

Guide technique d'application pour l'utilisation de matériaux minéraux de recyclage

Partenaires :



**CANTON DU VALAIS
KANTON WALLIS**

Département de la mobilité, du territoire et de l'environnement
Service de la mobilité

Departement für Mobilität, Raumentwicklung und Umwelt
Dienststelle für Mobilität



**CANTON DU VALAIS
KANTON WALLIS**

Département de la mobilité, du territoire et de l'environnement
Office de construction des routes nationales

Departement für Mobilität, Raumentwicklung und Umwelt
Amt für Nationalstrassenbau



ASSOCIATION VALAISANNE DE L'INDUSTRIE
DES GRAVIERS ET DU BETON
VERBAND WALLISER KIES- UND BETOUNDUSTRIE



Association Valaisanne des Mandataires de la Construction
Walliser Verband der Architektur- und Planungsbüros



Guide technique d'application pour l'utilisation de matériaux minéraux de recyclage

TABLE DES MATIERES

- 5 Avant-propos
- 7 Champ d'application
- 8 Catégories de déchets de chantier – Définitions - Processus de récupération et de contrôles de qualité
- 11 Utilisation des matériaux minéraux et produits de recyclage (bétons, graves, enrobés) – Processus / Rôles / Tâches des intervenants
- 13 Matériaux de construction recyclés - VS RECYCLING
- 15 Catalogue des éléments de construction pour les travaux de génie civil, la construction de chaussées et le bâtiment dans le canton du Valais.

Guide technique d'application pour l'utilisation de matériaux minéraux de recyclage

- 17 Chapitre « Mélanges bitumineux recyclés (Enrobés de recyclage) »
- 27 Chapitre « Graves de recyclage »
- 55 Chapitre « Bétons de recyclage »



Avant-propos

Par décision du 14 août 2013, le Conseil d'Etat a créé une commission « *Déchets et Ressources minérales* » et une sous-commission « *Ressources minérales* ». Formées de représentants des départements cantonaux concernés et des milieux associatifs privés, ces entités ont été chargées d'aborder la problématique des déchets et des ressources minérales. Quant à elle, la sous-commission traite plus spécifiquement des ressources minérales, en particulier de la gestion des déchets minéraux et de leur recyclage.

Dans sa réflexion sur la valorisation des matériaux de recyclage, cette sous-commission a notamment identifié trois objectifs :

- a) Favoriser (au sens d'une incitation) l'utilisation des matériaux recyclés sur le marché de la construction.
- b) Attribuer à l'Etat du Valais, au travers de ses chantiers, un rôle d'exemplarité dans la mise en œuvre de matériaux de recyclage.
- c) Sensibiliser les acteurs de la filière de la construction dans le but de lever progressivement les obstacles liés au recyclage des matériaux, en renforçant le dialogue entre les différentes entités et en développant puis mettant à disposition des outils pragmatiques pour la mise en œuvre des matériaux de recyclage.

Dans ce contexte de sensibilisation et du développement d'outils pratiques, et en parallèle des commissions nommées par le Conseil d'Etat, un groupe de travail formé de représentants de l'AVE (Association Valaisanne des Entrepreneurs), de l'AVGB (Association Valaisanne de l'industrie des Graviers et du Béton), du SRTCE d'alors (Service des routes, transports et cours d'eau) et de l'OCRN (Office de construction des routes nationales) a travaillé, dès le printemps 2015 et au travers des travaux de trois groupes spécialisés, à l'élaboration du présent guide technique d'application pour l'utilisation d'*enrobés (mélanges bitumineux) de recyclage, de graves de recyclage et de bétons de recyclage*.

Destiné à la fois aux maîtres d'ouvrages, aux ingénieurs, aux entrepreneurs et aux fournisseurs, ce guide s'inspire encore largement des dispositions de la Directive pour la valorisation des déchets de chantier minéraux de l'OFEV (2006, UV-0631). Une nouvelle version de cette directive est en préparation suite à la mise en vigueur de l'OLED le 1^{er} janvier 2016. Ce guide, basé sur l'OLED qui a remplacé l'OTD, participe à la concrétisation des objectifs validés par la sous-commission et se veut avant tout pratique. Il définit notamment des conditions-cadre pour une généralisation, de l'utilisation, dans la mesure de la possibilité technique, des matériaux de recyclage susmentionnés sur les chantiers routiers cantonaux.

Le guide formule les exigences à respecter lors de la valorisation des déchets de chantier minéraux (matériaux bitumineux et non bitumineux, béton de démolition, matériaux minéraux non triés) pour obtenir des matériaux recyclés de haute qualité, dont l'utilisation sera respectueuse de l'environnement. Par là-même se trouveront renforcées l'acceptation des produits recyclés et l'assurance de trouver ainsi des débouchés sur le marché pour des produits satisfaisant aux exigences écologiques et économiques.

Les rôles et tâches respectifs des intervenants ainsi que les spécificités de l'utilisation de matériaux de recyclage tout au long des processus de décision de lancement d'un projet, de conception, d'élaboration des cahiers d'appels d'offres de mandataires et de travaux ou encore de réalisation de travaux y sont décrits, sous forme de tableau. L'état est également fait des dispositions normatives en vigueur pour les matériaux concernés et leurs composants.

Trois chapitres distincts sont consacrés à des guides techniques d'application spécifiques pour les enrobés, les graves et les bétons de recyclage. Ils incluent également des données et considérations en lien avec les aspects économiques et les conditions-cadre de production et de mise en œuvre.

Le présent guide se veut évolutif. Il sera en effet complété, corrigé, mis à jour et enrichi au fur et à mesure des expériences acquises lors de sa mise en œuvre ou encore de l'évolution des données normatives.

Il est enfin prévu que sa mise en œuvre s'accompagne de formations dispensées aux intervenants que sont les maîtres d'ouvrages, les ingénieurs, les entrepreneurs ou encore les fournisseurs.

*« Il est bien fini le temps où les matériaux de démolition allaient directement à la décharge.
Aujourd'hui, le maître mot est 'déconstruction', notion qui rime avec efficience économique ».*

En triant soigneusement tous les matériaux de démolition sur le chantier même où ils ont été produits puis en les recyclant en matériaux de construction de haute qualité, on économise en effet des ressources naturelles ainsi que des volumes et des taxes de mise en décharge et on permet de réintroduire un très grand pourcentage d'un ouvrage déconstruit dans le cycle des matériaux. En valorisant les déchets de chantier minéraux de façon respectueuse de l'environnement, on vise à limiter, à titre préventif, leur impact sur l'air, les eaux et le sol.

Les produits recyclés peuvent ainsi remplacer les matières premières minérales. La nature et le paysage subissent dès lors des atteintes moins nombreuses, puisque l'on extrait beaucoup moins de matériaux et que l'on utilise moins d'espace pour les décharges. Une valorisation satisfaisant aux critères écologiques fondamentaux permet par ailleurs de réutiliser les matériaux en tenant compte de leurs propriétés spécifiques. En règle générale, on visera à réutiliser les matériaux de récupération dans leur fonction initiale et à effectuer plusieurs cycles de recyclage.

Les exigences fixées à la récupération des déchets de chantier minéraux se fondent sur les principes de la construction durable, qui constituent la contribution de l'industrie du bâtiment au développement durable. Les matières premières naturelles étant limitées, il importe de trouver un équilibre entre la satisfaction des besoins et la gestion des ressources ainsi qu'au niveau des mises en décharge définitives. Lorsque la valorisation des déchets se révèle moins polluante pour l'environnement qu'une autre méthode d'élimination et que l'utilisation de matériaux primaires, on donnera la priorité, dans la mesure du possible, à la valorisation des déchets de chantier minéraux.

Pour atteindre au mieux les objectifs fixés et développés plus haut, le soutien et l'engagement des collectivités cantonales et communales et des maîtres d'ouvrage en général ainsi que ceux des concepteurs, entrepreneurs et fournisseurs sont nécessaires.

Le présent guide technique a pour vocation de faciliter cette démarche commune.

Champ d'application

Le présent guide technique s'applique aux déchets de chantier minéraux (gravats), qui comprennent les matériaux bitumineux, les matériaux non bitumineux, le béton de démolition et les matériaux minéraux de démolition non triés.

Il ne s'applique pas aux matériaux d'excavation ni aux déblais de découverte ni encore aux matériaux provenant du percement de tunnels.

Le présent guide traite

- des enrobés de recyclage (mélanges bitumineux recyclés),
- des graves de recyclage,
- des bétons de recyclage,

et porte sur leur mise en œuvre sur les chantiers de construction en Valais, notamment sur les chantiers de génie civil.

Il inclut à cet effet un « catalogue valaisan » des éléments de construction pour lesquels l'utilisation de matériaux de recyclage (dont les caractéristiques sont également résumées dans un tableau) est possible voire recommandée, avec une priorisation de ces différentes utilisations.

Définitions – Catégories de déchets de chantier minéraux

Les catégories de déchets de chantier minéraux sont définies comme suit :

- Le terme générique de **matériaux bitumineux** (de démolition des routes) désigne aussi bien les produits du fraisage à froid, couche par couche, d'un revêtement bitumineux que les morceaux résultant de la démolition de ce revêtement.
- Le terme générique de **matériaux non bitumineux** (de démolition des routes) comprend les matériaux obtenus par excavation, défonçage ou fraisage de couches de fondation non liées et de couches de support et de fondation stabilisées. Ces matériaux peuvent parfois contenir certaines fractions bitumineuses.
- Le terme **béton de démolition** désigne un matériau obtenu lors de la démolition ou du fraisage d'ouvrages ou de revêtements en béton armé ou non armé.
- Les **matériaux minéraux** (de démolition) **non triés** sont un mélange des fractions minérales provenant d'éléments de constructions massives en béton, en briques de terre cuite, en briques silico-calcaires et en pierre naturelle.

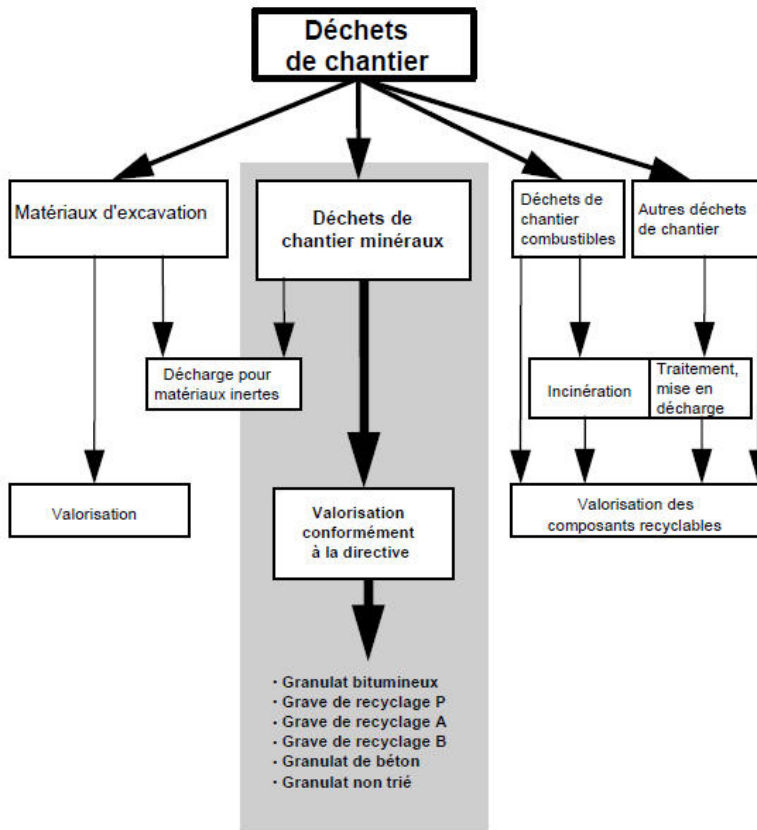
Extraites de la Directive pour la valorisation des déchets de chantier minéraux.
L'environnement pratique no 3106.
Office fédéral de l'environnement, Berne, 2006.
UV-0631

les 3 figures des pages suivantes présentent les différentes catégories de déchets de chantier (fig. 1), la synthèse des exigences en matière de récupération des déchets de chantier minéraux (fig. 2) et les contrôles de qualité nécessaires (fig. 3).

Le catalogue 'Graves de recyclage' du présent guide fait l'état des dispositions en vigueur concernant notamment :

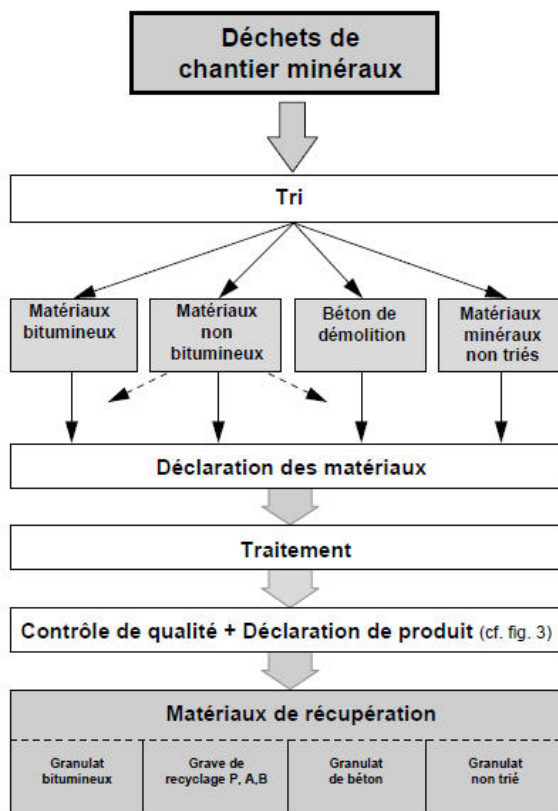
- le tri des déchets de chantier (plan d'élimination du maître de l'ouvrage concernant les déchets produits sur un chantier),
- la déclaration par l'entrepreneur des matériaux de déchets produits sur un chantier,
- le traitement (notamment le tri) des déchets de chantier,
- les restrictions générales qui limitent l'utilisation des matériaux minéraux de récupération en vue de protéger les eaux,
- les contrôles de la qualité portant sur les matériaux de récupération.

Fig. 1 > Différentes catégories de déchets de chantier et domaine d'application (en gris) de la directive



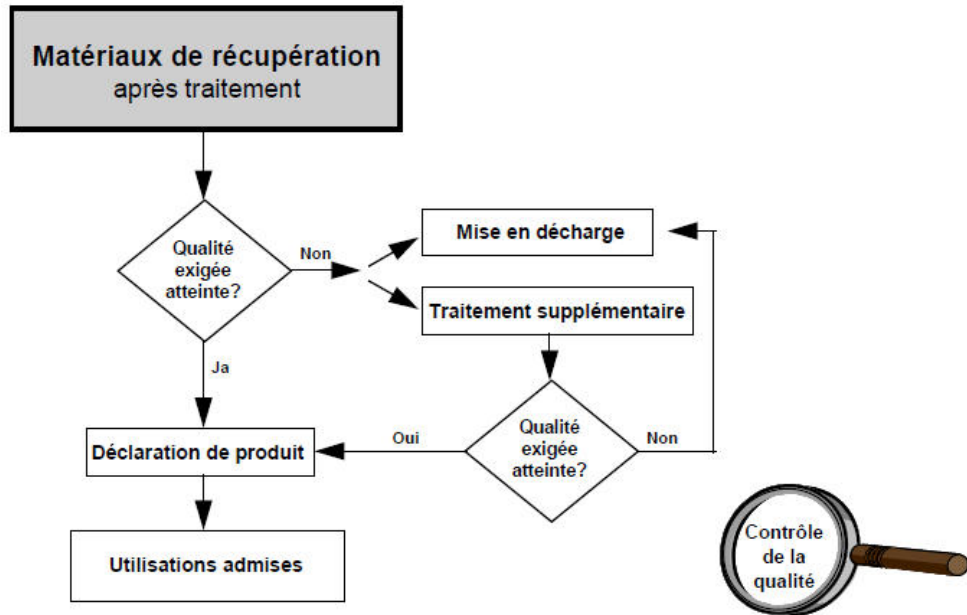
OFEV (2006), Directive pour la valorisation des déchets de chantier minéraux. Fig. 1

Fig. 2 > « Récupération des déchets de chantier minéraux » : Les différents éléments de la directive



OFEV (2006), Directive pour la valorisation des déchets de chantier minéraux. Fig. 2

Fig. 3 > Contrôle de la qualité



OFEV (2006), Directive pour la valorisation des déchets de chantier minéraux. Fig. 3

Utilisation des matériaux minéraux et produits de recyclage (bétons, graves, enrobés) – Processus / Rôles / Tâches des intervenants

	Maître d'ouvrage (MO)	Mandataire	Entrepreneur / Fournisseur	
			Entrepreneur	Fournisseur
<p>Tâches préliminaires et/ou permanentes</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tient à jour <ul style="list-style-type: none"> - <u>son</u> catalogue des produits disponibles (notamment des produits certifiés) - <u>sa</u> liste de fournisseurs, afin d'évaluer les possibilités d'utilisation de produits à base de matériaux minéraux de recyclage sur ses chantiers. - Collabore à la mise en place de modules communs (MO, mandataires, entrepreneurs et fournisseurs) de formation initiale et continue. - Assure la formation interne initiale et continue de ses collaborateurs concernés. - Contribue/Participe aux échanges d'expériences entre MO – Mandataires – Entrepreneurs – Fournisseurs - Désigne une personne spécialiste de référence. 	<ul style="list-style-type: none"> - Collabore à la mise en place de modules communs (MO, mandataires, entrepreneurs et fournisseurs) de formation initiale et continue. - Assure la formation interne initiale et continue de ses collaborateurs concernés. - Contribue/Participe aux échanges d'expérience MO – Mandataires – Entrepreneurs – Fournisseurs 	<ul style="list-style-type: none"> - Collabore à la mise en place de modules communs (MO, mandataires, entrepreneurs et fournisseurs) de formation initiale et continue. - Assure la formation interne initiale et continue de ses collaborateurs concernés. - Contribue/Participe aux échanges d'expériences MO – Mandataires – Entrepreneurs – Fournisseurs 	<ul style="list-style-type: none"> - Teste et atteste via un organisme externe les performances, compositions et provenances (traçabilité) des matériaux minéraux de recyclage et des produits fabriqués avec ces derniers. - Tient à jour son catalogue des produits disponibles et des produits certifiés. - Crée et alimente en continu une éventuelle plateforme d'échange de données concernant les volumes de matériaux minéraux de recyclage disponibles. - Collabore à la mise en place de modules communs (MO, mandataires, entrepreneurs et fournisseurs) de formation initiale et continue. - Contribue/Participe aux échanges d'expériences MO – Mandataires – Entrepreneurs – Fournisseurs.
<p>Au lancement du projet</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Retient <ul style="list-style-type: none"> - l'utilisation <u>voulue</u> (= utilisation décidée par le MO) ou - l'utilisation <u>possible</u> (= utilisation dont le MO décide que l'opportunité et la possibilité technique, financière, etc. seront à évaluer en phase de projet) de matériaux minéraux de recyclage pour le projet. - Définit pour quelle partie d'infrastructure/ouvrage il veut ou ouvre la possibilité que des matériaux minéraux de recyclage soient utilisés. - Prend en considération les volumes disponibles de matériaux minéraux de recyclage pour la confection de bétons, graves, enrobés. - Fixe les documents de référence en la matière (normes, directives, catalogues, etc...) - Elabore le cahier des charges des mandataires en y intégrant les aspects de revalorisation et d'utilisation de matériaux minéraux de recyclage. 			

	Maître d'ouvrage (MO)	Mandataire	Entrepreneur / Fournisseur	
			Entrepreneur	Fournisseur
Dans la phase de projet	<ul style="list-style-type: none"> - Examine les propositions du mandataire et statue. - Fixe les types de produits qui seront, respectivement pourront, être utilisés (RC-C, RC-Grave B, AC F,...). - Valide la <i>Convention d'utilisation</i>. - Valide le <i>Plan d'assurance qualité</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Evalue l'opportunité et la possibilité technique, financière, etc. d'utiliser des matériaux minéraux de recyclage. - Conseille le MO selon un processus interactif MO <-> Mandataire. - Elabore la <i>Convention d'utilisation</i>. - Elabore la <i>Base du projet</i>. - Dimensionne les éléments d'ouvrage concernés selon les propriétés des matériaux / produits sélectionnés. - Elabore le <i>Plan d'assurance qualité</i>. 		
Phases de - mise en soumission - appels d'offres - contrats	<ul style="list-style-type: none"> - Fixe la procédure d'appel d'offres, les critères d'adjudication et d'exclusion, etc... - Fixe les <i>Conditions générales</i> de l'appel d'offres. - Valide les <i>Conditions particulières</i> de l'appel d'offres. - Valide la teneur des articles « R » concernant les bétons, graves ou enrobés de recyclage. - Conduit l'appel d'offres - Se détermine sur les éventuelles variantes déposées. - Choisit l'entrepreneur (évtl. le fournisseur) et adjuge les travaux - Participe à l'élaboration du contrat d'entreprise et le signe. 	<ul style="list-style-type: none"> - Elabore le cahier de mise en soumission, notamment les articles « R » pour les bétons, graves ou enrobés de recyclage. - Elabore les <i>Conditions particulières</i> du document d'appel d'offres et y intègre toutes les conditions en lien avec l'utilisation de matériaux / produits de recyclage. - Contrôle les certificats et attestations transmis par l'entrepreneur / fournisseur et joints au dossier d'offres déposé. - Procède à l'évaluation technique et au contrôle des offres déposées, y compris des variantes ; appuie le MO dans le choix de l'entrepreneur / fournisseur. - Participe à l'élaboration du contrat d'entreprise 	<ul style="list-style-type: none"> - Transmet au(x) fournisseur(s) les conditions particulières et articles de soumissions liés aux matériaux / produits (bétons, graves, enrobés) de recyclage demandés. - Offre les matériaux / produits de recyclage en qualité et quantité voulues et dépose avec son offre les certificats et attestations requis. - Propose ses éventuelles variantes d'utilisation. - Participe à l'élaboration du contrat d'entreprise et le signe. 	<ul style="list-style-type: none"> - Remplit l'offre à l'attention de(s) l'entrepreneur(s). - Remet à (aux) l'entrepreneur(s) les certificats et attestations requis.
Phase de réalisation	<ul style="list-style-type: none"> - Assume la DGT (évtl. également la DLT). - Mandate les essais de contrôle relevant du MO. - Réceptionne l'ouvrage. 	<ul style="list-style-type: none"> - Suit et contrôle la réalisation et la mise en œuvre. - Assume éventuellement la DLT des travaux. - Tient à jour la <i>Convention d'utilisation</i> et la <i>Base du projet</i> - Fait appliquer le <i>Plan d'assurance qualité</i>, notamment : commandes et/ou contrôles des essais et des certificats de conformité, contrôles des bons de livraison. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fournit respectivement met en œuvre les matériaux / produits de recyclage. - Contrôle la livraison (bons de livraison). - Applique le <i>Plan d'assurance qualité</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fournit les matériaux / produits de recyclage. - Fournit à l'entrepreneur les bons de livraison afférents.

Matériaux de construction recyclés - VS RECYCLING

v. 5, 25.01.2019

DEFINITIONS		SN 670 071
Matériaux de démolition:	-Matériaux contenant au moins 95% volumique de pierres ou de matériaux analogues (béton, tuiles, verres, briques, mélanges bitumineux) et qui ne sont ni des matériaux d'excavation, ni des sols.	
Catégories de matériaux de démolition:	-Agrégats d'enrobés, grave de démolition, béton de démolition, matériaux de démolition non triés	
Matériaux de construction recyclés:	-Matériaux constitués à partir des catégories de matériaux de démolition	
Sous-produits industriels (par exemple verre)	-Sous-produits issus de procédés industriels contenant au moins 95% de matériaux analogues à la pierre. Les teneurs en polluant doivent respecter les exigences des matériaux inertes selon OTD (selon nouvelle OLED).	

PRODUCTION ET UTILISATION DE MATERIAUX DE CONSTRUCTION RECYCLES		
Catégories de matériaux de démolition	Provenance / Production	Matériaux de construction recyclés
Agrégats d'enrobés	Démolition / fraisage des couches d'enrobés	Utilisation sous forme non liée: -RC-Grave de granulats d'asphalte; SN 670 119-NA Utilisation sous forme liée: -Mélange bitumineux à partir d'agrégats d'enrobés; SN 640 431-8a-NA -Mélanges traités et sols stabilisés, norme de base ; SN 640 490
Grave de démolition	Matériaux constitués de granulats pierreux naturels non liés Couches de fondations)	Utilisation sous forme non liée: -RC-Grave P -RC-Grave B -RC-Grave A Utilisation sous forme liée: -Mélange béton traités aux liants hydrauliques; SN 640 496-NA
Béton de démolition	Démolition / fraisage de construction en béton armé ou non armé.	Utilisation sous forme non liée: -RC-Grave de granulats béton -RC-Grave B Utilisation sous forme liée: -Granulats de béton; SN 640 102-NA -Béton RC-C ; SN EN 206 +A1
Matériaux de démolition non triés	Traitement des déchets de chantier. Mélange de béton, briques en terre cuite et pierres naturelles	Utilisation sous forme non liée: -RC-Grave de granulats non triés; SN 670 119-NA Utilisation sous forme liée: -Granulats non triés -Béton RC-M ; SN EN 206 +A1

COMPOSITION DES MATERIAUX DE CONSTRUCTION RECYCLES								SN 670 119-NA, tab. 1
Teneur-max. En %-masse	Matériaux bitumineux R _a	Tuiles briques R _b	Béton R _c	Granulats naturels R _d	Verre R _e	Matériau flottant FL(%-vol)	Autres matériaux X	
RC-Grave de granulats d'asphalte	>80%	<2%	<2%	<20%	<2%	<5%	<0.3%	
RC-Grave de granulats béton	<4% (<3%)* ♦	<2%	>30%	<70%	<2%	<5%	<0.3%	
RC-Grave de granulats non triés	<4% (<3%)* ♦	>95% (>97%)*	<2%	<5%	<1%	<0.3%		
RC-Grave P	<4%	<1%	<4%	>95%	<2%	<5%	<0.3%	
RC-Grave A	<30% (<20%)* ★	<1%	<4%	>70% (>80%)*	<2%	<5%	<0.3%	
RC-Grave B	<4%	<1%	<30% (<20%)* ★	>70% (>80%)*	<2%	<5%	<0.3%	

♦ tolérance ± 1% ★ tolérance ± 5%

* selon Directive OFEV: Valorisation des déchets de chantier minéraux (UV-0631-F)

UTILISATION DES SIX SORTES DE MATERIAUX DE RECUPERATION					Directive OFEV UV-0631, fig. 5
	non lié, sans couche de roulement	non lié, avec couche de roulement	avec liants hydrauliques	avec liants bitumineux	
Granulats bitumineux	sous conditions*	ok, avec restrictions **	pas admis	ok	
Grave de recyclage P	ok	ok	ok	ok	
Grave de recyclage A	pas admis	ok	pas admis	ok	
Grave de recyclage B	ok	ok	ok	pas admis	
Granulats de béton	pas admis	ok	ok	pas admis	
Granulats non trié	pas admis	ok	ok	pas admis	

* à conditions que la couche soit inférieure à 7 cm et cylindrée (granulat bitumineux laminé)

** utilisation avec restrictions : possible uniquement pour des planies sous un revêtement bitumineux

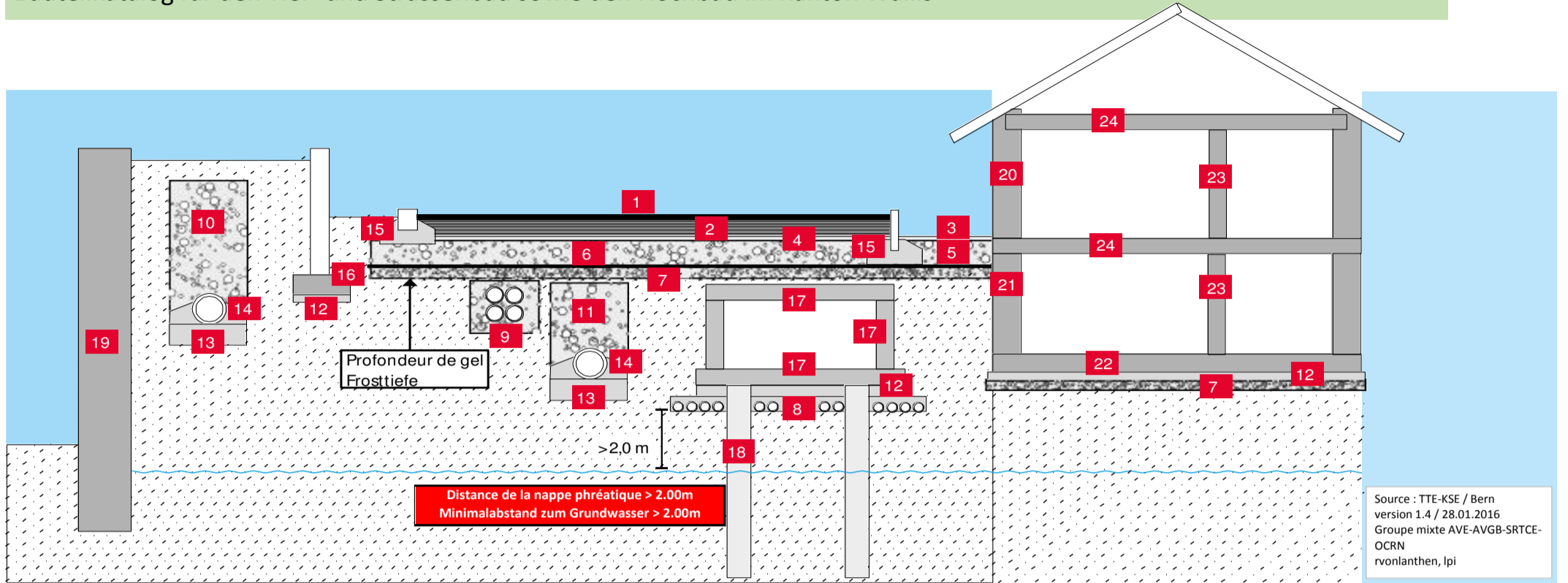
Couches de fondation non liées, remblais
 Si on peut admettre qu'avant leur première utilisation les granulats minéraux constituant la sorte de matériaux de démolition ont déjà été contrôlés quant à leur aptitude, il est possible de renoncer à un nouvel examen de qualification (SN 670 062). Si la composition des granulats minéraux est en dehors de la norme et s'ils contiennent des sous-produits industriels : leur utilisation dans des zones de protection des eaux est soumise à autorisation, il est conseillé de recourir à l'essai de lixiviation.

Quantités admissibles de granulat bitumineux			SN 640 431-1-NA, tab. 3
Sortes	incorporation à froid	incorporation à chaud	
AF K (anc. KMF)	85%-100%	<70%	Couche de fondations à froid SN 640 492
AC F	≤ 30%	<70%	Couche de fondations
AC S, AC H, AC MR et SDA	0%	0%	Couche de roulement
AC B, AC EME, AC N, AC L	≤15% *≤25%	≤30%	Couche de liaison et de roulement *en cas d'accord avec le MO
AC T, AC RAIL	≤25%	≤60%	Couche de base AC-T et pour couche d'étanchéité de voie ferrées AC Rail

Béton de recyclage Cahier technique SIA 2030/SN EN 206 +A1
 Béton de recyclage RC-C -béton selon SIA 206-1, dont les granulats de béton recyclés contiennent au moins 25%-masse de R_c
 Béton de recyclage RC-M -béton selon SIA 206-1, dont les granulats non triés contiennent au moins 25%-masse de R_b

Domaine d'utilisation du béton de recyclage						Cahier technique SIA 2030/SN EN 206 +A1
Béton recyclage	Classes d'exposition					
**admis, après essais préliminaires correspondants	X0	XC1 sec	XC1 humide XC2, XC3	XC4	XD, XF XA1-3	
RC-C R _c ≥ 25 M.-% / R _b < 5 M.-%	admis (correspond à NPK 0 NPK A NPK B)				NPK C **	
RC-M 5 M.-% ≤ R _b ≤ 25 M.-% et R _c +R _b ≥ 25 M.-% R _b > 25 M.-%	admis		**	**	pas admis	

Catalogue des éléments de construction pour les travaux de génie civil, la construction de chaussées et le bâtiment en Valais
Bauteilkatalog für den Tief- und Strassenbau sowie den Hochbau im Kanton Wallis



Source : TTE-KSE / Bern
version 1.4 / 28.01.2016
Groupe mixte AVE-AVGB-SRTCE-OCRN
vonlanthen, Ipi

1 Cylindré sur max. 7 cm. la pose initiale est considérée comme réaménagement de la zone de trafic et requiert un permis de construire.
Max. 7 cm gewalzt. Der erstmalige Einbau gilt als Umgestaltung einer Verkehrsfläche und bedarf einer Baubewilligung

2 Il s'agit d'apporter une attention particulière au module d'élasticité pour le béton de construction recyclé.
Bei RC-Konstruktionsbeton ist dem E-Modul spezielle Beachtung zu schenken

3 les éléments de construction précontraints ne peuvent être exécutés avec du béton recyclé.
Vorgespannte Bauteile dürfen nicht mit RC-Beton ausgeführt werden

RC Mélange de granulats
RC Gesteinskörnungsgemische

Distance de la nappe phréatique > 2.00m
Minimalabstand zum Grundwasser > 2.00m

RC - Grave de granulats non triés RC-Mischgranulatgemisch	RC - Grave de granulats béton RC- Betongranulatgemisch	RC - Grave de granulats d'asphalte RC- Asphaltgranulatgemisch	RC - Grave A RC-Kiesgemisch A	RC - Grave B RC-Kiesgemisch B	RC - Grave P RC-Kiesgemisch P

RC Béton recyclé / Classes d'exposition
RC Beton / Expositionsklassen

X0 XC1 XC2 XC3 Aucune

X0	XC1	XC2	XC3	Aucune
NPK 0	NPK A	NPK B		

	RC - Grave de granulats non triés RC-Mischgranulatgemisch	RC - Grave de granulats béton RC- Betongranulatgemisch	RC - Grave de granulats d'asphalte RC- Asphaltgranulatgemisch	RC - Grave A RC-Kiesgemisch A	RC - Grave B RC-Kiesgemisch B	RC - Grave P RC-Kiesgemisch P	Béton maigre RC M Magerbeton RC M	Béton maigre RC C Magerbeton RC C	Béton RC M Beton RC M	Béton RC C Beton RC C	Béton RC M Beton RC M	Béton RC C Beton RC C	Béton RC M Beton RC M	Béton RC C Beton RC C	Béton RC M Beton RC M	Béton RC C Beton RC C	Priorité/ priorität	Type (E=Enrobé, G=graves, B=béton)	Commission mixte AVE-AVGB	SRTCE-OCRN
1		●															3	E		
2			●														1	E		
3			●		●	○											2	E+G		
4		●	●	●	●	○											1	E+G		
5					●	○											1	G		
6		●	○	●	●	○											1	G		
7	●	○	○	○	○	○											1	G		
8	○	○	○	○	○	○	○	○									1	G		
9	○	○		○	○	○											1	G		
10					●	○											1	G		
11	●	○		●	○	○											1	G		
12	○	○	○	○	○	○	●	●									1	G+B		
13							●	●									1	B		
14							●	●									1	B		
15								○									1	B		
16									○	●							2	B		
17									○	○							2	B		
18																○	3	B		
19															○		3	B		
20													○	●			2	B		
21									○	●							2	B		
22									○	●							2	B		
23								●	●		●	●					2	B		
24								○	●		○	●					2	B		

● Utilisation recommandée ○ Utilisation possible

Guide technique d'application pour l'utilisation de matériaux minéraux de recyclage

Chapitre « Mélanges bitumineux recyclés (Enrobés de recyclage) »

Groupe de travail « Enrobés »



Mélanges bitumineux recyclés (Enrobés de recyclage)

Guide technique d'application

Table des matières

1.	PRÉAMBULE	21
2.	ETUDE DU PROJET	21
3.	MISE EN SOUMISSION	22
4.	CERTIFICATIONS, GARANTIES, ESSAIS PRÉLIMINAIRES	23
5.	MISE EN ŒUVRE SUR LE CHANTIER	24
6.	MESURES EN CAS DE NON-RESPECT DES EXIGENCES	24
7.	TABLEAU DES ENROBÉS AVEC AGRÉGATS D'ENROBÉ (=fraisat) INCORPORÉS	25
8.	TABLEAU DES ENROBÉS SANS AGRÉGATS D'ENROBÉ (=fraisat) INCORPORÉS RA NON AUTORISÉ	26

1. PRÉAMBULE

Comme pour d'autres matériaux de construction, l'emploi d'agrégats d'enrobé (= fraisats ou plaques d'enrobé concassées) est bien décrit dans les normes VSS y relatives. Les fournisseurs d'enrobé bitumineux et d'asphalte coulé travaillent selon les normes en vigueur. La particularité du domaine des enrobés et asphaltes est qu'il n'y a pas besoin de mentionner spécifiquement l'emploi d'agrégats d'enrobé dans les appels d'offres pour autoriser leur emploi ; le CAN ne contient aucun article destiné à décrire des enrobés recyclés. L'intégration d'agrégats d'enrobé dans la production de mélanges bitumineux se fait selon le procédé choisi (à chaud ou à froid) et selon le type d'enrobé produit. Tout cela est défini :

- Pour les enrobés : dans l'Annexe nationale – Exigences (SN 640 431-1-NA, « Mélanges bitumineux, Spécification des matériaux – Partie 1 : Enrobés bitumineux », chiffre 10 et Tableau 3)
- Pour les asphaltes coulés : dans l'Annexe nationale – Exigences (SN 640 441b-NA, « Mélanges bitumineux, Spécification des matériaux – Partie 6 : Asphalte coulé routier », chiffre 10 et Tableau 2)

La suite de ce guide traitera plus spécifiquement du cas des enrobés bitumineux. Par analogie, bon nombre de concepts pourront facilement s'étendre aux agrégats d'enrobé d'asphalte coulé routier.

Il est primordial que les routes actuelles et futures fassent un usage optimal des capacités des couches de revêtement dans la superstructure. Toute amélioration des projets routiers dans ce sens est à saluer et à privilégier. Le potentiel d'économie sur la durée de vie d'une route est particulièrement dépendant du bon choix et du dimensionnement de toutes ces couches de revêtement. Le canevas suivant poursuit ce but, tout en y intégrant le savoir relatif à l'emploi judicieux de matériaux bitumineux recyclés.

2. ETUDE DU PROJET

Le projet doit être clairement établi et faire l'objet d'un dimensionnement adéquat. Pour ce faire, il faut s'assurer des compétences spécifiques des différents mandataires et, au besoin, faire appel aux spécialistes (laboratoires, bureaux spécialisés, spécialistes du « noir », etc.)

- Bureaux spécialisés ou Laboratoires, tels que:
 - Consultest AG <https://consultest.ch>
 - ERTEC SA <http://ertec.ch/fr/>
 - IMP Bautest AG/SA <https://www.impbautest.ch>
 - Infralab SA www.infralab.ch
 - Laboroute SA <http://laboroute.ch>

La liste n'est pas exhaustive. D'autres laboratoires peuvent être trouvés par exemple sur : <http://vab-ala.ch/>

Spécialistes individuels, comme entre autres :

- Dr Christian Angst – prés. CA IMP c.angst@impbautest.ch
- M. Fabian Traber – ASTRA fabian.traber@astra.admin.ch
- M. Tony Bühler – Implen SA tony.buhler@implenia.com
- M. Manfred Partl – EMPA manfred.partl@empa.ch
- M. Carlo Rabaiotti – HSR carlo.rabaiotti@hsr.ch
- M. Jacques Perret – Nibuxs jacques.perret@nibuxs.ch
- M. Jean-Louis Cuénoud – Infralab jean-louis.cuenoud@infralab.ch

- Possibilités de formation :
 - ERTEC SA : <http://ertec.ch> (Possibilité de cours personnalisés pour acquérir les bases, rafraîchir les connaissances)

- IMP Bautest AG/SA : www.impbautest.ch (différents modules possibles en allemand et en français + "Manuel '19 – Chaussées bitumineuses et étanchéités de ponts" à commander + Forum Strasse allemand/français à Olten)
 - Nibuxs Sàrl <https://nibuxs.ch> (sur des thèmes tels que dimensionnement, relevé d'état, matériaux de chaussées, ...)
 - Journée d'Étude de la Route et des Infrastructures : <http://confjeri.ch>
 - SMI Industrie suisse des enrobés bitumineux (Congrès SMI annuel) <http://mischgut-industrie.ch/>
 - VSS : www.vss.ch/fr/formation-et-formation-continue/ (Association Suisse des professionnels de la route et des transports)
- Revues techniques
 - « Asphalt » <https://asphalt-magazin.de>
 - « der Asphaltprofi » de MOAG <http://moag.ch>
 - « Performance Magazine » de Nynas : <https://www.nynas.com/>
 - « RoadNews » du groupe Wirtgen <http://www.roadnews.info/>
 - « ROUTE ET TRAFIC » de la VSS <http://www.vss.ch/fr/zeitschrift-s-v/e-paper/>
 - Etc.

Toujours commencer par récolter des données sur le sol (SN 670 004-1 et -2), l'infrastructure (SN 640 324), le climat (SN 670 140b) et le trafic (SN 640 320). Déterminer la durée de vie du projet routier ou de la mesure d'entretien de la route. Ensuite, dimensionner la superstructure pour la durée fixée (dimensionnement à la portance) et toujours vérifier la nécessité de dimensionnement au gel. Pour ce faire, suivre la méthode décrite dans la norme de dimensionnement SN 640 324 ou faire recours à un logiciel de dimensionnement (par exemple par l'intermédiaire de bureaux spécialisés tels que la société Nibuxs Sàrl à Ecublens (VD)).

La répartition en couches et les épaisseurs des couches seront définies in fine en suivant les recommandations contenues dans la SN 640 430:2013 « Enrobés bitumineux compactés ; Conception, ... ». Il est évident qu'un logiciel de dimensionnement peut également servir à l'optimisation de cette étape. Le tout devra se faire en portant un soin particulier sur le choix du liant de chaque couche.

3. MISE EN SOUMISSION

Différents éléments à prendre en compte pour la mise en soumission :

Teneur en HAP des agrégats d'enrobé selon directive OFEV, document UV-0631-F, 2^{ème} édition 2006, Annexe A3 Recommandation : élimination des matériaux goudronneux de démolition des routes, page 29.

- Teneur en HAP < 5'000 mg/kg => utilisation sans restriction dans la fabrication d'enrobés
- Teneur en HAP comprise entre 5'000 et 20'000 mg/kg => utilisation uniquement dans des installations appropriées (preuve à fournir par les centrales de fabrication d'enrobé, avec respect des exigences de protection de l'air (OPair) et des valeurs limites d'exposition VLE selon liste actualisée de la SUVA) et teneur en HAP dans les enrobés ainsi produits toujours < 5'000 mg/kg.

La nouvelle OLED (Ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets, entrée en vigueur le 1^{er} janvier 2016) exprime la teneur en HAP **en mg/kg de liant**, ce qui se traduit, pour les mêmes limites que ci-dessus, en :

- Teneur en HAP < 250 mg/kg => utilisation sans restriction dans la fabrication d'enrobés (art. 20 OLED)
- Teneur en HAP comprise entre 250 et 1000 mg/kg => utilisation uniquement dans des installations appropriées et teneur en HAP dans les enrobés ainsi produits toujours < 250 mg/kg (valable jusqu'à fin 2025, cf. art. 52 al. 1 let. a OLED)

- Teneur en HAP > 250 mg/kg => si l'utilisation est faite de manière à empêcher les émissions de HAP, celle-ci est possible uniquement en accord avec l'autorité cantonale, le SEN en Valais (valable jusqu'à fin 2025, art. 52 al. 1 let. b OLED).

Les limites de tolérance en HAP n'ont donc pas changé, avec cependant une limitation dans le temps pour le troisième niveau.

Disponibilité sur le marché des types d'enrobé choisis :

- Si possible, utilisation d'enrobés "standards" (se renseigner auprès des différentes centrales)
 - o Mobival : <http://mobival.ch>
 - o SEP : <http://sep-sion.ch/>
 - o Seval : <http://seval-vs.ch/>
 - o Tapidrance : <http://tapidrance.ch/>
 - o Voweg AG : <https://www.voweg.ch/>
 - o BEWO : <http://www.belagswerk.info>
 - o Ulrich Imboden AG: <https://www.ulrichimboden.ch/sites/leistungen/belagsbau>

Tout nouvel enrobé produit par une centrale et/ou posé pour la première fois par une entreprise nécessite une formation spécifique à tous les niveaux et induit un supplément de coûts pour l'élaboration de la déclaration de conformité du producteur.

Rajouter les différents types de documents à fournir (épreuve de formulation, rapports d'essais, valeurs nominales, conformité des constituants, fiches techniques, fiches de données de sécurité, etc.) et veiller à leur validité au moment de l'exécution des travaux.

Tableau avec principales caractéristiques : ➔ voir tableau annexé

Ce tableau est un résumé synoptique des exigences actuelles des normes sur les enrobés bitumineux compactés. Les colonnes intitulées « Recyclé » donnent, outre les quantités admissibles d'agrégats d'enrobés en fonction des couches, les pourcentages maximaux pratiqués par l'Office fédéral des routes sur le réseau suisse des routes nationales. Un deuxième tableau résume toutes les couches pour lesquelles aucune incorporation d'agrégats d'asphalte (aucun ajout de « recyclé ») n'est admise.

4. CERTIFICATIONS, GARANTIES, ESSAIS PRÉLIMINAIRES

Une fois l'entreprise adjudicatrice connue et le contrat conclu, l'adjudicataire est tenu de fournir les documents Rapport d'épreuve de formulation (appelé aussi « épreuve-type » ou « ETF ») et déclaration de conformité (SN 640 431-20b-NA) et les spécifications des enrobés (valeurs nominales des différents enrobés).

Les centrales devront également fournir les indications concernant les contrôles de la centrale, les certifications, les indications sur les surveillances interne et externe (surveillance par S-Cert AG, SÜGB-ASMP, etc.).

En ce qui concerne la teneur en HAP des agrégats d'enrobé, les règles de l'OFEV contenues dans la « Directive pour la valorisation des déchets de chantier minéraux », 2^{ème} édition 2006 (UV-0631-F) et celles de la nouvelle OLED s'appliquent.

- Mesure des concentrations en HAP : Directive OFEV (UV-0631-F), page 28
- Valorisations possibles suivant la teneur en HAP : Directive OFEV (UV-0631-F), page 29 (cf. ci-dessus 3. Mise en soumission)

- A noter que les matériaux bitumineux de démolition dont la teneur en HAP dépasse les 250 mg/kg de liant, outre les exceptions citées au chap. 3 ci-dessus, peuvent être éliminés dans une décharge de type E (cf. art. 35 et annexe 5 ch. 5 OLED) jusqu'au 31 décembre 2025 (art. 52 al. 2 OLED).

5. MISE EN ŒUVRE SUR LE CHANTIER

Il faut élaborer une liste des contrôles à effectuer lors de la pose des enrobés :

- Gâchées d'essais et planches d'essais (pour chantier de grande importance, selon SN 640 434) ;
- Prélèvement d'échantillons d'enrobé selon les règles de l'art, avec étiquetage, par des personnes compétentes (voir Manuel '19 de l'IMP, page 13) ;
- Contrôle de mise en œuvre (voir Manuel '19 de l'IMP, page 12).

GESTION DE LA QUALITE		i-m-p	
12		Contrôle de mise en oeuvre	
Planification de la pose et travaux préparatoires (sur support bitumineux)			
Egaliser les différences de profil préalablement, réparer les parties friables et les fissures. Présence bordures, incorporés, chemisées, raccords, etc.: augmentation épaisseur couche de roulement de 5 mm. Support propre, éliminer le marquage en cas de rechargement. Enduit d'accrochage: 100 ... 200 g/m ² de liant résiduel, pour PA 150 ... 300 g/m ² .			
Conditions météo			
- Couches de roulement: température du support ≥ 15 °C; pas de précipitations - Couches de liaison et de base (épaisseur ≤ 60 mm): température du support ≥ 10 °C; pas de film d'eau continu sur le support (pose encore possible sous la bruine) - Couche de liaison et de base (épaisseur > 60 mm): température du support ≥ 5 °C; pas de film d'eau continu sur le support (pose encore possible sous la bruine)			
Prélèvements d'échantillons			
Le plan de prélèvement doit être défini préalablement entre le Maître d'ouvrage et l'Entrepreneur (voir p. 13) Maître d'ouvrage: en principe sur le chantier (ponctuellement également possible à la centrale) Entrepreneur: soit à la centrale, soit sur le chantier			
Joints de construction			
Les joints de construction de couches superposées doivent être décalés de 150 mm au moins les uns des autres. Pour les couches de roulement, découper le revêtement froid sur 150 mm et obturer (bitume chaud, produit de scellement ou bande de joint). Disposer les joints de construction de manière à ce qu'ils ne soient pas circulés.			
Protocole de mise en oeuvre SN 640 430			
Selon l'importance du chantier, l'entrepreneur dresse un protocole comportant les indications suivantes : - date - personnel et machines engagés - température de l'enrobé derrière la finisseuse - chantier, étape - provenance de l'enrobé - remarques (p. ex.: interruptions, changements de machines, ordres du IAO, résultats de mesures au nucléodensimètre, etc.) - météo - durée de la mise en oeuvre / quantité posée - type de revêtement - sorte/type d'enrobé - prélèvements d'échantillons (voir page 13)			
Températures de l'enrobé SN 640 430 / 640 431			
Sorte de liant	Plage de températures de fabrication [°C]	Température minimale avant cylindrage [°C]	
		Épaisseur de couche	
		< 50 mm	
		> 50 mm	
10/20	160...200*	-	150*
15/25	160...200*	-	150*
35/50	150...190	150	140
50/70	140...180	140	130
70/100	140...180	130	120
100/150	130...170	125	115
160/220	130...170	120	110
			*Recommandation IMP
PmB	Températures selon indications du fournisseur Température de fabrication env. 140 ... 180 °C Température minimale avant cylindrage: 130 ... 160 °C		
Enrobé à température réduite	Températures selon indications du fournisseur Température de fabrication jusqu'à 30 °C plus basse qu'avec un bitume usuel		
Ouverture à la circulation			
Une fois mise en oeuvre et compactée, chaque couche ne peut être ouverte au trafic que lorsqu'elle est totalement refroidie, en règle générale, le jour suivant.			

GESTION DE LA QUALITE		i-m-p
13		Prélèvement d'échantillons d'enrobé
SN 670 427 EN 12697-27		
MASSE ET NOMBRE		
Masses	Enrobé	Nombre
Echantillons d'enrobés	AC T 32, 22 AC 16, 11	≥ 16 kg 12 kg 2 boîtes IMP* 1 boîte IMP*
Asphalte coulé	MA 16, 11, 8	6 - 10 kg 2 Aluschalen
Presse à cisaillement giratoire PGC	+ 20 kg	* remplir la boîte IMP à ras bord
Essai de compression cyclique	+ 20 kg	
Indentation dynamique sur MA	+ 10 kg	
Essai d'ombrage	+ 80 kg	
CAROTTES		
Cas normal: ø 150 mm Liaison intercouche: ø 150 ± 2 mm Sur pont: pas de carottes en général		
DONNEES A FOURNIR AU LABORATOIRE		
Echantillons d'enrobé:	Données indispensables: chantier, ouvrage numéro d'échantillon sorte d'enrobé et de liant poste d'enrobage prélèvement effectué par date et heure du prélèvement numéro de téléphone pour questions croquis des prélèvements, plan, sorte d'enrobé	Indications complémentaires: emplacement du prélèvement (profil) numéro du bulletin de livraison température de l'enrobé couche (p. ex. couche de base) additifs (p. ex. asphaltés naturels) conditions météorologiques, observations
Carottes:		
PRELEVEMENT SUR CHANTIER		
Les emplacements des prélèvements seront déterminés avant le début du chantier. Les échantillons d'enrobé seront prélevés aux emplacements prévus pour le prélèvement de carottes après la pose de la couche de roulement (voir schéma).		
Echantillons d'enrobé:	- pas de prélèvement provenant du premier camion - utilisation d'une pelle à bord relevé (pelle à charbon)	
Couches de base:	le mieux par découpage derrière la finisseuse important: - découper la couche sur toute son épaisseur - ne pas prélever de matériau provenant de la couche de fondation - découper les bords le plus verticalement possible - bien découper les angles - autres possibilités: dans trémie de la finisseuse, dans camion ou dans la vis de répartition (non recommandée)	
Couches de roulement:	au milieu de la trémie pleine de la finisseuse important: - enlever les 5-10 cm formant le dessus du tas (prélever au centre) - autres possibilités: dans camion ou dans la vis de répartition (non recommandée)	
Asphalte coulé:	directement à la sortie du pétrin important: - prélèvement dans le tiers médian du pétrin - hauteur de remplissage du récipient (en alu) max. 40 mm schéma de prélèvement pour 1000 ... 3000 m ² (SN 640 434)	
Carottes:	R: trace des roues / M: milieu, pas sur un joint	
	L: longueur de la surface à tester B: largeur de la surface à tester	

Extrait du « Manuel '15 – Chaussées bitumineuses et étanchéités de ponts », édité par IMP Bautest SA. Des exemplaires imprimés peuvent être commandés sous info@impbautest.ch ou morat@impbautest.ch.

6. MESURES EN CAS DE NON-RESPECT DES EXIGENCES

Pour la construction, l'aménagement et l'entretien du réseau suisse des routes nationales, l'Instruction OFROU « Qualité des revêtements bitumineux – Mesures en cas de non-respect des exigences » ASTRA 71005 est applicable. Le canton du Valais en tant que Maître d'Ouvrage pour l'achèvement de l'autoroute A9 se trouve dans ce cas de figure. D'autres Maîtres d'ouvrage (cantons, communes, villes, aéroports, chemins de fer, industries privées, etc.) qui commandent l'exécution de revêtements bitumineux d'une certaine importance peuvent décider d'en faire également un document contractuel. Dans ce cas, il faut le mentionner dans les documents d'appels d'offres.

Norme	Enrobé										Recyclé			Couche posée						Tolérances							
	Teneur en liant [%]		Vides Vm [%]		Vides comblés VFB [%]		Stabilité S [kN]		Fluage F [mm]		Profondeur d'ornières ° à 10'000 cycles * à 30'000 cycles [%]		Sensibilité à l'eau ITSR [%]		Incorporation à froid [%]		Incorporation à chaud [%]		Epaisseur [mm]		Compactage [%]		Teneur en vides [%]		Teneur en liant [%] cible par rapport à la composition		Ecart max. [%] nominale (sur valeur isolée) épaisseur de carotte < 30[mm] ≥ 30[mm]
Edition	SN 640'431-1-NA										OFROU ^{TU}			SN 640'430						SN 640'431-21b-NA		SN 640'430					
	2013-12										2018-01			2013-12						2010-02		2013-12					
Couches de roulement																											
AC 4 L	7.2	2.0	5.0	-	5.0	2	5	-	70	15	30	---	15	20	96.0	97.0	1.0	9.0	2.0	8.0	0.5	0.3	± 25	-			
AC 8 L	6.2			89									20	35			1.5	8.0	2.0	7.0			-	± 20			
AC 11 L	5.8			86									35	50			0.6	-	± 25								
AC 16 L	5.4			86									45	70			0.5	0.3	-	± 20							
AC 8 N	6.0	2.0	5.0	86	7.5	2	4	-	70	15	30	---	20	35	97.0	98.0	2.0	8.0	2.5	6.5	0.5	0.3	± 25	± 20			
AC 11 N	5.6			83									35	50			0.6	-	± 20								
AC 16 N	5.2			83									45	70			0.6	-	± 20								
Couches de liaison																											
AC B 11 S	4.8	3.0	6.0	-	-	-	-	10.0 °	70	15	30	≤ 60 ^A	35	50	97.0	98.0	2.0	7.5	2.5	6.0	0.5	0.3	-	± 20			
AC B 16 S	4.4			45									70	8.0											6.5		
AC B 22 S	4.0	4.0	7.0	-	-	-	-	7.5 *	70	15	30	≤ 60 ^A	65	100	98.0	99.0	8.0	6.5	0.6	0.3	-	± 20					
AC B 16 H	4.4	3.0	6.0	-	-	-	-	7.5 *	70	15	30	≤ 60 ^A	45	70	97.0	98.0	7.5	2.5	6.0	0.6	0.3	-	± 20				
AC B 22 H	4.0	4.0	7.0	-	-	-	-	7.5 *	70	15	30	≤ 60 ^A	65	100	98.0	99.0	8.0	6.5	0.6	0.3	-	± 20					
Couches de base																											
AC T 11 L	5.2	2.0	5.0	83	5.0	2	4	-	70	25	60	---	30	50	96.0	97.0	1.5	9.0	2.0	7.0	0.5	0.3	± 25	± 20			
AC T 16 L	4.8			45									70	0.6							-						
AC T 22 L	4.4			60									100	0.5							± 25						
AC T 11 N	5.0	3.0	6.0	80	7.5	1.5	3.5	-	70	25	60	---	30	50	97.0	98.0	2.0	8.5	2.5	6.5	0.5	0.3	± 25	± 20			
AC T 16 N	4.6			45									70	0.6							-						
AC T 22 N	4.2			60									100	0.5							± 25						
AC T 16 S	4.4			3.0									6.0	-							-		-		-	10.0 °	70
AC T 22 S	4.0	4.0	7.0	-	-	-	-	10.0 °	70	25	60	≤ 60 ^A	65	100	98.0	99.0	2.0	8.0	2.5	6.5	0.6	0.3	-	± 20			
AC T 32 S	3.6			90									140														
AC T 22 H	4.0			65									100														
AC T 32 H	3.6	4.0	7.0	-	-	-	-	7.5 *	70	25	60	≤ 60 ^A	90	140	98.0	99.0	2.0	8.0	2.5	6.5	0.6	0.3	-	± 20			
AC EME 22 C1	4.6			3.0									6.0	-											-	-	-
AC EME 22 C2	5.2	1.0	4.0	-	-	-	-	7.5 *	70	15	30	≤ 50 (habituellement 40) ^A	80	120	0.0	5.0	0.5	4.0	0.6	0.3	-	± 20					
Couches de fondation																											
AC F 22	3.8	3.0	10.0	80	5.0	1.5	3.5	-	70	30	70	≤ 90 (habituellement 70-80) ^A	60	150	96.0	98.0	1.5	14.0	2.0	12.0	0.6	0.3	-	± 20			
AC F 32	3.4			80									200	97.0											98.0		
Couches d'étanchéité pour voies ferrées																											
AC Rail 16	5.4	0.5	2.5	-	5.0	1.5	3.5	-	70	25	60	---	45	70	97.0	99.0	-	5.0	-	3.0	0.6	0.3	-	± 20			
AC Rail 22	5.2			70									100														

^{TU} : selon Manuel technique T/U (Tracé/Environnement), fiche 21 001-10201

^A : Un pourcentage plus important est admis moyennant un accord entre l'entrepreneur et le M.O.

Tableau des enrobés **sans agrégats d'enrobé** incorporés
RA (= fraisat) non autorisé

Norme	Edition	Enrobé								Recyclé		Couche posée								Tolérances					
		Teneur en liant [%]	Vides Vm [%]		Vides comblés VFB [%]	Stabilité S [kN]	Fluage F [mm]		Profondeur d'ornières ° à 10'000 cycles * à 30'000 cycles [%]	Sensibilité à l'eau ITSr [%]	Incorporation à froid [%]	Incorporation à chaud [%]	Epaisseur [mm]		Compactage [%]		Teneur en vides [%]		Teneur en liant [%] par rapport à la composition cible		Ecart max. [%] par rapport à l'épaisseur nominale (sur valeur isolée)				
		min	min	max	max	min	min	max	max	min	max	min	max	isolée	moy.	isolée	moy.	isolée	moy.	isolée	moy.	épaisseur de carotte < 30[mm]	≥ 30[mm]		
SN 640'431-1-NA resp. SNR 640 436 pour les SDA												SN 640'430 resp. SNR 640 436 (SDA)								SN 640'431-21b-NA				SN 640'430	
2013-12 resp. 2015-09 pour la SNR (Règle Suisse)												2013-12 resp. 2015-09 (SDA)								2010-02				2013-12	
Couches de roulement																									
AC 8 S	5.8	3.0	6.0	-	-	-	-	10.0 °	70	0	0	25	35	97.0	98.0	2.0	7.5	2.5	6.0	± 0.5	± 0.3	± 25	± 20		
AC 11 S	5.4											35	50									-			
AC 8 H	5.8	3.0	6.0	-	-	-	-	10.0 *	70	0	0	25	35	97.0	98.0	2.0	7.5	2.5	6.0	± 0.5	± 0.3	± 25	± 20		
AC 11 H	5.4											35	50									-			
Couches de roulement																									
AC MR 8	5.8	3.0	6.0	-	-	-	-	7.5 *	70	0	0	25	40	97.0	98.0	2.5	8.0	3.0	7.0	± 0.5	± 0.3	± 25	± 20		
AC MR 11	5.6											35	50									-			
Couches de roulement																									
PA 8	6.0	16	-	-	-	-	-	-	70	0	0	25	35	97.0	98.0	15.0	23.0	16.0	22.0	± 0.5	± 0.3	± 25	± 20		
PA 11	5.5	18	-	-	-	-	-	-	70	0	0	35	50									-			
Couches de liaison																									
PA B 16	4.0	22	-	-	-	-	-	-	70	0	0	40	80	96.0	98.0	19.0	29.0	21.0	27.0	± 0.6	± 0.3	-	± 20		
PA B 22	3.5											60	150									-			
Couches de drainage																									
PA S 16	3.5	18	-	-	-	-	-	-	80	0	0	40	80	95.0	97.0	14.0	22.0	16.0	20.0	± 0.6	± 0.3	-	± 20		
PA S 22	3.0											60	150									-			
PA S 32	3.0											80	200									-			
Couches de roulement																									
SDA 4 -12	6.0	10	14	-	-	-	-	7.5 *	70	0	0	20	35	97	98	10.0	20.0	10.0	18.0	± 0.5	± 0.3	± 25	± 20		
SDA 4 -16	6.0	14	18													14.0	24.0	14.0	22.0						
SDA 4 -20	6.0	18	22													18.0	28.0	18.0	26.0						
SDA 8 -12	5.8	10	14	-	-	-	-	7.5 *	70	0	0	25	40	97	98	9.0	17.0	10.0	16.0	± 0.5	± 0.3	± 25	± 20		
SDA 8 -16	5.8	14	18													13.0	23.0	14.0	20.0						

Guide technique d'application pour l'utilisation de matériaux minéraux de recyclage

Chapitre « Graves de recyclage »

Groupe de travail « Graves »



Graves de recyclage

Guide technique d'application pour la valorisation des déchets de chantier minéraux

*MATERIAUX BITUMINEUX ET NON BITUMINEUX DE DEMOLITION DES ROUTES,
BETON DE DEMOLITION, MATERIAUX NON TRIÉS*



Sion, le 25 janvier 2019 / V.8

Table des matières

1. CHAMP D'APPLICATION	32
2. EXIGENCES	32
3. TRI DES DECHETS DE CHANTIER	33
4. DECLARATION DES MATERIAUX	34
5. TRAITEMENT DES DECHETS DE CHANTIER	34
6. CONTRÔLE DE LA QUALITÉ ET DÉCLARATION DE PRODUIT : QUALITÉS REQUISES DES MATÉRIAUX RECYCLÉS ET UTILISATIONS ADMISES	35
7. EXIGENCES MINIMALES À RESPECTER EN FONCTION DE L'UTILISATION PRÉVISIBLE DES SIX SORTES DE MATÉRIAUX DE RÉCUPÉRATION	39
8. RESTRICTIONS GÉNÉRALES QUI LIMITENT L'UTILISATION DES MATÉRIAUX MINÉRAUX DE RÉCUPÉRATION, EN VUE DE PROTÉGER LES EAUX	41
9. CONTRÔLES	41
10. QUELQUES RÉFÉRENCES NORMATIVES	43
11. ANNEXES	45

1. CHAMP D'APPLICATION

Le présent guide technique ne s'applique qu'aux déchets de chantier minéraux (gravats), qui comprennent les matériaux bitumineux, les matériaux non bitumineux, le béton de démolition et les matériaux minéraux de démolition non triés.

Ce guide s'inspire largement des dispositions de la Directive pour la valorisation des déchets de chantier minéraux de l'OFEV (2006, UV-0631).

1.1. Voici les définitions de ces quatre catégories de déchets de chantier :

- ✓ Le terme générique de **matériaux bitumineux** (de démolition des routes) désigne aussi bien les produits du fraisage à froid, couche par couche, d'un revêtement bitumineux que les morceaux résultant de la démolition de ce revêtement.
- ✓ Le terme générique de **matériaux non bitumineux** (de démolition des routes) comprend les matériaux obtenus par excavation, défonçage ou fraisage de couches de fondation non liées et de couches de support et de fondation stabilisées. Ces matériaux peuvent parfois contenir certaines fractions bitumineuses.
- ✓ Le **béton de démolition** désigne un matériau obtenu lors de la démolition ou du fraisage d'ouvrages ou de revêtements en béton armé ou non armé.
- ✓ Les **matériaux minéraux** (de démolition) **non triés** sont un mélange des fractions minérales provenant d'éléments de constructions massives en béton, en briques de terre cuite, en briques silico-calcaires et en pierre naturelle.

1.2. ***Le présent guide technique ne s'applique pas aux matériaux d'excavation, ni aux déblais de découverte, ni aux matériaux provenant du percement de tunnels. Ceux-ci sont considérés comme non pollués :***

- *Si les substances qu'ils contiennent ne dépassent aucune des valeurs limites fixées à l'annexe 3 de l'OLED (Ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets, entrée en vigueur le 1^{er} janvier 2016), ou qu'un dépassement de celles-ci n'est pas dû à une activité humaine*
- *S'ils ne contiennent pas de corps étrangers tels que déchets urbains, déchets végétaux ou déchets de chantier.*

De plus, l'élimination des matériaux terreux est régie par les «Informations concernant la protection des sols et l'Ordonnance sur les atteintes portées au sol (OSol).

2. EXIGENCES

Trois figures tirées de la Directive pour la valorisation des déchets de chantier minéraux de l'OFEV (2006, UV-0631) présentent une vue synoptique du champ d'application du présent guide technique et des différentes catégories de déchets de chantiers. Elles se trouvent dans l'avant-propos en début de document (fig. 1, 2 et 3).

Les exigences de qualité posées à la valorisation des déchets de chantier minéraux sur le plan technique sont fixées dans les directives particulières et les normes suisses.

3. TRI DES DECHETS DE CHANTIER

Dans sa demande de permis de construire, ceci si les quantités de déchets de chantier dépassent vraisemblablement 200 m³, ou s'il faut s'attendre à des polluants dans les déchets de chantier (PCB, HAP, plomb, amiante), le maître d'ouvrage devra fournir le document suivant (art. 16 OLED) :

Un plan d'élimination des déchets produits sur le chantier, qui devra prévoir le tri de ces déchets. Ce plan d'élimination contiendra au moins les indications suivantes :

- les catégories de matériaux prévues et leurs quantités ;
- l'ordre chronologique de production des déchets ;
- les polluants que l'on peut s'attendre à trouver sur le chantier en raison de la nature des matériaux en présence (par exemple goudron ou amiante) et/ou qui pourraient résulter de l'exploitation industrielle ou artisanale du terrain (liste établie sur la base d'un examen visuel et de la consultation du dossier) ;
- teneurs en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et autres polluants, afin d'identifier les matériaux à base de goudron par ex. et de les éliminer séparément ;
- les filières et les installations d'élimination.

Il incombera au maître d'ouvrage de faire respecter les exigences suivantes :

> veiller à collecter séparément les déchets spéciaux et à les diriger vers des filières d'élimination adéquates (art. 17 al. 1 OLED).

> **séparer le reste des déchets de chantier** (art. 17 al. 1 OLED), **directement sur le chantier**,

entre :

- matériaux terreux
 - matériaux d'excavation et déblais non pollués ;
 - les déchets de chantier minéraux ;
 - autres matériaux pouvant faire l'objet d'une valorisation matière, tels que le verre, les métaux, le bois et les matières plastiques ;
 - déchets combustibles qui ne peuvent pas faire l'objet d'une valorisation matière ;
 - autres déchets.
- > Concernant les **déchets de chantier minéraux**, ceux-ci doivent être triés sur le chantier entre (art. 17 al. 1 let. c OLED) :
- matériaux bitumineux de démolition
 - béton de démolition
 - matériaux non bitumineux de démolition des routes
 - matériaux de démolition non triés (on retrouve là les 4 catégories de la directive de l'OFEV)
 - tessons de tuiles et le plâtre, qui doivent être collectés autant que possible séparément

L'autorité (le SPE en Valais) peut exiger un tri plus poussé si cette opération permet de valoriser des fractions supplémentaires des déchets (art. 17 al. 3 OLED).

Pour que le tri puisse s'organiser lors de démolitions ou de travaux de transformation, il est impératif

de procéder à une « déconstruction », respectant à l'envers les étapes de la construction.

Le maître d'ouvrage devra garantir la qualité requise des matériaux de récupération pour les catégories de déchets de chantier minéraux utilisés directement comme matériau de récupération après une déconstruction sans traitement préalable. Lorsqu'il prévoit d'utiliser ces matériaux sur le chantier où ils auront été produits, le maître d'ouvrage devra prouver avant le début des travaux de construction que les matériaux de récupération satisfont aux exigences de qualité de la directive de l'OFEV (UV-0631).

4. DECLARATION DES MATERIAUX

L'entrepreneur qui procède à des travaux produisant des déchets établit des documents qui indiqueront le lieu où ces déchets seront traités, valorisés ou stockés. Le contrôle incombe au maître d'ouvrage ou au responsable du chantier. S'il y a lieu, l'autorité compétente peut vérifier les documents. Le but est en outre d'éviter absolument que des déchets de chantier minéraux inappropriés ne parviennent dans les filières de valorisation. Pour chaque catégorie de déchets quittant le chantier, on établira donc un bulletin de livraison comprenant les éléments suivants :

- > description du chantier : nom, adresse, nature des travaux ;
- > type de matériau ;
- > quantité (en tonnes ou en m³) ;
- > date et signature du responsable du chantier ou de son représentant ;
- > coordonnées du preneur.

5. TRAITEMENT DES DECHETS DE CHANTIER

Le traitement des déchets de chantier minéraux est un traitement au sens de l'art. 7, al. 6bis LPE, et comprend toutes les opérations que sont le tri, la séparation des éléments contaminés indésirables, le concassage et la classification. Le traitement a pour but d'obtenir des matériaux de récupération qui satisfont aussi bien aux exigences écologiques qu'aux exigences techniques du secteur principal de la construction. Le traitement devra être économiquement supportable, il sera également tenu compte de la pesée des intérêts économique-écologiques.

Les déchets spéciaux collectés séparément et les autres déchets ne se prêtant pas à une valorisation (tels que les matériaux contenant de l'amiante, ceux qui présentent une teneur trop élevée en HAP, ceux qui sont issus d'un site contaminé ou le verre) seront acheminés vers une filière de traitement ou de stockage respectant les prescriptions en vigueur.

Lorsque les déchets de chantier minéraux livrés sont mélangés avec d'autres déchets à un point tel qu'un tri plus poussé et/ou la transformation en matériau de récupération dans l'installation existante seraient insuffisants ou déraisonnables, l'exploitant renverra les matériaux à l'expéditeur ou procédera, sur demande de celui-ci, à un autre type d'élimination.

Une fois répartis entre les quatre catégories (soit lors de la collecte, soit lors d'un tri ultérieur) les déchets de chantier minéraux sont entreposés séparément. Cette disposition ne s'applique pas aux constituants bitumineux des couches stabilisées des matériaux non bitumineux de démolition, qui peuvent être traités avec les matériaux bitumineux de démolition, ni aux matériaux provenant des couches de fondation

stabilisées aux liants hydrauliques, qui peuvent l'être avec le béton de démolition.

Le mélange des quatre catégories de déchets de chantier minéraux entre elles avant et pendant leur traitement (art. 9 OLED, interdiction de mélanger) n'est pas admis.

Pour satisfaire aux exigences de qualité posées par le présent guide technique, il est interdit, aussi bien avant que pendant le traitement, de mélanger d'autres matériaux, tels que le gravier, aux quatre catégories de déchets de chantier minéraux (art. 9 OLED, interdiction de diluer).

La fraction fine (« 8 mm) des matériaux minéraux non triés sera séparée (par tamisage) avant le concassage. Elle sera soit traitée puis éventuellement valorisée, soit stockée conformément à l'OLED.

6. Contrôle de la qualité et déclaration de produit : qualités requises des matériaux recyclés et utilisations admises

Des quatre catégories de déchets de chantier minéraux (matériaux bitumineux de démolition des routes, matériaux non bitumineux de démolition des routes, béton de démolition et matériaux minéraux non triés), on obtient, par les processus de traitement, six sortes de matériaux de récupération :

OFEV

SN 670 119-NA, Tab.1, référence à SN EN 13242

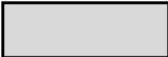

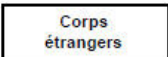

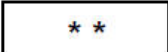
- | | |
|----------------------------------|--|
| a. granulat bitumeux ; | <i>RC-Grave de granulats asphalte</i> |
| b. grave de recyclage P ; | <i>RC-Grave P</i> |
| c. grave de recyclage A ; | <i>RC-Grave A</i> |
| d. grave de recyclage B ; | <i>RC-Grave B</i> |
| e. granulat de béton ; | <i>RC-Grave de granulats béton</i> |
| f. granulat non trié. | <i>RC-Grave de granulats non triés</i> |

Le fabricant est tenu de certifier le niveau de qualité requis du matériau de récupération par une analyse. Pour ce faire, il procédera à une analyse des constituants principaux et secondaires en appliquant les méthodes décrites dans les directives particulières et les normes suisses.

Un matériau de récupération donné est réputé de qualité requise lorsque, pour les constituants principaux et secondaires analysés, on obtient un pourcentage massique correspondant aux proportions indiquées à la figure suivante.

Fig. 4 > Exigences relatives à la qualité des matériaux de récupération

Matériaux de récupération \ Catégories de déchets de chantier	Matériaux bitumineux	Grave	Béton de démolition	Matériaux minéraux non triés	Corps étrangers
Granulat bitumineux	80	20		2	0.3*
Grave de recyclage P	4	95	4	1	0.3
Grave de recyclage A	20	80	4	1	0.3
Grave de recyclage B	4	80	20	1	0.3
Granulat de béton	3**	95		2	0.3
Granulat non trié	3	97			0.3% sans plâtre + 1% plâtre + 1% verre

	Constituants principaux: pourcentages massiques minimaux
	Constituants secondaires: pourcentages massiques maximaux
	Pourcentage total maximal (bois, papier, plastique, métaux, plâtre ...)
	En cas de mise en œuvre à chaud: 0% (pour des raisons techniques)
	En cas d'utilisation pour béton normalisé: 0%

OFEV (2006), Directive pour la valorisation des déchets de chantier minéraux. Fig. 4

Granulat bitumeux ;

- > matériaux bitumineux (constituant principal) : 80 % au moins ;
- > grave (non rajoutée) : 20 % au maximum ;
- > béton de démolition et matériaux minéraux non triés (en tout) : 2 % au maximum ;
- > corps étrangers : 0,3 % au maximum.

Grave de recyclage P :

- > grave (constituant principal) : 95 % au moins ;
- > matériaux bitumineux : 4 % au maximum ;
- > béton de démolition : 4 % au maximum ;
- > matériaux minéraux non triés : 1 % au maximum ;
- > corps étrangers : 0,3 % au maximum.

Grave de recyclage A :

- > grave (constituant principal) : 80 % au moins ;
- > matériaux bitumineux : 20 % au maximum (tolérance $\pm 5\%$) ;
- > béton de démolition : 4 % au maximum (tolérance $\pm 1\%$) ;
- > matériaux minéraux non triés : 1 % au maximum ;
- > corps étrangers : 0,3 % au maximum.

Grave de recyclage B :

- > grave (constituant principal) : 80 % au moins ;
- > béton de démolition : 20 % au maximum (tolérance $\pm 5\%$) ;
- > matériaux bitumineux : 4 % au maximum (tolérance $\pm 1\%$) ;
- > matériaux minéraux non triés : 1 % au maximum ;
- > corps étrangers : 0,3 % au maximum.

Granulat de béton :

- > grave + béton de démolition (ensemble) : 95 % au moins (la grave doit provenir du concassage et ne pas avoir été rajoutée) ;
- > matériaux bitumineux : 3 % au maximum ;
- > matériaux minéraux non triés : 2 % au maximum ;
- > corps étrangers : 0,3 % au maximum.

Granulat non trié :

Les particules de granulométrie inférieures à 8 mm ont été éliminées par tamisage avant le concassage. Elles seront soit traitées puis éventuellement valorisées, soit stockées conformément à l'OLED.

- > grave + béton de démolition + matériaux minéraux non triés (ensemble, sans adjonction de grave) : 97 % au moins ;
- > matériaux bitumineux : 3 % au maximum ;
- > corps étrangers, à l'exclusion du plâtre : 0,3 % au maximum ;
- > plâtre : 1 % au maximum ;
- > verre : 1 % au maximum.

Les matériaux de récupération doivent présenter la qualité requise pour pouvoir être mélangés à d'autres matériaux (par exemple du gravier) en vue de présenter certaines caractéristiques techniques. Cela vaut notamment pour la fabrication de béton et de revêtements bitumineux. **Il est cependant interdit de mélanger du gravier à du granulat bitumineux pour obtenir de la grave de recyclage A.**

Les matériaux de récupération qui n'atteignent pas la qualité requise seront soit réacheminés vers la filière de traitement et leur qualité à nouveau contrôlée avant l'utilisation, soit éliminés conformément à l'OLED.

Le service cantonal compétent peut, au cas par cas, autoriser une proportion de 30 % de matériaux bitumineux dans la grave de recyclage A, à condition toutefois qu'il soit certifié que ni matériaux ni granulats bitumineux ne lui ont été adjoints.

Lorsque les six matériaux de récupération présentent la qualité requise, ils peuvent être destinés aux usages prévus à la figure suivante sans qu'il soit nécessaire de procéder à d'autres investigations.

Fig. 5 > Utilisation des six sortes de matériaux de récupération

Matériaux de récupération \ Utilisations admises	Mise en œuvre sous forme non liée		Mise en œuvre sous forme liée	
	sans revêtement	avec revêtement	aux liants hydrauliques	aux liants bitumineux
Granulat bitumineux	*	* *		
Grave de recyclage P				
Grave de recyclage A				
Grave de recyclage B				
Granulat de béton				
Granulat non trié				

	Utilisation admise
* *	Utilisation avec restriction: possible uniquement pour des planies sous un revêtement bitumineux
	Utilisation interdite
*	Utilisation possible à condition que la couche ne dépasse pas 7 cm d'épaisseur et que le granulat bitumineux soit laminé

OFEV (2006), Directive pour la valorisation des déchets de chantier minéraux. Fig. 5

On veillera à utiliser les six matériaux de récupération de façon optimale, afin de profiter au mieux des caractéristiques physiques des produits tout en préservant la possibilité d'un nouveau recyclage. En règle générale, on tâchera d'employer un matériau de récupération pour un usage analogue à sa fonction première.

C'est pour cette raison que l'on ne peut pas lier un matériau contenant des constituants bitumineux au moyen d'un liant hydraulique. De même, on n'utilisera pas de liant bitumineux pour lier un matériau contenant des constituants de béton.

Les matériaux de récupération sont aussi utilisables sous forme non liée (granulat), recouverts ou non d'un revêtement. On entend par revêtement une couche de surface liée (bitume ou béton) qui empêche l'eau de pluie de s'infiltrer à travers la couche de matériaux recyclés. Lorsqu'un revêtement est nécessaire au sens de la directive de l'OFEV, il devra être posé dans un délai de trois mois.

Le granulat bitumineux épandu à froid et laminé n'équivaut pas à une valorisation sous forme liée.

Les déchets de chantier minéraux, tels que le matériau bitumineux obtenu par fraisage ou le gravier provenant de la démolition de routes, qui peuvent être immédiatement réutilisés comme matériaux de récupération sans devoir subir de traitement, doivent satisfaire aux exigences en matière de qualité

indiquées dans le présent guide technique et ne peuvent par ailleurs être mis en œuvre que dans les cas prévus par le présent guide technique.

Les bétons bitumineux provenant de déconstruction de chaussées, trottoirs, places ou autres surfaces à même utilité, sont prioritairement destinés à être valorisés dans une station d'enrobage afin d'être réutilisés dans leur fonction première.

Si cela s'avère difficile à l'excès ou que les quantités de bétons bitumineux sont de peu d'importance, la valorisation de ces derniers passera par les filières usuelles et ces matériaux seront traités spécifiquement comme graves de recyclage.

7. Exigences minimales à respecter en fonction de l'utilisation prévisible des six sortes de matériaux de récupération

Lorsqu'une grave recyclée correspond à l'un des six matériaux de récupération définis dans la fig. 4 «Exigences relatives à la qualité des matériaux de récupération» de la directive de l'OFEV, elle peut être destinée aux usages prévus à la fig. 5 de l'OFEV «Utilisation des six sortes de matériaux de récupération».

Le fabricant est tenu de certifier le niveau de qualité requis du matériau de récupération par une analyse. Pour ce faire, il procédera à une analyse des constituants principaux et secondaires en appliquant les méthodes décrites dans les directives particulières et les normes suisses.

Les exigences des tests auxquels doit satisfaire la grave dépendent de la configuration dans laquelle cette dernière sera utilisée.

Pour les graves recyclées destinées à être utilisées dans une configuration où les charges liées au trafic routier ou autre ne sont pas prépondérantes, la seule exigence de conformité concerne la classification des constituants.

Les résultats de cette classification devront satisfaire les conditions de la norme SN 670 119-NA / EN 13242 / EN 13285,

- Tab. 1 «Exigences relatives aux constituants des granulats et graves recyclés»

Ces valeurs sont également décrites à l'annexe C, tableau « composition des matériaux de construction recyclés ».

Bien que certaines des valeurs contenues dans le Tab. 1 de la norme SN 670 119-NA / EN 13242 / EN 13285, soient plus détaillées que celles décrites à la fig. 4 de la directive de l'OFEV (cf. chap. 6 du présent guide technique), l'analyse complète selon l'une ou l'autre des formulations sera admise pour définir la qualité des matériaux de récupération. Les exigences de la directive fédérale devront toujours être respectées.

Des exemples de protocole de classification des constituants des graves recyclées peuvent être trouvés

aux annexes D.

Les graves recyclées sont destinées aux applications figurant dans les documents suivants (joint au présent guide) :

- tableau de la norme SN 640 302b (annexe A) ;
- catalogue des éléments de construction sous : n° 3 / 4 / 5 / 6 (annexe C).

Pour de telles graves destinées à être utilisées comme **couche de base**, **couche de fondation** ou **couche de forme** (stabilisation), il convient de procéder à l'entier des analyses normatives permettant de les qualifier comme **RC grave P 0/45**, **RC grave A 0/45**, **RC grave B 0/45** ou **RC grave granulats de béton**, telles que figurant dans les normes SN 670 119-NA et associées, et en particulier les exigences présentées dans le Tableau 2 «Exigences géométriques, physiques et chimiques relatives aux granulats, référence à l'EN 12522» et dans le Tableau 3 «Caractéristiques et exigences relatives aux graves non traitées».

Un exemple de dossier de conformité ainsi que les différents protocoles d'essais y étant associés peuvent être trouvés aux annexes E.

8. Restrictions générales qui limitent l'utilisation des matériaux minéraux de récupération, en vue de protéger les eaux

- a. L'utilisation de matériaux minéraux de récupération sous forme non liée dans les zones et les périmètres de protection des eaux souterraines n'est possible qu'avec l'autorisation du service cantonal compétent. Le service n'octroie l'autorisation que lorsqu'il est certifié que les matériaux de récupération satisfont aux exigences de la directive de l'OFEV et que les prescriptions en vigueur applicables à la protection des eaux sont respectées.
- b. **L'utilisation de matériaux de récupération est interdite lorsque l'on ne peut pas exclure tout contact direct avec les eaux souterraines. Cela implique généralement une distance minimale de 2 m par rapport aux eaux souterraines. En particulier, les matériaux minéraux de récupération ne peuvent donc pas être utilisés pour les couches drainantes et pour les ouvrages d'infiltration d'eaux superficielles.**
- c. L'utilisation des matériaux minéraux de récupération est interdite pour l'aménagement de digues ou de remblais et pour des remodelages de terrains, à l'exception de la grave de recyclage P. Pour ce type de travaux, il convient d'utiliser du matériau d'excavation non pollué.
- d. Lors de l'intégration de matériaux de récupération minéraux dans un ouvrage, leur couche doit rester inférieure à 2 m, à l'exception de la grave de recyclage P.

9. Contrôles

Contrôle de la qualité

La fréquence et la portée des contrôles de la qualité portant sur les matériaux de récupération sont fixées dans la norme SN 670 119 – EN 13242 et 13285.

Contrôle autonome

Le fabricant garantit que les matériaux de récupération qu'il offre ont la qualité requise et la vérifie lui-même régulièrement en procédant au minimum aux contrôles suivants :

- > contrôles visuels en régime normal ;
- > analyse des matériaux (selon la procédure décrite à l'annexe A1 de la directive de l'OFEV pour la valorisation des déchets de chantier minéraux).

Lors du démarrage de l'installation, puis une fois par 3'000 m³ de matériau produit, mais au minimum une fois par an, il procède lui-même à ce contrôle ou mandate un organe de contrôle à cet effet.

Fréquences d'essai minimales pour les mélanges non traités (EN 13285 :2010, tableau C1 page 27)

Propriété des granulas	Para- graphe	Remarques	Méthode d'essai	Fréquence minimale d'essai
Exigences relatives aux granulats	4.2	Conformément à l'EN 13242	-	-
Teneur en fines	4.3		EN 933-1	1 par semaine
Granulométrie	4.4	La conformité aux différents critères est évaluée pour s'adapter aux catégories requises par les spécifications de l'acquéreur actuel	EN 933-1	1 par semaine ou 1 par 5'000 t (le plus fréquent des deux)
Masse volumique sèche, teneur en eau optimale en laboratoire	5.3			1 par an
Teneur en sulfates solubles dans l'eau	5.4		EN 1744-1	1 par an
Susceptibilité au gel	4.5		-	-
Perméabilité			-	-
Lixiviation			-	-

Contrôle externe

On chargera régulièrement, mais au moins une fois par 20'000 m³ de matériau produit et pour chaque aire de recyclage et au minimum une fois par an, une instance indépendante de procéder à une analyse des matériaux telle que décrite à l'annexe 1 de la directive de l'OFEV pour la valorisation des déchets de chantier minéraux.

Le service cantonal compétent peut, dans le cadre de ses tâches de surveillance, effectuer ou commander des contrôles supplémentaires et inopinés.

10. Quelques références normatives

- ✓ Ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets OLED du 4 décembre 2015
- ✓ Directive pour la valorisation des déchets de chantier minéraux, OFEV 2006 (UV-0631)
- ✓ SN 640 302b, Route et voies ferrées, terminologie
- ✓ SN 640 320, Dimensionnement ; trafic pondéral équivalent
- ✓ SN 640 324, Dimensionnement de la superstructure des chaussées, sol de fondation et chaussée
- ✓ SN 640 430, Enrobés bitumineux compactés, conception, exécution et exigences relatives aux couches en place
- ✓ SN 640 585b, Compactage et portance
- ✓ SN 670 050, Granulats
- ✓ SN 670 071, Recyclage
- ✓ SN 670 103b, Granulats pour mélanges hydrocarbonés et pour enduits superficiels utilisés dans la construction des chaussées, aérodromes et d'autres zones de circulation
- ✓ SN 670 119-NA, Granulats pour matériaux traités aux liants hydrauliques et matériaux non traités utilisés pour des travaux de génie civil et pour la construction des chaussées
- ✓ SN 640 431-8a-NA, Mélanges bitumineux, partie 8 : agrégats d'enrobés
- ✓ SN 640 490, Mélanges traités et sols stabilisés, norme de base
- ✓ SN 640 492, Couches de fondation en enrobés bitumineux à froid (AFK)
- ✓ SN 640 496-NA, Mélanges traités aux liants hydrauliques, spécifications
- ✓ SN 640 741, Surfaces de circulation à superstructure sans liants, norme de base
- ✓ SN 640 744, Surfaces de circulation à superstructure sans liants, exécution et entretien
- ✓ SN 670 902-11-NA, Essais pour déterminer les caractéristiques des granulats

11. Annexes

- A. Structure de la Route SN 640302b
- B. Matériaux de construction recyclés VS RECYCLING
- C. Catalogue des éléments de construction, canton du Valais
- D. 01 Classification constituants IMM
 - 02 Classification constituants grave recyclée Labco
- E. 01 Labco Dossier de conformité pour grave non traitée
 - 02 Labco Granulométrie
 - 03 Labco Aplatissement
 - 04 Labco Surface cassée
 - 05 Labco Los Angeles granulats 4-8 et 11-16 pour grave non traitée
 - 06 Labco Gélivité
 - 07 Labco Classification des constituants grave recyclée
- F. **V2015** Couches de fondation pour surfaces de circulation

6. Begriffe und Beispiele 6. Termes techniques et exemples

D	Schichten	Flächen	Beispiele gebräuchlicher Materialien
B Oberbau	B4 Deckschicht	b3 Fahrbahnoberfläche	Bituminöses Mischgut - Beton - Pflastersteine
	B3 Bindeschicht	b2 Planie der Tragschicht	Bituminöses Mischgut - Stabilisierung - Kiessand gebrochen
	B2 Tragschicht	b1 Planie der Fundations-schicht	Kiessand 1, 2 - Stabilisierung - Sand - Geotextil
A Unterbau	B1 Fundations-schicht	a Planum	Verdichteter Untergrund - Stabilisierung - Ersatzmaterialien
	B0 Übergang-schicht		
	A2 Damm		
	A1 Untergrund		

6. Termini tecnici ed esempi 6. Technical terms and examples

F	Couches	Surfaces	Exemples de matériaux usuels
B Chaussée	B4 Couche de roulement	b3 Surface de roulement	Enrobé bitumineux - Béton - Pavés
	B3 Couche de liaison	b2 Surface de la couche de base	Enrobé bitumineux - Stabilisation - Grève concassée
	B2 Couche de base	b1 Surface de la couche de fondation	Grave 1, 2 - Stabilisation - Sable - Géotextile
A Sol de fondation	B1 Couche de fondation	a Plate-forme	Sol compacté - Stabilisation - Matériaux de substitution
	B0 Couche de transition		
	A2 Remblai		
	A1 Terrain naturel		

Anmerkungen

Der internationale Sprachgebrauch verwendet den Begriff «Decke», der neu bei flexiblen Aufbauten aus einer oder zwei Schichten besteht, d.h. der «Deckschicht» und allenfalls der «Binderschicht».

In der internationalen technischen Terminologie wird der Begriff «Belag» vor allem für Beton- und Brückenbeläge verwendet.

Remarques

La nomenclature en usage au niveau international utilise le terme de «couche de surface», elle-même constituée d'une ou de deux couches, c.-à-d. de la «couche de roulement» et éventuellement de la «couche de liaison».

Dans la terminologie technique internationale, on utilise le terme de revêtement surtout pour les revêtements en béton et les revêtements de ponts.

auf Damm
sur remblai
su rilevato

im Einschnitt
en déblai
in trincea

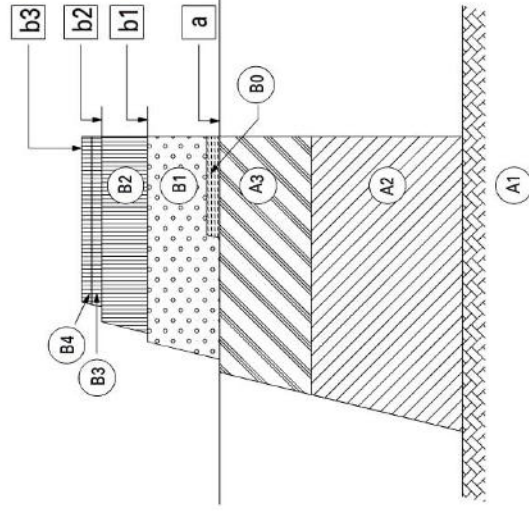


Abb.1 Aufbau einer Strasse Fig.1 Structure de la route

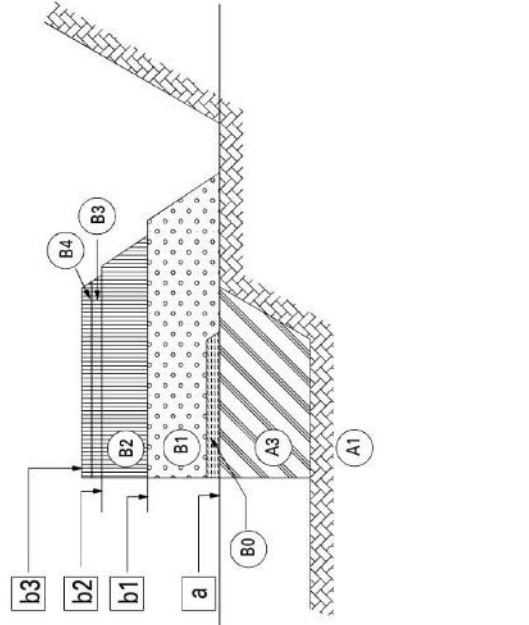


Fig.1 Structure della strada Fig.1 Structure of the road

6. Termini tecnici ed esempi 6. Technical terms and examples

I	Strati	Superfici	Esempi di materiali comunemente impiegati
B Soprastruttura	B4 Strato di usura	b3 Superficie stradale	Miscela bituminosa - Calcestruzzo - Seiciato
	B3 Strato di collegamento	b2 Piattaforma dello strato portante	Miscela bituminosa - Stabilizzazione - Misto granulare frantumato
	B2 Strato di base	b1 Piattaforma dello strato di fondazione	Misto granulare 1, 2 - Stabilizzazione - Sabbia - Geotessile
A Sottostruttura	B1 Strato di fondazione	a Piano di sottofondo	Terrano costipato - Stabilizzazione - Materiali di sostituzione
	B0 Strato di transizione		
	A2 Rilevato		
	A1 Terrano naturale		

6. Begriffe und Beispiele 6. Termes techniques et exemples

E	Course	Surfaces	Examples of usual materials
B Pavement	B4 Wearing course	b3 Road surface	Coated materials - Concrete - Sett paving
	B3 Base course	b2 Surface of the road base	Coated material - Stabilization - Crushed material
	B2 Road base	b1 Surface of the subbase	Graded aggregates 1, 2 - Stabilization - Sand - Geotextiles
A Subgrade	B1 Subbase	a Formation level	Compacted soil - Stabilization - Substitute material
	B0 Transition base		
	A2 Embankment		
	A1 Natural ground		

Matériaux de construction recyclés - VS RECYCLING

v. 5, 25.01.2019

B

DEFINITIONS		SN 670 071
Matériaux de démolition:	-Matériaux contenant au moins 95% volumique de pierres ou de matériaux analogues (béton, tuiles, verres, briques, mélanges bitumineux) et qui ne sont ni des matériaux d'excavation, ni des sols.	
Catégories de matériaux de démolition:	-Agrégats d'enrobés, grave de démolition, béton de démolition, matériaux de démolition non triés	
Matériaux de construction recyclés:	-Matériaux constitués à partir des catégories de matériaux de démolition	
Sous-produits industriels (par exemple verre)	-Sous-produits issus de procédés industriels contenant au moins 95% de matériaux analogues à la pierre. Les teneurs en polluant doivent respecter les exigences des matériaux inertes selon OTD (selon nouvelle OLED).	

PRODUCTION ET UTILISATION DE MATERIAUX DE CONSTRUCTION RECYCLES		
Catégories de matériaux de démolition	Provenance / Production	Matériaux de construction recyclés
Agrégats d'enrobés	Démolition / fraisage des couches d'enrobés	Utilisation sous forme non liée: -RC-Grave de granulats d'asphalte; SN 670 119-NA Utilisation sous forme liée: -Mélange bitumineux à partir d'agrégats d'enrobés; SN 640 431-8a-NA -Mélanges traités et sols stabilisés, norme de base ; SN 640 490
Grave de démolition	Matériaux constitués de granulats pierreux naturels non liés Couches de fondations)	Utilisation sous forme non liée: -RC-Grave P -RC-Grave B -RC-Grave A Utilisation sous forme liée: -Mélange béton traités aux liants hydrauliques; SN 640 496-NA
Béton de démolition	Démolition / fraisage de construction en béton armé ou non armé.	Utilisation sous forme non liée: -RC-Grave de granulats béton -RC-Grave B Utilisation sous forme liée: -Granulats de béton; SN 640 102-NA -Béton RC-C ; SN EN 206 +A1
Matériaux de démolition non triés	Traitement des déchets de chantier. Mélange de béton, briques en terre cuite et pierres naturelles	Utilisation sous forme non liée: -RC-Grave de granulats non triés; SN 670 119-NA Utilisation sous forme liée: -Granulats non triés -Béton RC-M ; SN EN 206 +A1

COMPOSITION DES MATERIAUX DE CONSTRUCTION RECYCLES								SN 670 119-NA, tab. 1
Teneur-max. En %-masse	Matériaux bitumineux R _a	Tuiles briques R _b	Béton R _c	Granulats naturels R _d	Verre R _e	Matériau flottant FL(%-vol)	Autres matériaux X	
RC-Grave de granulats d'asphalte	>80%	<2%	<2%	<20%	<2%	<5%	<0.3%	
RC-Grave de granulats béton	<4% (<3%)* ♦	<2%	>30%	<70%	<2%	<5%	<0.3%	
RC-Grave de granulats non triés	<4% (<3%)* ♦	>95% (>97%)*	<2%	<5%	<1%	<0.3%		
RC-Grave P	<4%	<1%	<4%	>95%	<2%	<5%	<0.3%	
RC-Grave A	<30% (<20%)* ★	<1%	<4%	>70% (>80%)*	<2%	<5%	<0.3%	
RC-Grave B	<4%	<1%	<30% (<20%)* ★	>70% (>80%)*	<2%	<5%	<0.3%	

♦ tolérance ± 1% ★ tolérance ± 5%

* selon Directive OFEV: Valorisation des déchets de chantier minéraux (UV-0631-F)

UTILISATION DES SIX SORTES DE MATERIAUX DE RECUPERATION					Directive OFEV UV-0631, fig. 5
	non lié, sans couche de roulement	non lié, avec couche de roulement	avec liants hydrauliques	avec liants bitumineux	
Granulats bitumineux	sous conditions*	ok, avec restrictions **	pas admis	ok	
Grave de recyclage P	ok	ok	ok	ok	
Grave de recyclage A	pas admis	ok	pas admis	ok	
Grave de recyclage B	ok	ok	ok	pas admis	
Granulats de béton	pas admis	ok	ok	pas admis	
Granulats non trié	pas admis	ok	ok	pas admis	

* à conditions que la couche soit inférieure à 7 cm et cylindrée (granulat bitumineux laminé)

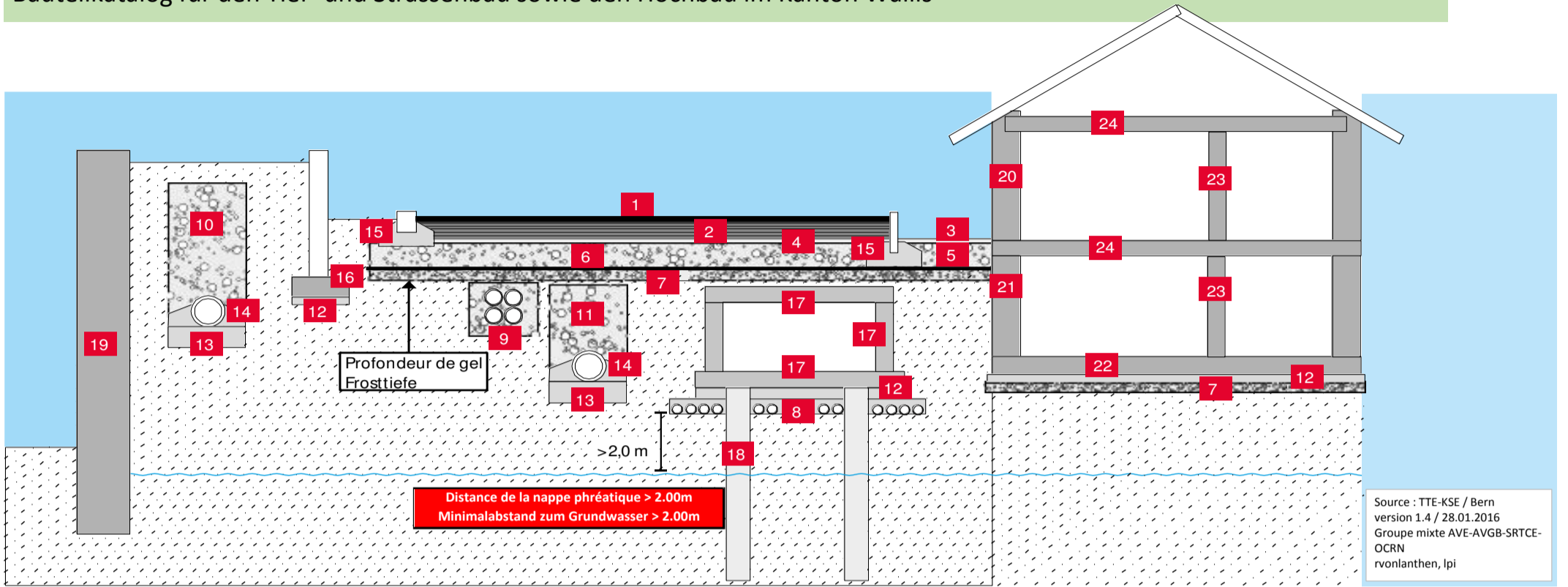
** utilisation avec restrictions : possible uniquement pour des planies sous un revêtement bitumineux

Couches de fondation non liées, remblais
 Si on peut admettre qu'avant leur première utilisation les granulats minéraux constituant la sorte de matériaux de démolition ont déjà été contrôlés quant à leur aptitude, il est possible de renoncer à un nouvel examen de qualification (SN 670 062). Si la composition des granulats minéraux est en dehors de la norme et s'ils contiennent des sous-produits industriels : leur utilisation dans des zones de protection des eaux est soumise à autorisation, il est conseillé de recourir à l'essai de lixiviation.

Quantités admissibles de granulat bitumineux			SN 640 431-1-NA, tab. 3
Sortes	incorporation à froid	incorporation à chaud	
AF K (anc. KMF)	85%-100%	<70%	Couche de fondations à froid SN 640 492
AC F	≤ 30%	<70%	Couche de fondations
AC S, AC H, AC MR et SDA	0%	0%	Couche de roulement
AC B, AC EME, AC N, AC L	≤15% *≤25%	≤30%	Couche de liaison et de roulement *en cas d'accord avec le MO
AC T, AC RAIL	≤25%	≤60%	Couche de base AC-T et pour couche d'étanchéité de voie ferrées AC Rail

Béton de recyclage Cahier technique SIA 2030/SN EN 206 +A1
 Béton de recyclage RC-C -béton selon SIA 206-1, dont les granulats de béton recyclés contiennent au moins 25%-masse de R_c
 Béton de recyclage RC-M -béton selon SIA 206-1, dont les granulats non triés contiennent au moins 25%-masse de R_b

Domaine d'utilisation du béton de recyclage						Cahier technique SIA 2030/SN EN 206 +A1
Béton recyclage		Classes d'exposition				
**admis, après essais préliminaires correspondants		X0	XC1 sec	XC1 humide XC2, XC3	XC4	XD, XF XA1-3
RC-C R _c ≥ 25 M.-% / R _b < 5 M.-%		admis (correspond à NPK 0 NPK A NPK B)				NPK C **
RC-M 5 M.-% ≤ R _b ≤ 25 M.-% et R _c +R _b ≥ 25 M.-% R _b > 25 M.-%		admis		**	**	pas admis



Source : TTE-KSE / Bern
version 1.4 / 28.01.2016
Groupe mixte AVE-AVGB-SRTCE-OCRN
vnonlanthen, lpi

1 Cylindré sur max. 7 cm. la pose initiale est considérée comme réaménagement de la zone de trafic et requiert un permis de construire.
Max. 7 cm gewalzt. Der erstmalige Einbau gilt als Umgestaltung einer Verkehrsfläche und bedarf einer Baubewilligung

2 Il s'agit d'apporter une attention particulière au module d'élasticité pour le béton de construction recyclé.
Bei RC-Konstruktionsbeton ist dem E-Modul spezielle Beachtung zu schenken

3 les éléments de construction précontraints ne peuvent être exécutés avec du béton recyclé.
Vorgespannte Bauteile dürfen nicht mit RC-Beton ausgeführt werden

	RC Mélange de granulats RC Gesteinskörnungsgemische							RC Béton recyclé / Classes d'exposition RC Beton / Expositionsclassen										Priorité/ priorität	Type (E=Enrobé, G=graves, B=béton)	Commission mixte AVE-AVGB	SRTCE-OCRN
	Distance de la nappe phréatique > 2.00m Minimalabstand zum Grundwasser > 2.00m							X0	XC1		XC2		XC3		Aucune keine						
	RC - Grave de granulats non triés RC-Mischgranulatgemisch	RC - Grave de granulats béton RC- Betongranulatgemisch	RC - Grave de granulats d'asphalte RC- Asphaltgranulatgemisch	RC - Grave A RC-Kiesgemisch A	RC - Grave B RC-Kiesgemisch B	RC - Grave P RC-Kiesgemisch P		NPK 0	NPK A		NPK B										
1			●														3	E			
2			●														1	E			
3		●	●	●	●	○											2	E+G			
4		●	●	●	●	○											1	E+G			
5				●	●	○											1	G			
6		●	○	●	●	○											1	G			
7	●	○	○	○	○	○											1	G			
8	○	○	○	●	●	○											1	G			
9	○	○	○	○	○	○											1	G			
10				●	○	○											1	G			
11	●	○	○	●	○	○											1	G			
12	○	○	○	○	○	○	●	●									1	G+B			
13							●	●									1	B			
14							●	●									1	B			
15								○									1	B			
16											○	●					2	B			
17											○	○					2	B			
18															○		3	B			
19															○		3	B			
20													○	●			2	B			
21											○	●					2	B			
22											○	●					2	B			
23									●	●			●	●			2	B			
24								○	●			○	●				2	B			

● Utilisation recommandée ○ Utilisation possible

Normes: SN EN 933-11 / SN 670 119a-NA

CONSTITUANTS DES GRAVILLONS RECYCLÉS

Client: _____

Projet: Essais sur grave

Origine: _____

Dénomination: _____

Description: _____

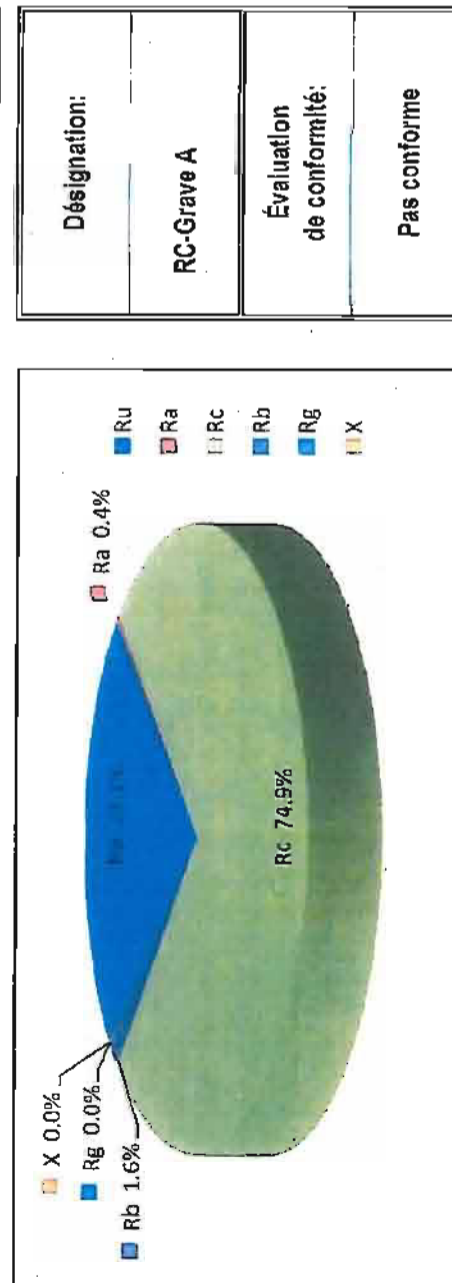
Prélèvement: env. 30 kg prélevés par la Maître d'ouvrage

Livraison: 18.06.2015

Date d'essai: 23.06.2015

Technicien: _____

CONSTITUANTS DES GRAVILLONS		Masse [%]
Ru	Graves non traitées, pierre naturelle	23.1
Ra	Matériaux bitumineux	0.4
Rc	Béton, produits à base de béton, mortier	74.9
Rb	Éléments en terre cuite, éléments de maçonnerie en silicate de calcium	1.6
Rg	Verre	0.0
X	Autre (métaux, bois, plastique, caoutchouc (non-flottant) gypse)	0.0
FL	Matériaux flottants (en volume)	2.4 [cm ³ /kg]
Définition		



Notes: _____

(Procédure interne: AG-21)

Les résultats se réfèrent aux échantillons analysés. Seulement la version originale, signée et timbrée est légalement contraignante. Le reproduction, aussi partielle, et l'usage non autorisé à des fins publicitaires sont interdits.

Commentaire	Chantier / objet	date
Vatals	Gravière du Valais Grave recyclée	04.09.15

Essai de classification des constituants des gravillons recyclés

Procès-verbal N° 2015f
selon SN 670902-1 I-NA et EN 933-11:2009/AC:2009 + directive OPEV 3106

Granulat : Grave recyclée
 provenance : Gravière du Valais
 usage : grave pour couche de fondation
 granulométrie : 0/45

Echantillon
 numéro : 15/1
 prélevé par : Labo
 date de prélèvement : 07.08.15
 mode de prélèvement :
 date de réception : 07.08.15
 remarque :

Résultats

température de séchage t : 40 [°C] | date d'essai : 01-02.09.15

Constituant	Description	Proportions [cm ³ /kg]
FL	Matériaux flottants	0

Constituant	Description	Proportions [% massique]
R _c	Béton, produits à base de béton, mortier Éléments de maçonnerie en béton	0.1
R _u	Graves non traitées, pierre naturelle Granulats traités aux itants hydrauliques	82.7
R _b	Éléments en terre cuite (briques, tuiles, ...) Éléments de maçonnerie en silicate de calcium Béton cellulaire non-flottant	0.0
R _a	Matériaux bitumineux	17.2
R _g	Verre	0.0
X	Autre (ex. : cohésif (argile, sols), métaux, bois, plastique, caoutchouc non-flottant, gypse, plâtre, ...)	0.0

Remarques : **analyse effectuée sur la fraction 8/63** Le chef du laboratoire

Les valeurs obtenues ne concernent que les objets soumis aux essais. Ce procès-verbal ne peut être reproduit que dans son intégralité.

Commentant	Chantier / objet	date
Valais	Dossier de conformité Gravière du Valais Graves non traitées 0/45	04.09.15 1/3

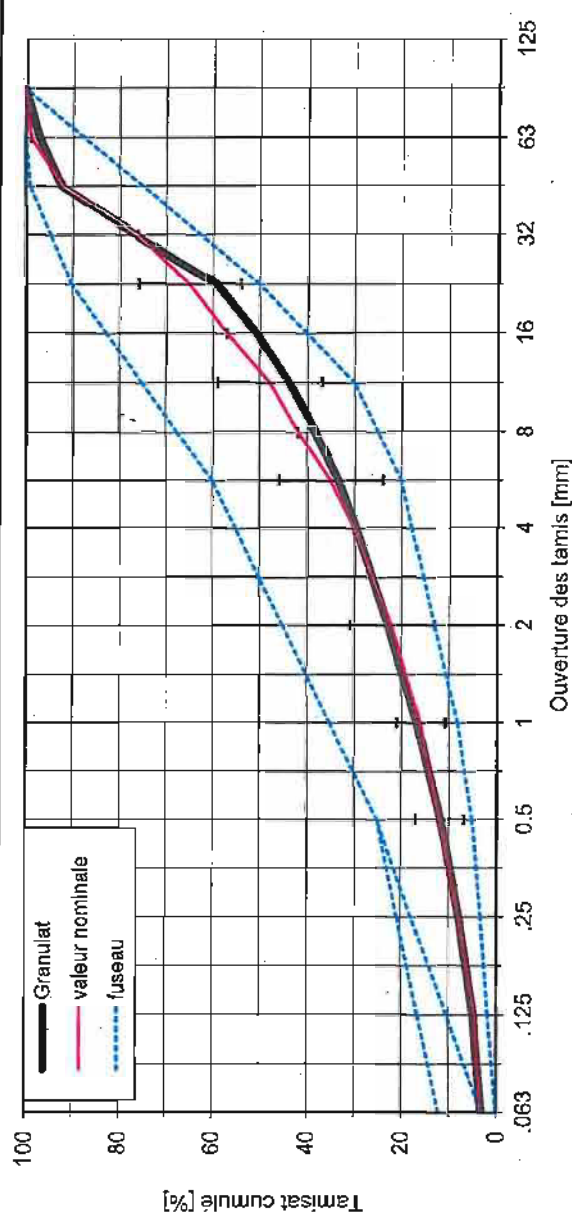
Analyse granulométrique
selon SN EN 933-1

Granulat : Grave non traitée 0/45
provenance : Gravière du Valais
usage : grave pour couche de fondation
granularité : 0/45

Echantillon
numéro : 15/1 → PV 2015a
prélevé par : Labo
date de prélèvement : 07.08.15 semaine 32
mode de prélèvement :
date de réception : 07.08.15
remarque : production 2015
valeur nominale selon
moyenne 2014

Résultats
masse sèche de la prise d'essai : 12351 g
teneur en eau : --- %
teneur en fine (<0.063 mm) : 3.1 %

Ouverture [mm]	.063	.125	0.25	0.5	1.0	2.0	4.0	8.0	16.0	31.5	63	90				
refus tamisé [g]	11964	11760	11382	10917	10302	9548.3	8716.7	8248	7615.1	6927.1	6075	5025.2	2920.3	954.5	368.93	0
Tamisé cumulé [%]	3.1	5	8	12	17	23	29	33	38	44	51	59	76	92	97	100
valeur nominale [%]	3.4	5	8	12	16	22	30	35	42	48	57	65	76	92	99	100
tolérance [%]	...	...	...	-5/+5	-5/+5	-8/+9	...	-1/+1	...	-1/+1	...	-1/+1	...	...	...	...



Le chef du laboratoire

Les valeurs obtenues ne concernent que les objets soumis aux essais.
Ce procès-verbal ne peut être reproduit que dans son intégralité.

Dossier de conformité

Gravière du Valais

04.09.15

Exigences géométriques, physiques et chimiques relatives aux **granulats**
selon SN 670119-NA tableau 2

Caractéristiques	selon EN 13242:2002/A1:2007	Exigences (catégorie)		Résultats
		Pour graves traitées aux liants hydrauliques	Pour graves non traitées	
Granularité (graves)	Tableau 2	G _A 75		conforme
Coefficient d'aplatissement (4/8, 8/16, 16/31.5, 31.5/63)	Tableau 5	F ₁₆ 5		F ₂₀ → conforme PV 2015b
Grains concassés (4/8, 8/16, 16/31.5, 31.5/63)	Tableau 7	à déclarer		C _{50/60} PV 2016c
Teneur en fines (graves)	Tableau 8	à déclarer		Teneur en fines: 3.1% → f 5
Qualité des fines (graves)	Annexe A	selon paragraphe a, d		f 3 → non nocive selon paragraphe d
Résistance à la fragmentation L _A (4/8, 11/16)	Tableau 9	L _{A40}		L _{A30} -L _{A30} → conforme PV 2016d
Masse volumique réelle	Chiffre 5.4	à déclarer		non requis
Coefficient d'absorption d'eau	Chiffre 5.5	à déclarer		non requis
Classification des constituants (gravillons et graves recyclés)	Tableau 12	catégories à déclarer		non requis
Sulfates solubles dans l'acide	Tableau 13	AS _{0,8}		non requis
Soufre total	Tableau 14	S ₁		non requis
Sulfates solubles dans l'eau	Chiffre 6.4	à vérifier en cas de doute		non requis
Constituants influençant la prise et le durcissement	Chiffre 6.5.1	selon chiffre 6.5.1		non requis
Impuretés	Chiffre 6.5.4	aucune visible		conforme

Le chef du laboratoire

Commentant Valais	Chantier / objet Gravière du Valais Graves non traitées 0/45	date 04.09.15
		1/3

Caractéristiques et exigences relatives aux **graves non traitées**
selon SN 670'119-NA tableau 3

Caractéristiques	selon	Exigences (catégorie)		Résultats
		0/16	0/22 0/45	
Désignation de la grave (d/D)	Tableau 1 EN 13285:2010	0/16	0/22 0/45	0/45
Teneur maximale en fines	Tableau 2 EN 13285:2010	UF ₁₂		Teneur en fines: 3,1% UF 5
Teneur minimale en fines	Tableau 3 EN 13285:2010	LF _N		non requis
Dimension maximale des granulats (2D)	Tableau 4 EN 13285:2010	OC ₇₅		conforme
Tamis d'analyse	Tableaux 4 et 5 EN 13285:2010	0/16	0/22 0/45	0/45
Plages granulométriques	Tableau 6 EN 13285:2010	G _c		conforme
Granularité des lots individuels	Tableaux 7 et 8 EN 13285:2010	G _c		conforme
Résistance au gel (si teneur en fines >3% masse)	SN 670'321, SN 670'330-47 EN 13286-47	CBR _s / CBR ≥ 0.5 CBR _F / CBR ≥ 0.5		0.89 - 0.77 PV 2015e
Masse volumique sèche P _{d opt} et teneur en eau optimale w _{opt}	Chiffre 5.3 EN 13285:2010	à déclarer		2290 [kg/m³] 5,1 [%] PV 2015e
Portance	SN 670'330-47 EN 13286-47	indice CBR à déclarer		50,7 [%] PV 2015e
Classification des constituants (graves recyclés)	Tableau 12 EN 13242:2002/A1:2007	selon tableau 1 SN 670'119-NA		non exigée

Conclusion:

La grave pour couche de fondation provenant de la Gravière du Valais à Valais, prélevée le 07.08.15, présente toutes les caractéristiques de conformité à la norme SN 670'119-NA.

Le chef du laboratoire

Analyse granulométrique

selon SN EN 933-1

Procès-verbal N° 2015a

Granulat : Grave non traitée 0/45
provenance : Gravière du Valais
usage : grave pour couche de fondation
granularité : 0/45

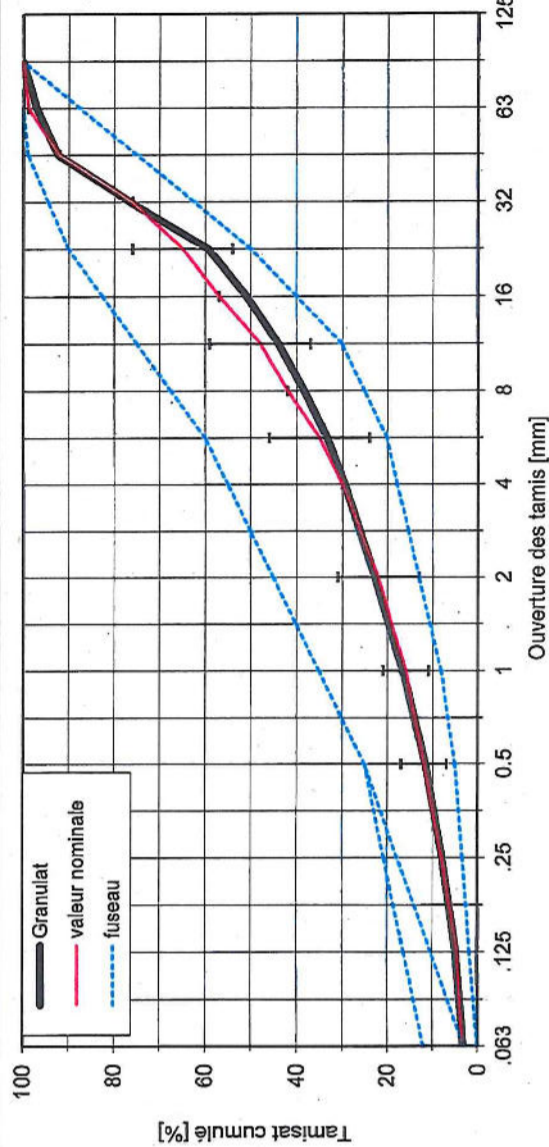
Echantillon
numéro : 15/1
prélevé par : Labo
date de prélèvement : 07.08.15 semaine 32
mode de prélèvement :
date de réception : 07.08.15
remarque : production 2015
valeur nominale selon
moyenne 2014

Résultats

masse sèche de la prise d'essai : 12351 g
teneur en eau : --- %
teneur en fine (<0.063 mm) : 3.1 %

méthode : lavage et tamisage à sec
dates d'essais : 07-10.08.15
opérateur : Labo
remarque : fuseau Grave Gc 0/45

Ouverture [mm]	.063	.125	0.25	0.5	1.0	2.0	4.0	5.6	8.0	11.2	16.0	22.4	31.5	45.0	63	90
refus tamisé [g]	11964	11760	11382	10917	10302	9548.3	8716.7	8248	7615.1	6927.1	6075	5025.2	2920.3	954.5	368.93	0
Tamisé cum [g]	3.1	5	8	12	17	23	29	33	38	44	51	59	76	92	97	100
valeur nominale [%]	3.4	5	8	12	16	22	30	35	42	48	57	65	76	92	99	100
tolérance [%]	...	...	...	-5/+5	-5/+5	-8/+9	...	-11/+11	...	-11/+11	...	-11/+11	...	...	...	...



Les valeurs obtenues ne concernent que les objets soumis aux essais.
Ce procès-verbal ne peut être reproduit que dans son intégralité.

Le chef du laboratoire

Commentaire	Chantier / objet	date
Valais	Gravière Valais Grave non traitée 0/45 semaine 32 - août 2015	12.08.15

Coefficient d'aplatissement FI

selon SN 670'902-3a (EN 933-3: 1997 / A1: 2003)

Pourcentage de surface cassées dans les gravillons

selon SN EN 933-5:1998/A1:2004

Granulat : Grave non traitée 0/45
 fournisseur : Gravière du Valais
 usage : granulats pour grave
 type :
 autres info : 0/45

Prélèvement

N° d'échantillon : 15/1
 prélevé par : Labo
 date : 07.08.15 semaine 32
 méthode :
 date de réception : 07.08.15
 remarque : production 2015

Paramètres d'essai

mode d'échantillonnage : quartage

masse de l'échantillon : 14246.0 g
 date d'essai : 11.08.15

Résultats

Granulat élémentaire d _i /D _i [mm]	Masse de la fraction [g]	Ecartement des fentes [mm]	Passant sur la grille [g]	Aplatissement FI [-]	Par fraction pour les graves
63 / 80	556.2	40	0.0	-	
50 / 63	186.9	31.5	0.0	-	
40 / 50	2177.0	25	98.5	6	31.5 / max
31.5 / 40	2619.9	20	171.0	7	5
25 / 31.5	1448.3	16	106.7	7	
20 / 25	1684.1	12.5	147.7	9	16 / 31.5
16 / 20	1022.1	10	209.6	21	11
12.5 / 16	985.0	8	186.8	19	
10 / 12.5	802.4	6.3	129.7	16	8 / 16
8 / 10	763.4	5	108.6	14	17
6.3 / 8	714.5	4	108.0	15	
5 / 6.3	646.1	3.15	78.2	12	4 / 8
4 / 5	518.5	2.5	53.1	10	13

Remarque :

Coefficient d'aplatissement FI 10
 catégorie selon la norme SN 670'119
 exigence selon la norme SN 670'119 < 35

Le chef du laboratoire

Les valeurs obtenues ne concernent que les objets soumis aux essais.
 Ce procès-verbal ne peut être reproduit que dans son intégralité.

Commentaire	Chantier / objet	date
Valais	Gravière Valais Grave non traitée 0/45 semaine 32 - août 2015	12.08.15

Pourcentage de surface cassées dans les gravillons

selon SN EN 933-5:1998/A1:2004

Granulat : Grave non traitée 0/45

provenance : Gravière du Valais
 usage : granulats pour grave
 granularité : 0/45

Echantillon

numéro : 15/1
 prélevé par : Labo
 date de prélèvement : 07.08.15 semaine 32
 mode de prélèvement :
 date de réception : 07.08.15
 remarque : production 2015

Résultats

date d'essai : 11.08.15
 procédé d'échantillonnage : diviseur à couloir
 opérateur(s) : Labo
 masse de l'échantillon : M₀ 14246 g

Classe granulatoire d/D [mm]	Echantillon tamisé		Masse [g]		totalment concassé (y compris tr)	semi roulé (y compris tr)	totalment roulé
	M _{1,i} [g]	V _i [%]	M _{1c}	M _c			
4/8	1804.6	12.7	100.4	74.9	54.4	25.3	18.9
8/16	2453.5	17.3	2453.5	1644.8	603.2	808.5	147.2
16/32	4341.3	30.6	4341.3	2868.9	2868.9	799.5	434.5
32/max	5573.0	39.3	5573.0	2000.7	2000.7	2761.1	846.2
	14172.4	100.0					

pourcentage de grains totalement concassés C_{1c} 46 %
 pourcentage de grains semi-concassés C_c 66 %
 pourcentage de grains semi-roulés C_r 34 %
 pourcentage de grains totalement roulés C_{tr} 12 %

classification de la grave non traitée selon EN 13242:2002/A1:2007 : C_{50/30}

Le chef du laboratoire

Les valeurs obtenues ne concernent que les objets soumis aux essais.
 Ce procès-verbal ne peut être reproduit que dans son intégralité.

Commentant Valais	Chantier / objet Gravière Valais Graves non traitées Grave 0/45	date 12.08.15
-----------------------------	---	-------------------------

Procès-verbal N° 2015/d

**Résistance à la fragmentation
méthode Los Angeles**

selon EN 1097-2:2010

Granulat : graves non traitées 0/45

provenance : gravière Valais
usage : grave pour couche de fondation
granularité : 0/45

Echantillon

numéro : 15/1
prélevé par : Labo
date de prélèvement : 08.07.15
mode de prélèvement :
date de réception : 08.07.15
remarque : production 2015

Indications de conformité / fournisseur

Résultats

Coefficient Los Angeles LA			
Exigences	Résultats	Catégorie selon EN 13242:2002+A1:2007	Evaluation
Fraction 4/8 LA ₄₀	24	LA ₃₀	conforme
Fraction 11/16 LA ₄₀	26	LA ₃₀	conforme

extrait du P.V. xx x xxx-xx du 12.08.15

Remarque :

Le chef du laboratoire

Les valeurs obtenues ne concernent que les objets soumis aux essais.
Ce procès-verbal ne peut être reproduit partiellement sans l'approbation écrite du laboratoire d'essai.
Sauf demande expresse, les échantillons sont éliminés après les essais.

Commentant Valais	Chantier / objet Gravière du Valais Graves non traitées 0/45	date 01.09.15
-----------------------------	--	-------------------------

**Caractéristiques techniques
sur graves non traitées**

Procès-verbal N° 2015e

Granulat : Grave non traitée 0/45

provenance : Gravière du Valais
usage : grave pour couche de fondation
granularité : 0/45

Echantillon

numéro : 15/1
prélevé par : Labo
date de prélèvement : 07.08.15 semaine 32
mode de prélèvement :
date de réception : 07.08.15
remarque : production 2015

Indications de conformité / fournisseur

Masse volumique sèche ρ_d opt

selon SN 670'330

ρ_d opt : **2.29 [t/m³]**

Teneur en eau optimale w_{opt}

selon SN 670'330

w_{opt} : **5.1 [%]**

Résistance au gel

selon SN 670'321, SN 670'320b

CBR₂ / CBR : 0.89 [-]

CBR_F / CBR : 0.77 [-]

Porfance

selon SN 670'320b

CBR : 50.7 [%]

Remarque : selon la norme SN 670'119a-NA, cette grave est considérée comme résistante au gel car CBR₂ / CBR et CBR_F / CBR > 0.5.

extrait du P.V. xxx du xx du 01.09.15.

Le chef du laboratoire

Les valeurs obtenues ne concernent que les objets soumis aux essais.
Ce procès-verbal ne peut être reproduit que dans son intégralité.

Commandant Valais	Chantier / objet Gravière du Valais Grave recyclée	date 04.09.15
-----------------------------	--	-------------------------

Essai de classification des constituants des gravillons recyclés

selon SN 670902-11-NA et EN 933-11:2009/AC:2009
+ directive OFEV 3106

Essai de classification des constituants des gravillons recyclés

selon SN 670902-11-NA et EN 933-11:2009/AC:2009
+ directive OFEV 3106

Granulat : Grave recyclée
provenance : Gravière du Valais
usage : grave pour couche de fondation
granularité : 0/45
numéro : 15/1
prélevé par : Labo
date de prélèvement : 07.08.15
mode de prélèvement :
date de réception : 07.08.15
remarque :

Echantillon
numéro : 15/1
prélevé par : Labo
date de prélèvement : 07.08.15
mode de prélèvement :
date de réception : 07.08.15
remarque :

Résultats

température de séchage t : 40 [°C]

date d'essai :

01-02.09.15

Constituant	Description	Proportions [cm ³ /kg]
FL	Matériaux flottants	0
Constituant	Description	Proportions [% massique]
R _c	Béton, produits à base de béton, mortier Eléments de maçonnerie en béton	0.1
R _u	Graves non traitées, pierre naturelle Granulats traités aux liants hydrauliques	82.7
R _b	Eléments en terre cuite (briques, tuiles, ...) Eléments de maçonnerie en silicate de calcium Béton cellulaire non-flottant	0.0
R _a	Matériaux bitumineux	17.2
R _g	Verre	0.0
X	Autre (ex : cohésif (argile, sols), métaux, bois, plastique, caoutchouc non-flottant, gypse, plâtre, ...)	0.0

Remarques : analyse effectuée sur la fraction 8/63

Le chef du laboratoire

Les valeurs obtenues ne concernent que les objets soumis aux essais.
Ce procès-verbal ne peut être reproduit que dans son intégralité.

Commandant Valais	Chantier / objet Gravière du Valais Grave recyclée	date 04.09.15
-----------------------------	--	-------------------------

Essai de classification des constituants des gravillons recyclés

selon SN 670902-11-NA et EN 933-11:2009/AC:2009
+ directive OFEV 3106

Granulat : Grave recyclée
provenance : Gravière du Valais
usage : grave pour couche de fondation
granularité : 0/45
numéro : 15/1
prélevé par : Labo
date de prélèvement : 07.08.15
mode de prélèvement :
date de réception : 07.08.15
remarque :

Echantillon
numéro : 15/1
prélevé par : Labo
date de prélèvement : 07.08.15
mode de prélèvement :
date de réception : 07.08.15
remarque :

Résultats

température de séchage t : 40 [°C]

date d'essai :

01-02.09.15

Constituant	Proportions [% massique]			
	selon norme SN EN 933-11 Fraction 8/63	Fraction 8/16	Fraction 16/32	Fraction 32/63
R _c	0.1	0.3	0.2	0.0
R _u	82.7	72.0	89.4	82.5
R _b	0.0	0.0	0.0	0.0
R _a	17.2	27.7	10.4	17.5
R _g	0.0	0.0	0.0	0.0
X	0.0	0.0	0.0	0.0

Le chef du laboratoire

Les valeurs obtenues ne concernent que les objets soumis aux essais.
Ce procès-verbal ne peut être reproduit que dans son intégralité.

221 F/2010

V2015 Couches de fondation pour surfaces de circulation

- 2 000 Conditions générales
- 2 010 Règles de rémunération
- 3 020 Dispositions de métré
- 4 030 Définitions, abréviations
- 6 040 Exécution des travaux

- 6 100 Fournitures
- 6 110 Granulats pour graves non traitées
- 26 120 Graves traitées aux liants hydrauliques
- 27 130 Enrobés à froid pour couches de fondation AFK
- 28 140 Liants, ajouts et adjuvants

- 29 200 Transports
- 29 210 Chargement
- 30 220 Transports
- 35 230 Taxes de dépôt
- 36 240 Mise en place de matériaux au dépôt

- 37 300 Géosynthétiques et isolations
- 40 310 Géosynthétiques
- 41 320 Isolations

- 43 400 Couches non traitées aux liants
- 43 410 Mise en oeuvre
- 47 420 Surface de couche (forme)

- 49 500 Couches de fondation traitées aux liants hydrauliques
- 49 510 Mise en oeuvre
- 54 520 Traitement ultérieur

- 54 600 Couches de fondation en enrobés à froid AFK
- 54 610 Mise en oeuvre

- 59 700 Couches traitées, exécutées en place
- 59 710 Travaux préliminaires
- 61 720 Exécution de couches traitées aux liants (stabilisation)
- 61 730 Exécution de la surface
- 62 740 Traitement ultérieur

- 62 800 Travaux supplémentaires, conditions difficiles
- 62 810 Travaux supplémentaires
- 62 820 Couches intermédiaires absorbant les contraintes
- 63 830 Rémunération pour conditions difficiles lors de la mise en

Guide technique d'application pour l'utilisation de matériaux minéraux de recyclage

Chapitre « Bétons de recyclage »

Groupe de travail « Bétons »



Bétons de recyclage

Guide technique d'application

Table des matières

1.	PRÉAMBULE	59
2.	NORMES, DIRECTIVES ET LITTÉRATURE	60
3.	GÉNÉRALITÉS SUR LES PROPRIÉTÉS DU BÉTON DE RECYCLAGE À L'ÉTAT FRAIS ET DURCI	61
4.	TERMINOLOGIE – DÉFINITIONS	63
5.	UTILISATION DES BÉTONS DE RECYCLAGE : PROCESSUS / RÔLES / TÂCHES DES INTERVENANTS	65
6.	UTILISATION DES BÉTONS DE RECYCLAGE	65
7.	CONDITIONS PARTICULIÈRES POUR LES CAHIERS D'APPELS D'OFFRES DE TRAVAUX	69
8.	ARTICLES DE MISE EN SOUMISSION DES TRAVAUX	70
9.	CERTIFICATIONS ET CERTIFICATS	71
10.	ANNEXE : SOUMISSION TYPE	72

1. Préambule

Les **objectifs** et les **enjeux** de l'utilisation de matériaux de recyclage dans la fabrication du béton voire de bétons de recyclage sont doubles et essentiellement de type environnemental et/ou écologique :

- Un épuisement moins rapide des réserves existantes en matière de granulats entrant dans la fabrication du béton et en corollaire une protection des ressources existantes.
- Une contribution à l'élimination des matériaux de démolition au travers de leur valorisation, même partielle.

Il est estimé que, en 2015, environ 7% de la production totale de béton en Suisse (soit environ 1 million de m³) contient des matériaux de recyclage. Cette pratique, déjà bien ancrée par exemple dans la région zurichoise, est en augmentation régulière et tendra selon toute probabilité à s'accroître.

Dans le contexte normatif en vigueur en Suisse, il est distingué entre :

- **le béton dit 'béton normal', qui peut contenir une part de matériaux recyclés devant toutefois être inférieure à 25%.**
- **les bétons dits 'bétons de recyclage', contenant une part de matériaux recyclés (granulats de béton ou de gravats mixtes) égale ou supérieure à 25%.**

Les **conditions-cadre** et les **enjeux techniques et financiers** d'une utilisation plus systématique et d'une valorisation de l'utilisation de *bétons de recyclage* sont multiples et notamment les suivants :

- a) Quel est le volume localement disponible de granulats recyclés (= *volume du marché de la déconstruction*) sans qu'il faille recourir, pour pouvoir se procurer ces matériaux, à des transports de très (trop) longue distance ?
- b) Dans quelle mesure les *coûts des bétons de recyclage*, aujourd'hui supérieurs à ceux d'un béton fabriqué à partir de matériaux primaires, s'avèreront-ils à terme concurrentiels ?

Notes : - Le coût plus élevé est notamment dû aux coûts de préparation des granulats non triés ainsi qu'aux coûts liés à un dosage plus élevé en ciment et en adjuvants. Des progrès dans la préparation des 'matières premières' peuvent faire baisser les coûts (exemples : optimisation technique des procédés, réduction des boues à éliminer (voir aussi d) ci-dessous).

- Pour effectuer une véritable comparaison de coûts, il faut prendre en compte la totalité de ceux-ci : coûts de démolition et de nouvelle construction, y c. les coûts (en constante augmentation) d'élimination des matériaux de démolition et les coûts des transports.

- c) Les *exigences envers les matériaux de recyclage respectivement les bétons de recyclage* doivent être à la fois aussi hautes que nécessaires mais aussi basses que possibles, afin de ne pas être trop restrictives et d'être à la portée des entreprises.
- d) *Maîtrise des risques liés à la qualité et à la constance des produits (bétons de recyclage)* : Pour atteindre une qualité constante et, en conséquence, une production 'routinière' des bétons de recyclage, une préparation impeccable des matériaux de recyclage est impérative. Pour ce faire, il faut encore développer des techniques de préparation moins onéreuses.
- e) La *production de bétons de recyclage* nécessite, de la part des fournisseurs de la 'matière première' et des fabricants de bétons, des compléments spécifiques d'équipements, c'est-à-dire des adaptations logistiques (par exemple : silos complémentaires), et donc des investissements.
- f) Dans la mesure où elles sont séparées lors de la préparation des granulats recyclés, certaines fines peuvent présenter des problèmes au niveau de leur teneur en chromates.
- g) *Domaines d'utilisation des bétons de recyclage* :

Il est conseillé d'utiliser le béton de recyclage uniquement pour du béton maigre, du béton de remplissage ou des éléments de structure situés à l'abri des intempéries. Les caractéristiques mécaniques (résistance, module) étant réduites, l'utilisation de béton de recyclage devrait logiquement être limitée aux éléments de structure peu sollicités, c'est-à-dire ne devant pas présenter de très hautes valeurs de résistance. De plus, le béton de recyclage n'est pas adapté pour des éléments de structure devant résister au gel et aux sels de déverglaçage.

Pour atteindre au mieux les objectifs fixés et développés ci-dessus, le soutien et l'engagement des collectivités cantonales et communales et des maîtres d'ouvrage en général ainsi que ceux des concepteurs et des entrepreneurs et fournisseurs sont nécessaires.

2. Normes, directives et littérature

SN EN 206 +A1	Béton – Spécification, performances, production et conformité
Cahier technique SIA 2030	Béton de recyclage Ce cahier technique est en cours de révision (consultation).
Norme SN 670 071	Recyclage - Norme de base
Norme SIA 262	Construction en béton
Norme SIA 262/1	Construction en béton – Spécifications complémentaires
SN EN 12620:2002/A1:2008	Granulats pour béton
Norme SN 670 102b-NA	Granulats pour béton - Avant-propos national – Annexe nationale
Norme SN 670 115	Granulats minéraux : Minéralogie et pétrographie qualitative et quantitative
Recommandation SIA 430	Gestion des déchets de chantier
Directive OFEV UV-0631-F	Directive pour la valorisation des déchets de chantier minéraux
OLED	Ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets du 04.12.2015

Les essais pour le béton durci et les granulats ainsi que pour le béton de recyclage sont indiqués au chiffre 0.2 *Références normatives* respectivement au chiffre 6 *Essais et contrôles* du Cahier technique SIA 2030.

Littérature

- [1] Guide technique des applications recommandées dans le cadre du projet ECOMAT^{GE} (GE)
- [2] Norme SN 670 071
- [3] KBOB Recommandation « Béton de granulats recyclés » 2007/2
- [4] Grundlagen für die Verwendung von Recyclingbeton mit Mischgranulat (GemSuisse –Projekt 200602 – September 2011)
- [5] Korrosionsbeständigkeit eines nichtrostenden Chromstahls in karbonisiertem Normal-, Leicht- und Recyclingbeton (Beton- und Stahlbetonbau 105, Heft 12, Hunkeler F. und Baurle (2010)).

3. Généralités sur les propriétés du béton de recyclage à l'état frais et durci

[1], [4]

Consistance – Ouvrabilité – Cure

Les granulats recyclés présentent **une très forte absorption d'eau**, en particulier s'il s'agit de granulats mélangés de faible masse volumique, ainsi qu'une *teneur en vides supérieure aux granulats naturels*. A ces inconvénients techniques, s'ajoute une *forte variabilité de la composition et des propriétés des granulats*, engendrée par les origines diverses des matériaux recyclés.

Afin d'assurer une *ouvrabilité* raisonnable, permettant la mise en place du béton frais, les dosages en eau, en ciment et en adjuvants sont très souvent augmentés.

Il est nécessaire de maîtriser la consistance car un béton de recyclage a tendance à avoir un raidissement plus précoce qu'un béton normal, dû à l'absorption d'eau plus importante des granulats recyclés.

A l'aide d'adjuvants, il est possible de fabriquer un béton de recyclage avec un rapport e/c bas tout en conservant une *consistance* permettant une bonne ouvrabilité.

La *cure* du béton de recyclage est aussi importante que celle du béton normal.

Module d'élasticité

Le *module d'élasticité* du béton est principalement dicté par celui des granulats et par la quantité de pâte de ciment (eau + ciment + air). Les granulats recyclés, en particulier les granulats mélangés, présentent un module plus faible que celui des granulats naturels (R_u). Il en résulte donc un *module d'élasticité du béton de recyclage inférieur (environ 10 à 20 %) à celui d'un béton normal*, constitué de granulats naturels. Cette baisse sera directement dépendante du type (R_c ou R_b) et de la proportion massique de granulats recyclés contenue dans le béton de recyclage. La probable augmentation du volume de pâte de ciment du béton de recyclage accentuera encore cette baisse de module.

Fluage et retrait

Le fluage et le retrait du béton de recyclage, mesurés sur éprouvettes selon SIA 262/1, sont supérieurs au fluage et au retrait d'un béton normal constitué de granulats naturels. Ces observations résultent à la fois du volume de pâte de ciment supérieur du béton de recyclage et du module d'élasticité inférieur des granulats recyclés.

Etant donné un coefficient de retrait augmenté et un module d'élasticité réduit, les déformations dues au retrait d'un béton de recyclage sont plus grandes que celles d'un béton normal avec des résistances à la compression identiques.

Domaine d'application

En raison d'un dosage en eau augmenté pour le béton de recyclage, il est très difficile de garantir les rapports e/c prescrits dans le tableau NA6 de la SN EN 206 pour les classes d'exposition sévères sans augmenter en conséquence la quantité de ciment ou diminuer la proportion massique de granulats recyclés.

Il est donc conseillé d'utiliser le béton de recyclage uniquement pour du béton maigre, du béton de remplissage ou des éléments de structure situés à l'abri des intempéries (classes XC1, XC2 et éventuellement XC3).

Les caractéristiques mécaniques (résistance, module) étant réduites, l'utilisation de béton de recyclage devrait logiquement être limitée aux éléments de structure peu sollicités, c'est-à-dire ne devant pas présenter de très hautes valeurs de résistance.

De plus, le béton de recyclage n'est pas adapté pour des éléments de structure devant résister au gel et aux sels de déverglaçage.

Carbonatation

En comparaison avec un béton normal et selon les résultats de projets de recherche [4], [5], la résistance à la carbonatation d'un béton de recyclage RC-M aurait tendance à baisser et le risque de dommages dus à la corrosion à augmenter.

Selon ce même projet, le risque de carbonatation pourrait être réduit en limitant le clinker dans la teneur en ciment et en prenant des dispositions lors de la planification (par exemple : utilisation d'acier chromé inoxydable, augmentation de l'enrobage de l'armature).

Masse volumique

La masse volumique d'un béton de recyclage est légèrement inférieure à celle d'un béton normal et se situe à environ 2'350 kg/m³.

Remarques générales

Dans le cadre de l'utilisation de mélanges de démolition préparés à sec, on constate que les *granulats non triés contiennent trop d'impuretés problématiques dans les fines*. Ces substances incontrôlables provoquent de fortes fluctuations du point de vue de la qualité et conduisent à une absorption d'eau élevée. L'absorption d'eau des granulats recyclés étant environ 4 fois plus importante que celle des granulats naturels, il est nécessaire de garantir la gestion de l'humidité des granulats recyclés. L'enlèvement de la fraction 0/4 permet une meilleure gestion de l'absorption d'eau des granulats recyclés par la réduction des fines et des farines. Dans la mesure du possible, il est recommandé de prévoir une humidification préalable.

Un surdosage en ciment du béton de recyclage est nécessité par la présence de granulats recyclés concassés par rapport à un béton normal composé uniquement de granulats naturels roulés.

Le *temps de malaxage* d'un béton de recyclage est le même que celui d'un béton normal.

A noter que l'OLED (Ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets, entrée en vigueur en janvier 2016), qui remplace l'OTD (Ordonnance sur le traitement des déchets), aborde désormais dans son annexe 4, chapitre 3, les possibilités d'utilisation de déchets pour les ajouts et adjuvants dans le béton.

4. Terminologie – Définitions

Selon cahier technique SIA 2030

<p style="text-align: center;">Béton de recyclage</p> <p>Béton selon SN EN 206 dont la part du granulat > 4 mm <u>contient au moins 25 % M</u> (pourcent masse) de granulats recyclés</p>		<p style="text-align: center;">Granulat</p> <p style="text-align: center;">Matériau granulaire utilisé en construction. Un granulat peut-être naturel ou recyclé, selon SN EN 12620</p>		<p style="text-align: center;">Béton normal</p> <p>Béton de masse volumique (après séchage à l'étuve) supérieure à 2000 kg/m³, mais inférieure ou égale à 2600 kg/m³, selon SN EN 206</p>
<p>RC-C</p> <p>Béton selon SN EN 206 dont la part du granulat > 4 mm <u>contient au moins 25 % M</u> de granulats recyclés R_c</p>	<p>RC-M</p> <p>Béton selon SN EN 206 dont la part du granulat > 4 mm <u>contient au moins 25 % M</u> de granulats de gravats mixtes :</p> <p>5% M ≤ R_b ≤ 25% M et R_c + R_b ≥ 25 % M</p>	<p style="text-align: center;">Recyclé</p> <p>Granulat recyclé résultant de la transformation de matériaux inorganiques antérieurement utilisés dans la construction, selon SN EN 12620</p>	<p style="text-align: center;">Naturel</p> <p>Granulat d'origine minérale n'ayant subi aucune transformation autre que mécanique, selon SN EN 12620</p>	
		<p style="text-align: center;">de béton C</p> <p style="text-align: center;"><i>Granulat recyclé, obtenu par traitement du béton de démolition</i></p>	<p style="text-align: center;">de gravats mixtes M</p> <p style="text-align: center;"><i>Granulat recyclé, obtenu par traitement de gravats mixtes</i></p>	
	<p>R_c : granulat de béton, de produits en béton, de mortier et éléments de maçonnerie en béton</p> <p>R_b : éléments de briques et tuiles en argile cuite, briques silico-calcaires, béton cellulaire (non flottant)</p>	<p>Le béton de démolition est un matériau obtenu lors de la démolition, du fraisage d'ouvrages ou de revêtements en béton armé ou non armé, selon OFEV UV-0631-F</p>	<p>Les gravats mixtes sont un mélange de <u>déchets de chantiers exclusivement minéraux</u> provenant d'éléments de construction massifs tels que démolitions de béton, de maçonneries en briques céramiques ou silico-calcaires et en pierres naturelles, selon OFEV UV-0631-F</p>	<p>Un béton dont la composition comprend moins de 25 % M de granulats recyclés est également un <i>béton normal</i></p>

Béton de démolition

Le traitement du béton de démolition permet d'obtenir les matériaux de construction recyclés suivants :

Utilisation sous forme liée

Granulats de béton	SN 670 102-NA, SN EN 12620
Béton RC-C	SN EN 206

Granulats : Obtenus par traitement de béton de démolition.

Forme des grains : Concassé

Qualité : Proche du béton ordinaire avec grain concassé

Gravats mixtes / Matériaux de démolition non triés

Le traitement des matériaux de démolition non triés permet d'obtenir les matériaux de construction recyclés suivants :

Utilisation sous forme liée

Granulats non triés	SN 670 102-NA, SN EN 12620
Béton RC-M	SN EN 206

Granulats : Obtenus par traitement des matériaux de démolition non triés.

Forme des grains : Concassé

Qualité : Retrait important et fluage, flèche plus importante qu'avec le béton ordinaire

5. Utilisation des bétons de recyclage : Processus / Rôles / Tâches des intervenants

Les processus, rôles et tâches des différents intervenants sont décrits dans le tableau général (cf. en début du document).

6. Utilisation des bétons de recyclage

Les domaines d'utilisation dans les éléments de construction sont décrits dans le tableau '*Catalogue des éléments de construction pour les travaux de génie civil, la construction de chaussées et le bâtiment dans le canton du Valais*' (cf. en début du document).

Les tableaux '*Propriétés et applications recommandées des bétons de recyclage*' des pages suivantes décrivent les applications recommandées en fonction des classes d'exposition des éléments de construction concernés.

Propriétés et applications recommandées des bétons de recyclage

Béton de recyclage		Classes(s) d'exposition				
	Teneurs [%-Masse]	X0(CH) (béton non armé)	XC1(CH) (en milieu sec)	XC1(CH) (en milieu humide) XC2(CH) XC3(CH)	XC4(CH)	XD(CH) XF(CH) XA1(CH) à XA3(CH)
RC-C	$R_c \geq 25\%$ $R_b < 5\%$	admis				Admis après des essais préliminaires correspondants
RC-M	$5\% \leq R_b \leq 25\%$ (et $R_c + R_b \geq 25\%$)	admis			Admis après des essais préliminaires correspondants	Non admis
	$R_b > 25\%$	admis		Admis après des essais préliminaires correspondants	Admis après des essais préliminaires correspondants	Non admis

R_c : granulat de béton, de produits en béton, de mortier et éléments de maçonnerie en béton, selon SN EN 933-11

R_b : éléments de briques et tuiles en argile cuite, briques silico-calcaires, béton cellulaire (non flottant), selon SN EN 933-11

Classes d'exposition :

- X0 aucune dégradation
- XC1 sec ou humide en permanence
- XC2 humide, rarement sec
- XC3 humidité modérée
- XC4 alternativement sec et humide

Limitation en
1^{ère} étape en
Valais

2^{ème} étape

Certification obligatoire des
recettes et des bétons

Propriétés et applications recommandées des bétons de recyclage

Sorte	Sorte 0 («zéro»)	Sorte A 1)	Sorte B	Sorte C	Sorte D (T1) 2,3)	Sorte E (T2) 3)	Sorte F (T3) 4)	Sorte G (T4) 4)
Exigences de base								
Conformité avec cette norme	Béton selon SN EN 206	Béton selon SN EN 206	Béton selon SN EN 206	Béton selon SN EN 206	Béton selon SN EN 206	Béton selon SN EN 206	Béton selon SN EN 206	Béton selon SN EN 206
Classe de résistance à la compression	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C25/30	C25/30	C30/37	C30/37
Classe(s) d'exposition (combinaison des classes indiquées)	X0(CH)	XC2(CH)	XC3(CH)	XC4(CH), XF1(CH)	XC4(CH), XD1(CH), XF2(CH)	XC4(CH), XD1(CH), XF4(CH)	XC4(CH), XD3(CH), XF2(CH)	XC4(CH), XD3(CH), XF4(CH)
Dimension maximale nominale du granulat	D _{max} 32	D _{max} 32	D _{max} 32	D _{max} 32	D _{max} 32	D _{max} 32	D _{max} 32	D _{max} 32
Classe de teneur en chlorures ⁵⁾	CI 0,10	CI 0,10	CI 0,10	CI 0,10	CI 0,10	CI 0,10	CI 0,10	CI 0,10
Classe de consistance	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3

- Applications recommandées au niveau suisse
- - - Applications possibles sous conditions (cf. tableau précédent) au niveau suisse



Sorte Exigences	Sorte 0 («zéro»)	Sorte A	Sorte B	Sorte C	Sorte D (T1)	Sorte E (T2)	Sorte F (T3)	Sorte G (T4)
Classe d'exposition (combinaison des classes indiquées)	X0(CH)	XC2(CH)	XC3(CH)	XC4(CH), XF1(CH)	XC4(CH), XD1(CH), XF2(CH)	XC4(CH), XD1(CH), XF4(CH)	XC4(CH), XD3(CH), XF2(CH)	XC4(CH), XD3(CH), XF4(CH)
Rapport E/C resp. rapport E/C _{eq} maximal [-]	–	0,65	0,60	0,50	0,50	0,50	0,45	0,45
Dosage min. en ciment [kg/m ³] a)	–	280	280	300	300	300	320	320
Essais de durabilité d)	néant	néant	PE, RCarb	RCarb	RCarb, GDS	RCarb, GDS	RCI-, GDS	RCI-, GDS
Autres exigences	SN EN 12620 contient les exigences relatives aux granulats							

- Applications recommandées au niveau suisse
- - - Applications possibles sous conditions (cf. tableau précédent) au niveau suisse



7. Conditions particulières pour les cahiers d'appels d'offres de travaux

Lorsque le MO demande ou laisse possible l'utilisation de bétons de recyclage pour la réalisation d'un ouvrage donné, les conditions particulières du cahier d'appel d'offres des travaux pour cet ouvrage doit contenir toutes les mentions utiles afférentes.

Exemple :

Béton de remplissage – Béton de propreté (béton Type 0, Type RC-C et Type RC-M)

Pour certains éléments d'ouvrage qui n'exigent pas une qualité particulière de béton, il est prescrit un béton de recyclage correspondant à la classe d'exposition X0. Ce type de béton doit contenir au moins 280 kg de ciment /m³ de béton (béton de remplissage) respectivement 150 kg de ciment / m³ de béton (béton de propreté) et avoir un facteur e/c maximal de 0.65. Il n'y a pas de limitation quant au type de ciment utilisé.

8. Articles de mise en soumission des travaux

Utilisation des articles de soumission selon CAN 241 « *Construction en béton coulé sur place* »

Sous chapitre 060 Béton

R062.100 Béton de recyclage selon norme SN EN 206 et le cahier technique SIA 2030, Type RC-C
Caractéristiques

.....
.....
.....

R062.200 Béton de recyclage selon norme SN EN 206 et le cahier technique SIA 2030, Type RC-M
Caractéristiques

.....
.....
.....

Pour la mise en place, la fourniture et le compactage, utiliser les articles normalisés :

Exemple « Béton de propreté »

121 Mise en place de béton de propreté sur plate-forme. Y compris fourniture et compactage.

.100 Horizontalement ou avec pente sur 1 côté jusqu'à % 5

R.120 Béton, CEM kg/m³ 150, granulats recyclés. Diamètre nominal du grain maximal D_{Max} 32

.111 Epaisseur jusqu'à mm 50

Type : (soit RC-C ou RC-M) M2

Voir aussi : exemples d'articles du CAN pour bétons de recyclage (document annexé).

9. Certifications et certificats

Certification des matériaux

Conformité technique : ASMP, S-Cert
Conformité environnementale : Label ASR

Certification des bétons de recyclage

A. Béton de recyclage (>25% de granulats recyclés) :

a) Sortes 0, A et B :

Tous les essais usuels nécessaires doivent être entrepris.
Dans tous les cas, la centrale est responsable du produit livré.

b) Sorte C :

Certification obligatoire des recettes et des bétons.

B. Béton normal (<25% de granulats recyclés) :

Le MO se laisse toujours la possibilité de demander à l'entrepreneur/fournisseur de remettre la recette du béton livré, en particulier d'annoncer le % de granulats recyclés qu'il contient et l'élément d'ouvrage concerné par la fourniture.

Certification d'un contrôle interne de production

Un certificat lié au Contrôle Interne de Production (CIP) peut faire partie des pièces demandées par le MO ou à remettre par les entreprises lors de l'appel d'offres.
Son dépôt peut contribuer à crédibiliser l'offre déposée.



Département de la mobilité, du territoire et de l'environnement
Service de la mobilité
Arrondissement 3 - Bas-Valais

Departement für Mobilität, Raumentwicklung und Umwelt
Dienststelle für Mobilität
Kreis 3 - Unterwallis

Soumission N° 1

Projet : **0001**
BETON DE RECYCLAGE 2019

BETON DE RECYCLAGE

Montant net soumission Fr. TVA incl.

Lieu et date :

Timbre et signature :

Soumission N° 1

Conditions

Désignation	Total de la soumission	Révisé
Brut	.....	.....
Rabais	..... % .....	.....
Sous-total 1	.....	.....
TVA	7.70 % .....	.....
Net	..........	..........

Soumission N° 1

1 **BETON DE RECYCLAGE** 241 **Constructions en béton coulé sur place**

000 Conditions générales

. Domaine individuel (fenêtre de réserve): seul endroit où l'introduction d'un article modifié ou ajouté par l'utilisateur est autorisée. Les articles personnalisés sont reconnaissables à la lettre "R" précédant leur numéro.
. Descriptif abrégé: descriptif dans lequel seules les 2 premières lignes des remarques préliminaires, des articles principaux et des sous-articles fermés sont reprises.
Dans tous les cas, ce sont les textes complets du CAN qui font foi.

.100 Descriptif abrégé: le texte complet CAN 241F/2019 fait foi
Constructions en béton coulé sur place (V'19)

.200 Les indications relatives aux conditions de rémunération et aux règles de métré, ainsi que les définitions des termes techniques utilisés dans le descriptif, sont données dans le sous-paragraphe de réserve 090. Elles ne sont pas reprises du CAN mais sont spécifiques à l'ouvrage projeté.

060 Exigences relatives au béton

063 Béton de recyclage avec granulats de béton RC-C à propriétés spécifiées.

.400 Béton recyclé RC-C selon norme SN EN 206 et cahier technique SIA 2030.
Classe de résistance à la compression C 12/15.
Classe d'exposition X0.
Dimension maximale nominale du granulats D_max 32.
Classe de teneur en chlorures Cl 0,10.
Classe de consistance C3.

064 Béton de recyclage avec granulats non triés RC-M à propriétés spécifiées.

.300 Béton recyclé RC-M selon norme SN EN 206 et cahier technique SIA 2030.
Classe de résistance à la compression C12/15.
Classe d'exposition X0.
Dimension maximale nominale du granulats D_max 32.
Classe de teneur en chlorures Cl 0,10.
Classe de consistance C3.

100 Travaux préparatoires

Le sous-art. 000.200 indique les conditions de rémunération,

100	règles de métré et définitions à prendre en considération.			
130	Béton de propreté, de remplissage et de coffrage -----			
131	Béton de propreté pour plate-forme, fourniture, mise en oeuvre et compactage.			
.100	Surface horizontale ou en pente sur 1 côté jusqu'à % 5,0.			
.131	Granulat recyclé. Dimension maximale nominale du granulat D_max 32. CEM kg/m3 150. Epaisseur mm 50. Désignation du type RC-C.	.....	m2	.....
.132	Granulat recyclé. Dimension maximale nominale du granulat D_max 32. CEM kg/m3 150. Epaisseur mm 50. Désignation du type RC-M.	.....	m2	.....
132	Béton de remplissage et de coffrage, fourniture, mise en oeuvre et compactage.			
.301	Granulat recyclé. Dimension maximale nominale du granulat D_max 32. CEM kg/m3 280. up = m3. Désignation du type RC-C.	.....	up	.....
241	Total Constructions en béton coulé sur place			-----

Ont participé à la rédaction du présent guide technique



Département de la mobilité, du territoire et de l'environnement
Service de la mobilité

Departement für Mobilität, Raumentwicklung und Umwelt
Dienststelle für Mobilität

M. Jean-Christophe Putallaz
M. Loris Chittaro
M. Lucien Pignat



Département de la mobilité, du territoire et de l'environnement
Office de construction des routes nationales

Departement für Mobilität, Raumentwicklung und Umwelt
Amt für Nationalstrassenbau

M. Martin Hutter
M. Stefan Aebersold



M. Raoul Zengaffinen
M. Jean-Michel Melly
M. Guy Sneiders
M. Roland Vonlanthen



M. Luis Ricardo
M. Lionel Lathion
M. Didier Aeby



M. Sylvain Dumoulin
M. Pierre Bruchez

Groupe de travail Enrobés

M. Stefan Aebersold
M. Frédéric Chambovey
M. Andreas Schmid
M. Glenn Giroud

Groupe de travail Graves

M. Loris Chittaro
M. Lionel Lathion
M. Guy Sneiders

Groupe de travail Bétons

M. Jean-Christophe Putallaz
M. Jacky Aymon
M. Martin Volken
M. François Glassey

Validé par la sous-commission « Ressources minérales »
en date du 27 février 2019