

Valorisation des huiles recyclées pour le décoffrage du béton – Etude des parements par analyse d’images

Libessart Laurent¹, Djelal Chafika¹

¹ Univ. Artois, IMT Nord Europe, Junia, Univ. Lille, ULR 4515, Laboratoire de Génie Civil et géo-Environnement (LGCgE), F-62400 Béthune, France

RESUME L’utilisation des huiles recyclées pour le décoffrage du béton est une voie de valorisation intéressante pour les industriels. En effet, une entreprise spécialiste de la récupération et du traitement des huiles usagées a mis au point différents procédés permettant de générer des huiles industrielles ayant déjà été utilisées. Un marché pour cette entreprise concerne les huiles de décoffrage. Afin d’étudier les propriétés de ces huiles, deux formulations ont été testées, une base et une base avec solvant. Les propriétés physico-chimiques ont été déterminées par le calcul des énergies d’adhésion puis une étude portant sur la qualité des parements est réalisée à vue et par analyse d’images à 1 jour et 7 jours après décoffrage. Les résultats obtenus ont été comparés à une huile à base végétale commercialisée.

Mots-clefs huiles recyclées, adhésion, esthétique des parements, analyse d’images

I. INTRODUCTION

La valorisation des matières premières est nécessaire dans le monde du bâtiment. Dans cet optique, une entreprise spécialisée dans la récupération et du traitement des huiles usagées a mis au point des procédés permettant de régénérer des huiles industrielles de type « claires » telles que les huiles diélectriques, hydrauliques, minérales et végétales. Les différentes étapes de régénération sont une déshydratation des huiles, une filtration et une ré-additivation aux normes suivant un cahier des charges défini avec le client. 98% des huiles sont valorisées sous la forme d’huile de base pour l’industrie tandis que les produits résiduels sont traités en centre de valorisation énergétique comme appoint. Un marché pour cette entreprise concerne les huiles de décoffrage. En effet, pour faciliter le démoulage du béton et protéger les surfaces des coffrages contre la corrosion, les agents de démoulage sous forme d’huile ou d’émulsion sont fortement utilisés dans l’industrie du bâtiment et de la préfabrication. La qualité finale des parements dépend aussi des caractéristiques physico-chimiques des produits démoulants utilisés. Ils doivent être appliqués de manière homogène sur l’ensemble du coffrage, sur une surface propre, en couches minces et d’épaisseur uniforme. Le but de cette étude est donc d’étudier la faisabilité d’employer des formulations des huiles recyclées afin de les utiliser comme huile de décoffrage.

II. LES HUILES DE DECOFFRAGE

Les huiles de démoulage sélectionnées sont à base végétale avec : une huile entière de couleur jaune clair et deux huiles recyclées de couleur bleu-vert. La formulation R2 est composée de la base R1 avec ajout de solvant. Le tableau 1 présente les différentes caractéristiques. La viscosité des huiles est déterminée à l'aide d'un viscosimètre HAAKE VT550 équipé d'un cône de 1°. Les énergies d'adhésion ont été calculées sur la surface de coffrage acier grâce à l'équation de Zisman.

TABLEAU 1. Propriétés des huiles de démoulage

Nature de l'huile	Base végétale recyclée	Base végétale recyclée avec solvant	Pur végétale commercialisée
Référence	R1	R2	V1
Densité	0.98	0.88	0.91
Viscosité à 20°C (mPa.s)	42	5.8	23.4
Tension superficielle L/V (mN/m)	35.8	31.1	33.6
Angle de goutte (°)	15.8	15.4	19.5
Energie d'adhésion (mN/m)	70.3	61	65.3

Les viscosités dynamiques à 20°C sont comprises entre 6 et 42 mPa.s, ce qui correspond aux valeurs utilisées en BTP [Libessart, 2014]. La présence du solvant dans R2 réduit la viscosité de R1. L'application par pulvérisation devrait être davantage homogène sur la surface du coffrage. Il faudra tout de même être vigilant avec le surdosage et ainsi éviter les coulures d'huiles. Les tensions superficielles Liquide/Vapeur sont comprises entre 25 et 35 mN/m ce qui correspond aux recommandations faites sur d'autres agents de démoulage [Libessart, 2015]. Il avait été montré qu'une valeur minimale de 30 mN/m permettait d'obtenir une énergie adhésion efficace. Pour cette étude, les huiles sélectionnées possèdent les tensions de surface recommandées.

II. ESTHETIQUES DES PAREMENTS

A. Le béton

Le béton utilisé est un béton traditionnel avec un rapport E/L égal à 0,57 et un rapport G/S égal à 1,27. L'ouvrabilité mesurée au cône d'Abrams est comprise entre 12 et 14 cm. La composition est la suivante pour 1m³ : 232 kg de ciment CEMI 52,5 CP2, 77 kg de fillers calcaire, 838 kg de sable 0/4, 287 kg de gravier 4/8 et 778 kg de gravier 6/20. La confection des bétons nécessite un mode de malaxage bien défini. La norme NF P 18-404 intitulée « Bétons – Essais d'étude, de convenance et de contrôle – Confection et conservation des éprouvettes ») a été prise en compte.

B. Analyse de l'esthétique des parements

Les huiles de démoulage ont été appliquées par pulvérisation sans raclement sur les surfaces de coffrage en acier. Les tests ont été effectués en laboratoire à température ambiante (environ 20 °C). Le béton a été coulé simultanément dans les moules composés de parois de coffrage en acier fournies par OUTINORD (30*30*30 cm³). Le béton est introduit dans les moules en deux couches,

puis vibré en cinq points différents. Les blocs de béton sont décoffrés 12h après le coulage et sont ensuite stockés dans le laboratoire à une température de 20°C +/- 2°C et à une humidité constante de 60% +/- 5%.

Le défaut le plus significatif pour un parement est la variation de teinte [Lemaire, 2005]. C'est la différence visuelle entre des zones de grandes surfaces juxtaposées. L'échelle de notation du CIB [CIB, 1973] et la norme française P18-503 permettent d'apprécier ces aspects de surface d'un parement en béton. Le microbullage (diamètre est inférieur à 2mm), le poussierage, l'encrassement et les points d'accroche sont les paramètres complémentaires qui vont caractériser la qualité du décoffrage [Libessart, 2014]. L'analyse de la variation de teinte est définie par analyse d'images. Les parements obtenus ont été photographiés à 1 jour et 7 jours après le décoffrage. La première étape de la mesure consiste en un examen général du parement avec prise de clichés photographiques de l'aspect global. Les parements obtenus à 1 jour sont présentés à la figure 1. L'analyse visuelle montre peu d'encrassement et de points d'accroche. De plus, il n'y a pas de poussierage constaté sur les parements. Le microbullage est très peu présent (0.35% en moyenne). La zone d'ombrage créé par le trou formé par la bulle d'air dans le parement ainsi qu'un seuillage adapté permettent une détermination précise par analyse d'images. La composition des huiles recyclées n'empêche donc pas les bulles d'air de remonter à la surface.



FIGURE 1. Parement en béton de R1, R2 et V1 à 1 jour

Concernant les images des parements, dans un premier temps, la photo est ajustée pour obtenir une image sans arrière-plan pouvant influencer l'analyse. Dans un deuxième temps, la teinte, la luminosité et la saturation sont améliorées, puis une binarisation par seuillage est réalisée. Cette étape est la plus importante. Pour déterminer la valeur du taux de variation de teinte, il est nécessaire de définir une échelle de mesure. Pour finir, le calcul des aires « noires » est réalisé.

Le tableau 2 présente l'ensemble des résultats de variations de teinte pour les agents de démoulage étudiés. Il apparaît une différence de teinte entre les huiles recyclées et l'huile commercialisée plus significative à 1 jour. Les variations s'estompent fortement et se stabilisent au bout de 7 jours pour obtenir des parements de bonne qualité. Les huiles recyclées ne sont pas à utiliser pour réaliser des parements architectoniques mais davantage sur des voiles avec peinture, bardage ou plâtrerie.

TABLEAU 2. Pourcentage des variations de teinte à 1 jour et 7 jours

	1 jour (%)	7 jours (%)
R1	22.1	5.5
R2	19.4	5.0
V1	10.5	1.2

La figure 2 présente la variation de teinte pour les parements obtenus avec les huiles R1, R2 et V1 (de gauche à droite). Les zones noires montrent la variation de teinte créée à partir de la teinte de référence choisie sur l'échelle du CIB. Il n'y a pas de nuance de gris. Toutes les zones possédant une valeur supérieure de teinte au niveau 1 sont mises en noir. Le bullage peut légèrement influencer les valeurs, il est nécessaire de le retirer lors du calcul.

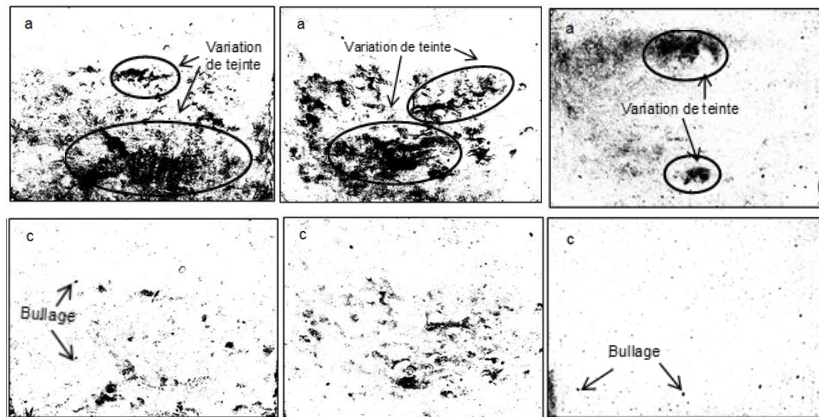


FIGURE 2. Analyse d'images de R1, R2 et V1 à 1 jour (a) et 7 jours (c)

III. CONCLUSION

Les huiles recyclées étudiées montrent des performances physico-chimiques intéressantes avec des angles de goutte proches de 15° et des tensions superficielles L/V proches des 30 mN/m. Ceci leur confère une énergie d'adhésion performante. Les parements sont d'une qualité inférieure à ceux de l'huile commercialisée mais sont tout à fait acceptables. La présence de solvant influence davantage la viscosité que les propriétés de tension de surface. Il n'apporte pas d'amélioration au niveau de la qualité des parements. Pour conclure, la formulation recyclée R1 à base végétale peuvent être appliquée directement par pulvérisation. Elle permet un décoffrage du béton efficace avec une qualité de parement à 7 jours acceptable pour un voile en béton. Cette étude ouvre la voie aux filières du recyclage pour d'autres types huiles (alimentaire, frites, ...).

REFERENCES

Libessart L., Djelal C., & de Caro, P. (2014). Influence of the type of release oil on steel formwork corrosion and facing aesthetics. *Construction & Building Materials*, 68, 391–401. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.06.065>

Libessart, L., de Caro, P., Djelal, C., & Dubois, I. (2015). Correlation between adhesion energy of release agents on the formwork and demoulding performances. *Construction & Building Materials*, 76, 130-139. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.11.061>

Lemaire, G., Escadeillas, G. & Ringot, E. (2005). Evaluating concrete surfaces using an image analysis process. *Construction & Building Materials*, 19, 604–11. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2005.01.025>

CIB. (1973). Tolérances sur les défauts d'aspect du béton », *Rapport n° 24 – n°1189*.