

# LE BÉTON COLORÉ

THÉORIE ET APPLICATIONS POUR LES REVÊTEMENTS DE SOL

Ir arch Nathalie Balfroid  
Ingénieur conseil infrastructure, FEBELCEM

© FEBELCEM



# LE BÉTON COLORÉ

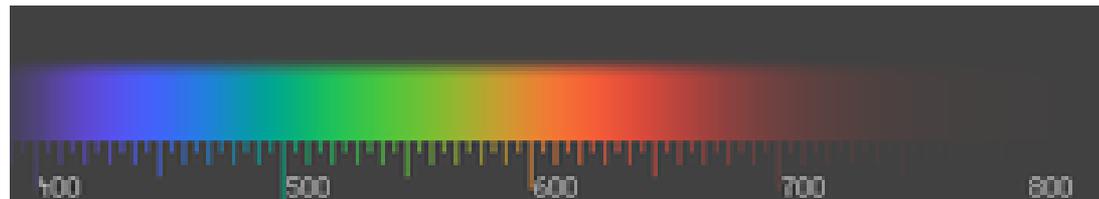
- Lumière et couleurs
- Les pigments
- Les facteurs influençant le béton coloré
- Prescription
- Vieillessement

# LE BÉTON COLORÉ

## Lumière et couleurs

- La **LUMIÈRE** est une onde électromagnétique observable par l'œil humain à des longueurs d'onde entre environ 380 nm et 740 nm.

Couleur	Violet	Indigo	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Longueur d'onde (nm)	400	430	470	530	580	610	690

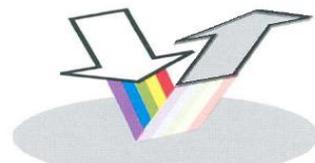
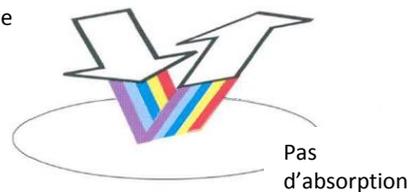


# LE BÉTON COLORÉ

## Lumière et couleurs

- La couleur de la surface est déterminée par la longueur d'onde de la lumière réfléchie
    - Surface absorbante = pas de réflexion
    - Surface réfléchissante = lumière réfléchie
- Objet noir  
Objet blanc

Lumière blanche  
incidente



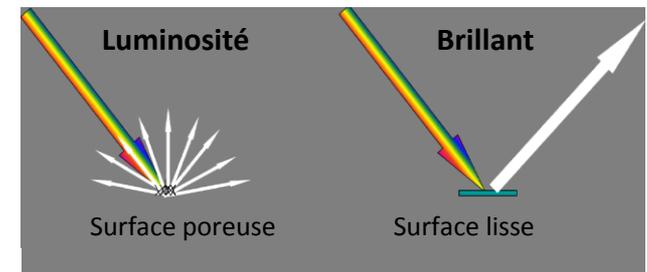
# LE BÉTON COLORÉ

## Lumière et couleurs

- Surface lisse assure une réflexion optimale
- Surface poreuse, rayons lumineux dispersés

-> couleur brillante

-> couleur pâle et terne



# LE BÉTON COLORÉ

## Lumière et couleurs

- Surface lisse assure une réflexion optimale -> couleur brillante
- Surface poreuse, rayons lumineux dispersés -> couleur pâle et terne

Vrai aussi pour le béton...



Surface lisse



Surface texturée

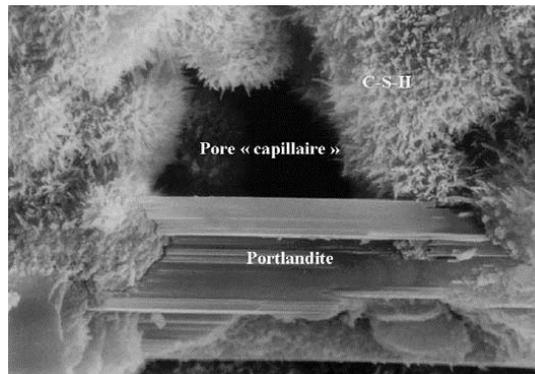
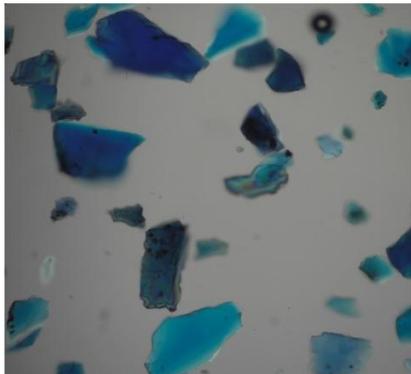
# LE BÉTON COLORÉ

## Pigments

- Particules inertes
- Particules très fines : 0,5 microns

Particules de pigments  $\ll 20 \times \ll$  particules de ciment

>> **EN 12878: 2014** "Pigments pour la coloration des matériaux de construction à base de ciment et / ou de chaux - Spécifications et méthodes d'essai"



# LE BÉTON COLORÉ

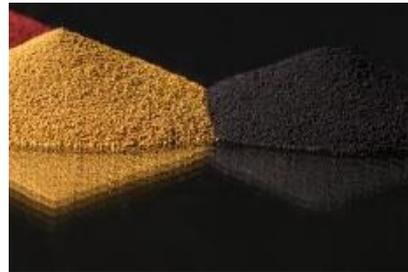
## Pigments

Les pigments sont disponibles sous différentes formes

Poudres



Grains



Liquide



Sacs hydrosolubles

# LE BÉTON COLORÉ

## Pigments

Les pigments sont de différentes natures

✓ synthétique

✓ naturelle

✗ organique

✓ minérale



Peu stable

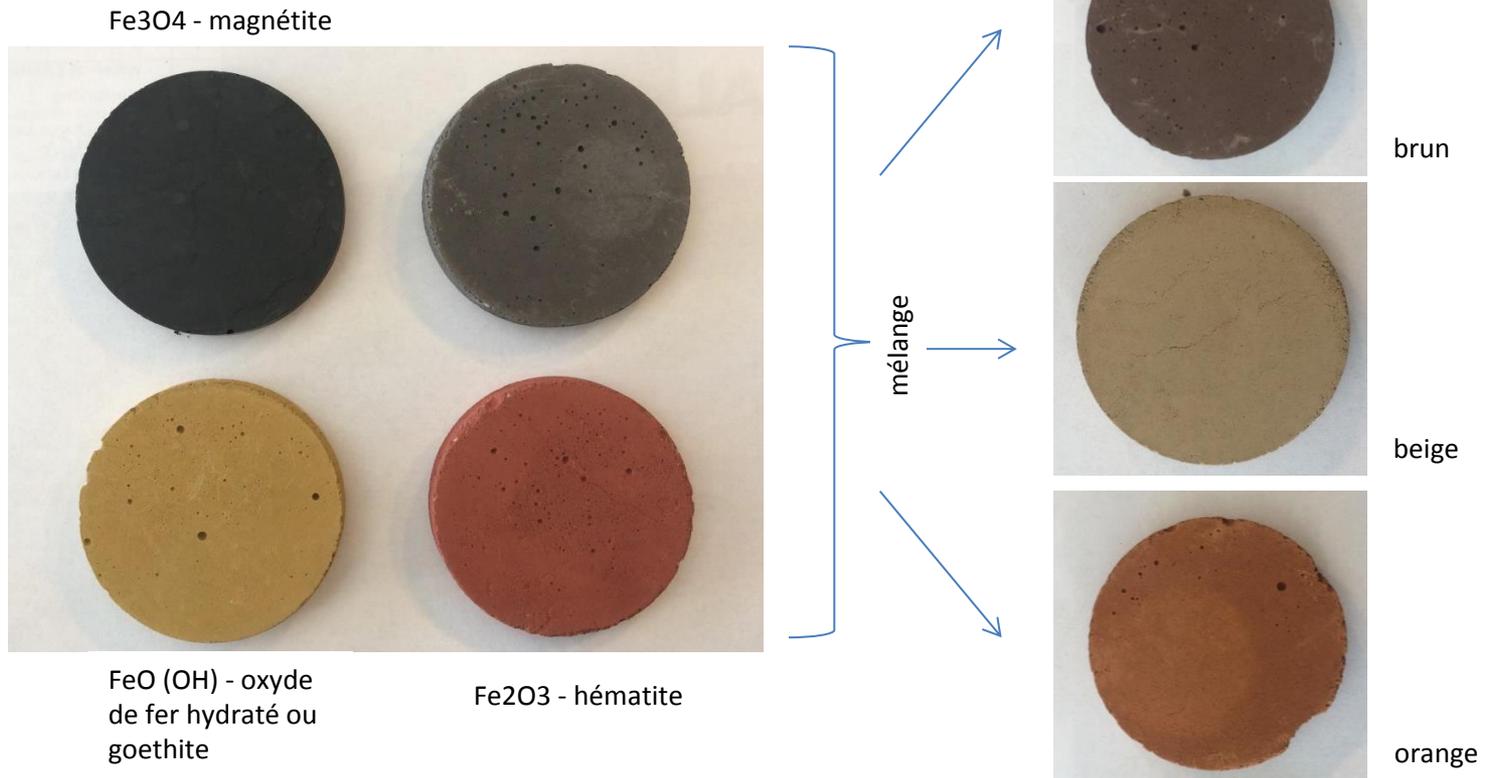
Faible résistance au gel



# LE BÉTON COLORÉ

## Pigments

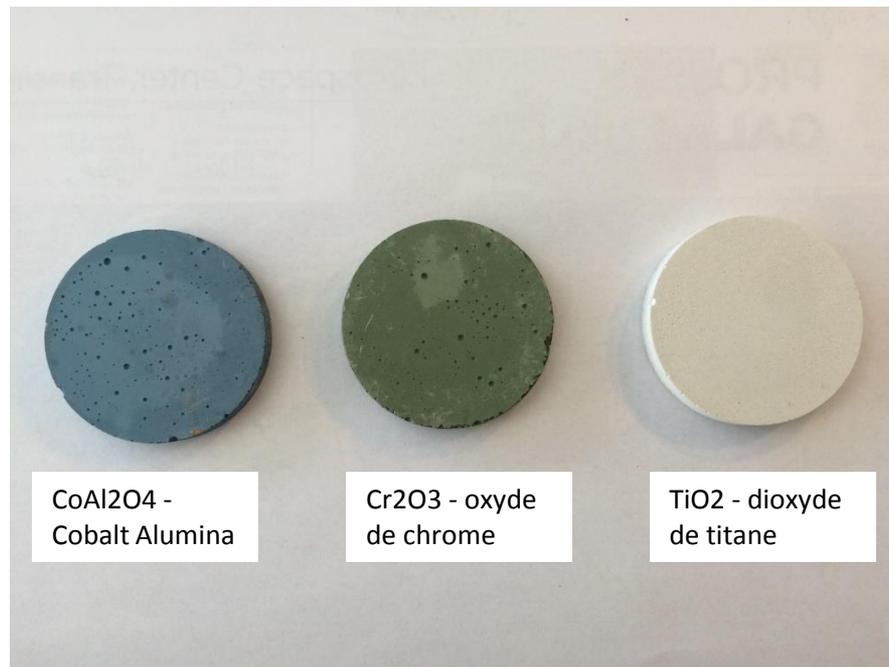
Les oxydes les plus connus et les plus largement utilisés en colorants synthétiques minéraux sont les oxydes de fer :



# LE BÉTON COLORÉ

## Pigments

Pour d'autres couleurs, on peut faire usage de pigments à base d'autres composés métalliques



# LE BÉTON COLORÉ

## Pigments

- Effet du dosage en pigments sur la couleur du béton
- Exprimé en % de la masse de ciment

CEM I blanc, pigments Scholtz, sable lavé, w / c = 0,45



2 %

6 %

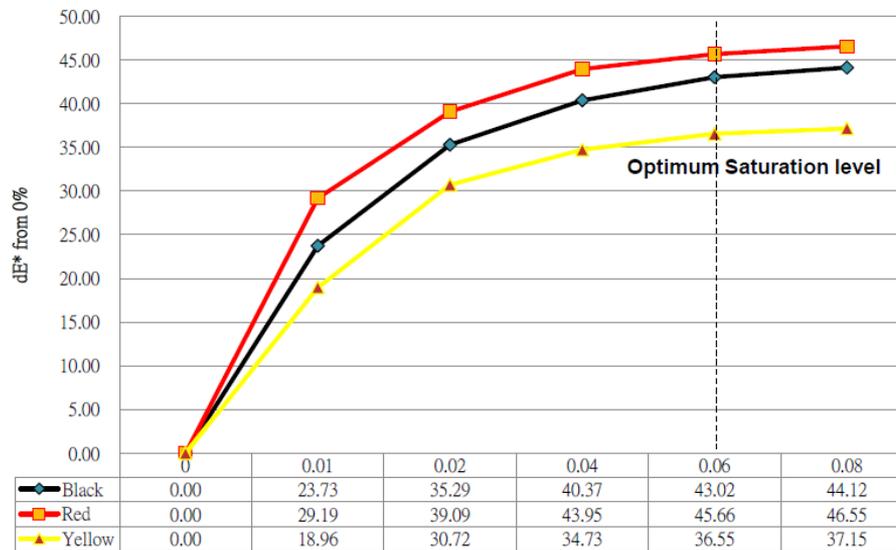
10 %

# LE BÉTON COLORÉ

## Pigments

- taux de saturation

Influence of the pigment Concentration on the colour of the concrete



# INFLUENCE DES PIGMENTS SUR LA QUALITÉ DU BÉTON

Pigment = composant inerte

⇒ Pas de modification de nature chimique ou physique

Poudre très fine

- ⇒ Ouvrabilité du béton frais
- ⇒ Addition d'eau interdite
- ⇒ Maximum 5 % de pigment
- ⇒ Utilisation d'un superplastifiant



# FACTEURS INFLUENÇANT LE BÉTON COLORÉ



Mechelen - Cattle Market (Arch Secchi-Vigano - fonctionne 2003-2005.)

# FACTEURS INFLUENÇANT LE BÉTON COLORÉ

## Rapport E/C

mortier à base de CEM III / B

E/C ↑  
Structure  
poreuse



E/C = 0,6

E/C = 0,3

E/C ↓  
Structure  
compacte

**La durabilité prime !**

# FACTEURS INFLUENÇANT LE BÉTON COLORÉ

## Type de ciment



CEM I



CEM III/B et 30%  
CEM I



CEM I blanc

### CEM III :

- Influence esthétique limitée entre CEM III/A et CEM III/B
  - Les propriétés technologiques priment !
- ATTENTION : CEM III/B plus lent ⇒ cure !!!

# FACTEURS INFLUENÇANT LE BÉTON COLORÉ

## Type de sable



Sable de rivière



Sable de rivière riche en limon

- Particulièrement pour les revêtements en béton coloré lavé, le choix du sable est important
- Durabilité VS teinte
- Disponibilité des matières premières

# FACTEURS INFLUENÇANT LE BÉTON COLORÉ

## Choix de la texture de surface

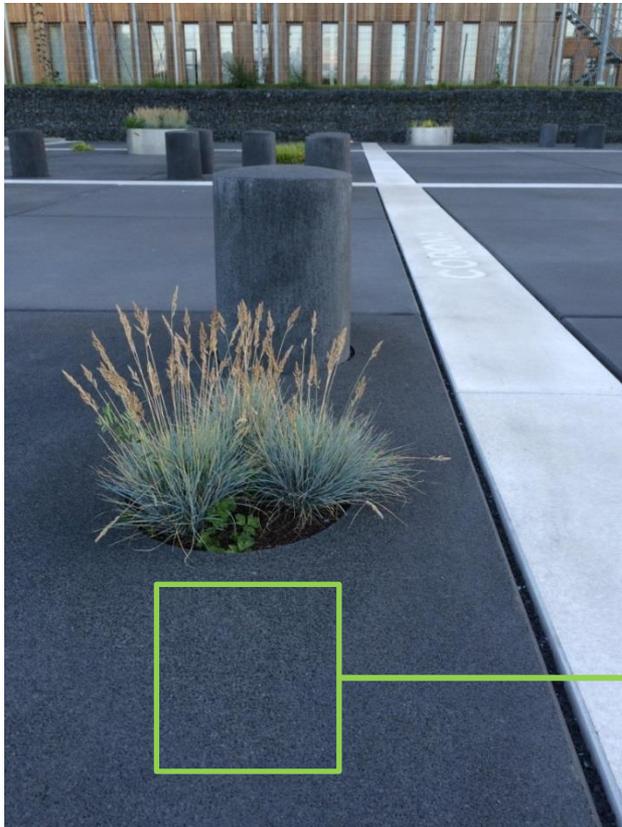


Composition de béton identique mais  
traitement de surface différent

© photos : FEBELCEM

# FACTEURS INFLUENÇANT LE BÉTON COLORÉ

## Choix de la texture de surface



Projet Galaxia, Redu



Surface légèrement texturée  
minimise les différences de  
teinte

# FACTEURS INFLUENÇANT LE BÉTON COLORÉ

## Choix de la texture de surface



Surface légèrement texturée



Surface lisse



© photos : FEBELCEM

# FACTEURS INFLUENÇANT LE BÉTON COLORÉ

## Production du béton

- Dosage faible
- Constance des couleurs

## Malaxage

Recommandations :

- prémélange : pigment + sable + granulats durant min 15 sec
- Temps de malaxage suffisamment long (1,5 à 2 min)
- Béton prêt à l'emploi : poudre ou sachets solubles -> à la sortie du malaxeur et directement dans le camion mixer, temps de malaxage d'environ 20 min.

Matériaux	
CEM I	350 kg/m <sup>3</sup>
Pigments	3 %

➔ 11 kg/m<sup>3</sup>

1 sac soluble = 5 kg

➔ 10 kg/m<sup>3</sup> correspond à 2,9 %

# FACTEURS INFLUENÇANT LE BÉTON COLORÉ

## Mise en œuvre du béton

Pour la préfabrication de dalles

- Huile de décoffrage
- Type de coffrage – peau de coffrage
- Temps de coffrage constant
- Conditions de maturation et cure



# FACTEURS INFLUENÇANT LE BÉTON COLORÉ

## Mise en œuvre du béton

Pour la réalisation de béton coulé en place

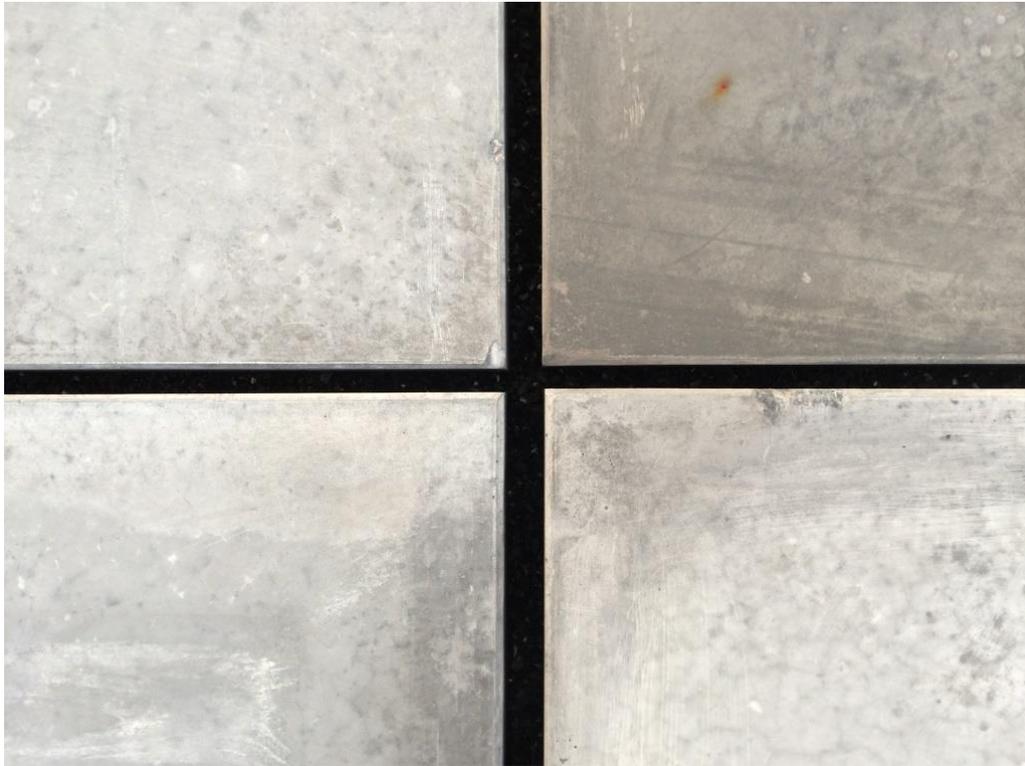
- Produits de cure
- Précision et soin dans le traitement (profondeur de désactivation, brossage, etc.)
- Conditions de maturation



Parc Marconi – réalisation des bétons

# FACTEURS INFLUENÇANT LE BÉTON COLORÉ

## Exsudations



Le béton noir devient blanc

# FACTEURS INFLUENÇANT LE BÉTON COLORÉ

## Réactions chimiques et physiques des pigments

Il est important de respecter :

- Qualité des pigments
- Stabilité et indissolubilité

La norme NBN EN 12878 garantit ces caractéristiques

## Hydratation du ciment

- Phénomène qui perdure dans le temps
- Un léger éclaircissement de la teinte par rapport au jeune âge est normale, surtout pour les couleurs sombres

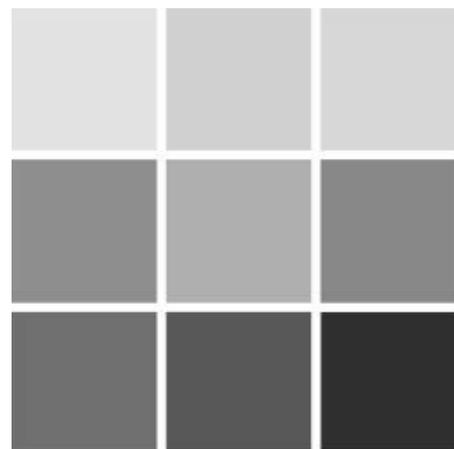
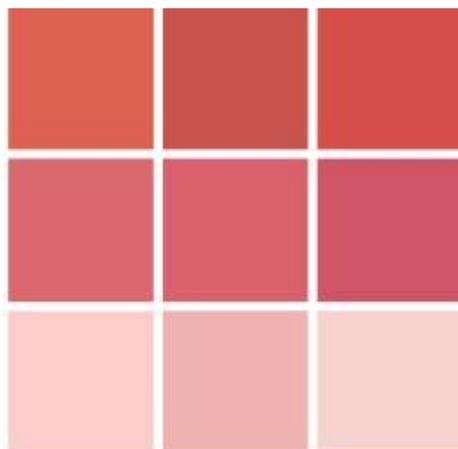
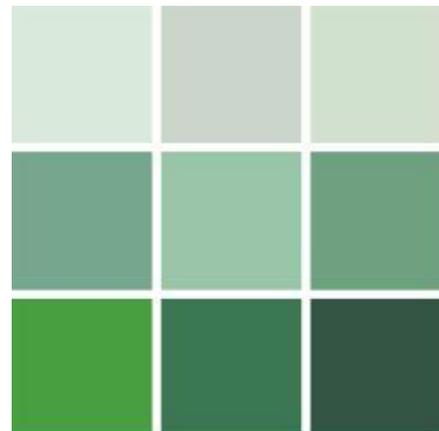
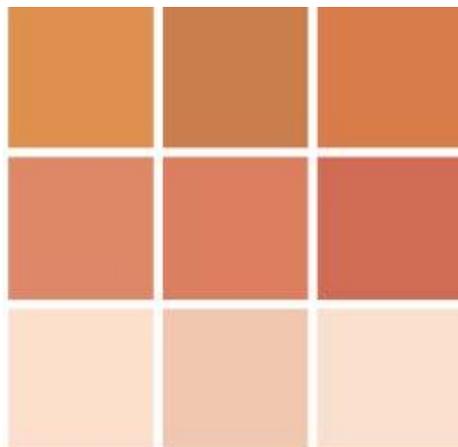
## Ciment de haut fourneau

- tâches bleues/vertes

# PRESCRIRE LE BÉTON COLORÉ

« Les bétons seront d'aspect et de teinte uniforme brun/rouge sans bullage, sans redent, sans bavure ni nid de gravier »

# PRESCRIRE LE BÉTON COLORÉ



© photos : <http://lamaisondupeintre.com/>

# PRESCRIRE LE BÉTON COLORÉ

## Prescription sur composition

- Pourcentage en pigment
- Type de sable
- Type de ciment



TEAMWORKING et  
synergie entre les  
acteurs

### Phase d'étude

Essais préalables

Echantillon de référence de taille suffisante

! Tenir compte du mode de mise en œuvre



© photo : FEBELCEM

# PRESCRIRE LE BÉTON COLORÉ

## Prescription sur « performance »

- Description illustrée (ex: bleu indigo) et photo
- Référence catalogue de couleurs et/ou nuancier



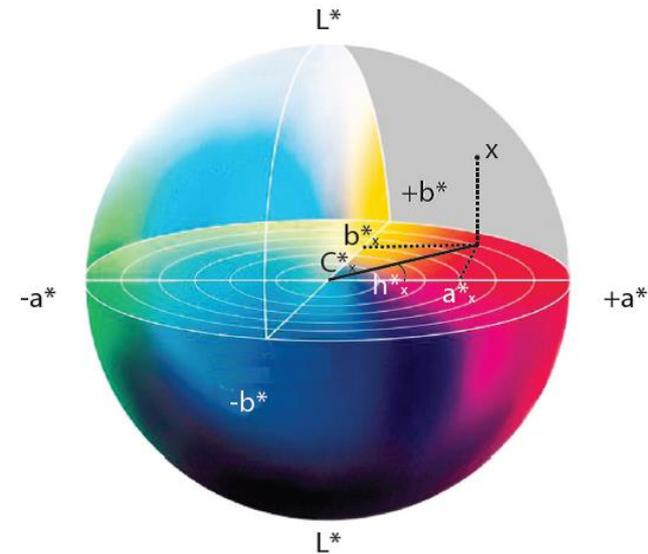
Ces systèmes ne sont pas recommandés pour la prescription des bétons colorés

# PRESCRIRE LE BÉTON COLORÉ

## Prescription sur « performance »

Coordonnées chromatiques – système Hunter Lab

L = clarté  
a = part de rouge-vert  
b = part de jaune-bleu



*Espace colorimétrique  $L^*a^*b^*$*

# PRESCRIRE LE BÉTON COLORÉ

## Prescription sur « performance »

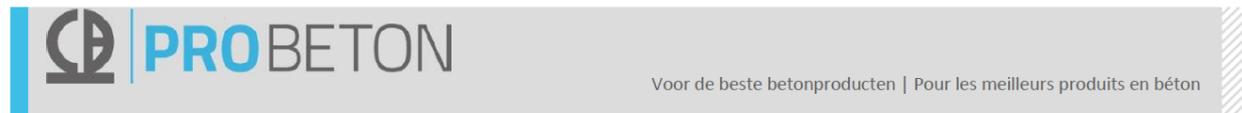
L'échantillon test grand format – référence pour l'évaluation



« L'entrepreneur fabriquera une planche d'essai de dimensions 1 x 1 x 0,15 m à base du mélange de béton approuvé, donc avec les mêmes matériaux et avec le même traitement de surface que prévu par la suite sur le chantier. Les planches d'essai doivent permettre au pouvoir adjudicateur d'évaluer l'homogénéité, la teinte et l'apparence générale de la surface. »

# PRESCRIRE LE BÉTON COLORÉ

Prescription – quelles normes et règlements ?



PRESCRIPTIONS TECHNIQUES	PTV	21-601
	Edition 3	2016

# PRESCRIRE LE BÉTON COLORÉ

## Prescription – quelles normes et règlements ?

**prNBN B15-007** : développée pour le béton apparent, cependant, peut servir de base de principe à la prescription de béton de revêtements esthétiques coulés en place

- Tolérances de teintes
- Essais
- Nouvelle échelle de gris BE



© photo : CSTC



FVR/sva/E104 - Beton

N 1292  
2016-06-24



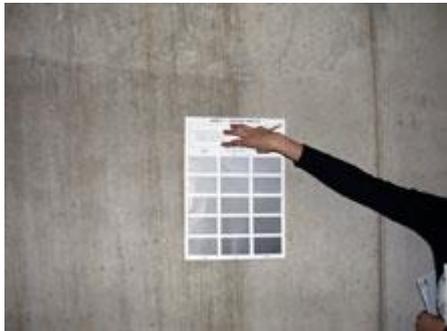
**prNBN B 15-007 FR - 2016 - Béton apparent**

# CONTRÔLE ET ESSAIS

## Contrôle visuel

## Mesures de la variation de teinte

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$



Échelle de gris CIB



Colorimètre

Attention que les types de dégradations peuvent interférer et modifier la teinte. Le taux de pigment n'est pas toujours la cause de variation de teinte.

# VIEILLISSEMENT DU BÉTON COLORÉ DANS LE TEMPS

La couleur d'une surface en béton dépend des conditions d'utilisation et de l'environnement naturel auquel la surface est exposée.

- Le climat et les précipitations (intempéries, gel, pluies, etc.)
- Charge de trafic
- Matériaux organiques (mousses, algues, etc.)
- Usagers (chewing gum, poussières, etc.)

Il convient de protéger la surface du béton par un produit hydrofuge

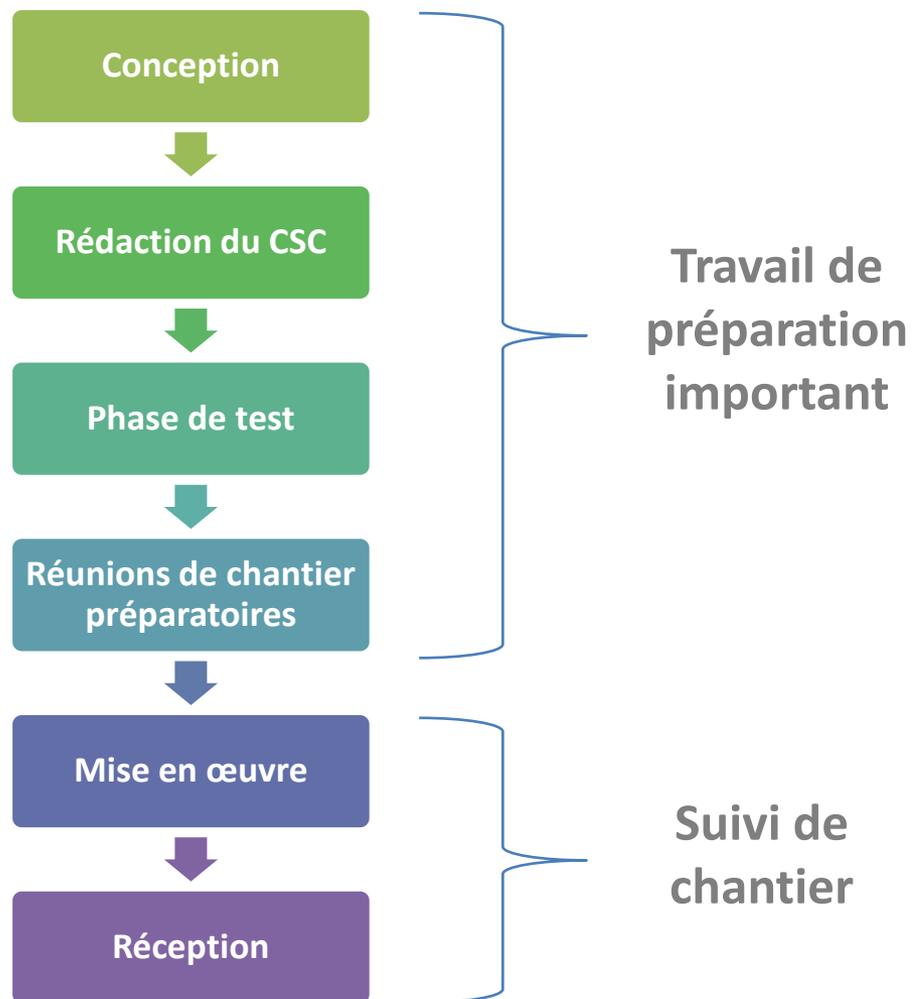
# VIEILLISSEMENT DU BÉTON COLORÉ DANS LE TEMPS

## Lors de la conception

- Choix des granulats
- Teintes « faciles »
- Surfaces légèrement texturées



# CONCLUSION



**COMING  
SOON!**

# LE BÉTON COLORÉ

TECHNOLOGIE | DÉCEMBRE 2016

BB/SIB

- LUMÈRE - COULEURS - PIGMENTS
- FACTEURS D'INFLUENCE
- VIEILLISSEMENT
- COLORIMÉTRIE

