



sonROAD18 : foire aux questions (FAQ)

Version 1.0, état au 22 février 2022

Le modèle d'émission sonROAD18 a été développé par la division Acoustique / Réduction de bruit de l'Empa, sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV). La présente FAQ a été élaborée en collaboration avec le Cercle Bruit et l'Empa.

I. Questions d'ordre général sur l'utilisation du modèle

1) Pourquoi développer un nouveau modèle de calcul du bruit routier ?

Le nouveau modèle d'émission sonROAD18 correspond à l'état actuel de la technique et des connaissances. Il permet de calculer les émissions sonores des véhicules immatriculés sur les routes suisses aux fins de l'évaluation du bruit du trafic routier conformément à l'annexe 3 de l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB). sonROAD18 permet de calculer notamment les valeurs de sortie exigées conformément à l'annexe 3, ch. 31, OPB.

2) Où et quand le nouveau modèle d'émission sonROAD18 a-t-il été publié ?

Début 2021, l'OFEV a publié sur son site, à l'adresse www.bafu.admin.ch/sonROAD18, les rapports techniques, à savoir le descriptif du modèle, le rapport relatif aux développements et aux compléments (entre autres, catégories de véhicules supplémentaires, interface CPX, modèle de conversion CPX) ainsi que d'autres rapports (en particulier sur l'intégration des qualités acoustiques du revêtement).

3) À partir de quand l'OFEV recommandera-t-il d'appliquer le nouveau modèle sonROAD18 ?

De manière générale, les calculs du bruit doivent être effectués conformément à l'état de la technique. L'OFEV prévoit de recommander officiellement le modèle d'émission sonROAD18 dès le début de l'année 2023 en publiant une nouvelle aide à l'exécution succincte. Les calculs peuvent d'ores et déjà être faits avec le nouveau modèle, en particulier pour les faibles vitesses (< 50 km/h) et pour des projets routiers dans le cadre desquels les calculs du bruit routier débutent après la publication des rapports techniques du modèle.

4) Quelle est l'utilité de la publication sur sonROAD18 dans la série Connaissance de l'environnement ?

La publication de l'OFEV dans la série Connaissance de l'environnement, intitulée « Modèle de calcul du bruit routier sonROAD18. Traitement des données d'entrée et calcul de la propagation », explique l'application pratique du nouveau modèle et décrit le traitement des données d'entrée et le calcul de la propagation. L'OFEV a publié ce document début 2022 sur son site, à l'adresse www.bafu.admin.ch/uw-2127-f.



5) Compte tenu de la publication du nouveau modèle, les immissions maximales admissibles (en vertu de l'art. 37a, al. 1, OPB) doivent-elles être recalculées ?

En principe, les calculs effectués selon l'état antérieur de la technique dans le cadre de la mise en œuvre ainsi que les autorisations fondées sur ceux-ci gardent leur validité. Cependant, il est à noter que l'assainissement du bruit routier est une tâche permanente qui nécessite un contrôle périodique des tronçons de route, même s'ils ont déjà été assainis, à la lumière des connaissances actuelles et de la jurisprudence la plus récente du Tribunal fédéral. Un tel contrôle peut être déclenché par une différence notable et durable par rapport aux immissions consignées (art. 37a, al. 2, OPB), par la reconsidération d'une décision d'assainissement ou d'allègement, ou par la modification d'une installation (art. 8 OPB en relation avec l'art. 18, al. 2, de la loi sur la protection de l'environnement) ou le lancement d'un nouveau projet d'assainissement indépendant.

6) Comment faut-il arrondir les niveaux d'émission et d'immission ?

Les règles d'arrondi définies dans l'aide à l'exécution « Manuel du bruit routier » publiée en 2006 demeurent applicables. Ainsi, il est indiqué au point 4.6 (p. 32) : « Les niveaux d'évaluation sont présentés sans chiffre après la virgule. Les niveaux obtenus par calcul sont mathématiquement arrondis au nombre entier supérieur ($65,4 = 65$ et $65,5 = 66$). Une valeur limite est considérée comme dépassée lorsque le niveau d'évaluation arrondi au nombre entier le plus proche est supérieur à ladite valeur (p. ex. valeur limite d'immission (VLI) pour un DS III: à 65 dBA, la VLI est respectée mais elle est dépassée à partir de 66 dBA). »

II. Structure/fonctionnement du modèle

7) Comment le modèle d'émission fonctionne-t-il ?

Dans le modèle sonROAD18, les émissions sonores des véhicules se composent de la somme énergétique du bruit provenant de la propulsion et de celui provenant du roulement ainsi que d'une correction pour la caractéristique de rayonnement vertical.

8) sonROAD18 est-il similaire à CNOSSOS-EU ?

L'ensemble des formules du modèle européen de calcul du bruit routier CNOSSOS-EU a servi de base au développement de sonROAD18. En revanche, l'Empa a complètement redéterminé les coefficients du modèle relatifs aux valeurs d'émission afin d'adapter les émissions au parc de véhicules (pneus inclus) circulant sur les routes suisses. À certains égards, sonROAD18 a été simplifié par rapport à CNOSSOS-EU (pas de correction globale de l'accélération, correction du revêtement), tandis que sonROAD18 va plus loin sur d'autres points (catégorisation nettement plus détaillée des véhicules, caractéristique de rayonnement vertical).

9) Par rapport à StL86+, faut-il entrer davantage de données de base ?

Grâce au convertisseur SWISS10, il est possible de calculer les volumes de trafic horaires dans les catégories SWISS10 sans même connaître la part des véhicules lourds et la période du cycle journalier (jour/nuit) – simplement sur la base du trafic journalier moyen (TJM).

Seule la température de l'air constitue une nouvelle valeur requise. En outre, l'inclinaison longitudinale de la route doit déjà être indiquée par une valeur positive ou négative à partir de ± 1 % (StL86+ : valeur à partir de 3 %, indépendamment du signe).

10) Comment élaborer un tableau qui permet de rendre un calcul compréhensible (de saisir les indications sur les émissions) ?

Le tableau devrait comporter les données d'entrée suivantes :

Valeur requise	Données d'entrée, cas 1		Données d'entrée, cas 2
Volume/composition du trafic	Volume de trafic TJM ou volumes de trafic Nt1, Nt2, Nn1, Nn2 (pour un tronçon de route complet) ET situation de trafic du convertisseur SWISS10 [RC-30, ..., RGD-4-U-120] ET version du convertisseur SWISS10	OU	Volumes horaires moyens de trafic N[c] par catégorie SWISS10+ c jour et nuit
Vitesses	Vitesse signalisée (éventuelle différenciation jour/nuit)	OU	Vitesse moyenne (cas exceptionnel ; éventuelle différenciation jour/nuit)
Qualités acoustiques du revêtement	<u>Sans mesurage</u> : quelle correction standard du revêtement (valeur KB) a été utilisée ? [KB pour 50 km/h : -9 dBA, ..., KB pour 50 km/h : +3 dBA, KB pour 80 km/h : -6 dBA, ..., KB pour 80 km/h : +5 dBA]	OU	<u>Avec mesurage</u> : correction spectrale du revêtement, valeurs par tiers d'octave de 50 Hz à 10 kHz
Inclinaison longitudinale de la route	À partir de ± 1 % (selon le signe)		-
Température de l'air	Valeur moyenne annuelle (correspond sur le Plateau suisse à la température de référence fixée à 10 °C)		-

Par ailleurs, il est nécessaire d'indiquer le logiciel de calcul et son numéro de version. Les réglages effectués dans le logiciel de calcul ainsi que les paramètres sélectionnés doivent également être documentés.

L'angle d'élévation dépend de la position du point d'immission par rapport à la route. Lors du calcul au moyen du logiciel, l'algorithme utilisé pour trouver le chemin sonore pertinent du point de vue de l'acoustique déterminera automatiquement cet angle. Celui-ci n'est donc pas requis à des fins de compréhension, d'autant plus qu'il ne dépend ni de l'état opérationnel de la route ni de son état structurel. En revanche, l'indication de l'angle d'élévation utilisé peut être utile lors du contrôle de quelques points d'immission, p. ex. dans le cadre d'un permis de construire visé à l'art. 31 OPB.

11) Lors de l'indication des niveaux d'émission, faut-il noter à quels angles d'élévation ils s'appliquent ?

Non. L'horizontale, c'est-à-dire un angle d'élévation de 0°, est considérée comme l'angle d'élévation standard. Lorsqu'un niveau d'émission est indiqué p. ex. dans un cadastre, il convient toujours d'utiliser l'horizontale, avec un angle d'élévation de 0°, sinon il est nécessaire de préciser l'angle.

III. Comparaison des niveaux d'émission et d'immission (StL86+ vs. sonROAD18)

12) En quoi les deux modèles sonROAD18 et StL86+ se distinguent-ils en ce qui concerne les niveaux d'émission pronostiqués ?

Concernant les **niveaux d'émission** pronostiqués, la distinction entre les deux modèles s'exprime avant tout dans les basses vitesses et sur les routes en pente.

sonROAD18 pronostique :

- un **niveau d'émission nettement plus faible à basses vitesses**, étant donné que StL86+ n'a pas été conçu pour des vitesses inférieures à 50 km/h et surestime systématiquement les émissions à basses vitesses ;
- un **niveau d'émission légèrement plus faible** que StL86+ à l'intérieur des localités, où les véhicules lourds bruyants contribuent majoritairement au niveau global. Au cours des dernières décennies, les systèmes de propulsion des camions sont devenus plus silencieux, évolution dont ne tient pas compte le modèle StL86+ ;
- un **niveau d'émission perceptiblement plus faible** que StL86+ lorsqu'il y a de la pente. La tendance générale de ces dernières décennies est à l'insonorisation des systèmes de propulsion des véhicules et à l'augmentation de la puissance des moteurs. Dans les pentes, le bruit de propulsion a donc perdu de son intensité. Cela n'est pas pris en considération dans le modèle StL86+ qui, de ce fait, surestime la correction de la pente ;
- un **niveau d'émission légèrement plus élevé** que StL86+ sur les routes à grand débit, notamment sur les autoroutes, où ce sont les voitures de tourisme (en troisième position dans la classification SWISS10) roulant à 120 km/h environ, contrairement aux camions, qui contribuent majoritairement au niveau global. Comme les voitures de tourisme modernes sont équipées de pneus en moyenne plus lourds et plus larges que celles des années 80, ils sont plus bruyants ; voir le rapport « [Entwicklung der PKW-Lärm-Emissionen bei der Zulassung](#) » (en allemand) datant du 9 décembre 2020.

Le tableau suivant fait ressortir, dans divers exemples de situations de trafic, les différences de niveaux d'émission pronostiqués (avec le revêtement de référence du modèle de prévision, c'est-à-dire sans correction du revêtement) :

N°	Type de route	Vitesse	N2 ¹	Déclivité	Différence (sonROAD18 moins StL86+)
1)	Route collectrice	30 km/h	10 %	0 %	-3,3 dBA
2)	Route de liaison	50 km/h	5 %	0 %	-0,7 dBA
3)	Route de liaison	50 km/h	5 %	5 %	-1,5 dBA
4)	Route à grand débit (autoroute, voie normale)	120 km/h	5 %	0 %	+0,9 dBA

Source : Heutschi K., Locher B. 2018 : sonROAD18 – Berechnungsmodell für Strassenlärm (en allemand). Empa. Point 20.2 « Szenarienrechnungen », tab. 20.7, p. 118

Remarque : dans le tableau ci-dessus, les différences dépendent aussi des qualités acoustiques du revêtement.

¹ Part des véhicules lourds N2 pour le calcul avec StL86+

13) En quoi les calculs de la propagation avec StL86+ et sonROAD18 en combinaison avec ISO 9613-2 se distinguent-ils, en ce qui concerne les niveaux d'immission pronostiqués ?

Comme sonROAD18 est un modèle d'émission pur, il doit être couplé à un modèle de propagation pour déterminer les niveaux d'immission. Le modèle de propagation d'après la norme ISO 9613-2 est approprié pour être combiné à sonROAD18.

Selon la situation de trafic, les calculs complets effectués à titre de test et de comparaison ont montré les différences suivantes :

Points d'immission le long des routes urbaines ($v \leq 50$ km/h) :

- Indépendamment du niveau d'immission, la combinaison **sonROAD18 et ISO 9613-2 a tendance à être plus silencieuse**.
 - o À 30 km/h, elle est plus silencieuse de plusieurs décibels étant donné que, selon les pronostics de sonROAD18, le niveau d'émission est déjà nettement plus faible par rapport à StL86+ (voir la réponse à la question 12).
 - o Aux étages supérieurs des bâtiments, elle est plus silencieuse compte tenu du rayonnement vertical.

Points d'immission le long des routes extérieures aux agglomérations (50 km/h $< v \leq 80$ km/h) :

- Indépendamment du niveau d'immission, la combinaison **sonROAD18 et ISO 9613-2 a tendance à être plus silencieuse**, étant donné que, selon les pronostics de sonROAD18, le niveau d'émission est déjà plus faible par rapport à StL86+ (voir la réponse à la question 12).

Points d'immission le long des semi-autoroutes et des autoroutes ($v > 80$ km/h) :

- **Lorsque les niveaux d'immission sont élevés (à proximité de la source), la combinaison sonROAD18 et ISO 9613-2 a tendance à être plus silencieuse**. Par rapport au modèle StL86+, le niveau d'émission est certes plus élevé (voir la réponse à la question 6), mais, au voisinage immédiat des semi-autoroutes et des autoroutes (c'est-à-dire jusqu'à 50 m environ), le modèle de propagation ISO 9613-2 calcule une plus grande atténuation sur le chemin de propagation et, donc, un niveau d'immission inférieur². Cet effet étant plus important que le niveau d'émission plus élevé, il en résulte un niveau d'immission plus faible au point d'immission.
- **Lorsque les niveaux d'immission sont faibles (à distance de la source), la combinaison sonROAD18 et ISO 9613-2 a tendance à être plus bruyante**, étant donné que d'après la norme ISO 9613-2 le calcul de la propagation suppose des conditions météorologiques favorables. À l'inverse, le calcul de la propagation effectué avec StL86+ ne prend pas en considération les influences météorologiques (c'est-à-dire les conditions météorologiques généralement neutres du point de vue de l'acoustique).

Des informations complémentaires figurent dans le rapport de l'OFEV « Test-Szenarien zu sonROAD18. Zusammenstellung und Analyse » (en allemand), publié en 2020.

² Voir le rapport de l'Empa « [sonROAD18 – Berechnungsmodell für Strassenlärm. Weiterentwicklungen und Ergänzungen](#) » (en allemand), 30 novembre 2020, point 8.2, p. 78

IV. Qualités acoustiques du revêtement (correction du revêtement)

14) En quoi les deux modèles sonROAD18 et StL86+ se distinguent-ils en ce qui concerne la correction du revêtement ?

Dans le modèle StL86+, les valeurs KB sont utilisées comme corrections du revêtement. Ce sont des valeurs uniques non spectrales. Comme sonROAD18 est un modèle spectral avec une résolution en bandes de tiers d'octave, une correction spectrale du revêtement avec une résolution en bandes de tiers d'octave est utilisée afin de tenir compte des qualités acoustiques du revêtement dans sonROAD18.

Par ailleurs, StL86+ simplifie fortement la formation du bruit par les véhicules routiers. Dans le modèle StL86+, la correction du revêtement agit toujours sur le bruit total, car ce modèle ne fait pas de distinction entre le bruit de propulsion et le bruit de roulement. Cela signifie par exemple qu'avec StL86+ un revêtement phonoabsorbant très efficace avec une valeur KB de -6 dBA réduit le niveau d'émission de -6 dBA dans toutes les situations, indépendamment de la vitesse, de la déclivité et de la composition du trafic.

Dans le modèle sonROAD18, la correction du revêtement porte uniquement sur la composante du bruit provenant de roulement. La correction du revêtement est l'un des principaux facteurs d'influence sur les émissions globales ; voir aussi Heutschi K., Locher B. 2018 : sonROAD18 – Berechnungsmodell für Strassenlärm (en allemand). Empa. Point 13.2, tab. 13.1, p. 105. Dans le modèle, la correction du revêtement en tant que telle est effectuée indépendamment de la vitesse et de la catégorie de véhicules, mais l'effet final du revêtement sur le bruit total dépend quant à lui à la fois de la vitesse et de la catégorie de véhicules, ces deux facteurs déterminant les parts relatives du bruit lié à la propulsion et au roulement. Plus la vitesse est basse, plus la part du bruit de roulement dans le bruit total diminue (le bruit de propulsion domine). Dès lors que le bruit de roulement constitue une faible proportion du bruit total, l'influence de la correction du revêtement sur le bruit total est également moindre.

À titre d'exemple, l'influence du revêtement sur le bruit total diminue à mesure que la vitesse baisse. Ainsi, avec une correction standard du revêtement de -3 dBA et une vitesse de 80 km/h, le revêtement réduit le bruit total d'à peine 3 dBA, pour les raisons expliquées précédemment. Cette réduction avoisine 2 dBA à 50 km/h, et n'atteint plus que 1,5 dBA à 30 km/h.

Le paramètre Part des véhicules lourds N2 n'influence que modérément l'effet d'un revêtement donné sur le bruit total. Lorsque la part des véhicules lourds N2 s'accroît, l'influence de la correction du revêtement sur le bruit total s'atténue légèrement.

Des informations complémentaires et d'autres exemples figurent dans le rapport de l'OFEV « sonROAD18: Einfluss der Standard-Belagskorrekturen auf das Gesamtgeräusch » (en allemand), publié en 2020.

15) Quelle est la référence pour la classification (unique) des qualités acoustiques du revêtement ?

Le revêtement de référence correspond au revêtement d'asphalte macro-rugueux ACMR8 tel qu'il a été mis en place quelques années avant la collecte des données de mesurages (2015). Il est plutôt dense (sans être semi-dense) et a une teneur en vides inférieure à 8 %. En vertu du tableau 2 de l'annexe 1b « Belagskennwerte - Anwendungshilfe für die Belagsakustik » (en allemand, version du 31 juillet 2013) du « Manuel du bruit routier », le revêtement ACMR8 avec une teneur en vides inférieure à 8 % affiche une valeur KB de 0 dBA³.

³ Pour les vitesses supérieures à 90 km/h

16) Comment les valeurs KB figurant dans le tableau 2 de l'annexe 1b du « Manuel du bruit routier » peuvent-elles être utilisées dans sonROAD18 ?

Si aucun mesurage du revêtement n'a été effectué ou qu'aucun mesurage n'est réalisable, il est possible de recourir à une correction standard du revêtement en présupposant une valeur KB. Des corrections spectrales du revêtement compatible avec sonROAD18 ont été déterminées sur la base des spectres CPX moyens. Ces corrections spectrales du revêtement définies sont appelées **corrections standard du revêtement** et peuvent, de par leur fonction, être comparées aux valeurs KB.

Les corrections standard du revêtement sont enregistrées dans les logiciels de calcul du bruit couramment disponibles sur le marché ainsi que dans l'[outil web sonROAD18](#). Comme avec le modèle StL86+, les valeurs KB relatives aux types de revêtement posés ou à poser figurent dans le tableau 2 de l'annexe 1b du « Manuel du bruit routier ».

17) Quelle correction du revêtement doit être utilisée en l'absence d'informations à cet égard ?

En l'absence d'informations sur le revêtement, c'est le revêtement acoustiquement neutre KB50_0 dB ou KB80_0 dB qui est utilisé en fonction de la vitesse signalisée. Le revêtement de référence du modèle (ACMR8) ne doit pas être utilisé (« Modèle de calcul du bruit routier sonROAD18 », série Connaissance de l'environnement, point 2.4.6, p. 19).

18) Comment les mesures CPX, SPB, SEM peuvent-elles être utilisées dans sonROAD18 ?

Toutes les anciennes méthodes de mesurage peuvent continuer à être utilisées avec sonROAD18 (« Modèle de calcul du bruit routier sonROAD18 », série Connaissance de l'environnement, point 2.4.3, p. 17). Les mesures SEM et SPB peuvent être intégrées directement dans sonROAD18. L'Empa a conçu un modèle de conversion (interface CPX) pour intégrer les mesures CPX. Il va sans dire que, pour profiter de la résolution fréquentielle élevée de sonROAD18, les résultats des mesurages des qualités acoustiques du revêtement devraient être intégrés au modèle d'émission, avec une résolution en bandes de tiers d'octave.

19) Comment l'interface CPX fonctionne-t-elle ?

L'interface CPX est un modèle de conversion empirique et spectral qui a été étalonné avec des données de mesurages (paires de données CPX et SPB). Elle permet l'intégration des mesures CPX dans sonROAD18 après les avoir converties en corrections spectrales du revêtement.

Cette interface CPX est implémentée dans l'[outil web sonROAD18](#), de manière à ce que l'on puisse entrer ses propres mesures CPX qui permettent ensuite de calculer les corrections du revêtement compatibles avec sonROAD18.

20) Dans l'annexe I de « sonROAD18 – Berechnungsmodell für Strassenlärm » (en allemand), pourquoi les données sont-elles indiquées avec une température de l'air de 8 °C ? Ne faut-il pas les adapter à la température de référence du modèle, soit 10 °C ?

Les corrections spectrales relatives à l'atténuation due à l'air figurent à l'annexe I de « sonROAD18 – Berechnungsmodell für Strassenlärm » (en allemand). Elles servent à corriger les mesures SEM et SPB concernant l'atténuation due à l'air. Elles ne sont pas liées à la température de référence du modèle. Pour ces corrections, c'est la température de l'air qui régnait au moment des mesurages SEM et SPB qui est pertinente et non pas la température moyenne annuelle comme pour les prévisions sur les immissions en vertu de l'OPB.

21) Des distances fixes (p. ex. 7,5 m) doivent-elles être respectées pour les mesurages SEM selon le modèle sonROAD18 ?

Typiquement, un mesurage SEM relève le niveau équivalent L_{eq} d'une route à deux voies ou plus à des distances variables entre le microphone et les voies.

22) Comment faut-il choisir l'atténuation spectrale due à l'air pour les distances qui ne figurent pas dans le tableau I.1 ?

Les atténuations spectrales dues à l'air sont présentées à l'annexe I de « sonROAD18 – Berechnungsmodell für Strassenlärm » : elles sont indiquées en fonction de la fréquence et pour des distances habituelles allant de 5 à 15 m. Pour les autres distances qui ne figurent pas dans le tableau I.1, l'atténuation due à l'air peut être définie avec une précision suffisante par une approximation linéaire. Pour des distances inférieures à 5 m ou supérieures à 15 m, les valeurs peuvent être extrapolées. Dans la formule 16.1 (point 16.3, p. 110), la distance doit être prise en compte pour chaque voie.

V. Vitesse des véhicules / chiffres du trafic

23) Comment procéder avec la vitesse signalisée et la vitesse effective ?

Pour le calcul des nuisances sonores à l'état initial et à l'état futur, c'est généralement la vitesse signalisée qui est déterminante (« Modèle de calcul du bruit routier sonROAD18 », série Connaissance de l'environnement, point 2.3, p. 15). Une vitesse moyenne supérieure à la vitesse signalisée correspondrait à un état non conforme à la loi d'une installation routière. Une vitesse moyenne inférieure à la vitesse signalisée ne serait pas garantie à long terme.

Des exceptions à cette règle figurent au point 2.3 (p. 15) de la publication de l'OFEV dans la série Connaissance de l'environnement, intitulée « Modèle de calcul du bruit routier sonROAD18. Traitement des données d'entrée et calcul de la propagation ».

24) Avec sonROAD18, est-il possible de combiner un revêtement peu bruyant à une réduction de la vitesse ?

En principe, sonROAD18 permet de faire des prévisions d'émissions en combinant des mesures. Toutefois, la validation du modèle n'a pas été faite de manière ciblée pour des mesures combinées.

25) Comment introduire les chiffres du trafic des transports publics ?

Le convertisseur SWISS10 calcule exclusivement les volumes de trafic individuel motorisé. C'est pourquoi, pour les catégories SWISS10 n° 11 Bus des transports publics et n° 12 Tramways, les volumes de trafic doivent être demandés aux entreprises de transports publics.

VI. Calcul de la propagation

26) Comment la propagation du son est-elle calculée avec ISO 9613-2 ?

La norme ISO 9613-2 « Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 2: General method of calculation » propose un modèle de calcul bien établi pour calculer la propagation du son de la source de bruit, à savoir la route, aux points d'immission. Il est implémenté dans la plupart des logiciels de calcul du bruit disponibles sur le marché. Un calcul de la propagation d'après la norme ISO 9613-2 permet notamment de prendre en compte les effets acoustiques suivants :

- a) divergence/atténuation géométrique,
- b) absorption atmosphérique,
- c) effet du sol en fonction du type de sol,
- d) réflexion des surfaces,
- e) effet d'écran par des obstacles⁴,
- f) effets météorologiques.

Le calcul est effectué en fonction de la fréquence (résolution en bandes d'octave avec des fréquences médianes nominales de 63 Hz à 8 kHz ; à savoir huit bandes de fréquences).

27) Quelles sont les différences entre le calcul de la propagation d'après la norme ISO 9613-2 et le calcul de la propagation selon l'ancien modèle StL86+ ?

Dans le calcul de la propagation selon le modèle StL86+, les effets acoustiques a) à e) énumérés dans la réponse à la question n° 26 sont également pris en compte, mais d'une manière qui simplifie et généralise. Ainsi, pour l'effet du sol, le modèle StL86+ suppose que le sol sur le chemin de propagation est généralement poreux/meuble (une autre sélection est impossible). En revanche, dans le calcul de la propagation d'après la norme ISO 9613-2, la propriété acoustique du sol sur le chemin de propagation peut être sélectionnée en fonction de la situation : il est possible de choisir entre G (*ground factor*) = 0 pour des sols denses/durs et $G = 1$ pour des sols poreux/meubles. La valeur du facteur de sol G peut aussi varier sur le chemin de propagation.

En outre, le calcul de la propagation selon le modèle StL86+ ne dépend pas de la fréquence, c'est-à-dire qu'il n'est pas spectral, ce qui constitue une simplification supplémentaire.

Comme StL86+ ne tient pas compte des effets météorologiques, les niveaux d'immission calculés avec ce modèle sont, pour des distances de propagation importantes, généralement plus faibles que ceux calculés d'après la norme ISO 9613-2 avec des conditions météorologiques favorables.

Voir la comparaison des calculs dans le rapport de l'Empa « [sonROAD18 – Berechnungsmodell für Strassenlärm. Weiterentwicklungen und Ergänzungen](#) » (en allemand), 30 novembre 2020, point 8, p. 77

28) Dans la publication « Modèle de calcul du bruit routier sonROAD18 », série Connaissance de l'environnement, le choix des paramètres pour le calcul de la propagation est-il établi de manière définitive ?

Non. Dans la publication « Modèle de calcul du bruit routier sonROAD18 », série Connaissance de l'environnement, quelques réglages/paramètres importants figurent au point 3 « Calcul de la propagation ». Là où il existe une marge de manœuvre (p. ex. nombre de degrés de réflexion), les autorités d'exécution compétentes peuvent définir d'autres réglages/paramètres. Les réglages logiciels restants peuvent également être fixés par les autorités d'exécution ou ils incombent aux acousticiens/experts (p. ex. propriétés acoustiques du sol pour calculer le facteur de sol G).

⁴ Obstacles tels que bâtiments, élévations de terrain / crêtes, parois ou remblais / buttes antibruit, murs de soutènement, ouvrages d'art en général

29) Dans le cadre du calcul de la propagation, le rapport technique ISO/TR 17534-3 doit-il être appliqué pour calculer l'effet de sol ?

Oui. Dans la publication « Modèle de calcul du bruit routier sonROAD18 », série Connaissance de l'environnement, il est précisé qu'il faut tenir compte de toutes les recommandations de la norme ISO/TR 17534-3⁵, par conséquent de celle relative à l'effet de sol. En particulier, des effets de sol négatifs ne doivent pas être déduits (ISO/TR 17534-3, point 5.5, p. 4). Dans la plupart des logiciels, il existe une option correspondante dans les paramètres de calcul.

30) La norme ISO 9613-2 calcule un niveau de pression acoustique en champ libre. Est-ce la raison pour laquelle il faut appliquer une correction pour le lieu de la détermination en vertu de l'OPB (fenêtre ouverte) ?

Un calcul de la propagation d'après la norme ISO 9613-2 donne comme résultat un niveau de pression acoustique en champ libre. Il en va de même pour le calcul de la propagation selon le modèle StL86+. Pour convertir le niveau de pression acoustique en champ libre en une valeur à la fenêtre ouverte, le descriptif du modèle sonRoad publié en 2004 suggère d'appliquer une correction forfaitaire de +1 dBA (« [sonRoad – Modèle de calcul du trafic routier](#) », Cahier de l'environnement n° 366, point 3.8, p. 43).

En revanche, l'aide à l'exécution « Manuel du bruit routier » n'exige pas une telle majoration forfaitaire générale.

Lors de la comparaison des mesurages des immissions aux prévisions des modèles (StL86+ et sonROAD18/ISO 9613-2), les calculs tests effectués (scénarios de test I-III) n'ont montré aucun écart systématique qui serait dû à la différence champ libre / fenêtre ouverte.

Normalement, les valeurs limites sont fixées sur la base des relations exposition-effet. L'exposition est calculée et non pas mesurée. Dans ce calcul d'exposition, les modèles de propagation qui déterminent le niveau d'immission en champ libre sont également appliqués. Autrement dit, lors de la fixation des valeurs limites, aucune conversion en valeur à la fenêtre ouverte n'a été effectuée.

L'OFEV a recommandé de ne pas convertir les niveaux d'immission calculés en champ libre en niveaux d'immission à la fenêtre ouverte. Par conséquent, pour les calculs d'immissions d'après le modèle sonROAD18 en combinaison avec la norme ISO 9613-2, aucune majoration forfaitaire générale n'est requise.

VII. Majorations/calibrage/normalisation

31) Est-il possible ou nécessaire de calibrer le modèle ?

L'un des objectifs du projet sonROAD18 était d'améliorer la précision des prévisions et de pallier les carences des modèles précédents. Une combinaison du modèle sonROAD18 avec ISO 9613-2 devrait donc nécessiter moins de calibrages au moyen de mesurages. Les calibrages du modèle sont superflus en ce qui concerne les valeurs d'émission.

Au besoin (dans des cas dûment justifiés et clairement identifiés), il est possible de procéder à des calibrages du modèle. Mais ceux-ci ne doivent pas être confondus avec la correction du revêtement, mais bien être effectués séparément et, dans la mesure du possible, spectralement (avec une résolution en bandes de tiers d'octave).

⁵ Rapport technique ISO/TR 17534-3 « Acoustics – Software for the calculation of sound outdoors – Part 3: Recommendations for quality assured implementation of ISO 9613-2 in software according to ISO 17534-1 » (en anglais), 1^{re} édition parue le 15 janvier 2015

32) Comment modéliser les zones d'intersection et les ronds-points avec sonROAD18 en combinaison avec ISO 9613-2 ?

Le modèle sonROAD18 ne comprend aucune majoration forfaitaire pour les intersections et les ronds-points. D'après le « Manuel du bruit routier », les zones d'intersection et les ronds-points doivent en outre être modélisés avec les vitesses signalisées :

- s'agissant des intersections et des jonctions pourvues d'installations de signalisation lumineuses, une correction du niveau d'immission peut être appliquée pour la gêne occasionnée ;
- s'agissant des intersections et des jonctions non pourvues d'installations de signalisation lumineuses, aucune correction n'est appliquée pour la gêne occasionnée.

D'après le « Manuel du bruit routier », il est acceptable d'admettre une réduction de la vitesse effective à l'intérieur des ronds-points.

33) Comment les mesurages des immissions peuvent-ils être normalisés ?

sonROAD18 a été calibré à l'aide de nombreux mesurages de passages de véhicules actuellement en circulation et de leurs pneus, et la catégorisation des véhicules du nouveau modèle est très différenciée. C'est pourquoi on s'attend à ce que les calibrages du modèle, en ce qui concerne les valeurs d'émission, ne soient nécessaires que dans des cas particuliers. À l'avenir, l'accent devrait plutôt être mis sur la détermination, par des techniques de mesure, des qualités acoustiques du revêtement.

VIII. Implémentations/logiciels

34) sonROAD18 est-il déjà inclus dans les logiciels de calcul de la propagation du bruit disponibles sur le marché ?

Testé avec succès, sonROAD18 est implémenté dans les logiciels suivants :

- [CadnaA](#), DataKustik GmbH
- [D-Noise](#), n-Sphere AG
- [IMMI](#), Wölfel GmbH
- [SLIP](#), Grolimund & Partner AG
- [SoundPLANnoise](#), SoundPLAN GmbH

L'[outil web sonROAD18](#) peut être utilisé pour ne calculer que les émissions.

35) Le temps de calcul avec sonROAD18/ISO 9613-2 est-il plus long ?

En ce qui concerne le temps de calcul et le besoin de mémoire dans le cadre des scénarios de test, les comparaisons entre les calculs effectués avec les modèles StL86+ et sonROAD18 ont montré une variation relativement importante en fonction du projet routier. Le calcul spectral des émissions et de la propagation ne prend pas beaucoup plus de temps même si, avec la norme ISO 9613-2, huit bandes d'octave doivent être calculées. Indépendamment du modèle de calcul sélectionné, le temps pour trouver le chemin sonore significatif du point de vue de l'acoustique est le facteur critique. Dans les projets étudiés, le besoin de mémoire n'a pas augmenté de manière notable.

Renseignements auprès de l'OFEV

Fr	Sophie Hoehn	Cheffe de section	058 / 462 36 62	sophie.hoehn@bafu.admin.ch
De	Michael Gerber	Collaborateur scientifique, chef de projet	058 / 462 41 98	michael.gerber@bafu.admin.ch

Liens

- Rapports techniques sur sonROAD18 : www.bafu.admin.ch/sonROAD18
- Modèle de calcul du bruit routier sonROAD18. Traitement des données d'entrée et calcul de la propagation. Série Connaissance de l'environnement : www.bafu.admin.ch/uw-2127-f
- Outil web sonROAD18 : <https://sonroad18.empa.ch/>
- Site de l'Empa sur sonROAD18 (en allemand) : <https://www.empa.ch/web/s509/sonroad18>

OFEV, div. Bruit et RNI, Michael Gerber