



Plans de déplacement

Espaces publics - Aménagement

Une vision du monde de la mobilité qui change

Une augmentation du nombre de ménages sans voiture en ville

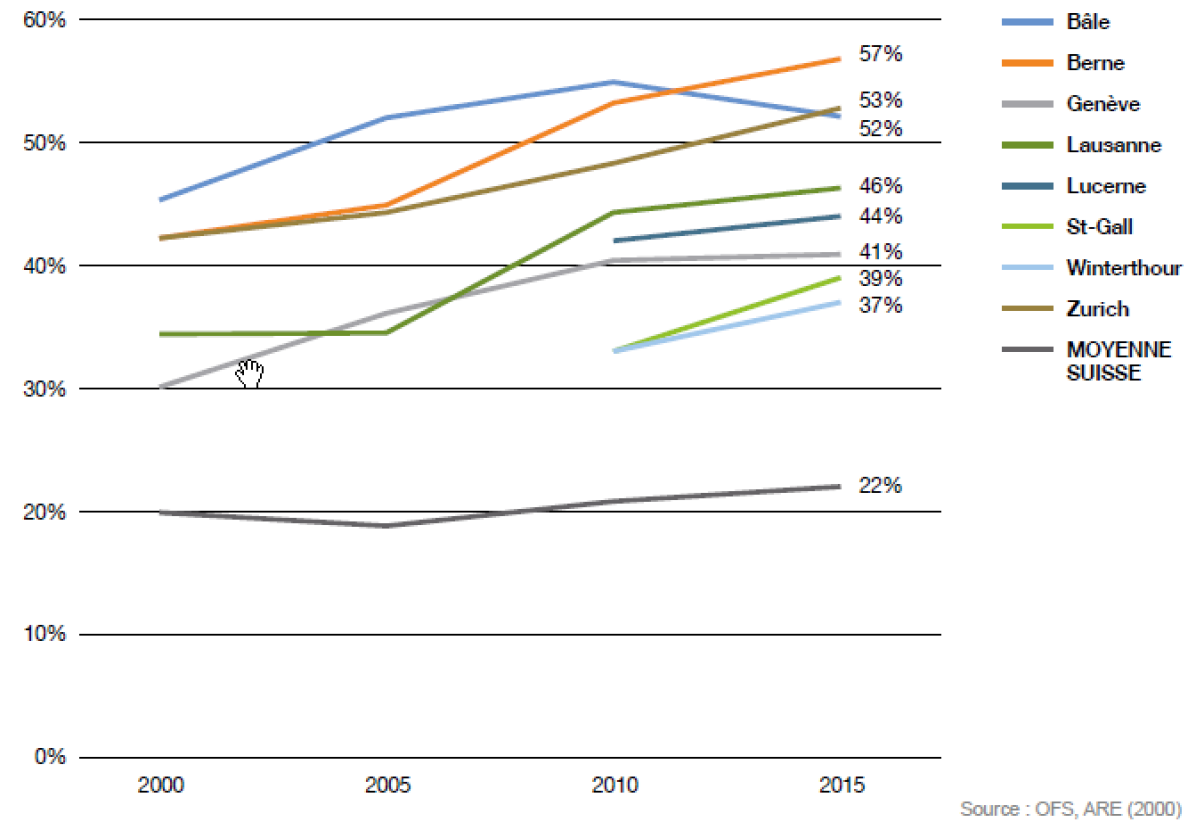
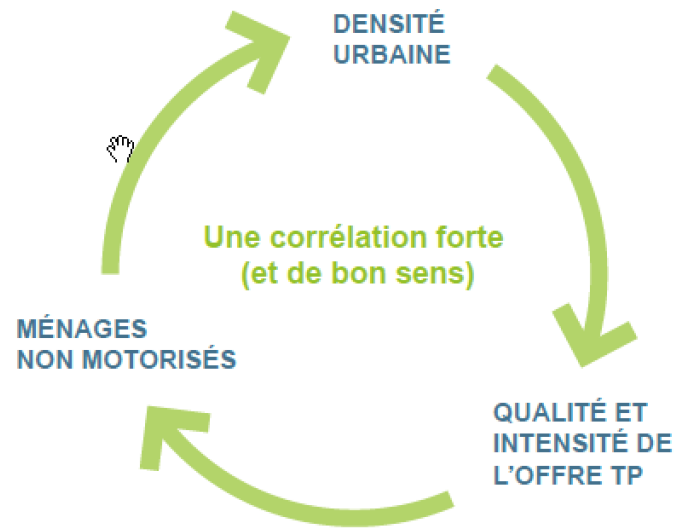


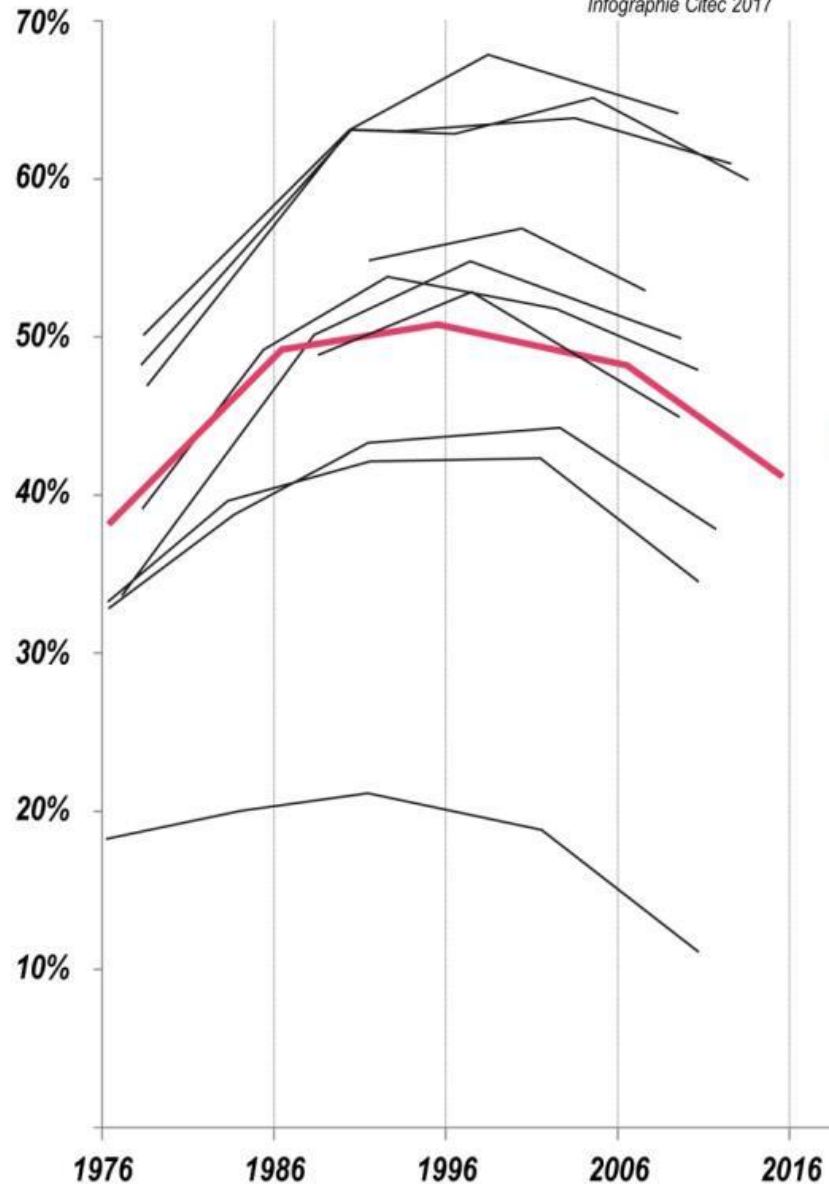
Figure 17 – Évolution de la part des ménages non motorisés entre 2000 et 2015 dans les principales villes suisses (MRMT 2000-2015)

Part modale de la voiture qui baisse en ville

1

Part modale de la voiture dans les grandes agglomérations françaises d'après les EMD

Infographie Citec 2017

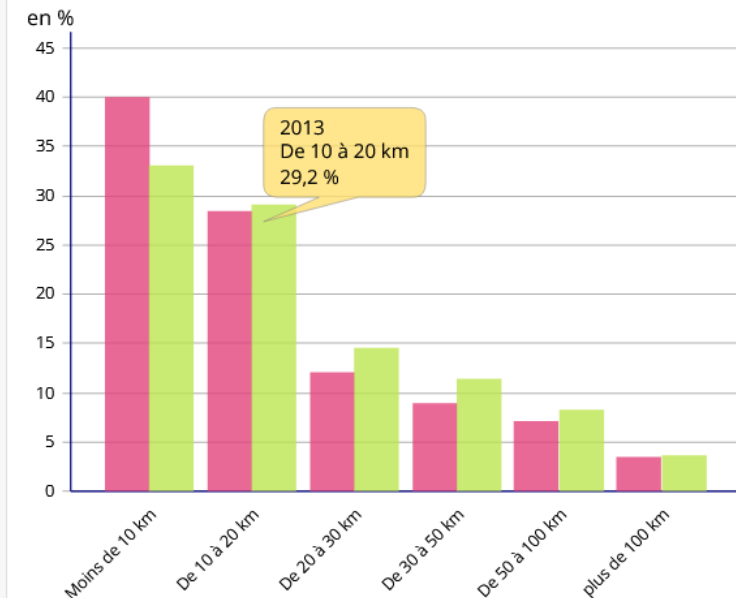


- La part modale VP est en baisse rapide
- Mais les distances par trajet augmentent

La génération qui entre sur le marché du travail a grandi à une époque où la voiture était en diminution dans les centres villes au profit d'alternatives de mobilité plus durables. Par contre, beaucoup de décideurs (élus, chefs d'entreprise) ont grandi durant la phase de croissance de la voiture et vivent les nouveaux arbitrages dans les villes comme des contraintes et des régressions.

Des distances domicile-travail de plus en plus longues, en Centre-val de Loire

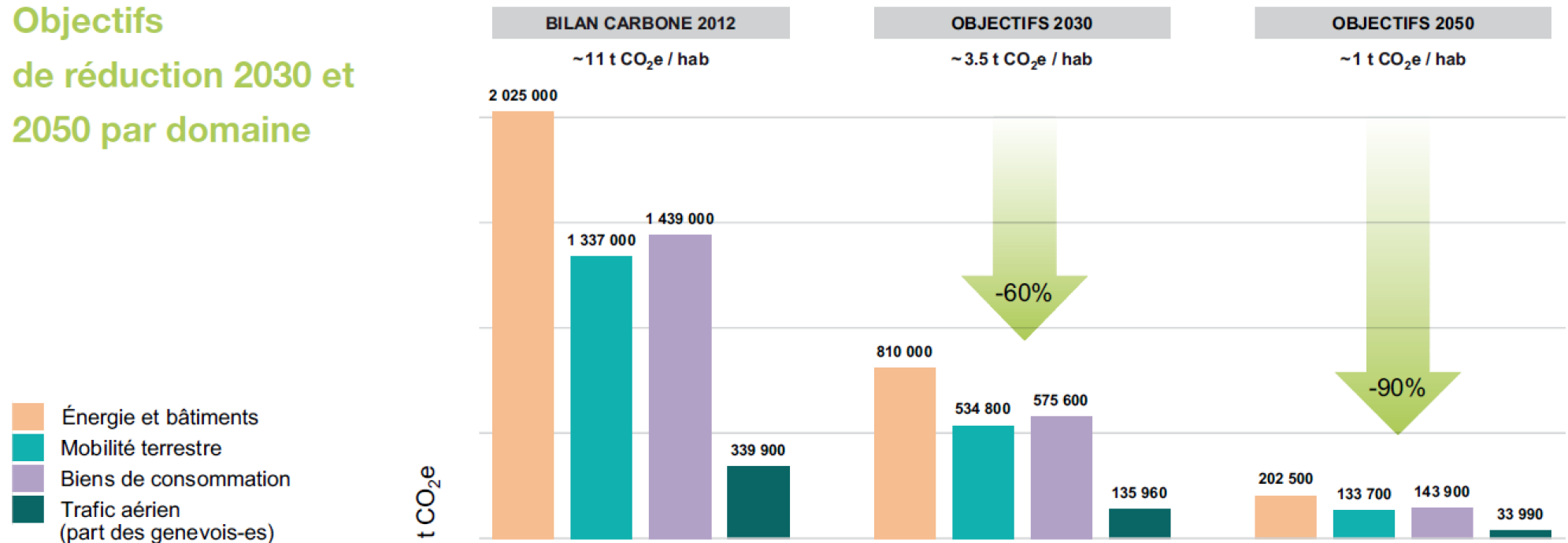
1999
2013





Le défi de cette génération

Objectifs de réduction 2030 et 2050 par domaine



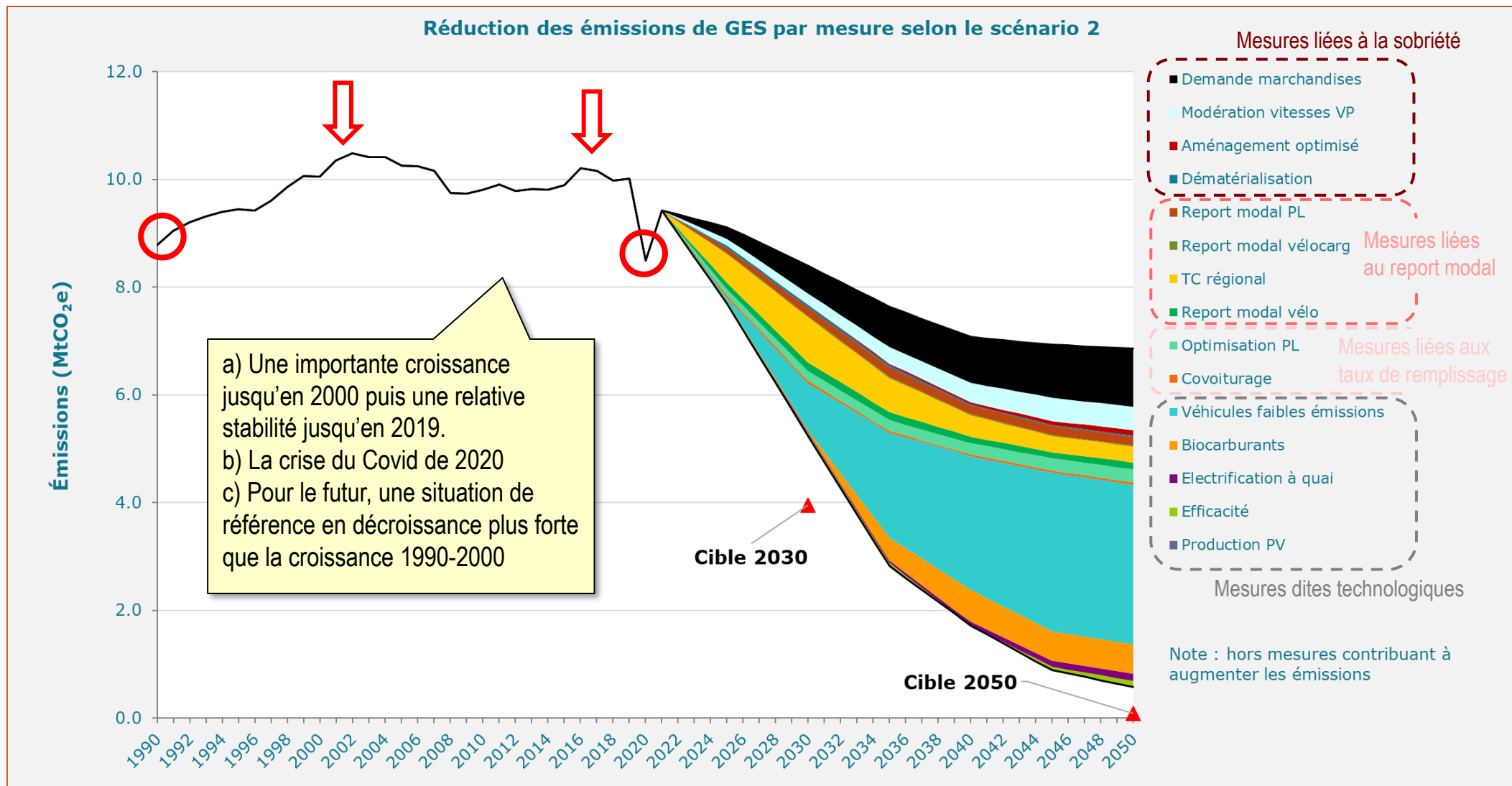
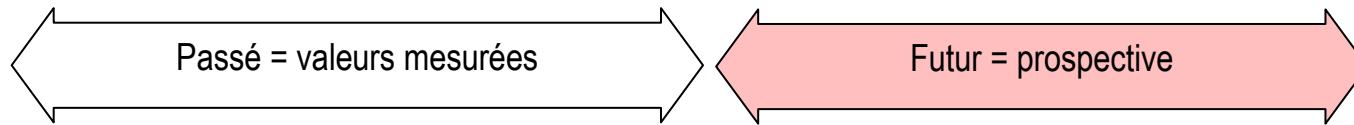
Source : plan climat cantonal genevois (PCC2030)

Evidences : pour atteindre nos objectifs il faut :

- se déplacer beaucoup moins → enjeu de la proximité, éviter de se déplacer, produire localement
- adopter des pratiques et des technologies beaucoup plus économiques → réemploi, abandon des énergies fossiles et nucléaires (lire Svetlana Alexievitch, « La supplication », prix Nobel de littérature 2015)

Les GES sur une longue durée pour la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur

1
2
3
4
5
6
7

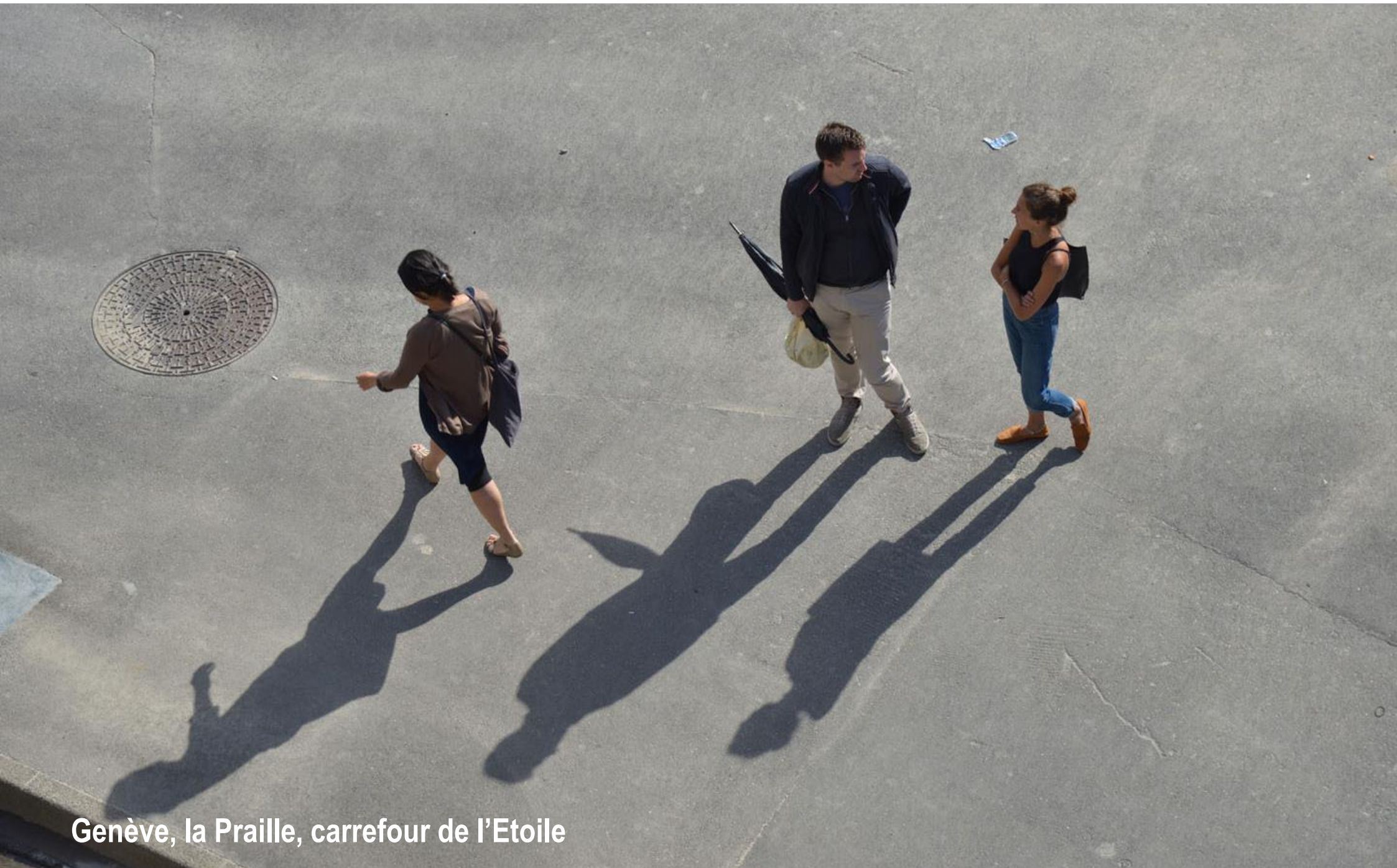


NB: un écart d'environ 15% sur les émissions GES par rapport à Atmosud (Atmosud considère des rendements énergétiques des véhicules plus élevés liés aux vitesses de circulation).

L'aménagement du territoire et le risque de polarisation des mobilités

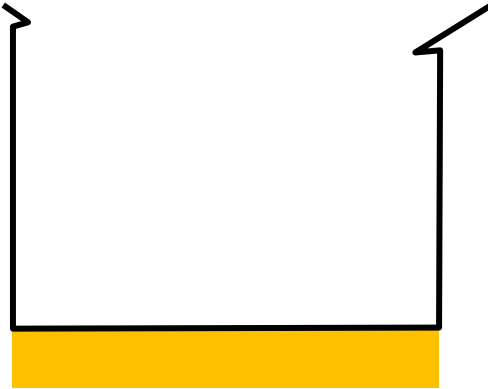


Faut-il mesurer le trajet ou la présence ?

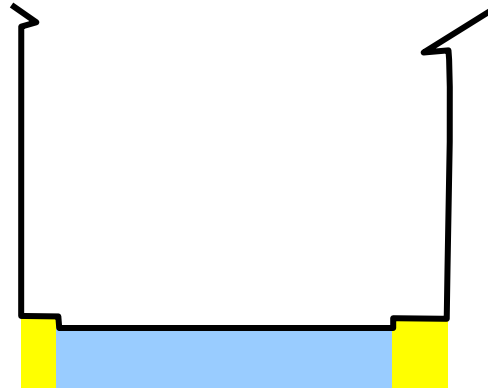


Genève, la Praille, carrefour de l'Etoile

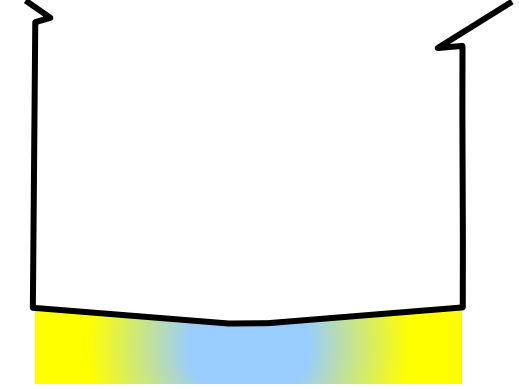
Evolution de la conception des espaces publics en lien avec le rôle de la voiture



- Avant 1930, espace public indifférencié et polyvalent,
- Vitesse de référence : 5-10 km/h



- Période automobile (1970-2010), la voiture est le mode dominant et exclusif
→ spécialisation de l'espace public
- Petits trottoirs, Vitesse de référence : 50-80 km/h



- Période post-automobile (dès 2030 ?) : retrouver une multiplicité des usages dans l'espace public
- Vitesse basse : 10-30 km/h

Constat 1 :
La capacité d'un axe est donnée par la capacité aux
nœuds et non pas par le nombre de voies en
section

Longues files d'attentes en sortie de ville, Genève la Praille,

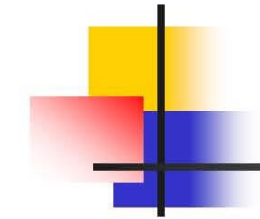
Sur le viaduc, capacité fixée par la voie unique liée à la rampe d'entrée sur l'autoroute,
Sous le viaduc, giratoire Vibert avec une capacité moindre que les voies d'accès, donc création d'une file d'attente



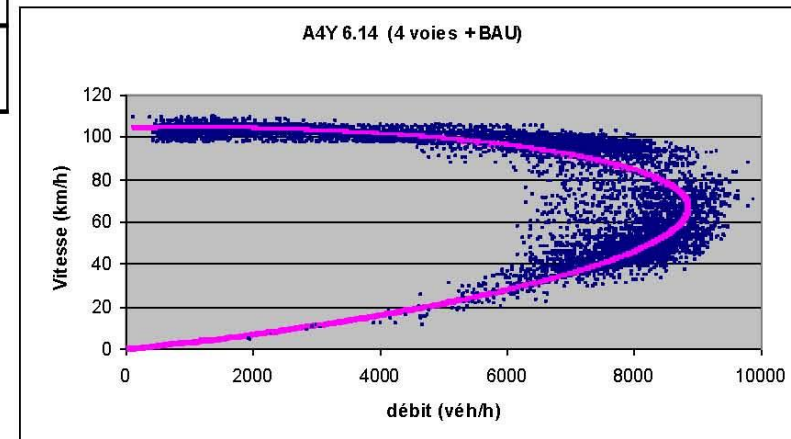
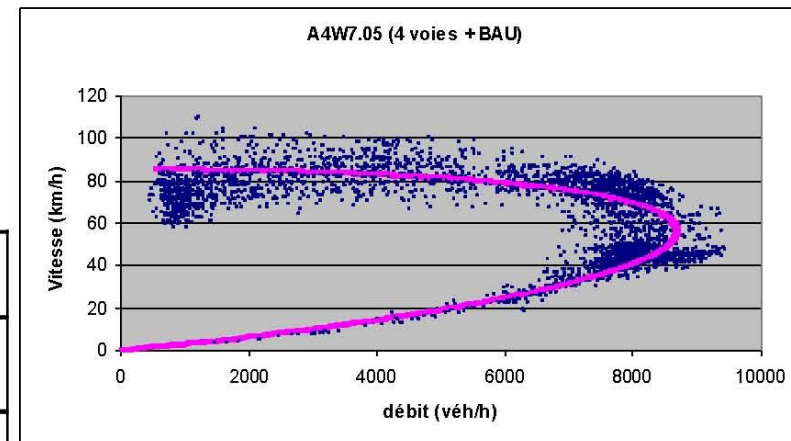
Constat 2 :
**L'augmentation de vitesse n'aide pas à augmenter
le débit**

A4-A86 : Courbes débit/vitesse

2003



2x4 voies + BAU	A4 W	A4 Y
Capacité (véh/h)	8670	8820
Vitesse critique (km/h)	56	66
Vitesse libre (km/h)	85	105



Constat 3 :
Aller plus vite ne permet pas de gagner du temps
mais d'aller plus loin

La notion de budget-temps et l'illusion de la vitesse

La **conjecture de Zahavi** du nom de son concepteur, Yacov Zahavi, est une théorie selon laquelle les déplacements de la vie quotidienne se font à budget-temps de transport (BTT) constant et que leur portée spatiale est fonction de la vitesse de déplacement. Avec l'accélération des transports, ce n'est pas le temps passé pour la mobilité qui diminue mais la distance parcourue qui augmente

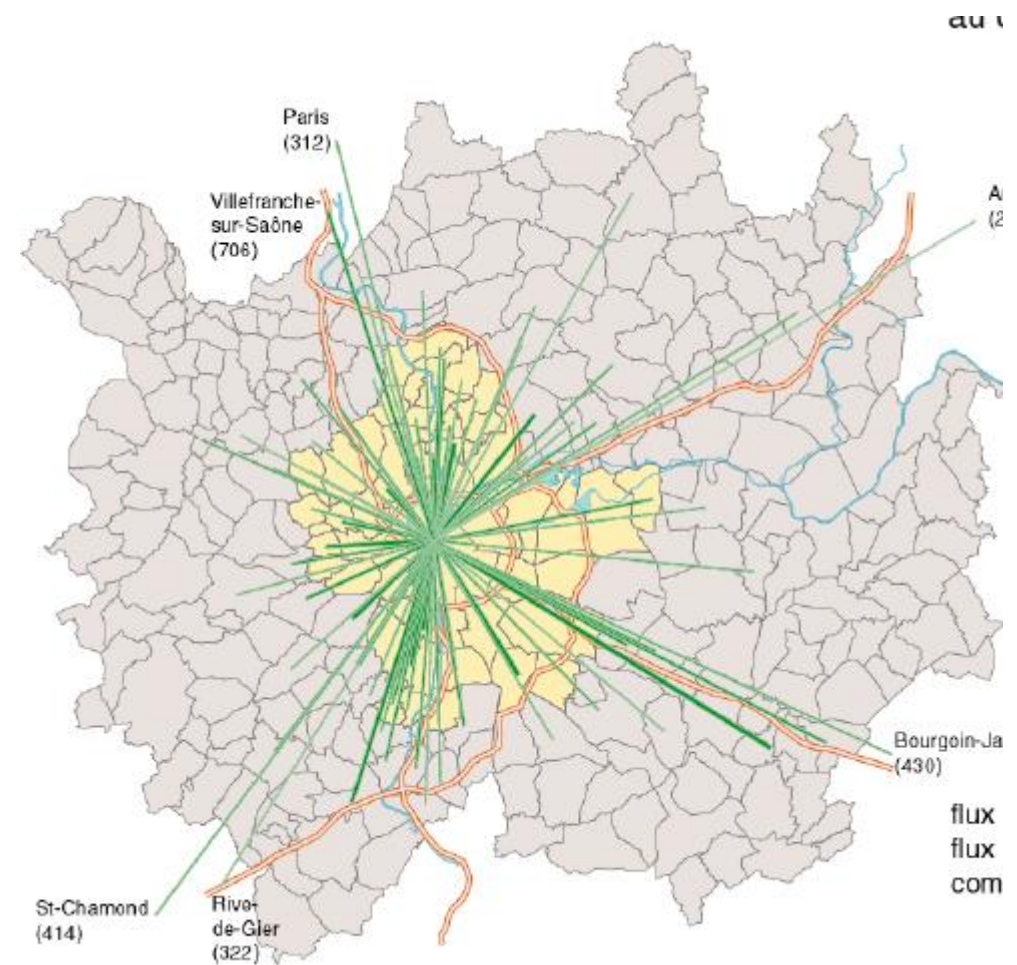
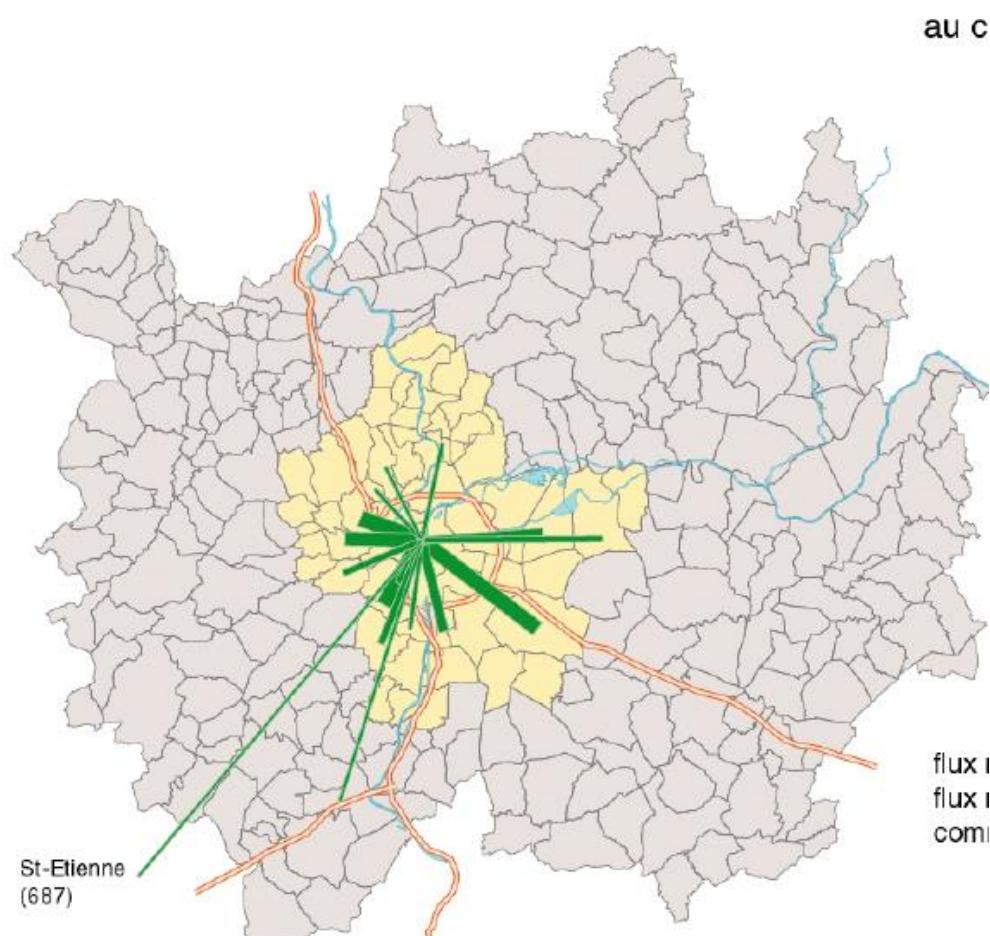
Corollaire 1 : aller plus vite c'est permettre d'aller plus loin mais on ne gagne pas de temps

Corollaire 2 : aller plus proche (ville du $\frac{1}{4}$ heure) c'est aller plus lentement (question à se poser, avons-nous le même nombre d'opportunités ?)

Evolution de l'étendue de l'attractivité de Lyon pour les pendulaires

1975

1999

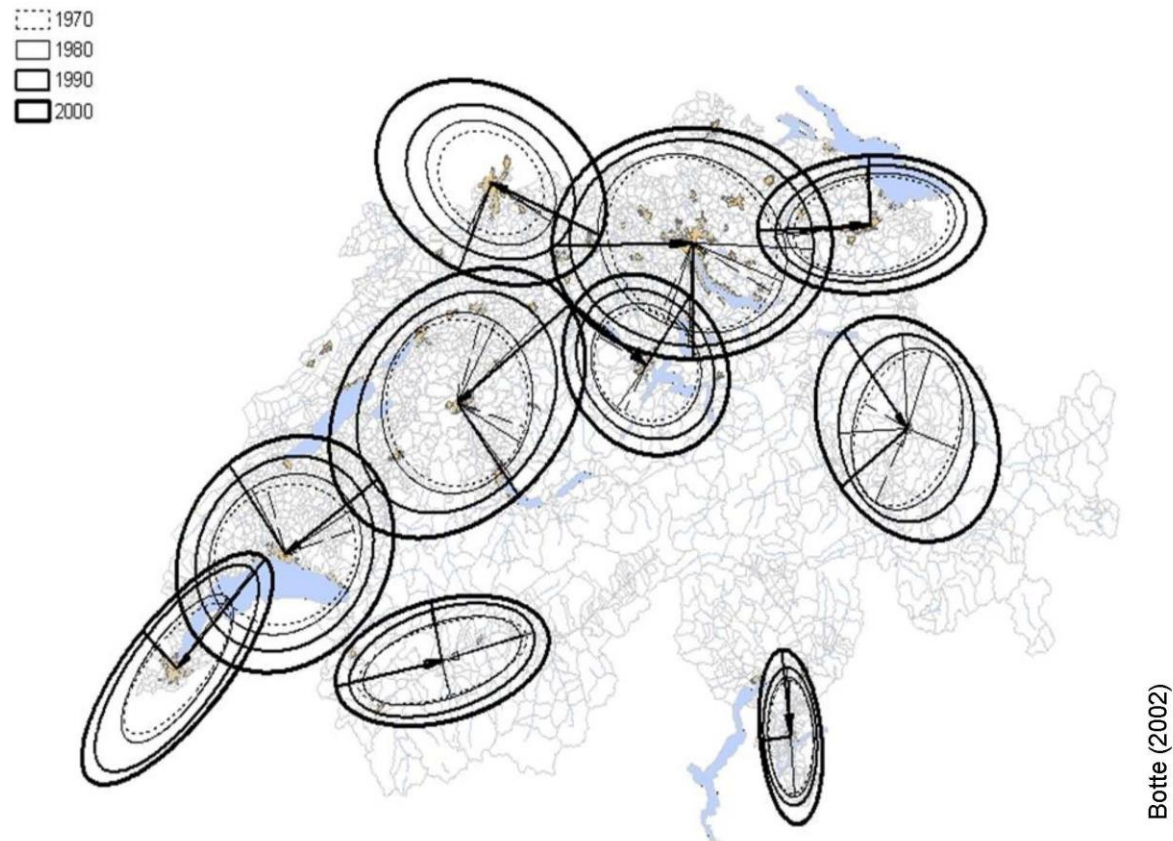


Données INSEE par Y.Crozet, 1 Joly, 2003, communes contribuant à la part 50%-75% des actifs de Lyon

Projet Agglo en Suisse: Les bassins versants pendulaires augmentent

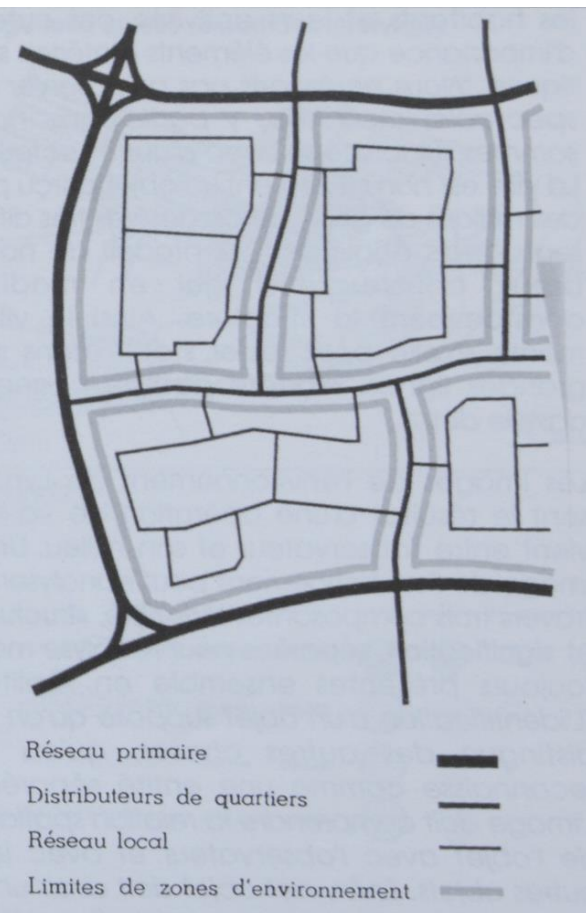


Pendlereinzugsbereiche seit 1970



Outils : la hiérarchisation des voies de déplacement

Buchanan en Angleterre, Traffic in Town en 1963



- En 1961, le Ministère des Transport charge un comité de spécialiste d'examiner les conséquences du développement de la voiture
- Les conclusions de ce comité traitent pour la première fois l'urbanisme et la circulation, considérés jusqu'ici séparément par l'administration
- Principe général : ville cellulaires composée de zones d'environnement (activités, lieux de vie ou de logement) et de couloirs de circulation.
- La circulation est une fonction des activités,
- Il définit la notion de trafic de transit
- Le trafic important doit passer sur les voies de distribution alors que les voies d'accès ont d'autres buts que la seule circulation

Classification des routes en Suisse (norme SN 640 040b)

- **Route à grand débit (RGD)** : (=autoroute et semi-autoroute) voie internationale à régionale, débit, sécurité, transit, accès uniquement par jonction dénivelée, bande d'arrêt d'urgence souhaitable, stationnement interdit
- **Route principale (RP)** : voie nationale à interlocalité, débit, sécurité, relier, accès si possible uniquement aux carrefours, stationnement interdit hors agglomération, vélo séparés ou réglementés,
- **Route de liaison (RL)** : voie régionale ou interlocalité, assurer des liaisons secondaires, débit et vitesses limités, accès latéraux possibles, stationnement réglementé, en traversée d'agglomération le patrimoine bâti est à conserver
- **Route collectrice (RC)**: voie locale, concentrer la circulation de desserte, trafic et vitesse réduits, accès libres, adapté pour TC
- **Route de desserte (RD)** : voie de quartier, desserte parcellaire, TC à titre exceptionnel

Outils :

Comprendre la nature géographique et symbolique d'une rue

Identité, signification, lisibilité

« Pour n'importe quelle ville, il existe une image collective qui est l'enveloppe d'un grand nombre d'images individuelles »

« Tout comme cette page imprimée est lisible si on peut la percevoir comme un canevas de symboles reconnaissables et liés entre eux, de même une ville lisible est celle dont les quartiers, les points de repères ou les voies sont facilement identifiables et aisément combinés en un schéma d'ensemble »

Ses enquêtes sur la perception de la ville l'amène à considérer :

- Des voies
- Des limites
- Des nœuds
- Des quartiers
- Des points de repère

Synthèse de l'image collective pour Boston

Image telle qu'elle ressort de l'enquête sur le terrain

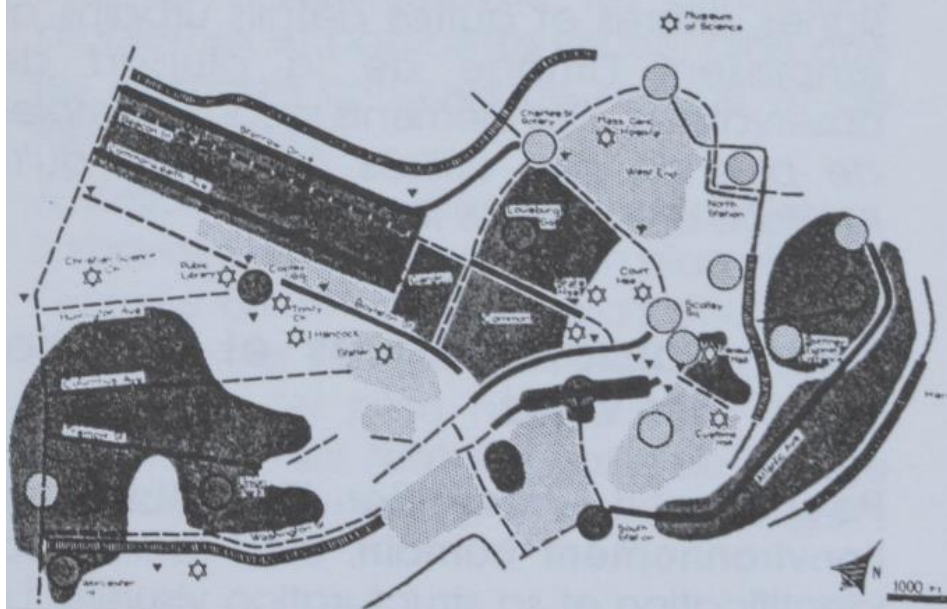


Image telle qu'elle ressort des interviews

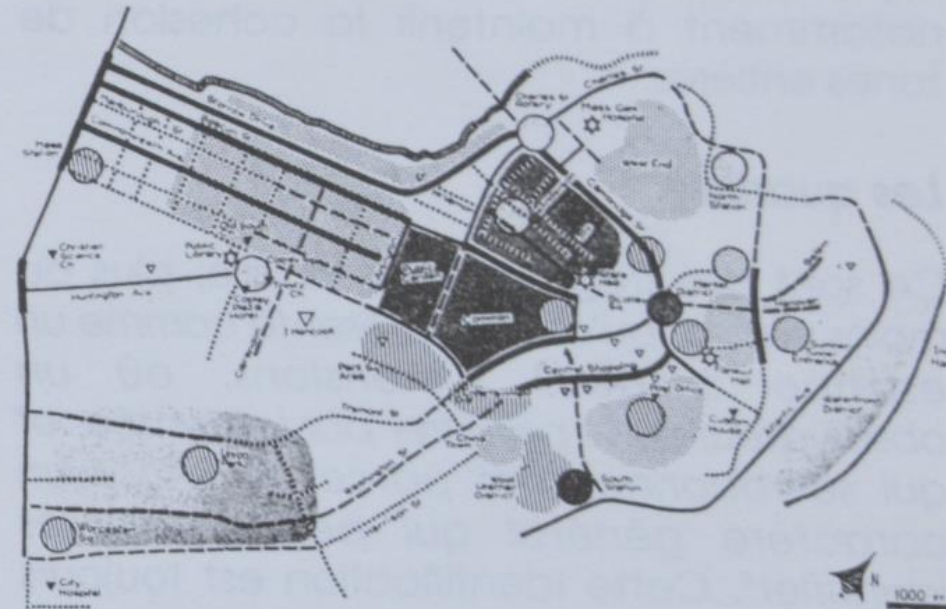
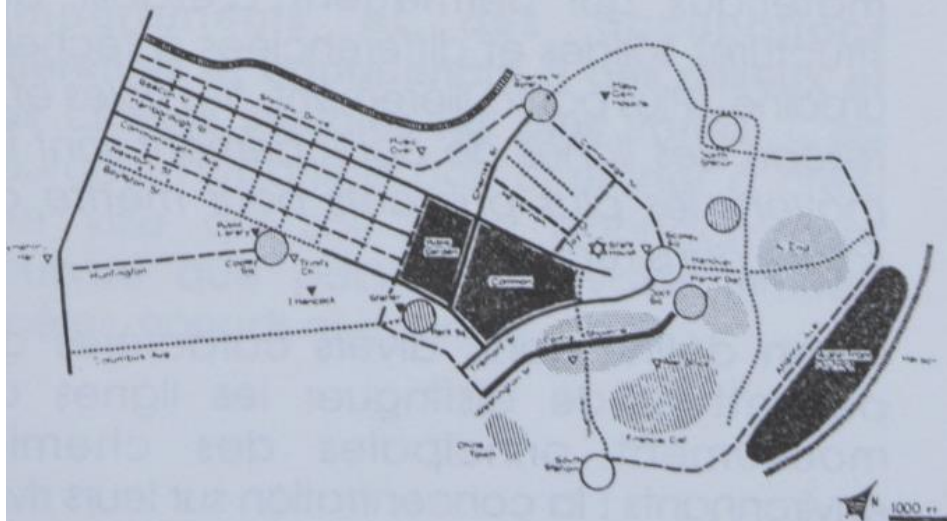


Image telle qu'elle ressort des esquisses de plans

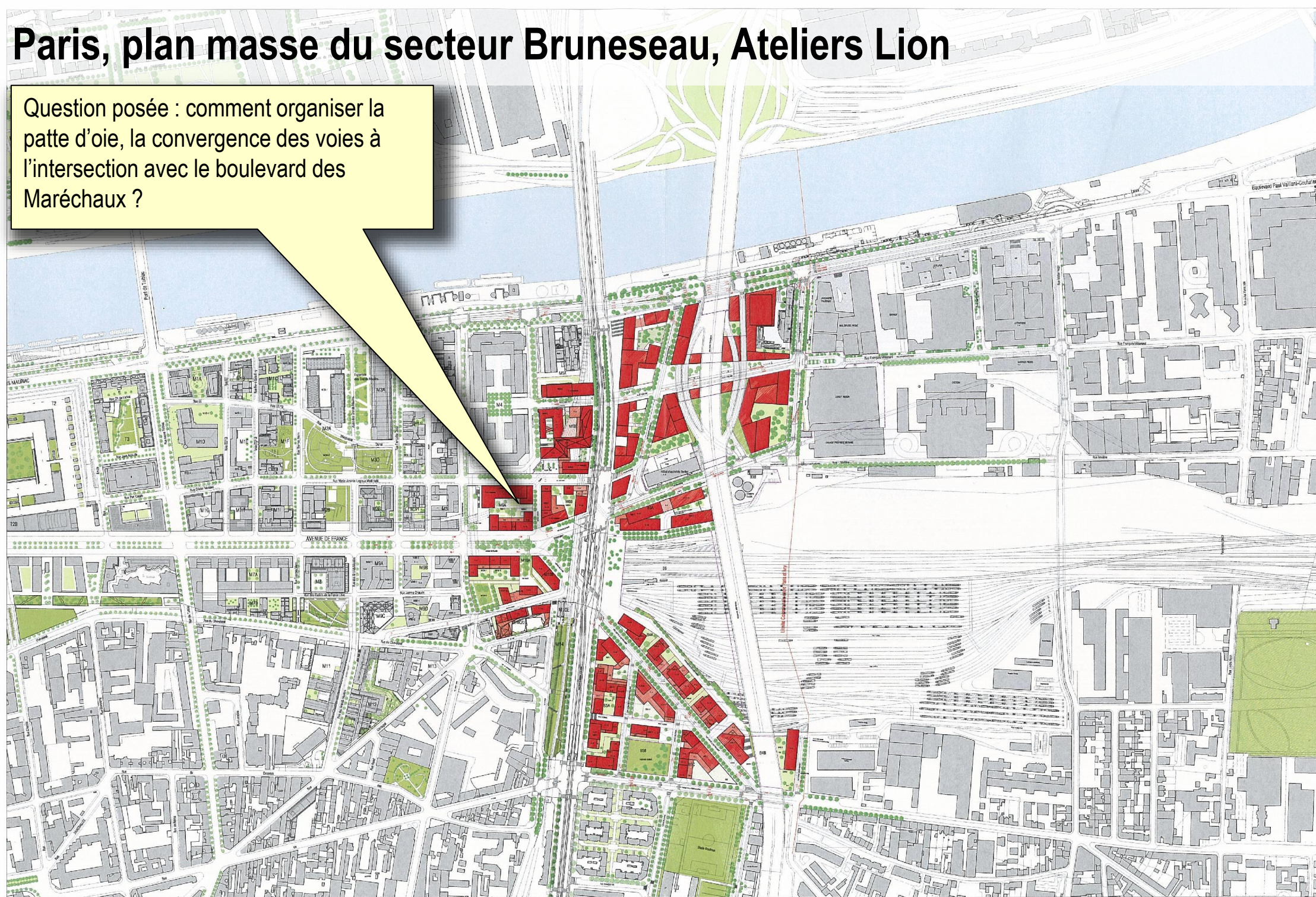


Légende :

	voie	limite	nœud	quartier	point de repère
plus de 75 % des gens					
de 50 à 75 % des gens					
de 25 à 50 % des gens					
de 12 1/2 à 25 % des gens					

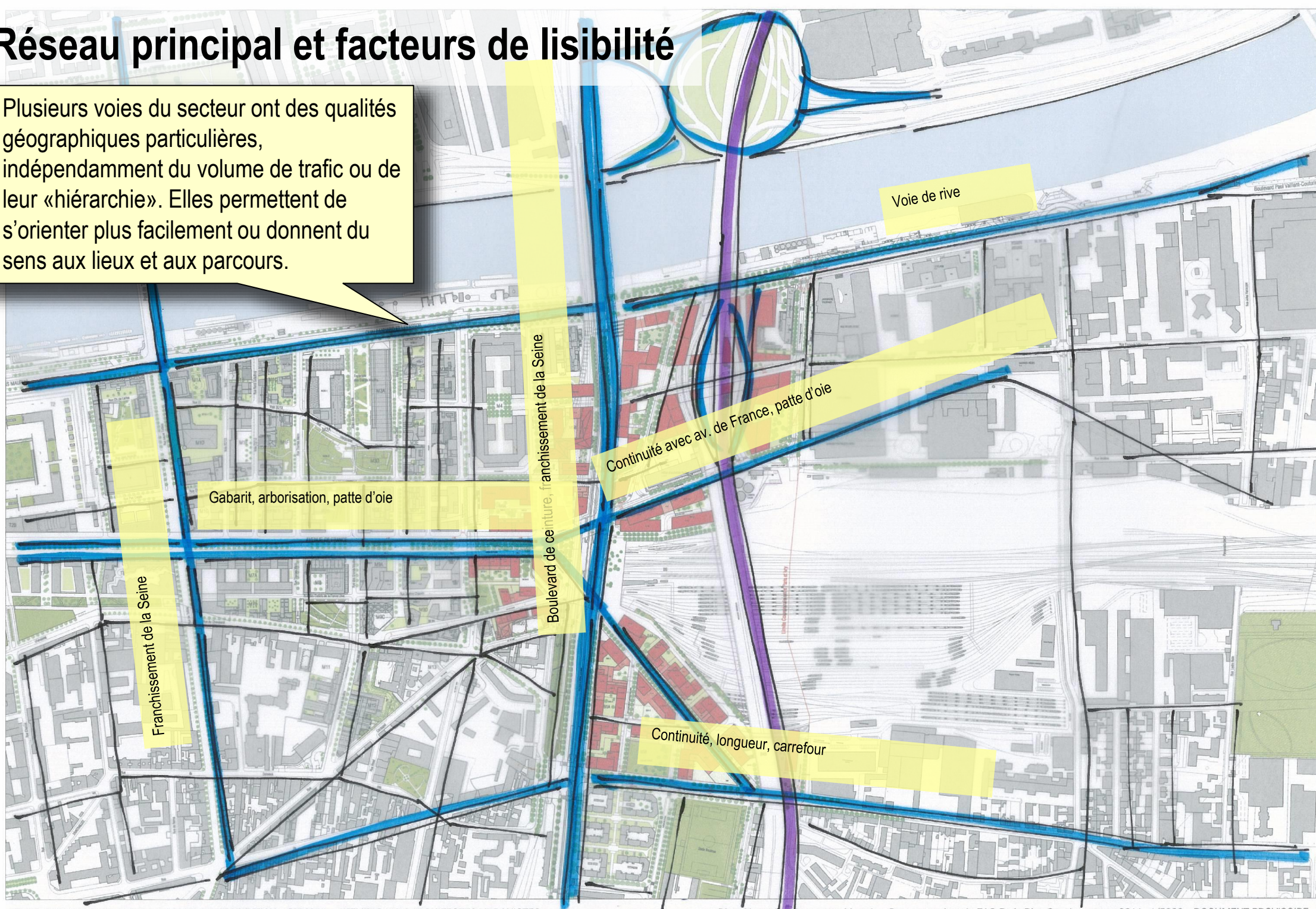
Paris, plan masse du secteur Bruneseau, Ateliers Lion

Question posée : comment organiser la
patte d'oie, la convergence des voies à
l'intersection avec le boulevard des
Maréchaux ?



Réseau principal et facteurs de lisibilité

Plusieurs voies du secteur ont des qualités géographiques particulières, indépendamment du volume de trafic ou de leur «hiérarchie». Elles permettent de s'orienter plus facilement ou donnent du sens aux lieux et aux parcours.



Franchissement de la Seine

Gabarit, arborisation, patte d'oie

Boulevard de ceinture, franchissement de la Seine

Continuité avec av. de France, patte d'oie

Voie de rive

Continuité, longueur, carrefour

Outil :

La rue comme un système en interaction

Livable street 1981, Donald Appleyard du MIT

Donald Appleyard a été un des premiers à montrer que le volume de trafic (bruit, vitesse, effet de coupure) a un impact très fort sur la vie sociale et l'animation d'une rue

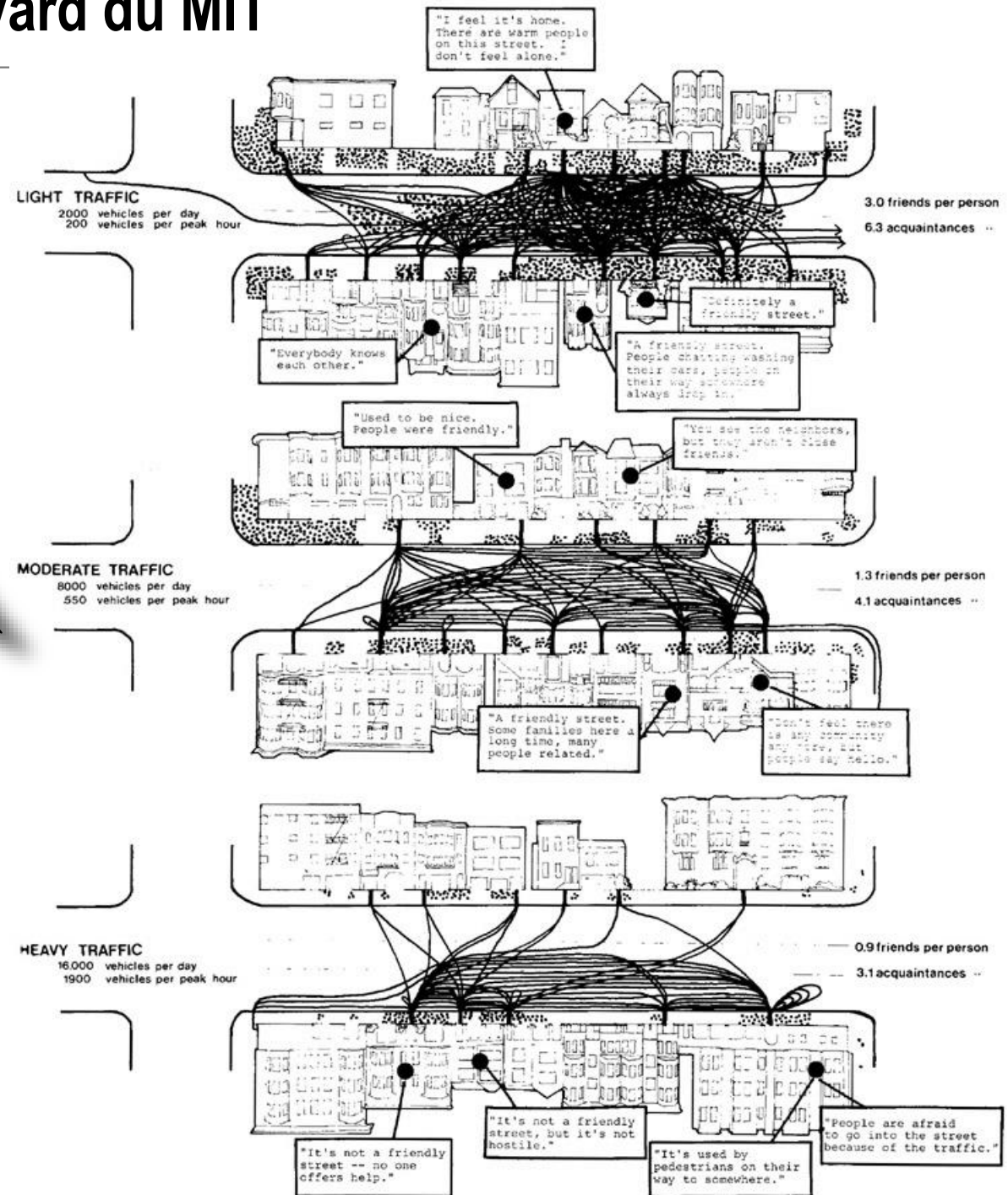
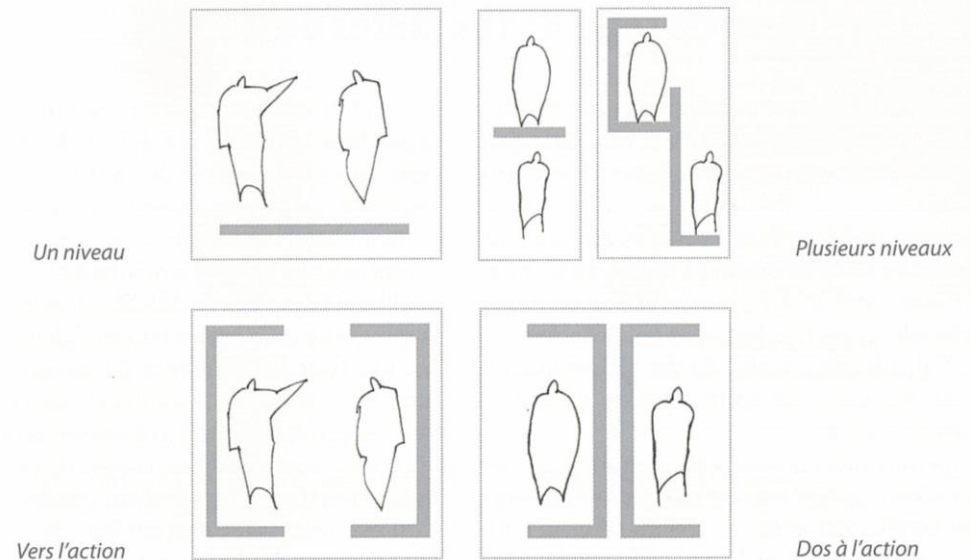
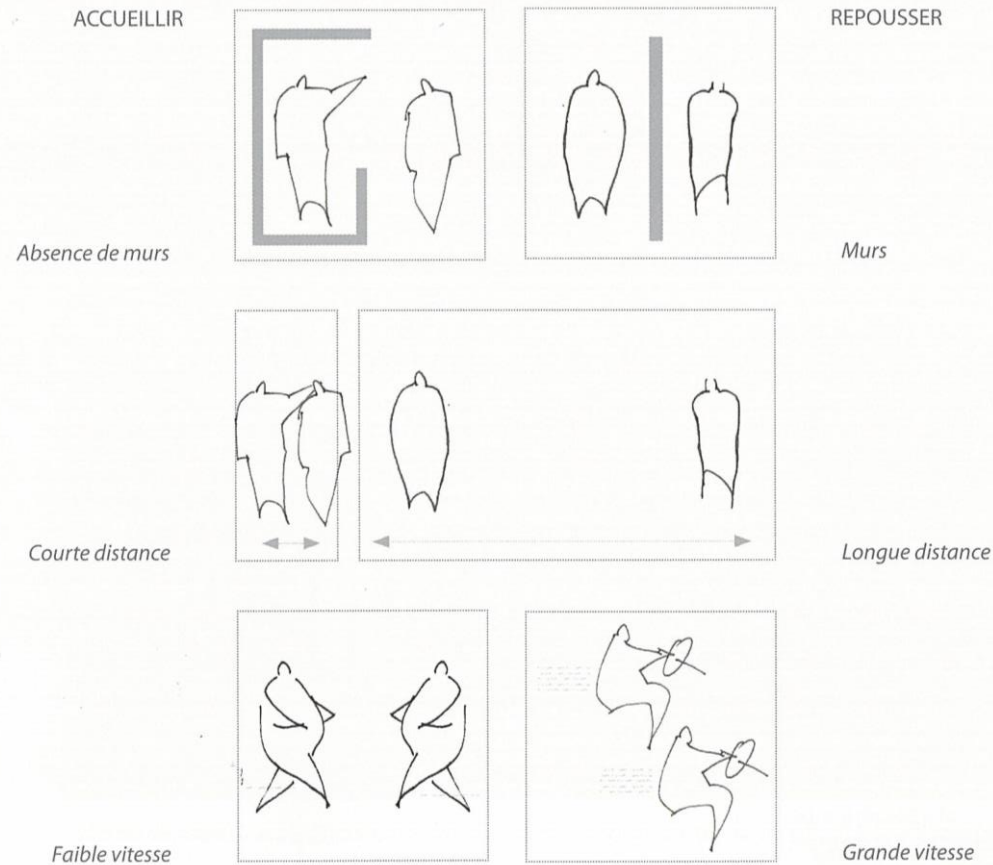


FIGURE 3.
San Francisco. Neighboring and visiting on three streets: lines show where people said they had friends and acquaintances. Dots show where people are said to gather

5 principes qui favorisent ou limitent la valeur sociale de l'espace public,



Source: Jan Gehl, *Life Between Buildings*, 6^e éd., Copenhague, Arkitektens Forlag, 2010 [1971].
Approfondi par Gehl Architects – Urban Quality Consultants, 2009.

Source : Jan Gehl (2012) Pour des villes à échelle humaine

Apprendre à regarder où se tiennent les gens, à quelles heures



Que font-ils, de quels groupes sociaux s'agit-il ?



Renens

Où s'asseoir ? Tenir compte du soleil, de l'ombre du bruit



Chalon sur Saône

L'espace public et le développement de l'enfant

1

2



Genève

Le développement de l'enfant

1

2

Le mouvement,
L'agilité

La socialisation

La confrontation

La compétition

Le rapport aux autres

→ Le jeu est essentiel

→ Apprendre par le
contexte et les
situations



Socialisation et expérience de la mobilité (apprentissage des enfants)

1

2



Gland

Types de rues (et de places)

La rue, un très vieux modèle toujours valable (Pompéi)



Pompéi

Qu'est-ce que c'est ?



Et ceci ?



Et ceci ?



Il faut faire de même avec les rues

Cette rue est-elle un tabouret, une chaise, un fauteuil, un canapé ?

-> de quel type de rue s'agit-il (gabarit, hiérarchie, dénomination)

Est-elle ancienne, moderne, une chaise-design ?

-> historique qui l'a façonné

Est-elle confortable, ergonomique,

-> échelle piétonne, échelle routière ?

Est-elle fragile, sophistiquée, de quelle matière ?

-> type d'aménagement, matériaux, arborisation, éclairage

Est-elle en harmonie avec cette pièce ou avec ce logement ?

-> quel rapport avec le contexte (frontage, socle actif)

Les rues ont un nom spécifique, donc une signification spécifique

Une route, une corniche, une autoroute, une voie express, une rocade, une voie de contournement, un parkway,

Une venelle, une ruelle, une rue, une avenue, un boulevard, une magistrale, un ring, une ramblas, un corso, une ronda,

Un cours, un mail, une allée,

Une promenade, un belvédère, une terrasse, un balcon

Un chemin, une traboule, une galerie, une arcade, une coursive, un passage

Une impasse, un cul de sac, une cour, une hof,

Une berge, un quai, une digue, une levée, une jetée, un môle, une estacade,

Une place, un rond-point, un circus, une esplanade, un parvis, un square

Un carrefour, un giratoire, une croisée, une intersection,

Quelques types de rues (source : D. Mangin et Ph. Panerai, Projet urbain, éd Parenthèse)

1. **Allée** : Lit. passage étroit entre deux murs conduisant du dehors à l'intérieur d'une maison. XIIIe : chemin bordé d'arbres, de massifs de verdure
2. **Avenue** : chemin par lequel on arrive en un lieu. Voie plantée d'arbres qui conduit à une habitation ou un château. Large voie urbaine (av. de Vincennes, av. Foch)
3. **Boulevard** : Terre-plein d'un rempart, terrain occupé par un bastion. Promenade plantée d'arbres établie à l'extérieur ou en remplacement du rempart
4. **Chemin** : voie qui permet d'aller d'un lieu à un autre, bande déblayée assez étroite qui suit les accidents du terrain (opposé à route)
5. **Cours** (de l'it. Corso), voie servant de promenade ou de parades. A ne pas confondre avec une cour : espace découvert, clos de murs ou de bâtiments et dépendant d'une habitation
6. **Galerie** : lieu de passage ou de promenade, couvert, beaucoup plus long que large, aménagé à l'extérieur ou à l'intérieur d'un édifice. Passage public éclairé, éventuellement couvert, bordé de boutiques
7. **Impasse** : petite rue sans issue (cul de sac)
8. **Mail** : allée où l'on joue au mail. Par extension allée de promenades, de jeux ou de chalandise
9. **Parkway** : terrain qui présente les caractéristiques d'un parc qui est traversé par une route
10. **Quai** : chaussée aménagée en bord d'eau, plate-forme longeant la voie ferrée en gare
11. **Route** : voie de communication plus importante que le chemin et reliant une agglomération à une autre (utilisé d'abord en terrain difficile)
12. **Rue** : voie bordée, au moins en partie, de maisons dans une agglomération (ville, village, bourg)

Types de places

Place de marché, de foire

Parvis d'Eglise

Place de l'hôtel de ville

Square

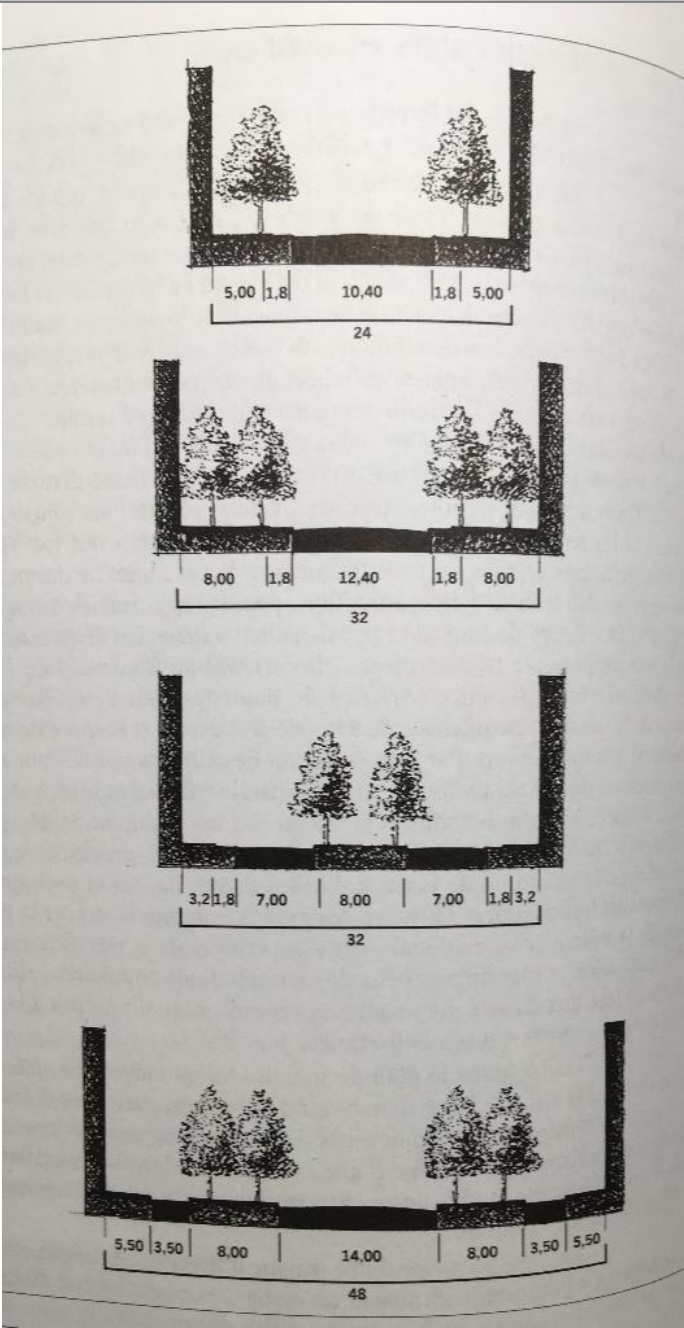
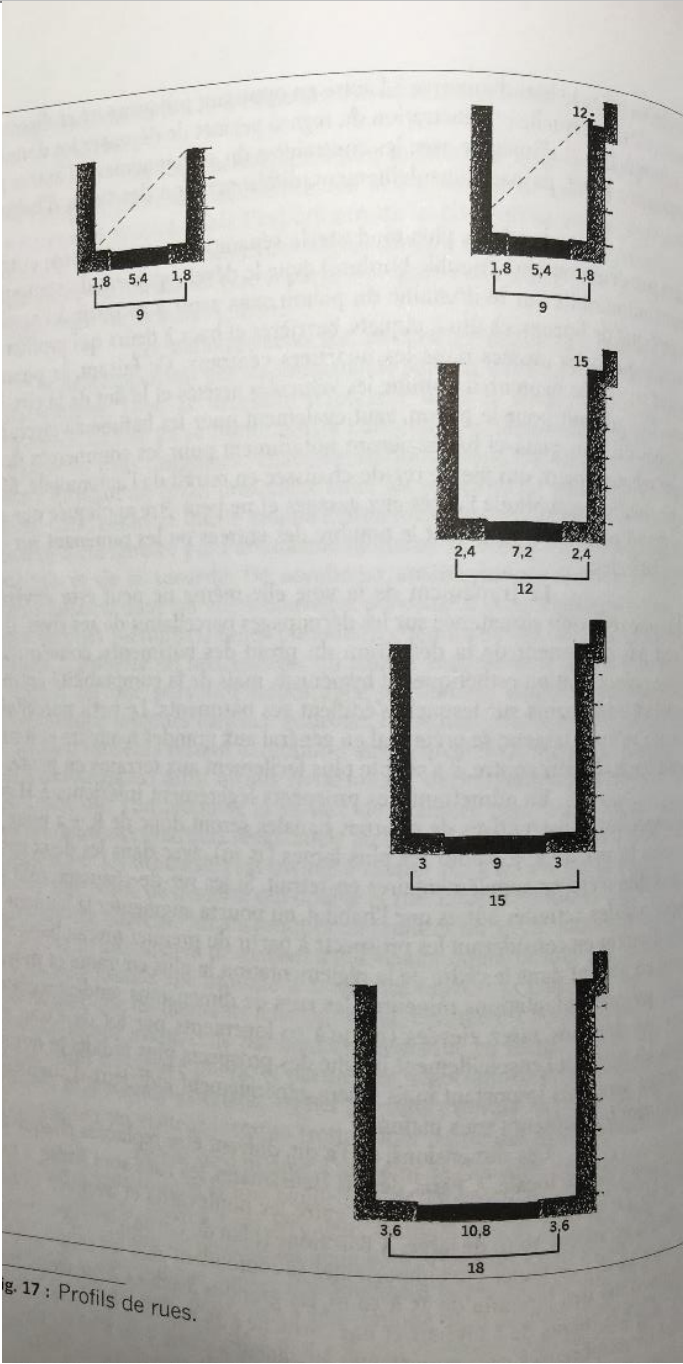
Champ de Mars

esplanade

Carrefour

Parking

Profils type de rue et de grande voirie plantée (source : D. Mangin et Ph. Panerai, Projet urbain, éd Parenthèse)



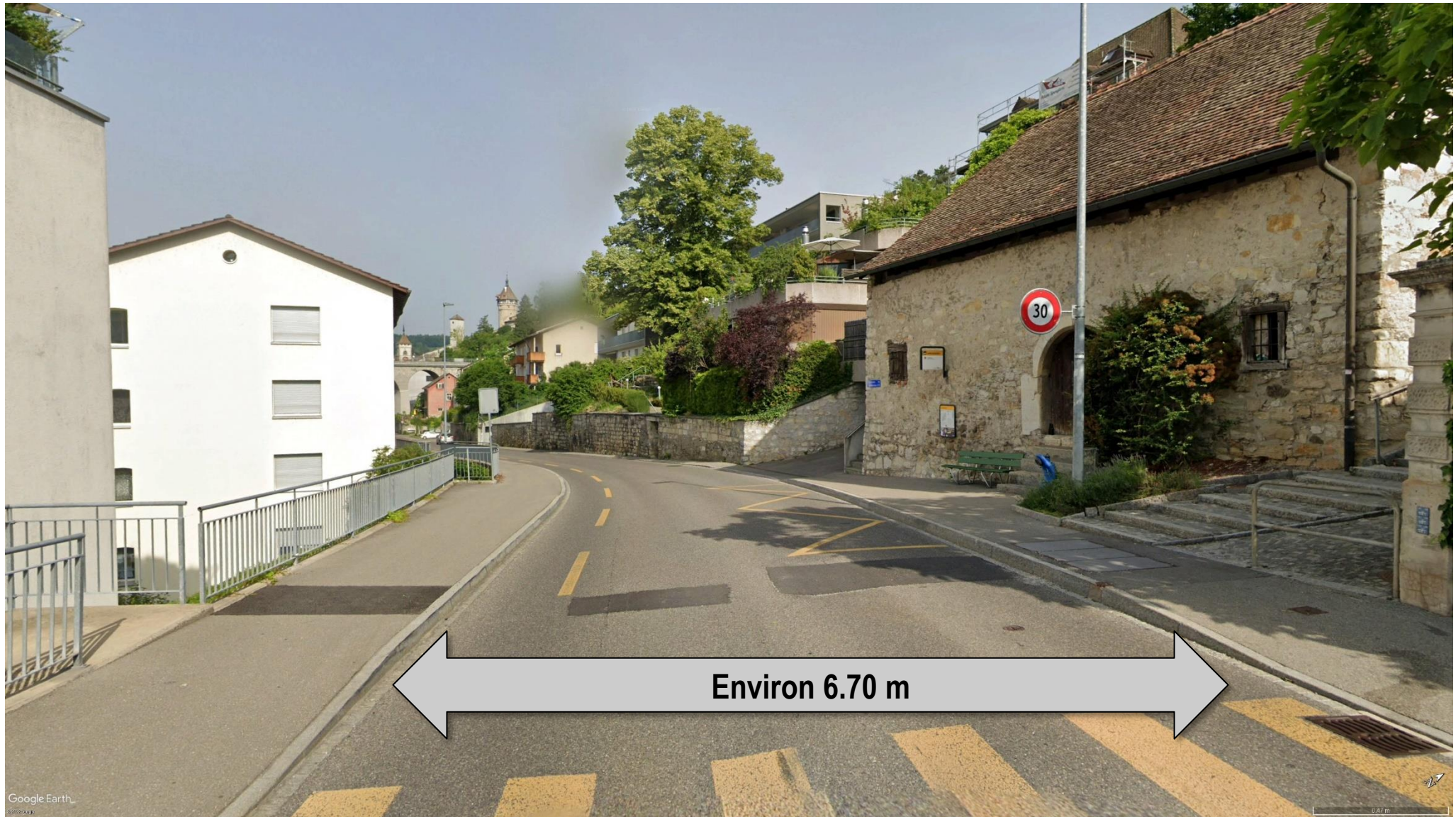
Largeurs usuelles

Une voie de circulation :	2.80-3.50 m
Deux voies de circulation (même sens) :	5.50 – 6.50 m
Voie bus :	3.00 -3.50 m
Bande cyclable :	1.50 m + ou – 0.20 m selon contexte actuellement plutôt 1.80 m
Piste cyclable bidirectionnelle	3.00 – 3.50 m
Voie bus + vélo	(4.20)-4.50 m
Stationnement	2.00-2.20
Case de livraison	2.50 m
Sens unique voiture + contre-sens cyclable	(4.00)-4.50 m
Îlot piéton au centre de la chaussée	1.50-2.00 m

Schaffhouse, Buchthalerstr. déjà des arrêts de bus actuellement



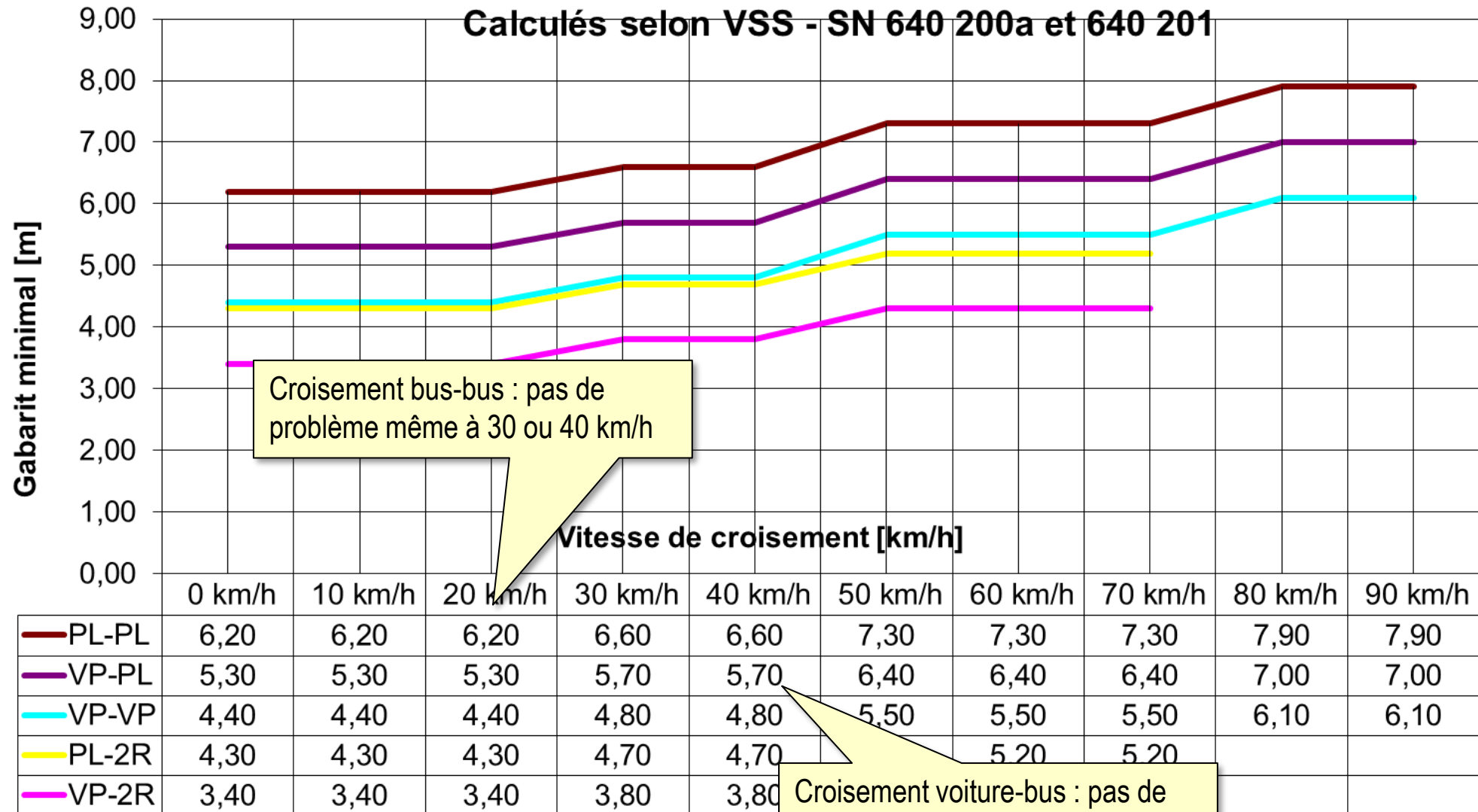
Croisement des bus sur la Buchthalerstr : arrêt avant la section étroite



Gabarits routiers selon norme suisse

Gabarits en fonction de la vitesse de croisement et des types de véhicules

Calculés selon VSS - SN 640 200a et 640 201



Tronçon étroit : si croisement, rouler sur le « faux-trottoir »



Comment concilier gabarit restrictif et besoins exceptionnels



Des rues et des avenues qui sont en fait des routes

Trop souvent l'héritage d'une domination du trafic sur l'espace public

L'approche fonctionnaliste implique la réalisation de «tuyaux à voitures», même sur des sites aux qualités géographiques certaines (rives de cours d'eau) et malgré les impacts et les nuisances (bruit, danger, pollution)

Liège, quai de la Meuse



D'une forte présence de la voiture à une spécialisation de l'espace



Hambourg (D)

La vitesse, donc la géométrie fluide et sans conflits



Luxembourg, le Kirchberg,
un dimanche

Spécialiser l'espace public aussi pour des raisons de sécurité



Luxembourg, le Kirchberg,
un dimanche

Des espaces fragmentés, non-ergonomiques et peu appropriables



Une conception de rue

Renens : vitrine, flux, échanges, attente,

Polyvalence des espaces,
transversalité des relations (relation
bâtiment – espace public) en plus des flux
longitudinaux
Régime de vitesse adapté aux fonctions et
à la multiplicité des usagers de l'espace



Renens

Exemple d'une grande rue de centre-ville avec de multiples fonctions



Leuven

Un trottoir large qui organise les différentes fonctions de support



Leuven





Leuven

Aarau, une spécialisation par bande qui favorise la transversalité



Aarau



Aarau

Outil :
changer les rapports de force sur l'espace public :
le facteur 4 pour le piéton

Simplifier d'un facteur 4 la vie du piéton : des traversées avec îlot

Distance à franchir divisée par deux, volume de trafic à gérer, donc créneau critique, divisé par deux

Lausanne, av. de Cour

Village-rue à Hennef (D) près de Cologne



A. Reconquête de l'espace public, modération du trafic

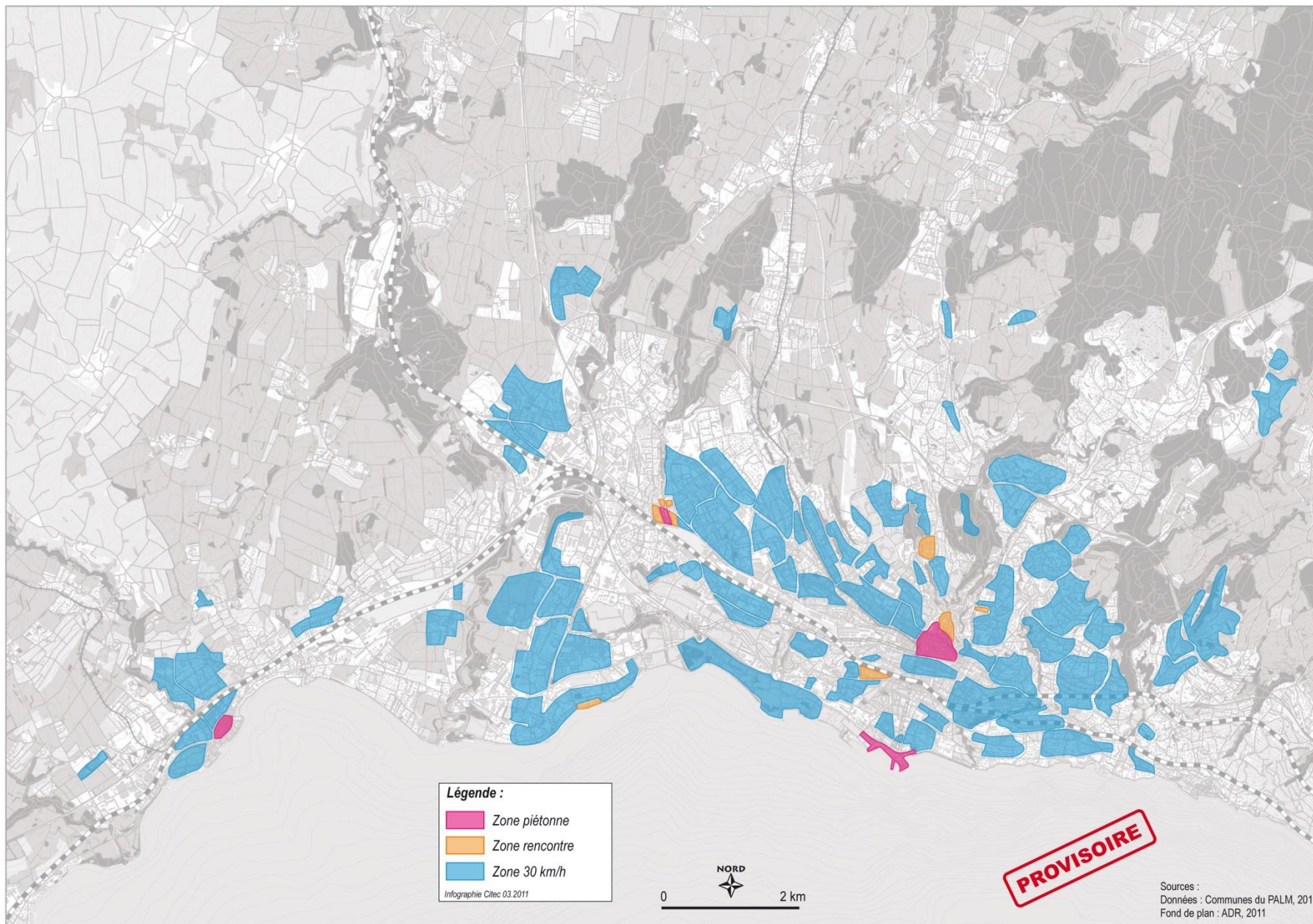
exemple : extension progressive du centre piétonnier de Strasbourg



Strasbourg, quai des Pêcheurs

Zones 20 et 30 : modifier le rapport de force sur l'espace public

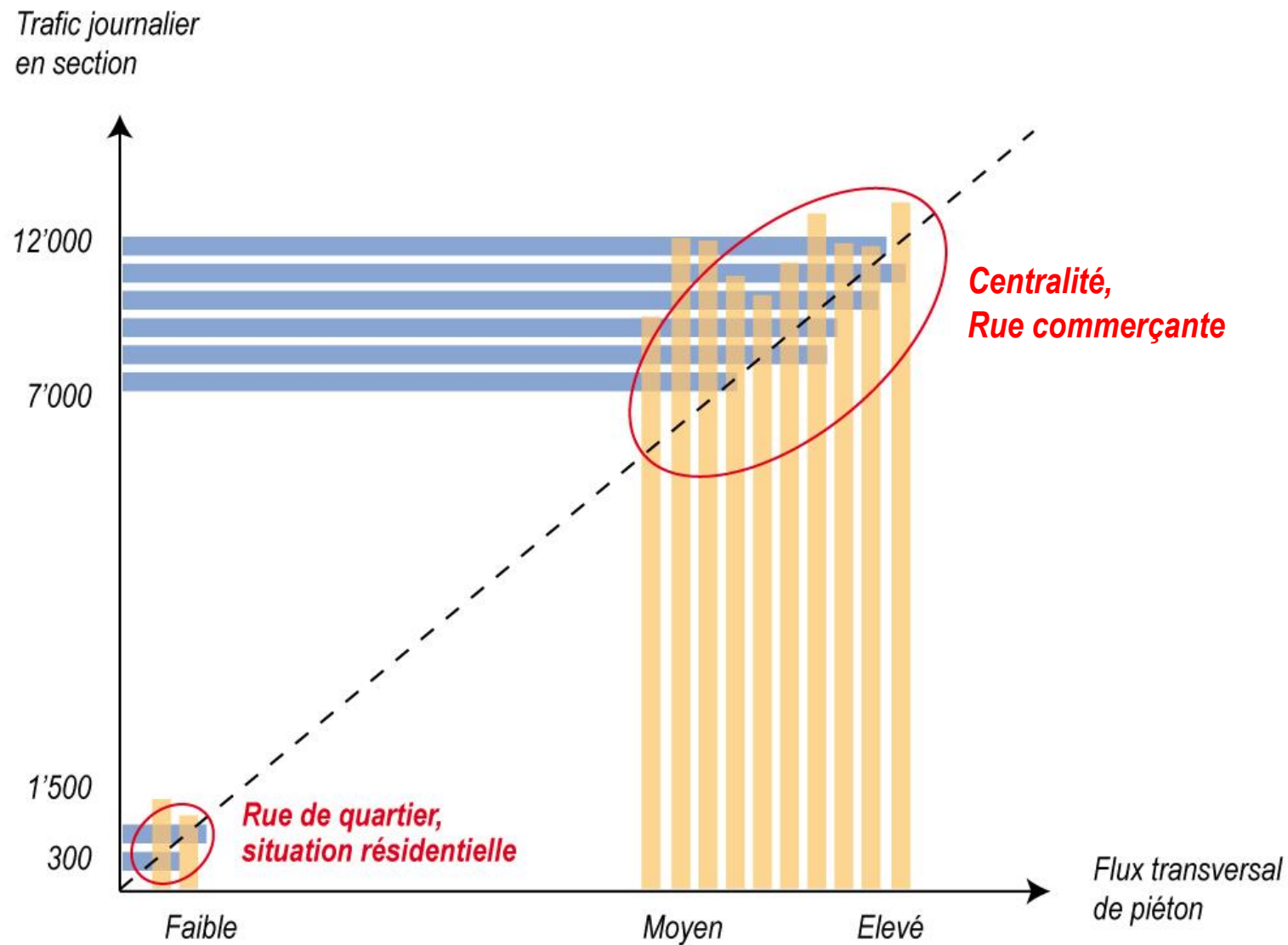
Agglomération Lausanne-Morges (2011)



Burgdorf, création de la zone de rencontre (zone 20)

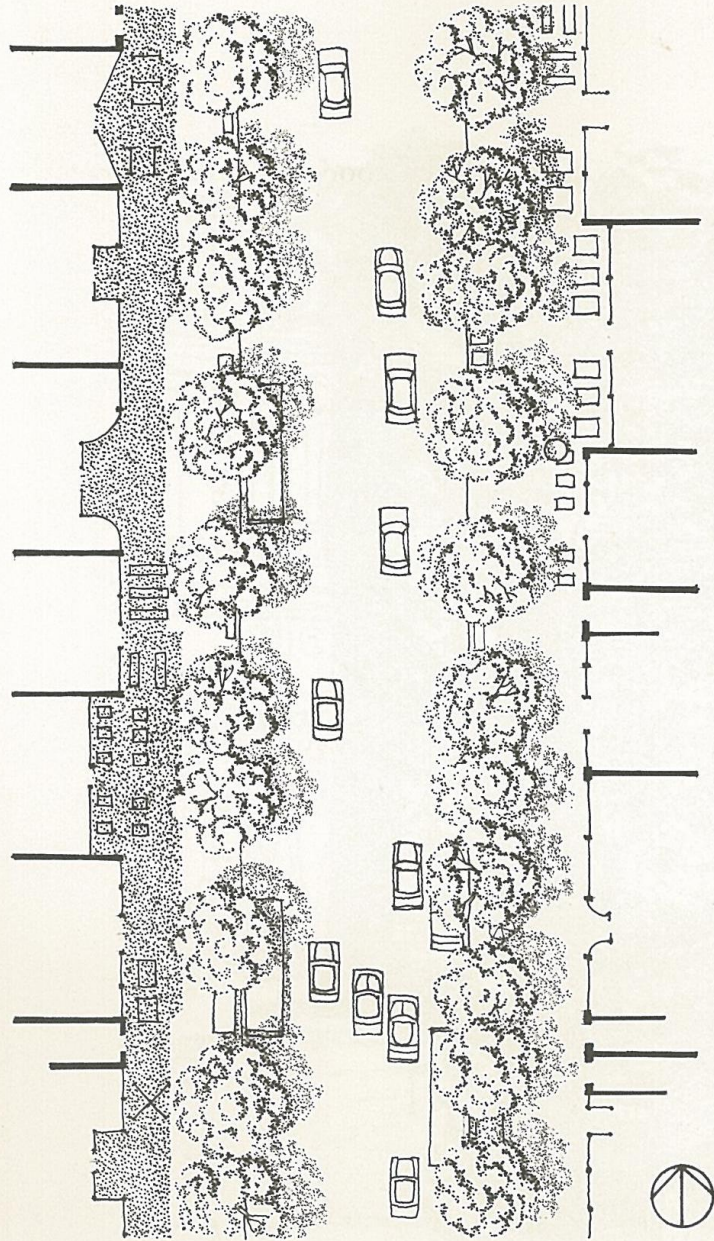


Champ d'application des zones de rencontre



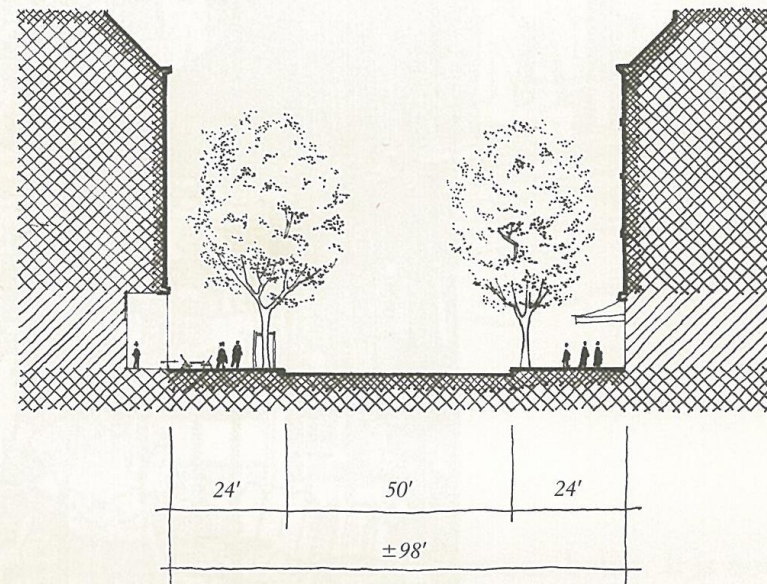
Infographie Citec 2019

Environ 50% de l'espace public pour circuler, environ 50% pour se tenir



Source : Allan B. Jacobs (1995) Great Streets

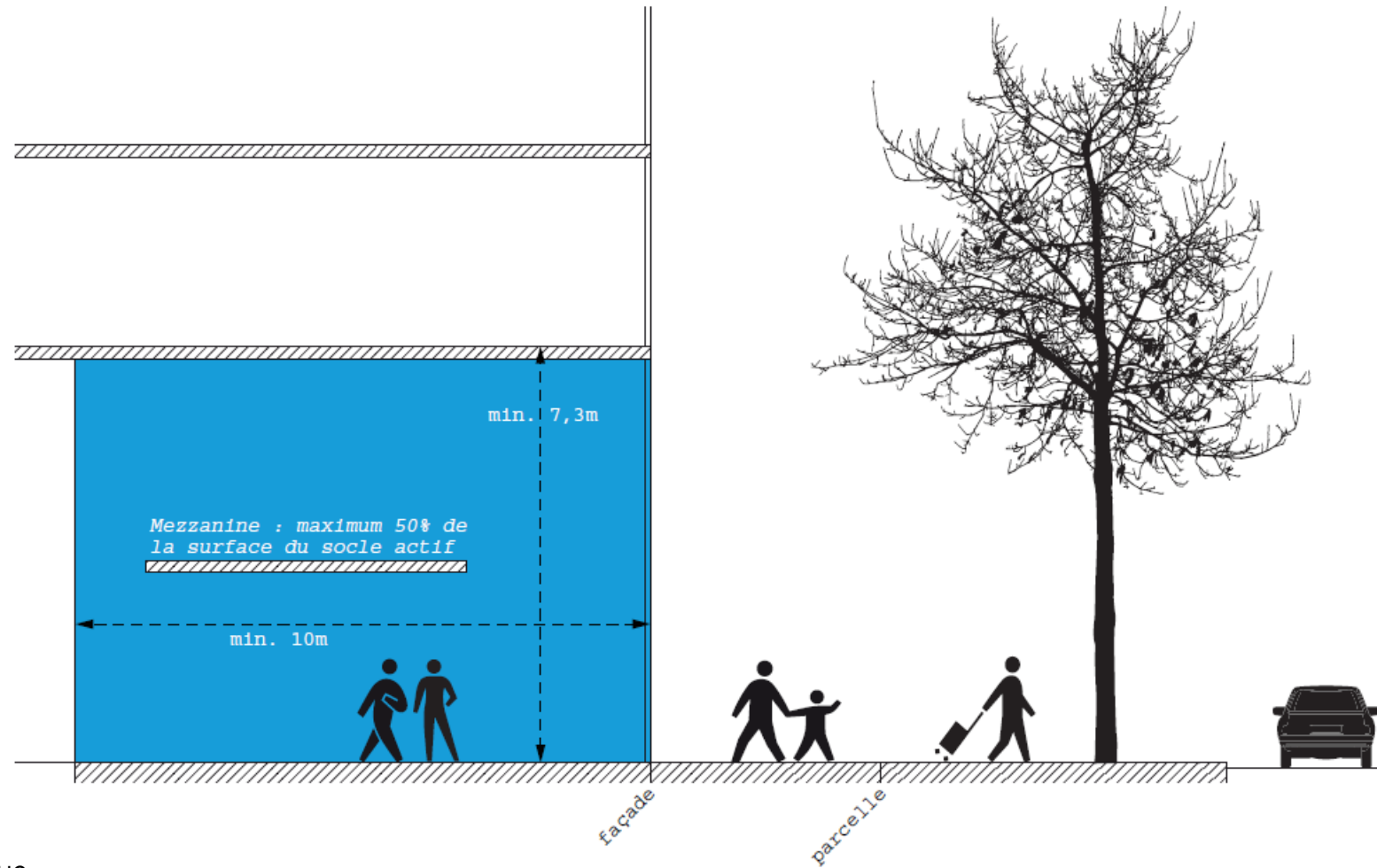
Boulevard Saint-Michel: plan and section



Approximate scale: 1" = 50' or 1:600

Socle actif, projet Part-Dieu à Lyon

SOCLES ACTIFS
Règle inscrite au PLU



Mandataire l'AUC

Forces de la rue

- Le flux, donc le commerce, les échanges
- Le rapport à la rue, donc la vitrine
- L'espace public, donc la rencontre, les échanges, la socialisation
- Un modèle polyvalent, donc une pérennité de forme malgré les changements d'époque

Les dérives, les faiblesses

- La vitesse, donc la ségrégation
- La propriété, donc la clôture
- Trop de flux, donc la hiérarchisation et la spécialisation
- Le bruit, donc l'impossibilité de vivre proche
- Le stationnement, donc l'espace indisponible
- La non prise en compte des conditions météo, donc l'espace indisponible

Synthèse (suite)

1. Une rue n'est pas une route et inversement. Malheureusement, en ville certaines rues sont conçues et aménagées comme des routes.
2. La nature des espaces publics, leur aménagement, leur usage ont donné lieu à de nombreuses catégories de rues. Ces catégories ont un nom spécifique qu'il faut réapprendre
3. La vitesse est le principal facteur exclusif
4. Plus l'espace public est sectorialisé plus son usage est limitatif
5. En général les rues doivent accueillir plus de fonctions et d'usage que l'espace ne le permet si l'on affecte un usage à chaque espace
6. Précédemment l'arbre était un élément de composition (embellissement) de la rue. Avec le réchauffement climatique, il devient un élément essentiel de la conception des espaces publics (ombre, imperméabilité du sol, réseaux souterrains)

Les essentiels

- La rue est **l'espace relationnel** par excellence de la ville, il y a donc un enjeu d'humanité, de vivre ensemble plus que de flux et de fonction
- L'échelle de référence = **échelle piétonne**, métrique piétonne
- En général, en milieu urbain, **les piétons se réapproprient** tout espace public qui leur est rendu. Changer les équilibres implique une stratégie et une **progressivité**.
- Réinventer la rue c'est agir sur les infrastructures (aménagements) mais aussi et surtout sur **l'exploitation** (permanente ou temporelle)
- La rue ne peut pas être comprise sans analyser le **contexte** (quartier) dans lequel elle s'inscrit. Relation et transversalité impliquent la prise en compte des abords (et réciproquement), d'où le rôle du socle actif
- La rue est un espace où de multiples objectifs souvent divergents se superposent, il y a donc **arbitrage** et choix d'une dominante (la tiédeur ne satisfait personne)

Récit :
Lausanne, la rue Haldimand : le droit au retour en
arrière

Etude de cas : Lausanne, piétonisation de la bannière St-Laurent

- Auparavant une rue Haldimand à deux voies de circulation à sens unique, des trottoirs totalement insuffisants
- La nécessité de remplacer des canalisations trop anciennes qui menacent de céder
- Un chantier qui impose l'interruption du trafic durant une longue période (environ 12 mois) et qui nécessite la mise en place d'un nouveau schéma de circulation du centre ville
- Enseignements : tirer parti des chantiers pour expérimenter le changement à grande échelle (les chantiers sont des opportunités autant que des contraintes)
- S'autoriser un retour en arrière (garantie de réversibilité de la mesure de chantier si celle-ci ne donne pas satisfaction).

Lausanne, St-Laurent, 2010



Situation antérieure



Situation antérieure



Récit : Cagnes-sur-Mer ou la transformation d'une grande artère en promenade.

En tant que piéton, ai-je envie de me tenir dans cette rue ou d'y
passer au plus vite ?

Quelle perception ai-je en tant que piéton ?

Est-ce que l'échelle du lieu est adaptée au piéton ?

Requalification du bord de mer à Cagnes-sur-Mer (2003-2009)

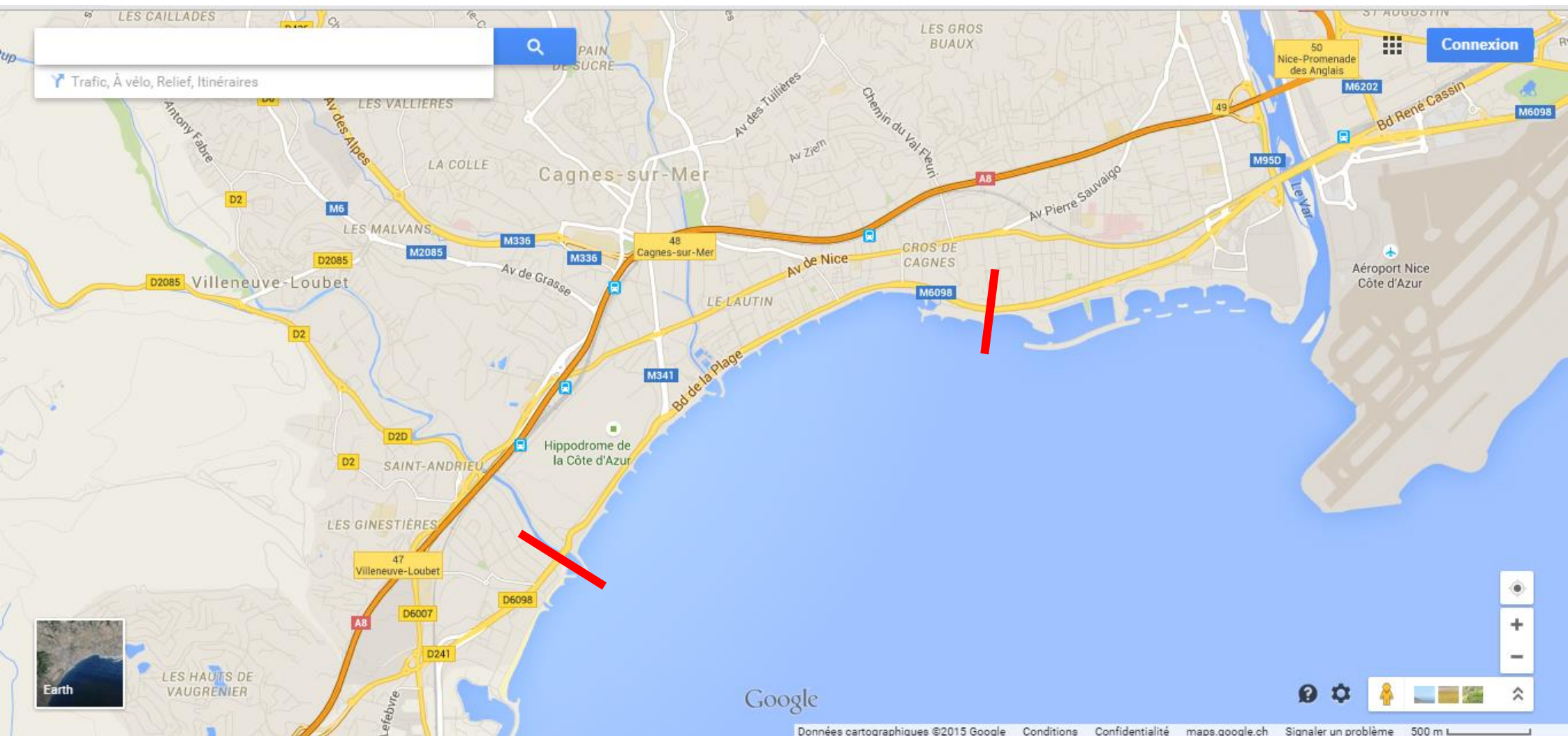
Avec 45-55'000 vhc/j la RN98 représentait la voie majeure gratuite en bord de mer, parallèle à l'autoroute sur la Côte d'Azur. Elle était chroniquement engorgée malgré ses 2x3 voies et des mini-tunnels sur deux intersections principales.

A la fin des années 90, la Commune de Cagnes-sur-Mer a accepté de reprendre la domanialité de cette voie pour autant que des travaux de réaménagement et un renforcement de la rive contre l'érosion soit pris en charge par l'Etat.

En 2003 nous avons gagné le concours de Maîtrise d'Œuvre (équipe Alfred Peter, paysagiste) en prenant le parti de réduire la chaussée à 2x2 voies et en attribuant l'espace ainsi libéré aux piétons, aux cyclistes et aux terrasses. Le bord de mer était transformé en promenade. Les mini-tunnels supprimés. 2000 arbres plantés. La vitesse réduite par des feux coordonnés, des seuils et des déflexions à divers endroits du parcours.

Une des clefs pour rendre possible ce projet avec un volume de trafic approximativement constant a été de bien observer le fonctionnement du trafic à l'époque et à constater qu'une section était presque systématiquement encombrée par du stationnement en double file. Elle débitait, de fait, l'équivalent d'une double voie et non d'une triple voie de circulation.

Requalification de la RN98 à Cagnes-sur-mer



Réaménagement de la RN98, Cagnes-sur-Mer, section Hippodrome, avant



Photomontage de la situation projetée



Cros de Cagnes avant, environ 45'000 vhc/j

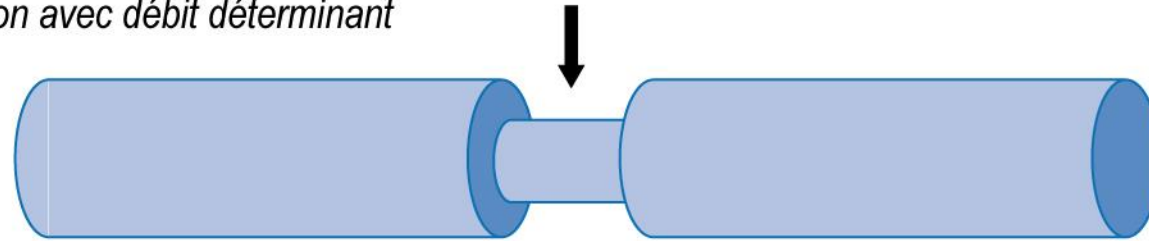


Photomontage de la situation projetée

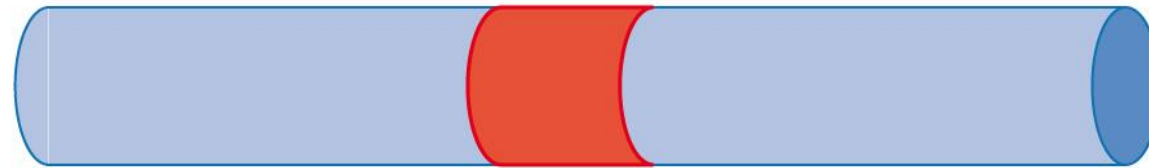


Tirer parti des réductions de capacité du réseau routier

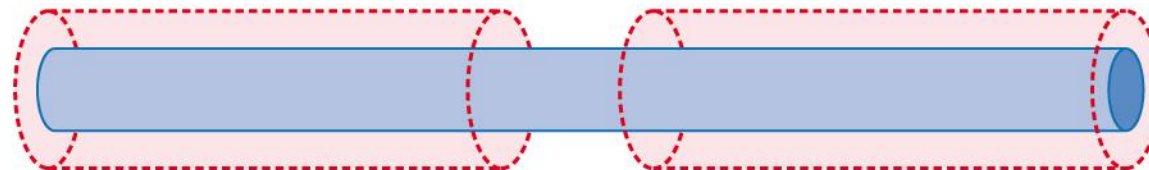
Section avec débit déterminant



Stratégie 1 : suppression du goulet d'étranglement



*Stratégie 2 : mise à niveau des capacités
et meilleure utilisation des réserves disponibles*



Infographie Citec 2015

Avant, un bord de mer minimaliste et routier



Avant : traversée piétonnes rares et environnement hostile



Mini-tunnel routier au carrefour Kennedy



Aménagement après (photo 2015)



Situation actuelle



Une large promenade



Des seuils au droit de l'itinéraire cyclable traversant



Environ 6 fois par an une route fermée pour des manifestations



Un boulevard qui est redevenu lieu de vie



... d'échanges



... aux usages multiples



Défi 1 : la ville ouverte

Le syndrome de la sécurité et l'espace public

La malédiction des clôtures et de la stérilisation de l'espace public



Paris, contrôle d'accès au métro et RER



Métro de Brescia (I), une simple ligne rouge suffit comme limite

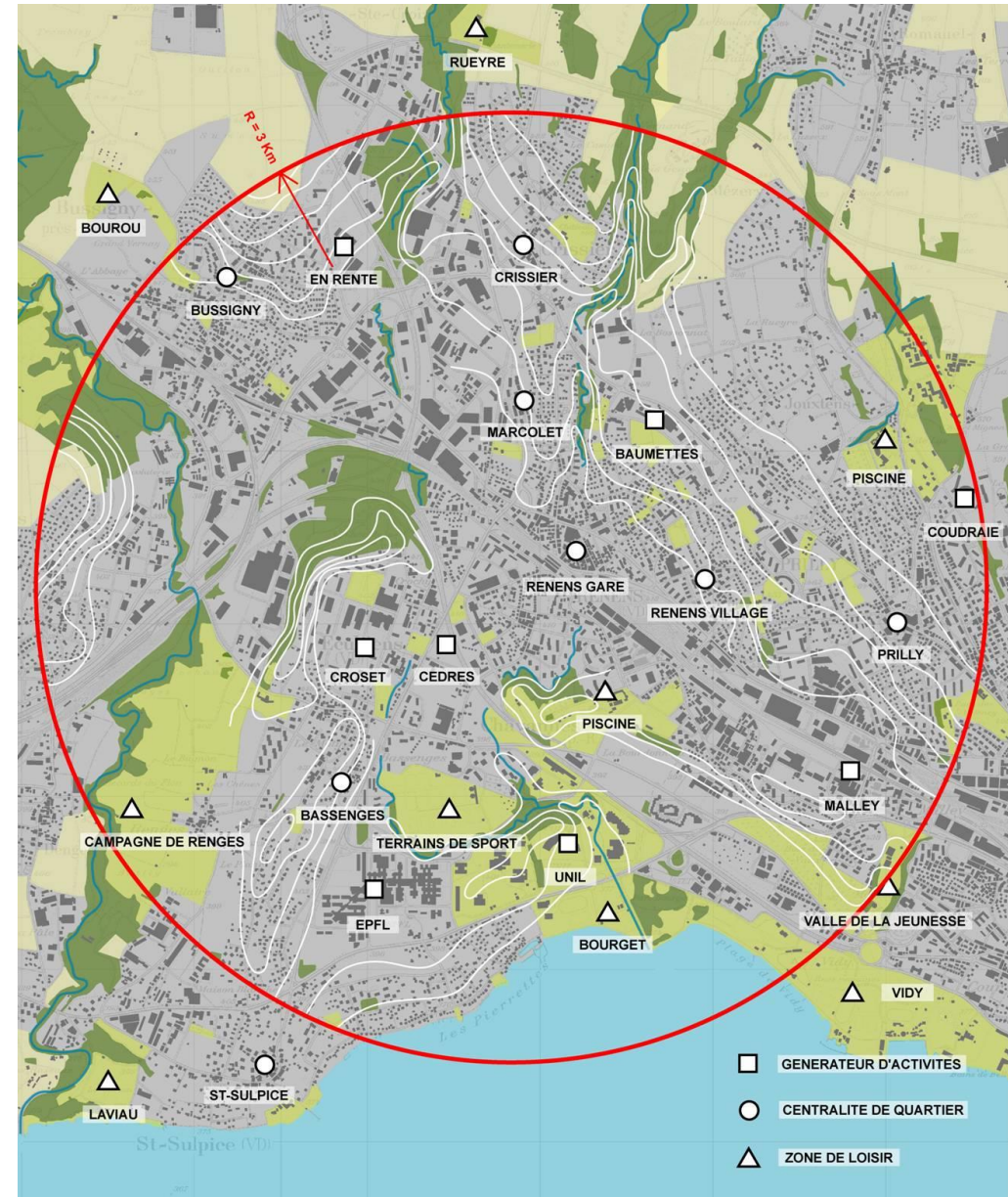
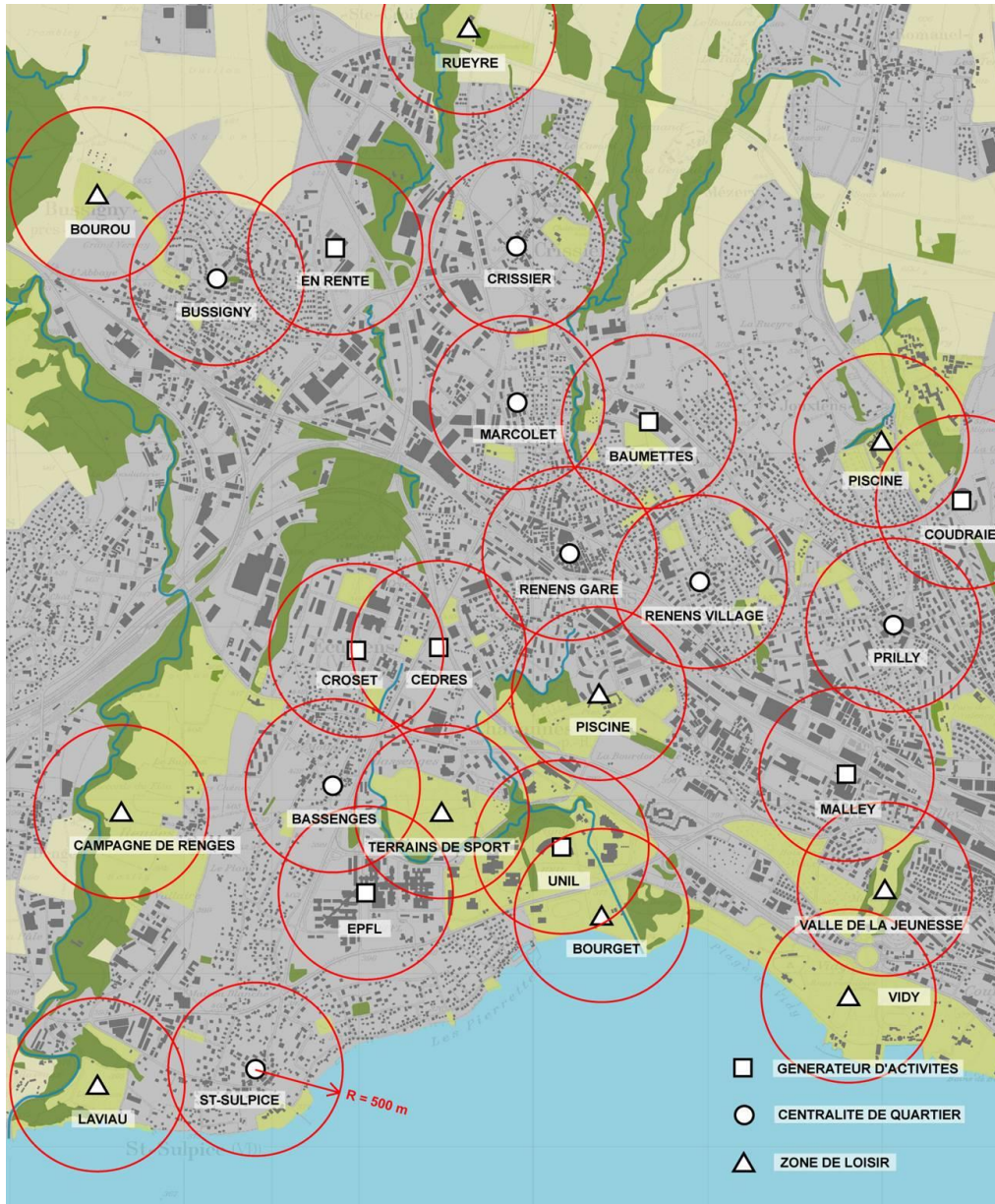


Défi 2 : la ville lente (frugale)

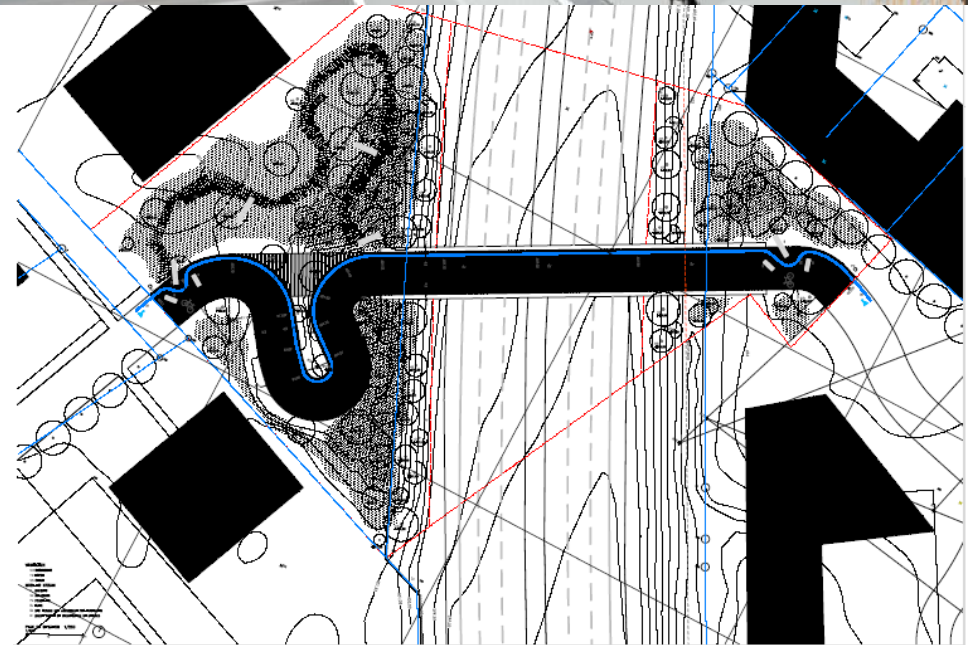
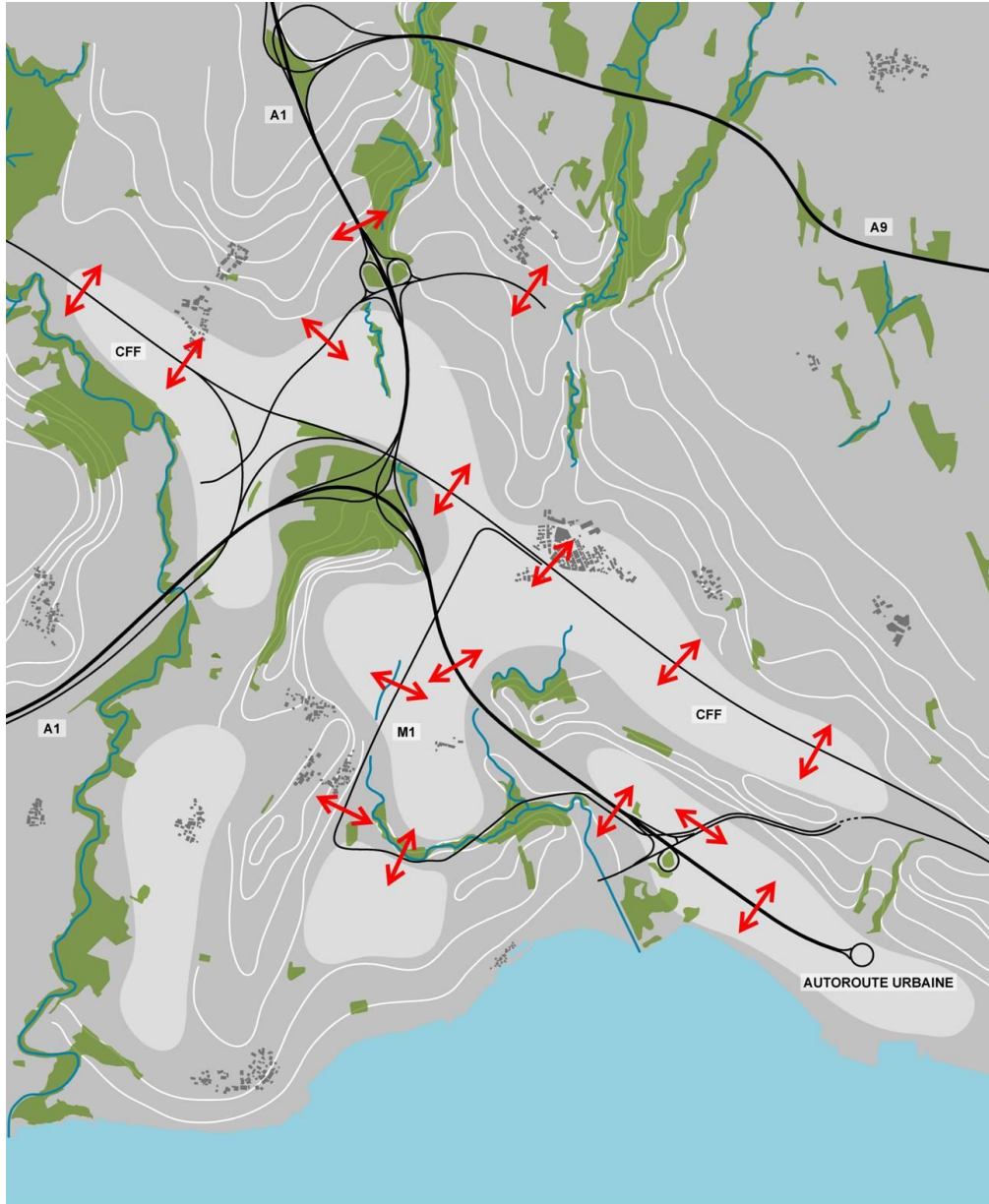
Faire du vélo un moyen de déplacement à part entière

Si la marche est pertinente pour des distances de 500 à 800 m, ...

...le vélo est idéal sur des distances de 1 à min. 3 km



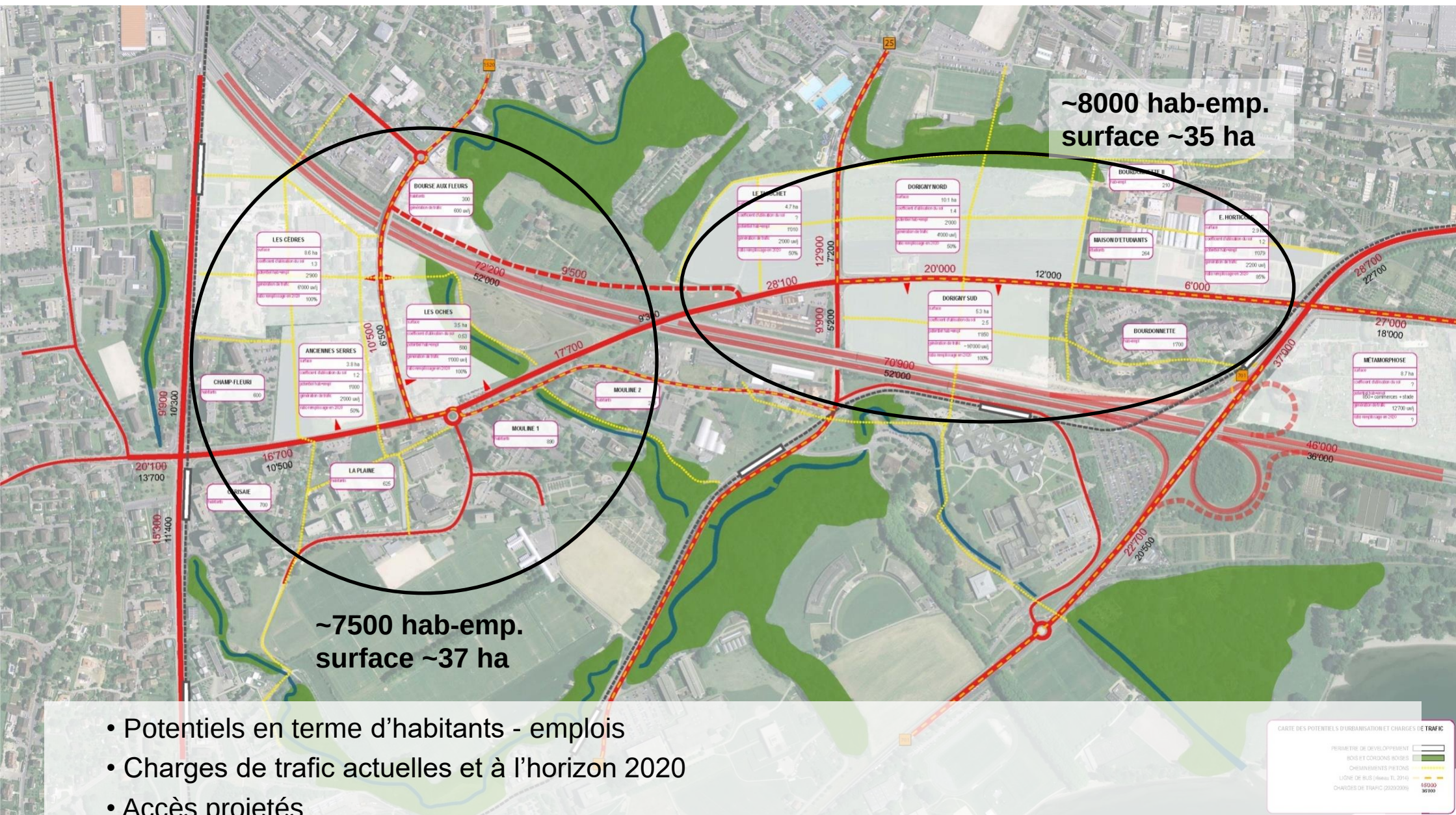
Il faut donc surmonter les coupures et créer des cheminements agréables



Défi 3 : exploiter autrement les infrastructures

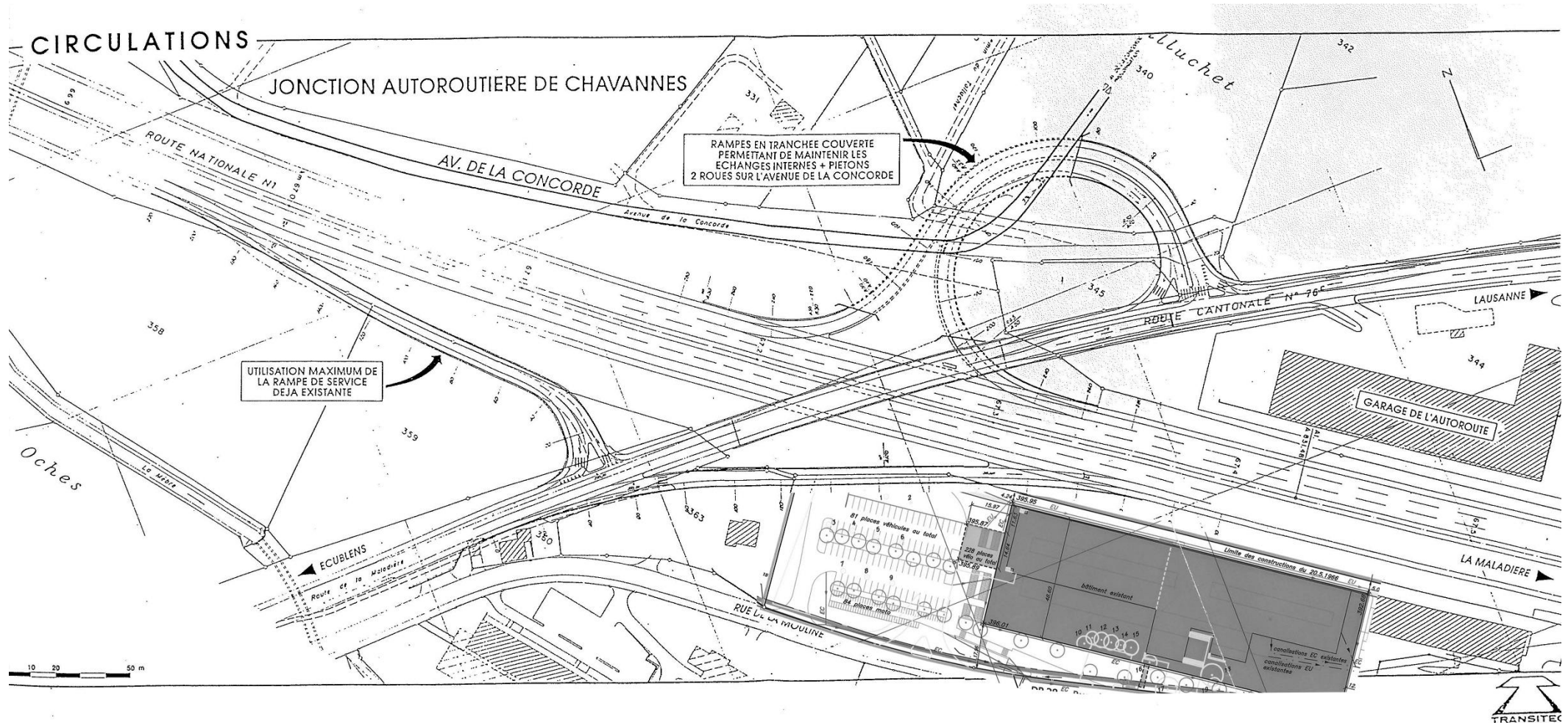
Récit : échec de la proposition de transformer l'autoroute sud de
Lausanne

Autoroute sud de Lausanne, proposition de transformation



- Potentiels en terme d'habitants - emplois
- Charges de trafic actuelles et à l'horizon 2020
- Accès projetés
- Nouveau réseau TL 2014
- Itinéraires piétons à assurer

Projet à l'étude de complément de jonction (Chavannes)



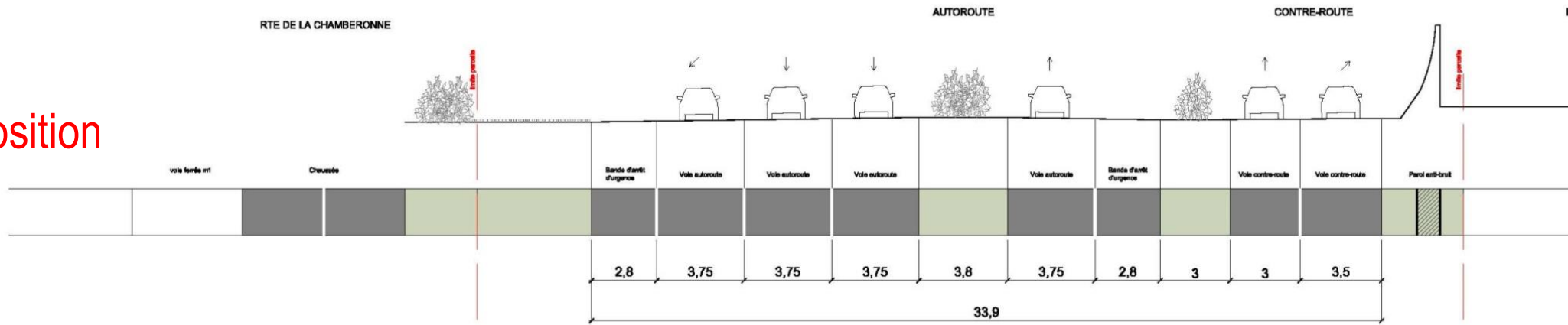
Tirer parti de l'existant, concentrer le trafic sur l'autoroute



Avec le même gabarit, réaliser une voie rapide et une contre-allée

Proposition

PROJET

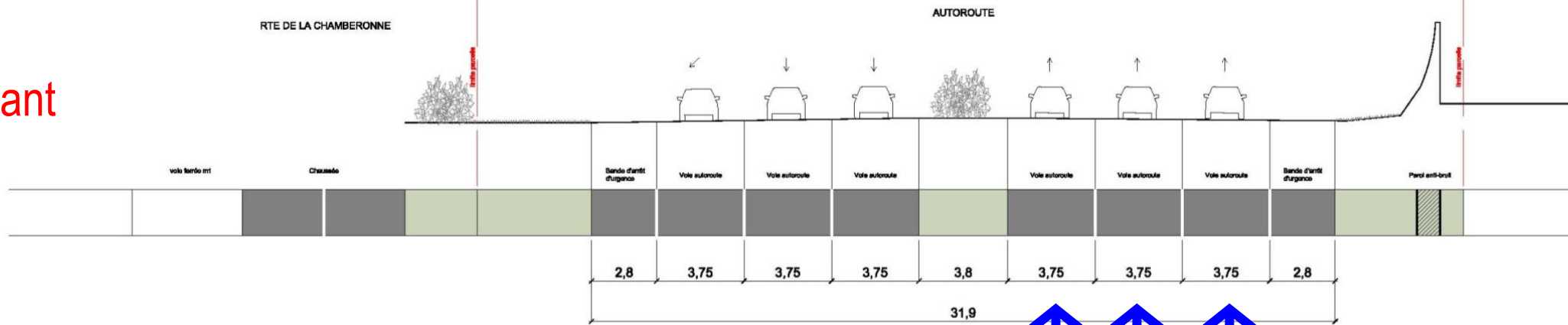


Proposition abandonnée car :

- Conflit d'objectif avec Office fédéral des routes
- Coût du transfert de compétence au canton

Existant

EXISTANT



Défi 4 : le périurbain en mode développement durable

Communes voisines : la ville extensive



La densité a une influence très importante sur les coûts pour la collectivité

	Quartier urbain	Quartier d'agglomération	Quartier en zone rurale
Longueur moyenne de route communale par habitant	2 m	4 m	17 m
Coût d'investissement correspondant (CHF)	2'600.-	5'200.-	22'750.-
Coût annuel d'entretien (CHF)	54.-	108.-	472.-

Source : Schalcher et al : Was kostet das Bauwerk Schweiz in Zukunft et wer bezahlt dafür ? NFP 54, Zurich 2011. Ecoplan : Siedlungsentwicklung und Infrastrukturenkosten. Bern 2000



EPFL



Villes et Transports

EPFL
Génie Civil

Responsable du cours:
Franco Tufo, Ingénieur Transports EPFL
franco.tufo@epfl.ch ■