

Rapport technique / domaine du bâtiment et du génie civil

Contenu : Les peaux de coffrage

Rédaction : Dylan Nowak, Cédric Ayer / 1700 Fribourg

Date : 17 février 2020 / correction le 31.03.2020 V2

La « Peau » c'est une question d'apparence !

L'architecture se caractérise de plus en plus par sa personnalisation et son caractère unique de la surface. En effet, les ouvrages communiquent des formes d'expression intéressantes, à l'intérieur comme à l'extérieur. L'une des raisons qui pousse les différents concepteurs de projet à garder le béton comme matériaux de construction est qu'il permet un espace de liberté de finition et de réalisation supplémentaire qui continue à séduire l'architecture.

La peau de coffrage est rendue visible par une empreinte laissée à la surface du béton. La précision de cette dernière dépend du béton, de la peau de coffrage et de l'huile de décoffrage choisie. En effet, la moindre aspérité sur le revêtement de bétonnage va marquer le béton et influencer son apparence au décoffrage.

Les favoris...

Les peaux Bakélisés

Pour commencer, qu'est ce qu'un panneau de coffrage en Bakélite ?

C'est un revêtement de la famille des enduits qui recouvre le panneau en bois afin de lui donner une propriété pratiquement étanche et une surface lisse afin de garantir un rendu de bonne qualité qui peut correspondre aux critères d'un béton apparent.

**La Bakélite est la marque de fabrique d'un matériau de la classe des phénoplastes. Ce fut le premier plastique réalisé à base de polymères synthétiques. Elle commença à être développé entre 1907 et 1908 par le chimiste belge Leo Baekeland (Enduit d'application sur la surface du bois).*

Les caractéristiques techniques

Concernant les panneaux en bakélite, ils sont principalement réalisés avec du contreplaqué plutôt qu'avec du 3 plis car le premier est moins cher ce qui permet une réelle concurrence sur le marché. C'est pourquoi nous ne parlerons que du contreplaqué étant donné que c'est le plus utilisé.

Donc, les performances de la peau en contreplaqué bakélisé dépendent de son essence de bois. En effet, il peut être fabriqué en :

Bois de bouleau : Avec ce type de bois, nous sommes directement dans le haut de gamme en raison de sa robustesse et de sa durabilité dans le temps ou résistance à l'usure. En effet, c'est le type de bois faisant parti des plus résistants utilisés.

Bois de peuplier : C'est le bois d'entrée de gamme principalement réservé à la fabrication de panneau de coffrage en série mais avec une faible résistance en milieu humide. Ce qui a pour conséquence de limiter son nombre d'utilisation et donc un remplacement plus fréquent. Faire attention au rapport investissement de base par rapport à la rotation d'utilisation afin d'éviter des surprises financières.

Nombre de réemploi environ de 6 à 15 fois et plus pour les bois plus haut de gamme mais à préciser avec le fournisseur choisi.

Bois d'eucalyptus : Celui-là, peut se classer en moyenne gamme, ce qui veut dire qu'il a une meilleure résistance que le peuplier mais reste en dessous du bois de bouleau. Il est aussi utilisé dans la fabrication de panneau de coffrage mais est déjà d'une certaine qualité. A notre sens, un bon compromis rapport qualité, prix, utilisation.

Après l'essence du bois utilisé, vient le film de phénolique/Bakélite (plastique) : C'est un film collé et pressé à chaud sur le panneau afin de lui apporter étanchéité, protection et surface lisse qui donneront comme dit précédemment, un aspect correspondant aux critères du parement brut. Ce film a une densité d'environ 120 g/m². Sur les contreplaqués bakélisés de qualité, les chants sont recouverts d'une peinture protectrice alors qu'en entrée de gamme, les chants sont bruts.

Il existe aussi le panneau en contreplaqué mixte, ce qui veut dire que d'un côté il a une surface totalement lisse alors que de l'autre, il a une surface structurée afin de pouvoir être employé dans tous les usages. Par exemple dans notre cas, une reconversion en fin de vie en plateau d'échafaudage ou d'autre utilisation sur chantier afin de rentabiliser au maximum cet inventaire.

Bien entendu, l'épaisseur du panneau joue un grand rôle sur la résistance et dans le contreplaqué, le choix est large, de 9 mm à 4 cm en général (Les plus utilisés sont : 12mm, 15mm, 18mm et 21mm). Ce qui permet une grande flexibilité d'utilisation temps sur l'épaisseur que sur la grandeur des panneaux qui sont facilement adaptable et peuvent être commandé dans beaucoup de dimensions. En revanche, il faut prendre note que plus le panneau est mince, plus la déformation lors du bétonnage sera grande si le cadre de coffrage devant le recevoir n'est pas adapté en conséquence. C'est-à-dire augmenter le nombre de bardage derrière le coffrage cadre afin de garantir un maintien optimal du contreplaqué.

Qualité supplémentaire vécu sur un chantier, dans le cas de murs type 2, nous avons pu mixer des panneaux en revêtement bakélisé avec des panneaux métalliques (Dans notre cas, coffrage PERI). Ce qui permet une flexibilité d'utilisation si la totalité du coffrage bakélisé voulu n'est pas entièrement disponible.



Bâtiment locatif de 6 logements à Grange-Paccot FR (concerne les deux images de cette page)

Avantage	Inconvénient
Surface très dure	Réutilisation limitée en nombre suivant la qualité de parement souhaitant
Panneaux n'absorbant pratiquement pas d'eau	Surface de panneau dur mais fragile aux impacts
Bon rendu de parement	Coffrage cadre plus conséquent suivant l'épaisseur de contreplaqué choisie
Facilité de mise en place	Choix de la fixation qui intervient directement dans l'apparence du béton fini
Diverses applications possibles en fin de vie	Plus de bullage sur les éléments verticaux

Voici quelques prix à titre indicatif de l'entreprise Corabois à Vernier/Genève :

Dimension de panneau bakérisé en bois de Bouleau	PRIX Fr./m2
9 X 1500 X 3000 (mm)	26.10
12 X 1500 X 3000 (mm)	30.90
15 X 1500 x 3000 (mm)	36.10
18 X 1500 X 3000 (mm)	40.40
21 X 1500 X 3000 (mm)	46.50
21 X 1500 x 3600 (mm)	54.30
27 X 1500 x 3000 (mm)	61.00
27 X 1250 X 3600 (mm)	61.00
27 X 1500 X 3600 (mm)	61.00

Entretien général des peaux de coffrage en bois

Avant l'utilisation / stockage :

Lors de leur sortie d'usine, les panneaux sont livrés relativement secs (moins de 15% de teneur en humidité). Il faut que les panneaux soient suffisamment acclimatés avant leur première utilisation.

Un entretien soigneux = une durée de vie accru !

Recommandation pour le stockage :

- Protéger les panneaux contre l'humidité et le rayonnement direct du soleil (stockage dans un bâtiment ou sous une bâche étanche ;
- Stocker les panneaux sur un sol plat, propre et sans eaux stagnante ;
- Eviter les températures ambiantes trop élevée ;
- Si stockage plusieurs jours sur le chantier, enlever le cerclage.

En utilisation :

- Faire attention lors du transport et de la mise en place ;
- Choisir une huile de décoffrage appropriée ;
- Appliquer une peinture adapter sur les découpes faites sur chantier ;
- Colmater les trous des fixations pour éviter la reprise d'humidité ;
- Nettoyage et réparations après utilisation.

Les peaux métalliques

L'utilisation des peaux métalliques réduit en partie les inconvénients des peaux en bois qui sont la main d'œuvres importante, le réemploi limités ainsi que les chutes de découpages inévitables. En revanche, le prix d'achat des peaux métalliques reste élevé et il n'offre qu'un intérêt restreint pour les travaux courants du bâtiment sauf s'il s'agit de l'exécution répétée d'éléments toujours identiques.

En effet, la plus grande force de ce revêtement de coffrage est sa possibilité de réemploi qui est très élevé. Cette grande capacité donne à l'entreprise l'assurance que peu importe la grandeur du chantier, le même matériel remplira sa fonction pendant toute la durée des travaux.

En revanche, ce genre de peau contribue beaucoup à alourdir le système de coffrage qui possède déjà un poids non négligeable. C'est pourquoi, il est nécessaire d'avoir un moyen de levage suffisamment conséquent pour assumer de tel panneau. Mais cet argument ne peut pas vraiment passer pour un réel inconvénient car chaque chantier de bâtiment a son moyen de levage. Ceci dit, une précaution particulière devra être prise lors de bétonnage par temps froid car le métal risque de ne pas protéger suffisamment le béton.

Cette peau métallique assure aussi une grande résistance aux fortes pressions créé lors du bétonnage. Enfin, le revêtement en métal peut être réparé et reconditionnée en atelier. Dans ce contexte et pour des étapes répétitives, cette solution est très rentable du point de vu du rapport qualité d'exécution, rendement et prix.

Avantage	Inconvénient
Rentabilité pour des étapes répétitives	Lourd à manutentionner
Durabilité dans le temps	Cher à l'investissement
Peu limité dans le nombre d'utilisation	Peu de possibilité d'adaptation de l'étagage

Comme exemple, voici un chantier fait principalement avec des peaux en métal du fabricant Hussor :



Construction d'un immeuble à Corminboeuf FR

Entretien général des peaux en acier

Nettoyage des peaux neuves :

Dégraissage obligatoire de la protection, appliquée par le fabricant ou le service matériel, séchage si nécessaire, puis application d'un agent de démoulage pour éviter l'oxydation.

Nettoyage des peaux rodées :

En arrivant sur le chantier, si présence de tâches de rouille et suivant le degré d'oxydation, traiter :

- ✓ Soit, si traces légères, frotter avec un chiffon imbibé d'agent de démoulage ;
- ✓ Soit avec un transformateur de rouille (phosphatation)
- ✓ Rinçage ;
- ✓ Application d'un inhibiteur de corrosion ;
- ✓ Séchage ;
- ✓ Application d'un agent de démoulage.

Soit par ponçage :

- ✓ Nettoyage ;
- ✓ Application d'un agent de démoulage.

Nettoyage en cours de cycle :

- ✓ Juste après décoffrage, enlever toute trace de béton à l'aide d'un racloir en excellent état dont le manche est adapté à la hauteur du coffrage ;
- ✓ Si besoin, utiliser une plateforme individuelle roulante ou un échaffaudage, si la hauteur des coffrages le nécessite ;
- ✓ Appliquer l'agent de démoulage.

Les incontournables...

HUSSOR (Peau particulière de ce fabricant)

Tôle anticorrosion T'CAR inoxydable

Généralité : Surface de coffrage anti-corrosion constituée par un panneau de tôle d'acier ferritique et magnétique résistant à la corrosion et à l'abrasion.

Caractéristiques :

- ✓ Bonnes caractéristiques mécaniques
- ✓ Bonne tenue aux atmosphères naturelles
- ✓ Bonne soudabilité
- ✓ Très bon comportement en fatigue
- ✓ Très bonne performance aux sollicitations mixtes de type corrosion/abrasion
- ✓ Composition de la tôle identique dans toute l'épaisseur
- ✓ Peut recevoir des fixations magnétiques de tous types
- ✓ Suppression de l'opération de ponçage de face coffrante,
- ✓ un lustrage suffit (réduction des coûts d'entretien)
- ✓ Diminution des coûts de consommables :
 - Huile de stockage et dégraissant



Entretien : Lavage avec un nettoyeur haute pression de 400 bars ou plus

Avantage/Investissement : idem peau métallique standard

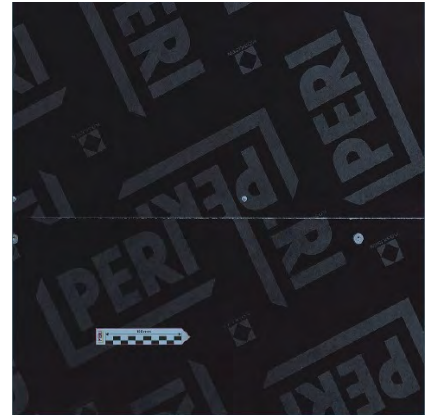
PERI

Panneau bakélisé

Fin-Ply et Beto-S bakélisés (Peau particulière de ce fabricant)

Caractéristiques :

Peau coffrante	Fin-Ply, bouleau avec 240g/m2 De film de résine phénolique
Surface	Lisse, non absorbante
Fixation	Clouée, vissée
Surface du béton	Claire, forte porosité, très lisse, structurée



Avantage

Bonne manipulation

Permet un rendu de haute qualité

Réutilisable pour du coffrage type 1-2 en débitant le panneau après utilisation limite

Inconvénient

Sensibilité liée au bois (humidité, etc...)

Nombre d'utilisation limité pour le parement

Pas de recyclage à cause du polymère

MEVA (Peau particulière de ce fabricant)

La nouvelle peau en polypropylène Alkus

Il s'agit d'une peau de coffrage 100% sans bois. Ce système permet de contrer les désavantages du contreplaqué.

Avantage par rapport au panneau en contreplaqué :

- ✓ Pas de gonflement et retrait ;
- ✓ Aucune modification de la géométrie due à l'humidité ;
- ✓ Pas de décomposition ;
- ✓ Durée de vie accrue (1000 réemplois) ;
- ✓ Résistance élevée à l'abrasion et au UV ;
- ✓ Soudable (création de panneau de grande dimension) ;
- ✓ Facile à réparer, recyclable.

Avantage par rapport aux peaux synthétiques :

- ✓ Réparation à l'identique sans perte de qualité ;
- ✓ Soudable ;
- ✓ 100% recyclable ;
- ✓ Garantie longue durée (7 ans).



Avantage général :

- ✓ Peau plane, sans gonflement ;
- ✓ Clouable comme le bois ;
- ✓ Pas de stries ;
- ✓ Pas de remplacement de peau (et donc pas de frais) ;
- Facile et rapide à nettoyer ;
- Réparable à l'identique sans perte de qualité ;
- Une meilleure qualité de parement ;
- Particulièrement adapter pour les formes spéciales ;

Elle permet également de réaliser des parements en béton apparent, même après plusieurs emplois. Le nettoyage des panneaux s'effectue très facilement directement sur le chantier à l'aide d'un nettoyeur à haute pression. Il est également possible de la nettoyer avec un nettoyeur rotatif.

Avantage	Inconvénient
Polyvalence de réalisation (forme complexe)	Découpage sur chantier compliqué
Facilité de réparation	Oblige d'avoir que ce type de peau pour un rendu identique (pas de raccord Alkus-Bois)
Coûts de remplacement sur le long terme	Coûts élevés pour chantier <18 mois

Calcul de la rentabilité :

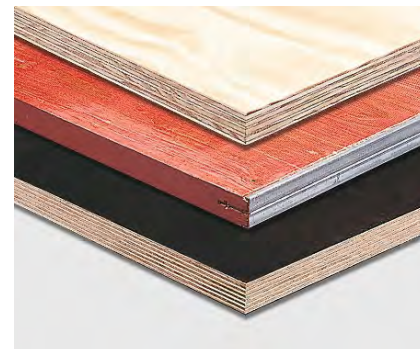
Les prix sont indicatifs, mais permettent d'avoir une bonne vue d'ensemble.

Description	Mois	Alkus CHF	Contreplaqué CHF
0. Premier investissement	0	13'296	5'013
1. Coûts totaux remplacement de la peau coffrante	18	13'296	11'618
2. Coûts totaux remplacement de la peau coffrante	36	13'296	18'224
3. Coûts totaux remplacement de la peau coffrante	54	13'296	24'830
4. Coûts totaux remplacement de la peau coffrante	72	13'296	31'435

Notions de plus en plus importante de nos jours, la peau Alkus permet, grâce à sa durée de vie et les réparations possible, de réduire fortement l'utilisation de ressources naturel (bois). De plus, l'utilisation de produits décoffrant est réduit de près de 90% par an. Cette peau ayant une durée de vie égale au cadre, aucun remplacement coûteux de la peau coffrante n'est nécessaire. En observant le tableau de prix ci-dessus, nous avons pu constater que la peau Alkus devient intéressante pour des chantiers de plus-ou moins grande taille durant minimum 1,5 mois et que sa réutilisation en fin de vie.

LE CONTREPLAQUÉ

Ce type de peau permet une grande variation de réalisation. En effet, celui-ci détermine directement le caractère du béton sans prendre en compte d'une élaboration ou d'un éventuel traitement. Pour une bonne réalisation, les étapes doivent être bien discutées avec l'ingénieur et la D.T afin de pouvoir choisir quel type de bois est à utiliser. Ceci, pour optimiser un maximum le prix du type de bois choisi en fonction du nombre de rotations nécessaire au chantier. Au niveau du prix, en regardant le tableau du chapitre Alkus, on peut constater que jusqu'à des chantiers de 1,5 mois le meilleur marché reste le contreplaqué.



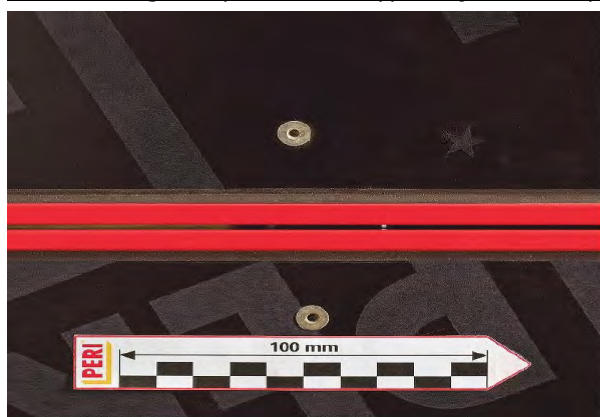
Critères d'action	Influence sur la surface
Pouvoir absorbant du contreplaqué	Surface de béton claire ou foncée
Texture de la surface (structure)	Texture de la surface de béton
Joint de contreplaqué	Trame de la surface du béton
Fixation du contreplaqué	Image à la surface du béton

Avantage	Inconvénient
Polyvalence de réalisation	Sensible à l'eau
Variation de la teinte seulement grâce au type de contreplaqué choisi	Choix de la fixation qui intervient directement dans l'apparence du béton fini
Moins cher que du panneau 3 plis	Coffrage cadre plus conséquent

Fixations du contreplaqué : En règle générale, il est fixé sur la base de coffrage depuis le côté béton. Voici les moyens de fixation utilisés pour ce type de peau :

- Clous, Agrafes, Vis, Rivets et joint adhésifs pour les coffrages cadres

Voici en image l'importance du type de joint ainsi que le choix des fixations



Jonction d'éléments PERI



Empreinte dans le béton

Utilisation du contreplaqué indicatif pour du béton architectural

Pouvoir absorbant	Contreplaqué et surface	Nombre de réemplois
Absorbant	Tissu de drainage (risque de formation de plis)	1 à 15
	Panneaux en particule de bois sans revêtement (OSB)	~ 3 à 5
Moyen	Panneaux de contreplaqué sans revêtement	~ 5 à 8
Faible	Panneaux de contreplaqué avec film absorbant	~ 3 à 6
	Panneaux de contreplaqué avec revêtement à résine de mélamine	~ 10 à 15
Très faible	Panneaux de contreplaqué bakélinés (selon les exigences imposées à la surface)	Jusqu'à 35 et plus

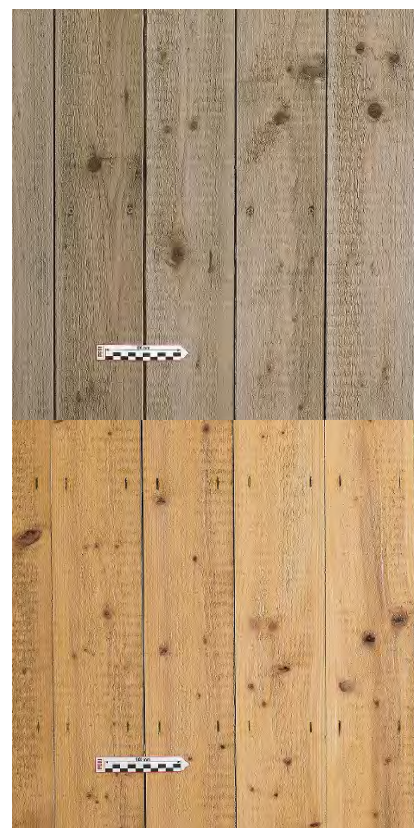
Quelques autres possibilités...

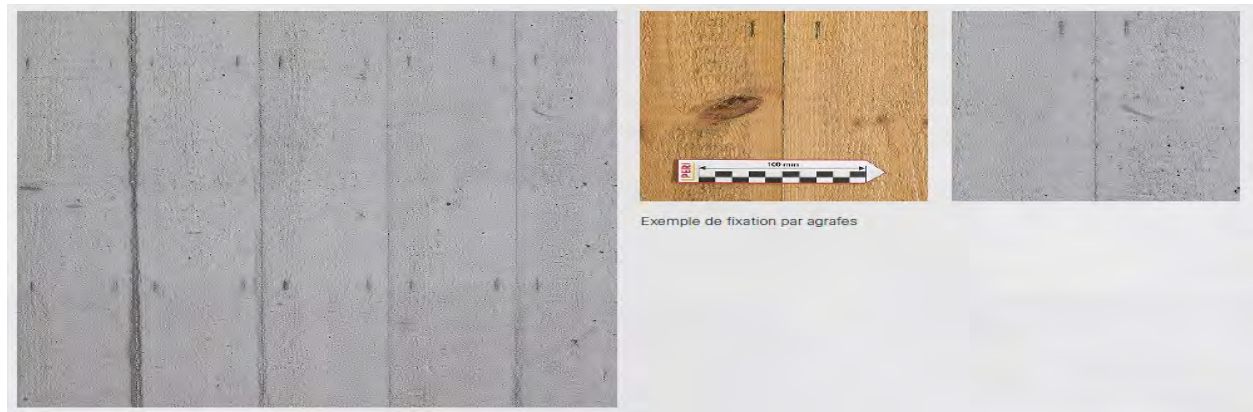
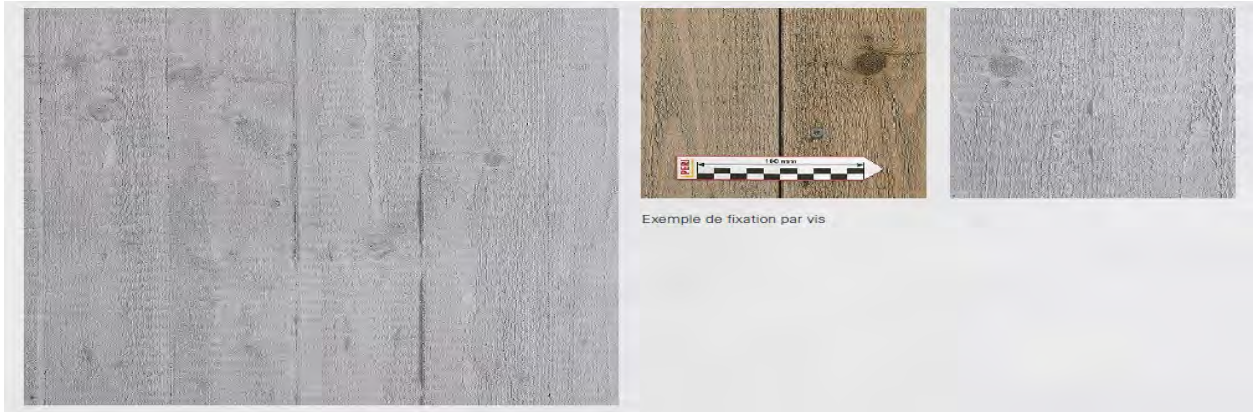
Les planches « Bouvetées »

Caractéristiques :

Peau coffrante	Planches bouvetées
Surface	Brute de sciage, sans revêtement = absorbante
Fixation	Vissée
Surface du béton	Foncée, faible porosité, structurée

Peau coffrante	Planches bouvetées
Surface	Brute de sciage, avec revêtement = non absorbante
Fixation	Agrafée
Surface du béton	Claire, forte porosité, structurée

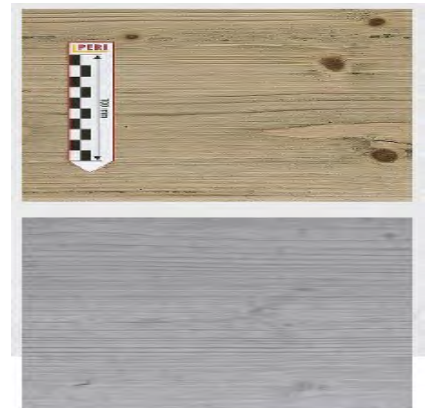




Panneau 3 plis brossé

Caractéristiques :

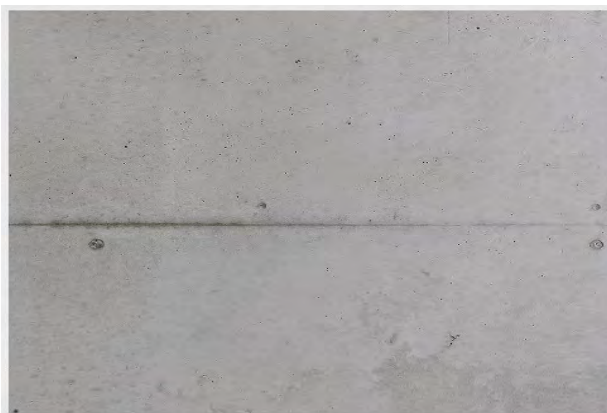
Peau coffrante	Panneau 3 plis
Surface	Brossé, sans revêtement = absorbante
Surface du béton	Foncée, faible porosité, veinure bois structurée



Peau coffrante	Panneau 3 plis
Surface	Brossé, avec revêtement = non absorbante
Surface du béton	Claire, plus forte porosité, veinure bois peu perceptible



Peau coffrante	Beto-S, bouleau Revêtement non tissé
Surface	Finement structurée, absorbante
Fixation	Vissée
Surface du béton	Claire, faible porosité, mate avec structure légère



Exemple de fixation
clouée en haut, vissée en bas



Exemple de fixation vissée

SPERRAG (Peau particulière de ce fabricant) Magnoplan Duo BE 360

Caractéristiques :

Utilisation	Surface de béton lisse, mate, avec Peu de joint
Surface	Film phénolique jaune lisse sur les 2 faces
Support	Panneau latté 5 plis
Convient pour	Système de banche et coffrage particulier



Struktoplan Special

Utilisation	Uniquement pour béton structuré
Surface	Revêtement d'un film résistant des deux côtés. Une face structurée en Planche marqué, verso plane
Support	Plis en bois
Convient pour	Coffrage structurés uniquement



Les agents de démoulage (huile de coffrage)

Généralité

L'agent de démoulage s'interpose entre le béton et la peau de coffrage.

Il a pour but de :

- ✓ Faciliter le décoffrage ;
- ✓ Protéger les peaux de coffrages (particulièrement celle en acier) de la corrosion ;
- ✓ Protéger les peaux de la détérioration dû à une huile trop acide ;
- ✓ Avoir une bonne adhérence à la peau coffrante pendant le bétonnage et la vibration.

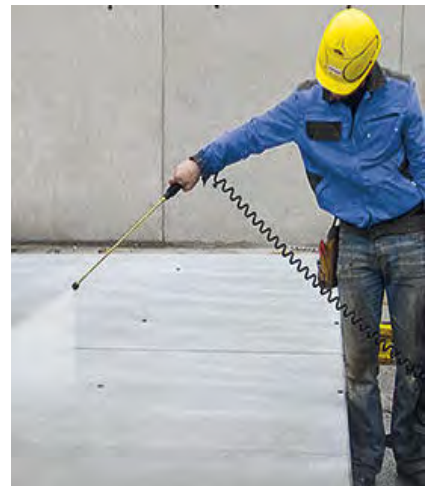


L'influence du choix de l'agent de démoulage n'est pas à sous-estimer car la qualité du parement dépend en partie de ce dernier. Son application doit être réalisée comme une « peinture » par couche uniforme et sans coulures avec un pulvérisateur ainsi qu'une buse adaptée. Enlever l'excès de produit si besoin. Suivant la viscosité du produit, le pouvoir couvrant peut varier de 20 à 40m²/litre (ordre de grandeur théorique, se référer à la fiche technique du fabricant)

Quelques points à faire attention :

- ✓ Les agents de démoulage ont un temps d'efficacité déterminé en fonction du fabricant et de la nature du produit ;
- ✓ Un coulage du béton effectué trop tôt après l'application empêche l'évaporation du solvant ;
- ✓ Les agents de démoulage peuvent être inefficaces après un temps d'attente de plusieurs jours, un bétonnage tardif se ferait alors sur une peau non protégée et le rôle anti-corrosion ne serait également plus assuré ;
- ✓ Ne pas mélanger les différentes sortes d'agents de démoulage.

Afin de manipuler et d'éviter tout risques pour les ouvriers manipulant ces produits, les protéger à l'aide de gants, masque, protection pour la peau et des lunettes.



Le choix de l'agent de démoulage dépend de :

- ✓ La nature du coffrage ;
- ✓ La qualité du parement souhaité ;
- ✓ L'environnement et la sécurité de la main d'œuvre ;
- ✓ Des conditions météorologiques ;
- ✓ L'âge de la peau coffrante.

Remarques générales

Aucune référence sur Doka

Comme vous avez pu le remarquer, dans ce rapport, il n'y a eu aucune mention de Doka. Ceci s'explique, car les documents disponibles sur leur site internet concernant notre sujet sont exclusivement en anglais.

Concernant la mention de leurs produits, étant surtout des panneaux 3 plis, et afin d'éviter une répétition fastidieuse de ce qui existe chez de nombreuses marques. Nous avons préféré se concentrer sur une mention par produit en ciblant leurs caractéristiques afin de donner une idée générale de ce qui existe et de ce qui peut se faire. Mais bien entendu, Doka reste un des fournisseurs incontournables dans le domaine du coffrage.

Pas d'explication sur la peau synthétique

En effet, nous n'avons pas abordé les peaux avec revêtement synthétique car étant un mixte entre le traditionnel contreplaqué/panneau 3 plis et le système Alkus, les caractéristiques à prendre en compte sont les mêmes.

Concernant les peaux métalliques

Pour les indications de prix ainsi que d'autres informations techniques spécifiques concernant les coffrages métalliques je vous invite à aller consulter un autre rapport technique réalisé par d'autre étudiant de l'ETC :

Site : Techni.ch

Titre rapport technique : Les coffrages métalliques

Domaine : Bâtiment

Contenu : Les coffrages métalliques

Remerciements

Pour l'élaboration de ce rapport, nous avons eu le plaisir de pouvoir discuter et recevoir des informations de monsieur David Chappuis de PERI AG ainsi que monsieur Gilles-Charles Saillard de chez HUSSOR.

Un grand merci à eu deux pour leur soutien et leur participation.

Références

Documents

HUSSOR :

- Catalogue technique HUSSOR H12 PLUS / H12 PLUS **ES** v.2019 Ind.02 (Fournie par M. Saillard)
- PAREMENT_DE_QUALITE_v23_0905

PERI :

- Schalungstechnik_Sichtbeton_FRA_fr (Fournie par M. Chappuis)

SPERRAG :

- Betonschalungsplatten_Richtlinien
- Flyer_Betonschalung_FR
- Lagerliste_Holzwerkstoffe_01-19
- Sperrholz_Verzug

Sites internet

HUSSOR :

<https://www.hussor.com/>

PERI :

<https://www.peri.ch/fr>

DOKA :

<https://www.doka.com/fr-CH/index>

MEVA :

<http://www.mevaformwork.com/fr/coffrage/peau-coffrante-en-polypropylene-alkus.php>

ALKUS :

<https://www.alkus.com/de/service/einbau>

SPERRAG :

<https://www.sperragjago.ch/fr/Produkte/Holzwerkstoffe>

BAKELISE :

<https://www.coffrages-cosmos.com/quelle-face-coffrante-pour-votre-coffrage/>

<http://forum-btp.blogspot.com/2013/10/beton-coffrage.html>

<https://construction-maison.ooreka.fr/astuce/voir/464323/contreplaque-bakelise>