

L'efficacité spatiale dans les transports: définition et état des lieux

Conférence des villes pour la mobilité (CVM)

Outil de travail (état août 2021)

Questions typiques CVM

- À quoi peuvent ressembler les scénarios (de transfert modal) qui augmentent la capacité du système de transport sur les surfaces existantes pour le trafic fluide ou pour le trafic fluide et au repos?
- Quels scénarios (de transfert modal) permettent de maintenir voire augmenter la capacité du système de transport si les surfaces de circulation pour le trafic fluide ou pour le trafic fluide et au repos sont réduites dans une certaine mesure (p. ex. en faveur de plus de verdure dans l'espace routier)? Cette question est pertinente dans le contexte des initiatives <https://www.actif-traffic.ch/projects/climat-urbain>.
- Quelles sont les différences entre la capacité théoriquement possible et celle effectivement atteinte sur des surfaces de circulation?
- Quelles conclusions les réflexions sur l'efficacité spatiale suggèrent-elles en ce qui concerne la séparation du trafic ou le trafic mixte?

Exemple du canton BS

Verordnung über umweltfreundliche Verkehrsmittel (VuV)

Vom 12. Januar 2021 (Stand 1. Januar 2021)

§ 4 *Flächeneffizienz von Verkehrsmitteln und Fortbewegungsarten*

¹ Die Beurteilung der Flächeneffizienz eines Verkehrsmittels oder einer Fortbewegungsart erfolgt unter Berücksichtigung des Flächenbedarfs im ruhenden und im fliessenden Verkehr und unter Berücksichtigung des Besetzungsgrades.

² Fuss- und Veloverkehr sowie motorisierte Fahrzeuge mit weniger als 5 m² Grundfläche gelten generell als flächeneffizient.

¹⁾ SG BS 780.100

³ Personenwagen im fliessenden Verkehr gelten dann als flächeneffizient, wenn sie mit mindestens drei Personen besetzt sind.

⁴ Das Parkieren in drei- oder mehrstöckigen Parkhäusern oder Tiefgaragen gilt als flächeneffizient. Ein- oder zweistöckige Tiefgaragen gelten als flächeneffizient, wenn sie unter Flächen liegen, deren Zweckbestimmung das Pflanzen grosser Bäume nicht zulässt.

⁵ Kollektive Verkehrsangebote und Sharingsysteme gelten dann als flächeneffizient, wenn sie einen Beitrag dazu leisten, den Bedarf nach öffentlichen Strassenflächen insgesamt zu reduzieren.

Source:

https://www.gesetzessammlung.bs.ch/frontend/versions/pdf_file_with_annex/5162
(canton de Bâle-Ville, 2021)

Définition de l'efficacité spatiale

En principe, on entend par **efficacité spatiale** la surface dont a besoin une personne qui se déplace. Plus ce besoin de surfaces est faible, plus l'efficacité spatiale est grande.

Dans le présent outil de travail, d'autres termes sont utilisés comme suit:

- **Surface occupée**: *Surface disponible pour le trafic, déjà imperméabilisée ou bâtie (le terme d'occupation des surfaces peut également être utilisé). Des valeurs mesurables, des bases statistiques, etc. sont disponibles pour constater l'évolution dans le temps.*
- **Surface utilisée**: *Surface (terrain) utilisée (ou empreinte) d'un moyen de transport ou d'une personne se déplaçant dans celui-ci. Valeur théorique, valeur calculée, des paramètres existent pour différents moyens de transport.*
- *(Le besoin de surfaces n'est pas utilisé ici en tant que notion mais s'entend comme une quantité prévisible qui résulte, par exemple, de la somme de la surface utilisée par divers moyens de transport dans différents scénarios pour l'avenir)*

Compréhension générale

L'efficacité spatiale n'est pas un paramètre fixe. Elle peut dépendre d'autres facteurs:

- de la surface actuellement occupée
- de la surface théoriquement utilisée par les différents moyens de transport
- des vitesses atteintes ou de la durée de l'utilisation
- de l'utilisation / du taux d'occupation de l'infrastructure et/ou des moyens de transport
- ainsi que des conditions d'exploitation.

L'efficacité spatiale des différents moyens de transport varie donc en fonction de l'offre et de la demande, de la vitesse et de l'état opérationnel. Elle peut être différente selon les types d'espace ou évoluer au fil du temps.

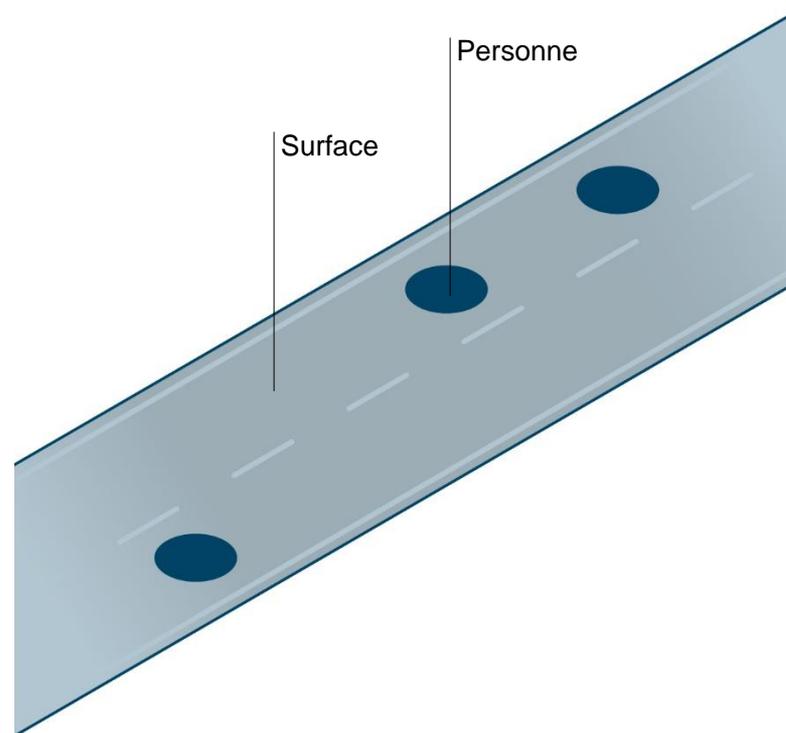
→ il faut toujours une définition de l'approche (deux questions fondamentales)

→ et une définition des autres aspects sur lesquels on se base

Question fondamentale 1: surface

Approche **Surface occupée**

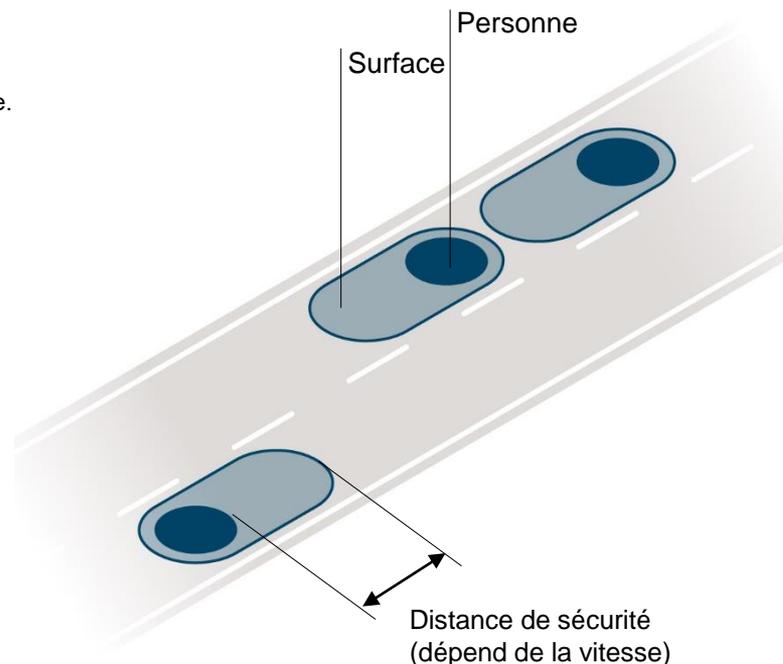
- Représente les surfaces mises à disposition (surface occupée ou surface utilisée) au sens d'une offre en surface.
- L'efficacité spatiale s'entend comme le rapport entre la surface disponible et les prestations de transport. Ainsi, le paramètre de l'efficacité spatiale est influencé par l'offre et la demande ou le taux d'occupation de l'infrastructure.
- Une augmentation de l'efficacité spatiale peut notamment être obtenue en augmentant les prestations de transport (augmentation des prestations) tout en conservant la même surface disponible.
- Cette approche présente les caractéristiques suivantes:
 - Des surfaces de voies mixtes doivent (pouvoir) être attribuées.
 - Les effets des voies multimodales ne peuvent pas être représentés.
 - Pour des approches globales, des données sur toutes les surfaces sont nécessaires (p. ex. les surfaces de stationnement, les surfaces d'opération des transports publics, etc.).
 - La durée d'utilisation de la surface ne peut être prise en compte (les surfaces sont « toujours » disponibles).
 - Les effets de mesures ne peuvent être évalués que par le biais d'enquêtes et/ou de modélisation du trafic.



Question fondamentale 1: Surface

Approche Surface utilisée 1

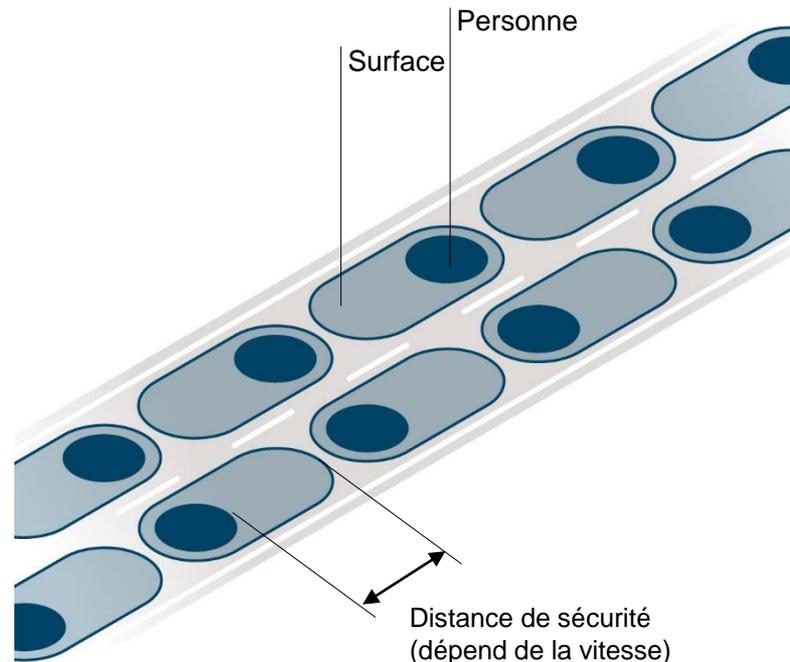
- Représente la surface effectivement utilisée ou la surface occupée par les moyens de transport ou les personnes au sens d'une valeur théorique calculée.
- L'efficacité spatiale s'entend comme l'utilisation la plus faible possible de l'espace. Le calcul est basé sur la demande et n'est pas affecté par l'offre ou le taux d'occupation.
- Sous-estime le besoin de surfaces dans la mesure où les surfaces non utilisées ne sont pas prises en compte (infrastructure néanmoins disponible).
- Une augmentation de l'efficacité spatiale peut notamment être obtenue en passant du TIM au trafic piétonnier.
- Cette approche présente les caractéristiques suivantes:
 - Les effets des voies mixtes peuvent être représentés.
 - Convient aux voies multimodales et aux considérations sur les itinéraires.
 - La durée d'utilisation de la surface peut également être prise en compte.
 - Se base sur des hypothèses en partie très techniques/abstraites relatives aux distances de sécurité, etc., qui sont difficiles à communiquer.
 - Des exigences en matière d'exploitation et de confort doivent être définies (p. ex. le taux d'occupation des bus).



Question fondamentale 1: Surface

Approche Surface utilisée 2

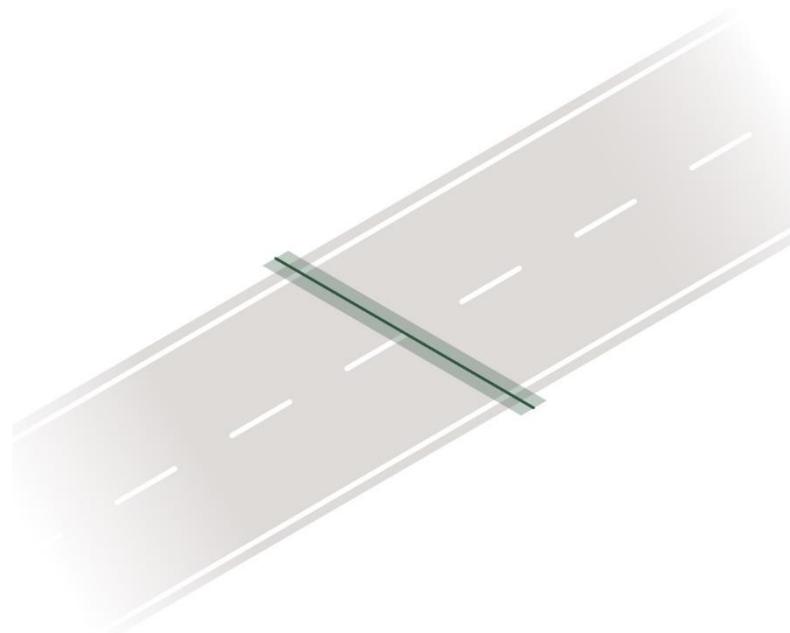
- Représente la capacité (maximale) des systèmes de transport ou des surfaces de circulation (c.-à-d. le rapport idéal entre l'offre et la demande) ou la plus petite surface occupée nécessaire.
- L'efficacité spatiale s'entend comme l'utilisation la plus faible possible de la surface. Le calcul se réfère à la capacité théorique de l'infrastructure et non à la demande effective. Seule la plus petite surface occupée nécessaire est prise en compte.
- Cette approche présente les caractéristiques suivantes:
 - Les effets des voies mixtes peuvent être représentés.
 - Convient aux voies multimodales et aux considérations sur les itinéraires.
 - La durée d'utilisation de la surface peut également être prise en compte.
 - Peut être utilisée comme valeur cible hypothétique/valeur maximale ou comme valeur de référence.
 - Se base sur des hypothèses en partie très techniques/abstraites relatives aux distances de sécurité, etc., qui sont difficiles à communiquer.
 - Des exigences en matière d'exploitation et de confort doivent être définies (p. ex. le taux d'occupation des bus ou la qualité des transports).



Question fondamentale 2: Délimitation géographique

Approche **Section**

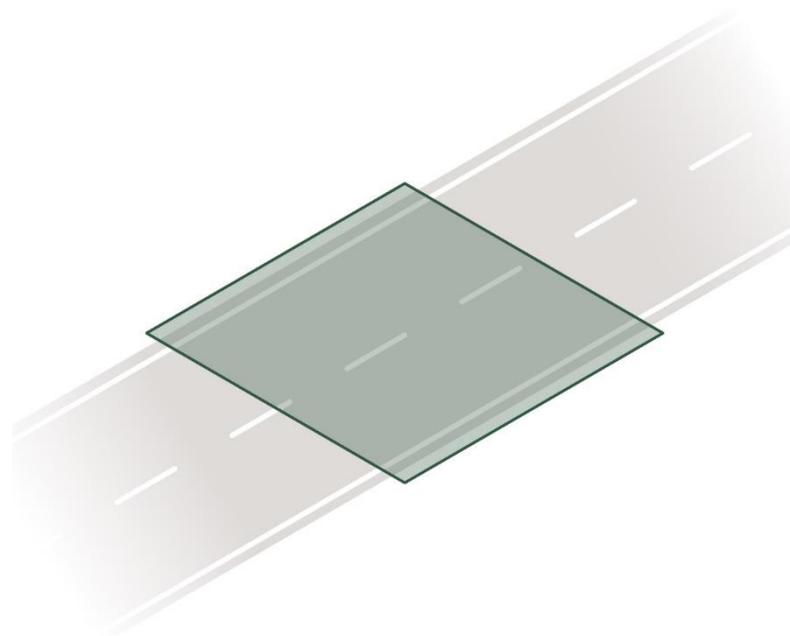
- Seule une très petite partie d'un réseau de transport est prise en considération. Les conditions locales (p. ex. la présence de lignes de bus, de pistes cyclables, de nœuds à proximité) influencent l'efficacité spatiale.
- Les résultats ne peuvent être transférés à d'autres sections que sous certaines conditions.
- Indicateurs possibles: Flux de personnes [P/h] ou flux de personnes spécifique [P/h par m] comme indicateur pour l'efficacité spatiale



Question fondamentale 2: Délimitation géographique

Approche Niveau

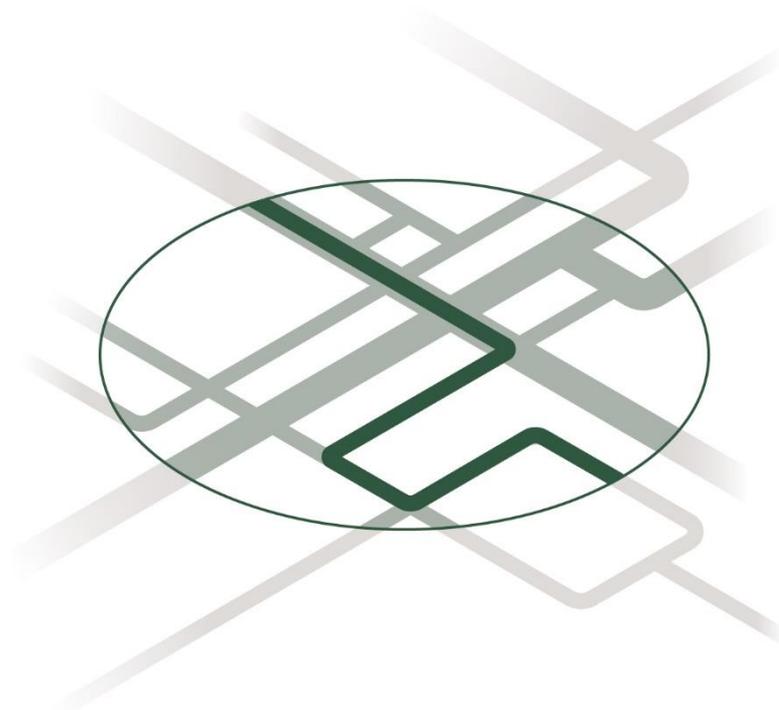
- Seule une petite partie d'un réseau de transport est prise en considération. Les conditions locales (p. ex. la présence de lignes de bus, de pistes cyclables, de nœuds à proximité) influencent l'efficacité spatiale.
- L'extension de la longueur et de la vitesse des moyens de transport peut être prise en compte.
- Les résultats ne peuvent être transférés à d'autres niveaux que sous certaines conditions.
- Indicateurs possibles: Densité de personnes [P/m^2], densité de personnes par heure [Ph/m^2] ou densité horaire [m^2h] comme indicateur pour l'efficacité spatiale.



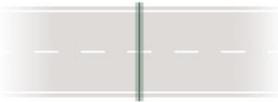
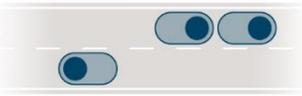
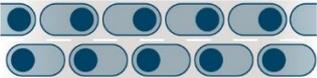
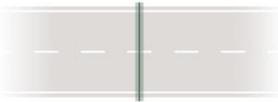
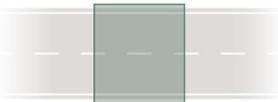
Question fondamentale 2: Délimitation géographique

Approche Réseau / itinéraires

- Se réfère à un réseau entier (p. ex. une ville ou un pays) ou à certains itinéraires ou rapports au sein d'un réseau.
- L'extension de la longueur des moyens de transport, les vitesses typiques, les chaînes de transport et d'autres surfaces nécessaires au fonctionnement peuvent être prises en compte.
- Indicateurs possibles: Densité de personnes au kilomètre [pkm/m^2], densité de personnes par heure [ph/m^2] ou densité horaire par personne [$\text{m}^2\text{h}/\text{p}$] comme indicateur pour l'efficacité spatiale.



Combinaison des approches

Surface	Surface occupée	Surface utilisée 1	Surface utilisée 2
Délimitation géographique 			
Section 	Route et trafic, 09/2020		SVI, 2004, Leistungsfähigkeit
Niveau 			Zukunft Mobilität, 2014 SVI, 2004, Leistungsfähigkeit
Réseau / itinéraires 	Litra, 2020 (Suisse) SVI, 2004, Flächenverbrauch FESZ, 2015 (Vienne)	VCÖ, 2016 (Vienne) Schnieder et. al., 2020 (livraison colis, Londres) Guzman, 2021 (Bogota) JSTOR, 2020 (Rajkot City, Inde)	

Autres aspects

Dès lors que l'on considère l'efficacité spatiale d'une personne en mouvement, il faut toujours prendre en compte **le taux d'occupation des moyens de transport**. De même, il faut distinguer si l'indication de l'efficacité spatiale se réfère à **l'état actuel ou futur**.

D'autres aspects pertinents peuvent/doivent être pris en compte en fonction du message visé (*ou non – pas de «bien» ou de «mal», mais selon la problématique*)

- Stationnement / surfaces opérationnelles 
- Type d'espace 
- Moment ou vitesse 
- Durée d'utilisation de la surface 

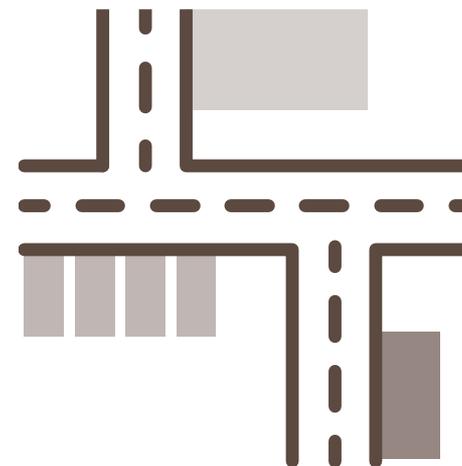
→ *Tous ne sont pas applicables à chaque approche combinée*

Autres aspects pertinents

Stationnement / surfaces opérationnelles

Uniquement pertinent avec l'approche Réseau / itinéraires

- Places de stationnement TIM dans l'espace public
- Places de stationnement TIM dans l'espace privé
- Arrêts de transports publics
- Espaces de stationnement et dépôts pour les bus publics
- Ateliers
- Stations-service
-
- (liste non exhaustive)



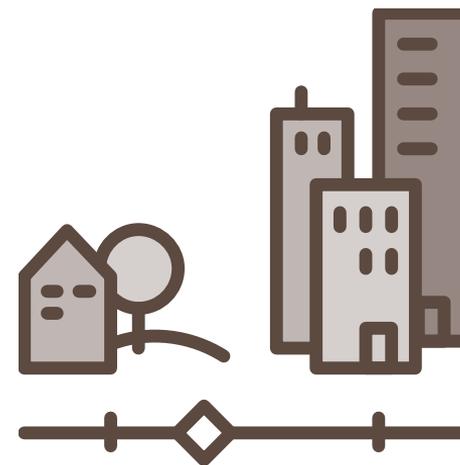
→ Recommandation: à prendre en compte dans la mesure du possible pour obtenir une image complète

Autres aspects pertinents

Type d'espace

Uniquement pertinent avec l'approche Surface occupée:

- Centre(-ville)
- Quartier résidentiel
- Communes rurales
- Zones montagneuses
- Agglomération
- Ø Suisse
-
- (liste non exhaustive)



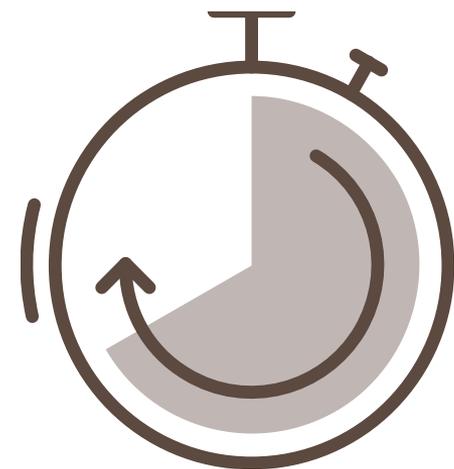
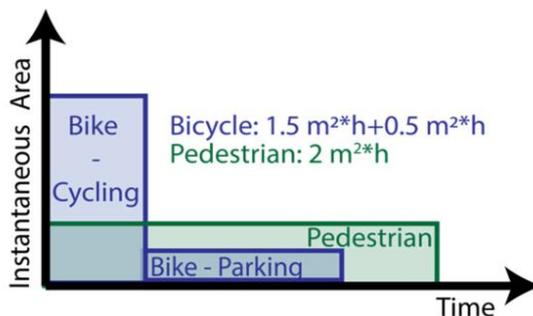
→ *Aucune recommandation: dépend du message à passer*

Autres aspects pertinents

Durée d'utilisation de la surface

uniquement pertinent avec l'approche Surface utilisée:

- Le concept «temps-surface» selon [Brunn, 1995] tient compte de la durée d'utilisation de la surface au sens de: «Combien de temps telle surface est occupée?»



→ *Aucune recommandation: dépend de la déclaration à faire*

Autres aspects pertinents

Moment ou vitesse

Pertinent pour l'approche Surface occupée:

- Moment de la mesure des prestations de transport (trafic journalier, heures de pointe, heures creuses, état du système de transport, etc.)

Pertinent pour l'approche Surface utilisée:

- Vitesses atteintes (vitesse maximale théorique, vitesse effective, vitesse optimale sur le plan opérationnel, etc.)

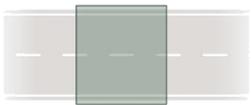


→ *Recommandation: il faut toujours préciser ce qui sert de base*

Combinaison des approches et des aspects

Surface	Surface occupée	Surface utilisée 1	Surface utilisée 2	
Délimitation géographique 				Type d'espace Stationnement Surfaces opérationnelles
Section 				Moment ou vitesse
Niveau 				Durée d'utilisation de la surface
Réseau / itinéraires 				

Combinaison des approches, des aspects et des sources

<div style="text-align: center;">Surface</div> <div style="text-align: right;">Délimitation géographique</div>	Surface occupée	Surface utilisée 1	Surface utilisée 2
<div style="text-align: center;">Section</div> 	Route et trafic, 09/20 		SVI, 2004, Leistungsfähigkeit 
<div style="text-align: center;">Niveau</div> 			Zukunft Mobilität, 2014 SVI, 2004, Leistungsfähigkeit 
<div style="text-align: center;">Réseau / itinéraires</div> 	Litra, 2020 (Suisse) SVI, 2004, Flächenverbrauch FESZ, 2015 (Vienne) 	VCÖ, 2016 (Vienne) Schnieder et. al., 2020 (livraison colis, Londres) Guzman, 2021 (Bogota) JSTOR, 2020 (Rajkot City, Inde) 	

-  Type d'espace
-  Stationnement
-  Surfaces opérationnelles
-  Moment ou vitesse
-  Durée d'utilisation de la surface

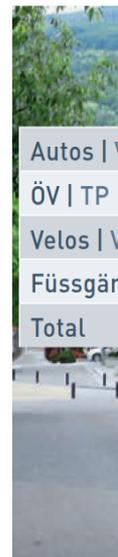
Les pages suivantes énumèrent les sources et les illustrent par des exemples. L'usage de la langue originale est reproduit, même s'il ne correspond pas toujours à la définition d'introduction.

Source tirées de la littérature, messages exemplaires



Route et trafic 09/2020

Vincent Pellissier, ingénieur cantonal et chef du Service de la mobilité du canton du Valais, illustre l'utilisation aujourd'hui différente des infrastructures en prenant l'exemple de l'Avenue de la Gare à Sion (cf. fig. de droite): «50 % de l'espace disponible y sont occupés par le trafic individuel motorisé qui ne représente pourtant qu'un quart environ des usagers. À l'inverse, 40 % des usagers sont des piétons, or un quart environ seulement de l'espace disponible leur est dédié. Par ailleurs, il n'y a pas de piste cyclable et donc très peu de cyclistes. Cela montre à quel point la planification peut être défailante lorsque chacun s'accroche à ses privilèges à l'échelon politique.»

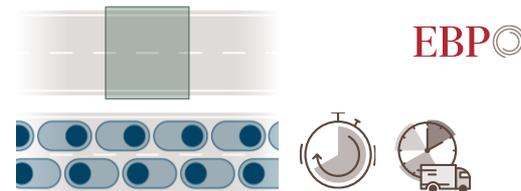


	Avenue de la gare, Sion			
	Breite Largeur (m)	%	Personen/Stunde Personnes/heure	%
Autos Voitures	7.90	49	570	27
ÖV TP	4.30	27	670	32
Velos Vélos	0.00	0	20	1
Füsggänger Piétons	3.80	24	840	40
Total	16.00	100	2100	100

5 | Die Avenue de la gare mitten in Sion: Der grösste Teil der verfügbaren Strassenfläche steht dem motorisierten Individualverkehr zur Verfügung.
5 | L'Avenue de la gare au cœur de Sion: la plus grande partie de la surface de route disponible est occupée par le trafic individuel motorisé.

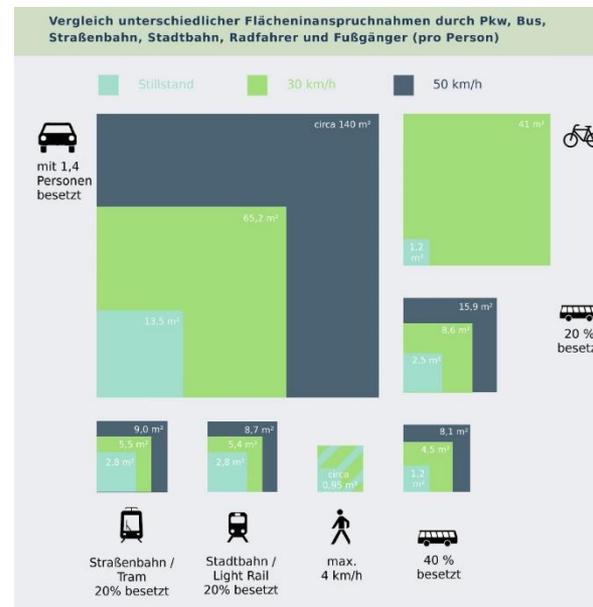
Source: Route et trafic, 09/2020, pages 14 ss
https://www.vss.ch/fileadmin/redacteur/e-paper_SuV/e-paper_SUV_09_20/#0,

Source tirées de la littérature, messages exemplaires



Zukunft Mobilität, 2014

«Le trafic automobile est de loin le plus gourmand en surface tandis que le trafic piétonnier et cycliste est le plus efficace sur le plan spatial. Bien que les transports publics locaux nécessitent également des surfaces relativement importantes – notamment pour les corps de voie indépendants et spéciaux – ils sont comparativement efficaces en raison de la capacité de prestations de masse élevée et de la capacité des véhicules, même avec un taux d'occupation de seulement 20 %. Si le taux d'occupation atteint 80 % ou plus, les transports publics locaux sont de loin le mode de transport le plus efficace sur le plan spatial.»



Source: Site web Zukunft Mobilität
<https://www.zukunft-mobilitaet.net/78246/analyse/flaechenbedarf-pkw-fahrrad-bus-strassenbahn-stadtbahn-fussgaenger-metro-bremsverzoegerung-vergleich/>



Source tirées de la littérature, messages exemplaires



Litra, 2020

«Si l'on compare la surface de transport avec les prestations de transport, l'image suivante se dégage du transport de voyageurs: pour 1000 voyageurs-kilomètres (vkm) par an, le TIM occupe une surface de 4,0 m², le transport routier public 2,8 m² et le transport ferroviaire 2,6 m². Cela signifie que le transport routier public peut transporter 40 % de vkm de plus que le TIM sur la même surface et que le transport ferroviaire est encore 10 % plus efficace en termes d'espace que le transport routier public.»

«Ce constat est encore plus net dans le transport de marchandises que dans le transport de voyageurs: Alors que le transport de marchandises routier a besoin de 6,4 m² pour 1000 tonnes-kilomètres (tkm) par an, le transport ferroviaire a besoin de 1,6m². Le rail assure donc un transport de marchandises quatre fois plus performant que la route sur la même surface.»



Source: Litra, 2020

[https://litra.ch/media/article_images/2020/06/R/C3%A9sum%3%A9Importance %C3%A9conomique des tp f.pdf](https://litra.ch/media/article_images/2020/06/R/C3%A9sum%3%A9Importance%3%A9conomique%3%A9des%3%A9tp%3A9.pdf)

Source tirées de la littérature, messages exemplaires



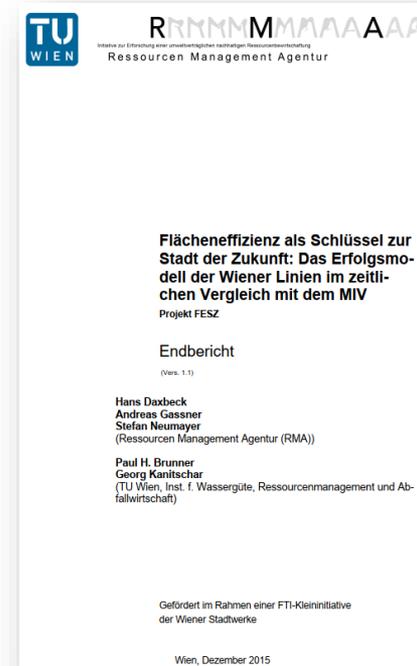
FESZ, 2015

«Les transports publics à Vienne sont environ deux fois plus efficaces sur le plan spatial que le transport individuel motorisé. Le métro en particulier, avec 14 millions de vkm/ha, présente une efficacité spatiale 6 fois supérieure à celle du TIM. Le tram suit avec 5,5 millions de vkm/ha et une efficacité spatiale 3 fois supérieure.»

«Il y a un manque de données statistiques pour l'estimation de la surface occupée par le TIM, notamment pour les espaces de stationnement non publics et les services nécessaires au fonctionnement du TIM.»

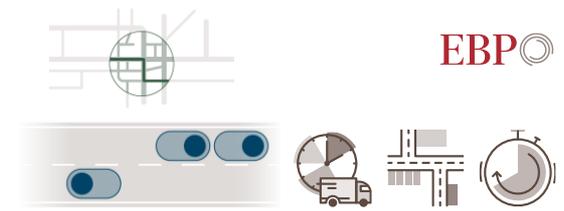
«L'indicateur «efficacité spatiale» mesure exclusivement la gestion de la surface en tant que ressource. Les conclusions à en tirer sont à pondérer et à comparer avec d'autres critères relatifs à la conception ou à l'optimisation du système de transport (rendement, accessibilité, disponibilité, etc.).»

«L'hypothèse d'une meilleure utilisation des surfaces par les transports publics viennois depuis 1970 n'a pu être confirmée.»



Source: FESZ, 2015
<http://www.rma.at/node/1720>

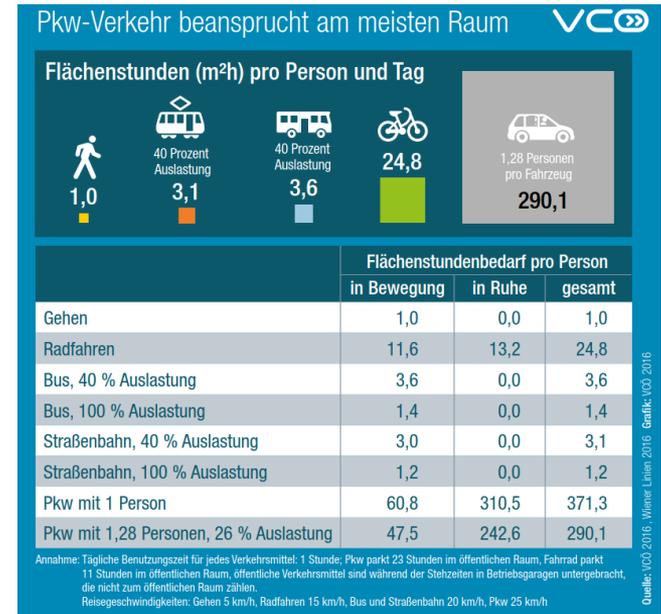
Source tirées de la littérature, messages exemplaires



VCÖ, 2016

«Un tram occupe une surface de 85 m² et transporte 145 personnes – autant que 124 véhicules particuliers, qui nécessitent 950 m² à l'arrêt. Si 50 personnes veulent parcourir une distance quelconque, elles ont besoin de 50 m² lorsqu'elles se déplacent ensemble à pied, de 580 m² à vélo, de 70 m² en bus ou de 60 m² en tram (tous deux entièrement remplis) et de 2375 m² avec des véhicules moyennement occupés (1,3 p/véh). On ne tient pas compte ici du fait que les voitures ont également besoin d'espace pour se garer, le plus souvent dans l'espace routier.»

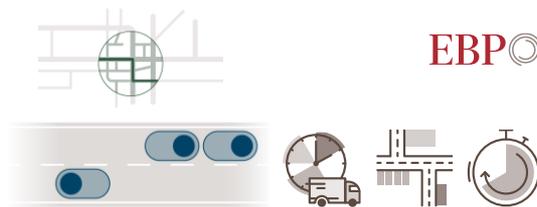
«Pour une évaluation complète, l'utilisation temporelle de surfaces dans l'espace public est également déterminante: surface utilisée multipliée par le nombre d'heures pendant lesquelles le moyen de transport se trouve dans l'espace public.»



Source: VCÖ, 2016

<https://www.vcoe.at/news/details/vcoe-factsheet-2016-01-urbaner-verkehr-der-zukunft-sauber-und-platzsparend>

Source tirées de la littérature, messages exemplaires



Schnieder et. al., 2020

«Le concept temps-surface peut être utilisé par les décideurs politiques pour attribuer efficacement l'espace dans les villes.»

«Le nombre de colis par tournée est le seul indicateur de performance qui présente une forte corrélation avec le temps-surface requis par colis. En outre, les changements de politique et de stratégie opérationnelle (p. ex. casier à colis, deuxième chauffeur, places de stationnement réservées) ont la plus forte influence lorsque le nombre de colis par trajet de livraison est également augmenté. Globalement, il est crucial pour les entreprises de livraison d'utiliser le plus petit véhicule possible capable de transporter le plus grand nombre possible de colis par tournée.»

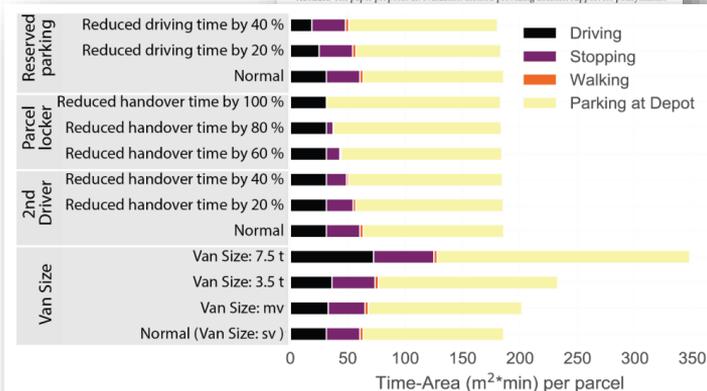
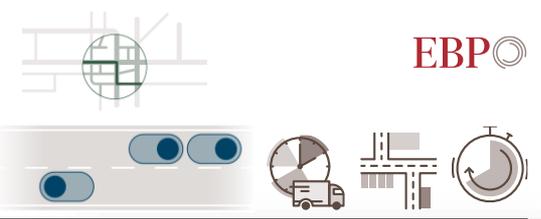


Figure 10. Effects of changes in the operating strategy and policy on the time-area requirements (depot not 24 h).

Source: Article in Sustainability, 2020, 12(24)
<https://www.mdpi.com/2071-1050/12/24/10626>



Source tirées de la littérature, messages exemplaires

Guzman, 2021

«Les résultats montrent les premiers signes d'injustice. Tout d'abord, on constate une nette tendance à accorder plus de place aux modes de transport les moins durables (voiture, moto). Deuxièmement, dans les quartiers à faibles revenus où la part des moyens de transport privés est plus faible, une plus grande place est allouée à ces modes (par rapport aux trajets).»

«De même, dans les quartiers à revenus plus élevés, on prévoit proportionnellement plus d'espace pour les piétons.»

Transportation Research Part D 95 (2021) 102260

Contenu libre disponible sur ScienceDirect

Transportation Research Part D

Journal homepage: www.elsevier.com/locate/trd

Buying a car and the street: Transport justice and urban space distribution

Luis A. Guzman ^{a,*}, Daniel Oviedo ^b, Julian Arellano ^c, Victor Cantillo-García ^a

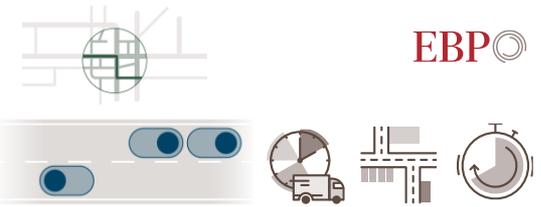
^a Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Grupo de Sostenibilidad Urbana y Regional, SER, Universidad de los Andes, Colombia; ^b Departamento de Ingeniería de Transporte, Universidad Metropolitana, Bogotá, Colombia; ^c College London, United Kingdom

District	Land per capita - High income district (m²/inhab)	Land per capita - Medium income district (m²/inhab)	Land per capita - Low income district (m²/inhab)	Street space per capita (m²/inhab)
Suiza	52	18	18	18
Usaquén	73	28	28	28
Teusaquillo	92	48	48	48
Fonbeja	85	58	58	58
La Carabellera	84	35	35	35
Engañabla	45	18	18	18
Barrios Unidos	44	28	28	28
Antonio Nariño	43	28	28	28
Ciudad Bolívar	65	28	28	28
Usme	43	28	28	28
City average	51.3	51.3	51.3	51.3
Bosa	32	18	18	18
San Cristóbal	35	18	18	18
Palmar Urbán	35	18	18	18
Urbes	35	18	18	18
Turkey	35	18	18	18
Kennerly	35	18	18	18
Puerto Aranda	65	28	28	28
Santa Fe	60	28	28	28
Los Mártires	65	28	28	28

a) Average land consumption per district

1361-9200/© 2021 The Authors. Published by Elsevier Ltd. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

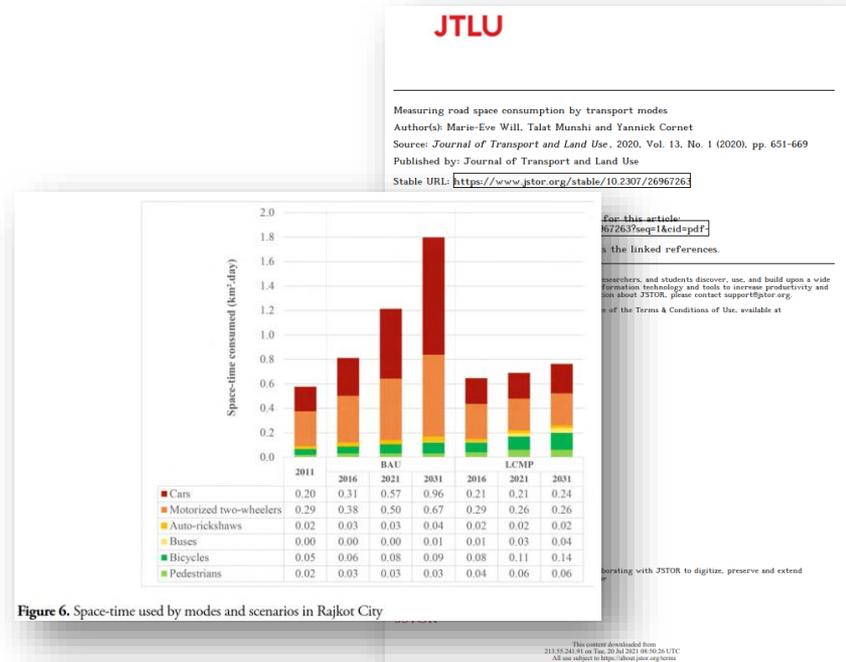
Source: Article in Transportation Research Board
<https://trid.trb.org/view/1852757>



Source tirées de la littérature, messages exemplaires

JSTOR, 2020

«Le temps-surface consommé triplera d'ici 2031 si les tendances actuelles se poursuivent (scénario BAU). Dans le scénario LCMP, la consommation de temps-surface est deux fois moins élevée que dans le scénario BAU. Le transfert du transport individuel motorisé vers les transports publics et la mobilité douce dans le scénario LCMP ne conduit pas à une diminution de la mobilité. Dans les deux scénarios, environ 20 millions de vkm sont parcourus par jour.»



Source: Article in *Journal of Transport and Land Use*
<https://www.jtlu.org/index.php/jtlu/article/view/1526>