

La réduction de vitesse comme mesure antibruit : méthode d'évaluation

Guide pour l'examen de la proportionnalité

Rapport final
Zurich, 17 septembre 2020

Sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement

Cuno Bieler, Tanja Reinmann, Daniel Sutter (INFRAS)



©Gregory Collavini

Impressum

La réduction de vitesse comme mesure antibruit : méthode d'évaluation

Guide pour l'examen de la proportionnalité

Rapport final

Zurich, , le 17 septembre2020

Mandant

Office fédéral de l'environnement (OFEV), division Bruit et RNI, CH-3003 Berne
L'OFEV est un office du Département fédéral l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC).

Mandataire

Cuno Bieler, Tanja Reinmann, Daniel Sutter (INFRAS)
Christoph Ammann, Tina Saurer (Grolimund + Partner)

Auteur-e-s

Cuno Bieler, Tanja Reinmann, Daniel Sutter (INFRAS)
Christoph Ammann, Tina Saurer (Grolimund + Partner)

Responsable-s du projet

Nina Mahler, Sarah Stéhly (BAFU)

Groupe d'accompagnement

Sophie Hoehn, Urs Walker (BAFU)

Photo de couverture

Gregory Collavini photography
Länggassstrasse 12, 3012 Berne
contact@gregorycollavini.com

Remarque : La présente étude / le présent rapport a été réalisé(e) sur mandat de l'OFEV. Seul le mandataire porte la responsabilité de son contenu.

Table des matières

1.	La méthode d'évaluation : principes de base	4
1.1.	L'objectif de la méthode	4
1.2.	La méthode : possibilités et limites	4
2.	Comment la méthode d'évaluation fonctionne-t-elle ?	6
2.1.	Fonctionnement de la méthode	6
2.2.	Présentation et interprétation des résultats	8
2.3.	Pondération des indicateurs	9
3.	Application des critères	10
3.1.	Environnement/Bruit	10
3.1.1.	E_1 – Exposition au bruit, de jour (06h00 – 22h00)	11
3.1.2.	E_2 – Exposition au bruit, de nuit (22h00 – 06h00)	11
3.2.	Qualité de l'espace	13
3.2.1.	QE_1 – Qualité de l'espace public	13
3.2.2.	QE_2 – Impact sur le réseau routier	16
3.3.	Sécurité	19
3.3.1.	S_1 – Accidents, sécurité routière	19
3.4.	Qualité des transports	24
3.4.1.	QT_1 – Modifications des temps de déplacement, TIM	24
3.4.2.	QT_2 – Qualité d'exploitation des TP	26
3.5.	Coûts directs	29
3.5.1.	CD_1 – Coûts d'investissement	29
	Annexe n° I – Catalogue des mesures relatives à la qualité du séjour	31
	Annexe n° II – Précisions techniques	44
	Annexe n° III – Exemple pratique	48
	Abréviations	50
	Bibliographie	51

1. La méthode d'évaluation : principes de base

1.1. L'objectif de la méthode

La méthode a pour objectif d'évaluer si la réduction de vitesse est un moyen approprié pour réduire le bruit sur les routes, principales ou non. La méthode se greffe sur les démarches d'assainissement phonique : elle identifie les effets principaux d'une réduction de la vitesse à des fins de réduction du bruit et les évalue afin de permettre une pesée des intérêts en toute transparence. La présente méthode se conçoit comme une simple aide à la décision ; la décision finale revient à l'autorité d'exécution. Par ailleurs, elle permet à la personne qui l'applique de se faire une idée des critères du projet qui obtiennent des résultats concluants et de ceux qui méritent amélioration.

Le présent **rapport méthodologique** est avant tout un manuel d'utilisation pour la méthode.

La définition de la méthode (choix des indicateurs et des champs d'application, mise en œuvre) fait l'objet d'un **rapport de projet séparé** ; il se fonde essentiellement sur la littérature spécialisée, sur des entretiens menés avec les expert-e-s du trafic et du bruit, sur les résultats d'un atelier d'expert-e-s ainsi que sur la prise en compte de bonnes pratiques issues de réalisations préalables dans le domaine des réductions de la vitesse.

1.2. La méthode : possibilités et limites

Développer une méthode d'évaluation signifie aussi se confronter aux méthodologies dont la fiabilité n'est pas assurée et de remettre en question à la fois les expériences faites avec les applications existantes et la qualité requise des données pour optimiser cette méthode.

- La méthode est prévue pour divers types de réductions de la vitesse sur les routes principales et les autres routes à l'intérieur des localités (selon la norme 640 040b). En règle générale, il s'agit d'une réduction de la vitesse de 50 à 30 km/h, qu'il s'agisse d'une zone 30 ou d'un tronçon uniquement. La méthode s'applique aussi aux réductions de la vitesse exclusivement nocturnes et aux autres types de réductions, telles que le passage de 50 à 20 km/h dans les zones de rencontre. Elle ne s'applique pas aux autoroutes et aux semi-autoroutes, les vitesses élevées demandant des indicateurs et des gradations différents (cf. les explications du rapport du projet et notamment le tableau n° 3).
- Cette méthode d'évaluation homogène porte sur des tronçons ou des zones spécifiques. On peut aussi subdiviser un projet en tronçons hétérogènes que l'on pourra évaluer individuellement à l'aide de la méthode. Par conséquent, certains tronçons soumis à analyse seront considérés comme appropriés et d'autres moins, bien qu'ils aient été pensés dans un même projet.

- L'évaluation peut aussi bien se faire en se basant sur la vitesse effective que sur la vitesse signalée. Si des mesures de la vitesse ont été faites à un stade précoce du projet, ces résultats pourront être utilisés. En l'absence de mesures de la vitesse, on travaillera avec la vitesse signalée. Il importe d'utiliser la même grandeur pour tous les indicateurs, c'est-à-dire soit la vitesse effective, soit la vitesse signalée.
- La présente méthode ne produit pas de résultats absolus concernant la pertinence du projet ; elle met en évidence la portée des principaux critères. Elle est une aide à la décision destinée aux autorités, sans pour autant réduire leur marge de manœuvre. Appliquée de manière rigoureuse, elle est tributaire du savoir-faire d'expert-e-s, qu'elle ne remplace pas¹. Appliquée de manière sommaire, elle peut se passer d'expert-e-s.
- La présente méthode ne prétend pas à l'exhaustivité. Dans certains cas, elle ne permet pas d'effectuer une évaluation complète ; alors, si les expert-e-s le demandent, l'évaluation selon la présente méthode peut être remplacée par une évaluation tierce ou être complétée par de nouveaux critères ou indicateurs.
- Le fondement de la méthode est scientifique, mais elle intègre aussi les avis de nombreux expert-e-s, avant tout le choix des indicateurs, mais aussi une éventuelle pesée des intérêts, ou, en l'occurrence, une pondération identique de tous les indicateurs.
- En l'absence d'information sur une éventuelle conception future de l'espace au moment d'appliquer la méthode, on peut partir de l'hypothèse qu'au niveau de l'indicateur QE_1 (qualité de l'espace public), l'intervention future se résumera à une modification de la signalisation. Si des mesures plus importantes sont à prévoir, il convient d'ignorer cet indicateur et de le remplacer par un commentaire.
- Remarquons enfin que dans le cas de l'indicateur QT_1 (Modification du temps de déplacement), la gradation des critères « Impact subi » (1-4) et « Modification » (1-5) est inversée, ce qui provoque une certaine incohérence du système. Ce léger flou ne devrait pas gêner l'application de la méthode.

Remarques à propos de l'actualisation future

Il convient d'examiner soigneusement la mise en œuvre et la gradation des indicateurs et, le cas échéant, de les adapter dès que la méthodologie aura été éprouvée dans une série d'études de cas (au minimum dix selon nous).

¹ La méthode pouvant être appliquée à des objectifs variables, le recours à des expert-e-s de branches diverses peut s'imposer, pour des domaines tels que le bruit, la sécurité ou les transports.

2. Comment la méthode d'évaluation fonctionne-t-elle ?

La liste des critères doit prendre en compte les intérêts pertinents des acteurs les plus divers touchés par une réduction de la vitesse à des fins antibruit. Les critères couvrent les cinq principaux domaines d'action, représentés chacun par un ou deux indicateurs. Le tableau n° 1 présente la liste des cinq critères choisis et des huit indicateurs à évaluer.

Tableau n° 1 : Critères et indicateurs

Critères	Abrév.	Indicateur
Environnement	E_1	Exposition au bruit, de jour
	E_2	Exposition au bruit, de nuit
Qualité de l'espace	QE_1	Qualité de l'espace public
	QE_2	Impact sur le réseau de transport
Sécurité	S_1	Accidents
Qualité des transports	QT_1	Modification des temps de déplacement TIM
	QT_2	Qualité d'exploitation des TP
Coûts directs	CD_1	Coûts d'investissement

2.1. Fonctionnement de la méthode

L'évaluation des indicateurs intervient en principe en deux temps. Il s'agit a) de définir l'état de référence, c'est-à-dire l'impact subi pour l'indicateur concerné, et b) de mesurer le changement (généralement la réduction) intervenu en termes d'exposition ou d'effet.

Tout d'abord, il s'agit d'évaluer **l'état de référence**, et plus concrètement **l'impact subi** dans cet état de référence. L'impact subi à l'état de référence évalue combien de personnes – riverain-e-s, usagers de la route, etc. – sont concerné-e-s par une limitation de la vitesse et dans quelle mesure ces personnes sont concernées pour chacun des indicateurs (p. ex. bruit, côté immissions = nombre de riverain-e-s concerné-e-s et niveau d'exposition au bruit). La figure n° 1 présente un exemple de mise en œuvre d'une matrice d'évaluation bidimensionnelle. Dans cette matrice, on confronte le niveau d'exposition au bruit subi et le nombre de personnes concernées pour déterminer l'impact subi, sur une échelle de 1 à 5. Une forte exposition au bruit subie par un grand nombre de personnes (p. ex. dans une zone fortement construite, le long d'une route) obtiendrait 5 points sur l'échelle. Inversement, une faible exposition au bruit subie par un petit nombre de personnes obtiendrait 1 point. Dans certains cas, on aura recours à une matrice d'évaluation unidimensionnelle. Les indicateurs qui traduisent un impact subi élevé ont davantage de chances de profiter des effets positifs d'un projet de réduction de la vitesse.

Un nuancier dans les tons de bleu a été créé afin de visualiser l'impact subi (cf. fig. n° 1). Il traduit le nombre de points que représente le potentiel d'un projet : cinq points signifient que les chances de réduire l'exposition au bruit d'un grand nombre de personnes sont élevées ; l'inverse vaut un point. Plus le nuancier est sombre, plus les chances d'améliorer la situation sont élevées.

Figure n° 1 : exemple de matrice d'évaluation de l'impact subi dans la situation de référence

	très élevé	5	4	4
p. ex.	...	4	4	3
niveau	...	4	3	2
d'exposition	...	3	2	2
à une	très faible	2	2	1
nuisance		très élevé	...	très faible
		p. ex. nombre de personnes concernées		

Dans un deuxième temps, l'évaluation porte sur le changement provoqué par la réduction de la vitesse. Elle reflète l'ampleur du changement provoqué par le projet (p. ex. modification des émissions phoniques). L'évaluation porte donc sur l'effet immédiat. Le calibrage de cet effet est transcrit sur une échelle de 1 à 4. La figure n° 2 présente une telle échelle de 1 à 4 points en fonction des réductions des nuisances obtenues par des mesures.

Figure n° 2 : exemple de gradation du changement intervenu en termes d'exposition à une nuisance

4 points (maximum) :	réduction très sensible de l'exposition
3 points :	réduction sensible de l'exposition
2 points :	réduction faible de l'exposition
1 point (minimum) :	pas de réduction de l'exposition

Les deux échelles (impact subi à l'état de référence et après changement) sont combinées par multiplication : le nombre total de points d'un indicateur résulte de la multiplication des points représentant l'impact subi à l'état de référence avec le nombre de points représentant le changement intervenu. Le nombre de points de chaque indicateur varie donc entre 1 (impact = 1 x changement = 1) et 20 (impact = 5 x changement = 4).

L'indicateur Coûts d'investissement échappe partiellement à ce schéma, dans la mesure où une évaluation séparée entre impact et changement est inutile, le financement étant normalement assuré par les collectivités publiques ; par conséquent, l'impact subi ne varie pas et les coûts d'investissement sont évalués directement sur une échelle de 1 à 20.

2.2. Présentation et interprétation des résultats

Évaluation et interprétation

La méthode est certainement utile lorsqu'il s'agit de comparer différentes variantes d'un même projet. Les conditions générales étant identiques pour toutes les variantes d'un même projet, la méthode met en évidence les forces et les faiblesses de chacune des variantes pour chacun des indicateurs.

Les résultats sont ventilés selon les indicateurs. En d'autres termes, les utilisateurs voient les résultats de l'évaluation et le potentiel pour chacun des critères et décident de leur pondération. Ainsi, lorsqu'une commune entend, par exemple, réduire la vitesse pour réduire le bruit avant tout, elle se concentrera sur le nombre de points obtenus par l'indicateur Exposition au bruit de jour/de nuit, et considérera cet indicateur en priorité.

Présentation dans le tableau des résultats

La figure n° 3 présente un exemple de tableau des résultats.

Le tableau présente les résultats obtenus pour les huit indicateurs, sur une échelle de 1 à 20. Cette vue d'ensemble montre bien les différences de potentiel de chacun des indicateurs et la dispersion des points.

Figure n° 3 : exemple de représentation tabellaire correcte des résultats

Évaluation

	1	5	10	15	20
Efficacité par indicateur					
Environnement/Bruit					
E_1 Exposition au bruit, de jour (06:00 - 22:00)		X			
E_2 Exposition au bruit, de nuit (22:00 - 06:00)			X		
Qualité de l'espace					
QE_1 Qualité de l'espace public				X	
QE_2 Impact sur le réseau routier		X			
Sécurité					
S_1 Accidents, sécurité routière					X
Qualité des transports					
QT_1 Modification des temps de déplacement TIM				X	
QT_2 Qualité d'exploitation TP			X		
Coûts directs					
CD_1 Coûts d'investissement				X	

Tableau des résultats annexé à la méthode. Source: INFRAS

2.3. Pondération des indicateurs

La pondération des indicateurs est l'expression d'un avis d'expert, voire d'un jugement de valeur. Actuellement, les indicateurs ont chacun le même poids. Précisons que cette pondération identique représente elle aussi un jugement de valeur. La présente méthode laisse les autorités d'exécution libres de pondérer différemment les indicateurs en fonction d'une pesée des intérêts.

3. Application des critères

3.1. Environnement/Bruit

Description, objectif escompté L'indicateur illustre la réduction de l'exposition au bruit. Il s'agit d'un indicateur d'immission. En principe, on pourra utiliser les immissions mesurées par les projets anti-bruit actuels ou celles qui figurent aux cadastres du bruit. Si des données actuelles manquent, les immissions peuvent être estimées sur la base des émissions.

Les réductions de la vitesse entraînent une réduction du niveau de bruit moyen ainsi qu'une réduction substantielle des pics de bruit. Ces deux effets entraînent une réduction des nuisances, notamment durant la nuit. Par conséquent, certaines réductions de la vitesse n'interviennent que durant la nuit. Ce phénomène est reproduit dans le critère E_2, Exposition au bruit, de nuit, lors de l'attribution des points.

Impact subi dans la situation de référence, de jour/de nuit L'impact subi est déterminé par le nombre de personnes exposées à un niveau d'immission supérieur à la valeur limite sur le tronçon qui fait l'objet du projet. Il s'agit donc de déterminer le nombre des personnes concernées.

Nombre de personnes par 100 mètres	Nombre de points
> 50	5
31-50	4
11-30	3
6-10	2
0-5	1

Les chiffres utilisés qui illustrent l'exposition au bruit sont généralement ceux des documents existants (cadastres, projet antibruit).

3.1.1.E_1 – Exposition au bruit, de jour (06h00 – 22h00)

Changement provoqué par la réduction de la vitesse La réduction escomptée est calculée sur la base de données en provenance de projets locaux en cours ou sur la base de données nouvelles. La méthode de calcul découle des spécifications propres aux projets locaux en cours.

Les points obtenus – quatre au maximum - correspondent au changement intervenu :

4 points (maximum) : réduction du niveau de bruit moyen équivalent ou supérieur à -3 dBA
 3 points : réduction du niveau de bruit moyen comprise entre -2 et -2.9 dBA
 2 points : réduction du niveau de bruit moyen comprise entre -1 et -1.9 dBA
 1 point : réduction du niveau de bruit moyen comprise entre 0 et -0.9 dBA

3.1.2.E_2 – Exposition au bruit, de nuit (22h00 – 06h00)

Changement provoqué par la réduction de la vitesse La réduction escomptée est calculée sur la base de données collectées dans des projets en cours ou sur la base de données nouvelles. La méthode de calcul découle des spécifications qui régissent les projets en cours.

L'effet mesuré par rapport au niveau de bruit maximum est toujours plus favorable que celui qui se rapporte au niveau de bruit moyen. L'effet de gêne ressenti durant la nuit est majoritairement provoqué par les pics (maxima). Par conséquent, le bénéfice est plus important durant la nuit par rapport à celui du niveau de bruit moyen.

Les points obtenus représentent l'ampleur du changement obtenu. Pour que l'effet de la réduction des pics de niveau sonore soit intégré à la méthode, on attribuera davantage de points durant la nuit (+1). Le nombre maximal de points obtenus est de 4 :

4 points (maximum) : réduction du niveau de bruit moyen équivalent ou supérieur à -2 dBA
 3 points : réduction du niveau de bruit moyen comprise entre -1 et -1.9 dBA
 2 points : réduction du niveau de bruit moyen comprise entre -0,1 et -0,9 dBA
 1 point : aucune réduction du niveau de bruit moyen

3.2. Qualité de l'espace

3.2.1. QE_1 – Qualité de l'espace public

Description, objectif escompté L'objectif escompté est l'évaluation de la qualité de séjour dans l'espace public. Cette qualité décrit l'utilisation de la route et de ses abords. L'utilisation ne dépend pas seulement de la nature de la route, mais aussi de la diversité des immeubles situés à proximité (UBA 2017). Si le tronçon qui fait l'objet du projet comprend une part élevée d'activités commerciales qui génèrent une clientèle nombreuse (magasins de quartier, artisanat, restaurants, etc.), il attire nécessairement des utilisateurs de la route qui tendent à séjourner relativement longtemps dans l'espace public. Les réductions de la vitesse dans une zone ou sur des tronçons spécifiques permettent d'avoir des routes moins larges, ce qui favorise à son tour la séparation spatiale des TIM et de la mobilité douce. S'y ajoutent des valorisations esthétiques (arbres, bacs à fleurs) et des améliorations structurelles (p. ex. en facilitant la traversée de la route par une berme centrale). La plus-value des immeubles riverains due à la valorisation de l'espace public constitue un autre effet de cette mesure, tout comme le gain d'attractivité de cet espace comme site commercial (exemples : cf. UBA 2017).

La qualité de l'espace public est un critère aux facettes multiples, qui ne se définit pas à l'aide d'un indicateur unique. Elle est étroitement liée au développement souhaité du milieu bâti et des lignes directrices communales correspondantes. Si aucune information n'est disponible sur la conception future de l'aménagement au moment d'appliquer la méthode, il faut se baser sur l'hypothèse que l'intervention future se résumera à une modification de la signalisation. Si des mesures plus importantes sont à prévoir, il convient d'ignorer cet indicateur et de le remplacer par un commentaire.

Impact subi dans la situation de référence L'impact subi dans la situation de référence est établi par les types d'utilisation² dont font l'objet les abords du tronçon routier concerné (zone centrale du quartier, zone artisanale et commerciale fréquentée par le public, etc.) et par la durée de séjour dans cet espace. Les types d'utilisations ne sont volontairement pas définis plus précisément (densité de l'habitat, artisanat et commerces générant plus ou moins de trafic), car ils varient fortement selon les types d'habitat (village, ville, etc.). La personne qui applique la méthode devrait être en mesure d'apprécier la situation du tronçon concerné en comparaison avec le reste de la commune/de la région.

Par courte durée de séjour, on entend un séjour de 10 minutes au maximum. C'est le cas d'une personne qui rentre de chez elle après le travail, prend son courrier puis pénètre dans la maison. Le contexte n'invite pas nécessairement à prolonger le séjour dans l'espace considéré, on se borne à le traverser. Par durée de séjour moyenne, on entend un séjour de 30 minutes environ, le temps de faire ses courses avant de retourner chez soi. Un séjour qui dépasse 30 minutes est qualifié de long ; on se rend sur le

² Par type d'utilisation, on n'entend pas l'affectation telle qu'elle figure au plan de zone de la commune, mais l'utilisation effective de l'espace par le grand public (riverains, clientèle, etc.).

site concerné avec un objectif précis, pour faire ses courses, se rendre dans une entreprise ou séjourner dans un café.

Qu'entend-on par durée de séjour ?

- courte : < 10 min.
- moyenne : env. 30 min.
- longue : > 30 min.

Si le tronçon concerné par le projet se situe en zone industrielle ou dans une zone artisanale sans fréquentation publique, l'impact est défini par un point dans tous les cas.

	Centre du quartier	5	4	4
Type d'utilisation	Quartier d'habitation (nombreux commerces et artisans à fréquentation publique, parcs)	4	4	3
	Quartier d'habitation (peu de commerces et artisans à fréquentation publique)	4	3	2
	Quartier d'habitation à forte densité de population	3	2	2
	Quartier d'habitation à faible densité de population	2	2	1
			longue	moyenne
		Durée du séjour		

Changement provoqué par la réduction de la vitesse

L'évaluation devrait se faire en tenant compte des interventions qui ont été effectuées. L'intervention minimale est la pure signalisation d'un tronçon, autrement dit, une simple limitation de vitesse, sans autre mesure ou adaptation. Cette mesure permettant à elle seule d'améliorer la qualité du séjour dans l'espace concerné, il n'y a pas de critère « pas d'effet ». L'évaluation du changement se fait sur la base d'une série de mesures (cf. Annexe n° I) que l'on appliquera en les combinant à volonté et auxquelles on attribuera des points selon l'échelle ci-après.

Il faut savoir que si certaines interventions permettent effectivement d'améliorer la qualité du séjour dans un espace public, elles atténuent simultanément l'effet anti-bruit. Ces mesures sont spécifiées dans le catalogue de mesures de l'Annexe n° I. En présence de telles mesures, on attribuera aux indicateurs E_1 et/ou E_2 un niveau de bruit moyen un peu plus élevé. Lorsque l'aménagement de la route concernée contient déjà des éléments qui figurent au catalogue de l'Annexe n° I, il s'agira d'en tenir compte dans l'évaluation en attribuant des points supplémentaires.

- 4 points (maximum) : Pour obtenir le nombre de points maximal, les mesures de la classe de qualité 2 doivent impérativement être complétées par deux mesures de la classe de qualité 1 (aménagement, modification des parts de trafic sur tracés piétons, cyclistes, traversées, etc.).
- 3 points : Pour obtenir trois points, les interventions au niveau de la signalisation doivent être complétées par une mesure de la classe de qualité 1 (aménagement, modification des parts de trafic sur tracés piétons, cyclistes, traversées, etc.).
- 2 points : Pour obtenir deux points, il s'agit de prendre deux mesures de la classe de qualité 2 (signalisation, légères adaptations structurelles telles que pose d'obstacles).
- 1 point (minimum) : Pour obtenir un point, il s'agit de prendre une ou deux mesures de la classe de qualité 2 à des fins de signalisation ou de légères adaptations structurelles, telles que la pose d'obstacles.

3.2.2. QE_2 – Impact sur le réseau routier

Description, objectif escompté	<p>Cet indicateur évalue la fonctionnalité du tronçon routier par rapport au réseau routier et par rapport au plan d'aménagement en vigueur. L'aménagement du territoire attribue à chaque tronçon routier une fonction au sein du réseau routier (base : normes VSS), dont découlent l'aménagement et les modalités d'exploitation de ce tronçon.</p> <p>Dans certaines situations, une réduction de la vitesse produit des effets secondaires indésirables, tels que du trafic de détournement ou d'évitement sur le réseau d'ordre inférieur (constatation formulée lors d'un atelier d'expert-e-s). Ce risque existe en particulier lorsque les conductrices et les conducteurs s'attendent à un gain de temps en utilisant les routes d'ordre inférieur (UBA 2016, Huwer et al., 2016). En cas de rupture de la hiérarchie des réseaux, les répercussions risquent d'être négatives sur le réseau routier, non seulement sur l'aménagement du territoire, mais aussi sur le développement de l'urbanisation et les TP. Il est donc pertinent d'inclure dans les considérations le tronçon de route principale concerné de même que les routes de quartier environnantes (Stadt Zürich 2013).</p>
---------------------------------------	---

Impact subi dans la situation de référence	<p>L'impact subi dans la situation de référence est évalué au niveau de la fonction que le tronçon routier concerné assure dans le réseau routier existant. La possibilité qu'une réduction de la vitesse sur un tronçon donné génère un trafic d'évitement varie selon les situations. La hiérarchie des routes se réfère aux normes VSS (unidimensionnelles). L'impact subi doit pouvoir être établi en méconnaissance des normes VSS ; l'Annexe n° II présente un tableau avec les définitions des types de routes à cette fin.</p>
---	--

Exemple : le risque de générer du trafic d'évitement est relativement faible pour une route de desserte ; on attribuera donc 5 points.

Route de desserte	5
Route collectrice de quartier	4
Fonction/ Hiérarchie du réseau Route collectrice principale	3
Route principale	2
Route à grand débit	1

Changement provoqué par la réduction de la vitesse	<p>Cet indicateur a pour vocation de mettre en lumière le risque de générer du trafic d'évitement et/ou de détournement. Le nombre de points attribué reflète le risque de voir emprunter des itinéraires tiers en cas de réduction de la vitesse sur le tronçon considéré. Concrètement, on évalue par exemple le trafic d'évitement potentiel dans les quartiers résidentiels avoisinants, compte tenu des routes à proximité. Il s'agit d'éviter que la réduction de la vitesse ait un effet négatif sur la qualité d'habitation et de séjour dans ces quartiers à forte densité de constructions. Une exception cependant lors de</p>
---	---

l'attribution des points : dans les cas où un détournement du trafic est souhaité, les critères d'attribution des points sont inversés.

4 points (maximum) : Il n'existe pas d'itinéraire de longueur identique ou inférieure à proximité immédiate qui permettrait de gagner du temps de déplacement. Par conséquent, il n'y a pas de risque de trafic d'évitement, le tronçon à 30 km/h est intégré dans des zones 30 existantes (art. 2a OSR). Malgré la réduction de la vitesse, le tronçon concerné reste l'itinéraire le plus rapide.

3 points : Il existe au moins un itinéraire de longueur identique ou inférieure doté d'obstacles tels que des places de stationnement en quinconce. L'itinéraire d'évitement ne permet pas de gagner du temps (p. ex. avec des mesures d'accompagnement) ; le risque de trafic d'évitement est faible.

2 points : Il existe au moins un itinéraire de longueur identique ou inférieure, sans obstacles tels que des places de stationnement en quinconce, limité à 30 km/h, qui permet aux automobilistes de gagner un peu de temps. Un risque de trafic d'évitement existe. Aucune mesure d'accompagnement n'est prévue sur ces itinéraires d'évitement.

1 point (minimum)*: Il existe au moins un itinéraire plus court et sans obstacles tels que des places de stationnement en quinconce, à 50 km/h, qui permet aux automobilistes de gagner un peu de temps. Le risque de trafic d'évitement est très élevé.

*Aux termes de l'ordonnance sur les zones 30, une telle situation n'existe pas, car les zones 30 ne peuvent pas être réalisées si elles sont entourées de zones 50. Si une telle situation apparaît malgré tout, il s'agit de faire appel à un-e expert-e afin de modifier le projet. On peut par exemple imaginer de remplacer la zone 30 prévue par un tronçon à 30 km/h.

Évaluation - Qualité de l'espace

	1	5	10	15	20
Efficacité par indicateur					
Qualité de l'espace					
QE_1 Qualité de l'espace public					
QE_2 Impact sur le réseau routier					

3.3. Sécurité

3.3.1.S_1 – Accidents, sécurité routière

Description, objectif escompté	<p>L'indicateur Sécurité du trafic évalue la modification du risque d'accidents sur le tronçon routier considéré du fait de la réduction prévue de la vitesse. Le risque d'accident de la circulation et la gravité des blessures qui résultent d'une collision diminuent considérablement lorsque la vitesse de déplacement diminue. Le phénomène s'explique par des distances de freinage plus courtes en cas de vitesse plus faible, par une énergie d'impact moindre en cas de collision ainsi que par le fait qu'en cas de vitesse de déplacement plus faible, les usagers de la route perçoivent un nombre bien plus élevé de détails dans l'espace routier, ce qui leur permet de réagir plus rapidement (UBA 2016).</p> <p>Outre la vitesse maximale signalée, les éléments d'infrastructure contribuent eux aussi à la sécurité routière. Le gabarit de la route, la visibilité, le nombre de virages ainsi que l'utilisation des immeubles riverains (école, commerces avec fréquentation publique, établissement médico-social, etc.) ont eux aussi un effet sur la sécurité du tronçon concerné par un projet. Lorsqu'une mesure de réduction de la vitesse entraîne la suppression d'éléments qui représentent un danger pour la sécurité routière, cette modification doit être prise en compte dans l'évaluation. Ainsi, une réduction de la vitesse contribue directement à accroître la sécurité routière et indirectement par la suppression parallèle de sources physiques de risques.</p>
---------------------------------------	---

Impact subi dans la situation de référence

L'impact subi est calculé sur la base du nombre d'accidents intervenu sur le tronçon routier considéré ainsi que sur la gravité des accidents durant la période³ définie par l'OFROU. Le lien ci-après permet de connaître le nombre d'accidents par tronçon routier au cours des cinq dernières années ainsi que leur gravité. Si la gravité des accidents varie, l'évaluation se basera sur le nombre de points maximum (soit l'accident le plus grave et le plus grand nombre d'accidents). L'impact équivaut à 1 point si aucun-e blessé-e n'est à déplorer.

Si l'utilisation qui est faite d'un immeuble riverain exige davantage de mesures de sécurité (p. ex. école, jardin d'enfants, établissement médico-social), l'évaluation interviendra manuellement, en attribuant un point de plus que la valeur prévue par le tableau, pour autant que le nombre maximal de 5 points n'ait pas déjà été atteint. La même règle s'applique lorsque le tronçon n'a pas connu d'accident, mais qu'il présente un déficit de sécurité évident (mauvaise visibilité dans un virage, places de stationnement des deux côtés de la route, etc.) qui peut être éliminé avec la réduction de la vitesse. Lorsque les deux situations décrites se cumulent (présence d'une école, élimination de déficits de sécurité), on attribuera un point supplémentaire pour chaque intervention, soit deux points supplémentaires au total.

<https://www.astra.admin.ch/astra/fr/home/documentation/donnees-des-accidents-de-la-suisse/analyses-geographiques/carte-interactive.html>

Nombre d'accidents durant la période actuelle	≥ 5	5	5	4
	4	5	4	4
	3	5	4	3
	2	5	3	3
	1	5	3	2
		personnes tuées	blessures graves	blessures légères
Gravité des accidents				

³ Lors de la publication du présent rapport, l'OFROU a fixé la période considérée de 2011 à 2017.

Exemple d'impact subi dans la situation de référence

Marqué en jaune : un tronçon de la Schwarzenburgstrasse à Köniz

Durant la période considérée (2011 – 2017), les accidents suivants ont été enregistrés :

- Nombre d'accidents avec personnes tuées (carré avec une croix) : 0
- Nombre d'accidents avec blessés graves (carré) : 0
- Nombre d'accidents avec blessés légers (triangle) : 9

Dans ce cas, l'impact subi dans la situation de référence est de 4 sur l'échelle, car le nombre de blessé-e-s léger-s est supérieur à 5.

Legende

Unfallschwere - Gravité de l'accident - Gravità dell' incidente - Severity of accident

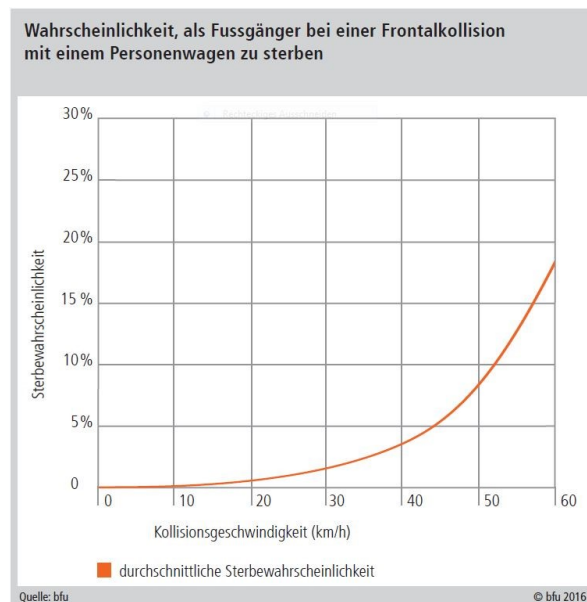
	Unfall mit: Accident avec:		Incidente con: Accident with:	
⊠	Getöteten Tués	U _(G) U _(G)	Persone decedute Fatalities	U _(G) U _(G)
□	Schwerverletzten Blessés graves	U _(SV) U _(SV)	Feriti gravi Severe injuries	U _(SV) U _(SV)
△	Leichtverletzten Blessés légers	U _(LV) U _(LV)	Feriti leggeri Light injuries	U _(LV) U _(LV)



Changement provoqué par la réduction de la vitesse

Le changement est déterminé par la diminution du risque d'accidents de la circulation et de leur gravité en cas de réduction de la vitesse. La distance de freinage est diminuée de près de moitié en passant de 50 km/h à 30 m/h (BPA 2016), et de plus, les chances de survie en cas de collision sont nettement plus élevées pour les piétons si la vitesse est de 30 km/h plutôt que de 50 km/h (BPA 2016). Notons que réduction de la vitesse entraîne toujours une baisse du nombre et de la gravité des accidents. La réduction de la vitesse est une mesure efficace pour accroître la sécurité sur les routes à fort trafic et obtient donc davantage de points.

Figure n° 4 : Probabilité pour un-e piéton-ne de mourir dans une collision frontale avec une voiture de tourisme, en fonction de la vitesse au moment de la collision.



Traduction :

Titre : Probabilité pour une piéton-ne de mourir dans une collision frontale avec une voiture de tourisme, en fonction de la vitesse au moment de la collision

Kollisionsgeschwindigkeit : Vitesse du véhicule au moment de la collision (km/h)

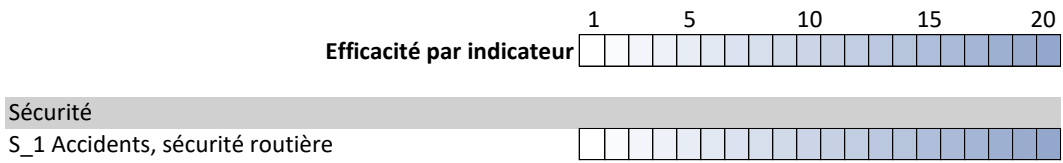
Durchschnittliche Sterbewahrscheinlichkeit: Probabilité moyenne de décès

Quelle : Source : BPA

Le changement est évalué en fonction du trafic. Plus le trafic est élevé, plus le bénéfice est grand. Le nombre moyen de véhicules par heure, de jour (Nt, 06h00-22h00, selon OPB), sert d'unité de mesure. Si l'examen porte exclusivement sur les vitesses enregistrées de nuit, on utilisera le nombre moyen de véhicules comptés en moyenne par heure et de nuit (Nn, 22h00-06h00, selon OPB).

- 4 points (maximum) : Les mesures prévues concernent un tronçon de route très fréquenté, qui compte plus de 600 véhicules par heure.
- 3 points : Les mesures prévues concernent un tronçon de route assez fréquenté, qui compte entre 300 et 600 véhicules par heure.
- 2 points : Une réduction de la vitesse donne droit à 2 points dans tous les cas, dans la mesure où elle réduit toujours le risque d'accident/la gravité d'un accident.
- 1 point (minimum) : Pour obtenir un point, des déficits supplémentaires de la sécurité doivent être compensés. Une telle situation est improbable dans la pratique.

Évaluation - Sécurité



3.4. Qualité des transports

3.4.1. QT_1 – Modifications des temps de déplacement, TIM

Description, objectif escompté	<p>Cet indicateur mesure les modifications des temps de déplacement subies par les personnes et les transports de marchandises en cas de réduction de la vitesse de déplacement. Côté transports de personnes, seul le transport individuel motorisé (TIM) est concerné ; les modifications des temps de déplacement des transports publics sont déterminées par l'indicateur QT_2. Le calcul des modifications des temps de déplacement porte, dans un premier temps, sur les véhicules individuels. Dans un deuxième temps, le calcul prend en compte le volume de trafic (trafic journalier moyen, TJM). Si le volume et les flux de trafic sont inchangés, le TIM enregistre des pertes de temps de déplacement sur le tronçon considéré. Si le volume de trafic diminue en raison de la réduction de la vitesse ou si le trafic est plus fluide, le temps de déplacement sur ce même tronçon pourra devenir plus favorable (EKL B 2015). L'attribution des points se fait donc en fonction des modifications des temps de déplacement par jour sur le tronçon considéré. Le taux d'exploitation des véhicules est négligé, celui-ci étant comparable dans toute la Suisse.</p> <p>Le temps de déplacement est facile à calculer si l'on néglige la modification du flux et du volume de trafic : il suffit de diviser la longueur du tronçon par la vitesse, autrement dit, si l'on réduit la vitesse sur un tronçon, le temps de déplacement augmente. La différence entre le temps de déplacement avant et après l'entrée en vigueur de la réduction de la vitesse indique la modification du temps de déplacement.</p>
Modification du temps de déplacement par véhicule	<p>Une matrice sert d'outil pour effectuer ce calcul de modification du temps de déplacement en fonction de plusieurs vitesses de déplacement (intervalles de 5 km/h) et de plusieurs longueurs de tronçons (intervalles de 200 m) (cf. Annexe n° II). Ces modifications du temps de déplacement par véhicule (en secondes) ont été directement traduites en points par souci de commodité (cf. tableau ci-après). Ce tableau permet de déduire la modification du temps de déplacement en fonction du changement de la vitesse et de la longueur du tronçon.</p> <p>S'il n'existe pas de résultats de mesures de la vitesse effective avant l'introduction du 30 km/h, on effectuera le calcul sur la base des vitesses signalées. Si le flux du trafic connaît régulièrement des perturbations sur le tronçon concerné (congestions, surcharges, fréquents moments d'accélération et de freinage, état d'aménagement de la route⁴ etc.), il s'agira de corriger manuellement ces données en choisissant une différence de vitesse un peu plus faible. Un gain de temps de déplacement s'obtient aussi en améliorant le flux de transport par une réduction de la vitesse (modification de la vitesse ≥ 0) ; si tel est le cas, on attribuera directement 20 points, sans tenir compte du TJM.</p>

⁴ P. ex. trafic mixte ou séparé ; le nombre de voies de la route, la conduite du trafic pédestre et piéton (et les traversées de routes correspondantes) ont eux aussi un effet sur la modification des durées de déplacement ; ces facteurs sont à prendre en compte dans le calcul de la différence de la vitesse.

Exemple : la vitesse est de 45 km/h à l'état de référence et de 30 km/h à l'état es-compté ; la différence est donc de 15 km/h. Le tronçon concerné mesure 600 mètres. Le nombre de points pour la modification du temps de déplacement est de 5. Dans une deuxième étape, ces 5 points sont multipliés par le TJM.

Points obtenus pour la modification du temps de déplacement par véhicule

distance en [m]	3'000	4	2	1	1
	2'600	4	3	2	1
	...				
	1'200	5	4	4	4
	1'000	5	5	4	4
	800	5	5	4	4
	600	5	5	5	5
	400	5	5	5	5
	200	5	5	5	5
			$\Delta -5$	$\Delta -10$	$\Delta -15$

Différence de vitesse* [km/h]

*Différence de vitesse effective ou signalisée, suivant la méthode appliquée. La valeur comprend la correction éventuelle requise par un flux de trafic régulièrement perturbé.

Le tableau complet figure à l'Annexe n° II.

Nombre moyen de véhicules par heure Dans une deuxième étape, le nombre de points qui représentent la modification du temps de déplacement sont multipliés par ceux qui représentent le volume de trafic. Le nombre de points est établi en fonction du trafic horaire moyen, de jour (Nt, 06h00-22h00, selon l'OPB) et l'échelle ci-après. Si l'analyse porte uniquement sur le trafic nocturne, on utilisera le nombre de véhicules horaire moyen compté durant la nuit (Nn, 22h00-06h00, selon OPB).

4 points (maximum) : 40 véhicules par heure au maximum

3 points : entre 40 et 400 véhicules par heure

2 points : entre 400 et 800 véhicules par heure

1 point (minimum) : 800 véhicules ou plus par heure

3.4.2. QT_2 – Qualité d'exploitation des TP

Description, objectif escompté	<p>Cet indicateur est pertinent uniquement si le tronçon routier considéré est fréquenté par des lignes de TP.</p> <p>Aujourd'hui, l'offre de transports publics proposée par les entreprises de transport est si dense dans les espaces urbains (p. ex. le réseau tpg à Genève) que la présente méthode ne suffit pas à évaluer l'ensemble des effets d'une réduction de la vitesse sur un tronçon donné, sur la totalité du réseau. Il est donc recommandé de faire appel à un-e expert-e. Dans les situations moins complexes, il est également souhaitable d'impliquer l'entreprise de TP concernée, l'essentiel étant de considérer individuellement chaque situation.</p> <p>Le présent indicateur évalue l'effet des réductions de la vitesse sur la qualité d'exploitation des véhicules de transports publics. Il s'agit essentiellement de déterminer les éventuels allongements des temps de déplacement des bus et des trams et les surcoûts qui en résultent. Une réduction de la vitesse a plusieurs effets sur les transports publics. D'une part, elle peut allonger les temps de parcours, et par conséquent le temps de déplacement des voyageurs. D'autre part, l'allongement du temps de parcours sur une ligne risque de nécessiter la mise en service d'un véhicule supplémentaire pour maintenir la qualité de l'offre (maintien de la cadence), ce qui provoque des coûts élevés (Stadt Zürich 2012). Ensuite, les retards qui résultent de la réduction de la vitesse peuvent générer des ruptures de correspondance, qu'il convient d'éviter. Si les retards et/ou les ruptures de correspondance attendu sont tels qu'ils réduisent de manière inacceptable l'attrait d'une ligne de TP, un-e expert-e devrait être mandaté-e pour analyser la situation en détail. Le mode de calcul de la modification du temps de déplacement est le même que pour les TIM : on divise la longueur du tronçon par la différence de vitesse. Une matrice avec les valeurs standard est à disposition pour faciliter le calcul.</p> <p>Une réduction de la vitesse peut provoquer une augmentation du flux de trafic sur le tronçon concerné, un résultat qui est sans effet sur la qualité d'exploitation des TP (ne concerne que les bus de lignes qui fréquentent la même voie de circulation que les TIM ; le flux de trafic TIM n'a aucun effet si les TP et les TIM empruntent des voies de circulation distinctes).</p> <p>La qualité d'exploitation des TP repose sur quelques critères qui rendent l'évaluation inutile. Ainsi, si l'un des critères ci-après s'applique, on attribuera d'emblée 20 points :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aucune ligne de TP ne fréquente le tronçon concerné. ▪ Les études préalables montrent que la réduction de la vitesse ne provoquera ni rupture de correspondance, ni perturbation de l'horaire cadencé (aucun véhicule supplémentaire requis en raison de la réduction de la vitesse). ▪ Les tronçons inférieurs à 200 mètres (dans un sens) obtiennent toujours 20 points, les différences de vitesse étant très faibles pour des distances aussi faibles. ▪ Si le tronçon compte plus de 30 départs⁵ par heure (dans une direction), 20 points sont attribués. Dans un tel cas, le trafic se freine lui-même du fait de sa densité et une réduction de la vitesse reste sans effet.
---------------------------------------	--

⁵ Valeur maximale calculée : cadence 7 minutes, soit 8 départs par heure par direction, donc 16 départs au total, x 2 en présence de deux lignes de tram = 32 départs. Ainsi, 2 lignes de tram avec une cadence de 7 minutes représentent plus de 30 départs par heure. Exemple extrême : la Bahnhofstrasse à Zurich, avec ses cinq lignes avec une cadence de 5 à 7 minutes, soit plus de 100 départs par heure.

- Les TP roulent en site propre. Si les véhicules des TP circulent sur une voie qui leur est réservée, séparée physiquement de la route, les variations de la vitesse des TIM n'ont aucun effet sur les TP ; c'est notamment le cas des trams.

Modification du temps de déplacement par véhicule (bus ou tram)

L'évaluation intervient en deux étapes. Tout d'abord, on calcule la modification du temps de déplacement sur le tronçon considéré, et ensuite, on multiplie le chiffre obtenu par le nombre de départs par heure sur ce tronçon (cadence, nombre de lignes) afin de prendre en compte la modification totale du temps de déplacement. Par souci de simplicité, on ignorera le taux d'occupation des véhicules.

Trois réductions de vitesse de déplacement sont disponibles pour évaluer la perte de temps de déplacement par véhicule : Δ -18 km/h, Δ -13 km/h et Δ -9 km/h ; chacune de ces différences est multipliée par la longueur du tronçon considéré. Plus le tronçon est long, plus la perte de temps de déplacement est grande.

Parfois, la limitation de la vitesse à 30 km/h sur un tronçon en aval se révèle disproportionnée, car les réserves de temps des TP ont été épuisées sur le premier tronçon à 30 km/h et par conséquent, des courses supplémentaires qui induisent des surcoûts sont requises pour maintenir la cadence. Dans un tel cas, la modification du temps de déplacement reçoit un point seulement.

Lorsque des résultats de mesure précis sont disponibles pour le tronçon considéré, les acteurs concernés peuvent effectuer eux-mêmes le calcul de la modification du temps de déplacement (cf. la formule en annexe) et attribuer les points obtenus. En l'absence de tels résultats, ce sont les distances entre les arrêts de TP qui sont déterminantes pour le calcul de la différence de vitesse. Les valeurs recommandées :

- Distance entre les arrêts de TP inférieure ou égale à 400 m : prévoir Δ -9 km/h
- Distance entre les arrêts de TP entre 400 et 800 m : prévoir Δ -13 km/h
- Distance entre les arrêts de TP égale ou supérieure à 800 m : Δ -18 km/h

Exemple : un bus parcourt un tronçon de 400 mètres à une vitesse moyenne de 42 km/h (valeur mesurée ; pas de halte). Après réduction de la vitesse à 30 km/h, le même bus ne roule plus qu'à 24 km/h (valeur mesurée). La modification de la vitesse de déplacement de -18 km/h sur 400 m correspond à une perte de temps de 26 secondes⁶, soit 5 points.

Le tableau complet figure à l'Annexe n° II.

⁶ Les détails techniques relatifs au calcul du temps de déplacement réel figurent à l'Annexe II.

distance en [m]	3'000	1	1	1
	2'800	1	1	2
	2'600	1	1	2
	2'400	1	1	2
	2'200	1	2	3
	2'000	1	2	3
	1'800	2	2	3
	1'600	2	3	3
	1'400	3	3	4
	1'200	3	3	4
	1'000	3	4	4
	800	4	4	4
	600	4	4	5
	400	5	5	5
200	5	5	5	
		$\Delta -18$	$\Delta -13$	$\Delta -9$
		différence de vitesse [km/h]		

Nombre de véhicules par heure (cadence horaire) Le nombre de points qui illustre la modification du temps de déplacement est extrapolé au nombre de courses par heure (dans une direction) pour obtenir la modification du temps de déplacement par heure. Le nombre de courses résulte de la cadence multipliée par le nombre de lignes. La formule de calcul complète figure à l'Annexe II.

- 4 points (maximum) : ≤ 8 courses par heure
- 3 points : entre 9 et 16 courses par heure
- 2 points : entre 17 et 24 courses par heure
- 1 point (minimum) : entre 25 et 30 courses par heure

Évaluation - Qualité des transports

Efficacité par indicateur

	1	5	10	15	20

Qualité des transports

QT_1 Modification des temps de déplacement TIM

QT_2 Qualité d'exploitation TP

3.5. Coûts directs

3.5.1. CD_1 – Coûts d'investissement

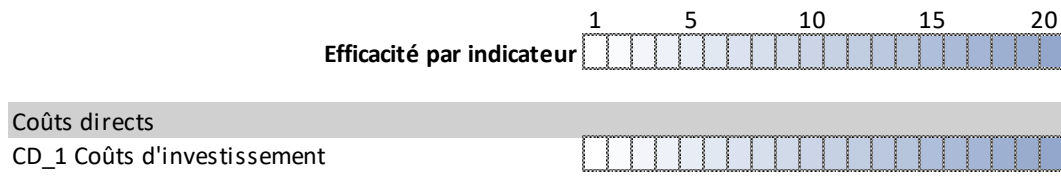
Description, objectif escompté Le critère des coûts d'investissement porte exclusivement sur les travaux qui interviennent sur le tronçon concerné par la réduction de la vitesse. Ces coûts sont relativement simples à calculer dans le cas d'un simple changement de signalisation sur un tronçon donné, alors que si les mesures de construction anti-bruit sont couplées à une réfection de la route, la délimitation entre coûts d'infrastructure et coûts de mesures antibruit n'est pas toujours facile. C'est par exemple le cas lorsque le remplacement du revêtement usé va de pair avec des mesures de modération du trafic pour lutter contre le bruit. Les coûts d'investissement générés par les mesures de construction sont en principe simples à détailler, alors que les coûts de planification et de coordination se recourent. Dans un tel cas de figure, les coûts font l'objet d'une estimation. Lorsque des mesures d'accompagnement sont demandées par la procédure d'autorisation, il convient de les inclure dans le calcul des coûts.

Ainsi, les coûts comprennent l'accompagnement du projet par l'autorité d'exécution, les coûts de planification et de construction, le coût des éventuelles mesures d'accompagnement et une réserve de 10 pour cent pour les imprévus.

Coût des investissements L'évaluation des coûts d'investissement est d'ordre purement monétaire. La somme de ces coûts est évaluée directement à l'aide de l'échelle ci-après. Si les coûts ne sont pas encore connus, on les estimera. Cette estimation peut se faire à l'aide des mesures de l'indicateur QE_1 ou à l'aide des chiffres relatifs à des projets terminés.

Points	Coûts	
20	20'000	pro 100 m
19	28'000	pro 100 m
18	36'000	pro 100 m
17	44'000	pro 100 m
16	52'000	pro 100 m
15	60'000	pro 100 m
14	84'000	pro 100 m
13	108'000	pro 100 m
12	132'000	pro 100 m
11	156'000	pro 100 m
10	180'000	pro 100 m
9	252'000	pro 100 m
8	324'000	pro 100 m
7	396'000	pro 100 m
6	468'000	pro 100 m
5	540'000	pro 100 m
4	810'000	pro 100 m
3	1'080'000	pro 100 m
2	1'350'000	pro 100 m
1	1'620'000	pro 100 m

Évaluation - Coûts directs



Annexe n° I – Catalogue des mesures relatives à la qualité du séjour

Voici une série de mesures qui ont un effet sur la qualité du séjour dans les espaces publics. Pour faciliter l'évaluation, les mesures sont ventilées selon les deux classes de qualité de l'indicateur QE_1. La présente série de mesures n'est pas exhaustive.

La classe de qualité 1

La classe de qualité 1 comprend des mesures de grande portée, destinées à améliorer la qualité de séjour dans l'espace public. Ce sont par exemple les projets de réaménagement de zones-centres, la création de voies piétonnes ou cyclables, les aménagements pour faciliter la traversée des piétons ou encore une modification des parts de surfaces attribuées aux différents modes de transport.

- Transformation d'une place de village / zone centrale / zone quartier L'exemple de Sarnen (2017) : un réaménagement de la place de la gare (p. ex. en transformant les carrefours) était prévu lors de l'introduction de la vitesse de 30 km/h.



Renforcement de l'effet portail à l'entrée des zones 30



©Gregory Collavini

- Modification des parts de surfaces affectées aux différents moyens de transport



- Utilisation conjointe d'une voie de circulation par les véhicules automobiles et le tram ; bandes centrales pour faciliter la traversée



- Traversée facilitée par une bande centrale/polyvalente et par des moyens supplémentaires



©Gregory Collavini

- Création de voies piétonnes larges de 2 mètres



- Création de pistes cyclables larges de 1,5 mètre



- Haltes de tram sous forme d'avancées de trottoir qui empiètent sur la chaussée
- Surélévation > 18 cm⁷, accessible sans obstacle
- Avancée et surélévation combinées



- Séparation des moyens de transport



Classe de qualité 2

La classe de qualité 2 comprend avant tout les moyens de signalisation tels que les panneaux, les marquages au sol et les feux, ainsi que les constructions de faible emprise, telles que les chicane placées en quinconce.

⁷ La hauteur varie suivant le canton/la ville. Dans le canton de Zurich, par exemple, l'accès sans obstacle est assuré par une hauteur de quai d'arrêt de 22 cm, combinée à une rampe/passerelle télescopique dans les véhicules.

- Panneaux de signalisation





©Gregory Collavini

- Marquage d'entrée en « Zone 30 » et marquages de rappel « 30 »





©Gregory Collavini

- Feu de circulation « sur demande », à actionner par les piétons qui souhaitent traverser
- Pas optimal en termes de protection contre le bruit



- Remplacement des panneaux « Stop » et « Cédez le passage » par une priorité de droite



- Stèles (panneau de signalisation avec effet de rétrécissement de la chaussée)
- Pas optimal en termes de protection contre le bruit



©Gregory Collavini

- Marquages en couleur (attirer l'attention à l'aide d'un graphisme réalisé dans une couleur particulière)





©Gregory Collavini

- Bacs de fleurs
- Pas optimal en termes de protection contre le bruit





©Gregory Collavini

- Plantation d'arbres



- Rétrécissements latéraux
- Rétrécissements latéraux combinés à un panneau de signalisation



©Gregory Collavini

- Places de stationnement disposées en quinconce
- Pas optimal en termes de protection contre le bruit



- Installation d'éléments en béton
- Pas optimal en termes de protection contre le bruit



- Trottoir traversant
- Pas optimal en termes de protection contre le bruit



©Gregory Collavini

- Coussin berlinois
- Pas optimal en termes de protection contre le bruit



- Rehaussement des routes secondaires à leur intersection avec une route d'ordre supérieur
- Pas optimal en termes de protection contre le bruit



Annexe n° II – Précisions techniques

QE_2 – Impact sur le réseau de transport

Classification	Fonction Aménagement	Volume de trafic*	Niveau administratif responsable
Route principale (RP)	Relie la ville de Zurich aux régions environnantes et canalise les flux de trafic principaux (p. ex. centre Zurich/Innenstadt-/Oerlikerring) Aménagement routier qui tient compte des besoins des riverains	1 voie de circulation par direction, 900 UVP/heure/direction, soit 20'000 UVP/jour 2 voies de circulation par direction : 1'300 UVP/heure, soit quelque 25'000 UVP/jour	Canton
Route de liaison (RL)	Relie les quartiers de la ville et les zones d'affectation spécifiques au réseau des routes principales ; relie les quartiers de la ville ; tangentes qui déchargent le centre à petite échelle Aménagement routier conforme au milieu	700 UVP/heure/direction, soit quelque 15'000 UVP/jour	Région
Route collectrice (RC)	Relie les quartiers, collecte le trafic des routes d'accès, assure l'accès aux routes de même type ou d'ordre supérieur Aménagement routier conforme au milieu	400 UVP/heure/direction, soit quelque 5'000 UVP/jour	Commune
Route de desserte (RD)	Assure la liaison à l'intérieur du quartier, dessert les parcelles individuelles Aménagement routier conforme au milieu	150 UVP/heure/direction, soit quelque 3'000 UVP/jour	Commune

QT_1 – Modification du temps de déplacement TIM

Le tableau ci-après affiche les gains/pertes de temps pour les différentes distances et modifications de la vitesse par véhicule (en secondes). Il sert de référence pour attribuer les points qui sanctionnent les pertes de temps de déplacement TIM au chapitre 3.4.1.

3'000	0	-51	-90	-120	-144
2'800	0	-48	-84	-112	-134
2'600	0	-45	-78	-104	-125
2'400	0	-41	-72	-96	-115
2'200	0	-38	-66	-88	-106
2'000	0	-34	-60	-80	-96
1'800	0	-31	-54	-72	-86
1'600	0	-27	-48	-64	-77
1'400	0	-24	-42	-56	-67
1'200	0	-21	-36	-48	-58
1'000	0	-17	-30	-40	-48
800	0	-14	-24	-32	-38
600	0	-10	-18	-24	-29
400	0	-7	-12	-16	-19
200	0	-3	-6	-8	-10
	0	-5	-10	-15	-20
	Différence de vitesse [km/h]				

[km/h]	30	35	40	45	50
[m/s]	8.3	9.7	11.1	12.5	13.9

3'000	4	3	1	1
2'800	4	3	2	1
2'600	4	3	2	1
2'400	4	3	2	2
2'200	4	3	3	2
2'000	4	4	3	2
1'800	4	4	3	2
1'600	5	4	3	2
1'400	5	4	4	2
1'200	5	4	4	4
1'000	5	5	4	4
800	5	5	4	4
600	5	5	5	5
400	5	5	5	5
200	5	5	5	5
	Δ-5	Δ-10	Δ-15	Δ-20
	Différence de vitesse* [km/h]			

L'attribution des points pour la modification de la durée des déplacements se base sur l'échelle ci-après :

Conversion des pertes de temps de déplacement en points

> 121s	1 point
91s à 120s	2 points
61s à 90s	3 points
31s à 60s	4 points
≤ 30s	5 points

QT_2 – Qualité d'exploitation des TP

En cas d'utilisation simplifiée de la méthode (sans résultats de mesures ni vitesses effectives), il est recommandé d'utiliser des valeurs standard pour estimer les différences de vitesse entre 30 et 50 km/h. Lorsque des résultats de mesure de la vitesse sont disponibles, on pourra calculer cette modification du temps de déplacement. Les différences de vitesse données (-18km/h, -13km/h et -9km/h) ont été calculées à l'aide de la formule ci-après :

$$V = \frac{D_s}{\frac{D_s}{v_{max}} + \frac{v_{max}}{a} + T_{Hst}}$$

Le calcul se base sur l'hypothèse d'une accélération (a) d'1 m/s² et sur un temps de battement de 30 secondes pour les voyageurs [T_{Hst}]. Lorsque la distance entre les arrêts est inférieure ou égale à 400 m, la différence ne dépasse jamais 9 km/h pour une vitesse maximale (v_{max}) de 50 km/h, resp. 30km/h. Lorsque la distance entre les arrêts est de 800 m au maximum, la différence maximale est de 13 km/h. Une différence maximale de 18 km/h a été ajoutée pour des arrêts distants de plus de 800 m.

Les distances entre arrêts qui sont utilisées dans la présente formule sont celles qui figurent dans les ordonnances sur l'offre de transports publics des cantons de Berne et de Zurich. La qualité de la desserte y prévoit une distance maximale de 400 mètres à vol d'oiseau entre le domicile, le lieu de travail ou de formation et l'arrêt le plus proche. On en déduit que les distances minimales et maximales entre les arrêts sont comprises entre 400 et 800 mètres pour que toutes les personnes (ou du moins le plus grand nombre, dans le cas des 800 mètres) puissent bénéficier d'une telle desserte.

Le tableau ci-après présente le gain/la perte de temps (en secondes) pour les différentes distances et la différence de vitesse standard par véhicule.

3000	-193	-162	-123
2800	-180	-151	-115
2600	-167	-140	-106
2400	-154	-130	-98
2200	-141	-119	-90
2000	-129	-108	-82
1800	-116	-97	-74
1600	-103	-86	-65
1400	-90	-76	-57
1200	-77	-65	-49
1000	-64	-54	-41
800	-51	-43	-33
600	-39	-32	-25
400	-26	-22	-16
200	-13	-11	-8
	Δ -18	Δ -13	Δ -9
	Différence de vitesse [km/h]		

3'000	1	1	1
2'800	1	1	2
2'600	1	1	2
2'400	1	1	2
2'200	1	2	3
2'000	1	2	3
1'800	2	2	3
1'600	2	3	3
1'400	3	3	4
1'200	3	3	4
1'000	3	4	4
800	4	4	4
600	4	4	5
400	5	5	5
200	5	5	5
	Δ -18	Δ -13	Δ -9
	différence de vitesse [km/h]		

L'attribution des points pour la modification de la durée des déplacements se base sur l'échelle ci-après :

Conversion des pertes de temps de déplacement en points

> 121s	1 point
91s à 120s	2 points
61s à 90s	3 points
31s à 60s	4 points
≤ 30s	5 points

Dans une seconde étape, on extrapolera le nombre de secondes perdues par véhicule rapporté à la modification de la durée de déplacement par rapport à la cadence courante, en tenant compte du nombre de départs par heure et du nombre de lignes sur le tronçon considéré.

Annexe n° III – Exemple pratique

Laurenzenvorstadt, Aarau



Données de base Longueur du tronçon = 350 m
 TJM 2015 = 6900 véhicules/jour

Environnement/bruit Le nombre de personnes concernées se calcule à partir du nombre d'immeubles exposés à des nuisances sonores supérieures à la valeur limite d'immission (VLI) ; en l'occurrence, pour 14 immeubles, il s'agit d'environ 90 personnes, soit 26 personnes par tronçons de 100 mètres (90 personnes sur 350 m) ; sur l'échelle d'évaluation d'impact, cette situation équivaut à 3 points.

E_1 (de jour) Le rapport d'exposition enregistre les réductions de bruit suivantes :
 Réduction de la vitesse de $v_{85} = 44 \text{ km/h}$ à 30 km/h = une réduction de bruit de 2,5 dBA, soit 3 points

$$E1 = 3 \times 3 = 9$$

E_2 (de nuit) Réduction de la vitesse de $v_{85} = 48 \text{ km/h}$ à 30 km/h = une réduction de bruit de 3,5 dBA, soit 4 points

$$E2 = 3 \times 4 = 12$$

Qualité de l'espace QE_1 Dans le quartier de Laurenzenvorstadt, la durée de séjour est courte ; dans le périmètre de la route, les séjours dépassent rarement 10 minutes. Le tronçon est situé dans un quartier d'habitation avec des activités commerciales et artisanales qui génèrent peu de public.

L'aspect de la route a été modifié à l'aide de mesures simples (pavages, places de stationnement en quinconce, rétrécissement) pour correspondre à une route à 30 km/h.

QE1 = 2x4=8

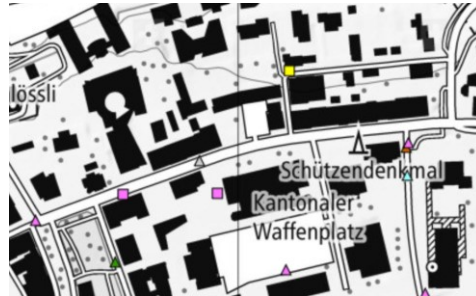
Qualité de l'espace
QE_2

Route collectrice principale

Le tronçon considéré est intégré à une zone 20/30 existante. Il n'y a pas de possibilité de contournement.

QE1 = 3x4 = 12

Sécurité S_1



1 accident avec blessures graves, 2 accidents avec blessures légères
Volume de trafic : 397 véhicules/h

S_1= 3x3 = 9

Qualité des transports
QT_1

Le tronçon mesure env. 400 m ; la réduction de la vitesse est de 15 km/h env. De jour, la densité du trafic est comprise entre 40 véhicules/h et 400 véhicules/h.

QT_1=5x3 = 15

Qualité des transports
QT_2

Tronçon sans TP

QT_2 = 20

Coûts directs
CD_1

Les frais d'aménagement (uniquement pour la partie lutte contre le bruit) s'élèvent à 180'000 francs, soit à 51'000 francs pour 100 m.

CD_1=16

Abréviations

TJM	Trafic journalier moyen
dBA	Pression acoustique mesurée
VLI	Valeur limite d'immission
Leq	Niveau d'exposition sonore équivalent (en dBA)
TP	Transports publics
VSS	Association suisse des professionnels de la route et des transports
OPB	Ordonnance 15 décembre 1986 sur la protection contre le bruit
OSR	Ordonnance du 5 septembre 1979 sur la signalisation routière
TIM	Transport individuel motorisé

Bibliographie

- Bafu 2019:** Beurteilungsmethode für Temporeduktionen als Lärmschutzmassnahme - Hilfe für die Interessenabwägung, Methodenbericht, Bern 2019, noch nicht veröffentlicht.
- Bafu/Astra 2006:** Leitfaden Strassenlärmsanierung, Vollzugshilfe für die Sanierung. Stand: Dezember 2006, Bern
- BFU 2016:** Tempo-30-Zonen, Fachbroschüre, Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu), 2016.
- BGE 1C_11/2017:** Urteil vom 2. März 2018, I. öffentlich-rechtliche Abteilung, Gegenstand Verkehrsanordnung Sevogelstrasse, Höchstgeschwindigkeit 30 km/h
- Bichsel M. und Muff W. 2006:** Wirtschaftliche Tragbarkeit und Verhältnismässigkeit von Lärmschutzmassnahmen. Optimierung der Interessensabwägung. Umwelt-Vollzug Nr. 0609. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- B,S,S. und Basler&Hofmann 2017:** Überarbeitung der Grundlagen der Kosten-Nutzen Methode zur Beurteilung von Lärmassnahmen. Studie im Auftrag des Bundesamts für Umwelt.
- Bundesamt für Raumentwicklung 2014:** Prüfung der Agglomerationsprogramme 2. Generation. Erläuterungsbericht.
- Cercle Bruit 2018:** Lärmreduzierende Wirkung von Tempo 30, Faktenblatt, Dezember 2018.
- Egger M., Roth G., Bayer R. Fahrländer K.L. 1998:** Wirtschaftliche Tragbarkeit und Verhältnismässigkeit von Lärmschutzmassnahmen. Schriftenreihe Umwelt Nr. 301. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- EKLB 2015:** Tempo 30 als Lärmschutzmassnahme: Grundlagenpapier zu Recht – Akustik – Wirkung, Eidgenössische Kommission für Lärmbekämpfung EKLB, Bern 2015
- G+P 2015:** Grolimund und Partner, Potential von Temporeduktionen innerorts als Lärmschutzmassnahmen, Studie im Auftrag Stadt Zürich (UGZ) und Kanton Aargau (ATB), Januar 2015.
- Huwer et al. 2016:** Huwer, U.; Wimmer, R.; Ott, R.; Hinden, S.; Camandona, C.; Renard, A.: „Weder schnell noch langsam – sondern angepasst: Die optimalen Geschwindigkeiten in Siedlungsgebieten“, in: Straßenverkehrstechnik 6.2016, Seite 337–343.
- INFRAS 2011:** Förderung der städtischen Standortattraktivität durch effizienten und finanzierbaren Verkehr; Teilprojekt 2: Wertschöpfung und Verkehr; INFRAS im Auftrag des Tiefbauamtes der Stadt Zürich, Zürich.
- Jäger 2009:** Bauen im lärmbelasteten Gebiet, Interessenabwägung nach Art. 31 Abs. 2 2 als Beispiel für eine Interessenabwägung, Präsentation Fachtagung Cercle Bruit, September 2009, Luzern.
- Kanton Basel-Stadt 2014:** Wechselwirkungen Tempo 30 und ÖV-Förderung, Was gilt es bei der Planung zu berücksichtigen? Präsentation Alain Groff, Leiter Amt für Mobilität, SVI-Regionalgruppentreffen, November 2014

- Kanton Bern 2017:** Abweichende Höchstgeschwindigkeiten, Arbeitshilfe, Tiefbauamt des Kantons Bern, Ausgabe September 2017, Bern
- Kanton Wallis 2017:** Critères d'entrée en matière pour un abaissement de la vitesse à 30km/h, aide à la décision, Département de la mobilité, du territoire et de l'environnement (DMTE), Mandataire nomad architectes Valais sàrl, décembre 2012, Sion.
- RK&P 2010:** Auswirkung Tempo 30 Zonen auf Betrieb OeV; Rudolf Keller & Partner Verkehrsingenieure AG, Dezember 2010.
- Schmidt 2018:** Wirkungsuntersuchung zu Tempo 30 auf Hauptverkehrsstrassen auf der Basis von Messfahrten am Beispiel Potsdam, Präsentation am 7. Freiburger Workshop «Luftreinhaltung und Modelle», Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe und Dresden, Mai 2018.
- Schürmann 2018:** Tempo-30 auf verkehrsorientierten Strassen – Ein Renner?; Präsentation Roger Schürmann mit Stand September 2018, Luzern
- Stadt Zürich 2012:** Strassenlärmsanierung durch Geschwindigkeitsreduktion, Zonenkonzept Tempo 30 kommunale Strassen, 2. Auflage, Tiefbauamt Stadt Zürich, Mobilität und Verkehr, Zürich, Mai 2012.
- Stadt Zürich 2013:** Tempo- und Verkehrsregimes mit ÖV-Trassierung, für die Aufwertung von Quartierzentren, zur Strassenlärmsanierung und für mehr Verkehrssicherheit, Tiefbauamt Zürich, Dezember 2013.
- SVI 2017:** Verträglichkeitskriterien für den Strassenraum innerorts, Merkblatt 2017/02, SVI2004/058
- VBZ 2012:** Auswirkungen von Tempo 30 auf den ÖV, Faktenblatt, Verkehrsbetriebe Zürich, August 2012, Zürich.
- VBZ 2014:** Wird der ÖV Kunde durch Tempo 30 ausgebremst? Beurteilung aus Sicht der Transportunternehmung – Präsentation H.K. Bareiss VBZ, im Rahmen des SVI Schwerpunktthemas 2014/15, Optimale Geschwindigkeiten in Siedlungsgebieten, 23.10.2014
- Ville de Lausanne 2018:** 30 km/h nocturne pour les avenues de Beaulieu et Vinet - Résultats intermédiaires, Présentation par la ville de Lausanne, le canton de Vaud et les bureaux Ecoacoustique et Transitec, janvier 2018
- VSS 2017:** Grundlagen zur Beurteilung der Lärmwirkung von Tempo 30, Forschungsprojekt VSS im Auftrag vom ASTRA, Bern, Februar 2017.
- UBA 2016:** Wirkungen von Tempo 30 an Hauptverkehrsstraßen, Umweltbundesamt, Fachgebiet Umwelt und Verkehr, Dessau-Rosslau, November 2016
- UBA 2017:** Straßen und Plätze neu denken, Fachbroschüre, Umweltbundesamt, Fachgebiet Umwelt und Verkehr, Dessau-Rosslau, Oktober 2017