuong Nguyen (SIAF),
Jocelyn Périllat-Mercerot

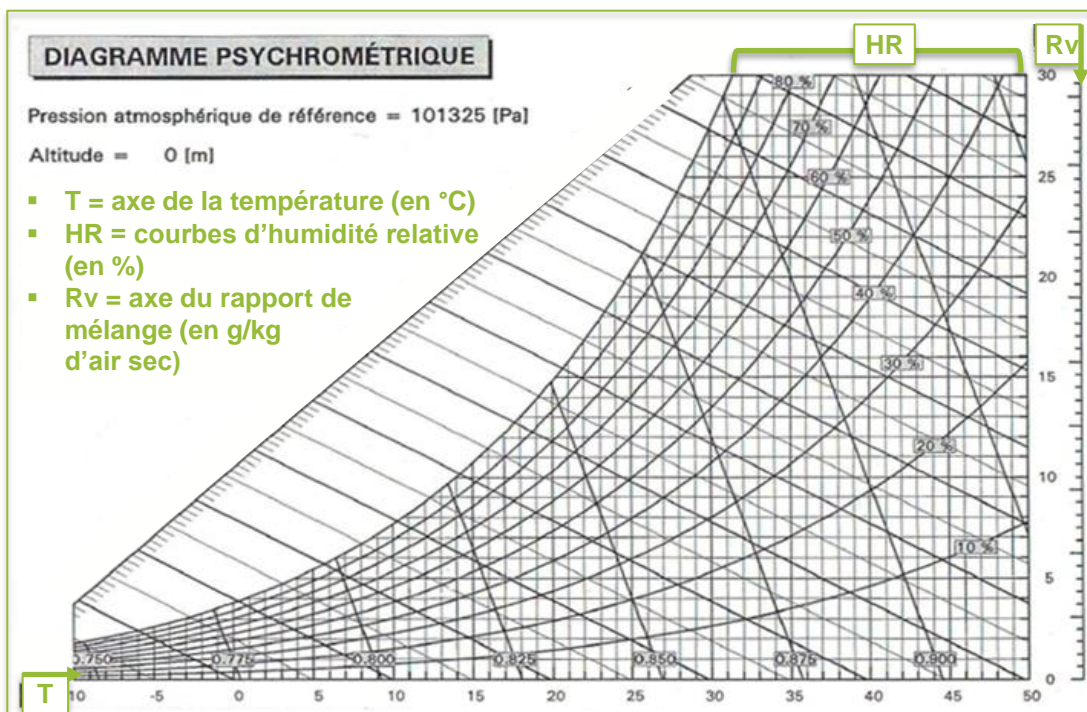
Crédit photographique :

Jocelyn Périllat-Mercerot
Relecteurs : Juliette Rémy
C2RMF, 2023

Annexe n°1 - Application d'une méthode de calcul simplifiée pour déterminer les performances nécessaires pour un déshumidificateur

Bases de référence pour les étapes

Les étapes 1 à 3 nécessitent de consulter les deux ressources ci-dessous : le diagramme psychrométrique ou le tableau de rapports de mélange.



	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %	85 %	90 %	95 %	100 %
15° C	5,8 g/kg	6,4 g/kg	6,9 g/kg	7,5 g/kg	8 g/kg	8,5 g/kg	9,1 g/kg	9,6 g/kg	10,2 g/kg	10,7 g/kg
16° C	6,2 g/kg	6,8 g/kg	7,4 g/kg	8 g/kg	8,5 g/kg	9,1 g/kg	9,7 g/kg	10,3 g/kg	10,9 g/kg	11,4 g/kg
17° C	6,7 g/kg	7,3 g/kg	7,9 g/kg	8,5 g/kg	9,1 g/kg	9,7 g/kg	10,3 g/kg	11 g/kg	11,6 g/kg	12,2 g/kg
18° C	7,1 g/kg	7,7 g/kg	8,4 g/kg	9,1 g/kg	9,7 g/kg	10,4 g/kg	11 g/kg	11,7 g/kg	12,4 g/kg	13 g/kg
19° C	7,6 g/kg	8,3 g/kg	9 g/kg	9,7 g/kg	10,4 g/kg	11,1 g/kg	11,8 g/kg	12,5 g/kg	13,2 g/kg	13,9 g/kg
20° C	8,1 g/kg	8,8 g/kg	9,5 g/kg	10,3 g/kg	11 g/kg	11,8 g/kg	12,5 g/kg	13,3 g/kg	14 g/kg	14,8 g/kg
21° C	8,6 g/kg	9,4 g/kg	10,2 g/kg	11 g/kg	11,8 g/kg	12,6 g/kg	13,4 g/kg	14,2 g/kg	15 g/kg	15,8 g/kg
22° C	9,1 g/kg	10 g/kg	10,8 g/kg	11,7 g/kg	12,5 g/kg	13,4 g/kg	14,2 g/kg	15,1 g/kg	15,9 g/kg	16,8 g/kg
23° C	9,7 g/kg	10,6 g/kg	11,5 g/kg	12,4 g/kg	13,3 g/kg	14,2 g/kg	15,1 g/kg	16 g/kg	17 g/kg	17,9 g/kg
24° C	10,3 g/kg	11,3 g/kg	12,2 g/kg	13,2 g/kg	14,2 g/kg	15,1 g/kg	16,1 g/kg	17,1 g/kg	18,1 g/kg	19 g/kg
25° C	11 g/kg	12 g/kg	13 g/kg	14 g/kg	15,1 g/kg	16,1 g/kg	17,1 g/kg	18,2 g/kg	19,2 g/kg	20,2 g/kg
26° C	11,7 g/kg	12,7 g/kg	13,8 g/kg	14,9 g/kg	16 g/kg	17,1 g/kg	18,2 g/kg	19,3 g/kg	20,4 g/kg	21,5 g/kg
27° C	12,4 g/kg	13,5 g/kg	14,7 g/kg	15,8 g/kg	17 g/kg	18,2 g/kg	19,4 g/kg	20,5 g/kg	21,7 g/kg	22,9 g/kg
28° C	13,1 g/kg	14,4 g/kg	15,6 g/kg	16,8 g/kg	18,1 g/kg	19,3 g/kg	20,6 g/kg	21,8 g/kg	23,1 g/kg	24,3 g/kg
29° C	14 g/kg	15,3 g/kg	16,6 g/kg	17,9 g/kg	19,2 g/kg	20,5 g/kg	21,8 g/kg	23,2 g/kg	24,5 g/kg	25,8 g/kg
30° C	14,8 g/kg	16,2 g/kg	17,6 g/kg	19 g/kg	20,4 g/kg	21,8 g/kg	23,2 g/kg	24,6 g/kg	26 g/kg	27,5 g/kg

Première étape - Calcul de la quantité d'air sec dans l'espace à traiter

À 20°C, la masse volumique de l'air sec est de 1,2 kg par m³.

	Espace considéré	Exemple
Volume de l'espace		317 m ³
Quantité d'air sec déduit		380 kg d'air sec (317 x 1,2)

Deuxième étape - Idéal de conservation

	Espace considéré	Exemple
Conditions idéales		18-20°C ; 40-50% HR
Rapport de mélange idéal déduit (voir diagramme psychrométrique)		Entre 5,2 g/kg (18°C à 40% d'HR) et 7,3 g/kg (20°C à 50% d'HR)
Moyenne de rapport de mélange idéal (par simplification)		6,3 g/kg d'air sec (même si ne devra pas dépasser 7,3 g/kg d'air sec)
Quantité de vapeur d'eau idéale moyenne déduite		2.394 g (380 x 6,3) ; ne pas dépasser 2.774 g de vapeur d'eau (380 x 7,3)

Troisième étape - Conditions thermohygométriques de l'espace à traiter

	Espace considéré	Exemple
Rapport de mélange déterminé (voir tableau de rapport de mélange ou diagramme psychrométrique)		Pour l'essentiel des mesures, entre 7 et 8,7 g/kg d'air sec (sans considérer les valeurs extrêmes car marginales)
Moyenne de rapport de mélange (par simplification)		7,8 g/kg d'air sec
Quantité de vapeur d'eau moyenne déduite		2.964 g (380 x 7,8)

Quatrième étape - Sélection et entretien des déshumidificateurs

	Espace considéré	Exemple
Quantité moyenne d'eau à extraire		0,57 litres d'eau (2.964 g - 2.394 g)
Nombre de déshumidificateurs (pour un modèle gérant 500 m ³ /heure)		1 déshumidificateur (intégralité du volume traité par heure)
Capacité par déshumidificateur		0,57 litres/heure en moyenne (0,57÷1), soit 13,7 litres par jour en moyenne
Nombre d'entretiens par jour en moyenne (pour un modèle disposant d'un récipient de 9 litres)		À vider 1,5 fois par jour (13,7÷9) → soit placer deux déshumidificateurs, soit changer de modèle

Annexe n°2 - Tableau comparatif de déshumidificateurs

Renseignements principaux

	Produit n°1	Produit n°2	Exemple
Volume / débit d'air			510 m ³ /h
Capacité			10,8 L/jour (à 20°C - 60%)
Autonomie			Bac (9 L) ou raccordement possible ; arrêt automatique si le bac est plein ; voyant bac plein
Plage de fonctionnement			<ul style="list-style-type: none"> ▪ 3°-43°C ▪ 40-100 %
Hygostat / Précision			Hygostat gradué intégré
Mobilité / poids / dimensions			<ul style="list-style-type: none"> ▪ 4 roulettes ▪ 23,5kg ▪ 38x36cm, 61cm
Prix unitaire			903 € HT chez le distributeur ; 496 € HT chez le fabricant

Renseignements secondaires

	Produit n°1	Produit n°2	Exemple
Matériau			Carrosserie métallique
Fonctionnement			Fluide frigorigène ; Dégivrage automatique par gaz chaud incorporé
Niveau sonore			52 dB