Systèmes à durcissement par UV/EB pour applications intérieures

TEXTE: STEPHAN PEETERS, CYTEC

Les exigences environnementales deviennent de plus en plus strictes, tant au niveau national qu'international. Bien entendu, cette évolution influence également les industries qui produisent ou utilisent des vernis et/ou peintures. Mais ces produits doivent aussi présenter les qualités techniques requises comme la résistance à l'usure, aux rayures et aux taches, etc. Les systèmes à durcissement par UV/EB réussissent à combiner ces deux types d'exigences.

En date du 11 mars 1999, l'Union européenne a approuvé une directive (1999/13/CE) qui stipulait que pour 2007, l'émission de substances organiques volatiles (SOV) dans la fabrication des finitions devrait être réduite à un tiers par rapport à 1990, et ce pour toutes les lignes de production, existantes ou nouvelles.

Systèmes de finition à durcissement par UV/EB

La technologie UV/EB a été développée et commercialisée dans les années '70 ; elle est actuellement appliquée dans de nombreux domaines, tant dans le secteur graphique que dans l'industrie des peintures et vernis. Cette technologie se caractérise par le fait que le séchage ne résulte pas de l'évaporation des substances volatiles mais d'une réaction chimique provoquée par rayonnement UV ou par électrons accélérés (Electron Beam ou EB). Ces systèmes de finition ne contiennent donc pas de solvants.
Par l'effet du rayonnement, des radicaux sont formés qui provoquent la réaction des agents actifs avec les résines et les diluants de façon à former un réseau tridimensionneL. La formation de ce réseau est déterminante pour les propriétés telles que la résistance à l'usure, aux rayures et aux taches.

En fonction des propriétés requises, on utilise différents types de résines. Les principales sont :
- les uréthanne-acryliques qui sont avant tout flexibles et caoutchouteuses. Certains types ont une bonne résistance aux intempéries ;
- les époxy-acryliques, très dures ;
- les polyester-acryliques qui peuvent avoir des propriétés très variées suivant le degré de viscosité.

Ces produits peuvent être mélangés en vue d'obtenir les propriétés désirées.

Autres systèmes

UV–PUD à base d'eau

Les systèmes dont il a été question sont liquides et contiennent 100% de matières actives UV/EB. D'autres systèmes ont été développés récemment, notamment les UV-PUD à base d'eau, qui se composent d'une dispersion active UV/EB dans de l'eau. L'avantage de ce système est qu'on peut facilement adapter la viscosité aux exigences de la technique d'application (par ex. pistolage) en augmentant ou en réduisant la quantité d'eau, sans pour autant influencer les propriétés finales de la couche. Le plus souvent, ces produits cessent de coller lorsque l'eau s'est évaporée. La formation de réseau responsable des propriétés définitives se fait grâce au rayonnement.

Poudres UV

Un autre développement récent concerne les poudres UV. Comme le terme l'indique, il s'agit de systèmes sous forme de poudre, qui sont appliqués par pulvérisation, par fusion et par exposition au rayonnement UV, ce qui donne lieu à une réaction comparable à celle des vernis liquides. Par rapport aux peintures en poudre traditionnelles, qui sont surtout utilisées pour la finition de métaux, l'avantage est ici la température de fusion nettement moins élevée. De ce fait, les poudres UV peuvent également être utilisées avec des matériaux qui sont plus sensibles à la chaleur, comme le bois.

Avantages des systèmes à durcissement par UV/EB

Les systèmes à durcissement par UV/EB offrent de nombreux avantages :
- consommation d'énergie moins élevée lors du séchage ;
- meilleure productivité grâce au séchage très rapide ;
- pas d'émission de solvants ;
- gain de place, l'appareillage UV ou EB étant moins encombrant qu'un tunnel de séchage thermique ;
- entretien aisé des équipements, le vernis ou la peinture ne séchant pas sur les rouleaux puisque ces systèmes sèchent seulement sous l'effet des rayons UV ou EB ;
- possibilité d'obtenir différents degrés de brillance ;
- finition de haute qualité ;
- pas de séchage thermique, donc utilisables sur matériaux sensibles à la chaleur.

Inconvénients des systèmes à durcissement par UV/EB

La perfection n'existant pas, ces systèmes comportent aussi certains inconvénients :
- Étant donné que le taux de viscosité n'a pas été ajusté par addition de solvants mais par incorporation de matériaux à viscosité réduite, il faut souvent chercher un compromis entre les exigences relatives à l'application de la couche de finition (principalement la viscosité) et celles relatives aux propriétés finales. Il est parfois difficile de développer un système présentant une bonne adhérence sur des matériaux non poreux dans la mesure où de grandes quantités de liants à viscosité réduite et à haute fonctionnalité peuvent causer un retrait trop important.
- Les frais importants qu'entraîne l'acquisition de ce type d'installation peuvent avoir un effet dissuasif. De plus, il faut un élément chauffant (un four) pour la fusion des poudres UV et pour l'évaporation de l'eau des dispersions à durcissement par rayonnement.
- la réaction ne se produit que dans les zones soumises au rayonnement. Les objets sont donc plus difficiles à traiter que les surfaces dans la mesure où il ne peut pas y avoir de « zones d'ombre ». L'évolution des installations UV s'est considérablement accélérée récemment. Ainsi, des installations qui autorisent des applications telles que la finition et le séchage de chaises peuvent à présent être construites. Pour remédier au fait que seules les zones soumises au rayonnement sèchent, il est possible de combiner les systèmes à durcissement par rayonnement et les systèmes «classiques», comme les isocyanates. Les produits sont alors appliqués comme un système à deux composants. Après le mélange et l'application proprement dite, les rayons UV provoquent un séchage immédiat de la couche de finition, afin que l'élément puisse être soumis aux opérations suivantes. La réaction des isocyanates, par contre, se fait lentement, jusqu'à ce que les propriétés définitives soient obtenues. Dans les «zones d'ombre» ou dans les pores de matériaux poreux, le produit pourra sécher définitivement grâce aux isocyanates.

Installations pour le séchage UV/ EB

Les installations de séchage utilisées pour les systèmes UV/EB diffèrent considérablement de celles qui sont utilisées pour les systèmes classiques. La plupart font appel aux UV ; les lampes UV en sont les éléments principaux. Elles sont comparables aux lampes de lits solaires mais l'énergie qu'elles libèrent est beaucoup plus élevée. On utilise des réflecteurs pour appliquer les rayons UV le plus efficacement possible. Suivant le type de réflecteur, la lumière est distribuée en bandes parallèles ou focalisée en ligne. L'élément doit se situer au centre du foyer pour une utilisation optimale des rayons. Si les éléments ne sont pas

entièrement plans, il est conseillé d'utiliser les bandes parallèles.
Compte tenu de l'importance de l'investissement qu'il réclame, le système EB n'est utilisé que pour les grands volumes. Dans certains cas toutefois, le système EB donne un meilleur résultat. Le principe des électrons accélérés est comparable à celui de l'écran d'une télévision. Les électrons sont stimulés dans une cathode, orientés et accélérés, afin qu'ils aient suffisamment d'énergie pour générer, au contact de la couche de finition liquide, la réaction qui provoque la polymérisation.

Techniques de finition

Toutes les techniques de finition classiques sont utilisées avec les systèmes à durcissement par rayonnement. Le choix dépend du type de substrat, de la viscosité du produit de finition et, dans certains cas, des propriétés désirées. Le tableau ci-dessous donne un aperçu des différentes possibilités.

Tableau 1: Techniques de finition pour systèmes à durcissement par rayonnement

Technique de finition	Type de produit	Epaisseur de la couche (g/m²)	Viscosité (mPa.s)	Substrat
Machine à cylindre	Matière 100 % sèche A base d'eau	5-30	500-10000	plan, pas de structure
Machine à rideau	Matière 100 % sèche A base d'eau	80-100	150-250	plan, légèrement structuré
Pistolage	Matière 100 % sèche A base d'eau Poudres UV	25-100	30-100	Plan 3D
Machine opérant sous vide	Matière 100 % sèche	20-30	50-200	Profilés

Applications

Les systèmes à durcissement par rayonnement sont utilisés dans différents domaines. Le lecteur trouvera ci-après un aperçu (non limitatif) des principales applications de ces systèmes dans l'industrie du bois. Il s'agit d'applications industrielles, c'est-à-dire de la finition préalable dans les entreprises de la transformation du bois et non pas du marché du bricolage ou de la peinture professionnelle.

Revêtements de sols

Les parquets et planchers constituent une part très importante des substrats plans sur lesquels une finition à durcissement par rayonnement est appliquée. Les raisons principales sont la productivité et surtout la qualité élevée de la finition. Cette technique est également appliquée avec les revêtements de sol à placage.
Dans la catégorie des **revêtements de sol stratifiés**, la finition UV est utilisée lorsque du papier décoratif imitant le bois est collé sur un substrat en bois ou en MDF. On distingue deux possibilités : soit le papier est d'abord traité au moyen d'un vernis protecteur et ensuite collé sur le substrat en bois ou en MDF, soit le papier est d'abord collé et ensuite pourvu d'une finition. L'ordre des opérations dépendra des entreprises qui effectuent les travaux. Généralement, le fabricant du papier décoratif ne fait pas partie de la filière bois et vend ses produits à l'industrie du bois qui effectue le collage et produit le panneau de parquet proprement dit. Le cas échéant, on collera du papier non traité sur le substrat et on appliquera ensuite la couche de finition.
Dans le cas de **parquets et planchers**, on utilise généralement une machine à cylindre pour l'application des couches de finition. Pour une finition de qualité, plusieurs couches sont requises en vue d'obtenir une couche totale de 60-70 g/m². Après le ponçage du bois, une couche de

fond est appliquée, suivie de deux ou trois couches intermédiaires et d'une couche supérieure d'une grande solidité qui détermine également le degré de brillance. Les systèmes à durcissement par UV ont une très bonne résistance à l'usure et aux taches. Il existe également des systèmes qui ont un effet ignifuge, ce qui est particulièrement intéressant pour les bâtiments publics. Récemment sont apparues les huiles durcissant sous l'effet du rayonnement UV. Elles forment une couche nettement moins épaisse. La finition au moyen d'huiles à durcissement UV donne un résultat « naturel » qui est comparable au traitement à l'huile de lin. L'avantage des huiles UV est que le système est sec immédiatement après le rayonnement UV et que la finition et l'emballage du produit peuvent donc se faire rapidement. L'huile séchée aux rayons UV offre une meilleure protection aux taches et aux salissures que l'huile séchée à l'air.

Menuiserie

Un autre domaine d'application est la menuiserie industrielle : portes, panneaux en bois pour parois et plafonds, plinthes et profils. Les avantages du traitement UV/EB dans ces applications sont essentiellement liés à la productivité élevée de la technique et au fait que les produits peuvent être emballés et empilés immédiatement après la finition et l'exposition au rayonnement. En fonction de l'utilisation, d'autres propriétés peuvent également être importantes, comme la résistance à l'usure et aux taches.
Les portes peuvent être pourvues d'une couche de vernis protecteur ou de peinture. Dans ce cas, on utilisera une machine à rideau. Lorsque la couche de peinture est relativement épaisse, un traitement à durcissement par EB est conseillé.
Pour le traitement de panneaux en bois, on utilisera une machine à cylindre. Une machine opérant sous vide est intéressante pour le traitement de profils. L'entrée et la sortie ont le même profil que le produit auquel doit être appliquée la finition. L'épaisseur des couches ainsi que la dispersion de la couche de finition sont réglées au moyen d'une sous-pression dans la machine, ce qui permet de « racler » le produit de finition superflu et de le réintégrer dans le système. Certaines techniques de pulvérisation conviennent également pour ces structures profilées. Dans ce cas, on peut appliquer soit des systèmes 100% UV/EB soit des produits à durcissement par rayonnement à base d'eau ou de poudre.

Industrie de l'ameublement

La technologie UV/EB est également couramment appliquée dans l'industrie de l'ameublement. Dans ce secteur, c'est la grande flexibilité en matière de produits et de techniques d'application qui est particulièrement intéressante. On distingue d'abord la finition de panneaux plans, qui sont ensuite assemblés, de celle d'objets tridimensionnels tels que les chaises. Ici aussi, on utilise tant du bois massif que du placage et du papier décoratif. D'autres produits à base de bois, comme les panneaux de particules, MDF et HDF sont également courants. Pour illustrer cette diversité, nous donnons ci-dessous un aperçu de plusieurs matériaux utilisés dans l'industrie de l'ameublement, avec la technologie de finition à durcissement par rayonnement qui peut leur être appliquée.

Pour les **panneaux plans** en bois, panneaux de particules ou MDF – à l'aspect « naturel » ou revêtus d'une feuille décorative – on utilise surtout les systèmes 100% UV pour la couche de protection. Comme mentionné ci-dessus pour les parquets et planchers, on appliquera généralement

plusieurs couches successives. Ces couches offrent une protection contre les rayures et les taches et influencent également l'aspect esthétique puisqu'il est possible d'obtenir des surfaces mates ou brillantes. Les produits utilisés sont des vernis prêts à l'emploi mais également des peintures.
Outre les systèmes 100% UV/EB, on peut aussi utiliser des produits UV à base d'eau ou des poudres UV. Le choix se fait surtout en fonction de la technique d'application. On peut également utiliser des poudres UV pour une couche structurée ou pour des effets spéciaux, comme une figure mouchetée « poivre et sel ».

COMPOSITION DES VERNIS ET PEINTURES

La composition typique de vernis ou peintures est la suivante :

- une ou plusieurs résines qui déterminent les propriétés de base du système et qui contiennent des agents chimiques (principalement des groupes acryliques) ;
- une ou plusieurs couches de liants visqueux (également avec des fonctions acryliques) qui servent surtout à ajuster le degré de viscosité. Ils sont incorporés lors du séchage et influencent donc les propriétés finales ;
- dans le cas des produits UV, un photo-initiateur qui, sous l'effet des rayons ultraviolets, produit des radicaux qui amorcent la réaction ;
- des additifs (comme dans les systèmes classiques) pour la fluidité, ou contre la formation de mousse, etc. ;
- éventuellement des agents de matage ou des charges ;
- dans le cas de peintures, des pigments.

Pour les **panneaux plans profilés,** on utilise surtout des techniques à rideau ou par pulvérisation. Il peut s'agir de systèmes 100% UV, mais il y a certaines limitations en ce qui concerne la viscosité. Il peut être plus indiqué d'utiliser des produits UV à base d'eau ou des poudres UV. Cette finition constitue une solution de rechange pour les feuilles thermoplastiques qui sont souvent utilisées dans le revêtement de panneaux MDF. Ici aussi, les systèmes à durcissement par rayonnement offrent un haut degré de protection combiné à un large choix esthétique.

Pour les **objets tridimensionnels**, comme les chaises par exemple, on utilise des techniques par pulvérisation. Dans ce cas-ci, la conception de l'installation de séchage par UV joue un rôle essentiel car toutes les parties de l'objet doivent être exposées aux rayons. On fera généralement effectuer à l'objet un mouvement de rotation face aux lampes. Les systèmes à 100% UV et les systèmes UV à base d'eau offrent ici les possibilités les plus intéressantes.

Autres domaines

Le **secteur graphique** est un autre domaine d'application des systèmes à durcissement par rayonnement. On y utilise les techniques UV et EB sur nombre de substrats, comme le papier, le carton, le plastique et le métal pour imprimés et emballages, tant pour l'encre d'imprimerie que pour des

produits de finition qui confèrent aux imprimés un aspect mat ou brillant.
Les produits de protection pour matières plastiques constituent un autre domaine d'application important de cette technologie. Pensons aux produits de finition anti-rayures pour phares d'autos, casques et visières de motos, mais également aux couches anti-usure de revêtements de sol en PVC, aux produits de protection pour emballages de cosmétiques ou de CD.
Les fibres optiques et l'**électronique** sont d'autres applications courantes de cette technique de finition par ailleurs de plus en plus présente également dans les secteurs du **métal**, du **verre** et des **adhésifs**.

Conclusion

Les matériaux à durcissement par rayonnement ont conquis leur place dans l'industrie du bois. Grâce à la grande diversité des types de produit, techniques de finition et composition des couches, ces systèmes offrent des solutions appropriées à de nombreuses applications du bois. Leurs atouts sont les propriétés qualitatives élevées de la couche de finition, la haute productivité et le respect de l'environnement. Grâce aux avantages techniques qu'elle présente et à la pression croissante pour réduire l'utilisation de solvants (SOV), l'utilisation des technologies à durcissement par rayonnement poursuivra sans aucun doute son ascension, non seulement dans l'industrie du bois mais dans le secteur de la finition en général.