



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral des routes

RAPPORT SUR L'ÉTAT DU RÉSEAU DES ROUTES NATIONALES

ANNEXE

Édition 2019

Table des matières

1. Méthodologie et bases	02
1.1. Infrastructures des quatre secteurs	02
1.2. Facteurs influençant le vieillissement des infrastructures	03
1.3. Évaluation de l'état	04
1.4. Durée de vie et besoin d'entretien des infrastructures	06
2. Aide à la lecture et à l'interprétation	07
3. Vue d'ensemble de l'état du réseau et des dépenses en 2019	10

1. Méthodologie et bases

1.1. Infrastructures des quatre secteurs

Le rapport sur l'état du réseau des routes nationales couvre les quatre secteurs suivants : « chaussées », « ouvrages d'art », « tunnels » et « équipements d'exploitation et de sécurité ».

Le secteur « chaussées » comprend tous les éléments appartenant aux chaussées, y compris les glissières de sécurité, les systèmes de drainage et d'évacuation des eaux, la signalisation, le marquage et les parois anti-bruit.

Les ponts, galeries, tranchées couvertes, passages à faune et murs de soutènement du réseau des routes nationales constituent l'ensemble des « ouvrages d'art ». Le secteur « tunnels » comprend tous les éléments constituant la structure des tunnels, c'est-à-dire les voûtes extérieures et intérieures, la chaussée, les systèmes d'éva-

cuation des eaux, les dalles intermédiaires, les galeries de sécurité, les stations d'approvisionnement en énergie et les puits de ventilation. Quant aux « équipements d'exploitation et de sécurité », ils regroupent toutes les installations de distribution d'énergie, d'éclairage, de ventilation, de signalisation et de surveillance, les systèmes de communication et de gestion, le câblage et les installations auxiliaires.

Les installations du réseau des routes nationales comptent certes d'autres bâtiments et installations, comme les centres d'entretien ou les dépôts et silos à sel, mais ceux-ci n'appartiennent pas aux quatre secteurs décrits ci-dessus et ne sont donc pas considérés dans le rapport sur l'état du réseau.

1.2.

Facteurs influençant le vieillissement des infrastructures

Divers paramètres ont une incidence sur l'évolution de l'état du réseau des routes nationales et, partant, sur les coûts d'entretien de ce dernier. Ils sont présentés ci-après de façon séparée pour chaque secteur :

Chaussées

- Âge
- Charge de trafic, en particulier quantité de trafic lourd
- Cycles de gel/dégel, surtout leur périodicité
- Périodes de canicule, qui seront plus fréquentes à l'avenir en raison du changement climatique
- Événements ponctuels tels qu'accidents ou chaînage de véhicules

Ouvrages d'art

- Âge
- Charge de trafic, en particulier quantité de trafic lourd
- Cycles de gel/dégel, surtout leur périodicité
- Salage hivernal
- Processus chimiques tels que carbonatation du béton ou réactions alcalis-granulats (RAG)

Tunnels

- Âge
- Poussée des roches ou du terrain en place
- Infiltrations d'eau
- Présence de roches gonflantes
- Salage hivernal (le trafic répartit le sel répandu sur la chaussée sur les premiers 100 mètres du tunnel)
- Processus chimiques tels que la carbonatation du béton ou les réactions alcalis-granulats (RAG)

Équipements d'exploitation et de sécurité

- Âge
- Nombre d'heures d'exploitation
- Complexité croissante des systèmes en raison des progrès technologique et donc durée d'utilisation réduite de leurs éléments
- Indisponibilité des pièces de rechange ou du support
- Évolution des directives dans le domaine de la sécurité

Remarques générales

La stratégie d'entretien des routes nationales vise à optimiser la disponibilité de ces dernières en concentrant les mesures d'entretien dans l'espace et le temps. Elle entraîne cependant une réduction de la durée d'utilisation de certains éléments.

En raison de l'absence de redondance sur le réseau routier secondaire, la circulation doit être maintenue sur l'autoroute même durant les travaux d'entretien, ce qui accroît sensiblement les coûts d'entretien.

Les lacunes en matière d'entretien ont pour effet de réduire la sécurité routière et d'accroître la nécessité de mettre en œuvre des mesures ponctuelle (qui influent sur la fluidité du trafic et les coûts d'entretien).

1.3. Évaluation de l'état

Évaluation de l'état actuel du réseau

L'évaluation de l'état du réseau des routes nationales survient dans le cadre suivant :

- inspections régulières dans les divers secteurs,
- observations sur place par le personnel d'exploitation,
- inspections spécifiques effectuées lors de l'élaboration de projets d'entretien.

1. Chaussées

L'évaluation de l'état des chaussées est définie dans la norme suisse SN 640 925b. Elle repose sur les quatre caractéristiques d'état ci-après, qui sont évaluées indépendamment les unes des autres pour chaque mètre carré de surface de chaussée :

- dégradation de surface
- planéité longitudinale
- planéité transversale
- adhérence

Les caractéristiques d'état sont évaluées au moyen d'une valeur comprise entre 0 et 5. Les valeurs possibles pour l'indice d'état correspondent aux classes d'état présentées dans le tableau ci-après.

Les indices d'état relevés sont agrégés en un indice d'état global I pour chaque mètre carré de surface de chaussée.

Classe d'état	Désignation abrégée	Plage de valeurs de l'indice d'état
1	bon	0–1
2	moyen	1–2
3	satisfaisant	2–3
4	critique	3–4
5	mauvais	4–5

L'indice d'état agrégé est ensuite transposé en une classe d'état, ce qui permet de le comparer à l'état des infrastructures d'autres domaines. La transposition de l'indice d'état dans une classe d'état est elle aussi effectuée conformément au tableau ci-dessus. Le tableau en page 11 du rapport comporte des informations complémentaires sur la signification des cinq classes d'état.

Pour simplifier, nous partons d'une valeur de remplacement uniforme par unité de surface de chaussée. Ainsi, la note d'état moyenne correspond à la moyenne surfacique des notes d'état.

L'état des chaussées a été relevé en 2004, 2009, 2013 et 2017. La campagne de 2004 a été effectuée sur la base d'anciennes normes, si bien que ses résultats ne peuvent pas être comparés à ceux des campagnes ultérieures. Les notations d'état pour les années intermédiaires font l'objet d'une interpolation linéaire.

Ouvrages d'art et tunnels

Les ouvrages d'art et les tunnels sont inspectés tous les cinq ans. L'évaluation de l'état des ouvrages est effectuée de façon globale, mais aussi au niveau des diverses installations et éléments qui composent les ouvrages et les tunnels.

Les ouvrages examinés sont évalués au moyen d'une classe d'état pouvant aller de 1 et 5 (→ cf. tableau en page 11 du rapport pour de plus amples informations sur la signification des cinq classes d'état).

La note d'état moyenne pour les ouvrages d'art et les tunnels correspond à la moyenne desdites classes d'état pondérée selon les valeurs de remplacement des ouvrages. Comme les valeurs de remplacement des divers ouvrages ne nous sont pas connues actuellement, nous simplifions en calculant la note d'état moyenne à partir de la moyenne arithmétique des notes d'état.

Équipements d'exploitation et de sécurité (EES)

L'évaluation est effectuée sur la base de quatre critères principaux qui comprennent eux-mêmes plusieurs sous-critères (→ cf. tableau à droite). Chaque critère principal et sous-critère est évalué au moyen d'une classe d'état comprise entre 1 et 5. Ces classes d'état sont à leur tour agrégées en une classe d'état globale pour l'installation concernée ou pour la partie d'installation (→ cf. tableau en page 11 du rapport pour de plus amples informations sur la signification des cinq classes d'état).

Pour calculer la note finale résultant de l'évaluation de l'installation ou de l'objet dans son ensemble (par ex. un tunnel), nous établissons la moyenne des parties d'installation et finalement de toutes les installations de l'objet.

Les valeurs de remplacement des installations évaluées n'étant pas disponibles actuellement, par simplification, nous calculons la note d'état moyenne des EES à partir de la moyenne de la note finale calculée par objet ou par tunnel, que nous pondérons selon la longueur des tunnels examinés. En outre, nous ne tenons compte que des éléments dont l'état est connu.

Vue d'ensemble de la signification des classes d'état

Comme expliqué plus haut, des classes d'état sont attribuées aux diverses installations de chaque secteur. Les classes d'état ont une signification différente selon le secteur. Le tableau en page 11 du rapport fournit une vue d'ensemble de leurs définitions et des codes couleurs utilisés ainsi qu'une description uniforme pour toutes les infrastructures.

Critères principaux et sous-critères pour l'évaluation des EES

État physique



État mécanique
État électrique

Fonctionnement



État de fonctionnement des agrégats

Documentation et rapport de sécurité



Documentation et rapport de sécurité selon l'ordonnance sur les installations électriques à basse tension

Efficacité



Disponibilité des pièces de rechange
Coefficient de dérangement
Disponibilité du support
Durée d'utilisation restante

1.4.

Durée de vie et besoin d'entretien des infrastructures

Durée de vie

La durée de vie d'un élément correspond à la période durant laquelle son utilisation et son fonctionnement normal sont garantis sans qu'il soit nécessaire de mettre en œuvre des mesures particulières (à l'exception de l'entretien courant). Elle correspond donc à l'intervalle de temps pendant lequel l'élément satisfait les exigences minimales posées à divers paramètres de performance.

Chaque partie constitutive d'un objet¹ a sa propre durée de vie, qui influence celle de l'objet dans sa globalité. La durée de vie théorique de tous les éléments des quatre secteurs du réseau des routes nationales est définie dans des normes techniques. Lors de l'élaboration du projet de construction, le maître d'ouvrage définit la durée d'utilisation de l'objet prévu.

L'ingénieur chargé de la conception dimensionne chaque élément de telle sorte que sa durée de vie soit plus longue que sa durée d'utilisation. Or, la durée de vie effective d'un élément est influencée par son utilisation et par les sollicitations récurrentes auxquelles il est soumis au cours du temps (→ cf. point 1.2. « Facteurs influençant le vieillissement des infrastructures »).

La durée de vie des éléments des quatre secteurs est indiquée sous forme d'intervalles de temps, car elle varie selon les éléments qui composent l'objet. Ces intervalles de temps sont les suivants :

- **chaussées :**
entre 15 et 25 ans
- **ouvrages d'art :**
entre 75 et 90 ans
- **tunnels :**
entre 50 et 100 ans
- **équipements d'exploitation et de sécurité :**
entre 10 et 30 ans

Pour l'ensemble des infrastructures du réseau des routes nationales, nous tablons sur une durée de vie moyenne de 83,3 ans..

Besoin d'entretien

Il est possible de déduire le besoin d'entretien annuel pour l'ensemble du réseau des routes nationales à partir de sa durée de vie moyenne et de sa valeur de remplacement.

La valeur de remplacement d'une infrastructure existante désigne le montant, en francs, qu'il faudrait dépenser aujourd'hui pour réaliser à neuf une infrastructure équivalente, c'est-à-dire conforme à l'état actuel de la technique et aux exigences actuelles de la société. Elle ne correspond donc pas à la valeur de construction de l'infrastructure à l'époque, mais à la valeur d'une infrastructure équivalente réalisée dans les conditions actuelles (Manuel sur la gestion des infrastructures [*Handbuch Infrastrukturmanagement*], édition de 2014, Association suisse des infrastructures communales). Le besoin d'entretien annuel est déduit de la durée de vie moyenne et de la valeur de remplacement, suivant la formule suivante :

$$\text{besoin d'entretien} = \frac{\text{valeur de remplacement}}{\text{durée de vie}} \text{ (francs par an)}$$

Avec une valeur de remplacement de 83,2 milliards de francs en 2019 et une durée de vie moyenne de 83,3 ans, le besoin d'entretien annuel se monte ainsi à 998 millions de francs, soit 1,2 % de la valeur de remplacement.

Les investissements effectifs peuvent, certaines années, être supérieurs ou inférieurs au pourcentage ci-dessus selon la nécessité d'agir au moment considéré et la faisabilité de l'intervention. Cependant, le besoin d'entretien devrait être couvert en moyenne pluriannuelle pour compenser le vieillissement des infrastructures et maintenir leur état à long terme.

¹ Par exemple, un pont est composé de divers éléments constitutifs, tels que le tablier, la culée ou les piliers.

2. Aide à la lecture et à l'interprétation

La présente aide à la lecture et à l'interprétation fournit un aperçu des variables utilisées dans le rapport et montre comment lire leur représentation graphique dans le résumé et les chapitres 1, 2 et 4.

Nous évaluons l'état des routes nationales et les investissements réalisés dans l'entretien ces dernières années sur la base des chiffres-clés. Nous en déduisons les mesures d'entretien qui seront nécessaires à l'avenir et calculons et calculons leurs coûts. Dans ce contexte, nous tenons compte du fait que le besoin d'entretien augmentera dans le futur en raison de l'achèvement du réseau, de la poursuite de l'aménagement des routes nationales et de l'extension de leurs capacités.

Nous considérons les trois variables principales ci-après pour chacun des quatre secteurs (chaussées, ouvrages d'art, tunnels et EES) et pour le réseau dans son ensemble :

- (1) valeur de remplacement
- (2) état
- (3) dépenses ou coûts d'entretien

Dans nos graphiques, nous représentons les trois variables ci-dessus dans l'ordre, dans trois diagrammes placés les uns en dessous des autres.

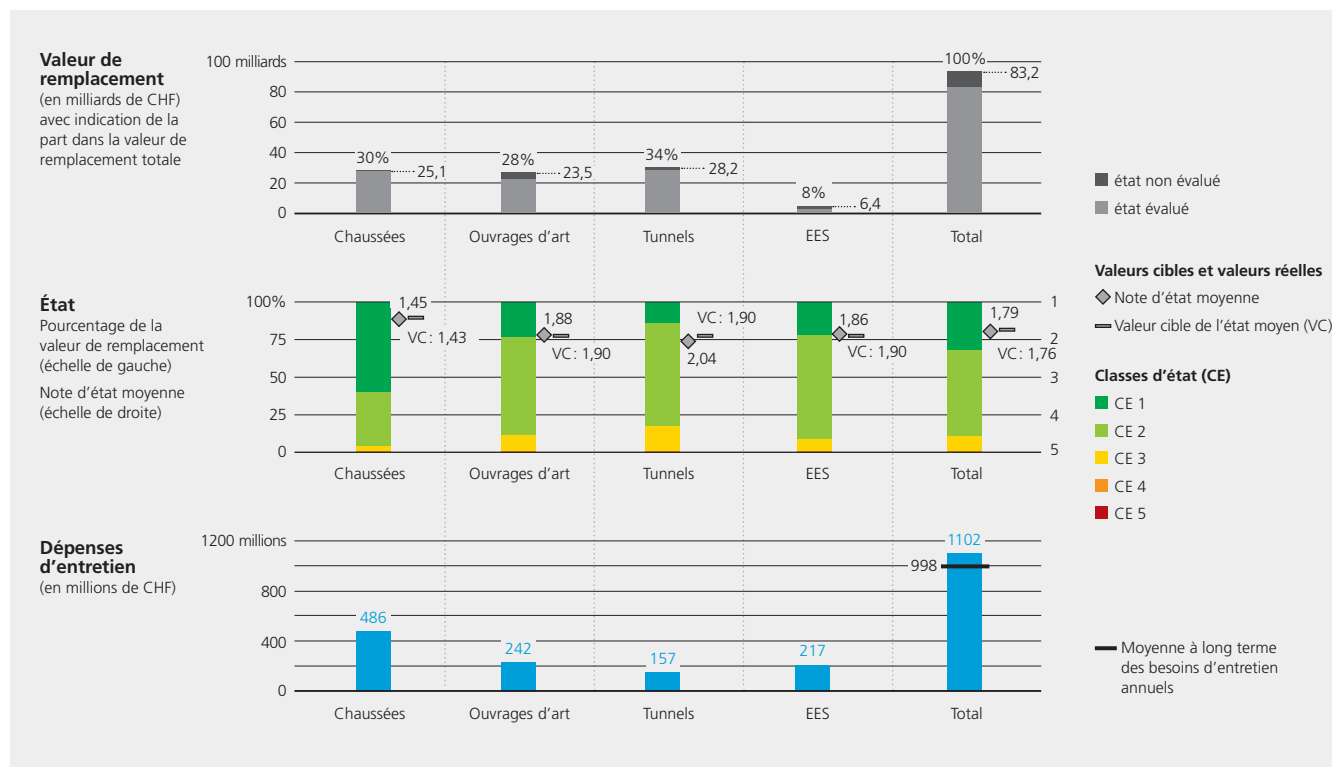
Valeur de remplacement

La valeur de remplacement d'une infrastructure existante désigne le montant, en francs, qu'il faudrait dépenser aujourd'hui pour réaliser à neuf une infrastructure équivalente, c'est-à-dire conforme à l'état actuel de la technique et aux exigences actuelles de la société. Elle ne correspond donc pas à la valeur de construction de l'infrastructure à l'époque, mais à la valeur d'une infrastructure équivalente réalisée dans les conditions actuelles (Manuel sur la gestion des infrastructures (manuel sur la gestion des infrastructures [*Handbuch Infrastrukturmanagement*], édition de 2014, Association suisse des infrastructures communales).

Nous recourons à cette variable pour représenter la valeur et l'importance des infrastructures d'un secteur et de l'ensemble du réseau des routes nationales. Elle permet de comparer directement l'importance des infrastructures pourtant très disparates (chaussées, ouvrages d'art, etc.) des quatre secteurs. En outre, elle représente une variable de référence essentielle par rapport aux deux autres variables principales que sont l'état et les dépenses d'entretien. En effet, la valeur de remplacement d'un secteur ou de l'ensemble du réseau nous permet de mieux comprendre, pour un état donné, les dépenses d'entretien consenties, les mesures nécessaires ainsi que les coûts d'entretien futurs et de les mettre en relation avec la valeur et l'importance des infrastructures considérées.

Dans chaque illustration, la valeur de remplacement est indiquée dans le diagramme tout en haut (cf. exemple en haut de la page suivante), qui représente la part des installations dont l'état a été évalué dans le cadre d'inspections régulières (→ cf. « 1.3. Évaluation de l'état ») et celle des installations dont l'état n'a pas encore été évalué². La colonne tout à droite correspond à la valeur de remplacement cumulée des quatre secteurs, c'est-à-dire à la valeur de remplacement de l'ensemble du réseau.

² Il s'agit là d'installations revêtant une importance secondaire pour la sécurité, la disponibilité et la compatibilité des routes nationales (par ex. accès de service, petites centrales de ventilation, petits murs de soutènement). Leur état fait cependant l'objet d'un relevé lors de l'élaboration des projets de réfection des tronçons d'entretien concernés. La part de ces installations dont l'état n'est pas régulièrement évalué se réduit d'année en année.



État

L'état des infrastructures est relevé et évalué de manière différente selon le secteur (→ cf. « 1.3. Évaluation de l'état »).

Les tronçons de chaussée³ et les installations sont évaluées au moyen d'une note ou d'une classe d'état comprise entre 1 et 5. Le tableau en page 11 du rapport détaille, en mots, les cinq classes d'état. Notons que les termes employés ne sont pas uniformes et qu'ils diffèrent selon le secteur et pour l'ensemble du réseau.

³ Les chaussées sont évaluées par tronçon au moyen d'un indice d'état compris entre 0,0 et 5,0. La relation entre l'indice d'état et les classes d'état décrites ici est représentée au point 1.3.

Indication de l'état

L'état indiqué se rapporte à un secteur ou à l'ensemble du réseau. Il présente, sous forme de barres de couleur superposées, la valeur de remplacement des installations par classe d'état. Les états sont représentés au milieu des illustrations, dans le diagramme figurant au-dessous de celui des valeurs de remplacement (cf. exemple en haut de la page précédente).

Note d'état moyenne

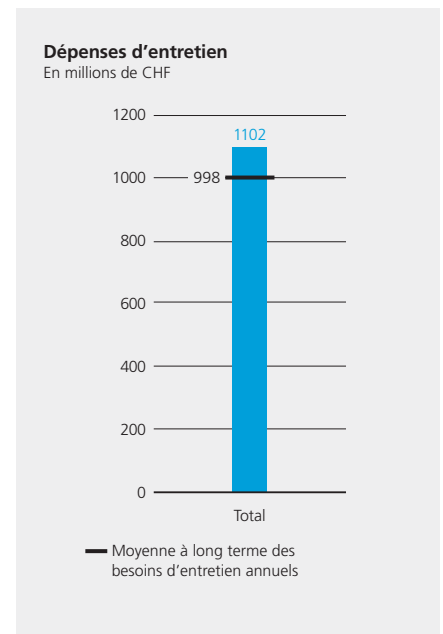
La note d'état moyenne pour les quatre secteurs et l'ensemble du réseau est calculée à partir de la valeur de remplacement des installations dans les diverses classes d'état (→ cf. point 1.3.). Elle reflète donc l'état global des infrastructures considérées. L'OFROU a fixé des valeurs cibles pour chaque secteur s'agissant de la note d'état moyenne. Le graphique ci-dessous montre si la valeur obtenue est égale, supérieure ou inférieure à la valeur cible.

Dépenses d'entretien

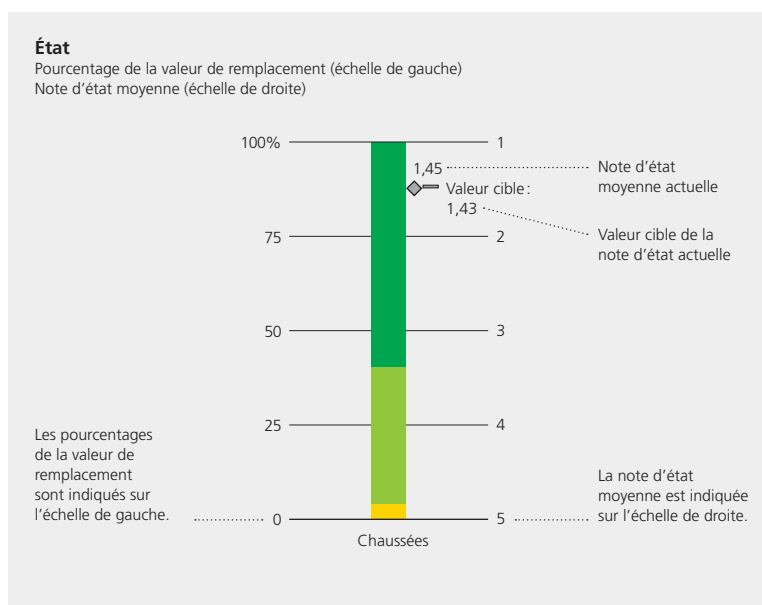
Le diagramme de droite présente, pour l'ensemble du réseau, les dépenses d'entretien ainsi que le besoin d'entretien annuel nécessaire, selon les estimations de l'OFROU, à la conservation du réseau des routes nationales sur le long terme (→ cf. point 1.4. «Durée de vie et besoin d'entretien des infrastructures»). Il fait ainsi apparaître si les dépenses actuellement consenties correspondent aux besoins à long terme ou si elles leur sont inférieures ou supérieures (cf. illustration de droite).

Comparaison des valeurs de remplacement, des états et des dépenses

L'alignement vertical des trois diagrammes relatifs à la valeur de remplacement, à l'état et aux dépenses d'entretien permet de mettre en relation ces éléments pour chaque secteur et de manière globale. Par exemple, pour un secteur donné, plus la valeur de remplacement des infrastructures est élevée et plus leur état est mauvais, plus il faudra s'attendre à des dépenses élevées. Par ailleurs, il faudra aussi prévoir des coûts d'entretien élevés si la durée de vie des installations est brève, à l'instar de ce qui prévaut pour les EES (→ cf. point 1.4.). C'est pourquoi les dépenses sont dans ce cas relativement importantes par rapport à la valeur de remplacement.



Les dépenses d'entretien actuelles sont comparées au besoin d'entretien annuel moyen. En 2019, les dépenses ont atteint 1102 millions de francs et ont donc dépassé le besoin d'entretien moyen.



La note d'état moyenne des chaussées est actuellement de 1,45. Elle est donc supérieure à la valeur cible de 1,43, ce qui indique que l'état global souhaité pour les chaussées n'est pas tout à fait atteint.

Comparaison des secteurs

L'alignement horizontal des quatre secteurs permet de les comparer entre eux et de les mettre en relation également avec l'ensemble du réseau. Les valeurs cibles et les valeurs actuelles peuvent être lues et comparées directement.

Rétrospective et prévision des futurs besoins financiers

En plus de décrire l'état actuel, le rapport présente une rétrospective (chap. 2) et une prévision de l'évolution des besoins financiers et de la valeur de remplacement (chap. 4), au moyen d'explications détaillées.

3.

Vue d'ensemble de l'état du réseau et des dépenses en 2019

Le tableau ci-dessous présente une vue d'ensemble de l'état du réseau des routes nationales, les diverses valeurs cibles et les dépenses d'entretien. De plus, à des fins de comparaison, il comporte les valeurs de 2017 et 2018 pour l'ensemble du réseau.

Vue d'ensemble de l'état du réseau et des dépenses								
		2017	2018	2019				
	Unité	Réseau des routes nationales	Réseau des routes nationales	Réseau des routes nationales	Chaussées	Ouvrages d'art	Tunnels	Équipements d'exploitation et de sécurité
Valeur de remplacement	Millions de CHF	81 690	82 502	83 199	25 131	23 506	28 189	6 374
Note d'état moyenne	Note	1,82	1,81	1,79	1,45	1,88	2,04	1,86
Valeur cible pour la note d'état moyenne	Note	1,76	1,76	1,76	1,43	1,90	1,90	1,90
Différence entre la valeur effective et la valeur cible	Note	+0,06	+0,05	+0,03	+0,02	-0,02	+0,14	-0,04
Répartition en % des valeurs d'état effectives dans les classes d'état	Classe 1	31%	32%	32%	60%	24%	14%	22%
	Classe 2	58%	56%	57%	36%	65%	69%	69%
	Classe 3	10%	10%	10%	4%	10%	16%	8%
	Classe 4	2%	2%	1%	0%	1%	1%	0%
	Classe 5	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Valeurs cibles pour la répartition en % des valeurs de remplacement classes d'état	Classe 1	44%	44%	44%	77%	30%	30%	30%
	Classe 2	41%	41%	41%	8%	55%	55%	55%
	Classe 3	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
	Classe 4	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
	Classe 5	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Entretien	Millions de CHF	780	1 054	1 102	486	242	157	217