

VÉRIFICATION DE LA TENUE DES COLLES ET DES COLLAGES AU LABORATOIRE DE TROPICALISATION DE L'O.R.S.T.O.M.

par A. DELRIEU,
Docteur-Ingénieur,
Directeur du Laboratoire
de l'O.R.S.T.O.M.

Revue Pratique de Contrôle Industriel Mars 1970

LE domaine ainsi abordé est extrêmement vaste, tant par la diversité des colles modernes que par la diversité des supports utilisés, des qualités demandées à la mise en œuvre et des exigences formulées vis-à-vis de la réalisation dans des conditions environnantes multiples.

Nous n'avons pas la prétention de traiter, même sommairement, un sujet aussi vaste, mais seulement de présenter quelques essais dans ce domaine que nous avons pu effectuer au laboratoire de Saint-Cyr à la demande de l'industrie privée ou de l'administration.

Ces essais, nous l'espérons, pourront montrer les difficultés que l'on rencontre pratiquement dans leur réalisation et les améliorations que l'on pourrait souhaiter.

Nous parlerons successivement des essais sur les colles et des essais sur les collages. Parmi les essais sur les colles nous citerons surtout les colles pour papier et parmi les essais sur les collages les collages de contreplaqués bois, les agglomérés de particules, les collages de meubles bois et certains collages bois et matières plastiques.

Pour commencer, nous précisons que nous ne sommes pas un spécialiste des collages, mais chargé de nous occuper d'un laboratoire dans lequel on étudie le comportement des matériaux en ambiance tropicale. On peut en effet étudier l'influence d'un grand nombre de paramètres sur le comportement des colles et des collages, mais étant donné la vocation de notre laboratoire qui dépend de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-mer, nous nous limitons à l'étude du comportement des matériaux en ambiance tropicale, ces matériaux pouvant être quelconques d'ailleurs.

L'ambiance tropicale est reproduite suivant des techniques de conditionnement classiques dans deux grandes chambres de 3 m x 4 m x 2,50 m de haut, dans lesquelles on peut, par conséquent, entrer et faire des essais facilement. Les atmosphères reproduites

dans ces chambres ne tiennent compte que de la température et de l'humidité. Elles comportent deux cycles qui sont les suivants :

1° - Cycle chaud et sec :

Pendant 4 heures, maintien de la température à 25°C et de l'humidité relative à 60 %.

Pendant 1 heure 30, élévation de la température de 25°C à 55°C et abaissement de l'humidité relative à 15 %.

Pendant 16 heures, maintien de la température à 55°C et de l'humidité relative à 15 %.

Pendant 2 heures, abaissement de la température de 55°C à 25°C et élévation de l'humidité relative à 60 %.

2° - Cycle chaud et humide :

Pendant 8 heures, maintien de la température à 38°C et de l'humidité à 90 %.

Pendant 1 heure, maintien de la température à 38°C et abaissement de l'humidité relative de 90 à 80 %.

Pendant 7 heures, maintien de la température à 38°C et de l'humidité relative à 80 %.

Pendant 4 heures, abaissement de la température de 38°C à 25°C et élévation de l'humidité relative de 80 à 95 %.

Pendant 3 heures, maintien de la température à 25°C et de l'humidité relative à 95 %.

Pendant 1 heure, élévation de la température de 25°C à 38°C et abaissement de l'humidité relative de 95 à 90 %.

Ces climats correspondent, pour la chambre sèche, à un climat des confins du Sahara ou du Sénégal et pour la chambre humide à un climat de forêt, type Abidjan. Les valeurs absolues des températures ont été légèrement majorées et les variations sont un peu plus rapides que dans la nature, mais le cycle de base est dérivé directement de relevés météorologiques.

Nous avons voulu, en choisissant ces températures, nous rapprocher le plus possible des conditions réelles d'utili-

sations. En conséquence il ne s'agit pas d'essais accélérés, les essais durent en général plusieurs mois, deux au moins.

Ici, il faut souligner deux points :

1° Les climats reproduits comportent des cycles dans lesquels varient, et la température, et l'humidité.

L'action sur le matériel est sensiblement différente de celle qu'on obtient avec des programmes dans lesquels la température et l'humidité sont maintenues constantes et ceci spécialement pour les collages.

La variation de température entraîne des dilatations linéaires en général différentes du joint de colle et du matériau collé, il s'ensuit des contraintes importantes au niveau du contact joint de colle - matériau collé, la variation d'humidité peut entraîner, de même, des gradients d'humidité à l'intérieur de matériaux hygroscopiques, donc des gonflements et des contraintes mécaniques.

L'alternance de ces contraintes peut donner lieu à une sorte de fatigue du joint de colle et amener une rupture qui ne se serait peut-être pas produite dans une atmosphère sans variations.

2° Les essais de moyenne durée, comme ceux que nous pratiquons, ont un avantage sur les essais accélérés, en ce sens qu'ils permettent de s'affranchir de l'hypothèse toujours présente, mais pas souvent formulée, des essais accélérés, à savoir que l'augmentation en intensité d'un paramètre, par exemple la température, compense la diminution d'un autre paramètre : le temps. Cette hypothèse est toujours lourde, en particulier pour la prévision du comportement dans la réalité.

C'est ainsi que nous avons constaté que le comportement de certains produits pharmaceutiques peut changer brusquement au-dessus d'une certaine température, supérieure à la normale, mais pas tellement, et qu'on rencontre, par exemple, dans certains essais accélérés. Peut-être en est-il de même de certaines résines employées dans la préparation des colles. On peut se poser la question

O. R. S. T. O. M. 31

Collection de Référence

n° 6389 ?

VÉRIFICATION DE LA TENUE

DES COLLES ET DES COLLAGES

AU LABORATOIRE DE TROPICALISATION DE L'O.R.S.T.O.M.

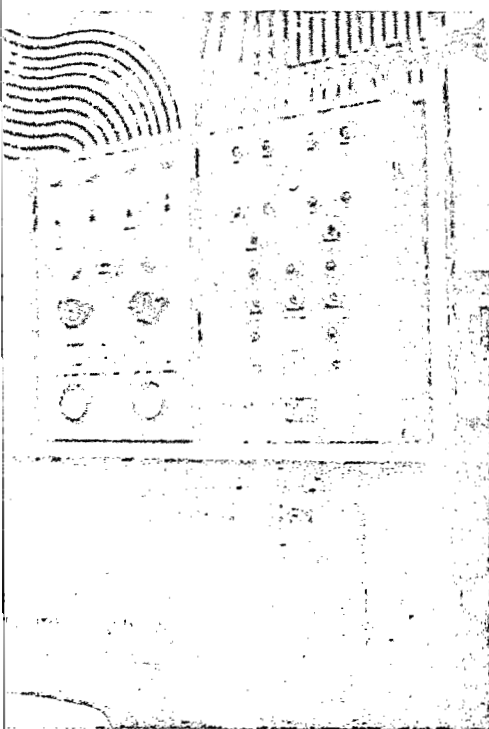


Fig. 1. — Armoires de régulation.

Pour en revenir au laboratoire de Saint-Cyr, nous y réalisons donc des atmosphères tropicales et plaçons à l'intérieur des chambres des matériaux divers en pratiquant divers tests demandés par les utilisateurs.

Nous avons à faire plus spécialement, bien sûr, à des fabricants ou des acheteurs qui désirent utiliser leur matériel outre-mer, mais cette condition n'est pas absolument nécessaire, puisqu'aussi bien on rencontre en France, même, des climats très humides et le travail, dans certaines industries, s'effectue dans des atmosphères chaudes et humides (teinturerie, laiterie, tissage, etc.).

Nous avons donc, dans cet esprit, effectué des essais portant sur des papiers gommés destinés, pour certains, à la fabrication des timbres poste outre-mer. Nous avons d'abord étudié le comportement au stockage dans les deux ambiances que nous avons définies plus haut. Les feuilles gommées étaient du format 21 x 27 et d'une part dans des emballages papier, d'autre part en vrac par paquets d'une dizaine de feuilles. Parmi les feuilles en vrac, les unes étaient libres, les autres sous une pression répartie de 0,1 bar. Tout ceci pour réaliser les diverses conditions d'utilisation des feuilles. Les vérifications faites pendant le stockage étaient d'une part l'adhérence entre les feuilles, d'autre part le pouvoir collant. L'adhérence était appréciée à la main en essayant de décoller les feuilles et noté suivant que les feuilles n'adhéraient pas, adhéraient mais pouvaient se décoller sans altération, ou avec délaminage du papier, ou en déchirant le papier.

L'appréciation du pouvoir collant aux différentes périodes de l'essai se faisait de la manière suivante :

Plusieurs échantillons des feuilles prélevées dans les chambres étaient humidifiés à l'aide d'un mouilleur du commerce en ayant soin que l'humidification soit toujours la même, ensuite collés sur une feuille de papier de qualité déterminée en maintenant un coin non collé. Au bout de cinq minutes on tentait de décoller le tout et on notait si la feuille se décollait sans délaminer, ou en délaminant le papier, ou en se déchirant. Les tentatives de décollage étaient faites à la main, toujours par le même opérateur, à une vitesse d'environ 1 cm/s. On pourrait bien sûr souhaiter une précision plus grande et employer un appareil spécial, qui existe paraît-il et permet d'éliminer le facteur personnel. Il serait souhaitable que ce type d'appareil soit recommandé lors de l'établissement d'une norme concernant ces essais.

De même, l'humidification constante et bien répartie d'une surface de papier gommé pose de sérieux problèmes et il paraît difficile à une norme de préciser la quantité d'eau à employer puisque la quantité optimum pour un bon collage varie avec la qualité de la colle, le support de papier et peut-être l'atmosphère environnante dans laquelle le papier gommé a été stocké.

Nous avons également étudié le comportement d'enveloppes de différents modèles, de différents papiers et utilisant des colles d'origine variable.

La tenue au stockage a été observée pour des enveloppes en emballages carton, tels qu'ils sont livrés dans le commerce, dans des enveloppes en vrac, disposées librement et d'autres sous une pression répartie de 0,1 bar.

Les enveloppes en boîtes carton étaient remplacées au fur et à mesure des essais par d'autres enveloppes neuves de manière à ce que la pression entre les enveloppes à l'intérieur de la boîte soit conservée.

On a observé, pour les enveloppes en vrac, une différence suivant que la patte était ouverte ou non. Le point serait à préciser dans une norme éventuelle.

L'adhérence des enveloppes entre elles, ou plutôt le blocking, c'est le terme technique, était apprécié à intervalles réguliers en prenant un paquet de dix enveloppes et en lui faisant subir une torsion à la main de manière que les pattes s'ouvrent d'elles-mêmes.

L'adhérence constatée était appréciée suivant quatre gradations. Il serait très souhaitable que l'on arrive à déterminer une mesure plus précise de ce genre de phénomène et en particulier ce qui est tolérable ou non pour l'utilisateur. Je pense à ceux qui utilisent des machines à coller les enveloppes. Il existe des machines de différents types et il serait bon de savoir quel est le minimum d'adhérence qu'on peut tolérer sur une enveloppe.

Le pouvoir collant était apprécié à peu près de la même manière que pour les feuilles de papier gommé, en humectant la partie collée des enveloppes avec un mouilleur à éponge en essayant de réaliser toujours la même humectation. Ce pouvoir collant était apprécié sur les feuilles ou enveloppes retirées des chambres et entreposées dans une ambiance normale pendant quatre heures. Ce serait probablement un point à discuter plus avant lors de l'établissement d'une norme.

Ici encore on a rencontré les difficultés signalées précédemment avec les feuilles de papier gommé, à savoir la variabilité d'une humectation optimum pour différentes enveloppes. Nous avons rencontré des collages sur certains papiers qui nécessitaient une humectation beaucoup plus abondante, ce qui était d'ailleurs signalé par le fabricant, sur le rabat de l'enveloppe elle-même, par exemple pour les kraft et les enveloppes avion avec certaines colles. Si l'établissement d'une norme est envisagée, il serait peut-être bon de laisser au fabricant le soin de préciser la quantité d'eau à utiliser pour mouiller convenablement ses enveloppes, et utiliser un appareil de mouillage qui permette de doser avec précision la quantité d'eau employée par unité de surface, ce qui n'est pas tellement immédiat.

Le pouvoir collant était apprécié en essayant d'ouvrir l'enveloppe au bout d'un temps déterminé, une minute. Ce temps avait été fixé par les fabricants de colle, il correspond plutôt, m'a-t-il semblé, au minimum de temps nécessaire pour que la colle soit prise, qu'à la réalité plus ou moins statistique des efforts de décollement exercés sur les enveloppes.

Les essais de décollement étaient effectués à l'aide d'un cylindre analogue à un crayon que l'on glissait dans une ouverture laissée non collée en haut de l'enveloppe, en commençant toujours par le même côté et en faisant rouler le crayon dans le sens de l'ouverture. Ces essais étaient effectués toujours par le même opérateur et notés selon quatre gradations, suivant que l'enveloppe se décollait sans délaminer le papier, en délaminant sur une petite surface, une grande surface ou en déchirant.

Nous n'avons pas la prétention d'avoir fait des essais extrêmement précis, mais tels quels ils donnent déjà des résultats appréciables et qui permettent d'effectuer un classement parmi les enveloppes essayées, classement qui, du reste, ne peut se diviser beaucoup plus.

Tous ces essais sur les colles nous ont permis de mettre en évidence un certain nombre de points importants. Tout d'abord, la très grande difficulté d'employer les colles à base de dextrine dans un climat tropical humide. Le pouvoir collant est très bon mais le blocking est réalisé très fortement en quelques jours. Les colles synthé-

tiques qu'on m'a présentées avaient en général une tenue meilleure en ce qui concerne le blocking, le pouvoir collant variait dans d'assez grandes proportions avec les papiers employés. Il y a certainement des associations comme-papier à proscrire. D'autre part, les quelques essais de gomme, mélange de dextrine et colle synthétique, n'ont pas semblé amener une amélioration sensible par rapport à la dextrine seule. La variation du pouvoir collant pendant les deux mois d'essais est assez faible, quelquefois il s'améliore en chambre sèche. On craignait la formation de film insoluble à la surface de la colle qui empêcherait le collage postérieur, mais il ne semble pas que ce phénomène se soit produit, tout du moins dans les deux mois qu'ont duré les essais et à la température utilisée.

On a noté des variations de brillant de la surface encollée qui doit correspondre à une certaine transformation de la couche supérieure et qui correspond à une diminution du pouvoir collant.

Cette variation du brillant étant d'ailleurs à éviter au point de vue psychologique, car l'utilisateur aime voir la surface brillante de la colle.

Les papiers encollés dont la surface ne présente pas l'aspect habituel rencontrent une certaine difficulté de diffusion indépendamment de leurs qualités fonctionnelles.

En chambre sèche on a constaté de légers blocking qui ne seraient sans doute pas dus à la présence d'humidité. En opposition avec le pouvoir collant, le blocking varie d'une façon très progressive avec le temps. Les feuilles ou les enveloppes placées sous une pression répartie permettent de repérer plus rapidement les défaillances du blocking.

Cette disposition est donc à conserver dans les essais puisque, au reste, elle reproduit ce qui se passe dans la réalité, lorsque les utilisateurs placent une pile de feuilles encollées sous un poids pour les maintenir pendant une période d'utilisation.

Signalons en passant une autre disposition que nous avons employée à une certaine époque et qui consistait à étudier le comportement des feuilles gommées disposées gomme contre gomme.

Les résultats obtenus jusqu'à présent nous ont conduit à supprimer cette manière de faire, qui constitue une épreuve que les colles actuelles ne peuvent pas encore supporter.

D'une manière générale, les épreuves que nous avons fait subir aux feuilles gommées semblent assez bien correspondre à la réalité, puisque des feuilles que nous avons jugées bonnes pour un emploi en climat tropical ont donné satisfaction lors d'un emploi réel et prolongé dans de nombreuses contrées d'Afrique.

Il faut cependant mentionner un cas particulier, du reste assez instructif, dans lequel on nous a signalé des dif-

ficultés survenues à Douala. Sans avoir eu la possibilité d'aller enquêter sur place, nous pensons qu'il s'est agi de conditions spéciales dues au micro-climat particulier de cette station.

Il est bien évident que les essais que nous faisons ont lieu dans une atmosphère très chargée en humidité mais n'atteignant quand même pas la saturation. Les utilisateurs doivent être avertis dans ce sens, et nous ne manquons pas de le faire quand nous en avons l'occasion. Lorsqu'on transporte un objet ayant pris une certaine température, par exemple un lot de feuilles gommées conservées dans un coffre dans une certaine pièce, si la pièce dans laquelle les feuilles sont amenées a une température supérieure à la précédente et une humidité voisine de la saturation, il se formera une condensation à la surface des feuilles. C'est une manière originale d'humecter une feuille gommée, mais c'est aussi plus souvent une source d'ennuis puisque les feuilles vont se coller entre elles.

Aucune colle, bien entendu, ne peut supporter un pareil traitement, et nous devons donc signaler aux utilisateurs d'éviter de transporter des enveloppes ou des feuilles gommées d'une pièce relativement froide dans une autre, dans les climats particulièrement humides.

Ces précautions d'emploi sont relativement faciles à appliquer.

Il est plus difficile par contre de se prémunir contre une montée brusque en humidité et en température de l'atmosphère. Si le papier dont l'inertie thermique est assez grande, ne suit pas la montée en température, il se trouvera à un moment donné à une température inférieure à la température de rosée de l'atmosphère, et la condensation pourra se produire.

On nous a déjà signalé des phénomènes de ce genre dans certaines régions, et c'est peut-être ce qui explique les difficultés rencontrées, par exemple, à Douala.

Nous allons maintenant abandonner les colles pour nous intéresser plus particulièrement aux collages.

En ce qui concerne les papiers et enveloppes, nous avons essayé également la tenue du collage, collage qui était réalisé par nos soins dans les meilleures conditions sur des échantillons n'ayant pas subi de passage dans les chambres.

Les échantillons collés étaient ensuite entreposés dans les atmosphères décrites plus haut et testés à intervalles réguliers (huit jours) avec la même méthode qui nous avait servi à apprécier le pouvoir collant, 1 minute ou cinq minutes après collage.

Les résultats recourent sensiblement ceux obtenus dans l'appréciation du pouvoir collant. Il ne semble pas que le joint de colle une fois constitué souffre beaucoup des conditions environnantes réalisées dans les chambres. La nature du matériau support et son peu d'épaisseur expliquent probable-

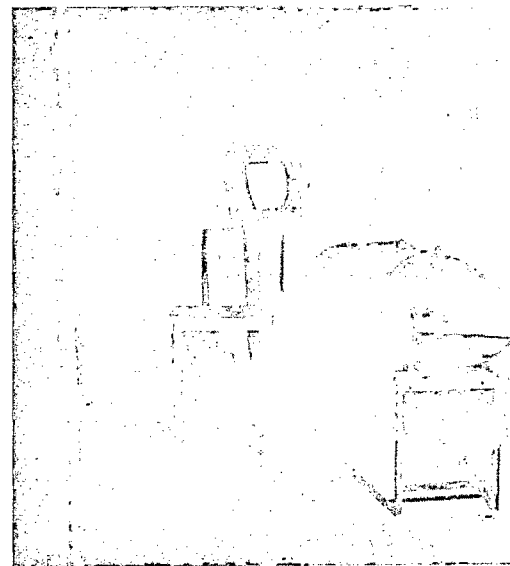


Fig. 2. — Vue de l'intérieur de la chambre sèche.

ment ces résultats. Dans un autre domaine, celui des collages bois sur bois, nous avons eu l'occasion d'essayer des meubles destinés à être exportés dans des pays d'outre-mer.

Aucun décollement ne s'est produit. Par contre un placage de chlorure de vinyle sur bois s'est décollé au bout de quelques cycles, mettant en évidence l'insuffisance du collage réalisé.

Dans ces essais, les meubles étaient simplement entreposés dans les chambres et examinés périodiquement, les collages étaient donc simplement soumis au travail normal que subissait l'assemblage au cours des diverses dilatations dues aux variations de température, ce qui correspondait d'ailleurs à une utilisation normale dans ces climats.

Nous avons également entreposé, dans les chambres, divers contreplaqués d'une épaisseur allant jusqu'à 10 mm et noté les diverses flèches entre appui ainsi que les décollements possibles.

Enfin des agglomérés de particules de bois ont été essayés en vue de déterminer la contrainte de rupture et le module d'élasticité en flexion, sous charge concentrée au milieu de la distance entre appuis, suivant la norme AFNOR.

Les essais étaient effectués sur une machine de flexion, en notant les charges supportées, la flèche correspondante et les contraintes de rupture à la flexion et le module d'élasticité déterminés suivant les formules prévues par la norme.

Nous espérons avoir ainsi montré, non seulement des résultats encourageants dans le domaine des colles et collages, mais aussi les possibilités très diverses d'un laboratoire ouvert à tous ceux qui de près ou de loin ont un problème concernant la tropicalisation. Nous serons toujours très heureux de les accueillir.