



Blanchisserie

Contrôle du taux d'humidité résiduelle des articles textiles après séchage-finition en blanchisserie.

Proposition de méthode

Un taux d'humidité résiduelle après séchage ou finition mal maîtrisé peut affecter la qualité hygiénique du linge ou la durabilité des articles textiles.

En effet, un certain niveau d'humidité du linge, dans une ambiance relativement chaude qui plus est, favorise le développement bactérien ou encore de moisissures. Ce risque est d'autant plus important que les articles sont pliés ou emballés, le cas échéant. Car il faut se souvenir que même si les processus de lavage décontaminent le linge de manière suffisante en fonction de la qualité requise pour l'usage prévu, il n'est pas stérile. Les micro-organismes font partie de notre environnement et peuvent se développer, se redévelopper et ce, rapidement*. Afin de vérifier le bon réglage des différents procédés de séchage et leur efficacité, le contrôle du taux d'humidité résiduelle des articles textiles est un élément important.

Différentes méthodes existent pour mesurer ce taux d'humidité. Elles sont souvent basées sur **une pesée différentielle**, ce qui suppose de connaître, pour un modèle d'article donné, sa masse sèche.

Or, cette notion de « masse sèche » est relative puisque le textile, les fibres textiles en général, renferment naturellement une certaine humidité ; bien moins pour les fibres synthétiques, hydrophobes, que pour les fibres naturelles, hydrophiles.

**Dans des conditions favorables, une bactérie se divise en 2 toutes les 20 minutes (une cellule "mère" donne 2 cellules "filles"). En 4 heures, une bactérie conduit à une population supérieure à $4,10^3$ bactéries.*

Les méthodes normalisées afférentes, issues des secteurs textiles ou électroménager notamment, prévoient un conditionnement des articles textiles, dans une ambiance conditionnée, contrôlée en température et humidité relative (hygrométrie).

Elles fixent la température et le taux d'humidité relative de l'air ambiant, comme la durée du conditionnement (temps de séjour de l'article considéré dans cette même ambiance), avant d'effectuer sa pesée qui déterminera sa masse de référence (« sèche ») pour effectuer des contrôles d'humidité ou de siccité ultérieurs, après lavage (taux d'essorage) et après séchage (taux d'humidité résiduelle).

Les normes EN 60456 « Machines à laver le linge pour usage domestique - Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction », et EN 61121 « Sèche-linge à tambour à usage domestique - Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction » définissent ce type de protocoles.

➤ Proposition de méthodes :

On perçoit immédiatement la difficulté d'appliquer une telle méthode normalisée en blanchisserie, où ce conditionnement ne peut être pratiqué, les moyens matériels pour ce faire étant inexistant (sauf exception).

« Bone-dry » méthode

Or, il se trouve que la norme EN 60456 : 2016 « Machines à laver le linge pour usage domestique - Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction » dont celle de l'efficacité d'essorage, propose une méthode dite « Bone-dry method of conditioning » : conditionnement par le séchage « jusqu'à l'os », (selon une métaphore comme les affectionnent nos amis d'outre-Manche).

En outre, l'efficacité d'essorage repose sur un calcul basé également sur une différence de masses, à partir d'une masse de référence, conditionnée.

$$T_{\text{essorage}} \% = \frac{\text{masse humide} - \text{masse sèche conditionnée}}{\text{masse sèche conditionnée}} \times 100$$

Déterminer **la masse humide** ne présente pas de difficulté.

Mais en blanchisserie, en l'absence de salle conditionnée en température et en hygrométrie, la masse sèche conditionnée (masse de référence) est plus difficile à déterminer. On peut alors s'inspirer de cette méthode dites « Bone-dry method » : sécher l'article jusqu'à ce que sa masse ne varie plus et ce, en partant de l'article « sec » en apparence (sec au toucher).

- › Utiliser un programme de séchage, en séchoir à tambour, à température maximum durant environ 20 minutes au moins ;
- › Sortir l'article du séchoir avant toute phase de cool-down. Le peser. Renouveler l'opération plusieurs fois jusqu'à ce que sa masse ne varie plus (variation inférieure ou égale à **e** ; voir ci-dessous) ;
- › Relever la masse finale ainsi obtenue = **Mbd** (grammes) ;
- › Utiliser une balance dont la précision est **e = 1 g** maximum ou inférieure ;
- › La masse ainsi obtenue est à corriger en utilisant les taux de reprise conventionnels des fibres textiles.

En effet, la masse « Bone-dried » notée Mbd (ou « anhydre » par approximation) ne convient pas en tant que telle pour effectuer le contrôle du taux d'humidité résiduelle après séchage puisque les fibres textiles renferment naturellement une certaine humidité.

Fibre	Taux de reprise conventionnel (teneur en eau provenant de l'humidité ambiante) Tr %
Coton normal	8,5 %
Coton mercerisé	10 %
Lin	12 %
Polyamide ou Nylon	6,25 %
Polyester	1,5 %
Polyester à filament continu	3 %
Chlorofibre	2 %
Polypropylène	2 %
Elasthane	1,5 %
Viscose et fibres voisines	13 %

Source : Légifrance & Règlement UE No 1007/2011 (extrait).

Dans le cas d'un mélange de fibres comme celui d'un drap en polyester-coton (50% - 50%) le taux de reprise **Tr %** à considérer sera le résultat de la pondération des Tr du coton et du polyester :

$$Tr \% = \frac{50 \times 8,5 + 50 \times 1,5}{100} = 5 \%$$

Pour un article textile mono-composant (ex : 100% polyester), **Tr %** est à prendre directement dans le tableau ci-dessus.

Masse sèche corrigée **Mc** de l'article considéré (grammes) : drap en polyester-coton (50%-50%) avec un Tr % résultant de 5%.

$$Mc = \left(1 + \frac{Tr \%}{100}\right) \times Mbd = \left(1 + \frac{5}{100}\right) \times Mbd$$

Sur le même principe que le calcul du taux d'essorage, le taux de siccité ou d'humidité résiduelle permettant de vérifier l'efficacité d'un séchage pour un article donné sera :

$$Thr \% = \frac{Ms - Mc}{Mc} \times 100$$

Ms : masse sèche après que l'article a été soumis au procédé de séchage-finition normalement utilisé, déterminée par pesée (grammes) ;

Mc : Masse conditionnée, considérée comme telle, ou **masse corrigée**, déterminée comme proposée ci-dessus (g).

➤ En pratique

- Pour déterminer les masses **Mbd** puis **Mc**, placer l'article considéré dans le séchoir à tambour pour effectuer la manipulation et le peser (pesage à faire rapidement, pour ne pas qu'il refroidisse).
- Prendre des précautions vis-à-vis de la chaleur et de la température de la pièce textile, la phase de cool-down étant supprimée pour la manipulation à effectuer.
- Pour un drap, **Ms** est déterminée en sortie de sècheuses repasseuse.
- Même chose pour un vêtement de travail, en sortie de tunnel de finition.
- Pour une pièce textile séchée en séchoir à tambour, déterminer **Ms** en sortie de séchoir. Dans ce cas, maintenir la phase de cool-down du programme normalement utilisé, le cas échéant.
- Qu'il s'agisse de la détermination de **Mc** et de **Ms**, il convient de **prendre des articles qui en sont au même stade de leur durée de vie** pour assurer la cohérence des résultats de pesées entre **Mbd** et **Ms**. Il est préférable de prendre des articles neufs, décatés, ou n'ayant subi que quelques utilisations.
- Il est nécessaire de connaître la composition exacte des articles textiles utilisés pour le contrôle de l'efficacité de séchage.
- Le choix du programme de séchage en tambour permettant d'obtenir la masse **Mbd** se fait par expérience, afin d'obtenir une absence de variation de masse après quelques séchages successifs de l'article ou du lot d'articles considérés.

Pour la détermination de **Mbd** ou de **Ms**, il est préférable d'utiliser plusieurs pièces identiques à chaque fois, 3 par exemple, (simultanément en séchoir à tambour), pour lesquelles on déterminera les masses individuelles (i) **Mbd_i**, et **Ms_i**.

Mbd et **Ms** seront alors les moyennes des **Mbd_i** et des **Ms_i** obtenues.
Il faut s'assurer que les masses individuelles (i) obtenues ne diffèrent que très peu.

- Le **Thr %** cible est lui aussi déterminé par expérience, en fonction de résultats d'analyses microbiologiques à effectuer après un temps de stockage dans les conditions étudiées (linge plié, emballé, ...).

On peut cependant estimer qu'il faille cibler un **Thr %** entre 0 et 2% (Un calcul qui conduirait à un Thr % < 0, signifierait un sur-séchage, qui peut être sécurisant d'un point de vue microbiologique, mais surfait d'un point de vue énergétique).

Il s'agit bien sûr d'effectuer ce type de contrôles périodiquement, non pas en permanence.
Pour un drap de cette composition, si **Mbd** est de 500 g et **Mc** de 525 g (correction de 5%, comme indiqué ci-dessus), en supposant une masse sèche **Ms** de 535 g, le Thr % sera de :

$$\text{Thr \%} = \frac{535 - 525}{525} \times 100 = 1,9 \%$$

➤ Méthode par sur-séchage

Il s'agit d'une variante de la méthode précédente, probablement moins rigoureuse, mais plus pragmatique, plus aisée.

- › Déterminer tout d'abord **Ms** (g) et ce, de la même façon que précédemment, que ce soit pour des draps, des vêtements ou des pièces séchées en tambour.
- › Utiliser ensuite le même article que celui qui a permis de déterminer **Ms**. Procéder à son lavage, (sans produit lessiviel) avec essorage.
- › Le soumettre ensuite à un sur-séchage (séchage intensif, sans cool-down) quitte à le sécher deux fois de suite.
- › Les peser très rapidement avant qu'ils ne refroidissent (pour information, afin de pouvoir vérifier la cohérence de la manipulation, avec le taux de reprise d'humidité effectif in fine).
- › Le placer 12 à 15 heures dans une pièce fermée, à température ambiante, sans excès d'humidité.
- › Le temps de séjour étant écoulé, procéder à la pesée de l'article, toujours avec une balance dont la précision est **e = 1 g** maximum ou inférieure. Cette masse sera notée **Mr** (g) ;

Le **Thr %** est calculé ainsi :

$$\text{Thr \%} = \frac{M_s - M_r}{M_r} \times 100$$

Pour la détermination de **Ms** et de **Mr**, il est préférable d'utiliser plusieurs pièces identiques à chaque fois, 3 par exemple, (simultanément en séchoir à tambour), pour lesquelles on déterminera les masses individuelles (i) **Ms_i** et **Mr_i**,

Ms et **Mr** seront alors les moyennes des **Ms_i** et des **Mr_i** obtenues.

Il faut s'assurer que les masses individuelles (i) obtenues ne diffèrent que très peu.

Autres Méthodes de Mesure du Taux d'Humidité

En dehors des normes et méthodes dérivées, d'autres techniques permettent de mesurer le taux d'humidité des textiles. Ces méthodes seront choisies en fonction de besoins spécifiques, notamment en termes de rapidité, de précision et de coût.

1. Méthode par Micro-ondes

La mesure par micro-ondes est une technique relativement récente qui repose sur l'absorption d'énergie micro-ondes par l'eau contenue dans le textile. Cette méthode est non destructive et permet de mesurer rapidement le taux d'humidité d'une production textile volumineuse, en continu.

Cette technologie est très précise et convient aux processus de production industrielle nécessitant un contrôle en temps réel. Cependant, elle reste coûteuse et est principalement utilisée dans des processus où une précision maximale est requise.

2. Méthode Infrarouge

La mesure de l'humidité par infrarouge, à ne pas confondre avec les capteurs IR de fin de cycle qui équipent certains séchoirs, repose sur la détection de l'absorption de la lumière infrarouge par les molécules d'eau présentes dans le textile. Plus le textile renferme d'humidité, plus l'absorption est élevée. Les capteurs infrarouges sont capables de donner des mesures rapides et précises, tout en étant non destructifs.

Cette méthode est idéale pour les textiles qui ne peuvent pas être pesés et pour les grands volumes de production. Elle est rapide, mais nécessite un investissement initial relativement élevé en matériel.

Il ne semble pas que le transfert de ces technologies ait été opéré pour une application à la blanchisserie. Cependant, des détecteurs portatifs basés sur le principe des micro-ondes existe pour différentes applications, différents matériaux.

Il reste à vérifier que la précision de mesure comme la plage de mesure conviennent, sachant que pour la blanchisserie, la zone intéressante du **Thr %** se situe surtout aux alentours du 0%, même si des taux plus élevés peuvent être intéressants à mesurer/contrôler.

Il existe aussi les testeurs d'humidité basés sur la mesure de la résistivité ou de la conductivité du matériau « humide », souvent bon marché d'ailleurs. Mais en général, leur sensibilité ne semble pas suffisante pour les taux d'humidité faibles tels que ceux recherchés après séchage, en blanchisserie.

Calibration : souvent, de tels appareils supposent un calibrage, à vérifier ou à refaire périodiquement. Ce calibrage peut impliquer les manipulations décrites dans le cadre des méthodes proposées plus haut.