

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR ANNABA
DEPARTEMENT D'AMENAGEMENT



MOBILITE ET TRANSPORT

MATIERE F522 L3 S5

BRAHAMIA KHALED 2022

Préambule

Les villes actuelles sont de plus en plus difficiles à maîtriser aussi bien en termes de formes que de fonctions. La périurbanisation repousse sans cesse leurs limites et tend à singulariser des quartiers selon une fonction spécifique, lesquels quartiers sont à la fois la raison et la cause d'une multiplication des déplacements. Un fonctionnement plus complexe des espaces urbains est ainsi associé à des pratiques de mobilité de plus en plus difficiles.

Dans la pratique de l'urbanisme, les transports urbains connaissent de profonds bouleversements, marqués par une augmentation aussi bien quantitative que qualitative des déplacements dans la ville et sa périphérie. On se déplace de plus en plus, pour des motifs de plus en plus diversifiés et on utilise de nombreux modes de transport.

Pour rendre compte à la fois de la complexité des pratiques de mobilité et du lien très fort entre les transformations urbaines et les déplacements. Nous allons dans ce cours présenter les pistes d'analyse et d'action de la mobilité urbaine, à travers le nouveau paradigme, celui de la durabilité urbaine.

Table des matières

Préambule	2
Table des matières	3
LISTE DES FIGURES	4
Cours 7	5
MOBILITE DOUCE	5
Introduction.....	5
7-1/ Les leviers pour le changement durable de la mobilité	5
7-1-1 /Le premier levier La modération de la demande de transport	5
7-1-2/ Le report modal.....	6
7-1-3 / Amélioration du remplissage des véhicules	6
7-1-4 / L'efficacité énergétique	6
3/ Les nouvelles formes de «mobilité durable» appelé aussi éco-mobilité	7
COURS 8.....	9
MARCHABILITE DE L'ESPACE	9
Introduction.....	9
8-2/ Regards sur la marchabilité	9
8-2-1/ Le premier regard est qualitatif	9
8-2-2 / Le second regard quantitatif	10
8-3/ Calcul de quelques variables de marchabilité des espaces	11
8-3-1/ Densité d'occupation ;	11
8-3-2/ - Coefficient d'occupation du sol commerce (COS)	12
8-3-3/ Diversité ou mixité d'utilisation du sol.....	13
8-3-4/ Design : connectivité et intersection	14
8-3-5/ Distance d'accès au transport collectif.....	16
8-4/ L'indice walkability index :	17
Bibliographie	21

LISTE DES FIGURES

Fig. n° 1 levier de la réduction de co2 dans le transport.....	5
Fig. n°2 impératifs environnementaux des nouveaux modes de mobilité	7
Fig. n°3 Idées novatrices pour promouvoir une mobilité durable	8
Fig. n°4 Les indicateurs les plus utilisés.....	10
Fig. n°5 Aperçu sur les différents types de variable composant les indicateurs de marchabilité.....	11
Fig. n°6 Aperçu sur les différents types de variable composant les indicateurs de marchabilité.....	11
Fig. n°7 potentiel piétonnier	13
Fig. n°8 Diversité ou mixité d'utilisation du sol.....	14
Fig. n°9 Les 12 critères de qualité de l'espace piéton selon Jan Gehl - Source : Gehl, 2012	15
Fig. n° 10 type d'obstacle.....	16
Fig. n° 11 élément du design urbain facilitant la marche à pied	16
Fig. n°12 grille de lecture.....	20

Cours 7

MOBILITE DOUCE

Introduction

« Mobilité durable » est un vocable apparu dans les années 1990. il est de plus en plus utilisé dans le monde mais il gagne petit à petit les pays émergent comme le notre où il est intégré dans les politiques d'aménagement et de transport. En raison de La montée des problèmes de congestion routière et de la croissance continue des émissions de CO_2 , du au transport soit 35 % en Algérie en 2014(1), le vieillissement de la population et les questions d'accessibilité, spatiale des inégalités sociales.

Le concept de « mobilité durable » est une invitation au changement du modèle de déplacement classique des individus. Il incite à l'optimisation de l'usage de tous les modes de transport, en combinant : modes de transport collectif (trains, tramway, métro, autobus, taxi) et modes de transport individuel (voitures, deux-roues motorisés, vélo, marche à pied). Comme il incite aussi à réfléchir sur les comportements de mobilité, (les parcours de vie des gens. Les stratégies de localisation et de moyens de déplacement des individus et des ménages en fonction de leurs conditions socio-économiques, de leurs valeurs, de leurs situations familiales et active (retraité) ce sont autant d'élément à intégré dans l'analyse de la mobilité

Comment répondre à cette problématique sociale et environnementale

7-1/ Les leviers pour le changement durable de la mobilité

Le développement de la mobilité durable doit être accompagné par une révolution dans les mentalités et mais aussi par une offre de services diversifiée et adaptée à la diversité des territoires des conditions sociales.

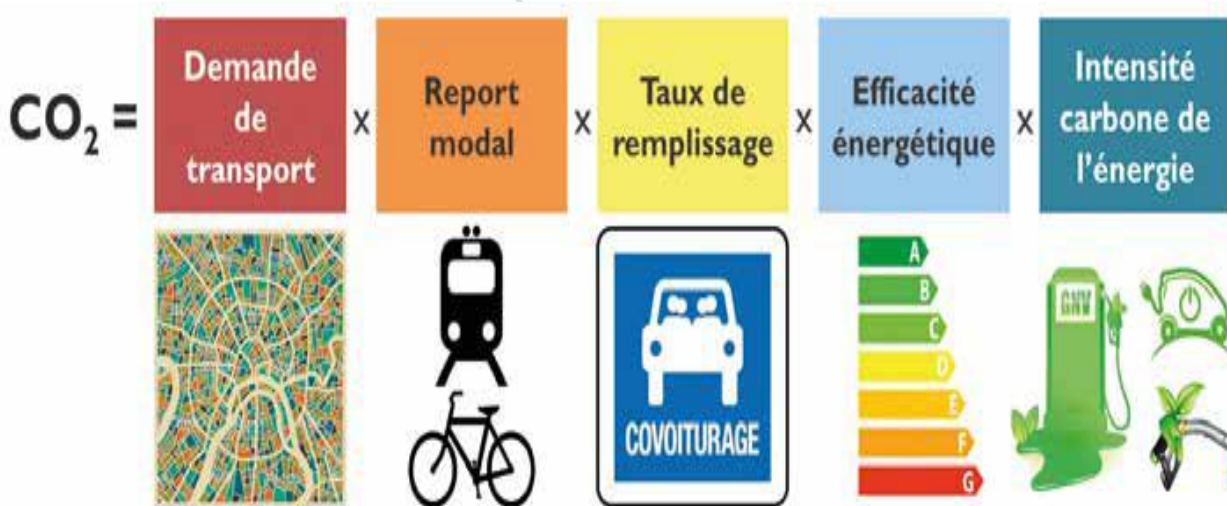


Fig. n° 1 levier de la réduction de CO_2 dans le transport

7-1-1 /Le premier levier La modération de la demande de transport

Il est entendu par modération influencer les choix et les orientations politiques en matière d'aménagement du territoire comme favoriser la **proximité** au lieu de

l'étalement pour plus d'économie de déplacement, encourager **l'investissement en infrastructure** pour des moyens **économiques** en **énergie** le chemin de fer pour le transport de marchandise au lieu du transport routier pratiqué aujourd'hui en Algérie.

7-1-2/ Le report modal

Il s'agit ici de changer la part des différents modes de transport au sein de la demande totale. À l'échelle internationale, les parts modales restent dominées par le transport routier, un peu réduite par la légère hausse du ferroviaire pour les voyageurs et par la croissance du transport aérien (surtout sur les trafics internationaux). Il est probable que ces parts modales ne bougent pas beaucoup dans les années à venir, surtout dans le contexte de crise actuelle.

Mais, les pronostics d'un report modal de l'ordre d'1 % d'un mode carboné (voiture, avion, poids lourds) vers un mode décarboné (modes actifs, ferroviaire) permet de réduire les émissions d'1 %.

D'ici, les scénarios de perspectives les plus ambitieux (2050) prévoient une baisse des émissions de l'ordre de 20 %, aussi bien pour les voyageurs que les marchandises.

C'est l'un des points sur lequel doit travailler l'Algérie pour réduire son empreinte carbone. L'essentiel du transport de voyageur et de marchandise se fait par route.

7-1-3 / Amélioration du remplissage des véhicules

Le remplissage moyen des voitures est passé de 2,3 personnes par voiture en 1960 à environ 1,6 personne en moyenne aujourd'hui. La hausse des revenus est suivie par la hausse du nombre de voitures dans les ménages favorisée par la multiplication et la diversité des trajets. Donc, la voiture individuelle à un seul passager c'est multiplié.

Pour résoudre cette équation du remplissage, certaines sociétés ont eu recours à des formes de remplissage des véhicules comme le covoiturage. Cependant, cette forme n'est pratiquée que pour les longues distances. On peut assimiler cette forme aux taxis collectifs en Algérie et dans les pays du Maghreb.

7-1-4 / L'efficacité énergétique

Il s'agit ici de la baisse des consommations d'énergie par kilomètre parcouru. Actuellement les stratégies nationales, bas carbone reposent essentiellement sur les évolutions technologiques, telles que l'hybridation (exemple moteur thermique et moteur électrique) ou les progrès sur le rendement des moteurs, notamment sur la taille, la puissance, le poids et l'aérodynamisme des véhicules. La limitation de la vitesse sur route 90 km/h et à 110 km/h sur autoroutes, est une incitation à la réduction de la consommation et donc des émissions de CO₂.

En Algérie des incitations financières sont proposées pour la reconversion des véhicules de l'essence au GPL moins polluant, la limitation de la vitesse sur autoroute 120 au lieu de 130 et 150 dans certains pays européens.

7-12-5 / Concerner la décarbonation de l'énergie,

il s'agit ici d'une mutation énergétique profonde. Sortir du pétrole qui représente plus de 90 % des consommations actuelles des transports, pour aller vers l'électrique,

l'hydrogène, les biocarburants ou le biogaz, à condition que ces énergies soient produites de manière durable.

Pour le moment, cette décarbonation est très faible, pour divers raisons :

- l'électrique est beaucoup moins adapté pour les poids lourds, le maritime ou l'aérien, en raison du poids de batteries.
- Les autres énergies telles que l'hydrogène, les biocarburants ou le biogaz ont un potentiels de production parfois limités ou leurs coûts élevés rend leur développement, moins important surtout pour les pays à faible revenu.

3/ Les nouvelles formes de «mobilité durable» appelé aussi éco-mobilité

Ces nouvelles formes doivent répondre aux besoins sociaux quotidiens de déplacement et d'approvisionnement du plus grand nombre de personnes, reposent les impératifs suivant fig. n°2

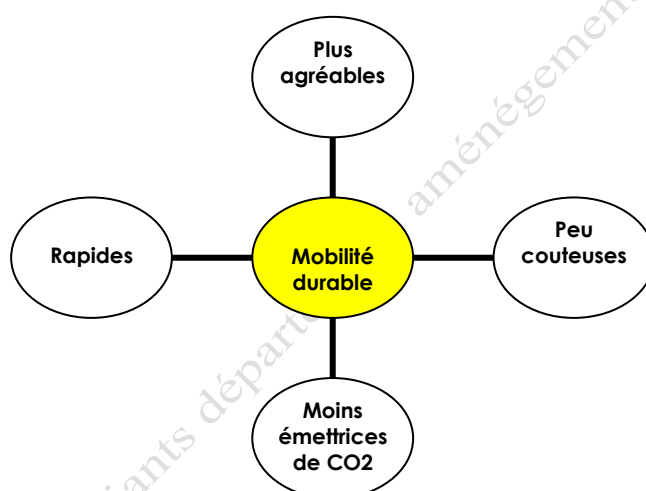


Fig. n°2 impératifs environnementaux des nouveaux modes de mobilité

L'éco-mobilité recouvre donc de nouvelles formes de mobilité assez large, pouvant inclure

- Les transports motorisés (comme par exemple les bus électriques en matière de transports en commun) ou (les vélos à assistance électrique).
- La marche à pied, le vélo et véhicules dérivés du vélo (vélos partages ou Cyclotaxi).
- On peut inclure le aussi le développement et le renforcement de l'offre en matière de transports en commun (bus, tramway, train, métro)
- ou encore au covoiturage uniquement en ville. Pour les longues distances des chercheurs avancent des idées novatrices comme le dirigeable ou des bateaux à voile, ou encore des avions, Solar Impulse ou Sea Orbiter ou de véhicules solaires.

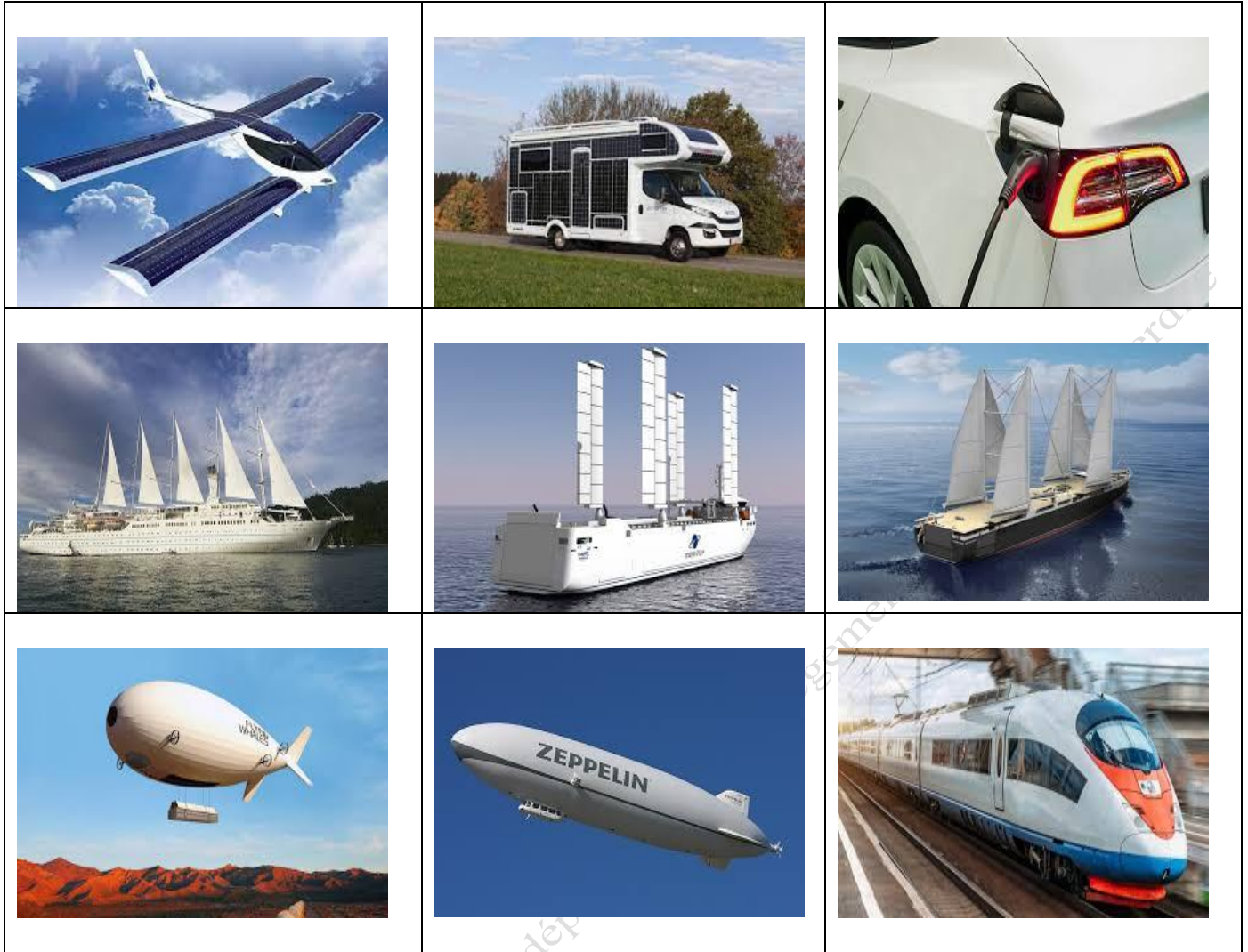


Fig. n°3 Idées novatrices pour promouvoir une mobilité durable

COURS 8

MARCHABILITE DE L'ESPACE

Introduction

La marchabilité, est une traduction du vocable « *walkability* », en anglais il est en usage depuis années 1990 (chez Zhang, Shen et Sussman (1999)). C'est un concept très récent dans les études sur le transport et la mobilité. De nombreux chercheurs se demandent sur la nature des relations qui existent entre les différents éléments qui composent la ville et les comportements de mobilité. Des interrogations sur les facteurs limitant ou les facteurs encourageant la marche ou l'utilisation de l'espace dans la marche.

Globalement dans la littérature on recense deux grandes catégories de facteur :

Ceux qui relèvent du milieu, et on parlera de marchabilité du milieu pour évoquer le **potentiel marchable du milieu** et ceux qui relèvent du marcheur et on parlera de marchabilité de la population pour évoquer le **potentiel marchable chez une population** déterminée.

8-2/ Regards sur la marchabilité

8-2-1/ Le premier regard est qualitatif

il s'intéresse au marcheur celui qui utilise le lieu, dans ce cas la qualité paysagère contribue beaucoup dans la volonté de marcher comme la capacité d'un milieu de vie à offrir des opportunités accessibles à pied. Il s'agit donc de l'ensemble des caractéristiques perceptibles par le piéton lorsqu'il se déplace. Ce point de vue est venu en réponse à ceux qui considèrent la marche est dénuée de volonté personnelle. Bien au contraire les sociologues considèrent la marche comme une forme d'urbanité de civilité un savoir vivre en ville : « la mobilité relève d'une gestion collective des risques de la rencontre avec les autres » (Bordreuil, 2000).

En effet, marcher en ville est très complexe dans le sens où on est confronté lors de nos déplacements à faire des rencontres. Ce qui peut être considéré pour certain comme une gêne dans la progression dans l'espace mais aussi dans le regard.

Dans ce point de vue certaines variables sont mise en avant que d'autres. Ainsi on s'intéresse plus aux conditions de la chaussée, le sentiment de sécurité, le confort des parcours piétons, les qualités esthétiques et l'échelle humaine des façades, la présence d'arbres en bordure du trottoir, la présence de fenêtres au rez-de-chaussée, etc. en somme toutes les variables qui incitent l'individu à la marche.

Pour répondre à certaines inquiétudes des auteurs suggèrent des comportements de marche pour éviter les collisions ; de dépasser autrui et assurer l'écoulement du trafic piéton. La technique du « pas glissé adoptée en situation de foule pour réduire les risques de choc est l'une de ces techniques. Elle consiste à incliner légèrement son corps face à autrui, puis à opérer une rotation de l'épaule pour enfin glisser de façon imperceptible son pied sur le côté (Goffman, 1973).

Autre comportement, la galanterie ; dans ce cas l'homme par respect doit céder le passage à la femme.

Ces compétences motrices s'accompagnent, d'autres compétences comme la multiplicité d'orientations visuelles : faire attention à ce qui se passe autour de soi

(regarder, scruter, voir, observer, jeter un coup d'œil)... sont également des attitudes et des stratégies comportementales qui offrent aux marcheurs, la possibilité de gérer son apparence et de faire respecter une distance minimale entre les corps et les visages de nature à faire respecter les règles de civilité admises en public. (Coulter et Parsons, 1990).

8-2-2 / Le second regard quantitatif

Il s'intéresse au **potentiel piétonnier d'un milieu** manière dont celui-ci est organisé pour permettre aux individus d'y effectuer des déplacements à pied.

Ce potentiel piétonnier, appelé aussi « accessibilité piétonne » par certains auteurs (Raulin et al., 2016; Vale et al., 2015). Il est souvent mesuré par des variables relatives à la forme urbaine Ewing et Cervero (2010) sous la forme des 5 D :

1. **Densité d'occupation ;**
2. **Diversité des usages ;**
3. **Design du quartier ;**
4. **Distance d'accès au transport collectif ;**
5. **Destinations accessibles.**

Ces variables se mesurent à une échelle plus large que les variables relatives à l'expérience piétonne (la marche du point de vue du marcheur). Leur mesure est ainsi possible grâce au nombre croissant de données collectés par les pouvoirs publics dans certains pays. Cela permet de mesurer la marchabilité de manière systématique à l'échelle d'une wilaya, Commune ou même une région.

Le potentiel piétonnier ne tient pas compte du nombre ou du pourcentage des déplacements effectués à pied mais uniquement des conditions matérielles de marche.

Pour intégrer toutes ces variables physiques dans les études de simulation des transports. Il était nécessaire de synthétiser toutes ces variables en un seul indicateur.

Il existe plus de 80 indicateurs. Ainsi les variables qui composent un indicateur varient d'un auteur à un autre, allant de la simple addition à des méthodes de classification automatique plus complexes (Manaugh & El-Geneidy, 2011; Singleton, Schneider, Muhs, & Clifton, 2014).

PIE	WI	PP	ND
Pedestrian Index of the Environment	Walkability Index	Indice de potentiel piéton	Neighbourhood Destination Accessibility Index

Fig. n°4 Les indicateurs les plus utilisés

	Variables	Appleyard 2015	Walk Score®	Singleton 2013	Frank 2010	Kusmyak 2006a	Kusmyak 2006b	Witten 2011	Buck 2014a	Buck 2014b	INSPQ 2015
Densité	Densité de population				X				X	X	X
	Densité de destinations			X							X
	Mixité de l'utilisation du sol				X				X	X	X
Diversité	Usages réservés à l'automobile	X									
	Esthétique urbaine	X									
Design	Densité d'intersections		X	X	X				X	X	X
	Types d'intersections		X				X				
	Réseau de transport actif			X							
	Tortuosité du réseau	X									
Destinations	Commerces et services	X	X	X	X	X		X			
	Offre en espaces verts							X		X	
Offre TC	Offre en transport collectif			X				X	X	X	

Fig. n°5 Aperçu sur les différents types de variable composant les indicateurs de marchabilité.

Tableau 2.1 : Variables incluses dans huit indicateurs de marchabilité sélectionnés

	Walkability Index	Extended Walkability Index	Indice de potentiel piétonnier	Walk Score®	Pedestrian Index of the Environment	Neighborhood Destination Accessibility Index	Walk Opportunities Index	Moveability Index
Section								
Densité résidentielle	X	X	X					X
Densité d'activités			X		X			
Densité de population								
Mixité de l'utilisation du sol	X	X	X					X
Densité d'intersections	X	X	X		X			X
Types d'intersections				X			X	
Réseau de transport actif					X			
Tortuosité du réseau								
Commerces et services	X			X	X	X	X	
Offre en espaces verts						X		X
Offre de transport collectif		X			X	X		X

Fig. n°6 Aperçu sur les différents types de variable composant les indicateurs de marchabilité.

8-3/ Calcul de quelques variables de marchabilité des espaces

8-3-1/ Densité d'occupation ;

Il existe un grand nombre de données qui caractérisent l'environnement urbain, c'est pour quoi on assiste à une multiplication des variables comme.

- **Densité** Les variables « densité » sont largement utilisées car elles sont faciles à mettre en œuvre (Ewing & Cervero, 2010; Forsyth et al., 2007). En effet, il est possible de calculer une densité de population ou de logements aisément à partir d'une base de données à grande diffusion comme le Recensement de la population. Ces variables sont généralement calculées de la manière suivante :

Forsyth, Hearst, Oakes, & Schmitz, 2008)

$$\frac{\text{nombre d'unités (habitants ou logements)}}{\text{superficie de la zone d'étude}}$$

OU

$$DR = \frac{\text{Nombre d'habitants}}{\text{Surface de la zone d'étude}}$$

-La densité de population est calculée à partir du nombre de résidents d'un secteur donné, par contre la densité résidentielle est calculée à partir du nombre de logements.

-Certains auteurs utilisent **la densité d'emplois** dans un secteur donné, ou encore une densité combinée d'emplois et d'habitants qui forme une densité d'activités (Singleton et al., 2014).

Une forte densité de population ou de logements est associée à une plus grande part modale des transports actifs (Chen, Gong, & Paaswell, 2007; Ewing & Cervero,

-Densité d'intersection

L'impact de la morphologie urbaine sur la marche est représenté par la qualité des espaces piétons ; un espace bien relié possède plusieurs intersections laisse le choix de direction et de détour, contrairement aux espaces faiblement reliés qui obligent le piéton à faire de grand détour pour changer de direction (Braza et al., 2004, p. 132 ; Boarnet et al., 2005, p. 138 ; Schlossberg et al., 2006, p. 341 ; Frank et al., 2007, p. 309).

La densité d'intersection utilise la connectivité du réseau piétonnier comme outil d'analyse.

2001, 2010).

$$DI = \frac{\text{Nombre d'intersection}}{\text{surface de zone d'étude}}$$

8-3-2/ - Coefficient d'occupation du sol commerce (COS)

La convivialité des quartiers de nos jours est assurée par la présence des commerces et de services qui répondent aux besoins de la population, mais ils créent aussi une dynamique dans la mesure où ils incitent aux déplacements. C'est pourquoi le cos est considéré comme indicateur incitateur à la marche. il représente le rapport entre la surface planché commerce et la surface de terrain zone de calcule qui peut être un quartier par exemple.



$$COS = \frac{\text{surface planché}}{\text{emprise au sol}}$$

8-3-3/ Diversité ou mixité d'utilisation du sol

Il est entendu par diversité ; la mixité des fonctions et des usages du sol dans un secteur donné. La mixité représente la richesse d'un lieu en éléments attractifs et encourageant le déplacement court à l'aide des modes actifs (marche) (Chen et al., 2007; Schneider, 2013).

La mixité fonctionnelle d'un voisinage est toutefois complexe à mesurer. On retrouve dans la littérature à la fois des ratios d'équilibre entre les fonctions **résidentielle et d'emploi**, calculés

Comme suit :

$$R = \frac{\text{nombre d'emplois}}{\text{nombre de résidences ou d'habitants}}$$

(Ewing & Cervero, 2010)

et des mesures plus complexes comme l'indice **d'entropie**, issu du domaine de l'écologie (Frank et al., 2006), calculé à l'aide de la formule suivante :

$$E_j = - \sum_{i=1}^n \frac{\left[\frac{P_{ij}}{P_j} / \ln \left(\frac{P_{ij}}{P_j} \right) \right]}{\ln(n)}$$

Où **n** représente le nombre d'utilisations du sol considérées, **P_{ij}** représente la superficie de l'usage **i** dans la zone **j** et **P_j** la superficie totale des zones d'utilisation du sol 1 à **n** dans la zone **j**.

Normalisée entre 0 et 1, cette mesure indique une zone monofonctionnelle lorsqu'elle prend une valeur de 0 et une zone parfaitement mixte lorsqu'elle prend une valeur de 1 (Manaugh & Kreider, 2013).



Fig. n°7 potentiel piétonnier

Un quartier à fort potentiel piétonnier est un quartier densément peuplé, où plusieurs commerces et services sont présents à proximité »

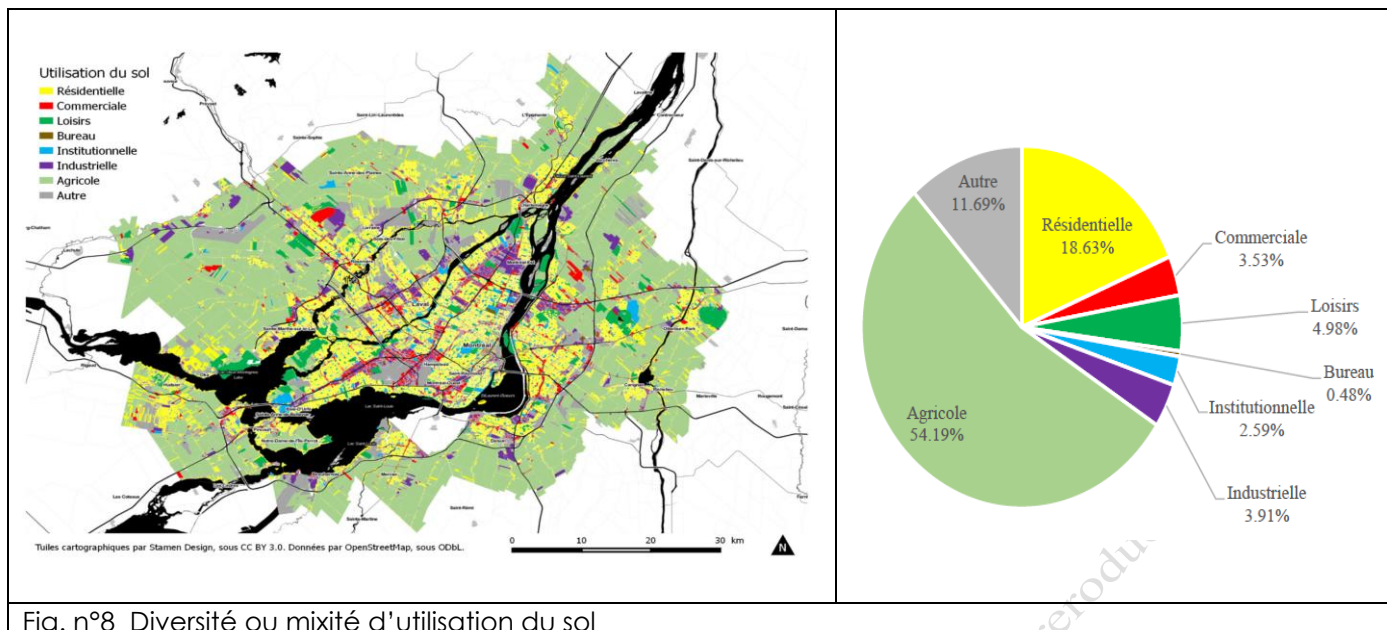


Fig. n°8 Diversité ou mixité d'utilisation du sol

8-3-4/ Design : connectivité et intersection

Les éléments de design urbain les plus cités comme élément favorisant les déplacements à pied sont ceux relatifs à la notion de **perméabilité de la trame urbaine**. Comme :

- Une trame de rues comprenant de nombreuses **intersections** (possibilités d'itinéraires différents),
- Une **connectivité** avec les autres secteurs de la ville (secteur qui n'est pas enclavé).
- **Absence d'obstacles** majeurs sur un trajet (par exemple une autoroute, une voie ferrée ou une falaise,) qui créent un « effet de barrière » et défavoriser la perméabilité d'un quartier et par incidence sa marchabilité.

En effet, un réseau routier offrant une forte **connectivité** et des **parcours directs** entre l'origine et la destination **encourage** les **déplacements à pied**, contrairement à un **réseau tortueux où de nombreux détours sont nécessaires** et rallongent la distance à parcourir (Morency, Trépanier, et al., 2011).

On peut caractériser le design d'un voisinage en fonction de plusieurs critères.

La mesure la plus répandue est celle de la **connectivité**, c'est-à-dire le **nombre de points de connexion entre les différents segments composant le réseau accessible aux piétons**. Celle-ci peut être calculée à l'aide du nombre d'intersections codifiées dans un réseau, ou encore de manière indirecte en mesurant la **taille des îlots urbains – des îlots plus larges indiquent une connectivité moindre puisque la fréquence des intersections est réduite** (Kim, Park, & Lee, 2014; Koohsari et al., 2014; Leslie, Cerin, duToit, Owen, & Bauman, 2007).

$$T_j = \frac{\left(\sum_{i=1}^n \frac{\text{distance sur le réseau routier}_{i \leftrightarrow j}}{\text{distance à vol d'oiseau}_{i \leftrightarrow j}} \right)}{n}$$

La **connectivité** (Porta & Renne, 2005)

où **n** représente le nombre de destinations **i** accessibles depuis le point de mesure **j** dans un rayon donné.

À l'échelle de la rue, de larges trottoirs en bon état, sans obstacles et bien entretenus favorisent en effet l'utilisation de la marche pour tous les types d'usagers (Boucher et Fontaine, 2011, 2010).

Les intersections sécurisées sont susceptibles de faciliter les déplacements à pied. Un feu de circulation avec phase piétonne, un passage piéton avec signalisation et marquage au sol, ainsi qu'une bonne visibilité sont des éléments qui sécurisent la traversée des intersections.

Les zones de refuge au centre de la chaussée (terre-plein), ainsi que les mesures d'apaisement de la circulation qui réduisent la vitesse des automobilistes en sont d'autres exemples.

La présence d'autres infrastructures favorisant le vélo ou l'utilisation du transport en commun font également partie des éléments de design associés au potentiel piétonnier.

La protection	LA PROTECTION CONTRE LES ACCIDENTS ET LA CIRCULATION – SENTIMENT DE SÉCURITÉ - protection des piétons - élimination de la peur liée à la circulation 	LA PROTECTION CONTRE LES CRIMES ET LA VIOLENCE – SE SENTIR EN SÛRETÉ - domaine public animé - regard sur la rue - fonctions chevauchantes jour et nuit - éclairage adéquat 	LA PROTECTION CONTRE LES EXPÉRIENCES SENSORIELLES DÉSAGRÉABLES - vent - pluie / neige - froid / chaleur - pollution - bruit, poussière, lumière aveuglante 
	LES OPPORTUNITÉS POUR MARCHER - espace pour marcher - aucun obstacle - surfaces adéquates - accessibilité adaptée à tous - façades intéressantes 	LES OPPORTUNITÉS POUR RESTER DEBOUT - effet de bord / espaces intéressants pour rester debout - supports 	LES OPPORTUNITÉS POUR S'ASSEOIR - espaces pour s'asseoir - tirer profit des avantages : vue, soleil, gens - places adéquates pour s'asseoir - bancs pour se reposer 
	LES OPPORTUNITÉS POUR REGARDER - distance de regard raisonnable - champ de vision non obstruée - vues intéressantes - éclairage (la nuit) 	LES OPPORTUNITÉS POUR PARLER ET ÉCOUTER - niveau de bruit bas - mobilier urbain qui facilite la communication 	LES OPPORTUNITÉS POUR JOUER ET FAIRE DE L'EXERCICE - invitations à la créativité, à l'activité physique, à l'exercice et au jeu - jour et nuit - en été et en hiver 
Le plaisir	L'ÉCHELLE les bâtiments et les espaces sont conçus à l'échelle humaine 	LES OPPORTUNITÉS POUR PROFITER DES ASPECTS POSITIFS DU CLIMAT - soleil / ombre - chaleur / fraîcheur - brise 	LES EXPÉRIENCES SENSORIELLES POSITIVES - design intéressant et souci du détail - matériaux de qualité - belles vues - arbre, cours d'eau, végétation 

Fig. n°9 Les 12 critères de qualité de l'espace piéton selon Jan Gehl - Source : Gehl, 2012



Fig. n° 10 type d'obstacle

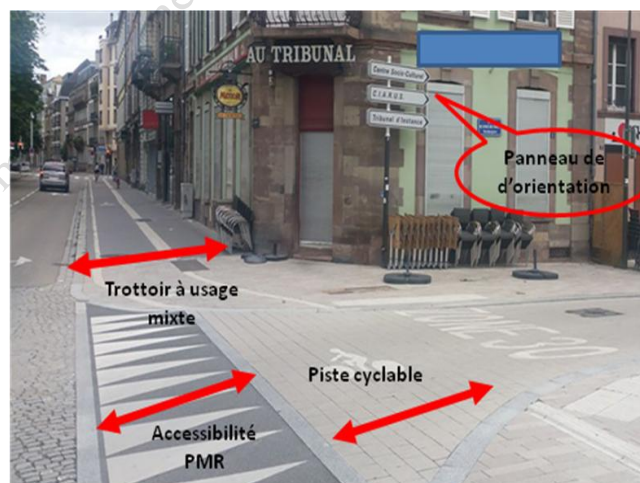


Fig. n° 11 élément du design urbain facilitant la marche à pied

Les secteurs commerciaux et résidentiels adjacents, mais non connectés, peu favorables aux déplacements à pied. Anjou (Québec) Source : Bing Maps

8-3-5/ Distance d'accès au transport collectif

Ewing et Cervero (2010) comptent l'accès au transport collectif parmi les variables qui influencent les comportements de transport. Si elle n'est pas reliée directement à la décision de marcher pour effectuer un déplacement, exception faite des déplacements d'accès au transport collectif réalisés

à pied, l'accessibilité au transport collectif a toutefois un effet sur les habitudes de déplacement.

En effet, une meilleure offre de transport collectif encourage une plus grande utilisation de ce mode

(Martel Poliquin, 2012). Les individus qui utilisent le transport collectif sont par la suite plus enclins à considérer l'ensemble des modes avant de faire un choix pour se déplacer, ce qui favorise le choix de la marche pour les déplacements courts (Bonnell, 2002). De plus, les sociétés de transport ont davantage tendance à localiser leurs arrêts dans des milieux où l'accès à pied est aisé (Singleton et al., 2014).

La qualité de la desserte en transport collectif d'un voisinage est mesurée de deux manières dans la littérature : en termes de **distance à l'arrêt de transport collectif le plus près** (Ewing & Cervero, 2010) ou en termes de **passages-arrêts**, une mesure de fréquence PA_{ij} dans **un intervalle donné** calculée comme suit :

$$PA_{ij} = \sum_{x=1}^n \left(\sum_i^j P_x \right)$$

(Godin, 2012)

Où n représente le nombre d'arrêts dans la zone visée, i la limite inférieure d'un intervalle de temps donné, j la limite supérieure de cet intervalle et P_x le nombre de passages à l'arrêt x .

Après avoir passé en revue les variables les plus utilisés dans le calcul des différents indices de marchabilité. Il est intéressant de suivre les étapes de calcul de l'indice de marchabilité (WI).

8-4/ L'indice walkability index :

Est composé des quatre variables présentées précédemment, il se calcule avec la formule suivante :

$$WI = \sum_{v=1}^4 \beta_v Z_v$$

β : Coefficient de pondération

z_i : z-score ou la valeur centrée réduite

Tab n° 1 Tableau de pondération des variables β

Variables	Coefficient de pondération
Densité résidentielle	1
Densité d'intersection	2
Mixité d'utilisation du sol	1
Coefficient d'occupation du sol	1

Pour le calcul de cet indice il faut calculer un **z-score** pour toutes les variables à savoir

Densité résidentielle	$\frac{\text{nombre d'unités (habitants ou logements)}}{\text{superficie de la zone d'étude}}$
Densité d'intersection	$DI = \frac{\text{Nombre d'intersection}}{\text{surface de zone d'etude}}$
Mixité d'utilisation du sol ou entropie Habitation, équipement, loisir et commerce	$E_j = - \sum_{i=1}^n \frac{\left[\frac{P_{ij}}{P_j} / \ln \left(\frac{P_{ij}}{P_j} \right) \right]}{\ln(n)}$
Coefficient d'occupation du sol commerce	$COS = \frac{\text{surface planché}}{\text{emprise au sol}}$

$Z = \frac{x_i - x_j}{g}$ z-score	Xi : la variance xj : Moyenne de la variance i g l'écart type
$g = \sqrt{\frac{\sum (x_i - x_j)^2}{n}}$ L'écart type (g)	Xi : la variance xj : Moyenne de la variance i N: le nombre de carré utilisé ou quartier

Exemple de Calcul de l'index de marchabilité **WI**

Les données nécessaires pour les quartiers sont à extraire de différentes sources ; ONS, Plan Occupation des Sols, etc. ou les calculer en utilisant les images satellites et les données open source.

N°	Habitat (logt)	Equipe m2	Loisir m2	Comm m2	Superficie quartier	Nbr intersection	COS
quartier 1	5000	2 500,00	250,00	1500	15000	14	0,25
quartier 2	15000	3500	350	2500	25000	29	0,24
quartier 3	13000	500	2500	4500	35000	15	0,35
quartier 4	300	50	250	350	9000	28	0
total					84000 m2		

1/ ETAPE

l'entropie est la variable la plus complexe dans le calcul

Les variables utilisées dans le calcul de l'ENTROPIE					
N°	Habitation	Equipement	Loisir	Commerce	Superficie
quartier 1	5000	2 500,00	250,00	1500	15000
quartier 2	15000	3500	350	2500	25000
quartier 3	13000	500	2500	4500	35000
quartier 4	300	50	250	350	9000

indice l'entropie				
habita/surface	équipt/surf	loisir/surf	commerce/surf	Entropie $M = \sum_{j=1}^n -1 \frac{\left(\frac{P_i}{P_k}\right) \ln \left(\frac{P_i}{P_k}\right)}{\ln k}$
Type de calcul sur un tableur Excel (habitat/surf)*LogNupé(habitat/surf) =(5000/15000)*logn(5000/15000)	Même formule	Même formule	Même formule	=-1*(SOMME(hab+équ+lois+com)/LN(4))
-03662				

2/ ETAPE

Calcul du **z-score** pour les autres variables

Exemple du **cos** ce dernier il est extrait des plans d'occupation des sols

COS commerce						
N°	COS données source	Moyenne COS (Somme quartiers/4) pour chaque quartier	$(Cos)^2 (X_i - x_j)$	Ecart Cos	Z Score Cos	Z ²
quartier 1	0,25	0,25	0,06	0,07	0,04	0,00
quartier 2	0,24	0,25	0,06	0,07	-0,11	0,01
quartier 3	0,35	0,25	0,12	0,07	1,45	2,09
quartier 4	0	0,25	0,02	0,07	-1,38	1,89

On applique le même schéma de calcul pour toutes les variables

	CONNECTIVITE					
N°	Connectivité Donnée source	Moyenne Cn	C²	Ecart Cn	Z-Score Cn	Z²
quartier 1	35					
quartier 2	41					
quartier 3	21					
quartier 4	26					

	DENSITE POPULATION					
N°	Densité habi/m2	Moyenne Cn	C²	Ecart Cn	Z-Score Cn	Z²
quartier 1	Pop/surf					
quartier 2						
quartier 3						
quartier 4						

N°	WI $WI = \sum_{v=1}^4 \beta_v Z_v$
quartier 1	=(zscore densité résidentielle*1)+(zscore intersection*2)+(zscore entropie*1)+(zscore com*1)
quartier 2	
quartier 3	
quartier 4	

grille de lecture	
de -6 à -10	Marchabilité très faible
de -3 à -5	Marchabilité faible
de -2 à 0	Marchabilité moyenne
de 1 à 4	Marchabilité forte
de 5 à 10	Marchabilité très forte

Fig. n°12 grille de lecture

Bibliographie

- A., E.-G. A. (2013). Mesures de performance pour la planification de l'utilisation du sol et du transport dans la région métropolitaine de Montréal, . (ministère des Transports du Québec, Éd.)
- Cervero, R. a. (2003,). Walking, Bicycling, and Urban Landscapes: Evidence From the San Francisco Bay Area . *American Journal of Public Health* , 93, (9).
- Cervero, R. e. (1997). Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. . *Transportation Research Part D* , 2 .
- EWING Reid et CLEMENTE Otto. (2013). *Measuring Urban Design*.
- Gabriel Lefebvre-Ropars, B. (2017). INDICATEURS DE MARCHABILITÉLEQUEL CHOISIR? 52e Congrès et Salon des transports Association québécoise des transports, (p. 44).
- hanen, H. (Décembre 2018). La marchabilité à Constantine: Entre le facteur environnement construit et la pratique de la marche (cas du centre-ville). *Sciences& Technologie* , D (48), pp. 19-29.
- Kevin Manaugh, T. K. (s.d.). What is mixed use? Presenting an interaction method for measuring land use mix. (<http://jtlu.org>, Éd.) *the journal of transport and land use* , pp. 63-72.
- Park, S. (2008). *Defining, Measuring, and Evaluating Path Walkability, and Testing Its Impacts on Transit*. University of California Transportation Center.
- Radouane Boukelouha, P. G. (2020). Marchabilité en contextes urbains Algériens traditionnel et contemporain: caractérisation de l'accessibilité piétonne à Constantine À L'AIDE DE L'INDEX WALK SCORE™. *ResearchGate* .
- Vikas, M. (s.d.). Walkable streets: pedestrian behavior, perceptions and attitudes. *journal of urbanism* .