

Chapitre 2

Chaussées traditionnelles pour routes à forte circulation

Différents types de chaussées ont été élaborés dans les pays afin de tenir compte des diverses conditions climatiques locales, des niveaux de trafic et de financement et des gestionnaires. Ce chapitre décrit brièvement les couches de roulement types existantes, traditionnellement construites sur les routes à forte circulation. L'objectif est double. En premier lieu, ces informations permettront d'effectuer une analyse comparative entre les couches de roulement traditionnelles existantes et les nouvelles couches de roulement à longue durée de vie (chapitre 4). En deuxième lieu, il s'agira d'étudier les nouveaux matériaux et les performances potentielles des couches de roulement à longue durée de vie (chapitre 5). Les informations de ce chapitre serviront de référence pour évaluer les performances réalisables avec les méthodes de revêtement traditionnelles. Les performances des nouveaux matériaux pourront être comparées à cette référence.

Un questionnaire a été élaboré pour obtenir des informations sur les chaussées traditionnelles existantes (voir annexe A). Il a été essentiellement orienté vers les chaussées bitumineuses traditionnelles. Toutefois, quelques informations sur les chaussées en béton ont également été recueillies. Douze pays ont répondu : Canada, Danemark, États-Unis, Finlande, France, Hongrie, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, Royaume-Uni et Suède.

Des informations supplémentaires ont été obtenues à partir d'études récentes : AIPCR (2002), Transportation Research Board (2001, 2002) et Direction générale de l'Énergie et des Transports de la Commission européenne (1999).

Le questionnaire a été conçu pour obtenir des informations techniques et économiques sur les pratiques des agences concernant les revêtements, et notamment la couche de roulement. Les informations demandées ont été limitées aux chaussées à forte circulation (TMJA d'au moins 10 000 véhicules, avec plus de 15 % de poids lourds). Il a été supposé que les matériaux, la construction et le drainage utilisés permettraient d'obtenir une capacité structurelle importante (c'est-à-dire, que la structure de la chaussée aurait une longue durée de vie, avec prévision d'entretien périodique et de renouvellement de la couche de roulement). Les propriétés de la couche de roulement (durée de vie prévue, coûts initiaux, épaisseur, matériaux et méthodes de dimensionnement) ont pu alors être isolées et analysées indépendamment des propriétés de la structure générale ou des couches inférieures.

Les agences ont été priées de répondre sur la base de projets spécifiques, réalisés récemment. Il a été prévu de pouvoir définir et utiliser un type et des performances moyens lors de l'analyse.

Coûts initiaux et stratégies d'entretien

Le tableau 2.1 montre les coûts initiaux des matériaux de la couche de roulement, les épaisseurs types, la durée de vie prévue, les stratégies d'entretien et les durées de fermeture à la circulation. Les types de mélanges existants ou les nom génériques des mélanges utilisés pour identifier les mélanges dans chaque pays, sont notés. C'est la principale source d'informations utilisée dans l'analyse comparative entre les chaussées traditionnelles ou existantes et les chaussées avancées de haute technologie, décrites au chapitre 5.

Les coûts initiaux comprennent les coûts des matériaux, du malaxage, du transport, de la mise en œuvre et de la gestion du trafic pendant les travaux. Ce sont les coûts tout compris de l'offre du maître d'œuvre pour les travaux, ne comprenant pas des postes tels que la conception, la surveillance des travaux en régie ou autres coûts accessoires du projet. En outre, ces coûts ne concernent que la couche de roulement et non les couches structurelles inférieures ou les travaux de préparation détaillés, préalables au revêtement. Cette définition permet d'exclure autant de variables inutiles que possible tout en obtenant des données suffisantes pour une analyse comparative. Tous les coûts sont exprimés en dollars américains (USD) par mètre carré de couche de roulement.

Outre les coûts initiaux et la durée de vie prévue, les informations économiques nécessaires à l'analyse concernent les stratégies et les coûts d'entretien, les calendriers et les durées de fermeture à la circulation pour travaux d'entretien. Les données sur les valeurs résiduelles n'ont pas été recueillies dans le cadre de cette analyse, car souvent les pays ne détiennent pas ces informations.

Les coûts de la main d'œuvre ont une grande influence sur les coûts de construction initiaux et varient énormément d'un pays à l'autre. Il n'a pas été tenté de normaliser les coûts initiaux des chaussées en raison de la diversité des coûts de la main d'œuvre. Seuls la moyenne et les écarts de valeurs signalés sont présentés. Les coûts moyens de la main d'œuvre nécessaire à la pose des chaussées avancées ont été utilisés dans ce rapport, pour l'analyse économique comparative. Les analyses de cas nationaux spécifiques sont laissées au soin des administrations compétentes.

Le tableau 2.1 montre les informations suivantes :

- L'asphalte coulé gravillonné (SMA) est le mélange pour couche de roulement le plus souvent cité. Il a donc été utilisé comme principal indicateur des types et coûts habituels des mélanges pour couches de roulement.
- Les épaisseurs varient entre 25 et 50 mm. Les coûts initiaux vont d'environ 3.50 USD à 15.60 USD par mètre carré.

Tableau 2.1. Coûts initiaux et stratégies d'entretien des couches de roulement

Pays	Coûts initiaux (USD/m ²)	Épaisseur (mm)	Durée de vie prévue couche de roulement (années)	Stratégie d'entretien	Années	Coûts (en km de voie)	Durée de fermeture à la circulation (jours)	Notes
Canada								
1.	5.50	50	15	Scellement de fissures Scellement de surface	2,9,15	1 000	0.2	Superpave
				/recyclage à chaud sur place	12	20 000	2	
				Fraisage et remplacement	15	30 000	1	
2.	5.25	50	15	Scellement de fissures	2	1 000	0.2	Mélange cl.1
				Emplois partiels	10	10 000	1	
				Scellement de surface				
				/recyclage à chaud sur place	12	20 000	2	
				Fraisage et remplacement	15	30 000	4	
3.	3.00	40	15	Scellement de fissures	3,9,15	1 000	1	Enrobé dense
				Emplois partiels	9,15	8 000	1	
				Fraisage et remplacement	19	73 000	1	
Danemark								
1.	5.30	20	14	Scellement de fissures	8	1 000	0.33	TB (couche mince)
				Emplois partiels	10,13	3 000	0.33	
				Rechargement	14	20 000	1	
2.	9.50	35	14	Scellement de fissures	8	1 000	0.33	ACG
				Emplois partiels	10,13	3 000	0.33	
				Fraisage et remplacement	14	35 000	1	
États-Unis								
1.	4.90	50	18	Scellement de fissures	3			BB
				Scellement de surface	8	3 500	0.04	Minnesota
				Rechargement	18	20 000	1	
2.	5.60	50	10	Scellement de fissures	5,10	2 000	1	ACG
				Fraisage et remplacement	10	27 000	2	Colorado
3.	35.00	320	30	Scellement de fissures	20	320 000	10	Béton
				Broyage	20	240 000	10	Floride
				Rechargement	30			
Finlande	5.00	40	5	Fraisage et remplacement	5	20 000	0.5	
France	3.00	25	16 (8 voie poids lourds)	Scellement de fissures	5		1	
				Thermorégénération (voie poids lourds)	8			
				Fraisage et remplacement	16			
Hongrie	8.00	40	7	Emplois partiels	3	100	0.5	ACG
				Emplois partiels	5	200	0.5	
				Rechargement	7	100 000	1	
Norvège	6.70	35	5	Fraisage et remplacement	5	24 300	1	ACG
Pays-Bas								
1.	10.60	50	15	Fraisage et remplacement (voie poids lourds)	9	65 000	0.8	BBDR (construction)
2.	15.60	50	15	Fraisage et remplacement (toutes voies)	15	86 000	0.8	BBDR (remise en état)
Pologne								
1.	6.94	40	10	Rechargement mince	10	20 000	0.5	ACG
				Fraisage et remplacement	20	26 000	0.75	
2.	9.20	50	10	Rechargement mince	10	24 000	0.4	BB
				Fraisage et remplacement	20	32 000	1	
Portugal	3.44	40	15	Scellement de fissures	3,6,12	2 600	2	ACG
				Fraisage et remplacement	15	16 000	1	
Royaume-Uni								
1.	6.61	25	9	Scellement de fissures, Fraisage et remplacement	8,9			ACG
2.	8.61	30	9	Scellement de fissures	8	2 000	0.5	
				Fraisage et remplacement	9	34 000	0.4	
3.	9.50	30	9	Fraisage et remplacement	9,27	20 000	0.5	
				Fraisage et remplacement	18,35	33 000	1	
Suède								
1.	3.00	20	9	Fraisage et remplacement	9	15 000	1	TSK couche mince
2.	6.00	40	13	Scellement (sdi)	9	4 000	0.2	ACG
				Fraisage et remplacement	13	30 000	2	

ACG = Asphalte coulé gravillonné.

Source : D'après les réponses au questionnaire de l'OCDE.

- Pour les autres types de mélanges, les épaisseurs varient beaucoup plus largement, entre 20 mm et 50 mm. Cette dernière valeur est signalée pour de nombreux types de mélanges différents. L'épaisseur de la couche de roulement a une influence sur le prix, les couches les plus minces s'avérant moins chères que prévu. L'épaisseur du mélange peut être limitée à 20 mm pour les couches de roulement minces au Danemark et en Suède.
- Les coûts initiaux en Europe occidentale sont légèrement plus élevés que dans les pays nordiques et en Amérique du Nord. Certains des facteurs expliquant ces différences ont déjà été exposés. Toutefois, le taux de change USD-EUR a varié de quelques 20 % au cours du projet. Les comparaisons sont donc uniquement approximatives. Les coûts indiqués dans les tableaux ont été exprimés en USD au cours de décembre 2002 (le taux de change moyen était alors de USD 1 \approx EUR 0.98).
- En Finlande et en Norvège, les coûts initiaux des mélanges d'une épaisseur supérieure à 30 mm sont légèrement moins élevés qu'en Europe occidentale. Ils varient entre 5.00 et 6.70 USD.
- Les mélanges d'Amérique du Nord comprennent le Superpave et l'asphalte coulé gravillonné, ainsi que les types de mélanges traditionnellement utilisés par les agences (par exemple, mélange de classe 1 ou enrobé dense). Les coûts initiaux vont de 3.00 à 5.60 USD.
- Les enrobés drainants (enrobés poreux) sont les mélanges les plus utilisés aux Pays-Bas. Les coûts initiaux vont de 10.00 USD (nouvelles constructions) à 15.60 USD (remises en état) par mètre carré. La réduction du bruit est un aspect très important dans ce pays. L'utilisation de ce type de chaussée répond à un choix politique : elle permet de réduire les niveaux de bruit d'au moins 2 à 3 dB, ce qui est comparable au résultat obtenu avec la construction d'un mur antibruit, au coût élevé. Dans l'analyse des coûts, l'utilisation de ce mélange présente un rapport coût/avantage différent, notamment en milieu urbain.
- On n'a pas recueilli dans le cadre de l'analyse de données sur les coûts d'entretien de routine. On ne doit pas supposer que ceux-ci sont les mêmes pour différents types de chaussées (même s'il est vraisemblable qu'ils sont relativement similaires). Là où il manque des données dans les tableaux, c'est que les données n'ont pas été fournies dans les réponses initiales.

Pour l'analyse économique comparative, un asphalte coulé gravillonné d'une épaisseur de 30 mm a été retenu pour représenter le revêtement le plus utilisé, d'un coût de 8.00 USD par mètre carré.

Durée de vie prévue

Les couches de roulement en asphalte coulé gravillonné ont une durée de vie prévue de cinq à 15 ans. Les valeurs les moins élevées sont celles de Finlande et de Norvège, où les pneus cloutés sont utilisés tout l'hiver. Le volume de trafic a également une influence importante : sur autoroute, les voies à forte circulation (souvent pour véhicules lents) ont

une durée de vie prévue de six à huit ans, tandis que les voies à faible circulation peuvent durer jusqu'à 15 ans.

À partir des données obtenues et des valeurs estimées, une durée de vie moyenne de dix ans a été retenue pour l'évaluation économique.

Stratégies d'entretien

La durée de vie de la couche de roulement arrive à son terme lorsqu'une couche supplémentaire est nécessaire ou que la couche de surface est fraisée et remplacée. Elle est souvent allongée par des stratégies d'entretien intermédiaire, comme le scellement de fissures et/ou les emplois partiels. Les stratégies d'entretien supplémentaire ou plus solide sont moins courantes. Elles comprennent les traitements par scellement de surface, application d'une couche d'étanchéité ou mise en œuvre de béton bitumineux clouté. Une autre stratégie déterminée consiste à ne pas effectuer d'entretien jusqu'au moment du fraisage et du remplacement.

Les stratégies d'entretien dépendent des performances de la chaussée sur le terrain. Les stratégies retenues pour l'analyse économique comparative ont été basées sur des moyennes tenant compte des stratégies d'entretien obtenues à partir des modèles utilisés dans le chapitre 5.

Coûts d'entretien

Les coûts habituels des opérations de scellement de fissures vont de 1 000 à 2 600 USD par kilomètre de voie. Les coûts habituels des emplois partiels vont de 3 000 à 10 000 USD par kilomètre de voie. Les coûts du scellement de surface ou de la mise en œuvre de béton bitumineux clouté vont de 4 000 à 20 000 USD par kilomètre de voie.

Durée de fermeture à la circulation pour travaux d'entretien

Les durées habituelles de fermeture de la chaussée varient entre 0.2 et un jour par kilomètre de voie pour le scellement de fissures, entre 0.33 et un jour pour les emplois partiels et entre 0.2 et deux jours pour le scellement de surface ou la mise en œuvre de béton bitumineux clouté.

Critères de dimensionnement et de rupture des chaussées existantes

Le tableau 2.2 fournit des données sur le trafic, les méthodes de dimensionnement, la durée de vie prévue de la couche de roulement et les critères de rupture utilisés par les agences en matière d'uni, d'orniérage, de dégradation et d'adhérence. Des informations sur la politique de chaque agence y figurent également, lorsqu'elles ont été recueillies.

Les méthodes de dimensionnement habituelles mentionnées par les agences sont inspirées de la méthode Shell, de l'Asphalt Institute, de l'AASHTO, de normes provinciales et de normes nationales complétées par les catalogues et les abaques disponibles, adaptés aux conditions locales. La publication COST 333 *Development of New Bituminous Pavement Design Method* de la Direction générale de l'Énergie et des Transports de la Commission européenne (1999) constitue une synthèse complète des

méthodes de dimensionnement de chaussées utilisées dans les pays de l'Union européenne.

Les méthodes de dimensionnement tiennent compte des effets du trafic, de l'environnement, du sol de fondation et des matériaux de construction pour obtenir une conception structurale. La plupart se réfèrent à un abaque pour réaliser ou confirmer le dimensionnement.

La durée de vie de conception de la chaussée est généralement de 20 ans ou plus. Elle est différente de la durée de vie prévue de la couche de roulement, puisque le revêtement devra être renouvelé ou remplacé au cours de cette période.

Les autres informations intéressantes à noter sont les suivantes :

- L'indice de rugosité international (IRI) est largement utilisé par la plupart des agences comme mesure de performance de la chaussée et mesure de qualité de la construction, pour les projets. Les valeurs IRI pour les critères de rupture dépendent du budget de l'agence, mais les valeurs citées varient entre 2.2 et 4.4, la réponse la plus courante étant 2.4.
- De façon similaire, les valeurs d'orniérage justifiant des opérations d'entretien varient entre 13 et 25 mm, la réponse la plus courante étant 15 mm.
- Plus de 50 % des réponses indiquent que les coûts pour l'utilisateur sont pris en compte dans la conception.
- L'adhérence est un critère de rupture couramment utilisé par les agences. Les valeurs minimales signalées varient entre 0.35 et 0.4.
- Des données concernant la déformation en traction horizontale maximale pour la couche de roulement ont été fournies par deux agences. Leur valeur est de 125 ms.
- En général, les mesures du bruit ne sont pas couramment effectuées pour ces infrastructures, mais une agence interrogée, celle du Royaume-Uni, signale que la question du bruit exclut l'utilisation de revêtements en béton pour les nouvelles constructions. La réduction du bruit est un aspect très important aux Pays-Bas.

Structures de chaussées types

Le tableau 2.3 montre les structures de chaussées types utilisées dans les projets de revêtement de routes à forte circulation. Les sections spéciales telles que les carrefours giratoires et les aires de transbordement pour poids lourds n'ont pas été prises en compte. Les données portent sur l'épaisseur de la couche de roulement, l'épaisseur totale de bitume dans les structures de chaussées et l'épaisseur granulaire totale. Ces données n'ont pas été utilisées pour l'analyse économique, mais sont intéressantes pour les agences car elles servent de références et permettent de comparer les conceptions, à des fins d'évaluation, avec les chaussées avancées de haute technologie.

Les structures types signalées sont les suivantes :

- Couches de roulement d'une épaisseur généralement comprise entre 30 et 40 mm.
- Couche(s) inférieure(s) en béton bitumineux d'une épaisseur généralement comprise entre 200 et 240 mm.
- Couche(s) de base granulaires d'une épaisseur généralement comprise entre 300 mm et 1.2 m.

Tableau 2.2. Critères de dimensionnement et de rupture des chaussées existantes

Pays	Trafic			Méthode de dimensionnement	Durée de vie prévue ¹ (années)	IRI rupture	Critères d'orniérage (mm)	Dégradation fissures (%)	Prise en compte des coûts pour l'utilisateur
	TMJA (milliers)	Équivalent charge/essieu (millions)	% poids lourds						
Canada	32	20	22	Méthodes provinciales AASHTO	15	2.2	15		Non
Danemark	60	5	8	Normes danoises	14	3.5	15		Non
États-Unis	29	13	14	Min. Transport Floride	30	2.4			Non
	10	10	15	Min. Transport Minnesota	18		13		Non
	129	12	11	AASHTO	10	2.2	14	15	Oui
Finlande	17-45		15	Abaques	5		13		Non
France	25		19	Normes nationales	8-16		15-20		Oui
Hongrie	20	18	10	Normes nationales	7	3.2	14	25	Non
Norvège	22	3	15	Norvégienne	5	4	25		Non
Pays-Bas	55	36	17	Méthode néerlandaise	9	2.5	18	20	Oui
Pologne	20	14	20	Catalogue	10	4.4	20	20	Oui
Portugal	11	19	15	Méthode Shell	15	3.5	15		Oui
Royaume-Uni	111	106	15	Rapport TRL LR1132	9	RQI	20	3	Oui
Suède	13	25	10	ATB (suédoise)	13	2.5	17	10	Oui

1. Couche de roulement uniquement.

Source : D'après les réponses au questionnaire de l'OCDE.

Des couches d'enrobés bitumineux et des couches granulaires épaisses ont été signalées. L'épaisseur totale des couches varie entre 150 et 400 mm, la réponse la plus courante étant comprise entre 200 et 270 mm. L'épaisseur des couches granulaires varie sensiblement, entre 150 mm et 2 mètres. Les couches granulaires épaisses sont utilisées dans les climats froids pour empêcher que le soulèvement dû au gel ne provoque des fissures et une détérioration de la surface de la chaussée.

Le pourcentage d'épaisseur de bitume, par rapport à l'ensemble de la structure, varie entre 9 % et 75 %, mais la réponse la plus courante est comprise entre 20 % et 40 %.

Tableau 2.3. Structures de chaussées types

Pays	Structure type	Épaisseur couche de roulement (mm)	Épaisseur totale enrobé (mm)	Épaisseur granulaire (mm)	Épaisseur totale (mm)	% enrobé dans structure totale	Équivalence structurelle ¹
	ACG = asphalte coulé gravillonné BB = béton bitumineux BBDR = béton bitumineux drainant CBC = couche de base en concassé CB = couche de base						
Canada	BB 230mm, CBC 150mm, CB 300mm, silts	50	230	450	680	34%	910
Danemark	ACG 20mm, liant BB 60mm, base BB 180mm	20	260	600	860	30%	1 120
	Enrobé 50mm, BB 200mm, CBC 450mm	50	200	450	650	31%	850
	BB 150mm, CBC 300mm, CB 300mm, silts	50	150	600	750	20%	900
Etats-Unis	Béton 320mm, CB 1 200mm		320	1 200	1 520	21%	1 840
Finlande	ACG 40mm, matériau granulaire épais	40	200	2 000	2 200	9%	2 400
France	Enrobé 25mm+40 mm+ 80mm, matériau traité au liant hydraulique 270mm+200mm	25	145	470	615	24%	760
Hongrie	ACG 40mm, BB 160mm, CBC 300mm	40	200	300	500	40%	700
Norvège	ACG 35mm, BB 185mm, CBC 700mm	35	220	700	920	24%	1 140
Pays-Bas	BBDR 50mm, BB 350mm, sable 1m	50	400	1 000	1 400	29%	1 800
Pologne	ACG 40mm, BB 90mm, CBC 140mm, CB 200mm	40	130	340	470	28%	600
Portugal	ACG 40mm, BB 230mm, matériau granulaire 350mm	40	270	350	620	44%	890
Royaume-Uni	ACG 30mm sur BB sur matériau granulaire	30	310	180	490	63%	800
	ACG 30mm sur BB sur ciment	30	390	150	540	72%	930
	ACG 30mm sur BB épais	30	450	150	600	75%	1 050
Suède	ACG 40mm, BB 200mm, matériau granulaire 1m	40	240	1 000	1 240	19%	1 480

1. L'équivalence structurelle est égale au double de l'épaisseur de l'enrobé, plus l'épaisseur granulaire (approximativement).

Source : D'après les réponses au questionnaire de l'OCDE.

Caractéristiques des matériaux de chaussées existantes

Le tableau 2.4 fournit des données sur les mélanges utilisés pour les structures de chaussée en enrobé bitumineux. Ces informations portent sur la teneur en bitume, le type de bitume, la composition granulométrique du granulat, la dimension maximale de granulat, la teneur en vides et le compactage.

La teneur en bitume varie entre 4.5 % et 6.4 %. La granularité de l'asphalte coulé gravillonné comprend 70 % à 80 % de granulats et 5 % à 8 % de fines. La dimension maximale de granulat signalée atteint 19 mm, la dimension maximale la plus couramment citée étant comprise entre 10 et 16 mm. La teneur en vides la plus couramment citée est de 4 % pour un mélange type, et de 20 % pour les enrobés drainants. Les types de bitume sont notés à l'aide de classes de pénétrabilité. Les classes les plus couramment citées vont de 50 à 100.

Les pays d'Europe méridionale utilisent pour le bitume une classe de pénétrabilité de 50 à 70 ; ceux d'Europe septentrionale utilisent une classe de pénétrabilité de 70 à 100. Cette pratique est le reflet des différents climats. Au Canada, les classes de pénétrabilité vont généralement de 80 à 100 dans les régions méridionales et de 150 à 200 dans les climats septentrionaux. Les États-Unis et certaines provinces du Canada utilisent des

classes de pénétrabilité pour le bitume conformes aux spécifications des revêtements Superpave et citent couramment des classes de 64-22. Dans les zones septentrionales, les classes de pénétrabilité sont de l'ordre de 58-28 ou 58-34.

L'utilisation de fibres a été mentionnée pour les asphaltes coulés gravillonnés, ainsi que celle de bitumes modifiés, bien qu'elle soit rare dans de nombreux pays.

Tableau 2.4. Caractéristiques des matériaux de chaussées existantes

Pays	Coût initial (USD/m ²)	Épaisseur (mm)	Teneur en bitume (%)	Compactage min (%)	Composition granulat/sable/fines	Taille max granulat (mm)	Teneur en vides (%)	Type de bitume
Mélange								
Canada								
Superpave	5.50	60	5.6	90.5 (Rice)	55/40/5	19	4	PG 64-28
Enrobé dense	3.00	40	4.8	90.5 (Rice)	51/49/0	16	6.8	80-100
Danemark								
TB	5.30	20	5		69/19/7	8		70-100
ACG	9.50	35	6	95	73/13/8	11	7	40-60
États-Unis								
Superpave	4.90	50	6	92 (Rice)		12.5	4	64-34
ACG	5.60	50	6.2		76/17/7	19	4	76-28
Finlande								
ACG	5.00	40	6.1		91/0/9	16	2,8	80
France								
BBTM	3.00	25	5.5		70/27.5/7.5			35/50
Hongrie								
ACG	8.00	40	6.4	97	74/14/11	12	4.3	30/60S
Norvège								
ACG	6.70	35	6.3	98	64/26/11	11	3	70-100
Pays-Bas								
BBDR	10.60	50	4.5	97	75/20/5	16	20	70-100
Pologne								
ACG	6.94	40	6.2	98	78/11/11	12.8	4	50
AP	9.20	50	5.7	98	80/15/5	12.8	3	60
Portugal								
ACG	3.44	40	5.5		80/15/5	14	4	50-70
Royaume-Uni								
Hitex	8.61	39	5		72/22/6	14	4 to 8	50
Superpave	8.15	39	4.7		70/22/8	14	4 to 8	50
Suède								
TSK	3.00	20	5.5			16		70-100
ACG	6.00	40	6.3			16		70-100

Source : D'après les réponses au questionnaire de l'OCDE.

Résumé

Pour l'analyse économique, a été retenue une épaisseur de couche de roulement de 30 mm. Les coûts initiaux retenus de ces couches de roulement de chaussée s'élèvent à 8.00 USD par mètre carré de matériau bitumineux mis en œuvre (les plus élevés parmi ceux cités pour cette épaisseur de couche de roulement).

Les asphaltes coulés gravillonnés et le mélange Superpave sont les matériaux traditionnellement ou habituellement choisis par les agences de l'OCDE pour la couche de roulement.

La durée de vie prévue de ces matériaux de surface jusqu'à leur date de remplacement est généralement de dix ans.

Les agences de l'OCDE utilisent plusieurs stratégies d'entretien :

- Pas d'entretien jusqu'au fraisage et au remplacement ou jusqu'à la fin de la durée de vie.
- Une seule opération de scellement de fissures.
- Une opération de scellement de fissures associée à une autre opération d'emplois partiels ou de scellement de fissures.
- Une opération de scellement de fissures associée à un traitement de surface/une mise en œuvre de béton bitumineux clouté, plus solide.

Les coûts habituels du scellement de fissures varient entre 1 000 et 2 600 USD et ceux des emplois partiels entre 3 000 et 10 000 USD par kilomètre de voie. Les coûts du traitement de surface/de la mise en œuvre de béton bitumineux clouté varient entre 4 000 et 20 000 USD par kilomètre de voie.

Les durées de fermeture à la circulation varient entre 0.2 et 1.0 jour pour le scellement de fissures et les emplois partiels, et entre 0.2 et 2.2 jours pour la mise en œuvre de béton bitumineux clouté.

Références

- AIPCR (2003), *Revue des pratiques dans l'utilisation des spécifications de performance en 2002*, AIPCR, Paris, France.
- Transportation Research Board (2001), *Perpetual Bituminous Pavements*, Transportation Research Circular n° 503, États-Unis.
- Transportation Research Board (2002), *Assessing and Evaluating Pavements*, Transportation Research Record n° 1806, États-Unis.
- Direction générale de l'Énergie et des Transports de la Commission européenne (1999), *Cost 333 – Development of New Bituminous Pavement Design Method – Final Report*, Bruxelles, Belgique.

GLOSSAIRE

Couches structurelles – Les couches de chaussée forment une combinaison de couches de matériaux construites au-dessus du sol de fondation ou de la roche, afin d’assurer une structure acceptable sur laquelle les véhicules pourront circuler. Les couches structurelles comprennent habituellement une couche de roulement, une couche de liaison, une couche de base et une couche de fondation.

Couche de roulement – Couche supérieure de la structure de la chaussée assurant une surface de roulement aux véhicules. Elle est conçue pour être résistante à l’orniérage, à l’érosion, à la fissuration thermique et à l’usure. Elle demande un entretien et un remplacement périodiques, tandis que les couches structurelles inférieures doivent être considérées comme des couches de chaussée permanentes ou à longue durée de vie, nécessitant peu ou pas d’entretien.

Couche de roulement avancée – Couche de roulement constituée de matériaux de haute technologie aux propriétés nécessaires pour permettre une amélioration sensible de la durabilité et une augmentation sensible de la durée de vie prévue, jusqu’à peut-être 30 ans, voire plus.

Couche de base – Couche de matériaux déterminés et sélectionnés, d’une épaisseur choisie, placée immédiatement sous les matériaux de surface et construite sur le sol ou les matériaux de fondation, afin d’augmenter la capacité structurelle, de répartir les charges, d’assurer le drainage ou de réduire l’action du gel. Les matériaux de la couche de base peuvent être des matériaux granulaires, bitumineux ou hydrauliques.

Couche de base en matériau non traité – Granulat concassé, utilisé comme matériau de couche de base.

Couche de fondation – Couche de matériaux granulaires sélectionnés et compactés, placés dans la structure de la chaussée, sur le sol de fondation et sous les matériaux de la couche de base.

Sol de fondation – Ensemble des terrassements réalisés dans le périmètre de la route, avant la construction de la couche de fondation granulaire et de la couche de base ou autres couches de chaussée. Le sol de fondation est constitué des matériaux de la plate-forme en place et de tous matériaux de remblai.

Épaisseur équivalente – Terme de dimensionnement structurel utilisé pour mesurer approximativement l’épaisseur relative de chaque couche structurelle en termes d’épaisseur équivalente. C’est une équivalence structurelle, égale à environ deux fois l’épaisseur d’enrobé plus l’épaisseur totale des couches granulaires inférieures.

Liant hydrocarboné – Ciment bitumineux brun sombre ou noir, dont les principaux constituants sont des bitumes, produits de la nature ou résidus de la distillation du pétrole et utilisés comme liants dans les enrobés bitumineux.

Granulat – Matériau minéral dur et inerte, comprenant les graves, sables, pierres concassées et les matériaux recyclés.

Indice de rugosité international (IRI) – Mesure de l’uni d’une chaussée, fondée sur le profil en long de la surface de la chaussée, tel que défini par la fiche technique n° 46 de la Banque mondiale intitulée « Guidelines for Conducting and Calibrating Road Roughness Measurements ».

Types de mélanges

Béton bitumineux (BB) – Mélange contrôlé de grande qualité, composé de granulat et de liant bitumineux, réalisé à chaud dans une centrale d’enrobage, mis en œuvre sur la route à l’aide d’un finisseur et compacté pour assurer les bonnes performances de la chaussée. Il peut s’agir d’un asphalte coulé gravillonné, d’un béton bitumineux semi-grenu ou d’un enrobé drainant.

Enrobé dense (ED) – Mélange formulé de grande qualité, couramment utilisé et comprenant un matériau bien calibré (distribution égale des tailles de particules dans le mélange), de graves, de sable et de fines d’apport, qui permet d’obtenir une bonne densité et imperméabilité et un bon maintien du squelette minéral.

Asphalte coulé gravillonné (SMA) – Béton bitumineux contenant un mélange particulièrement résistant à l’orniérage, à l’aide de matériaux de grande qualité. Les granulats sont généralement cubiques et sont constitués de pierres concassées, dures et résistantes à l’abrasion. Ce mélange comprend des graves à granulométrie discontinue, des fines d’apport et des adjuvants tels que les fibres. La matrice peut être obtenue à l’aide de bitume modifié aux polymères ou de bitume non modifié, relativement rigide. Ce type de mélange est très utile en zone urbaine à fort trafic de poids lourds. Il présente une ossature de pierre, avec mise en contact des particules de pierre, satisfaisant aux principales exigences en matière de portance. Cette matrice apporte une rigidité supplémentaire au mélange et est constituée de fibres, de fines d’apport et d’un liant modifié aux polymères ou d’un liant non modifié, relativement rigide. De nombreux gestionnaires ont l’expérience de ce type de mélange et l’utilisent, dans les pays européens, de façon courante.

Superpave – Type de mélange résistant à l’orniérage, à haute teneur en granulats, présentant une capacité de portance par mise en contact des particules de pierre, similaire à celle de l’asphalte coulé gravillonné, mais contenant généralement un granulat à granulométrie plus large et sans fibre. C’est un type d’enrobé à chaud, pour « chaussée à hautes performances », dérivé du programme américain de recherche routière SHRP. Il est durable, résistant à l’orniérage et comprend des granulats déterminés, de qualité spécifique. Il est réalisé à l’aide de méthodes de sélection de bitumes déterminées et d’une méthode de formulation des mélanges de qualité élevée, utilisant des protocoles et des équipements normalisés.

Béton bitumineux drainant (BBDR) – Également appelé enrobé drainant, ce mélange est couramment utilisé dans tous les pays de l’OCDE, mais plus particulièrement dans les pays européens. C’est un type d’enrobé à granulométrie discontinue, perméable, à teneur élevée en vides. Il est utilisé pour réduire le bruit et les projections d’eau tout en satisfaisant aux exigences de frottement. Les chaussées revêtues de béton bitumineux drainant nécessitent un traitement important des granulats et une attention particulière portée à la teneur en bitume et aux détails de construction.

Les **autres types de mélanges** cités par les agences de l'OCDE sont les types de mélanges normalisés, utilisés depuis longtemps avec succès. Ils ont été désignés par ces agences sous les noms d'enrobés à granulométrie continue, de revêtements à granulométrie continue, de classe 1, d'enrobés à granulométrie grossière, moyenne ou fine. On les appellera simplement bétons bitumineux. Ils doivent être considérés comme des types d'enrobés de travail, utilisés depuis de nombreuses années par les gestionnaires et composés généralement d'un liant normalisé simple (non modifié) et d'un granulats bien calibré.

Entretien, remise en état et fin de la durée de vie de la chaussée

Entretien – Les activités d'entretien sont des opérations permettant de maintenir l'intégrité de la surface en matière d'uni, de dégradation, d'orniérage, d'adhérence et d'apparence, sans augmenter nécessairement la résistance structurelle de la chaussée. Les traitements d'entretien courant comprennent le scellement des fissures, la réparation des nids-de-poule, les emplois partiels, la réparation des épaufrures, la réparation des dalles, le scellement des fissures et des joints, la pose de films d'étanchéité, le déflachage et les améliorations apportées au drainage. Les opérations d'entretien plus lourdes comprennent les emplois partiels plus importants, la scarification, la régénération, la réparation des dalles avec transfert de charges, la mise en œuvre de béton bitumineux clouté ou de coulis bitumineux et le micro-resurfaçage. L'entretien permet d'allonger la durée de vie des chaussées de quelques années, entre 2 et 5 ans généralement, voire jusqu'à environ 12 ans. En ce qui concerne la couche de roulement de la chaussée, l'entretien ne signifie pas la fin de sa durée de vie.

Remise en état – Les activités de remise en état sont les opérations d'entretien nécessaires pour renouveler ou allonger la durée de vie de la chaussée lorsque la rugosité, le manque d'intégrité structurelle ou les dégradations superficielles excessives rendent la chaussée inacceptable en termes de niveau de service, de coûts pour l'utilisateur et de sécurité. La remise en état peut servir également à renforcer une chaussée existante. Elle est nécessaire lorsque les techniques d'entretien ne permettent plus de maintenir la chaussée dans un état acceptable, de manière rentable. Les opérations de remise en état sont généralement plus coûteuses que les opérations d'entretien. Après une remise en état, l'état de la route devrait être considéré comme similaire ou proche à celui de la route après sa construction initiale. Les techniques de remise en état comprennent le rechargement ou le resurfaçage, le fraisage et le remplacement ou le resurfaçage, le recyclage à chaud sur place, le recyclage à froid sur place, la reconstruction et le retraitement. En ce qui concerne la couche de roulement de la chaussée, la remise en état signifie la fin de sa durée de vie et le début d'un nouveau cycle de vie.

Fin de la durée de vie – Pour la couche de roulement, la fin de la durée de vie se produit lorsque la couche superficielle est remise en état, remplacée, retirée, fraisée ou rechargée.

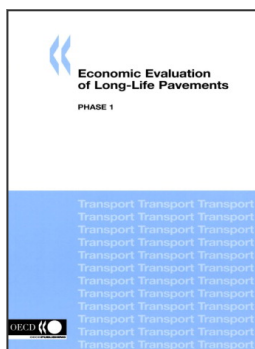
Durée de vie de conception – Durée de vie structurelle de conception, utilisée à des fins de dimensionnement. Elle concerne l'ensemble de la structure de la chaussée, composée des couches de fondation, de base et de surface.

Durée de vie prévue – Durée de vie, en années, de la couche de surface avant remise en état. La durée de vie prévue est basée sur des données empiriques ou sur l'expérience des agences concernées.

Chaussée à longue durée de vie – Chaussée structurelle conservant sa capacité structurelle et sa résistance dans le temps. La résistance à la charge et la durabilité sont assurées par une série de couches. En théorie, pour les chaussées bitumineuses, la couche de bitume inférieure assure une grande résistance à la fatigue, la couche intermédiaire assure la résistance à l'orniérage et la couche supérieure assure une surface de roulement durable. La couche de roulement présente les caractéristiques nécessaires en matière d'adhérence, de durabilité et de bruit. Avec une augmentation de l'épaisseur des couches de bitume, la chaussée devrait être conçue pour éviter l'orniérage et la fissuration par fatigue, et atteindre, à l'aide d'un entretien périodique ou du remplacement de la couche de roulement, une longue durée de vie.

Table des matières

Résumé	7
<i>Chapitre 1</i> Introduction	11
<i>Chapitre 2</i> Chaussées traditionnelles pour routes à forte circulation	19
<i>Chapitre 3</i> Cadres d'évaluation	31
<i>Chapitre 4</i> Viabilité économique des revêtements de chaussées à longue durée de vie ..	43
<i>Chapitre 5</i> Chaussées de nouvelle génération pour routes à forte circulation.....	61
<i>Chapitre 6</i> Conceptualisation : exigences techniques relatives à la couche de surface des chaussées à longue durée de vie et recommandations pour l'évaluation des solutions envisageables	81
<i>Chapitre 7</i> Résumé et conclusions	101
<i>Annexe A</i> Questionnaire – Chaussées souples	107
<i>Annexe B</i> Modèles de coûts du cycle de vie étudiés	113
<i>Annexe C</i> Application du modèle HDM-4.....	117
<i>Annexe D</i> Modèle PASI – Saisie de données et résultats	119
<i>Annexe E</i> Membres du groupe de travail sur l'évaluation économique des chaussées à longue durée de vie : Phase I	123
Glossaire	125



Extrait de :
Economic Evaluation of Long-Life Pavements
Phase 1

Accéder à cette publication :
<https://doi.org/10.1787/9789264008588-en>

Merci de citer ce chapitre comme suit :

Conférence Européenne des Ministres des Transports (2005), « Chaussées traditionnelles pour routes à forte circulation », dans *Economic Evaluation of Long-Life Pavements : Phase 1*, Éditions OCDE, Paris.

DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264008595-4-fr>

Cet ouvrage est publié sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE. Les opinions et les arguments exprimés ici ne reflètent pas nécessairement les vues officielles des pays membres de l'OCDE.

Ce document et toute carte qu'il peut comprendre sont sans préjudice du statut de tout territoire, de la souveraineté s'exerçant sur ce dernier, du tracé des frontières et limites internationales, et du nom de tout territoire, ville ou région.

Vous êtes autorisés à copier, télécharger ou imprimer du contenu OCDE pour votre utilisation personnelle. Vous pouvez inclure des extraits des publications, des bases de données et produits multimédia de l'OCDE dans vos documents, présentations, blogs, sites Internet et matériel d'enseignement, sous réserve de faire mention de la source OCDE et du copyright. Les demandes pour usage public ou commercial ou de traduction devront être adressées à rights@oecd.org. Les demandes d'autorisation de photocopier une partie de ce contenu à des fins publiques ou commerciales peuvent être obtenues auprès du Copyright Clearance Center (CCC) info@copyright.com ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC) contact@cfcopies.com.