

Janvier 2024

Guide pour l'intégration de critères environnementaux dans les appels d'offres de génie civil

Valorisation des agrégats d'enrobés et des enrobés tièdes dans le canton de Neuchâtel

Canton de Neuchâtel, service des ponts et chaussées, M. Merlotti et M. Flückiger
Ville de Neuchâtel, M. Benacloche et M. Thorens
Ville de la Chaux-de-Fonds, M. Schneider



Nicolas Bueche (nicolas.bueche@nibuxs.ch)

Rita Galrito (rita.galrito@nibuxs.ch)

Nibuxs sàrl · Chemin du Croset 9 · 1024 Écublens

T. +41 21 550 95 32 · nibuxs.ch

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	3
1. PARTIE I : BASES SUR LA CHAUSSÉE ET LES MATÉRIAUX	4
1.1 Description d'une chaussée	4
1.2 Enrobés bitumineux	4
1.3 Définition des agrégats d'enrobés (AE), des enrobés recyclés et des enrobés tièdes	5
2. PARTIE II : EXIGENCES, CRITÈRES D'APTITUDE ET CRITÈRE D'ADJUDICATION	5
2.1 Exigences et autres éléments	5
2.2 Critères d'aptitude	7
2.3 Critère d'adjudication relatif au développement durable	8
3. PARTIE III : STRATÉGIE GLOBALE DE SUIVI ET CONTRÔLE DES CHANTIERS	10
3.1 Phase appel d'offres	10
3.2 Phase travaux	11
4. RÉFÉRENCES	12



INTRODUCTION

Ce document donne les bases pour établir des appels d'offres, puis évaluer les offres des soumissionnaires en prenant en compte certains aspects environnementaux. Ceux-ci concernent, entre autres, le recyclage et la valorisation des agrégats d'enrobés ainsi que le recours à des enrobés tièdes. Ce document a également pour vocation de permettre aux différents acteurs de mettre en place une stratégie globale, cohérente et pérenne pour des enrobés bitumineux plus durables.

Ce manuel, qui sert de base pour l'adaptation du cahier des charges et autres documents du dossier d'appel d'offres travaux, est composé de trois parties.

La première partie de ce manuel a pour vocation de fournir, de manière synthétique et simplifiée, les bases nécessaires à la compréhension des aspects traités dans ce manuel en lien avec la chaussée et les matériaux bitumineux. Dans la deuxième partie, les critères d'aptitude et d'adjudication environnementaux à considérer sont listés. La fourchette de pondération, l'échelle d'évaluation et la méthodologie de notation de ces derniers sont définies. La troisième partie présente la procédure coordonnée qui a été développée afin d'avoir un suivi et un contrôle des chantiers systématiques. Celle-ci comprend, entre autres, un tableau d'essais et mesures (programme des essais) (en annexe) à intégrer au cahier d'appel d'offres.

Partie I : Bases sur la chaussée et les matériaux
Chaussée et revêtements bitumineux <ol style="list-style-type: none"> 1. Description d'une chaussée 2. Normalisation, composition, production, essais et épreuve de formulation (EF) 3. Définition des agrégats d'enrobés (AE), des enrobés recyclés et des enrobés tièdes
Partie II : Exigences, critères d'aptitude et critères d'adjudication
Exigences et autres éléments du cahier des charges <ol style="list-style-type: none"> 1. Définition des exigences et autres éléments
Critères d'aptitude <ol style="list-style-type: none"> 1. Définition des critères et base d'analyse 2. Synthèse des documents en lien avec les critères d'aptitude sur les enrobés à remettre avec l'offre
Critère d'adjudication <ol style="list-style-type: none"> 1. Définition du critère 2. Définition de la pondération 3. Échelle d'évaluation 4. Méthode de notation 5. Synthèse des documents en lien avec ce critère à remettre avec l'offre
Partie III : Stratégie globale de suivi et contrôle des chantiers
Phase appel d'offres <ol style="list-style-type: none"> 1. Définition des essais et des mesures à réaliser (programme des essais) 2. Contrôle des épreuves de formulation (EF)
Phase travaux <ol style="list-style-type: none"> 1. Analyse de la fourniture 2. Contrôle de la mise en œuvre

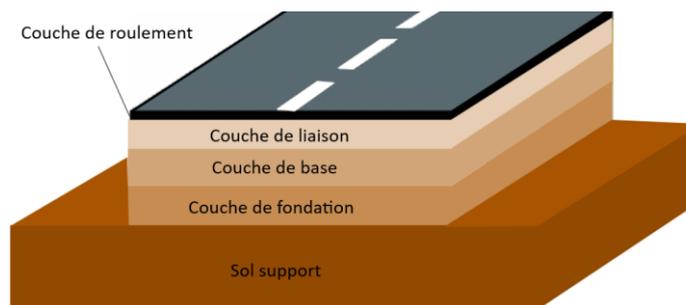
Les questions relatives à l'utilisation de ce guide peuvent être adressées par email à l'Office de l'entretien du service des ponts et chaussées SPCH.OfficeEntretien@ne.ch

1. PARTIE I : BASES SUR LA CHAUSSÉE ET LES MATÉRIAUX

1.1 Description d'une chaussée

Une chaussée routière se compose de différentes couches qui reposent sur le sol support (sol naturel). Au-dessus du sol support, se trouve la couche de fondation qui est généralement composée de matériaux non liés (graves de fondation, constituées d'un mélange de gravier et de sable), mais peut aussi être composée de matériaux liés (par ex. un enrobé bitumineux AC F).

Finalement, il y a le revêtement composé des couches de base, de liaison et de roulement. Ces couches sont réalisées avec des matériaux liés (enrobés bitumineux).



1.2 Enrobés bitumineux

Normalisation

Les enrobés bitumineux sont régis par des normes, notamment, au niveau du matériau, de sa fabrication, de sa mise en œuvre et des essais à réaliser. En Suisse, ce sont les normes de l'Association suisse des professionnels de la route et des transports (VSS) qui sont utilisées, et parfois aussi certaines normes européennes.

Composition et production

Un enrobé bitumineux est un mélange homogène de matériaux pierreux (filler, sable, gravillons ou graviers, pierres) et d'un liant hydrocarboné, qui est généralement un bitume. Cet enrobé est fabriqué à chaud dans une centrale d'enrobage [7]. La température de fabrication d'un tel enrobé est de l'ordre de 160°C.

Un bitume, ou liant bitumineux, est un dérivé pétrolier de couleur noire. Lorsqu'il est chauffé, le bitume devient liquide et est mélangé aux matériaux pierreux lors de la fabrication d'un enrobé bitumineux. En refroidissant, le bitume durcit et lie, colle les matériaux pierreux entre eux.

Les enrobés bitumineux sont posés à chaud lors de la construction des chaussées. Après refroidissement, donc durcissement, d'une couche après l'autre jusqu'à la couche de roulement, la route est construite et le trafic peut rouler dessus.

Essais et épreuve de formulation (EF)

Afin de pouvoir contrôler la qualité d'un enrobé bitumineux, différents essais sont réalisés lors des différentes phases de sa production.

Les premiers résultats d'essai qui importent au maître d'ouvrage sont ceux réalisés sur le matériau avant la pose, et même avant l'appel d'offres.

Une épreuve de formulation (EF) est un rapport produit selon les indications d'une norme VSS [5]. Il contient les résultats des essais de conformité réalisés sur le matériau en laboratoire. Ce rapport correspond à une sorte de « carte d'identité » du matériau, qui contient le détail de ses propriétés. L'entreprise doit le remettre avec son offre à raison d'un rapport par type d'enrobé.

Sur la base de ces EF, le maître d'ouvrage peut contrôler que les enrobés proposés par le soumissionnaire correspondent au matériau souhaité et qu'ils respectent toutes les exigences normatives.

Différentes normes VSS définissent quelles propriétés doivent avoir les différentes sortes d'enrobés bitumineux et quels essais doivent être réalisés pour contrôler ces propriétés. Elles décrivent également les essais en question, qui doivent être réalisés par des laboratoires accrédités.

Les contrôles et les essais qui intéressent ensuite le maître d'ouvrage sont :

- Le contrôle que ce sont les matériaux prévus qui sont livrés sur le chantier,
- Les essais réalisés en laboratoire sur des échantillons prélevés lors de la livraison des matériaux (avant la pose),
- Les essais réalisés en laboratoire sur des carottes prélevées après travaux.

Pour tous ces essais, une autre norme VSS [4] définit lesquels sont à réaliser par l'entrepreneur et lesquels sont à réaliser par le maître d'ouvrage, en indiquant combien d'essais doivent être réalisés, par exemple, en fonction de la taille du chantier.

1.3 Définition des agrégats d'enrobés (AE), des enrobés recyclés et des enrobés tièdes

Agrégats d'enrobés et enrobés recyclés

Lorsqu'une chaussée arrive en fin de vie, les couches d'enrobé sont démolies et les morceaux de ces enrobés (appelés « agrégats d'enrobés » ou « AE ») peuvent être récupérés pour la production d'un nouvel enrobé bitumineux, dit recyclé ou de recyclage. Ainsi, les enrobés de recyclage sont des enrobés bitumineux contenant un certain pourcentage d'AE [7].

Enrobés tièdes

Un enrobé tiède est, quant à lui, défini comme un enrobé bitumineux dont la température de production est d'au moins 30°C inférieure, soit en général une température de production d'environ 130°C, à celle du même enrobé (type et sorte) produit à chaud (à env. 160°C).

2. PARTIE II : EXIGENCES, CRITÈRES D'APTITUDE ET CRITÈRE D'ADJUDICATION

Les exigences et critères présentés ci-dessous concernent, d'une part, les enrobés recyclés et, d'autre part, les enrobés tièdes.

En ce qui concerne le recours à des enrobés recyclés, les exigences et notations proposées sont simples à mettre en application et restent relativement souples, permettant ainsi d'assurer une transition maîtrisée vers l'emploi de teneurs en AE de plus en plus élevées, tout en s'orientant vers un recyclage essentiellement à chaud.

En outre, cette démarche s'inscrit parfaitement dans l'évolution de l'OLED (art. 52 al. 2 et 3) [6], qui a instauré un délai au 31.12.2027 pour l'entrée en vigueur de l'interdiction de mise en décharge de matériaux bitumineux de démolition.

Concernant les enrobés tièdes, l'exigence d'utilisation de ce type d'enrobé est limitée aux chantiers d'une certaine importance. Cela s'explique par le fait que, dans la majorité des cas, la taille des chantiers réalisés dans le canton de Neuchâtel n'implique pas la pose de quantités suffisantes d'enrobés pour justifier l'abaissement et le relèvement de la température de production en centrale. Tenant compte de cette spécificité cantonale, l'emploi d'enrobés tièdes n'est pas imposé, la possibilité étant laissée aux soumissionnaires de le proposer en tant que variante dans les cas où ils jugeraient cette solution appropriée.

Les chapitres qui suivent synthétisent les différents aspects en lien avec l'introduction des nouvelles exigences. Ils servent de base en vue de l'introduction de ces nouveautés dans le cahier des charges et autres documents du dossier d'appel d'offres.

2.1 Exigences et autres éléments

Enrobés recyclés

Actuellement, tant le recyclage à chaud que le recyclage à froid sont autorisés.

Le recyclage à chaud est préconisé dans la mesure où il permet d'atteindre des teneurs en AE plus élevées que ce qui est possible avec le recyclage à froid.

L'article 52 de l'OLED [6] précise les conditions à respecter en matière de teneur en HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques) pour la revalorisation des AE dans la production de nouveaux enrobés.

Les teneurs en AE à respecter pour le recyclage à chaud ou à froid sont présentées dans le tableau ci-dessous, qui nécessite les remarques suivantes :

- Les teneurs en AE définies restent, pour la majorité, dans les limites de la norme SN EN-13108-1 [1].
- Une EF est à rendre pour chaque type d'enrobé. Dans le cas d'une teneur en AE identique pour l'AC B et l'AC T, une même EF peut être utilisée.
- Les valeurs limites seront à réévaluer régulièrement selon l'évolution des normes et de la technique par le SPCH.

Dans la mesure où il doit garantir la qualité de son produit, le fournisseur fixera la teneur en AE au niveau qu'il estime optimal pour la performance du produit et pour la capacité de sa centrale.

Couches / Types d'enrobés	Teneurs en agrégats d'enrobés (AE)			
	<i>Incorporés à froid</i>		<i>Incorporés à chaud</i>	
Couche de roulement AC MR	0%	0%	0%	0%
Couche de roulement AC H	0%	0%	0%	0%
Couche de roulement AC S	0%	≤ 10%	0%	≤ 20%
Couche de roulement AC N, AC L	0%	≤ 15%	≥ 25%	≤ 40%
Couche de liaison AC B	0%	≤ 15%	≥ 40%	≤ 60%
Couche de liaison AC EME (module élevé)	0%	≤ 15%	≥ 20%	≤ 60%
Couche de base AC T	≥ 20%	≤ 25%	≥ 50%	≤ 80%
Couche de base AC EME (module élevé)	0%	≤ 15%	≥ 20%	≤ 80%
Couche de fondation AC F*	≥ 20%	≤ 40%	≥ 60%	Pas défini

Remarques complémentaires :

- Les mêmes exigences de qualité et de durabilité s'appliquent pour les enrobés recyclés que celles qui sont valables pour les enrobés conventionnels.
- En particulier, les couches de roulement doivent impérativement respecter les exigences relatives aux propriétés antidérapantes et les granulats doivent respecter les exigences relatives au polissage.
- Une tolérance de +/-10% sur la teneur en AE déclarée est admise. Par exemple, pour une valeur déclarée de 25%, la tolérance varie entre 15% et 35%.
- Pour favoriser le respect des teneurs en AE par les centrales de production, la masse minimale d'enrobé à produire est d'environ 150 tonnes.
- Des dépassements des valeurs maximales admissibles sont possibles, par exemple pour la fabrication de produits innovants, pour autant que les exigences normatives soient respectées en ce qui concerne les caractéristiques et les performances des produits fournis, tant lors de la fourniture que de la pose, et uniquement moyennant approbation préalable par le maître d'ouvrage.
- Si les teneurs en AE déclarées dans les EF ne correspondent pas au minimum demandé par le MO, l'offre sera exclue.

Enrobés tièdes

Les enrobés tièdes sont des revêtements dont la température de production doit être comprise entre 120 et 140°C.

Des enrobés tièdes ne pourront être proposés par l'entrepreneur que sous forme de variante et uniquement aux conditions cumulatives suivantes :

- En cas de classe de trafic inférieure ou égale à T3 selon VSS-40430 [3],
- Pour les couches de fondation, de base ou de liaison,
- Si l'étape de pose représente un tonnage d'au moins 120 tonnes.

Les normes de qualité et de durabilité requises pour les enrobés tièdes sont identiques à celles exigées pour les enrobés conventionnels.

Variantes

L'offre de base doit, dans tous les cas, être entièrement remplie.

En cas de variante, celle-ci doit faire l'objet d'un cahier de soumission à part avec les modifications nécessaires et qui soit accompagné d'un rapport justificatif comprenant :

- La justification/argumentation de la variante,
- Les différences avec l'offre de base, indiquant notamment les modifications de produits (par ex. recours à une teneur en AE plus élevée que celle admise ou recours à un enrobé tiède),
- L'impact financier de la variante.

Le maître d'ouvrage est libre de tenir compte ou non de toute variante proposée par l'entrepreneur.

2.2 Critères d'aptitude

Respect de la teneur en agrégats d'enrobés (AE) minimale exigée

La teneur en AE minimale pour le recyclage à chaud ou à froid mentionnée dans le tableau figurant au chapitre 2.1.1 doit être respectée, sous peine d'exclusion de l'offre. Le contrôle s'effectue au moyen des épreuves de formulation (EF) remises lors de l'appel d'offre.

L'EF de chaque produit proposé est à remettre lors du dépôt de l'offre.

Une seule EF par produit sera admise (soit un seul fournisseur pour chaque produit).

La durée de validité admissible de chaque EF est de 5 ans, sous condition qu'il n'y ait pas eu de modification dans les composants.

Rapport technique démontrant la maîtrise de la production des enrobés recyclés

Un rapport technique incluant une description des procédés de fabrication doit être remis avec l'offre, démontrant que la centrale dispose des moyens et du savoir-faire nécessaires pour produire des enrobés recyclés.

En cas de recours à des enrobés tièdes, il s'agira au minimum d'indiquer la température de fabrication. Le soumissionnaire fournira les conditions de mise en température et de réchauffage pour la confection des échantillons de laboratoire (Marshall notamment), selon le programme d'essais prévu.

Autres éléments

Après le dépôt de son offre, le soumissionnaire ne peut pas changer de fournisseur (centrale d'enrobage) sans raison valable et sans accord préalable du maître d'ouvrage. À titre d'exemple, un changement de prix ne constitue pas une raison valable pour changer de fournisseur.

Si, pour une quelconque raison, la teneur en AE devait être modifiée (à la baisse ou à la hausse) en phase d'exécution par rapport à la teneur annoncée lors du dépôt de l'offre, cette adaptation devra être préalablement soumise au maître d'ouvrage pour approbation. En situation exceptionnelle (par ex. panne du tambour d'alimentation des AE), le maître d'ouvrage devra être informé sans délai.

Récapitulatif des documents à remettre avec l'offre

Concernant les critères d'aptitude, les documents suivants sont à remettre avec l'offre :

- EF de chaque produit,
- Rapport technique démontrant la maîtrise de la production des enrobés recyclés et, le cas échéant, aussi des enrobés tièdes. Maximum 5 pages A4 recto-verso y c. figures.

2.3 Critère d'adjudication relatif au développement durable

Ce critère comprend trois sous-critères :

- Teneur en AE,
- Impact du transport des matériaux bitumineux,
- Rapport environnemental.

Sous-critère « Teneur en AE »

Ce sous-critère évalue la teneur en AE sur la base de l'EF et des tableaux de l'annexe 1. Plus celle-ci est élevée, plus la note sera élevée.

Sous-critère « Impact du transport des matériaux bitumineux »

Ce sous-critère correspond à la distance séparant la centrale d'enrobage du chantier. Cette distance ne représente pas seulement un enjeu en termes d'impact environnemental, mais aussi et surtout en regard de la qualité du produit fourni, compte-tenu de la nécessité de maintenir l'enrobé en température.

Sous-critère « Rapport environnemental »

Ce sous-critère est évalué sur la base d'un rapport environnemental composé des réponses à 3 questions propres à l'objet mis en soumission en lien avec l'environnement et le développement durable.

Ci-dessous quelques exemples de questions :

- Sous quelle forme vos collaborateurs sont-ils sensibilisés aux questions environnementales dans le cadre de leur travail (fournir 2-3 exemples concrets) ?
- Décrire les mesures organisationnelles respectueuses de l'environnement prévues pour ce chantier. Selon vous, en quoi les mesures que vous prévoyez pourraient-elles se distinguer de celles des autres soumissionnaires ?
- Dans le cadre de ce marché, dans quelle mesure prenez-vous en compte l'environnement au niveau des matériaux de construction ? Et, selon vous, en quoi cela pourrait-il se distinguer de ce que prévoient des autres soumissionnaires ?
- Dans le cadre de ce marché, comment l'aspect environnemental est-il pris en compte dans le choix des machines de chantier ? Et, selon vous, en quoi cela pourrait-il se distinguer de ce que prévoient des autres soumissionnaires ?
- Dans le cadre de ce marché, quels moyens avez-vous prévu de mettre en place au niveau de la gestion des déchets pour diminuer l'impact de ce chantier sur l'environnement ? Et, selon vous, en quoi les mesures que vous prévoyez pourraient-elles se distinguer de celles des autres soumissionnaires ?
- Dans le cadre de ce marché, qu'avez-vous prévu de mettre en œuvre quant à l'approvisionnement en matériaux en lien avec l'aspect environnemental, par exemple quant à la provenance des matériaux, la proximité, la garantie d'un approvisionnement suffisant, le type de moyen de transport (par ex. utilisation de camions électriques), etc. ? Et, selon vous, en quoi cela pourrait-il se distinguer de ce que prévoient des autres soumissionnaires ?

Définition de la pondération

La pondération totale du critère environnemental doit se situer entre 20 et 35% selon les tendances suivantes :

- Marché ne comportant que de l'enrobé : plus le montant estimé des travaux est faible, plus la pondération totale devrait être élevée. Elle devrait se situer entre 25 et 35%.
- Marché incluant d'autres types de travaux : plus la part de marché dédiée aux enrobés est élevée, plus la pondération totale devrait être élevée. Elle devrait se situer entre 20 et 25%.

La pondération par sous-critère doit être fixée dans la fourchette suivante, le cumul des pondérations partielles aboutissant la pondération totale :

Teneur en AE	7-12%
Impact du transport des matériaux bitumineux	5-12%
Rapport environnemental	8-13%

Méthode de notation

Notation du sous-critère « Teneur en AE »

L'échelle de notation figure dans les tableaux y relatifs, objets de l'annexe 1.

Le recyclage à chaud peut obtenir des notes jusqu'à une note maximale de 5, correspondant à la teneur en AE maximale admissible à chaud, alors que la note maximale pour le recyclage à froid est fixée à 2,5.

Dans tous les cas, la note de l'AC MR et de l'AC H sera de 2,5 pour le recyclage à chaud et le recyclage à froid, puisqu'aucune part d'AE n'y est admise.

Finalement, si les teneurs maximales en AE sont dépassées, la note reste à 5 pour le recyclage à chaud et à 2,5 pour le recyclage à froid.

La note attribuée à chaque type d'enrobé sera pondérée en fonction du tonnage de chaque couche, la note globale du sous-critère s'obtenant selon la formule suivante :

$$note_g = \frac{\sum (nb \text{ tonnes } EB_i \times note_i)}{\sum (tonnes_i)} \quad \text{où EB = enrobé bitumineux}$$

Notation du sous-critère « Impact du transport des matériaux bitumineux »

La note du sous-critère est fonction de la distance routière réellement parcourue entre la centrale et le chantier. L'échelle de notation est linéaire entre une distance de 30 km et une distance de 130 km.

Distance centrale-chantier	Note
≤ 30 km	5
40 km	4,5
50 km	4
60 km	3,5
70 km	3
80 km	2,5
90 km	2
100 km	1,5
110 km	1
120 km	0,5
≥ 130 km	0

La distance sera déterminée à l'aide de l'outil mis à disposition par le TCS (<https://www.tcs.ch/fr/tools/itineraires-et-plans.php>) ou par le biais de Google Maps (<https://www.google.ch/maps>).

Notation du sous-critère « Rapport environnemental »

L'échelle de notation du guide romand des marchés publics [2] est utilisée :

Note	Degré de satisfaction	Explicatif
0	-	Le soumissionnaire n'a pas fourni l'information
1	Insuffisant	Le soumissionnaire a fourni l'information mais elle ne correspond pas aux attentes
2	Partiellement suffisant	Le soumissionnaire a fourni l'information. Elle ne répond que partiellement aux attentes
3	Suffisant	Le soumissionnaire a fourni l'information. Elle répond aux attentes minimales, mais ne présente aucun avantage particulier par rapport aux autres soumissionnaires
4	Bon et avantageux	Le soumissionnaire a fourni l'information. Elle répond aux attentes et présente un minimum d'avantages particuliers par rapport aux autres soumissionnaires
5	Très intéressant	Le soumissionnaire a fourni l'information. Elle répond aux attentes avec beaucoup d'avantages particuliers par rapport aux autres soumissionnaires

La note du sous-critère est la moyenne arithmétique, arrondie à une décimale, des notes attribuées à chacune des trois questions.

Toute information hors contexte fournie par le soumissionnaire, mais qui n'est pas demandée dans le cahier d'appel d'offres, ne sera pas prise en considération.

Récapitulatif des documents à remettre avec l'offre

Concernant ce critère d'adjudication, les documents suivants sont à remettre avec l'offre :

- EF de chaque produit (déjà demandé dans les critères d'aptitude, à ne remettre qu'une seule fois),
- Rapport environnemental répondant aux questions posées – Max. 1 page A4 recto par question, y c. figures.

3. PARTIE III : STRATÉGIE GLOBALE DE SUIVI ET CONTRÔLE DES CHANTIERS

La stratégie de suivi et de contrôle des chantiers comprend trois étapes :

1. Définition des essais à réaliser par l'entrepreneur dans la soumission et contrôle des épreuves de formulation remises avec l'offre,
2. Contrôle des matériaux fournis sur le chantier via les essais à réaliser en laboratoire sur les échantillons prélevés avant la mise en œuvre,
3. Contrôle de la mise en œuvre des matériaux sur le chantier via des essais à réaliser en laboratoire sur les carottes prélevées après la pose.

Les contrôles du maître d'ouvrage sont indépendants de ceux de l'entrepreneur. Ils ne dispensent en aucun cas ce dernier de son devoir de contrôler régulièrement la conformité des matériaux fournis.

3.1 Phase appel d'offres

Programme des essais

Un exemple de tableau Excel avec les essais et les mesures à réaliser par le laboratoire de l'entreprise, y compris leur quantification, figure en annexe 2. Il sert de support à la préparation de la soumission et peut être joint au cahier d'appel d'offres.

Ce tableau indique également les essais et les mesures à réaliser par le laboratoire du maître d'ouvrage. Si souhaité, certains de ces essais et mesures peuvent néanmoins être réalisés par l'entreprise, il suffira de le prévoir dans la soumission.

Le programme des essais proposé est indicatif et se base sur la norme VSS-40434 [4].

Selon cette norme, le programme des essais à considérer est celui de niveau 2, s'appliquant principalement aux routes principales (RP) et aux routes de liaison (RL). Il comprend les essais minimaux, permettant d'assurer la réalisation d'essais supplémentaires en cas de nécessité grâce aux échantillons de réserve. Les échantillons de réserve sont à stocker par le laboratoire du maître d'ouvrage.

La mise en œuvre d'enrobés avec des teneurs en AE élevées peut s'accompagner d'une augmentation des risques relatifs à la maîtrise de la qualité même si, d'un point de vue normatif, les exigences pour un produit avec ou sans AE sont les mêmes.

Ainsi, en cas de teneur en AE excédant la teneur maximale préconisée, les deux essais supplémentaires suivants sont recommandés :

- Retrait thermique empêché,
- Analyse de la sensibilité à l'eau.

Pour les ouvrages d'une certaine complexité, si une planche d'essai devait être prévue, il s'agirait d'admettre un programme des essais de niveau 1.

Contrôle des épreuves de formulation (EF)

Les EF de toutes les sortes et de tous les types d'enrobés, établies conformément à la norme SN EN 13108-20 [5], doivent être remises au maître d'ouvrage lors du dépôt de l'offre.

Toute EF remise au maître d'ouvrage devra être valable, la durée de validité d'une EF étant fixée à 5 ans.

Une nouvelle EF doit être réalisée pour toute adaptation de la recette, par ex. en cas de modification du liant ou de la teneur en AE allant au-delà de la marge de tolérance de +/- 10% par rapport à la teneur annoncée dans l'offre.

Si une EF devait manquer dans l'offre, une garantie devra être fournie au maître d'ouvrage certifiant que l'EF lui sera transmise au plus tard deux semaines avant le démarrage des travaux. L'offre devra cependant renseigner sur la teneur en AE prévue afin de pouvoir procéder à l'évaluation du sous-critère environnemental y relatif.

En cas de non-respect de cette exigence, le maître d'ouvrage se réserve le droit d'imposer, au prix de la soumission, une centrale respectant les conditions fixées dans le cahier des charges.

3.2 Phase travaux

Analyse de la fourniture

Contrôles de l'entrepreneur

L'entrepreneur est contractuellement tenu d'effectuer ses propres contrôles pour garantir la qualité des matériaux à mettre en œuvre par ses soins.

En outre, les essais prévus dans la soumission doivent être effectués.

Contrôles du maître d'ouvrage

Lors de chaque pose, l'entrepreneur doit fournir à la direction des travaux (DT) le bon de livraison du matériau livré. Le maître d'ouvrage contrôle qu'il s'agit du matériau prévu (désignation du mélange et numéro de formule, qui doit être identique à celui de l'EF). La teneur en AE peut, en principe, également y être contrôlée.

La température de l'enrobé livré est à contrôler par la DT

Des échantillons (cartons de 10 à 12 kg) sont prélevés (dans le camion ou dans le finisseur) en fonction du nombre d'essais à effectuer selon le programme des essais contractuel.

Contrôle de la mise en œuvre

Contrôles de l'entrepreneur

L'entrepreneur est contractuellement tenu d'effectuer des contrôles pour garantir la qualité de la mise en œuvre par ses soins.

En outre, les essais prévus dans la soumission doivent être effectués.

Contrôles du maître d'ouvrage

Des carottes (diamètre 150 mm) sont prélevées après travaux, en fonction du nombre d'essais à effectuer selon le programme des essais contractuel.

Une analyse des résultats sera réalisée en regroupant les résultats d'essais de l'entreprise et du maître d'ouvrage dans un rapport de synthèse établi par le laboratoire du maître d'ouvrage, dans lequel les éventuelles non-conformités relevées seront mises en évidence.

En cas de non-conformité, la DT précisera les exigences du maître d'ouvrage concernant les suites à donner. Celles-ci pourront se baser sur la directive ASTRA 71005 « Qualité des revêtements bitumineux – Mesures en cas de non-respect des exigences (2022) »¹.

Selon les cas, des exigences différentes ou supplémentaires pourront être fixées.

¹ Lien : <https://www.astra.admin.ch/astra/fr/home/services/dokumente-nationalstrassen/standards-pour-les-routes-nationales/1--trace0.html>

4. RÉFÉRENCES

- [1] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS. Norme SN EN-13108-1 « Mélanges bitumineux, Spécifications pour le matériau – Partie 1 : Enrobés bitumineux ». Septembre 2022.
- [2] Guide romand pour les marchés publics : <https://www.vd.ch/index.php?id=1037535>.
- [3] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS. Norme VSS-40430 « Enrobés bitumineux compactés – Conception, exécution et exigences relatives aux couches en place ». Septembre 2022.
- [4] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS. Norme VSS-40434 « Programme des essais pour enrobés bitumineux compactés – Détermination des essais à réaliser ». Mars 2019.
- [5] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS. Norme SN-EN-13108-20 « Mélanges bitumineux – Spécifications pour le matériau – Partie 20 : Épreuve de formulation ». Septembre 2022.
- [6] Ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets, OLED. Confédération, 4 décembre 2015, état au 1^{er} janvier 2023.
- [7] Traité de GC n° 25, Voies de circulation. André-G. Dumont, Micaël Tille. PPUR, 2017.

ANNEXE 1 - NOTATION DU SOUS-CRITÈRE « TENEUR EN AE »

La notation suivante est admise pour le recyclage à chaud :

AC S		AC N, AC L		AC B		AC EME (liaison)	
Taux en AE	Note	Taux en AE	Note	Taux en AE	Note	Taux en AE	Note
0	0	25	2,5	40	3	20	2,5
>0 à ≤10	2,5	>25 à ≤30	3,3	>40 à ≤45	3,5	>20 à ≤25	2,8
>10 à ≤15	3,75	>30 à ≤35	4,2	>45 à ≤50	4	>25 à ≤30	3,1
>15 à ≤20	5	>35 à ≤40	5	>50 à ≤55	4,5	>30 à ≤35	3,4
				>55 à ≤60	5	>35 à ≤40	3,8
						>40 à ≤45	4,1
						>45 à ≤50	4,4
						>50 à ≤55	4,7
						>55 à ≤60	5

AC T		AC EME (base)		AC F	
Taux en AE	Note	Taux en AE	Note	Taux en AE	Note
50	3	20	2,5	60	2,5
>50 à ≤55	3,3	>20 à ≤25	2,7	>60 à ≤65	2,8
>55 à ≤60	3,7	>25 à ≤30	2,9	>65 à ≤70	3,1
>60 à ≤65	4	>30 à ≤35	3,1	>70 à ≤75	3,4
>65 à ≤70	4,3	>35 à ≤40	3,3	>75 à ≤80	3,8
>70 à ≤75	4,7	>40 à ≤45	3,5	>80 à ≤85	4,1
>75 à ≤80	5	>45 à ≤50	3,8	>85 à ≤90	4,4
		>50 à ≤55	4	>90 à ≤95	4,7
		>55 à ≤60	4,2	>95 à ≤100	5
		>60 à ≤65	4,4		
		>65 à ≤70	4,6		
		>70 à ≤75	4,8		
		>75 à ≤80	5		

La notation suivante est admise pour le recyclage à froid :

AC S		AC N, AC L		AC B		AC EME (liaison)	
Taux en AE	Note	Taux en AE	Note	Taux en AE	Note	Taux en AE	Note
0	0	0	0	0	0	0	0
>0 à ≤10	2,5	>0 à ≤10	1,25	>0 à ≤10	1,25	>0 à ≤10	1,25
		>10 à ≤15	2,5	>10 à ≤15	2,5	>10 à ≤15	2,5

AC T		AC EME (base)		AC F	
Taux en AE	Note	Taux en AE	Note	Taux en AE	Note
20	0	0	0	20	0
>20 à ≤25	2,5	>0 à ≤10	1,25	>20 à ≤25	0,6
		>10 à ≤15	2,5	>25 à ≤30	1,3
				>30 à ≤35	1,9
				>35 à ≤40	2,5

ANNEXE 2 - PROGRAMME DES ESSAIS (EXEMPLE)



Nibuxs Sàrl - Chemin du Crosset 9 - 1024 Écublens
+41 21 550 95 32 - nibuxs.ch

Enrobés bitumineux : contrôles de la fourniture et de la pose du matériau

Remarques :

- Le tableau ci-dessous définit le programme des essais à réaliser par le maître d'ouvrage et l'entrepreneur, sur la base de la norme VSS-40434 (2019)
- Le niveau 2 de cette norme est considéré. Pour les cas courants, aucune planche d'essai n'est prévue
- Le maître de l'ouvrage est libre de suivre ce programme (complètement ou partiellement) ou pas; ce programme n'est en effet qu'indicatif et non pas contraignant
- En outre, chaque collectivité a la liberté de décider de la répartition des essais entre le maître d'ouvrage et l'entrepreneur
- Les essais à réaliser par le laboratoire de l'entreprise seront à remettre par l'entrepreneur au maître d'ouvrage
- 1 échantillon = 1 carton de min. 10 à 12 kg

Contrôle de la fourniture :

Couche de	Essai	Normes de référence	Par ouvrage		Remarques
			Maître d'ouvrage	Entrepreneur	
Roulement	Teneur en vides résiduels Marshall	SN-EN-12697-34	1	1	(1) (4)
	Granulométrie	SN-EN-933-2	1	1	(1) (4)
	Teneur en liant soluble	SN-EN-12697-1	1	1	(1) (4)
	Liant récupéré de l'enrobé :				
	Point de ramolissement anneau-bille	Pas d'exigences (7)	1	1	(1) (5)
	Pénétrabilité		1	1	(1) (5)
	Retour élastique		1	1	(1) (3) (5)
	Prélèvement d'échantillons				
	Echantillon pour analyse	-	1	1	par ouvrage
Echantillons de réserve	-	3	3	(6) par ouvrage	
Liaison	Teneur en vides résiduels Marshall	SN-EN-12697-34	1	1	(1) (4)
	Granulométrie	SN-EN-933-2	1	1	(1) (4)
	Teneur en liant soluble	SN-EN-12697-1	1	1	(1) (4)
	Liant récupéré de l'enrobé :				
	Point de ramolissement anneau-bille	Pas d'exigences (7)	1	1	(1) (5)
	Pénétrabilité		1	1	(1) (5)
	Retour élastique		1	1	(1) (3) (5)
	Uniquement si pourcentage important d'AE :				
	Retrait thermique empêché	SN-EN-12697-46	1	1	(1) (2)
	Analyse de la sensibilité à l'eau	SN-EN-12697-12	1	1	(1) (2)
	Prélèvement d'échantillons				
Echantillon pour analyse	-	1	1	par ouvrage	
Echantillons de réserve	-	3	3	(6) par ouvrage	
Base	Teneur en vides résiduels Marshall	SN-EN-12697-34	1	1	(1) (4)
	Granulométrie	SN-EN-933-2	1	1	(1) (4)
	Teneur en liant soluble	SN-EN-12697-1	1	1	(1) (4)
	Liant récupéré de l'enrobé :				
	Point de ramolissement anneau-bille	Pas d'exigences (7)	1	1	(1) (5)
	Pénétrabilité		1	1	(1) (5)
	Retour élastique		1	1	(1) (3) (5)
	Uniquement si pourcentage important d'AE :				
	Retrait thermique empêché	SN-EN-12697-46	1	1	(1) (2)
	Analyse de la sensibilité à l'eau	SN-EN-12697-12	1	1	(1) (2)
	Prélèvement d'échantillons				
Echantillon pour analyse	-	1	1	par ouvrage	
Echantillons de réserve	-	3	3	(6) par ouvrage	
Fondation	Teneur en vides résiduels Marshall	SN-EN-12697-34	1	1	(1) (4)
	Granulométrie	SN-EN-933-2	1	1	(1) (4)
	Teneur en liant soluble	SN-EN-12697-1	1	1	(1) (4)
	Liant récupéré de l'enrobé :				
	Point de ramolissement anneau-bille	Pas d'exigences (7)	1	1	(1) (5)
	Pénétrabilité		1	1	(1) (5)
	Retour élastique		1	1	(1) (3) (5)
	Prélèvement d'échantillons				
	Echantillon pour analyse	-	1	1	par ouvrage
	Echantillons de réserve	-	3	3	(6) par ouvrage

Remarques :

- (1) Pour chaque type et sorte d'enrobé
- (2) Uniquement à partir d'une teneur en AE (que l'on pourra évaluer comme égale ou supérieure aux teneurs maximales préconisées)
- (3) Uniquement si utilisation de bitumes modifiés ou d'AE
- (4) Au min. 1 par ouvrage, en supplément 1 échantillon de réserve par 500 t et au min. 3 échantillons de réserve par ouvrage
- (5) 1 par ouvrage
- (6) Ces échantillons sont à stocker par le maître d'ouvrage
- (7) Des exigences pourront être convenues

Contrôle de la pose :

Couche de	Essai / Mesure	Normes de référence	Programme des essais		Remarques
			Maître d'ouvrage	Entrepreneur	
Roulement	Carottes				
	Épaisseur de la couche		min. 4	-	(8)
	Teneur en vides résiduels	VSS-40430	min. 4	-	(8)
	Degré de compactage	VSS-40436	min. 4	-	(8)
	Liaison entre les couches selon Leutner		min. 4	-	(8)
	Autres				
	Adhérence	VSS-40512 VSS-40525	1	-	(9) Par ouvrage, par voie de roulement sur la trace de roues droite
Planéité	VSS-40517 VSS-40518 VSS-40525	1	-	(9) Par ouvrage, par voie de roulement sur la trace de roues droite	
	Procès-verbal de la mise en œuvre	VSS40-430	-	1	Par étape de mise en œuvre
Liaison	Carottes				
	Épaisseur de la couche		min. 4	-	(8)
	Teneur en vides résiduels	VSS-40430	min. 4	-	(8)
	Degré de compactage	VSS-40436	min. 4	-	(8)
	Liaison entre les couches selon Leutner		min. 4	-	(8)
	Autres				
	Procès-verbal de la mise en œuvre	VSS40-430	-	1	Par étape de mise en œuvre
Base	Carottes				
	Épaisseur de la couche		min. 4	-	(8)
	Teneur en vides résiduels	VSS-40430	min. 4	-	(8)
	Degré de compactage	VSS-40436	min. 4	-	(8)
	Liaison entre les couches selon Leutner		min. 4	-	(8)
	Autres				
	Procès-verbal de la mise en œuvre	VSS40-430	-	1	Par étape de mise en œuvre

Remarques :

- (8) 4 par 5'000 m² et au minimum 4 par ouvrage
 (9) Facultatif