



Parements de qualité des parois en béton



**COLLECTION TECHNIQUE SYNDICAT FRANÇAIS
DE L'ECHAFAUDAGE, DU COFFRAGE ET DE L'ETAIEMENT**

MARS 2005

10 rue du Débarcadère 75852 PARIS cedex 17
Tél. 01 40 55 13 00 Fax. 01 40 55 13 01
e.mail : Syndicat@echafaudage.ffbatiment.fr

Mention Spéciale

L'expérience de M. Emile FOLLOS, Ingénieur méthodes, et le temps qu'il a bien voulu y consacrer ont été essentiels à la réalisation et la rédaction de cet ouvrage.

Nous tenons ici à lui exprimer nos plus vifs remerciements pour son dévouement.

REMERCIEMENTS

Nous remercions tous ceux qui ont bien voulu nous apporter leur précieux concours pour la réalisation de cet ouvrage :

Entreprises adhérentes au syndicat Français de l'échafaudage, du coffrage et de l'étalement :

MM Jean Paul CHEVALIER (PERI)
 Responsable de la section Coffreurs / étayeurs du syndicat
 Arthur AHR (HUSSOR)
 Didier RITTER (HUSSOR)
 Nizar HELOUN (OUTINORD)
 Joseph COLLETTI (OUTINORD)
 Jean Claude BELMUNT (DEKO)

Avec la participation de :

 Patrick ROSSIGNOL *Chargé des questions techniques au syndicat*
 Emile FOLLOS *Ingénieur méthodes*
 Bernard DELABRECHE *(PIERI)*
 Daniel IMBERT *(DUMEZ)*
 Alexis ARNAUD *(LEON GROSSE)*
 Christian ZINI *(BOUYGUES)*

OBJECTIF DU PRESENT OUVRAGE:

Permettre à l'opérateur d'obtenir, par l'application du présent cahier des charges, un parement de qualité des parois en béton.

Ce cahier des charges définit les exigences techniques, les procédures de mise en œuvre des matériels et/ou matériaux associant l'environnement, les coffrages, les agents de démoulage, les armatures, les bétons, la vibration. Les corrections à apporter après observation des résultats obtenus.

Le respect des règles de l'art implique les connaissances techniques des opérateurs.

La qualité a un coût, la non qualité également.

SOMMAIRE

1. <u>L'OPERATEUR ET SON ENVIRONNEMENT</u>	Pages
1.1. Le Site	1
1.2. Carte des zones de gel selon norme NF EN 206-1	1
1.3. Prévisions météorologiques	2
1.4. Cartes des zones de vent selon DTU P06-002 décembre 1999	2
2. <u>L'OPERATEUR ET LE COFFRAGE (COFFRAGES INDUSTRIALISES)</u>	
2.1 Connaissance de l'aspect de l'ouvrage à obtenir en fonction du coffrage choisi.	
2.1.1 Les parements des parois latérales et des sous faces selon le DTU 21 (NF P 18-201 de Mars 2004)	3
2.1.2 Le parement élémentaire	3
2.1.3 Le parement ordinaire	3
2.1.4 Le parement courant	
2.1.5 Le parement soigné	3
2.1.6 Les caractéristiques de planéité	3
2.2. Précautions générales pour tous types de coffrage	
2.2.1 Au stockage	4
2.2.2 A l'utilisation de tous types de coffrages	4
2.3 Types des peaux coffrantes	
2.3.1 Acier	5
2.3.2 Bois / Contreplaqué phénolique	7
2.3.3 Les Composites	7
2.3.4 Moules plastiques, matrices, polystyrène	7
3. <u>L'OPERATEUR ET LES AGENTS DE DEMOULAGE</u>	
3.1 Généralités	7
3.2 Critères de choix communs aux deux tableaux suivants	8
3.3 Choix de l'agent de démoulage en amont	8
3.4 Choix de l'agent de démoulage en fonction des conditions de chantier	9
3.5 Corrections de divers problèmes rencontrés sur le béton	9
3.6 Outillage de pulvérisation	12
3.6.1 Le pulvérisateur	12
3.6.2 Les buses	12
4. <u>L'OPERATEUR ET LES ARMATURES</u>	
4.1 Armatures anti-fissuration	12
4.2 Mise en place des armatures	12

5. L'OPERATEUR ET LE BETON

5.1	Connaître la nature du béton à mettre en œuvre	13
5.2	Savoir la nature du ciment et des agrégats employés	13
5.2.1	La composition des ciments	13
5.2.2	Les agrégats	13
5.3	Gâchage du béton	13
5.4	Mise en œuvre du béton	13
5.4.1	La fluidité du béton	13
5.4.2	Coulage par gravité	13
5.4.3	Coulage à la pompe	14
5.4.4	Incidences de la température extérieure	14
5.4.4.1	Bétonnage par temps chaud	14
5.4.4.2	Bétonnage par temps froid	15

6- L'OPERATEUR ET LA VIBRATION (SERRAGE)

6.1	La vibration interne	16
6.1.1.	Choix du vibreur	16
6.1.2.	Mode opératoire	16
6.2.	La vibration externe	17

7. L'OPERATEUR ET LES RESULTATS

7.1	Constat au décoffrage	18
7.2	Constat dans les jours suivants	19

ANNEXES

Annexe 1	: Commentaires sur la norme NF EN 206-1	20
Annexe 2	: Le pompage du béton	28
Annexe 3	: Les agents de démoulage	29

1. L'OPERATEUR ET SON ENVIRONNEMENT

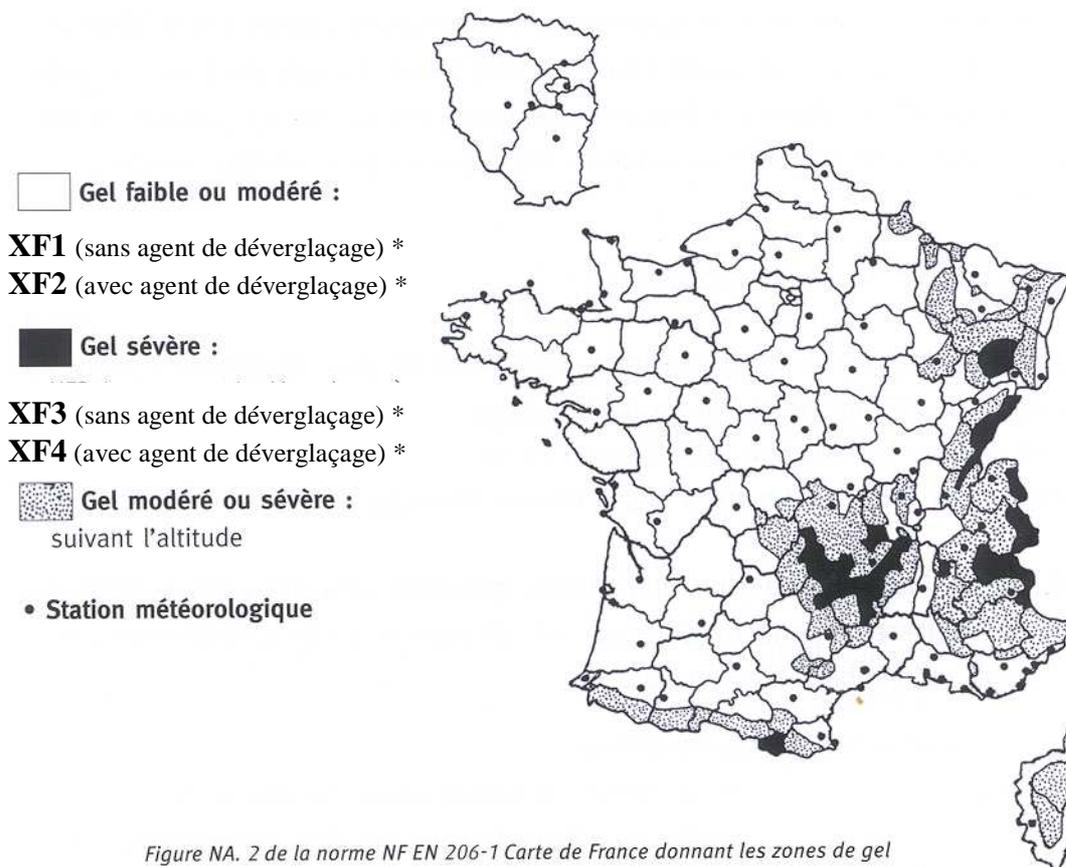
1.1 Le Site

Connaître sa situation en rapport avec la classification neige et vent, gel, conditions particulières :

- Environnement immédiat de pollution, poussières, ambiance corrosive ;
- Exposition dans laquelle évoluera le béton conformément à la norme NF EN 206-1 entrée en vigueur le 1^{er} juin 2004

1.2 Carte des zones de gel selon norme NF EN 206-1

Le présent paragraphe donne la carte des risques de gel en France, suivant un classement : gel faible, gel modéré, gel sévère. Cette carte est établie à partir des données statistiques analysées de 108 stations météorologiques exploitées de Météo France, couvrant le territoire national dont la situation est donnée sur la carte suivante.



*Figure NA. 2 de la norme NF EN 206-1 Carte de France donnant les zones de gel
(précisée par canton et par commune dans le fascicule de documentation FD P 18-326)*

* voir annexe 2 page 26

La carte des zones de gel est complétée par le fascicule de documentation P 18-326.

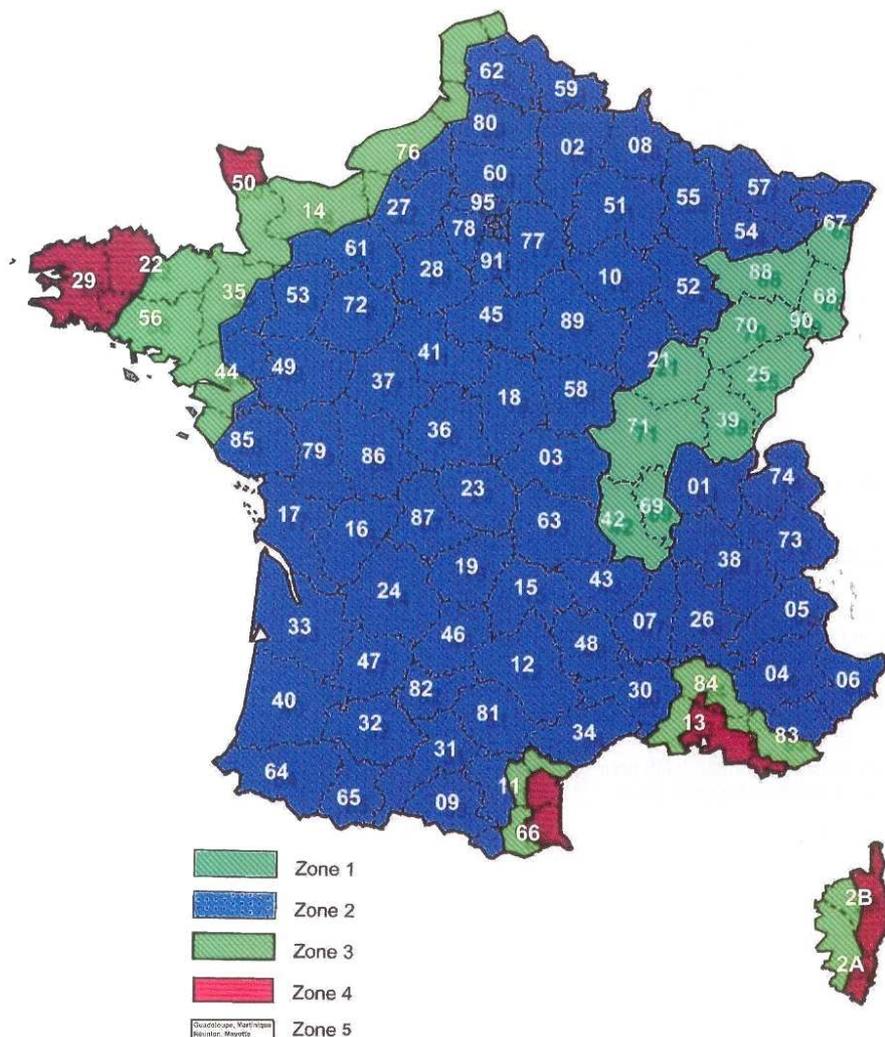
En tout état de cause, le classement, qui est fait à partir de températures mesurées sous abri, ne prend pas en compte le facteur exposition. De même, étant fait à partir d'un nombre limité de stations d'observation, il ne considère pas non plus les phénomènes micro climatiques.

1.3 Prévisions météorologiques

- Conséquence du vent ;
- Source d'information météo France/prévisions sur 24 heures, bulletins d'alerte ;
- Conséquence de la température ;
- Conséquence de l'hygrométrie.

1.4 Cartes des zones de vent selon DTU P06-002 décembre 1999

NV65-95-99 - Carte des vents



France métropolitaine : Carte des zones de vent

Zones	Valeurs normales		Valeurs extrêmes	
	v km/h	q Pa	v km/h	q Pa
Zone 1	103,0	500	136,9	875
Zone 2	112,7	600	149,1	1050
Zone 3	126,0	750	166,6	1310
Zone 4	137,9	900	182,5	1575

4. L'OPERATEUR ET LE COFFRAGE (COFFRAGES INDUSTRIALISES)

2.1 Connaissance de l'aspect de l'ouvrage à obtenir en fonction du coffrage choisi.

2.1.1 Les parements des parois latérales et des sous faces selon le DTU 21 (NF P 18-201 de Mars 2004)

Il s'agit notamment des parois latérales des murs et poteaux, des sous faces, des dalles et poutres et des joues latérales de celles-ci. On distingue quatre qualités de parements de béton :

- Elémentaire ;
- Ordinaire ;
- Courant ;
- Soigné.

2.1.2 Le parement élémentaire est également réservé aux parois de locaux utilitaires, pour lesquels une finition ordinaire n'est pas nécessaire, ou aux parois destinées soit à recevoir une finition rapportée non directement appliquée sur le support, soit à être masquées par une cloison indépendante de ces parois.

2.1.3 Le parement ordinaire peut convenir pour les emplois ci-dessus lorsque la paroi est destinée à recevoir un enduit de parement traditionnel épais.

2.1.4 Le parement courant correspond à des ouvrages susceptibles de recevoir des finitions classiques de papiers peints ou peintures, moyennant un rebouchage préalable et l'application d'un enduit garnissant (sauf indication contraire des DPM, ces travaux de rebouchage et enduit garnissant ne sont pas à la charge de l'entreprise de gros œuvre).

2.1.5 Le parement soigné convient aux mêmes usages que le parement courant, mais sa meilleure finition permet de limiter les travaux ultérieurs de revêtement éventuel et n'exige qu'une moindre préparation. Il convient de noter que les bétons autoplaçants, de par leur formulation, permettent d'obtenir des parements de grande qualité.

2.1.6 Les caractéristiques de planéité des parements définis précédemment sont regroupées dans le tableau ci-après :

Parements	Planéité d'ensemble rapportée à la <u>règle de 2 mètres</u>	Planéité locale – hors joints – rapportée à un <u>régllet de 0,20m</u> (creux maximal sous ce régllet)
Elémentaire	Pas de spécification particulière	Pas de spécification particulière
Ordinaire	15 mm	6 mm
Courant	7 mm	2 mm
Soigné	5 mm	2 mm

Par ailleurs, le parement extérieur des ouvrages exposés à la pluie doit, lorsqu'il est destiné à rester brut ou à être revêtu d'une peinture, d'une lasure ou d'un carrelage collé, être un parement soigné.

Des qualités de parements différentes peuvent être exigées. Elles sont alors définies dans les Documents Particuliers du Marché, comme les parements bouchardés, lavés, etc.

Il est à noter que l'aspect de l'épiderme du béton, du point de vue du bullage ou de la teinte n'est pas pris en compte dans le DTU 21, mais dans le fascicule de documentation P 18-503.

Le fascicule P 18-503 – surfaces et parements de béton propose de classer les surfaces de béton selon trois critères : la planéité (P), la texture (E) et la teinte (T).

Compte tenu de la subjectivité de la teinte, seule la texture sera explicitée :

TEXTURE (E)					
Cette lettre est suivie d'une série de chiffres spécifiques du niveau de qualité pour chacun des trois critères : bullage moyen, zones de bullage et défauts localisés					
1^{er} Critère	Bullage moyen				
Echelle	E(0)	E(1)	E(2)	E(4)	E(5)
Surface max. par bulle [cm²]	Critère non considéré	3	1.5	0.3	A préciser au marché
Profondeur [mm]		5	3	2	
Surface du bullage [%]		10	3	2	
2^e Critère	Zones de bullage concentré (nuages de bulles)				
Echelle	E(0)	E(1)	E(2)	E(3)	E(4)
Concentration [%]	Critère non considéré	25	10	5	A préciser au marché
3^e Critère	Défauts localisés : appréciation visuelle				
La surface maximale d'un défaut localisé, mesurée en centimètres carrés résulte du produit d'un coefficient par une distance d'observation exprimée en mètres. Ce troisième critère est peu usité, pour plus d'information, se référer au chapitre 5.2.3 du fascicule FD P 18-503					

2.2 Précautions générales pour tous types de coffrage

2.2.1 Au stockage :

- Le stockage à plat ne doit pas se faire peau coffrante directement au sol
- Choisir un produit de protection adapté à la durée du stockage.

2.2.2 A l'utilisation de tous types de coffrages :

- Serrage des tiges ;
- L'étanchéité entre les éléments de coffrage ;
- Alignement et aplomb ;
- Choix des écarteurs et des positionneurs.

2.3 Types des peaux coffrantes

2.3.1 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 plate forme individuelle roulante ou un échafaudage, si la hauteur des coffrages le nécessite.
 - Appliquer l'agent de démoulage comme décrit au chapitre 3.

DESCRIPTION DU POSTE NETTOYAGE ET HUILAGE DANS LE CYCLE

Tâche à exécuter	Consigne à prendre Informations à donner	Agent de démoulage	Outillage	Observations
Nettoyage banches neuves	Le chef de chantier indiquera le produit de dégraissage (suivant indications du constructeur) et l'agent de démoulage pour éviter l'oxydation.	Selon consignes du chef. A prendre dans le local de stockage.	Racloir à long manche. Pulvérisateur avec buses correspondant à l'agent de démoulage. Prendre une PIR (passerelle individuelle roulante) si la hauteur des coffrages le nécessite.	S'assurer de la stabilité des coffrages. Travail sur terrain plan hors zone de construction (Aire de montage).
Nettoyage juste après décoffrage	Signaler les défauts d'aspect du béton décoffré au chef de chantier.		Racloir à long manche. Ponceuse si besoin. PIR si besoin.	S'assurer de la stabilité des coffrages (étais sur ancrages etc....). Ne pas laisser de béton sur la peau coffrante. Ponçage si nécessaire. A ne pas faire à l'emplacement du voile à réaliser.
Huilage juste après nettoyage	A prendre auprès du chef de chantier qui indiquera le choix de l'agent de démoulage suivant la nature du béton et des conditions climatiques.	Prendre l'agent de démoulage indiqué dans le local de stockage. S'assurer de la pression d'utilisation du pulvérisateur.	Pulvérisateur avec buses qui correspondent à l'agent de démoulage utilisé. PIR si besoin.	Protéger les armatures en attente. Ne pas saturer la peau coffrante, pas de coulures. Eviter toute impureté dans le pulvérisateur au remplissage. Pulvériser à la pression préconisée.

2.3.2 Bois / Contreplaqué phénolique :

- Neuves ou rodées, les opérations de nettoyage et huilage sont les mêmes ;
- Opération de nettoyage avec racloir lisse, pour retirer les restes de béton sans rayer la peau coffrante ;
- Application d'un agent de démoulage de qualité et approprié aux contreplaqués, proscrire les produits pétroliers et limiter ceux additionnés de solvants.

2.3.3 Les Composites :

- Neuves ou rodées, les opérations de nettoyage sont les mêmes ;
- Opération de nettoyage avec un racloir lisse pour retirer les restes de béton sans rayer la peau coffrante ;
- Tous les 20 emplois, laver au nettoyeur à pression et appliquer un produit de protection préconisé par le fabricant ;
- Ne jamais utiliser d'agent de démoulage.

2.3.4 Moules plastiques, matrices, polystyrène :

- Traitements spécifiques suivant fabricants ;
- Nettoyage à haute pression ;
- Généralement les agents de démoulage à base de solvant sont proscrits.

3. L'OPERATEUR ET LES AGENTS DE DEMOULAGE

- **Avant toute opération s'assurer que la peau coffrante est propre et en principe sèche. En cas de pluie enlever l'excès d'eau.**

3.1 Généralités :

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

Il a pour rôle :

- De faciliter le décoffrage ;
- De protéger les peaux coffrantes (en particulier celles en acier) de la corrosion ;
- De ne pas détériorer ces dernières (huiles trop acides) ;
- Avoir une bonne adhérence à la peau coffrante pendant le bétonnage et la vibration.

Du choix de l'agent de démoulage dépend en partie la qualité du parement béton et du non accrochage du béton sur la peau coffrante.

L'application de l'agent de démoulage doit se faire comme une « peinture » : couche uniforme, sans coulures, avec un pulvérisateur et une buse adaptée. Retirer l'excès de produit si nécessaire.

Suivant la viscosité du produit, le pouvoir couvrant est de 20 à 40 m² par litre. Se conformer à la fiche du fabricant.

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.
- Le rôle anti-corrosion n'est plus assuré.
- **Ne pas mélanger les différentes sortes d'agents de démoulage**

Les opérateurs doivent se protéger contre les possibles agressivités des produits de démoulage (port de gants, masque, protections de la peau, lunettes)

3.2 Critères de choix communs aux deux tableaux suivants :

De 0 à 2 : A éviter car pas ou peu adapté
 De 3 à 5 : A utiliser, de plus en plus performant
 n.c: Paramètre non concerné

N.B. : Dans ces tableaux, les critères économiques ne sont pas pris en compte.

3.3 Choix de l'agent de démoulage en amont :

Ce choix dépend :

- De la nature du coffrage ;
- De la qualité du parement à obtenir ;
- De l'environnement et de la sécurité de l'homme au travail.

Critères		Nature de l'agent de démoulage				Viscosité	
		Minérale	Synthèse	Végétale	Cire	Haute	Basse
Nature Coffrage	Bois	5	3	3	3	5	2
	Métallique	4	5	5	5	3	4
	Matrice PU	0	2	3	5	5	3
Qualité Parement	Standard	4	4	4	3	n.c.	n.c.
	Haute (brut de décoffrage)	1	5	4	3	n.c.	n.c.
	Homogénéité de teinte	1	5	5	5	3	5
	Bullage	3	4	4	5	2	5
Environnement et Sécurité de l'homme au travail		1	3	5	3	n.c.	n.c.
Protection anti-corrosion des peaux coffrantes métalliques		5	4	2	5	5	2

3.4 Choix de l'agent de démoulage en fonction des conditions de chantier :

Ce choix dépend :

- Des conditions météorologiques ;
- De la hauteur de chute du béton ;
- De l'âge de la peau coffrante.

A noter que les huiles végétales présentent des conditions d'utilisation optimales à des températures comprises entre +5°C et +30°C.

Critères		Nature de l'agent de démoulage			Additivation		Viscosité	
		Minérale	Synthèse	Végétale	Haute	Basse	Haute	Basse
Température	Sup. à 30°C	3	5	2	2	5	2	5
	De 5 à 30°C	3	5	5	3	3	3	3
	Inf à 5°C	3	5	2	5	1	5	1
Conditions Climatiques	Pluie	3	4	4	5	1	5	3
	Soleil	3	4	3	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Hauteur de chute du béton	Standard	4	4	4	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
	Haute	3	5	4	5	1	5	3
Type de banche	Rôdée	3	5	5	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
	Neuve	3	5	5	5	1	5	3
Protection anti-corrosion des peaux coffrantes métalliques		5	4	2	5	2	5	2

Les cires sont en général utilisées pour des parements spéciaux tels que matrices, qualité des teintes, bullage, coulages retardés ... La mise en œuvre est faite au chiffon et demande un grand soin donc des temps d'application supérieurs à ceux des autres agents de démoulage appliqués au pulvérisateur.

Les huiles minérales recyclées ne sont pas prises en compte dans ces tableaux du fait de leur dangerosité pour la santé et de leur inconstance dans la composition.

Indices de viscosité. Ces indications figurent sur les fiches techniques des fabricants.

Viscosité basse = indice de 0 à 20

Viscosité haute = indice supérieur à 20

Indices d'additivation : haute ou basse se rapprocher du fabricant.

3.5 Corrections de divers problèmes rencontrés sur le béton :

- Accrochage : Utiliser une huile plus additivée ;
- Farinage : Utiliser une huile moins additivée ;
- Parement brûlé : Diminuer la quantité d'huile au m² ;
- Homogénéité de teinte : Diminuer la quantité d'huile au m², utiliser une huile de teinte plus claire.

Cas concrets :

Exemple 1 :

Coffrage métallique, qualité de parement haute (brut de décoffrage), avec protection de l'environnement et des conditions de sécurité des personnels.
Température de 15°C, ensoleillé.
Hauteur de chute de béton haute, en banches neuves

Critères		Nature de l'agent de démoulage			Additivation		Viscosité	
		Minérale	Synthèse	Végétale	Haute	Basse	Haute	Basse
Nature Coffrage	Métallique	4	5	5			3	4
Qualité Parement	Haute (brut de décoffrage)	1	5	4			n.c.	n.c.
Environnement et Sécurité de l'homme au travail		1	3	5			n.c.	n.c.
Protection anti-corrosion des peaux coffrantes métalliques		5	4	2	5	2	5	2
Température	De 5 à 30°C	3	5	5	3	3	3	3
Conditions Climatiques	Soleil	3	4	3	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Hauteur de chute du béton	Haute	3	5	4	5	1	5	3
Type de banche	Neuve	3	5	5	5	1	5	3
Total par nature		23	36	33	18	7	21	15

Choix à titre indicatif :

Choix 1

Le plus fort total préconise une huile de **synthèse**, à haute additivation et à haute viscosité. A noter que son indice environnemental n'est pas le meilleur.

Choix 2

Avec trois points de moins l'huile **végétale** reste un bon choix. Son indice pour la qualité du parement est légèrement inférieur à celui de l'huile de synthèse mais son indice environnemental est meilleur. Elle doit être à haute additivation pour améliorer sa protection anticorrosion, sa viscosité pourra être haute ou basse.

Exemple 2 :

Coffrage métallique, qualité de parement standard, avec protection de l'environnement et des conditions de sécurité des personnels, ainsi qu'une protection anti-corrosion des faces coffrantes.

Température de 4°C, sous la pluie.

Hauteur de chute de béton standard, en banches rôdées.

Critères		Nature de l'agent de démoulage			Additivation		Viscosité	
		Minérale	Synthèse	Végétale	Haute	Basse	Haute	Basse
Nature Coffrage	Métallique	4	5	5			3	4
Qualité Parement	Standard	4	4	4			n.c.	n.c.
Environnement et Sécurité de l'homme au travail		1	3	5			n.c.	n.c.
Protection anti-corrosion des peaux coffrantes métalliques		5	4	2	5	2	5	2
Température	Inf. à 5°C	3	5	2	5	1	5	1
Conditions Climatiques	Pluie	3	4	4	5.	1.	5	3
Hauteur de chute du béton	Standard	4	4	4	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Type de banche	Rôdée	3	5	5	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Total par nature		27	34	31	15	4	18	10

Choix à titre indicatif :

Choix 1

Le plus fort total préconise une huile de **synthèse**, à haute additivation et à haute viscosité. A noter que son indice environnemental n'est pas le meilleur. Le choix d'une huile végétale, compte tenu de son comportement aux basses températures, est à déconseiller.

3.6 Outillage de pulvérisation :

3.6.1 Le pulvérisateur

- Le pulvérisateur à pression le plus souvent utilisé doit être en parfait état de fonctionnement.
- La cuve et l'entonnoir doivent être sans dépôts et salissures.
- Le filtre dans la poignée doit être nettoyé régulièrement et doit être toujours remis en place.
- Veiller à maintenir une pression entre 3 et 4 bars avec un pulvérisateur à manomètre.

3.6.2 Les buses

- Le choix est fonction de la viscosité du produit à pulvériser. En général, trois types de buses sont couramment utilisés sur les chantiers.
- Pour une pression de 3 bar :

1,0 mm :	Produit très fluide : viscosité basse 0 à 15
1,1 mm :	Produit courant : viscosité basse 15 à 20
1,5 mm :	Produit visqueux : viscosité haute supérieure à 20

Pour les buses à ailettes, celles-ci ne devront jamais être retirées.

4. L'OPERATEUR ET LES ARMATURES

4.1 Armatures anti-fissuration :

Les règles de calcul du béton armé imposent un pourcentage minimum d'aciers pour des parements laissés bruts, lasurés ou peints.

4.2 Mise en place des armatures :

Opération faite après application de l'agent de démoulage.
Eviter de racler le coffrage avec les aciers pour ne pas retirer l'agent de démoulage.
Choisir les cales de distance en fonction de l'aspect du parement désiré et de l'enrobage imposé (couleur, surface en contact avec le coffrage).

5. L'OPERATEUR ET LE BETON

5.1 Connaître la nature du béton à mettre en œuvre :

Les bétons sont définis par les DTU 21 (NF P18-201 de Mars 2004) et par la norme NF EN 206-1.

Le béton doit **toujours** avoir la même classe de consistance pour une même phase de coulage.

5.2 Savoir la nature du ciment et des granulats employés :

5.2.1 La composition des ciments est importante. L'agressivité de certains composants peut altérer les agents de démoulage. Pour un même ouvrage, la nature du ciment doit être constante pour éviter des nuances de teinte.

5.2.2 Les granulats doivent, pour un même ouvrage, avoir la même provenance, également pour éviter les nuances de teinte. Leur granulation doit également être constante, suivant qu'ils sont concassés ou roulés, ils peuvent avoir un effet abrasif sur les coffrages.

5.3 Malaxage du béton :

Un excès d'eau diminue la résistance du béton. Il peut contribuer à la ségrégation en entraînant les fines et en lavant des graviers qui ne seront plus enrobés.

Respecter le temps de malaxage.

Limiter les temps d'attente des toupies

5.4 Mise en œuvre du béton :

5.4.1 Contrôler la consistance du béton par l'affaissement ou l'étalement (BAP) au cône d'Abrams sur chantier et chaque fois qu'il y a doute.

Les ajouts d'eau sont interdits

5.4.2 Coulage par gravité :

- Maintenir une vitesse de bétonnage aussi constante que possible, en fonction de la résistance de la pression des coffrages et de la prise du béton ;
- Limiter la hauteur de chute à 80 cm ;
- Prévoir des couches horizontales n'excédent pas 30 cm de hauteur ;
- Vérifier le bon enrobage des armatures ;
- Eviter la mise en place lors des fortes pluies (excès d'eau, lavage des granulats, entraînement des fines) ;
- Pour le coulage de BAP, laisser toujours le tuyau immergé ;
- Répartir uniformément dans le coffrage (ne pas répartir avec le vibreur) ;
- Répartir uniformément de part et d'autre des réservations de portes ou ouverture pleine ;
- Pour les B.A.P., utiliser les manchettes très souples et plates, pour éviter de piéger de l'air. Le béton montera en pression dans la manchette et sera véritablement lâché à la sortie (c'est le béton qui lui donne sa forme tubulaire).



5.4.3 Coulage à la pompe

Le bétonnage à la pompe permet de mettre en œuvre le béton de manière continue et homogène.

Il est impératif d'utiliser un tube plongeur qui permet de limiter la hauteur de chute du béton sur les armatures.

L'extrémité du tube plongeur doit être pleine en permanence, afin d'assurer un coulage régulier et sans à-coups. Il doit être remonté en fonction de l'évolution du béton dans les coffrages.

Attention : En règle générale la vitesse d'ascension du béton dans les coffrages est supérieure en coulant à la pompe par rapport au coulage à la benne. En conséquence la pression sur les coffrages peut être augmentée.

5.4.4 Incidences de la température extérieure :

Les conditions climatiques modifient les critères de décoffrage. Il est indispensable d'avoir un partenariat entre l'opérateur, le fabricant du béton, le fabricant du coffrage et le fournisseur d'agents de démoulage.

5.4.4.1 Bétonnage par temps chaud :

Définition :

On parle de bétonnage par temps chaud lorsque la température de l'air, lors de la mise en œuvre du béton, est supérieure à 35°.

- Il faut donc affronter les problèmes de chaleur qui agissent sur le béton, gérer l'hygrométrie et la vitesse du vent.
- Une température élevée impliquera un délai de prise plus court, un durcissement plus rapide et un risque accru de fissuration.

Précautions générales :

Le bétonnage nécessite :

- ♦ Un choix correct des matériaux et du matériel ;
- ♦ Une protection des ouvrages, surtout aux tous premiers âges ;
- ♦ Des contrôles renforcés.

Risques :

- ♦ Perte d'eau par évaporation ;
- ♦ Prise plus rapide du béton ;
- ♦ L'humidité des granulats poreux disparaît.

Conséquences :

- Perte de maniabilité ;
- Difficultés de mise en place ;
- Risque de rajout d'eau modifiant les caractéristiques du béton, frais durci.

Désordres :

- Risque de ségrégation du béton, ressuage ;
- Mauvaise mise en place (nid de graviers, mauvais enrobage des aciers) ;
- Performances mécaniques amoindries ;
- Porosité accrue ;
- Poudrage (dallages) ;
- Durabilité diminuée.
- Fissuration.

5.4.4.2 Bétonnage par temps froid :

Définition :

On parle de bétonnage par temps froid lorsque pendant trois jours consécutifs la température descend en dessous +5°C.

A ce moment là, le processus normal de prise du béton est considérablement ralenti, voire bloqué.

Le froid complique singulièrement le bétonnage. Il n'est pas forcément nécessaire d'arrêter un chantier, les premiers frimas venus.

Néanmoins, dès + 5°C, des précautions s'imposent.

Précautions :

Lorsque la température extérieure est comprise entre 0°C et 5°C, la température du béton à l'arrivée sur le chantier doit être au moins égale à 5°C.

Possibilité de :

Changer les classes de ciment.

Utiliser des adjuvants (Attention à l'emploi d'adjuvant pouvant modifier la teinte du parement.)

6- L'OPERATEUR ET LA VIBRATION (SERRAGE)

6.1 La vibration interne :

6.1.1. Choix du vibreur :

Il est fonction de la nature et de la masse du béton, de la densité des armatures.

Ces critères définiront le diamètre, la longueur et la fréquence de l'aiguille.

Une protection de l'embout évitera d'endommager la peau du coffrage. Elle diminue également l'entrée en résonance du coffrage.

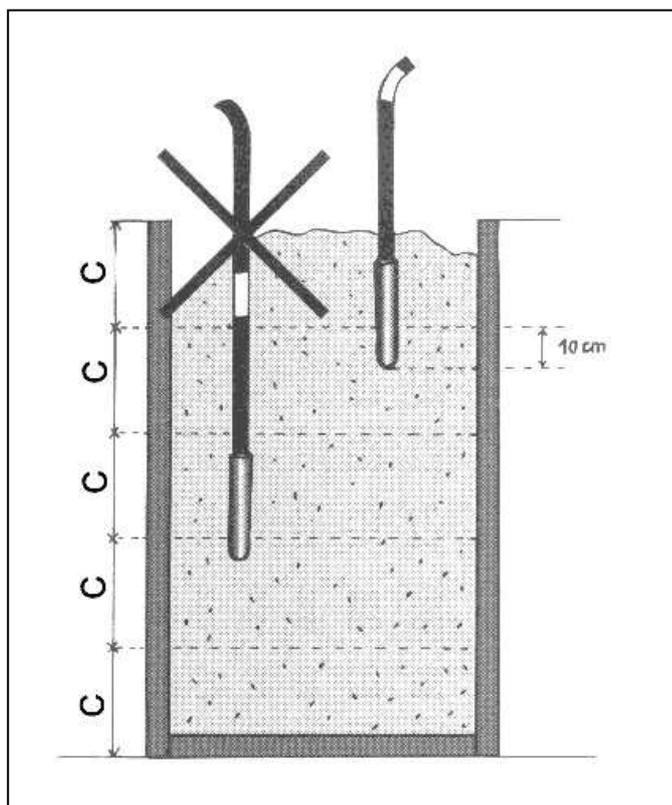
6.1.2. Mode opératoire :

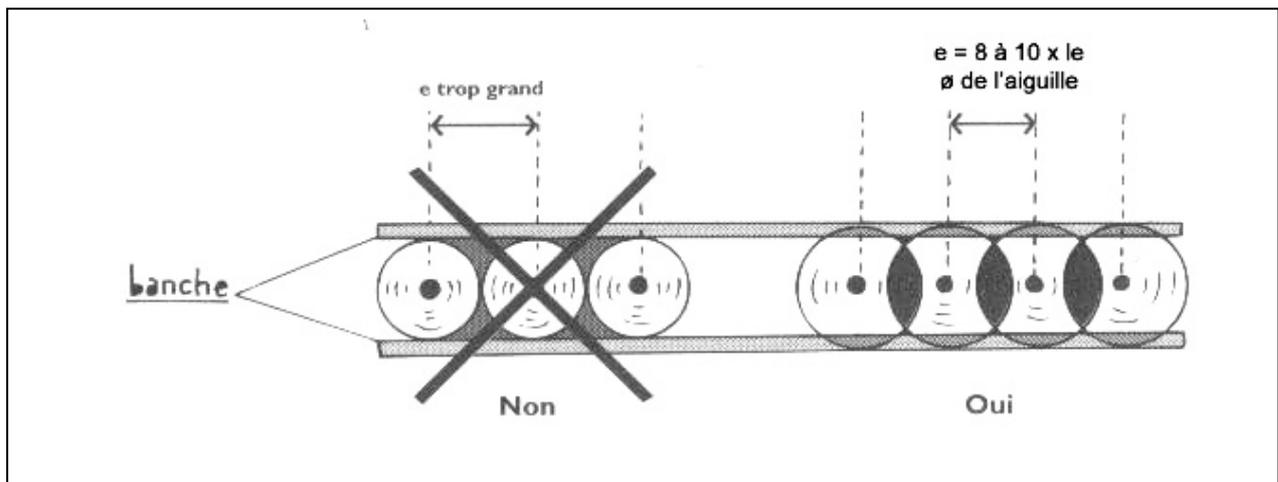
La vibration des armatures est interdite.

Un excès de vibration peut provoquer différents problèmes tels que :

- Ségrégation des granulats ;
- Augmentation de la pression sur les coffrages ;
- Mauvais parement.

Vibrer par couches horizontales de 50 cm (C) en déplaçant l'aiguille par plongeurs espacés de 8 à 10 fois le diamètre de l'aiguille.





Le vibreur doit être plongé rapidement et sorti lentement.

Arrêter la vibration dès que :

- Le béton ne se tasse plus ;
- Le dégagement des bulles d'air cesse (un excès de vibration peut conduire à un recyclage de l'air, d'où un nouveau bullage et éventuellement une ségrégation) ;
- La laitance commence à apparaître en surface, celle-ci devient brillante ;
- Le bruit émis par le vibreur se stabilise.

6.2. La vibration externe :

Elle est couramment utilisée sur les moules de préfabrication et pour les règles vibrantes sur les dalles.

Pour les coffrages verticaux, elle fait l'objet d'une étude particulière en fonction de la nature du coffrage (peau bois ou métal).

Cette étude définira l'emplacement des vibreurs, leur fréquence et la durée de vibration.

Neutraliser les vibreurs au droit des masses déjà vibrées.

Les ossatures des coffrages seront spécialement équipées en conséquence (ajout de renforts) et leur assemblage soigné pour éviter la ruine due à la vibration.

Nota : Les bétons autoplaçants ne doivent jamais être vibrés.

7. L'OPERATEUR ET LES RESULTATS

Attention : il faut toujours réagir dès les premières constatations

7.1 Constat au décoffrage	Causes possibles	Solutions envisagées	Chapitre de référence
Arrachements de béton	Mauvais nettoyage des coffrages Zones non imprégnées d'agent de démoulage ou agent inadapté Hauteur de chute du béton Formulation du béton Résistance au jeune âge	Respect des préconisations Respect des préconisations Respect des préconisations Revoir formulation Respect des préconisations	2.3 3.1 5.4.2 – 5.4.3 5.2.2 – 5.4.4 5.4.4
Présence de rouille	Mauvais nettoyage et ou entretien des coffrages Choix ou absence de l'agent de démoulage, coulage reporté (plusieurs jours) Conditions du site	Respect des préconisations Respect des préconisations Choix de l'agent de démoulage Choix de la formulation du béton	2.3 3.1 1.1 – 3.1 5.1 et annexes
Taches, variations de teinte, peau coffrante blessée	Vibrateur posé en marche sur le coffrage	Ne pas poser le vibrateur en marche sur le coffrage Utiliser des embouts protecteurs	6.1.2 6.1.1
Concentration du bullage supérieur à la spécification du chantier (Fascicule de Documentation P18-503) Bulles uniformément réparties :			
<ul style="list-style-type: none"> • Caverneuses 	Formulation du béton	Revoir les constituants (Formule) Surveiller le malaxage Plasticité à la mise en œuvre, vérifier l'affaissement	5.2.1 – 5.2.2 5.3 5.1 – 5.4
<ul style="list-style-type: none"> • Rondes 	Agent de démoulage	Produit trop gras, se rapprocher du fabricant.	3.3 – 3.5
Bulles ponctuelles aléatoires	Vibration Nettoyage du coffrage Plasticité du béton	Respect des règles de vibration Respect des préconisations Formulation à corriger surtout avec les B.A.P.	6 2.3 5.2.1 – 5.2.2
Bulles ponctuelles sur un endroit récurrent ou sur une couche	Vibration Nettoyage du coffrage Nature de la manchette de la benne, hauteur de chute	Respect des règles de vibration Respect des préconisations Respect des préconisations	6 2.3.1 5.4.2

Nids ou lits de cailloux en pied, en jonction de banches ou rives, avec auréoles	Etanchéité entre éléments du coffrage	Respect des préconisations	2.2
Nids ou lits de cailloux sans auréoles	Mise en œuvre du béton Vibration excessive	Respect des préconisations Respect des règles de vibration	5.3 – 5.4 6
Veines de sable, ressuage	Ajout d'eau Formulation du béton	Respect des préconisations Respect des préconisations	5.4.1 5.1

7.2 Constat dans les jours suivants	Causes possibles	Solutions envisagées	Chapitre de référence
Taches noires	Vibration irrégulière ou excessive. Formulation du béton Excès ou type d'agent de démoulage	Revoir la formulation Respect des règles de vibration Respect des préconisations	5.1 6.1.2 3.1 – 3.3
Variations de teinte	Hétérogénéité du béton, variation d'eau Type d'agent de démoulage	Respect des préconisations Respect des préconisations	5.1 – 5.4.1 3.3
Faïençage	Conditions climatiques, évaporation trop rapide Excès d'eau Ciment inapproprié	Respect des préconisations Respect des préconisations Changer le type de ciment	5.4.4.1 5.4.1 5.1 et annexes
Farinage	Excès d'agent de démoulage Agent de démoulage trop riche en additif	Respect des préconisations Nouveau choix de l'agent de démoulage	3.1 3.4
Efflorescences	Ciment inadapté à l'ouvrage considéré Décoffrage par forte hygrométrie et par temps froid.	Changer le type de ciment Utiliser en réparation des produits spécifiques de nettoyage du béton	5.1 et annexes
Spectre des armatures	Vibration Enrobages Agent de démoulage sur les armatures	Respect des règles de vibration Respect des règlements Respect des préconisations	6.1.2 4.2 4.2
Festonnage	Pression excessive sur les coffrages Coffrages usés	Respect des préconisations Changer les coffrages	5.4.2 – 5.4.3

CONCLUSION :

La Qualité a un coût, la Non-Qualité également.

ANNEXES

Annexe 1

La nouvelle norme béton NF EN 206-1 – Entrée en vigueur le 01^{er} Juin 2004 et d'application depuis le 01^{er} Janvier 2005.

La norme EN 206-1 (P18-325) " Béton - Partie 1 : spécification, performances, production et conformité " est entrée en vigueur le 1er juin 2004. Adoptée par le CEN le 12 mai 2000, elle a fait l'objet d'une publication AFNOR en février 2002 sous la référence NF P18-325-1. Cette norme comporte une annexe nationale NA prévoyant des dispositions spécifiques à notre pays, et est accompagnée d'une vingtaine de normes d'essais et de qualification des matériaux constitutifs, en cours de publication. C'est une norme volontaire et non pas une norme harmonisée ce qui l'aurait soumise aux exigences du marquage CE. Elle sera applicable de plein droit aux marchés publics mais son application aux marchés privés restera contractuelle. Le point de l'expert.

• Une norme entièrement révisée par rapport à la norme ENV 206 de 1990

• Un domaine d'application élargi

• Une clarification des types de spécifications des bétons

• Les responsabilités techniques des intervenants mieux définies

• Des classes d'exposition fonction des actions dues à l'environnement

• Contrôle et critères de conformité

• Conclusion

Une norme entièrement révisée par rapport à la norme ENV 206 de 1990

Répondant aux nouvelles exigences de la normalisation européenne, plusieurs points ont été révisés, portant notamment sur :

- les exigences de **durabilité** (plus en termes de moyens qu'en terme de performance) ;
- l'extension des **classes de résistance** des bétons (jusqu'à C100 MPa) ;
- l'introduction de classes de résistance pour les **bétons légers** ;
- la refonte des classes d'environnement qui deviennent des **classes d'exposition** (par type d'agression) ;
- la prise en compte des **additions** dans la détermination du rapport eau / ciment et de la teneur en ciment ;
- l'identification de la répartition des responsabilités techniques entre le **prescripteur**, le **producteur** et l'**utilisateur** ;
- les dispositions relatives aux **essais de conformité**, aux critères de conformité et aux essais d'identification ;
- les dispositions relatives à l'évaluation de la **conformité** ;
- le transfert des aspects relatifs à l'**exécution** dans la norme NF P 18-201 de Mars 2004 (DTU 21) (Exécution des structures en béton) ou dans d'autres normes pertinentes.

Un domaine d'application élargi

Norme ambitieuse, la **norme EN 206-1 s'applique**, à quelques exceptions près, à **tous les ouvrages et bâtiments et tous les types de béton**.

La nouvelle norme s'est attachée à tenir compte des **modes de production du béton** en distinguant :

- **les bétons prêts à l'emploi fabriqués en centrale :**
 - à propriétés spécifiées ;
 - à composition prescrite.
- **les bétons fabriqués sur chantier, y compris :**
 - les bétons à composition prescrite dans une norme (bétons " standards ") ;
 - les bétons pour produits préfabriqués en usine.

Ces bétons sont destinés aux ouvrages suivants :

- structures coulées en place ;
- structures préfabriquées ;
- éléments de structure préfabriqués pour bâtiments et structures de génie civil.

La norme s'applique :

- au béton de masse volumique normale (comprise entre 2000 et 2600 Kg/m³) ;
- au béton lourd (> 2600 Kg/m³) ;
- au béton léger (masse volumique comprise entre 800 et 2000 Kg/m³).

La norme ne s'applique pas :

- au béton aéré et au béton mousse ;
- au béton à structure ouverte (bétons cavernaux) ;
- au béton de masse volumique inférieure à 800 Kg/m³ ;
- au béton réfractaire.

Des exigences complémentaires ou différentes peuvent être données dans d'autres normes européennes spécifiques, concernant les matériaux suivants :

- le béton destiné aux routes et autres aires de circulation (norme européenne en préparation) ;
- le béton de fibres ;
- le béton dont $D_{max} < 4$ mm (mortier) ;
- le béton projeté (norme européenne en préparation) ;
- le béton pour stockage de déchets liquides et gazeux ;
- le béton pour réservoirs de stockage de produits polluants ;
- le béton pour structures massives (barrages, etc.) ;
- le béton pré mélangé à sec.

Une clarification des types de spécifications des bétons

La norme EN 206-1 distingue trois types de spécifications à savoir :

- **le béton à propriétés spécifiées**, pour lequel les propriétés requises et les caractéristiques supplémentaires sont spécifiées au producteur qui doit fournir un béton satisfaisant à ces propriétés requises et à ces caractéristiques supplémentaires ;
- **le béton à composition prescrite**, pour lequel la composition du béton et les constituants à utiliser sont spécifiés au producteur qui doit fournir un béton respectant cette composition prescrite ;
- **le béton à composition prescrite dans une norme**, qui est un béton dont la composition est définie dans une norme applicable au domaine d'emploi spécifique.

Il faut préciser que les exigences applicables aux deux premiers types de bétons de la norme EN 206-1 ne sont pas exactement les mêmes que ceux des bétons à caractères normalisés (BCN) ou des bétons à caractères spécifiés (BCS) de la norme française du béton prêt à l'emploi XP P 18-305. Les différences figurent dans les tableaux NA.F1 et NA.F2 de l'introduction à l'annexe nationale NA de la norme.

Les responsabilités techniques des intervenants mieux définies

Cette approche a conduit à distinguer les notions de prescripteur, de producteur de béton et d'utilisateur, avec cumul possible des rôles pour un même acteur.

Le **prescripteur** est responsable de la **spécification** du béton frais et durci (cf article 6 de la norme EN 206-1).

Le **producteur** est responsable de la **conformité et du contrôle de production** (cf articles 8 et 9 de la norme EN 206-1).

L'utilisateur est responsable de la mise en œuvre du béton frais dans l'ouvrage ou dans l'élément structurel mais cette question sort du domaine de la norme EN 206-1 (se référer pour le bâtiment au DTU 21 " Exécution des ouvrages en béton " de mars 2004, refondu pour être en cohérence avec la norme EN 206-1 ou pour le génie civil au fascicule 65 en cours de refonte ou encore à la prénorme européenne XP ENV 13-670-1 de novembre 2002).

Des classes d'exposition fonction des actions dues à l'environnement

Les exigences de durabilité du béton doivent permettre de garantir une durée de vie présumée des structures **d'au moins 50 ans**, dans des conditions d'entretien optimales.

La norme EN 206-1 définit **six classes d'exposition**, cinq classes étant elles-mêmes divisées en sous-classes :

XO : Aucun risque de corrosion ni d'attaque ;
XC : Corrosion induite par carbonatation ;
XD : Corrosion induite par les chlorures ayant une origine autre que marine ;
XS : Corrosion induite par les chlorures présents dans l'eau de mer ;
XF : Attaque gel / dégel avec ou sans sels de déverglaçage ;
XA : Attaques chimiques.

La norme EN 206-1 donne, pour chaque classe d'exposition, les spécifications pour résister aux agressions de l'environnement en termes de propriétés et de valeurs limites de composition du béton :

- le type et les classes de constituants permis ;
- le rapport maximal eau / ciment ;
- le dosage minimal en ciment ou en liant équivalent ;
- la résistance caractéristique spécifiée du béton fck minimale ;
- le cas échéant, la teneur minimale en air dans le béton.

Contrôle et critères de conformité

Cette présentation ne traite que des BPS, car, pour les BCP, la norme NF EN 206-1 ne traite que des aspects généraux comme pour les BPS mais ne traite pas de la conformité aux caractéristiques.

Le système d'assurance qualité de la norme NF EN 206-1 inclut tous les aspects d'une production, dont la traçabilité est assurée sur 3 ans minimum :

- la sélection des matériaux (conformité aux normes ou ATE des constituants);
- la formulation du béton (essai initial de résistance et spécifications particulières) ;
- la production du béton (tolérances de dosage et malaxage) ;
- les inspections et les essais (réception et essais sur les constituants et le matériel) ;
- l'utilisation des résultats d'essais (évaluation de la conformité) ;
- le contrôle de conformité de la résistance et des propriétés autres que la résistance.

Le contrôle de conformité concerne :

- la résistance ;
- la consistance ;
- la masse volumique ;
- le rapport E / C ;
- la teneur en ciment ;
- la teneur en ions chlorures ;
- la teneur en air.

Les fréquences de contrôle sont applicables à l'ensemble des bétons. Dans tous les cas (certification ou non), le respect des fréquences de contrôle lors de la production est obligatoire pour pouvoir déclarer la conformité à la norme, notamment par le bon de livraison.

Conclusion

La Norme NF EN 206-1 est un **texte majeur** qui s'applique au **matériau " béton "**.

Elle est aujourd'hui au cœur d'un dispositif qui la rend **incontournable**.

Elle régit désormais les différentes normes qui sont utilisées pour l'exécution des ouvrages en béton notamment :

- les divers codes de calcul (eurocodes) ;
- les normes des composants (ciment, granulats, additions, etc) ;
- les normes des essais sur béton frais et durci ;
- les normes d'exécution :
 - Marchés Publics : Fascicule 65A et autres CCTG ;
 - Marchés Privés : NF P 03 001, DTU 21, DTU 13-3.

Elle constitue, à ce titre, une nouvelle étape dans l'amélioration de la qualité et de la durabilité des bétons.

[Source site SMABTP www.smabtp.fr](http://www.smabtp.fr)

LA NORME NF EN 206-1

Les règles du jeu concernant le matériau béton et sa mise en œuvre ont changé. En effet, le DTU 21, autrement dit le « DTU exécution des ouvrages en béton », vient d'être révisé, afin d'être en adéquation avec la norme européenne NF EN 206-1 - Béton et de son Annexe Nationale.

La logique de moyens va progressivement laisser sa place à la logique de performances imposée par l'Europe, ce qui modifie considérablement un certain nombre de pratiques, mais clarifie les responsabilités du prescripteur, du producteur et de l'utilisateur et ce quel que soit le volume de béton !

HIER	AUJOURD'HUI
Conception : BAEL 91	Conception : BAEL 91 puis bientôt Eurocode 2
Matériau béton : - BPE : XP P 18-305 - Béton de chantier : NF P 18-201 (DTU 21)	Matériau béton : NF EN 206-1
Mise en œuvre : - NF P 18-201 (DTU 21) - Fascicule 65A	Mise en œuvre : - NF P 18-201 (DTU 21) de juin 2004 - Fascicule 65A en cours de révision

La norme NF EN 206-1 s'applique au béton destiné aussi bien aux structures coulées en place, aux structures préfabriquées... et ce depuis le 20 avril 2004.

Le béton peut être du béton fabriqué sur chantier, du béton prêt à l'emploi ou du béton destiné à la préfabrication.

Une sémantique à assimiler en trois points :

POINT N°1 : La résistance du béton :

La norme européenne introduit des nouvelles classes de résistances qui se substituent aux anciennes désignations B25, B30, etc. ... et qui sont devenues C25/30, C30/35...lesquelles désormais correspondent aux résistances mesurées sur cylindre pour la première valeur et sur cube pour la seconde.

Il ne faut pas perdre de vue que cette norme est européenne et que l'utilisation du cylindre 16 X 32 concurrence le cube de 100 mm chez d'autres partenaires européens. Pour quelques valeurs usuelles, la correspondance entre les anciennes et les nouvelles désignations est la suivante :

Anciennes désignations	Nouvelles désignations
B12	C12/15
B16	C16/20
B20	C20/25
B25	C25/30
B30	C30/37

Les valeurs sont exprimées en MPa

POINT N°2: La consistance du béton :

Si les classes de résistance évoluent, la norme NF EN 206-1 définit également deux exigences : les classes de consistance et les classes d'exposition (anciennement appelées classes d'environnement).

Initialement, existaient 4 classes de consistance, à savoir : F : Ferme, P : Plastique, TP : Très Plastique, Fl : Fluide.

Désormais, il existe 5 classes de consistance : S1, S2, S3, S4, S5 (S pour slump).

L'équivalence entre les nouvelles et les anciennes classes de consistance est précisée dans le tableau ci-dessous :

Classes de consistance NF EN 206-1	Affaissement au cône d'Abrams en mm	Anciennes classes de consistance
S1	10-40	F
S2	50-90	P
S3	100-150	TP
S4	160-210	Fl
S5	≥ 220	

Les Bétons Auto-Plaçants (verticaux ou horizontaux), de rhéologie hyper fluide et utilisés pour des semelles filantes, des planchers ou des dallages ont une consistance qui se mesure en France, au moyen de l'essai d'étalement. La norme européenne distingue 6 classes d'étalement : F1, F2, F3, F4, F5 et F6. Les diamètres des galettes sont respectivement les suivantes :

Classe d'étalement NF EN 206-1	Diamètre de la galette en mm
F1	≤ 340
F2	de 350 à 410
F3	de 420 à 480
F4	de 490 à 550
F5	de 560 à 620
F6	≥ 630

POINT N°3: La classe d'exposition du béton :

Une meilleure durabilité de l'ouvrage en béton passe inéluctablement par une meilleure adaptation du béton aux agressions dont il risque d'être l'objet.

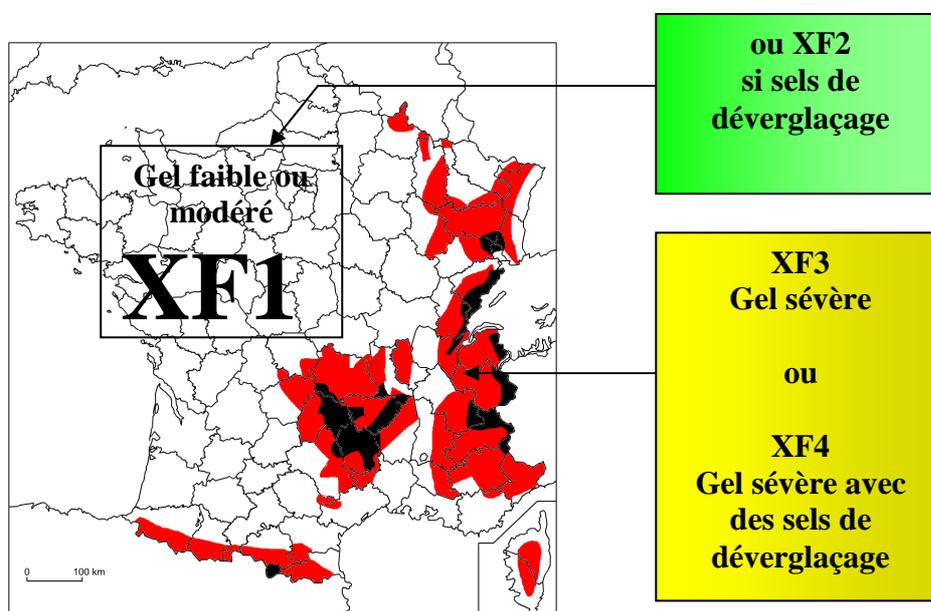
Dans la précédente norme BPE, il était question de classes d'environnement; désormais la nouvelle norme considère des classes d'exposition. Ces classes d'exposition sont au nombre de 6, alors que la précédente norme en définissait 5.

Les risques de corrosion des armatures, de gel / dégel ou d'agressivité chimique sont les trois risques principaux.

Vis à vis du risque de corrosion des armatures induit par carbonatation du béton,
la norme européenne distingue :

Classe d'exposition NF EN 206-1	Type d'environnement	Exemples :
X0	Très sec	Béton non armé
XC1/XC2	Humide, rarement sec	Fondations superficielles courantes Voiles extérieurs protégés de l'humidité

Vis à vis de l'attaque au gel / dégel avec ou sans agent de déverglaçage, les classes d'environnement, 2a, 2b₁ et 2b₂ disparaissent au profit des nouvelles classes XF1, XF2, XF3 et XF4. Une carte de France des zones de gel / dégel ainsi que les cantons concernés sont proposés dans le fascicule FD P 18-326 :



En ce qui concerne le risque d'agressivité chimique (exemple une fumièrre), la norme précédente proposait la classe 5, avec trois sous-classes 5a, 5b et 5c, désormais les sous classes XA1, XA2 et XA3 se substituent aux précédentes.

Nous attirons l'attention de l'entrepreneur sur sa responsabilité du point de vue du choix de la sous-classe. A lui d'exiger de son Maître d'ouvrage ou de son Maître d'œuvre des informations précises, afin qu'il puisse faire le bon choix.

Deux autres classes complètent les classes précédentes : la classe XD et la classe XS. La classe XD concerne les environnements riches en chlorures non marins comme les piscines. La classe XS intéresse, quant à elle, les environnements de bords de mer.

La nouvelle norme distingue deux types de béton de chantier : le Béton à Composition Prescrite stricto sensu et le Béton à Composition Prescrite dans une Norme. En France, cette norme est la norme NF P 18-201 – DTU 21. Du point de vue du BPE, c'est le Béton à Propriétés Spécifiées qui est proposé.

Déchiffrer le nouveau bon de livraison du Béton Prêt à l'Emploi :

EXEMPLE DE BON DE LIVRAISON

SUPERMIX 2, rue du Roi 75000 PARIS Tél. : 01.60.80.53.12 Fax : 01.60.80.53.55		Centrale de : Charenton Bon n° : 3605 Camion n° : 725 Volume (m3): 6 Date : 4/01/05		Heures (1) 1 ère gâchée : 7 h 00 Arrivée chantier : convenue : 7 h 30 réelle : 7 h 25 Début déchargement : 7 h 35 Fin déchargement : 8 h 00						
Client : MR ❶ Chantier : 16, rue de la Révolution 94400 VITRY-sur-SEINE ❷		❸ référence commande :		❹						
Désignation	Certification ou Attestation	Classe d'exposition (2)	Classe chlorures	Résistance caractéristique (3)	Type et classe du ciment	Type Additions	Dosage (4) (C+A) kg/m ³	Consistance	Dmax	Type adjuvant
BPS NF EN 206-1	NF	XF1 (F)	0,4	C25/30	CEMI 52.5 N	V		S4	20	PRE
OU										
BCP NF EN 206-1	NF				CEMII/A-L 42.5R PM-CP1		350		20	
Produit spécial (5) ou référence à une autre norme de produit										
Appellation commerciale							Conseils de sécurité: En aucun cas nos produits ne doivent entrer en contact avec la peau ou les muqueuses au risque de provoquer des allergies, des rougeurs ou des brûlures.		xi:irritant 	
Propriétés particulières spécifiées										
Livraison réceptionnée, le client			Ajout sur chantier (6)							
(Signature)			Type et quantité :		Signature:					
			Demandeur :							

(1) Sauf dispositions particulières, le béton doit être mis en œuvre, au plus tard, 2 heures après la fabrication de la première gâchée.
 (2) La classe X0 ne peut convenir que pour des bétons ne subissant aucune agression, non armés ou faiblement armés avec un enrobage d'au moins 5 cm.
 (3) Indiquer le mode de contrôle du béton (cylindres ou cubes)
 (4) Dosage minimal, si spécifié par le client, en BPS et dosage nominal en BCP.
 (5) L'appellation PRODUIT SPECIAL ne peut être utilisée pour des bétons entrant dans le domaine d'application de la norme NF EN 206-1.
 (6) Tout ajout sur chantier non prévu dans la formulation du béton rend le béton non conforme à la norme NF EN 206-1.

Les cases grisées doivent être remplies si spécifié à la commande

Un client MPL, dont le chantier se situe à Vitry-sur-Seine, commande à la centrale Supermix de Paris 6 m³ de béton dont les caractéristiques sont les suivantes :

- ❶ : Il s'agit d'un BPS, Béton à Propriétés Spécifiées (béton à la résistance), anciennement dénommé BCN
- ❷ : La classe d'exposition est XF1 (voile extérieur non protégé), précédemment la norme aurait précisé 2b₁BA (classe d'environnement 2b₁ pour du Béton Armé)
- ❸ : La classe de résistance est C25/30 (25 MPa sur cylindres et 30 MPa sur cubes) ou ex B25
- ❹ : La classe de consistance est S4 (béton fluide) ou Très Plastique, au sens des anciennes appellations
- ❺ : Une attention particulière est portée sur les éventuels ajouts, notamment d'eau, qui rendent le béton non conforme à la norme. Il faut donc proscrire les ajouts d'eau sur chantier.

Annexe 2

Le pompage du béton

D'après le guide « Pompage » du Projet national CALIBE et la thèse de doctorat « Pompage des bétons » de Denis Kaplan.

La technique du pompage du béton consiste à refouler le béton dans une tuyauterie par l'intermédiaire d'une pompe.

Le pompage accélère la mise en oeuvre du béton et permet de le mettre en place dans les zones difficilement accessibles. Par ailleurs, pousser le béton autoplaçant par le bas permet d'obtenir des parements de qualité. Toutefois, au moment de choisir l'installation de pompage, deux questions se posent :

Comment éviter la formation de bouchons : le béton peut-il passer dans le circuit de configuration donné sans provoquer de blocage (pompabilité) ?

Comment choisir la puissance de la pompe : quelle pompe faut-il choisir afin d'assurer la cadence requise par le chantier ?

Pompabilité

Un essai en grandeur réelle est presque toujours nécessaire pour s'assurer de la pompabilité d'une composition de béton donnée dans une configuration donnée. En effet, la pompabilité n'est pas une propriété intrinsèque du béton, mais une notion relative à l'ensemble : composition du béton (granulométrie continue de granulats roulés; teneur en fines et adjuvantation spécifique autorisant des consistances très plastiques ou fluide), configuration de l'installation, mode opératoire du pompage. Afin d'assurer la pompabilité, il faut donc optimiser l'ensemble des paramètres et pas seulement la composition du béton.

Formation de bouchons :

95 % des blocages constatés sur les chantiers se produisent au démarrage. Dans la pratique, pour prévenir la formation de bouchon à ce stade, on pompe de la « barbotine » avant de mettre le béton dans la tuyauterie. Ce coulis est un mélange de ciment et d'eau dans lequel le rapport eau/ciment varie très largement suivant les besoins réels du chantier et le savoir-faire de l'opérateur de la pompe.

Choisir la bonne pompe :

Le choix entre une pompe hydraulique à pistons et une pompe à rotation dépend de la configuration du chantier. Les pompes à pistons peuvent fournir des débits très importants et, pour les pompages délicats, les pompes à rotation s'avèrent plus adaptées car elles diminuent les risques de bouchons.

Connaître la pression qui sera nécessaire pour assurer un débit donné, en fonction du circuit de pompage et des caractéristiques du béton frais, permet de choisir le type de pompe et la puissance adaptés aux besoins du chantier.

Pour en savoir plus :

Guide « Pompage des bétons », issu des travaux du Projet National CALIBE et édité par le LCPC en 2002.

Annexe 3

LES AGENTS DE DEMOULAGE

Le décoffrage du béton met en présence 2 éléments distincts: d'une part le coffrage, matériau lisse et rigide, et d'autre part le béton : un matériau plastique et contenant une bonne quantité d'eau ; dès le coulage, il y a affinité entre ces matériaux, et, à leur interface, se manifestent déjà des phénomènes d'attraction dues aux forces de capillarité.

Une fois le béton durci, l'on doit procéder à la séparation : c'est le décoffrage. Il est toujours constaté que, sans la présence d'une couche séparatrice anti-adhérente, il y a automatiquement collage, et impossibilité de démoulage sans destruction des 2 surfaces.

Donc, et depuis toujours, les techniciens se sont évertués à trouver des solutions simples pour interposer un film qui soit compatible avec ces 2 éléments en contact :

Comme on a pu l'imaginer intuitivement, les produits gras apportent déjà une première solution ; c'est à dire qu'ils respectent à la fois l'intégrité du coffrage et permettent de créer une surface de béton suffisamment lisse.

Les techniques ont ensuite beaucoup évolué grâce à l'incorporations d'additifs améliorant essentiellement l'effet anti-adhérent ; c'est la « formulation » des produits de décoffrage, de la même façon que l'on formule toutes sortes de lubrifiants : c'est un métier.

Suite à de nombreuses demandes des utilisateurs, en 2004, le CERIB et le SYNAD ont commencé à se pencher sur une classification qui puisse s'appliquer à tous les produits du marché, et qui soit le début d'une meilleure compréhension des différences entre tous les produits existants sur ce marché.

La première démarche a donc été de classer les produits par les familles des bases qui les composent : on a pu ainsi répertorier des huiles de récupération (à proscrire), des bases minérales pétrolières (mélanges d'hydrocarbures neufs), les huiles de synthèse qui elles sont des produits très purs, et les huiles végétales qui répondent bien aux soucis écologiques actuels.

Le classement performanciel des produits qui intéresse d'avantage les utilisateurs, est beaucoup plus délicat à réaliser, car toutes les formules sont complexes, et les fournisseurs restent très discrets ; les produits ont toujours fait l'objet de recherches assez longues et coûteuses, et de plus, chacun est parti sur des pistes de recherches parfois très différentes.

Le groupe de travail qui a élaboré le présent document, est allé plus loin dans la recherche de meilleures performances, en proposant un guide de choix qui rentre plus dans la formulation et les paramètres sur lesquels on peut jouer; il a fait entrer la notion d'additivation, la viscosité des produits, et les conditions météorologiques qui sont un critère de choix important.

En fonction de tableaux on peut mieux comprendre dans quel sens améliorer les résultats en fonction des constatations après décoffrage.

Le but n'est pas de transformer les opérateurs en chimistes, car la plupart du temps, dans des conditions moyennes, beaucoup de produits conviennent

parfaitement ; le groupe s'est plutôt intéressé aux conditions extrêmes ; là ou des phénomènes d'accrochage importants peuvent apparaître ; il a pu ainsi mettre en évidence les meilleurs comportements à avoir pour décider sur quels paramètres intervenir : ce sont ce qui est appelé les solutions envisageables.

PROPRIETES ET COMPOSITION DES AGENTS DE DEMOULAGE

Propriétés recherchées :

Les décoffrants doivent :

- Faciliter le démoulage du béton.
- Contribuer à obtenir un parement homogène.
- Ne doivent pas engendrer de taches.
- Ne doivent pas faire poussiérer les surfaces de béton.
- Doivent limiter le bullage du béton.
- Ne doivent pas corroder les coffrages métalliques.
- Ne doivent pas encrasser les coffrages.
- Doivent bien résister à la pluie et à l'abrasion du béton au moment du coulage.
- Doivent permettre l'application ultérieure de peintures ou enduits.
- Doivent polluer le moins possible.

Composition :

1/ Les décoffrants sont composés de produits de base qui peuvent se classifier en différentes familles :

- Les huiles recyclées qui proviennent de l'Industrie et peuvent contenir des produits dangereux.
- Les huiles minérales neuves : produits pétroliers bien définis.
- Les huiles de synthèse qui sont des produits très purs issus de la pétrochimie.

Les huiles végétales, qui sont des produits davantage biodégradables de 3 types :

- Pure végétale (colza, tournesol, soja, etc....) ;
- Base végétale (c'est à dire huile végétale mélangée avec produits pétroliers ou synthèse) ;
- Emulsion végétale (mélange avec eau).

Les cires en pâte qui sont des produits généralement réservés à des usages spécifiques

2/ Pour pouvoir pulvériser les décoffrants on ajoute des solvants :

Solvants pétroliers qui comportent des COV composants organiques volatiles
Les solvants de synthèse qui sont peu volatiles, et d'odeur faible
L'eau qui est un très bon solvant pour les émulsions

3/ Les derniers composants sont ce qui apporte les performances aux produits :

Les agents tensio-actifs qui permettent au décoffrant de bien s'étaler.

Les anti-oxydants pour une bonne conservation au stockage prolongé.

Les agents d'onctuosité qui vont permettre de résister à l'abrasion du béton et de l'eau.

Les acides gras qui vont réagir avec le béton pour faciliter le décoffrage.

Les agents anti-rouille qui vont protéger les coffrages.

Les éventuels émulsifiants en cas d'huile soluble.

CLASSIFICATION SYNAD DES AGENTS DE DEMOULAGE

Pourquoi une classification SYNAD des agents de démoulage ?

Devant la demande croissante des utilisateurs, via les organismes de santé, les lois de protection environnementales et devant le manque de référentiel réglementaire, les adhérents du SYNAD, au travers d'une démarche volontaire et autonome, ont construit une classification des agents de démoulage dont la méthodologie a été concertée avec le CERIB.

Définition : les agents de démoulage sont des produits destinés à être appliqués sur les surfaces des moules et coffrages pour faciliter le démoulage des éléments en béton en réduisant l'adhérence entre eux. Cette fonction principale des agents de démoulage est nécessaire aussi bien en démoulage différé qu'en démoulage immédiat et pour tous les types de moules et coffrages (acier, bois, plastique,...).

Appellation VÉGÉTAL :
L'appellation VÉGÉTAL concerne les agents de démoulage formulés entièrement ou en partie avec des constituants végétaux (pois, colza, ester méthylique,...) et dont la biodégradabilité ultime à 28 jours est supérieure à 60%, selon le test NF EN ISO 9408 - OCDE 301 F les produits des adhérents du Synad respectant ce critère sont identifiés par un logo spécifique.

Point éclair :
C'est la température à laquelle un produit s'enflamme ou contact d'une flamme.

Biodégradabilité :
La biodégradabilité est la capacité d'une substance à subir une biodégradation, c'est à dire une transformation en produit simple par l'intermédiaire d'organismes vivants.
La classification SYNAD a choisi la biodégradabilité ultime, soit une dégradation complète d'un composé organique par les micro-organismes conduisant à la production de CO₂, d'eau, de sels minéraux... Les résultats sont exprimés en % d'élimination à une échéance de 28 jours.
LA NORME NF EN ISO 9408 - OCDE 301 F
La norme détermine le % de biodégradation ultime en mesurant la consommation en dioxygène ou la production de dioxyde de carbone.

Appellation	Définition	Sécurité feu	Santé	Environnement
VÉGÉTAL				
Pur Végétal	- Concentration huile ou solvant végétal > 95% - Point éclair > 61°C en 28 jours - Biodégradabilité min 60% en 28 jours selon NF EN ISO 9408 - OCDE 301 F - Aucun dérivé pétroliers	★★★★	★★★★	★★★★
A base Végétale	- Concentration huile ou solvant végétal > 50% - Non inflammable (Point éclair > 61°C) - Biodégradabilité min 60% en 28 jours après évaporation selon NF EN ISO 9408 - OCDE 301 F - Aucun dérivé pétroliers	★★★★	★★★★	★★★★
Émulsion d'Huile Végétale	- Biodégradabilité min 60% en 28 jours selon NF EN ISO 9408 - OCDE 301 F - Aucun dérivé pétroliers	★★★★	★★★★	★★★★
SYNTHÈSE				
Pur Synthèse	- Point éclair > 100°C - Aromatiques totaux < 1%	★★★★	★★★★	★★★★
Synthèse	- Solvants chlorométhylés - Point éclair > 61°C - Aromatiques totaux < 1% - Couleur Gardner 5 maxi - Aromatiques totaux < 1%	★★★★	★★★★	★★★★
Émulsion d'Huile de synthèse	- Solvants chlorométhylés - Point éclair > 61°C - Aromatiques totaux < 1%	★★★★	★★★★	★★★★
MINÉRAL NEUF	- Couleur Gardner 10 maximum - Solvants à teneur en aromatiques < 1%	★★★★	★★★★	★★★★
RECYCLE	- Conforme aux directives du Conseil des Communautés Européennes n° 65/467/CEE du 1 ^{er} octobre 1985 - D.O. des Communautés Européennes L269 du 11 octobre 1985 - Absence de Métaux Lourds	★★★★	★★★★	★★★★

Aromatiques :
Les composés aromatiques plus ou moins présents dans de nombreuses huiles de base minérale sont des produits lourds, peu stables à l'oxydation et très agressifs vis-à-vis des élastomères.
Ces composés aromatiques sont dangereux pour la santé (toxiques, mutagènes) et pour l'environnement (par difficilement biodégradables). On recherche donc leur élimination maximale lors des raffinages.
Seules les huiles dites « blanches » traitées à l'hydrogène sont totalement exemptes d'hydrocarbures aromatiques ou naphtaléniques lourds.

Gardner :
Echelle de couleur allant de l'incolore (min) jusqu'au noir sombre (max) en passant par les jaunes et marrons.
C'est l'échelle généralement adoptée pour les produits pétroliers.
Exemples : la couleur 0 est incolore, la 5 correspond à une huile de table, la 10 à une huile moteur neuve ...

Légende :
Critères d'information basés sur une classification de 1 à 5 correspondant à un classement comparatif où :
★★★★ : Très bon pour le critère envisagé
★★★★ : Très mauvais pour le critère envisagé

Pour la sécurité feu :
★★★★ pour point éclair supérieur à 100°C,
★★★★ pour point éclair de 61 à 100°C,
★★★★ pour point éclair de 23 à 61°C,
★★★★ pour point éclair de 0 à 23°C,
★★★★ pour point éclair < 0°C

Pour la santé :
★★★★ pas d'évaporation de Composés Organiques Volatiles (COV) et 0% de teneur en aromatiques,
★★★★ évaporation de COV très faible à la température d'utilisation et teneur en aromatiques < 1%,
★★★★ point éclair plus faible, donc évaporation un peu plus forte de COV et teneur en aromatiques < 1%,
★★★★ évaporation importante de COV et teneur en aromatiques < 1%,
★★★★ évaporation importante de COV et teneur en aromatiques > 1%.

Pour l'environnement :
★★★★ biodégradabilité ultime du composé, pas de pollution de l'atmosphère,
★★★★ biodégradabilité ultime et très légère évaporation dans l'atmosphère de COV,
★★★★ pas de biodégradabilité ultime, évaporation plus importante de COV dans l'air,
★★★★ pas de biodégradabilité ultime et dégrèvement plus important de COV,
★★★★ pas de biodégradabilité ultime, présence d'aromatiques dans l'environnement et COV.

Copyright SYNAD 2003