

## CHAPITRE 3 : Les liants hydrocarbonés

### 1-DEFINITION :

Il s'agit effectivement de produits noirs (ou brun foncé), riches en carbone et en hydrogène naturels ou obtenus en général par distillation de matières organiques. Ces matériaux sont connus depuis l'Antiquité, surtout comme liants, ils constituent des matières de base pour réaliser divers produits commerciaux intéressant de plus en plus la construction, particulièrement dans le domaine de l'étanchéité et celui de la technique routière. Les liants hydrocarbonés diffèrent des liants hydrauliques. Ils se présentent soit comme liquides visqueux soit encore sous la forme de solides demi-mous.

**2-TYPES DES LIANTS HYDROCARBONES :** On distingue deux grandes classes :

- **les produits naturels :** bitumes et asphaltes qui ont subi ou non après extraction certains traitements : raffinage, broyage, etc.,
- **les produits pyrogènes :** les brais et goudrons divers essentiellement ceux qui proviennent de la distillation de la houille et du pétrole. Ces produits sont, en général, trop visqueux dans leur état naturel, pour pouvoir être employés directement. Il faut diminuer cette viscosité ou les liquéfier par différents procédés (chauffage, dissolution dans des solvants volatils, émulsions dans l'eau), pour pouvoir les utiliser à la place qui leur est destinée. Il est indispensable que ces traitements n'altèrent pas leurs caractéristiques essentielles à savoir leur souplesse, plasticité, imperméabilité, ductilité et adhésivité. De ces caractéristiques dépend l'emploi du liant ainsi que la méthodologie pour sa mise en œuvre.

**3- LES CARACTERISTIQUES :** On distingue :

- **une souplesse, plasticité :** d'où leur emploi en chape souple ou en écran étanche,
- **une imperméabilité à l'eau et à l'air remarquable :** d'où leur utilisation comme revêtement d'étanchéité, de couverture, de cuvelage,
- **une ductilité, résistance à l'usure :** ce qui les destinent aux revêtements de chaussées, de pistes,...à la réalisation de mortiers et de bétons hydrocarbonés où ils jouent le rôle de liants,
- **une adhésivité remarquable :** et un pouvoir pénétrant offrant ainsi une bonne tenue à l'eau et aux granulats .
- **ils possèdent néanmoins des défauts :** faible résistance mécanique, fragilité, ramollissement à la chaleur, auxquels on remédie par une mise en œuvre appropriée.

**4- ESSAIS DES LIANTS HYDROCARBONES :**

**A-la viscosité :** On distingue deux sortes de viscosité : cinématique et dynamique. La viscosité cinématique est mesurée par le temps mis pour le passage d'un fluide au travers d'un orifice de calibre déterminé, elle est transcrite en stockes. Elle s'obtient aussi en divisant la viscosité dynamique par sa masse spécifique ( $v = \eta / \rho$ ). L'appareil utilisé est le viscosimètre.

**B-Mesure de la pénétration standard :** est la pénétration à 25°C (ou parfois à 15°C ou 0°C), d'une aiguille normalisée, chargée de 100 g et abandonnée durant 5 secondes. La pénétration s'évalue au 10ème du mm. La mesure se fait avec un appareil appelé pénétromètre "Dow". Le liant est renfermé dans un récipient cylindrique lequel est plongé dans de l'eau maintenue à 25 °C. La pénétration croît rapidement avec la température.

**C-Point de Ramollissement :** Il reste préférable de déterminer un point de ramollissement du liant, c'est-à-dire une température où le liant réalise une consistance repérable et déterminable. Le point de ramollissement le plus utilisé est le B.A. (Bille-Anneau), il est désigné comme étant la température à laquelle une bille d'acier, après avoir traversé la matière testée (coulée dans un anneau), atteint le fond d'un vase standardisé rempli d'un liquide que l'on chauffe progressivement et dans lequel on a plongé l'appareil. Le point de ramollissement B.A marque un stade de viscosité déterminée de la matière.

**D- La cohésivité :** la cohésivité d'un liant hydrocarboné est caractérisée par sa résistance à la rupture, principalement par cisaillement ou par traction et ceci dans des conditions de vitesse de déformation par allongement ou cisaillement déterminées; ou encore dans des conditions de mise en charge fixées. Il s'agit donc de liants constitués par des solides demi-mous ou plus ou moins durs et non pas de liquides visqueux.

**E- Adhésivité aux granulats :** L'adhésivité au sens général, est l'effort qu'il convient d'exercer uniformément sur l'unité de surface d'un enduit pour le détacher de son support; l'adhésivité a la dimension donc d'une contrainte. L'adhésivité est donc une caractéristique d'affinité d'un corps pour un autre. Pour que cette affinité d'ordre moléculaire puisse se manifester, il faut que l'un des corps soit suffisamment fluide pour que ces molécules puissent se déplacer et entrer en contact dans le champ des forces de cohésion, avec des molécules du corps rigide.

**F-Vieillessement des liants :** Une fois que le liant a mouillé l'agrégat et qu'il y adhère, l'adhésivité et la cohésivité de ce liant vont croître progressivement en même temps que le liant se met à durcir. Ce stade de la prise et du durcissement est souvent impliqué à l'évaporation des huiles fluidifiantes, mais aussi à la polymérisation et à l'oxydation. A partir d'un certain stade de dureté, le liant n'a plus rien à gagner par durcissement complémentaire, au contraire il peut devenir fragile sous l'effet de la circulation ou des abaissements de température et il risque de ce fait, de conduire à la fissuration et à la dégradation des revêtements. Vieillessement des liants. Les bitumes vieillissent moins vite que les goudrons.

## PRODUITS COMMERCIALISES UTILISES SUR CHANTIER.

### Produits routiers.

Liants hydrocarbonés : à partir des produits de base (goudron, bitume) on fabrique pour l'utilisation directe :

\* bitumes mous et fluides : bitumes raffinés, naturels ou artificiels, dont on accroît la viscosité par adjonction :

- de solvants, produits plus légers provenant de la distillation du pétrole,
- de fondants (flux) : huiles de goudron,
- de goudrons de houille.

Cette fluidification facilite leur mise en oeuvre sur le chantier : malaxage avec les granulats, épandage à froid. On distingue : les cut-backs : bitumes fluidifiés à l'aide de diluants plus ou moins volatils (kérosène, white-spirit, pétrole, huile de goudron). Ils doivent être chauffés avec modération, sans flamme directe car à température trop élevée, le dégagement de gaz inflammables formerait un mélange détonnant dans la cuve.

Les températures de chauffe à ne pas dépasser sont :

pour le cut-back spécial à séchage rapide	35 °C,
pour le cut-back 0/1	50 °C,
pour le cut-back 10/15	75 °C,
pour le cut-back 150/250	125 °C,
pour le cut-back 400/500	140 °C.

le road-oil : mélange de bitume avec des produits moins volatils (gaz-oil, fuel-oil), ce qui rend le durcissement moins lent. Les bitumes employés sont classés en fonction de leur viscosités en 20 qualités, groupées en 5 catégories :

- 5 qualités de bitumes purs,
- 5 qualités de bitumes fluidifiés, à solvants pétroliers,
- 2 qualités de bitumes fluidifiés à séchage rapide, à solvants pétroliers,
- 5 qualités de bitumes fluxés,
- 3 qualités de bitumes-goudrons, fluidifiés avec au moins 5% de goudron de houille.



émulsions de bitume : on met dans l'eau à l'état d'extrême dispersion (49 à 49,5%) de bitume mou ou de brai de pétrole pur, sous forme de globules grâce à un émulsif (alcali, carbonate de soude) et un stabilisant (gomme ou résine 0,5 à 1,5%). Il existe divers types selon la destination :

- instables pour les épandages superficiels,
- demi-stables ou stables pour des mélanges par malaxage, à haute viscosité,
- surstables ou contenant 70% de bitume pour les revêtements de sols.

Les émulsions se différencient également par :

- le signe de la charge électrique des globules de bitume,
- la nature du liant incorporé : bitume pur, fluidifié ou fluxé,
- un ensemble de caractéristiques physiques (viscosité, adhésivité, stabilité au stockage, vitesse de rupture, etc.).

Ces produits possédant l'avantage d'être utilisables à froid, applicables sur des surfaces humides et très adhérents aux supports poreux (enduit d'imprégnation à froid : E.I.F.).

enrobés à chaud et à froid : il s'agit de mortiers et de bétons hydrocarbonés réalisés avec des granulats de rivière ou concassés, de granulométries variables suivant la destination, dont l'enrobage s'effectue avant mise en oeuvre sur les routes ou les pistes à froid ou à chaud par malaxage.

Les liants utilisés sont des émulsions surstabilisés de goudron ou de bitume. Les granulats doivent présenter les mêmes caractéristiques que ceux des bétons hydrauliques (propres, durs) et en outre être secs pour permettre une bonne adhérence. Le dosage en liant doit être précis à 1% près (dosage optimal 7%).

Les mortiers et bétons bitumineux sont répandus à chaud ou à froid et sont classés selon leur capacité :

*pour les enrobés à chaud* : les denses (D.C.) ayant moins de 8% de vides, les demi-denses (S.C.) de 8 à 12% et les enrobés ouverts (O.C.) plus de 12% de vides,

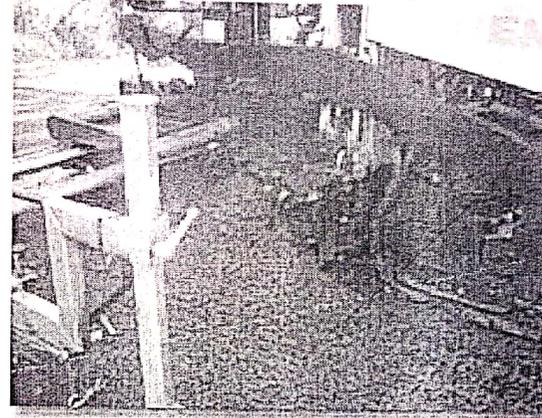
*pour les enrobés à froid* : les demi-denses (S.F.) moins de 12% de vides et les enrobés ouverts (O.F.) plus de 12% de vides après compactage.

# Enrobé à chaud

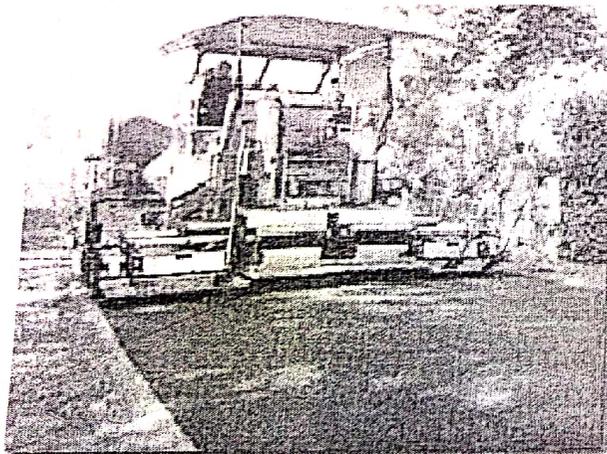
Approvisionnement du finisseur



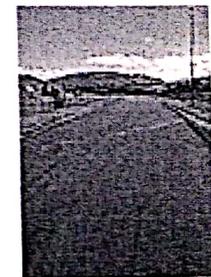
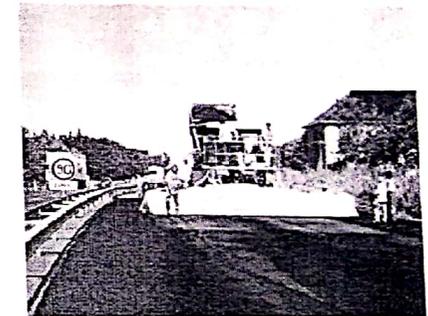
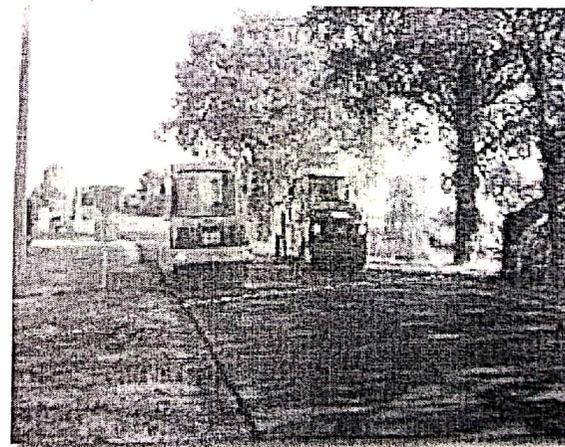
Répartition de l'enrobé sur toute la largeur de travail



Nivellement et pré-compaction de l'enrobé



Compactage final



# Enrobé à froid

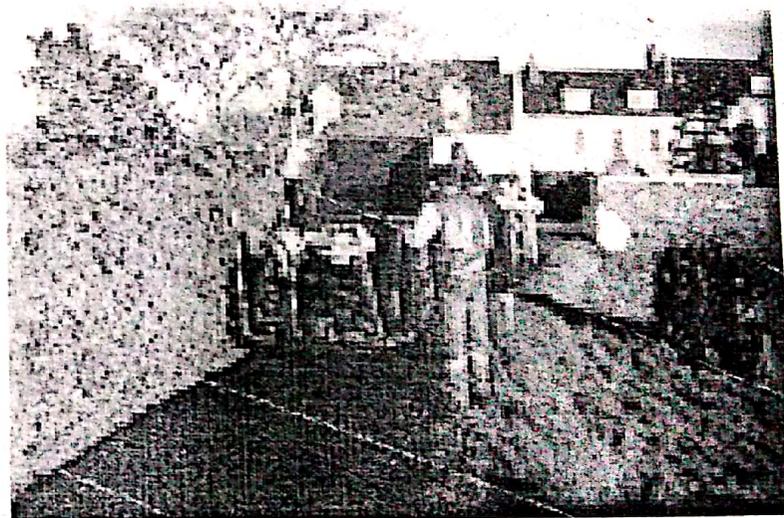


Tableau 1 – les 27 produits de la famille des ciments courants

principaux types	Notation des 27 produits (types de ciments courants)		Composition ( pourcentage en masse a )												
			Constituants principaux												
			Clinker	Laitier de haut fourneau	Fumée de silice	Pouzzolanes		Cendres volantes		Schiste calciné	Calcaire		Constituants secondaires		
						Naturelle	Naturelle calcinée	Siliceuse	Calcaïque		L	LL			
K	S	D b)	P	Q	V	W	T	L	LL						
CEM I	Ciment portland	CEM I	95-100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
CEM II	Ciment portland au laitier	CEM II/A-S	80-94	6-20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM II/B-S	65-79	21-35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
	Ciment portland à la fumée de silice	CEM II/A-D	90-94	—	6-10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
	Ciment portland à la pouzzolane	CEM II/A-P	80-94	—	—	6-20	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM II/B-P	65-79	—	—	21-35	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM II/A-Q	80-94	—	—	—	6-20	—	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM II/B-Q	65-79	—	—	—	21-35	—	—	—	—	—	—	—	0-5
	Ciment portland aux cendres volantes	CEM II/A-V	80-94	—	—	—	—	6-20	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM II/B-V	65-79	—	—	—	—	21-35	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM II/A-W	80-94	—	—	—	—	—	6-20	—	—	—	—	—	0-5
		CEM II/B-W	65-79	—	—	—	—	—	21-35	—	—	—	—	—	0-5
	Ciment portland au schiste calciné	CEM II/A-T	80-94	—	—	—	—	—	—	6-20	—	—	—	—	0-5
		CEM II/B-T	65-79	—	—	—	—	—	—	21-35	—	—	—	—	0-5
	Ciment portland au calcaire	CEM II/A-L	80-94	—	—	—	—	—	—	—	6-20	—	—	—	0-5
		CEM II/B-L	65-79	—	—	—	—	—	—	—	21-35	—	—	—	0-5
		CEM II/A-LL	80-94	—	—	—	—	—	—	—	—	6-20	—	—	0-5
CEM II/B-LL		65-79	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6-20	—	0-5	
Ciment portland composé c)	CEM II/A-M	80-94	← 12-20 →								—	—	—	0-5	
	CEM II/B-M	65-79	← 21-35 →								—	—	—	0-5	
CEM III	Ciment de haut fourneau	CEM III/A	35-64	36-65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM III/B	20-34	66-80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM III/C	5-19	81-95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
CEM IV	Ciment pouzzolanique <sup>c)</sup>	CEM IV/A	65-89	—	← 11-35 →					—	—	—	0-5		
		CEM IV/B	45-64	—	← 36-55 →					—	—	—	0-5		
CEM V	Ciment composé c)	CEM V/A	40-64	18-30	—	← 12-20 →				—	—	—	0-5		
		CEM V/B	20-38	31-49	—	← 21-35 →				—	—	—	0-5		

a) Les valeurs indiquées au tableau se réfèrent à la somme des constituants principaux et secondaires.

b) La proportion de fumées de silice est limitée à 10 %.

c) Dans les cas des ciments Portland composés CEM II/A-M et CEM II/B-M, des ciments pouzzolaniques CEM IV/A et CEM IV/B des ciments composés CEM V/A et CEM V/B les constituants principaux autres que le clinker doivent être déclarés dans la désignation du ciment.

### 3.2 Ciments courants résistants aux sulfates (ciments SR) :

Le tableau 2 donne les sept (7) produits de la famille des ciments courants résistants aux sulfates, ils sont regroupés en trois types principaux comme suit :

— Ciment portland résistant aux sulfates :

\* CEM I-SR 0 Ciment portland résistant aux sulfates (teneur en  $C_3A$  du clinker = 0 %) ;

\* CEM I-SR 3 Ciment portland résistant aux sulfates (teneur en  $C_3A$  du clinker  $\leq$  3 %) ;

\* CEM I-SR 5 Ciment portland résistant aux sulfates (teneur en  $C_3A$  du clinker  $\leq$  5 %) .

— Ciment de haut fourneau résistant aux sulfates :

\* CEM III/B-SR Ciment de haut fourneau résistant aux sulfates (aucune exigence concernant la teneur en  $C_3A$  du clinker)

\* CEM III/C-SR Ciment de haut fourneau résistant aux sulfates (aucune exigence concernant la teneur en  $C_3A$  du clinker)

— Ciment pouzzolanique résistant aux sulfates :

\* CEM IV/A-SR Ciment pouzzolanique résistant aux sulfates (teneur en  $C_3A$  du clinker  $\leq$  9 %) ;

\* CEM IV/B-SR Ciment pouzzolanique résistant aux sulfates (teneur en  $C_3A$  du clinker  $\leq$  9 %) ;

Tableau 2 : Les sept produits de la famille des ciments courants résistant aux sulfates

Principaux types	Notation de sept produits (types de ciments courants résistant aux sulfates)		Composition (pourcentage en masse <sup>a)</sup> )				
			Constituants principaux				Constituants secondaires
			Clinker K	Laitier de haut fourneau S	Pouzzolane naturelle P	Cendre volante siliceuse V	
CEM I	Ciment portland résistant au sulfate	CEM I-SR0 CEM I-SR3 CEM I-SR5	95-100	-	-	-	0-5
CEM III	Ciment de haut fourneau résistant aux sulfates	CEM III/B-SR	20-34	66-80	-	-	0-5
		CEM III/C-SR	5-19	81-95	-	-	0-5
CEM IV	Ciment pouzzolanique résistant aux sulfates <sup>b)</sup>	CEM IV/A-SR	65-79	-	21-35		0-5
		CEM IV/B-SR	45-64	-	36-55		0-5

a) les valeurs indiquées au tableau se réfèrent à la somme des constituants principaux et secondaires

b) pour les ciments pouzzolaniques résistants aux sulfates, types CEM IV/A-SR et CEM IV/B-SR, les constituants principaux autres que le clinker, doivent être déclarés dans la désignation du ciment.

### 3.3 Exigences mécaniques :

#### 3.3.1 Résistance courante :

La résistance courante d'un ciment est la résistance à la compression déterminée conformément à la norme NA 234, mesurée à 28 jours. Elle doit être conforme aux exigences du tableau 3 ci-dessous.

Trois (3) classes de résistance courante sont couvertes : classe 32,5 ; classe 42,5 ; classe 52,5

#### 3.3.2 Résistance à court terme

La résistance à court terme d'un ciment est la résistance à la compression, déterminée conformément à la norme NA 234, à 2 ou 7 jours. Elle doit être conforme aux exigences du tableau 3 ci-dessous.

A chaque classe de résistance courante, correspondent trois (3) classes de résistance à court terme :

— une classe de résistance à court terme ordinaire, notée N ;

- une classe de résistance à court terme élevée, notée R ;
- une classe de faible résistance à court terme, notée L.

La classe L est uniquement applicable aux ciments CEM III qui sont alors des ciments de haut fourneau à faible résistance à court terme.

**Tableau 3 : Exigences mécaniques et physiques définies en termes de valeurs caractéristiques**

Classe de résistance	Résistance à la compression Mpa			Temps de début de prise	Stabilité (expansion)
	Résistance à court terme		Résistance courante		
	2 jours	7 jours	28 jours	min	mm
32,5 L <sup>a</sup>	-	≥ 12.0	≥ 32.5	≤ 52.5	≥ 75
32,5 N	-	≥ 16.0			
32,5 R	≥ 10.0	-			
42,5 L <sup>a</sup>	-	≥ 16.0	≥ 42.5	≤ 62.5	≤ 10
42,5 N	≥ 10.0	-			
42,5 R	≥ 20.0	-			
52,5 L <sup>a</sup>	≥ 10.0	-	≥ 52.5	-	≥ 45
52,5 N	≥ 20.0	-			
52,5 R	≥ 30.0	-			

a - Classe de résistance uniquement pour les ciments CEM III.

### 3.4 Exigences physiques :

#### 3.4.1 Temps de début de prise

Déterminé selon la NA 230, le temps de début de prise doit satisfaire aux exigences du tableau 3 ci-dessus.

#### 3.4.2 Stabilité (expansion)

Déterminée selon la NA 230, l'expansion doit satisfaire aux exigences du tableau 3 ci-dessus.

#### 3.4.3 Chaleur d'hydratation

La chaleur d'hydratation des ciments courants à faible chaleur d'hydratation ne doit pas dépasser la valeur caractéristique de 270 J/g, déterminée selon la NA 5097 à 7 jours ou selon la NA 5061 après 41 heures.

Les ciments courants à faible chaleur d'hydratation sont désignés par les lettres (LH).

**NOTE 1 :** Il a été observé que les résultats de l'essai réalisé selon la NA 5097 à 7 jours sont équivalents aux résultats obtenus avec l'essai effectué selon la NA 5061 après 41 heures. Néanmoins, en cas de litige entre les laboratoires, il convient que la méthode à appliquer fasse l'objet d'un accord.

**NOTE 2 :** Un ciment présentant une valeur de chaleur d'hydratation plus élevée est adapté à certaines applications. Il est nécessaire que cette valeur fasse l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur et que le ciment ne soit pas identifié comme un ciment à faible chaleur d'hydratation (LH).

### 3.5 Exigences chimiques :

Déterminées conformément aux normes citées dans la colonne 2 du tableau 4, les propriétés des types de ciments et classes de résistance figurant respectivement aux colonnes 3 et 4 de ce tableau doivent être conformes aux valeurs figurant à la colonne 5 du tableau 4 ci-dessous.

**Tableau 4 : Exigences chimiques définies en termes de valeurs caractéristiques**

1	2	3	4	5
Propriétés	Référence de l'essai	Type de ciment	Classe de résistance	Exigences
Perte au feu	NA 5042	CEM I CEM III	Toutes classes	≤ 5,0 %
Résidu insoluble	NA 5042	CEM I CEM III	Toutes classes	≤ 5,0 %
Teneur en sulfates (SO <sub>3</sub> )	NA 5042	CEM I CEM II CEM IV CEM V	32,5 N 32,5 R 42,5 N	≤ 3,5 %
			42,5 R 52,5 N 52,5 R	≤ 4,0 %
		CEM III	Toutes classes	
Teneur en chlorure	NA 5042	Tous types	Toutes classes	≤ 0,10 %
Pouzzolanité	NA 1952	CEM IV	Toutes classes	Satisfait à l'essai

**3.6 Exigences de durabilité :**

- Les exigences pertinentes sont données dans la NA 16002.
- Un ciment courant résistant aux sulfates doit satisfaire aux exigences chimiques supplémentaires spécifiées dans le Tableau 5. Les ciments courants résistants aux sulfates doivent être identifiés par la notation SR.

**Tableau 5: Exigences supplémentaires définies en termes de valeurs caractéristiques pour les ciments courants résistants aux sulfates**

1	2	3	4	5
Propriétés	Référence de l'essai	Type de ciment	Classe de résistance	Exigences
Teneurs en sulfate (SO <sub>3</sub> )	NA 5042	CEM I-SR 0 CEM I-SR 3 CEM I-SR 5 CEM IV/A-SR CEM IV/B-SR	32,5 N 32,5 R 42,5 N	≤ 3.0%
			42,5 R 52,5 N 52,5 R	≤ 3.5%
C <sub>3</sub> A dans le clinker	NA 5042	CEM I-SR 0	Toutes classes	= 0 %
		CEM I-SR 3		≤ 3%
		CEM I-SR 5		≤ 5%
	a)	CEM IV/A-SR CEM IV/B-SR		≤ 9%
Pouzzolanité	NA 1952	CEM IV/A-SR CEM IV/B-SR	Toutes classes	Le résultat d'essai doit être positif à 8 jours

a) En attendant la mise au point d'un essai, la teneur en C<sub>3</sub>A du clinker (voir le point : 5.2.1 de la NA 442) doit être déterminé à partir de l'analyse du clinker réalisée dans le cadre du contrôle de production en usine du fabricant.

**3.8 Domaine d'utilisation des ciments :****Tableau 6**

CEM I 42,5 et 42,5 R	Béton armé ou précontraint avec un décoffrage rapide Préfabrication
CEM I 52,5 et 52,5 R	Béton armé ou précontraint avec un décoffrage rapide Préfabrication Ouvrages nécessitant des résistances finales élevées Béton à hautes performances
CEM II/A ou B 32,5 et 32,5 R	Béton en élévation armé ou non avec un décoffrage rapide Dallage - Stabilisation des sols Fondations ou travaux souterrains en milieux chimiquement non Agressifs - Travaux de maçonnerie
CEM II/A ou B 42,5 et 42,5 R	Béton armé en général coulé sur place ou préfabriqué Décoffrage rapide, mise en service rapide Béton étuvé ou auto-étuvé
CEM II / A 52,5 et 52,5 R	Béton armé ou précontraint avec un décoffrage rapide Préfabrication - Ouvrages nécessitant des résistances finales élevées – Béton à hautes performances
CEM II / A [D] 52,5 et 52,5 R aux fumées de silice	Béton à hautes performances et toutes ses utilisations Béton armé et béton précontraint Préfabrication Béton fluide et pompable
CEM III / A ou B 32,5 ; 42,5 et 52,5	Travaux souterrains en milieux chimiquement agressifs, ouvrages en milieux sulfatés et travaux nécessitant une faible chaleur d'hydratation Bétons de masse et travaux en béton armé ou non Stabilisation des sols et travaux à la mer
CEM III / C 32,5	Travaux souterrains en milieux chimiquement agressifs, ouvrages en milieux sulfatés et travaux nécessitant une faible chaleur d'hydratation — Bétons de masse et travaux en béton armé ou non Stabilisation des sols et travaux à la mer
CEM IV / A ou B 32,5	Travaux souterrains en milieux chimiquement agressifs, ouvrages en milieux sulfatés et travaux nécessitant une faible chaleur d'hydratation — Bétons de masse et travaux en béton armé ou non Stabilisation des sols et travaux à la mer - Travaux de maçonnerie
CEM IV / A ou B 42,5	Travaux souterrains en milieux chimiquement agressifs, ouvrages en milieux sulfatés et travaux nécessitant une faible chaleur d'hydratation — Bétons de masse et travaux en béton armé ou non Stabilisation des sols et travaux à la mer
CEM V / A 32,5	Travaux souterrains en milieux chimiquement agressifs, ouvrages en milieux sulfatés et travaux nécessitant une faible chaleur d'hydratation — Bétons de masse et travaux en béton armé ou non Stabilisation des sols et travaux à la mer

**4. Procédures d'évaluation de la conformité :****4.1 Exigences générales :**

Pour les besoins de la certification produits, la conformité du ciment au présent règlement technique est évaluée conformément à la NA 5040. Concernant la conformité de l'emballage, celle-ci est évaluée conformément à la norme NA 5026.

La conformité des 27 produits à ce présent règlement technique doit être évaluée en continu sur la base d'essais effectués sur des échantillons ponctuels. Les propriétés, les méthodes d'essais et les fréquences minimales d'essais applicables pour les essais d'autocontrôle du fabricant sont spécifiées dans le Tableau 7 ci-dessous. En ce qui concerne la fréquence des essais de ciment ne faisant pas l'objet d'une distribution ininterrompue ainsi que pour d'autres détails, voir la NA 5040.

**Tableau 7 : Propriétés, méthodes d'essais et fréquences minimales d'essais pour les essais d'autocontrôle du fabricant et méthode d'évaluation statistique**

Propriétés	Ciments à soumettre aux essais	Méthode d'essai <sup>a)</sup> b)	Essai d'autocontrôle			
			Fréquence minimale d'essai		Méthode d'évaluation statistique	
			Situation courante	Période d'admission pour un nouveau type de ciment	Contrôle par	
					mesures <sup>c)</sup>	attributs
1	2	3	4	5	6	7
Résistance à court terme Résistance courante	Tous	NA 234	2/ semaine	4/semaine	x	
Temps de début de prise	Tous	NA 230	2/ semaine	4/ semaine		x
Stabilité (expansion)	Tous	NA 230	1/ semaine	4/ semaine		x <sup>d)</sup>
Perte au feu	CEM I, CEM III	NA 5042	2/ mois <sup>e)</sup>	1/ semaine		x <sup>d)</sup>
Résidu insoluble	CEM I, CEM III	NA 5042	2/ mois <sup>e)</sup>	1/ semaine		x <sup>d)</sup>
Teneur en sulfate	Tous	NA 5042	2/ semaine	4/ semaine		x <sup>d)</sup>
Teneur en chlorure	Tous	NA 5042	2/ mois	1/ semaine		x <sup>d)</sup>
C <sub>3</sub> A Dans le clinker	CEM I-SR 0 CEM I-SR 3 CEM I-SR 5	NA 5042 f)	2/ mois	1/ semaine		x <sup>d)</sup>
	CEM IV/A-SR CEM IV/B-SR	g)				
pouzzolanité	CEM IV	NA 1952	2/ mois	1/ semaine		x
Chaleur d'hydratation	Ciments courants à faible chaleur d'hydratation	NA 5061 et NA 5097	1/ mois	1/ semaine		x <sup>d)</sup>
Composition	Tous	h)	1/ mois	1/ semaine		

a) Lorsque la partie correspondante de la NA 442 le permet, il est possible d'utiliser d'autres méthodes que celles indiquées, à condition qu'elles donnent des résultats corrélés avec et équivalents à ceux obtenus avec la méthode de référence.

b) Les méthodes utilisées pour prélever et préparer les échantillons doivent être conformes aux exigences de la NA 254.

c) Si les données ne suivent pas une distribution normale, la méthode d'évaluation peut être choisie au cas par cas.

d) Si le nombre d'échantillons est d'au moins un par semaine au cours de la période de contrôle, l'évaluation peut se faire par mesures.

e) Lorsqu'aucun des résultats d'essais ne dépasse 50 % de la valeur caractéristique sur une période de 12 mois, la fréquence peut être ramenée à un par mois.

f) Dans le cas particulier du CEM I, il est permis de calculer la teneur, en C<sub>3</sub>A du clinker à partir de l'analyse chimique du ciment.

La teneur en C<sub>3</sub>A doit être calculée en utilisant la formule suivante :  $C_3A = 2,65A - 1,69F$  (voir le point 5.2.1 de la NA 442).

g) En attendant la mise au point d'un essai la teneur en C<sub>3</sub>A du clinker doit être déterminée à partir de l'analyse du clinker réalisée dans le cadre du contrôle de production en usine du fabricant.

h) Il appartient au fabricant de choisir une méthode d'essai adaptée.