



GESTION DES OUVRAGES D'ART PRATIQUE MAROCAINE

M. Saâd SEKKATE

(Chef de la Division Ouvrages d'Art - DRCR)

Les ouvrages d'art constituent des points singuliers très sensibles sur un réseau routier en raison de graves conséquences sur la sécurité des usagers et des tiers d'une part, et sur le maintien de la circulation d'autre part, que provoquerait leur défaillance ou leur fermeture même temporaire.

Leur mauvais état se répercute sur l'exploitation de l'ensemble du réseau : pas de pont, pas de route même si celle-ci est en bon état.

Les dégradations d'un ouvrage ne provoquent généralement pas de diminution sensible du niveau de service. Elles sont donc invisibles pour l'usager mais aussi trop souvent pour les gestionnaires des réseaux. Néanmoins elles sont susceptibles de provoquer à tout moment des incidents aux conséquences très graves.

1 - FONDEMENTS D'UNE POLITIQUE DE GESTION DES OUVRAGES D'ART

a - La sécurité des usagers et des tiers

C'est le premier des fondements de la politique de gestion des ouvrages d'art.

Même si les ruptures d'ouvrages en service sont extrêmement rares, elles peuvent entraîner des accidents graves de personnes.

Le gestionnaire des ouvrages d'art doit avoir le souci permanent de la sécurité des usagers empruntant son réseau mais aussi celui de la sécurité des tiers empruntant, par exemple, une voie ferrée franchie par un ouvrage dont il a la charge.

b - La conservation du patrimoine

C'est le second fondement d'une politique de surveillance et d'entretien. Une idée communément admise est que les ponts étaient quasi éternels. En réalité il n'en est rien.

La valeur à neuf du parc ouvrages d'art sur les réseaux régionaux et provinciaux est estimée à plus de 4.7 milliards de dirhams.

Encore cette valeur ne tient pas compte des pertes économiques et de la gêne occasionnée aux usagers qui résulteraient de la ruine d'un ouvrage ou même de sa mise hors service temporaire.

La collectivité n'a pas les moyens financiers lui permettant de remplacer un tel patrimoine qui aurait été laissé à l'abandon.

Ce patrimoine doit être conservé dans le meilleur état possible le plus longtemps possible. Il est donc indispensable d'entretenir les ouvrages.

c - La réduction des coûts d'exploitation du réseau

Au point de vue économique, les coûts suivants sont étroitement interdépendants :

- coût de la surveillance,
- coût d'entretien,
- coûts dus à des gênes ou restrictions de circulation.

Toute baisse du coût de la surveillance conduira à une augmentation des deux autres coûts.

Il est donc essentiel de pouvoir intervenir en temps utile sur un ouvrage qui a subi des désordres.

La plus grande partie des désordres constatés au cours de l'inspection est due à l'action de l'eau. Ce phénomène est général mais est encore plus crucial au Maroc dont les écoulements sont souvent capricieux. Nous avons pu constater très souvent que certains débuts d'affouillements avaient été signalés à temps et des mesures, alors peu coûteuses, avaient été prises, l'état de certains ouvrages serait moins préoccupant et leur coût de remise en état beaucoup moins élevé.

4 - LA CONNAISSANCE DE L'ÉTAT DU PARC OUVRAGES D'ART À GÉRER

Il est impossible de concevoir une politique de gestion des ouvrages d'art qui fasse abstraction de la connaissance de l'état du parc à gérer et de son évolution.

Une politique de surveillance est donc impérative et constitue un processus essentiel dans un système global de gestion d'un réseau routier.

Pour cela cette démarche a été assise par l'application de l'instruction pour la surveillance et l'entretien des ouvrages d'art, elle concerne les franchissements de longueur supérieure ou égale à 5m et est d'une périodicité variant de 1 an à 5 ans selon l'importance de l'ouvrage.

Elle est basée essentiellement sur la collecte des données du terrain et aboutit à une évaluation qualitative de l'état de conservation globale des ouvrages. Les principales statistiques obtenues lors de ces inspections sont à titre d'exemple : le nombre d'ouvrages d'art sur les réseaux nationaux et régionaux est d'environ 4200.

5 - AUTRES FONDEMENTS

La justification de la surveillance se rapporte principalement à la sécurité et à la conservation du patrimoine ; mais elle est également indispensable pour :

- une évolution dans la conception des ouvrages,
- l'amélioration des techniques de construction,
- l'élaboration de règlements et de spécifications adaptés au comportement réel des ouvrages.

Il est donc essentiel que les informations résultantes de la surveillance soient facilement accessibles à l'ensemble des services concernés par la gestion des ouvrages d'art.

JUSTIFICATION ÉCONOMIQUE D'UNE POLITIQUE DE GESTION

Il est impossible, dans l'état actuel des connaissances, de faire une évaluation économique des arguments présentés précédemment en faveur d'une politique de gestion des ouvrages d'art du fait de :

- l'extrême diversité du parc d'ouvrage : les types d'ouvrages, les matériaux utilisés, les règlements de calcul, les conditions naturelles ont trop varié pour que l'on puisse déduire des lois de comportements,

• il n'existe pas suffisamment de recul (voire aucun recul) pour pouvoir établir une analyse cohérente permettant de comparer les comportements des ouvrages d'art en l'absence d'une politique de surveillance et leur comportement avec une politique de surveillance,

• La notion de sécurité admise pour les ouvrages d'art conduit à considérer des probabilités de défaillance extrêmement faibles qui ne peuvent être justifiées exclusivement par des considérations économiques.

La politique de gestion des ouvrages d'art doit, en outre, prendre en considération :

• les moyens mis (ou qui peuvent être mis) à la disposition des gestionnaires pour conserver, maintenir et améliorer le parc existant,

• la dimension technique des ouvrages d'art, notamment en terme de compétences nécessaires à l'exécution de chacune des tâches relatives aux études, aux travaux et au suivi du parc,

• la nécessité d'assurer la cohérence de l'entretien routier et de la maintenance des ouvrages d'art vis-à-vis des objectifs généraux de niveau de service par itinéraire,

• la nécessité de s'inscrire dans la politique de déconcentration du Ministère de l'Équipement.

Ces principes ont conduit à accorder au niveau de la gestion régionale un rôle important dans tout le processus de la surveillance, de l'entretien et de la gestion des ouvrages d'art.

OBJECTIFS DE LA POLITIQUE DE GESTION DES OUVRAGES D'ART AU MAROC

Les objectifs généraux assignés à la gestion du parc ouvrages d'art au Maroc sont :

- Le rétablissement du niveau de service des ouvrages d'art,
- L'amélioration du niveau de service des ouvrages d'art.

1 - LE NIVEAU DE SERVICE D'UN OUVRAGE

On définit le niveau de service d'un ouvrage en se référant aux points suivants :

- la sécurité des usagers de la route et des tiers,
- la pérennité de l'ouvrage (conservation du patrimoine),
- le confort des usagers de la route (obligation d'attente à l'entrée des ouvrages étroits, restriction de tonnage, coupure de la circulation du fait de la submersibilité des ouvrages).

La définition du niveau de service de référence fait partie des choix qui appartient à l'autorité en charge de la fixation de la politique routière.

2 - HIÉRARCHISATION DES INTERVENTIONS DONT L'OBJET EST LE RÉTABLISSEMENT DU NIVEAU DE SERVICE

a - Principe retenu

Ces interventions sont considérées comme nécessaires et indispensables et il ne sera pas tenu compte pour leur hiérarchisation d'une évaluation économique de leur rentabilité. En effet une telle évaluation se heurte :

- à l'impossibilité de déterminer des avantages économiques en l'absence de lois reconnues liant l'intervention à un gain de durée de vie et de niveau de service,
- à la procédure d'actualisation qui incite à différer les opérations d'entretien et à privilégier la reconstruction, en particulier dans les pays à ressources limités où la préférence pour le présent est forte (fort taux d'actualisation).

La hiérarchisation se fait donc :

- en premier lieu, sur la base de l'état de conservation des ouvrages (d'où l'importance accordée à la politique de surveillance),
- en second lieu, sur la base de critères indépendants de l'état de l'ouvrage et significatifs de son importance sur le réseau.

b - Critères de sélection

Sont retenus tous les franchissements pour lesquels, lors des inspections, il a été préconisé une intervention autre qu'un entretien courant, pour une partie quelconque des ouvrages.

c - Hiérarchisation

Les critères retenus sont, par ordre de priorité :

- l'urgence de l'intervention, (2 niveaux : urgent ou non urgent),
- l'état de la partie d'ouvrage la plus gravement atteinte,
- l'importance de l'ouvrage dans le réseau routier, indépendamment de son état, mesurée à l'aide des critères ci-après, classés par ordre de priorité décroissante :

- risques pour les tiers,
- possibilité d'aménager facilement une déviation à proximité de l'ouvrage,
- classe de l'itinéraire,
- importance économique du franchissement mesurée par sa surface utile équivalente, son type de fondation (profonde ou superficielle) et sa portée la plus longue.

Suivant la valeur de chaque critère il est attribué une note. Les valeurs choisies pour ces notes ainsi que la formule donnant la note globale attribuée au franchissement, traduit le principe de priorité accordé en série.

Ce mode de hiérarchisation conduit aux interventions de :

- reconstruction,
- renforcement,
- réparation.

3 - HIÉRARCHISATION DES INTERVENTIONS DONT L'OBJET EST L'AMÉLIORATION DU NIVEAU DE SERVICE

a - Principe retenu

Ces interventions constituent des améliorations valorisantes du niveau de service d'un franchissement. Elles seront donc soumises à l'appréciation

économique de leur rentabilité. Toutefois compte tenu de l'imprécision inhérente à ce type d'approche il a été retenu deux démarches parallèles :

- une approche qui ignore cette appréciation, dite " technique ",
- une approche qui prend en compte cette appréciation, dite "économique".

b - Approche économique

Elle a pour but d'évaluer la rentabilité économique des interventions, les indicateurs économiques résultent de l'évaluation permettant de hiérarchiser les interventions et secondairement de les situer par rapport à des seuils de rentabilité.

En effet l'objet de l'analyse n'est pas de se substituer à des indications de rentabilité économiques détaillées pour chaque franchissement, mais de fournir des grilles de seuils d'investissements à partir d'une quantification discrète (classes de valeurs) de variables telles que le trafic, la longueur des ouvrages, leur capacité portante, la longueur des itinéraires de déviation, la durée des coupures de trafic, etc.

L'imprécision inhérente à ce type d'analyse (regroupement des valeurs de critère en classes, absence ou imprécision de certaines valeurs de critère,...) ne peut conduire qu'à une appréciation relative des rentabilités.

La plus grande difficulté et la limite de cette approche réside dans la nécessité de couvrir de manière normative des situations concernant l'ensemble du territoire national, donc d'adopter des valeurs moyennes pour les paramètres de calcul.

c - Approche technique

Cette approche fait appel à des critères simples :

- sécurité des usagers,
- caractéristiques des franchissements,
- classe de trafic et de l'itinéraire.

On observe que ces derniers critères intègrent implicitement l'aspect économique.

d - Types d'interventions retenues

Les types d'interventions concernés par cette hiérarchisation sont les suivants :

- franchissements à élargir,
- franchissements limités en charge,
- franchissements submersibles.

** Hiérarchisation des opérations d'élargissement*

- Critères de sélection

Sont sélectionnés tous les franchissements ne satisfaisant pas le niveau de service minimal défini suivant les critères ci-après :

- largeur minimale de chaussées : 3.00 m,
- largeur utile minimale : 3.50m,
- pour chaque couple largeur/longueur, un seuil de gêne sous la forme d'une valeur de trafic, correspondant à la formation d'une file d'attente à l'entrée du franchissement.

Il est admis que la gêne devient manifeste dès lors que l'un au moins des deux critères suivants est satisfait :

- probabilité de croisements impossibles supérieure à 50 %,
- probabilité que l'intervalle de temps, séparant deux véhicules venant en sens opposé soit inférieur au temps de franchissement, est supérieur à 75 %.

- Hiérarchisation suivant l'approche économique

Les avantages pris en compte sont les gains de temps dus au fait que l'élargissement supprime les attentes des véhicules aux entrées de l'ouvrage et/ou le ralentissement des véhicules durant son franchissement. Une valeur de l'avantage est calculée pour chaque triplet trafic/largeur/longueur. On en déduit un seuil d'investissement défini comme le coût d'investissement qui rend le taux de rentabilité immédiat de l'intervention égal au taux d'actualisation national.

Connaissant le coût d'investissement de chaque franchissement sélectionné on calcule ensuite un "taux de rentabilité" défini comme le quotient de ce coût et du seuil d'investissement correspondant.

Les franchissements pouvant alors être hiérarchisés par ordre décroissant de leur "taux de rentabilité"

- Hiérarchisation suivant l'approche technique

Pour chaque franchissement il est attribué une note qui traduit les priorités suivantes accordées en série aux critères retenus :

- le trafic,
- implantation du franchissement dans le tracé (dangereuse ou non),
- importance du rétrécissement de la largeur de chaussée,
- classe de l'itinéraire.

*** Hiérarchisation des franchissements limités en charge**

- Critère de sélection

En l'absence d'études sur la capacité portante réelle des franchissements, ont été sélectionnés tous les franchissements pour lesquels il était indiqué une limitation de charge interdisant le passage de tous les véhicules autorisés par le code de la route.

- Approche économique

Il a été considéré deux comportements alternatifs de l'utilisateur utilisant un véhicule lourd :

- ou bien emprunter l'itinéraire sur lequel on trouve le franchissement limité en charge, mais en répartissant sur plusieurs voyages la charge à transporter,
- ou bien emprunter un itinéraire de détour.

Pour chaque alternative il a été calculé des seuils d'investissements pour chacun des couples classe de trafic/ classe d'ouvrage suivant sa capacité portante.

Dans le cadre d'une stricte logique économique on suppose que l'utilisateur choisira l'alternative la plus économique, c'est à dire celle pour laquelle le seuil de coût d'investissement est le plus faible.

L'analyse coût-avantage n'a pas de sens que si tous les franchissements limités en charge situés sur un même itinéraire ont tous été aménagés afin de permettre aux véhicules lourds de l'emprunter en totalité. Le coût d'investissement à considérer dans le calcul du "taux de rentabilité" est donc égale, pour chaque franchissement, à la somme des coûts d'investissement de tous les franchissements de l'itinéraire.

Le calcul des seuils d'investissement s'est heurté à une difficulté majeure : il existe fort peu d'informations disponibles à l'échelle nationale ou régionale sur ce que serait une "origine-destination" moyenne pour le transport des marchandises.

- Approche technique

La hiérarchisation est faite en considérant les critères ci-après, classés par ordre de priorité :

- le trafic,
- la classe de la route,
- les coûts d'intervention classés par ordre croissant d'importance

(critère du coût minimum)

On voit que de ce fait cette hiérarchisation dépend essentiellement du trafic.

*** Hiérarchisation des franchissements submersibles**

- Critères de sélection

Seuls sont retenus les franchissements submersibles du fait d'un mauvais dimensionnement ou d'un mauvais fonctionnement hydraulique, à l'exclusion des ouvrages de types radier qui sont délibérément conçus pour être submersibles en fonction des considérations économiques.

Les ouvrages sélectionnés représentent des points singuliers sur le réseau, qu'il faut éliminer.

- Approche économique

On considère que l'interruption de service sur un itinéraire à la suite d'une submersion d'ouvrage, peut conduire à deux comportements alternatifs de l'usager utilisant un véhicule quelconque :

- ou bien l'attente de la décrue, généralement de courte durée au Maroc,
- ou bien emprunter un itinéraire de détour, si la structure du réseau le permet.

Pour chaque alternative il a été calculé des seuils d'investissement pour un couple classe de trafic/classe de durée de coupure dans le premier cas et pour un triplet classe de trafic/classe de surlongueur de parcours/classe de durée de coupure.

Pour un franchissement donné on retient le seuil de coût d'investissement le plus faible.

- Approche technique

La hiérarchisation se fait suivant les mêmes critères que ceux retenus pour les franchissements limités en charge.

CONCLUSION

L'application de cette politique de gestion des ouvrages d'art a pour résultat l'établissement d'un programme pluriannuel d'aménagement.

Les ressources budgétaires disponibles (estimées à 100 millions de dirhams par an) ne permet bien entendu pas de réaliser sur un seul exercice la totalité des aménagements, dont le coût est estimé à près de 950 millions de dirhams.

En fonction du coût des aménagements à programmer il a été établi deux programmations :

- La programmation de toutes les interventions d'un coût supérieur à 200.000 DH, au titre de la rubrique " Extension et aménagement du patrimoine " du budget de la Direction des Routes,
- La programmation des interventions d'un montant inférieur à 200.000DH, au titre de la rubrique " opérations de maintenance et conservation du patrimoine ".

Le principe retenu pour établir cette programmation a été la priorité accordée aux aménagements dont l'objectif est le rétablissement du niveau de service, par rapport aux aménagements dont l'objectif est l'amélioration du niveau de service.

Ce programme traduit les objectifs suivants :

- Réaliser dans un délai de 2 ans toutes les interventions urgentes pour le rétablissement du niveau de service. Elles concernent 177 franchissements (dont 37 sont à reconstruire) pour un montant total estimé à 181 millions de DH,

- Réaliser dans un délai de 3 ans toutes les interventions destinées au rétablissement du niveau de service : soit au total 218 franchissements pour un montant total de 183 millions de DH (y compris les interventions urgentes).

Les interventions du premier programme ont été hiérarchisées suivant la méthode indiquée précédemment. Toutefois, il a été nécessaire de répartir les interventions les plus lourdes (reconstructions d'ouvrages) sur deux ans afin de tenir compte des possibilités des entreprises.

- Les aménagements dont l'objet est l'amélioration du niveau de service et classés rentables à l'issue de l'approche économique ont été programmés de la troisième à la cinquième année. Ils ont été hiérarchisés suivant la méthode économique, qui est la seule qui permette de classer des aménagements de types différents.

Ils portent sur 133 franchissements pour un coût total de 244 millions de DH.

Leur répartition par type d'aménagement est la suivante :

	% du nombre total	% du coût total
Elargissements d'ouvrage	30%	39%
Ouvrages submersibles	62%	35%
Ouvrages limites en charge	8%	26%

• Les aménagements classés non rentables ont été programmés, pour mémoire, de la sixième à la dixième année du programme. Ils concernent 187 franchissements pour un montant total de 452 millions de DH. Leur répartition par type d'aménagement est la suivante :

	% du nombre total	% du coût total
Elargissements d'ouvrage	86%	79%
Ouvrages submersibles	12%	11%
Ouvrages limites en charge	2%	10%

Toutes les interventions dont le "taux de rentabilité" était inférieur à 1 ont été programmées dans les cinq dernières années du programme.

Tandis que pour les interventions du deuxième programme, A quelques rares exceptions près, il s'agit d'intervention dont l'objet est le rétablissement du niveau de service des ouvrages d'art.

La programmation de ces interventions a été établie sur la base de la hiérarchisation des interventions dont l'objet est le rétablissement du niveau de service. Il a été suivi la même politique que pour les interventions de plus de 200 000 DH :

- Réalisation de toutes les opérations de remise à niveau dans un délai de 3ans,
- Réalisation de toutes les interventions urgentes dans un délai de 2ans.

La durée de ce plan est de 3ans. Il concerne 2498 franchissements, pour un coût d'intervention total de 86 M.DH.

Il reste bien entendu qu'il s'agisse uniquement des ouvrages d'art des réseaux nationaux et régionaux, l'inventaire des ouvrages du réseau provincial n'étant pas encore identifié complètement ; D'autre part cette politique de gestion n'intègre pas les interventions relatives aux dégâts de crues, celles ci bénéficient de la première priorité et sont traitées dans un autre cadre, mais, à terme, elles devront être traitées dans le cadre d'une politique plus globale de gestion des ouvrages d'art.

Récapitulatif des spécifications exigées - Cas général

NF - P 18 - 541

	Valeur spécifiée (Vs) ou Vs à 90 % si plus de 14 résultats	Valeur limites absolus si plus de 14 résultats (borne = Vs ± U)
Fillers : - Passant à 2 mm - Passant à 0,125 mm - Passant à 0,063 mm	≥ 99 % ≥ 80 % ≥ 70 %	≥ 94 % ≥ 75 % ≥ 65 %
Granularité des sables (Sable résultant) : - Passant à D mm - Passant à 0,08 mm - Dispersion - Module de finesse : - valeurs limites - tolérance sur Vs	≥ 85 % ≤ 12 % étendue ≤ 3 points ou coefficient de variation ≤ 20 % ≥ 1,8 et ≤ 3,2 ≥ moyenne - 0,35 et ≤ moyenne + 0,35	≥ 80 % ≤ 15 % ≥ 1,65 et ≤ 3,35 ≥ moyenne - 0,50 et ≤ moyenne + 0,50
Granularité des gravillons si D ≥ 2,5 d : Passant à (d+D) / 2	≤ moyenne + 17,5 ≤ 75 ≥ moyenne - 17,5 ≥ 25	≤ Vss + 10 ≥ Vsi - 10
Absorption d'eau Ab :	≤ 5 %	≤ 5,5 %
Résistance mécanique : - Coefficient Los Angeles - Coefficient de friabilité des sables (Sable) alluvionnaires et sable de recyclage	≤ 40 ≤ 60	≤ 43 ≤ 65
Coefficient d'aplatissement	≤ 30 %	≤ 34 %
Homogénéité :	≥ 95 %	≥ 90 %
Impuretés prohibées et débris végétaux :	≤ 0,1 %	≤ 0,12 %
Sensibilité au gel :	≤ 50 %	≤ 55 %
Alcali réaction : alcalins actifs	A communiquer sur demande	
Propreté des fillers : - VBta	≤ 1	≤ 1,3
Propreté des sables : - Esv - Es - Valeur de bleu VBta	≥ 75 ≥ 70 (65 et 60 pour sables concassés ou broyés) ≤ 1	≥ 70 ≥ 65 (60 et 55 pour sables concassés ou broyés) ≤ 1,3
Propreté des gravillons (Passant à 0,5 mm): - Gravillons non concassés - Gravillons concassés	≤ 1,5 % ≤ 3 %	≤ 2 % ≤ 3,5 %
Teneur en soufre total : - exprimé en S - exprimé en SO ₃	≤ 0,4 % ≤ 1 %	≤ 0,45 % ≤ 1,1 %
Teneur en soufre total : - exprimé en SO ₃	≤ 0,15 %	≤ 0,20 %
Matière organiques :	Essai colorimétrique négatif	
Teneur en chlorures :	A communiquer si > 0,06 %	
Teneur en éléments coquilliers des gravillons:	≤ 10 %	≤ 15 %

Annexe 2

**Exigences complémentaires ou particulières requises
pour les granulats destinés aux bétons pour ouvrages d'art
de résistance caractéristique supérieure ou égale à 36 MPa et
aux bétons de bâtiment de résistance caractéristique supérieure à 60 MPa (10)
NF - P 18 - 541**

Les valeurs spécifiées concernant les caractéristiques citées ci-après sont modifiées comme suit :

A.1 Sables

La tolérance sur le module de finesse est ramenée à $\pm 0,30$ autour de la moyenne de fabrication :

$$MF \geq V_{si} = MF \text{ moyen} - 0,30$$

$$MF \leq V_{ss} = MF \text{ moyen} + 0,30$$

A.2 Absorption d'eau

La valeur spécifiée supérieure du coefficient d'absorption d'eau est ramenée à 2,5 %, soit $Ab \leq 2,5 \%$.

A.3 Résistance mécanique

Essai Los Angeles LA : La valeur spécifiée supérieure est ramenée à 30, soit $LA \leq 30$.

Essai de friabilité des sables : Il s'applique aux sables alluvionnaires et aux sables artificiels de recyclage.

La valeur spécifiée supérieure est ramenée à 40, soit $FS \leq 40$.

A.4 Coefficient d'aplatissement

Pour les granulats élaborés par concassage de roches massives, La valeur spécifiée supérieure du coefficient d'aplatissement est abaissée à :

- ♦ 20 % pour les gravillons de dimension D supérieure à 10 mm, soit $A \leq 20 \%$;
- ♦ 25 % pour les gravillons de dimension D inférieure ou égale à 10 mm, soit $A \leq 25 \%$

A.5 Propreté des sables

La valeur spécifiée inférieure de l'équivalent de sable est portée à 80 pour l'Esv et 75 pour l'Es :
 $Esv \geq 80$, $Es \geq 75$.

Ces valeurs étant ramenées respectivement à 75 et 70 pour les sables entièrement broyés ou concassés.

Si l'Es du sable est inférieur aux valeurs spécifiées, les clauses du paragraphe 3.4.5 relatives à la valeur de bleu s'appliquent.

10) En France, la résistance à la compression caractéristique d'un béton fck est déterminée à 28 jours, les mesures étant faites sur cylindres.

Récapitulatif des spécifications de la NM 10.1.008

Spécification concernant les gravillons	
Coefficient d'Aplatissement	$\leq 25 \%$
Propreté	$\leq 2 \%$ pour B1 $\leq 4 \%$ pour B2 et $\leq 5 \%$ pour B3, B4 et B5
Porosité volumique	$< 8 \%$ pour bétons B1 et B2 $< 12 \%$ pour béton B3
Dureté " LA "	$\leq 30 \%$ pour béton B1 $\leq 35 \%$ pour béton B2 et B3
Stabilité (perte de poids) béton B1 et B2	$< 12 \%$ en utilisant le sulfate de soude $< 18 \%$ en utilisant le sulfates de magnésie
Spécification concernant le sable	
Granularité	voir fuseau NM 10.1.008
Teneur en filler	$< 7 \%$ pour B1 $< 12 \%$ pour B2 $< 14 \%$ pour B3
Propreté	ES $> 80 \%$ pour B1 ES $> 70 \%$ pour B2 ES $> 60 \%$ pour B3 ES $> 50 \%$ pour B4,B5
Stabilité à l'ES modifier	$\geq 80 \%$
Spécification commun aux granulats	
Nature de la roche	Roches inaltérables à l'air, à l'eau au gel
Teneur en soufre totale	$\leq 1 \%$ du poids total des granulats

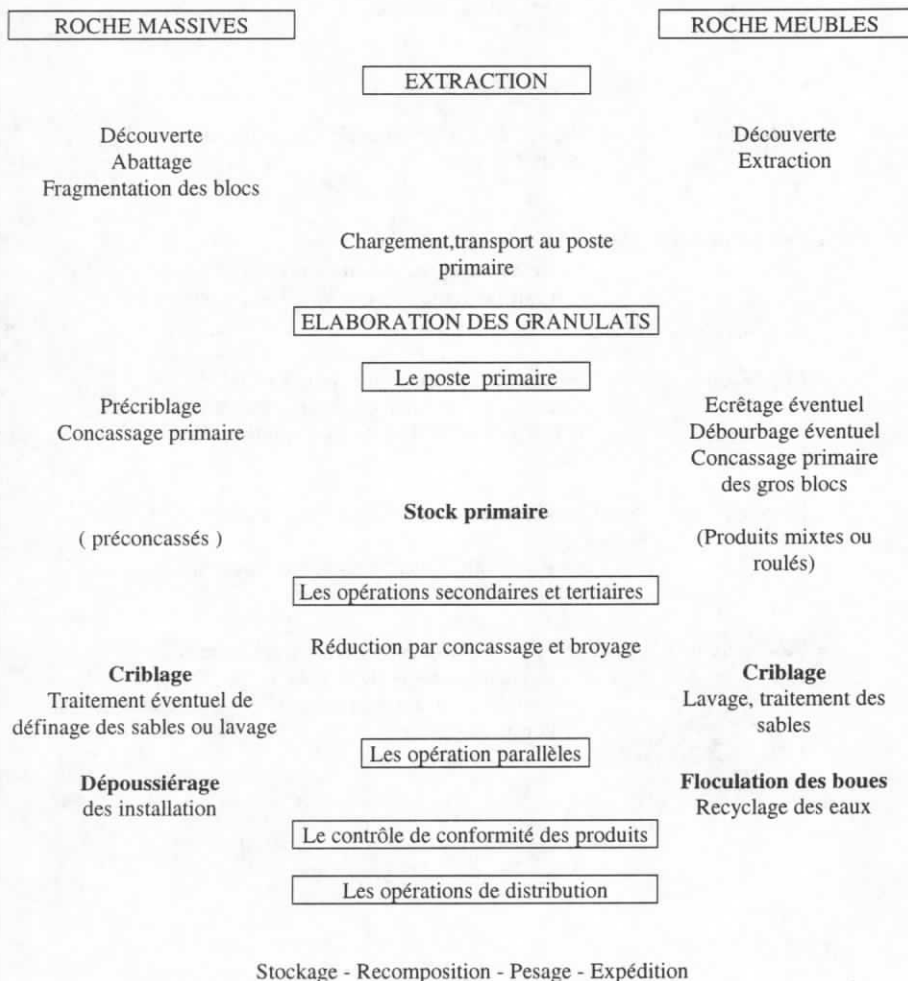
Annexe 4 Terminologie

Termes	Définitions
Angularité	Proportion d'éléments concassée dans un matériau alluvionnaire .
Ballastière - sablière	Lieu d'extraction et de traitement des matériaux alluvionnaire .
Caillou	Granulat de D > 20 mm ou 31,5 mm .
Carrière	Lieu d'extraction et de traitement des roches massives .
Classe granululaire	Fraction de matériau définie par deux dimensions d'ouverture de mailles de tamis ou de crible .
Coefficient de réduction	Rapport entre le D du granulat soumis au concassage et le D du granulat obtenu .
Coupure	Dimension de séparation donnée par crible industriel .
Courbe granulométrique	Représentation graphique de la distribution dimensionnelle des grains d'un granulats .
Diaclase	Fissuration d'une roche ou d'un massif rocheux .
Découverte	Matériaux argileux ou autres recouvrant la roche saine d'un gisement .
Débit	Quantité de matériaux produits pendant un temps donné .
Echantillonnage	ensemble des opérations (prélèvement + partage) conduisant à un échantillon pour essai représentatif du matériau à analyser .
Echantillon pour essai	Prise de matériau de quantité rigoureusement définie en vue d'un essai .
Echantillon	Volume de matériau choisi suivant un procédé aléatoire organisé .
Equivalent de sable (ES)	essai de propreté des sables basé sur le rapport conventionnel entre la hauteur occupée par les parties les plus grossières du sable et la hauteur qu'occupe la prise d'essai dans une éprouvette contenant une solution floculante .
Essai de contrôle	Essai effectués pendant la fabrication des granulats .
Fines	élément < 80 μ dans un granulat (ancien terme : filler) .
Faïlles	Cassures au sein des couches géologiques accompagnées d'un broyage des roches .
Forme	Définie par les trois critères suivant : • Epaisseur E : La plus petite dimension • Grosseur G : Dimension • Longueur L : La plus grande dimension
Fraction	Partie de matériau obtenue par passage sur un tamis ou un crible .
Fuseau granulométrique	Surface comprise entre deux couches granulométriques .
Granulat	Terme général englobant les matériaux O / D ayant subi une préparation .
Granularité	Distribution dimensionnelle des grains d'un granulat .
Granulométrie	Détermination de la dimension des éléments d'un granulat .
Grave	Granulat O / D où D > 8 mm et < 40 mm
Gravillon	élément compris entre 2 et 20 mm
Indice de concassage (Ic)	Proportion en poids d'éléments supérieurs à D du granulat élaboré, contenue dans le matériau d'origine soumis au concassage .
Los Angeles (LA)	Essai mesurant la résistance aux chocs des gravillons .
Micro Deval (MDE)	Essai mesurant la résistance à l'usure par frottement des gravillons .
Ouverture	Dimension d'une maille de tamis ou crible .
Passant (ou tamisat)	Fraction de matériaux passés à travers un tamis ou une maille de crible .
Pérogaphie	étude de la formation et de la composition minéralogique des roches .
Pendage	Valeur de l'inclinaison d'une couche .
Polissage accéléré (CPA)	Essai mesurant l'état de surface de gravillons ayant subi un cycle de polissage .
Préciblage	Opération d'élimination d'éléments fins argileux ou non avant concassage .
Prise	Echantillon utilisé pour un essai
Propreté des gravillons (p)	Proportion des éléments < 0,5 mm à la surface des gravillons .
Puissance	épaisseur d'une couche .
Rapport de concassage (Rc)	Rapport entre le d du granulats soumis au concassage et le D du granulats à obtenir .
Refus	Fraction de matériau retenu sur un tamis ou une maille de crible .
Rejet	dénivellation entre couches produite par une faille .
Réglage	Opération de régularisation de la marche d'un appareil .
Sable	éléments d'un granulats dont le D est compris entre 80 μ et 8 mm, et le d est inférieur à 2 mm .
Scalpage	Opération d'élimination de gros éléments ou de stériles avant toute préparation de matériaux .
Substratum	Base d'un gisement .
Tamisat (ou passant)	Fraction de matériau passé à travers un tamis ou une maille de crible .
Tectonique	déformation des terrains sous l'effet des forces internes .
tout - venant	matériaux extraits n'ayant subi aucune opération de traitement .

Annexe 5

Extraction et élaboration des granulats

Organigramme



Bibliographie

- ♦ Granulats : Presse de l'école nationale des ponts et chaussées 1990
- ♦ Les granulats : Caractéristiques - Elaboration :
Guide pratique de construction routière revue
générale des routes et des aérodromes décembre à 79.
- ♦ Les bétons : Bases et données pour leur formulation :
Association technique de l'industrie des liants
hydraulique ATILH - FRANCE, Edition EYROLLES
- ♦ Normes : NF P 18-541 Mai 1994 : Granulats pour béton
hydrauliques.
NF P 10.1.008 Juillet 76 : béton de ciment usuels.
- ♦ Fascicule n° 65 A : Exécution des ouvrages en béton armé ou en béton
précontraint par post-tension.
Ministère de l'équipement, du logement et des
transports - France