

Tramway et BHNS

Domaines de pertinence

Choisir son système de transport au service d'un réseau et d'un projet de territoire

Intervenants :
Marianne Delsaut
Mathieu Bossard

10 novembre 2015



Plan de la présentation

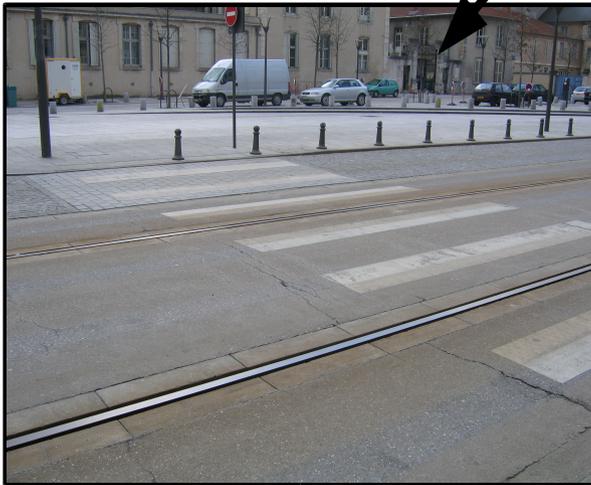
- 1- Les différents systèmes de TC
- 2- Les critères de choix du système
- 3- Penser réseau et intermodalité
- 4- L'enjeu des territoires périurbains

1. Les différents systèmes de TC

Qu'est ce qu'un système de transport ?

Systeme TC = infra + matériel roulant + exploitation

TVR de Nancy



Qu'est ce que le haut niveau de service ?

- ✓ Fréquence
- ✓ Amplitude
- ✓ Régularité
- ✓ Vitesse
- ✓ Confort
- ✓ Accessibilité
- ✓ Image, lisibilité

Le système de transport est un moyen pour atteindre un niveau de service souhaité



Systemes métro

TCSP guidé intégralement

Site propre intégral et non partagé

- Pas de carrefour, plate-forme inaccessible
- Souvent en souterrain ou en viaduc

Exploitation « ferroviaire »

- Vitesse élevée (souvent > 30 km/h)
- Plusieurs technologies
 - Métros automatiques / non automatiques
 - Métros lourds / Métros légers (selon capacité)



« Mass Rapid Transit », « Underground », « Subway » ou « Elevated Railway » en anglais, U-Bahn en allemand... désignent des systèmes de type « métro »



Ligne 5 à Paris



Ligne A à Toulouse

Systemes métro en France en 2014

3 agglomérations à « métro lourd »

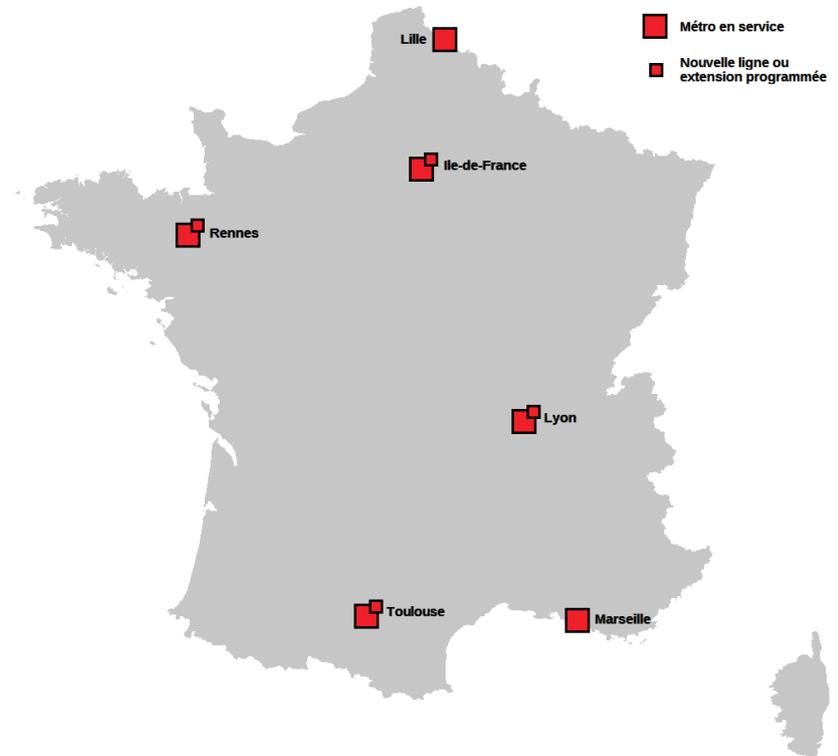
- Paris (16 lignes), Lyon (4 lignes, 30 km), Marseille (2 lignes, 19 km)
- Quelques lignes automatiques (lignes 1 et 14 à Paris/ ligne D à Lyon)

3 agglomérations à « métro léger »

- Lille (2 lignes, 45 km), Toulouse (2 lignes, 27 km), Rennes (1 ligne, 9 km)
- Systèmes automatiques

Peu de projets hormis le projet du Grand Paris

- Une seconde ligne à Rennes
- Quelques extensions planifiées à Lyon ou Toulouse



Systemes tramway

TCSP guidé intégralement

- Véhicules ferroviaires (fer sur fer)
- Véhicules guidés sur pneus

Non soumis au code de la route mais au décret dit STPG (sécurité TP guidés)

- Pas de limite de gabarit
- Majoritairement sur voirie urbaine avec des carrefours plans
- Quelques sections en tunnel (« Métro » de Rouen, lignes A et D   Strasbourg...)



Dans les pays germanophones, on parle de « Strassenbahn ». Dans les pays anglophones, « Light Rail » ou « Light Rapid Transit » désigne des systèmes ferroviaires allant du tramway jusqu'au métro léger



Tramway de Mulhouse

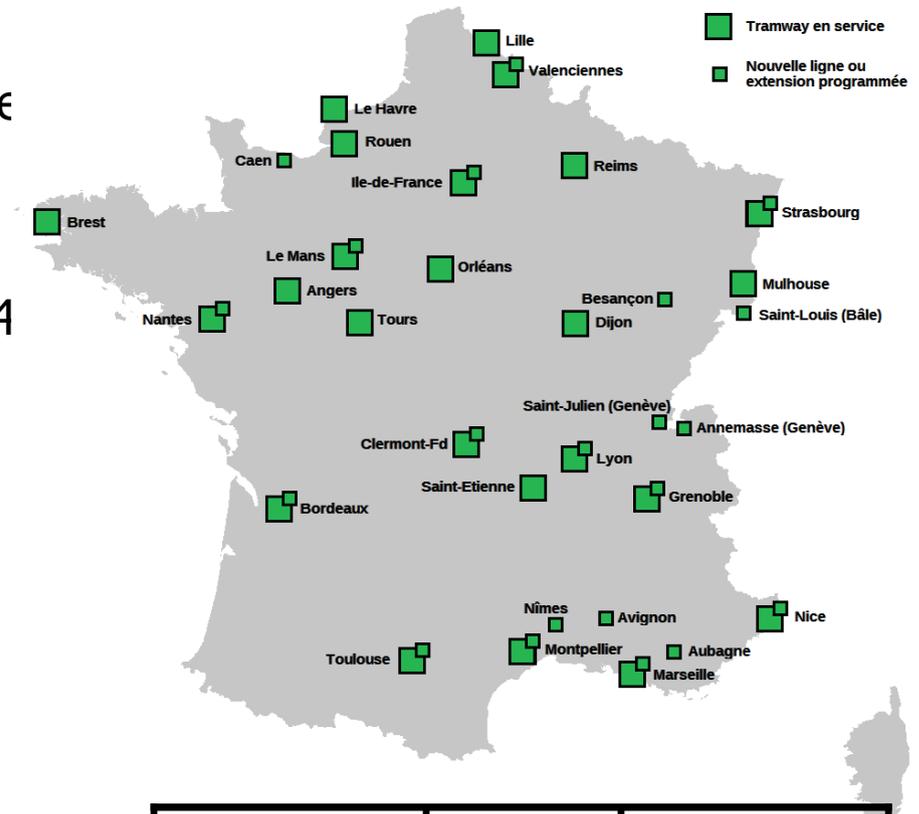


Tramway sur pneus de Clermont-Fd

Systemes tramway en France en 2014

23 agglomérations à tramway « fer »

- Dont des agglomérations de taille moyenne (Le Mans, Brest...)
- Unique « vrai » tram-train (Mulhouse)
- Des réseaux qui s'étendent : Montpellier (4 lignes, 56 km), Lyon (5 lignes, 53 km), Bordeaux (3 lignes, 44 km), Strasbourg (6 lignes, 39 km), Nantes (3 lignes, 40 km)...



Quelques agglomérations à tramway « sur pneus »

- Clermont-Fd, Île-de-France

Encore de nombreux projets

	Capacité (voy/h/sens)	Coût (M€/km)	Vitesse moyenne (km/h)
Métro	12 000 à 32 000	> 70	> 30
Tramway	1 300 à 6 400	15 à 40	15 à 20

Systemes tram-train

Systeme intermediaire entre le tram et le train

- Interconnexion entre reseau tramway urbain et ferroviaire
 - Permet la desserte des secteurs peripheriques
- Tram-train en France : Mulhouse, Nantes, Lyon (circulant principalement sur le reseau RFN)



Tram-train de Mulhouse



Dans les pays germanophones, on parle de « Stadtbahn ». En Belgique, on parle de « Préméto ». Dans les pays anglophones, de « Light Rapid Transit »

Systemes BHNS : le concept

Comment approcher les performances du tramway avec un bus et des ressources limitées ?

- « Bus à Haut Niveau de Service »

fréquence – vitesse – régularité – confort – accessibilité

Systeme basé sur le « Bus » (capacité limitée)

- Véhicule routier soumis au code de la route :
en France : longueur limitée à 24,5 m - largeur limitée à 2,55m - présence de rétroviseurs.

Nombreux choix technologiques

- BHNS guidé / BHNS non-guidé
- Motorisation : thermique, électrique ou hybride



Le concept de BHNS est inspiré des systèmes de « Bus Rapid Transit » ou « BRT » mis en place depuis les années 1970 dans différents pays d'Amérique du Nord, du Sud et d'Asie-Pacifique



BusWay de Nantes



TEOR à Rouen

Systemes BHNS en France en 2013

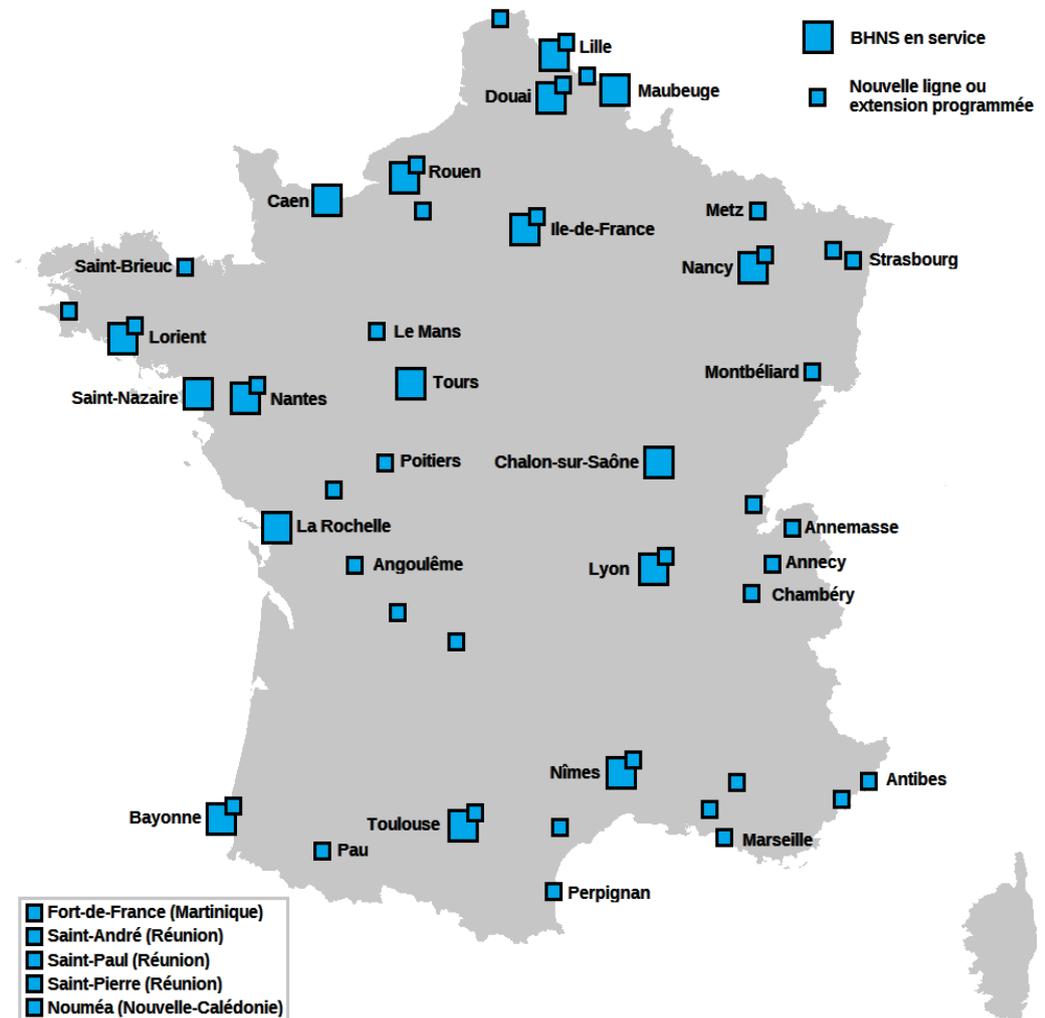
Développement récent et rapide

- TEOR en 2001 à Rouen
- Nantes, Lorient et Maubeuge entre 2006 et 2008
- 17 agglomérations à BHNS déclarés en 2013

Plus de 50 projets recensés

- Près de 30 « nouvelles agglomérations » à BHNS d'ici 2017 (Metz, Saint-Brieuc, Angoulême, Montbéliard, Pau, Marseille...)
- Et bien plus avec le 3ieme AAP !

Des systèmes BHNS très différents les uns des autres



Systemes BHNS : l'approche système

Véhicule

- Moderne, confortable, propre

Infrastructure et stations

- Le bus devant, hors de la congestion
- Stations confortables, accessibles, facilement identifiables
- Billettique et information aux voyageurs



15 Bucheggplatz		Stopp		
Anschlüsse		Gleis/ Kante	Status	Hinweis
07:53	32	Holzerhurd		a.b.
07:54	69	ETH Hönggerberg		a.b.
07:54	32	Strassenverkehrsamt		a.b.
07:56	11	Auzelg		a.b.
07:57	69	Milchbuck		a.b.
07:57	72	Triemli		a.b.
07:59	72	Milchbuck		a.b.
08:01	40	Glaubtenstrasse		a.b.

Exploitation

- Priorité, régularité
- Image
- Identification de la ligne

TEOR
m-é-t-r-o-b-u-s



BHNS: un système flexible et évolutif

Partage possible des sites propres (vélos, taxis, autres lignes de bus...)

- ✓ Insertion dans des espaces contraints
- ✓ Mais la flexibilité n'est pas nécessairement recherchée
 - Partage de site propre : risque de dégradation du niveau de service
 - Image et lisibilité moindres



Lorient



Rouen



Nantes

Un système évolutif

- Une première phase avant un tramway?
- Conception d'une ligne de BHNS comme une ligne BHNS d'un futur réseau? Le BHNS permet de conserver des marges d'adaptation et de développement du HNS.

Différentes places du BHNS dans le réseau

Mode **principal** dans les grandes agglomérations

- Niveau de service équivalent à celui du tram

Mode **structurant** dans les agglomérations moyennes

- Si la demande de transport ne justifie pas le choix d'un tramway

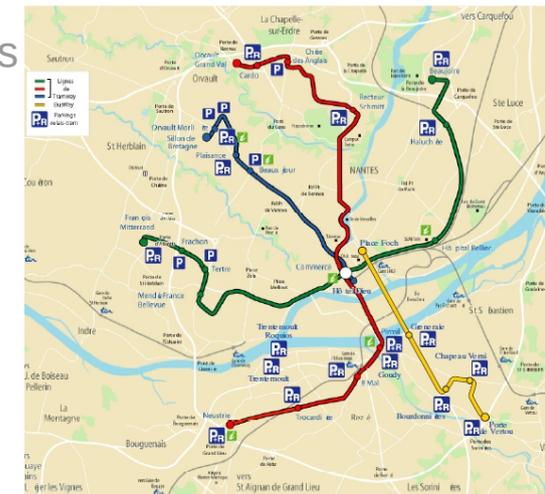
Système **intermédiaire** entre tramway et bus

- Objectif de hiérarchiser le réseau de bus
- Niveau de service du BHNS sensiblement meilleur que pour les bus classiques

Rabattement vers un métro ou un tram

- Veiller à la qualité des échanges

Nantes



Lyon



Des systèmes émergents et complémentaires : la navette fluviale et le transport par câble

+

Possibilité de franchissements
(dénivelés, coupures urbaines...)

Travaux peu pénalisants (site propre
naturel pour les navettes)

-

Moindre souplesse d'itinéraire
(longueur, nombre d'arrêts?)

Coûts d'exploitation ?

Innovations technologiques ?



2. Les critères de choix du système

TCSP et projet de territoire

Projet de TCSP = projet global de transport :

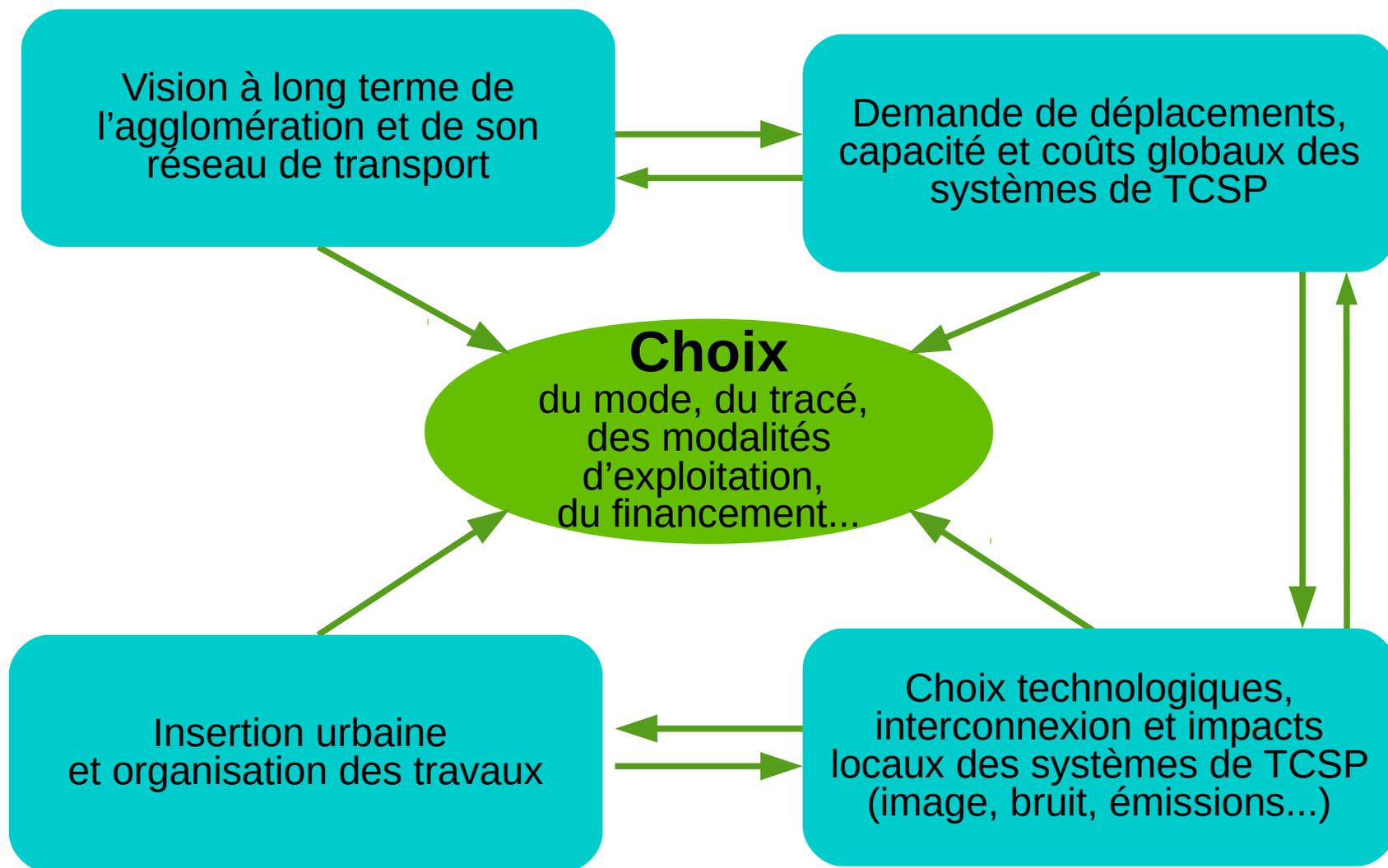
- Un moyen de transport rapide, fiable, confortable...
- Un levier en matière de transport public, de circulation, de stationnement...

Mais plus encore :

Projet de TCSP = projet de ville :

- Une opportunité de requalification des espaces traversés
- Un levier en matière de développement urbain

Un processus itératif



Projet urbain à long terme

Quelle ville de demain (dans 10, 20, 50 ans...) ?

- Localisation des ménages, des activités et des équipements
- Quelles formes urbaines ? Quelle polarisation ? Quels axes structurants ?
- Quelle organisation des flux de déplacements ?

Articulation Transport/Urbanisme dans la planification

- SCOT ; PDU ; PLU

Réseau de transport long terme

Diffuser le haut niveau de service dans le temps et dans l'espace

- Intérêt de mettre tous les moyens mobilisables sur 20 ans sur une seule ligne de tramway ou de métro ?
- TCSP lourd pas nécessairement gage de réussite !

Problématique de la desserte de l'hypercentre...

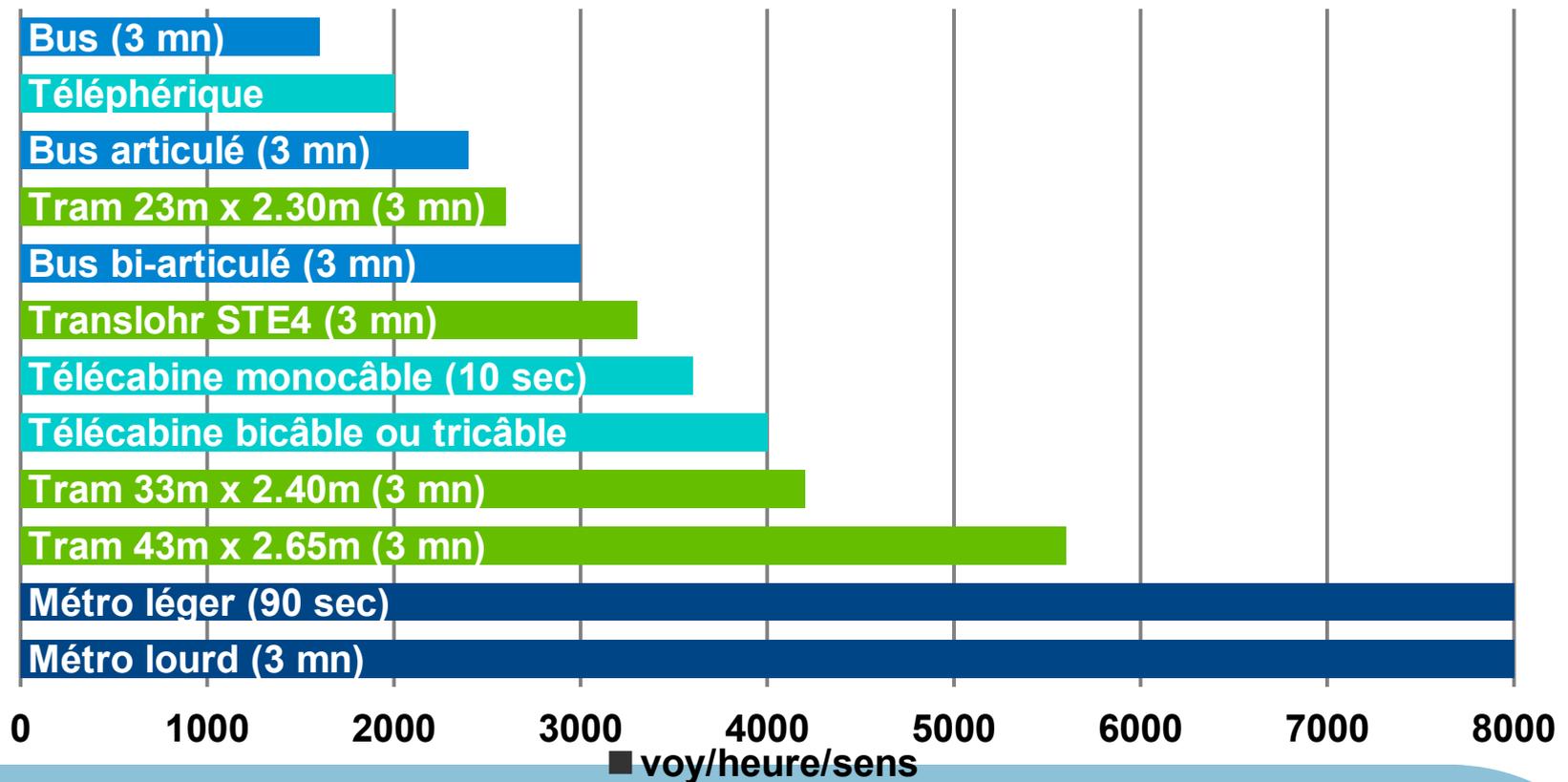
Dijon



Analyse de la demande

Capacité maximale des matériels :

- Calculée sur la base de 4 personnes / m²
- Dépend des conditions réelles d'occupation...



Analyse des coûts

Attention aux idées préconçues

- Les coûts d'investissement dépendent du projet et des aménagements
- Penser à la durée de vie des matériels et des infrastructures
- Les coûts d'exploitation varient avec la taille du réseau

Système	BHNS	Tramway	Métro léger	Métro lourd
Coût d'un véhicule	400 à 900 k€	1,5 à 3 M€	3 à 4 M€	5 à 9 M€
Coût d'investissement d'une première ligne hors véhicules	2 à 10 M€ par km de site propre	13 à 25 M€ par km de ligne	60 à 80 M€ par km de ligne	90 à 120 M€ par km de ligne
Durée de vie des matériels	15 à 25 ans	30 à 40 ans	30 à 40 ans	30 à 40 ans
Coûts d'exploitation d'une première ligne	4 à 6 € par km	6 à 9 € / km	8 à 10 € / km	10 à 16 € / km

Choix technologiques

Technologies offrant des garanties ?

- L'avantage des technologies éprouvées
- Pérennité et économies d'échelle (coût) des technologies industriellement développées
- Plusieurs constructeurs=plusieurs solutions possibles (long terme)+concurrence (coût)
- Des exemples et contre-exemples :
 - Tramway fer vs système TVR de Bombardier
 - APS et système « Translohr »
 - Les bus, le trolleybus



TVR de Nancy

Des évolutions

- Vers des tramways « optimisés » (Besançon...)
- Recherches en cours (récupération d'énergie, « biberonnage »..)
- Programme « Bus du futur »



Translohr Clermont

Penser aux impacts locaux

Bruit / vibrations

Tramway de Reims

Pollution CO2

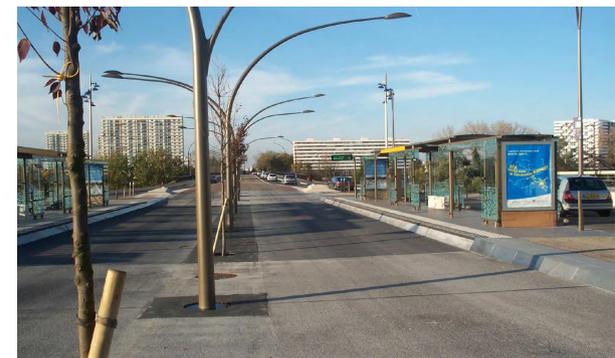
Impact sur les activités

Image

- Bonne image du tramway (design, insertion soignée...) mais cela a un coût !
- Le BHNS a aussi des atouts sur ce point



BHNS de Nantes



Penser l'insertion urbaine pour le choix tramway / BHNS

En courbe

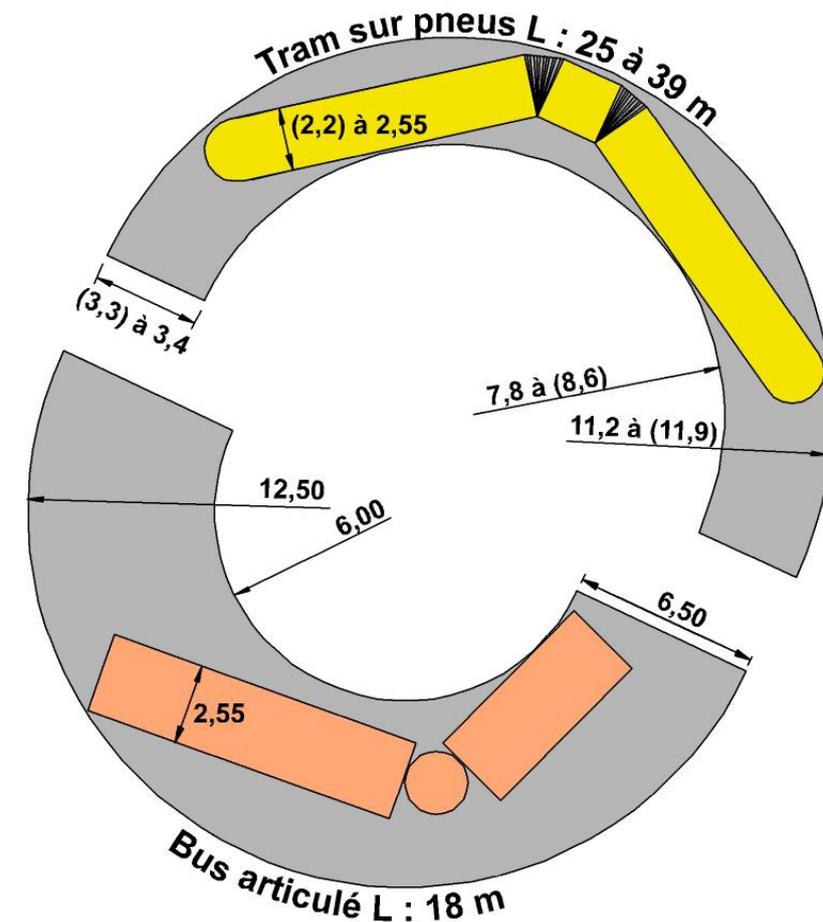
- Systèmes sur pneus plus performants :
 - Rayon minimal : 12m avec un bus
 - 25 à 30m avec un tramway
- Systèmes monotrace s'insèrent mieux

En ligne droite

- Avantage au tramway :
 - Largeur 2,20 à 2,65 m avec un tram
 - 2,50 à 2,55 avec un bus

En pente

- Avantage aux systèmes sur pneus



La phase travaux

Des travaux contraignants

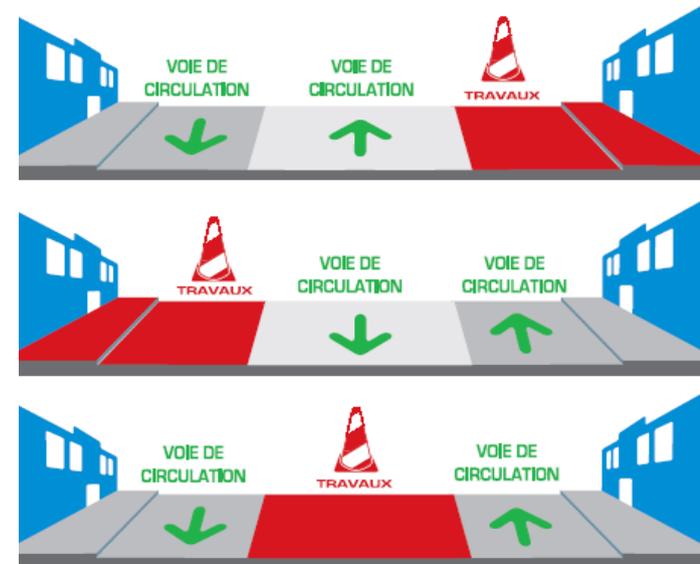
- Tramway : environ 3 ans de travaux
- BHNS: environ 18 mois

Impacts

- Circulation
- Accès aux commerces, riverains...

Comment limiter les impacts ?

- Organisation des travaux dans l'espace et le temps
- Plan de circulation
- Gestion des livraisons
- Information, concertation
- Indemnisations



Travaux du BHNS de Douai

3. Penser réseau et intermodalité

Penser réseau en s'appuyant sur le PDU

La mise en œuvre du PDU implique :

- De penser transports en commun et intermodalité
 - raisonner en termes de réseau
 - maillage territorial
- De penser aux aménagements de voirie
 - espace public
 - stationnement
- D'intégrer les modes doux et nouveaux services à la mobilité
 - Co-voiturage, auto partage, transport à la demande, vélos en libre service

Favoriser l'intermodalité

Beaucoup de réticences à effectuer des trajets intermodaux :

- Méconnaissance / peur de rater une correspondance
- Complexité : pas de lisibilité, juxtaposition des systèmes
- Problème de confort (rupture de charge) / coût (plusieurs titres)



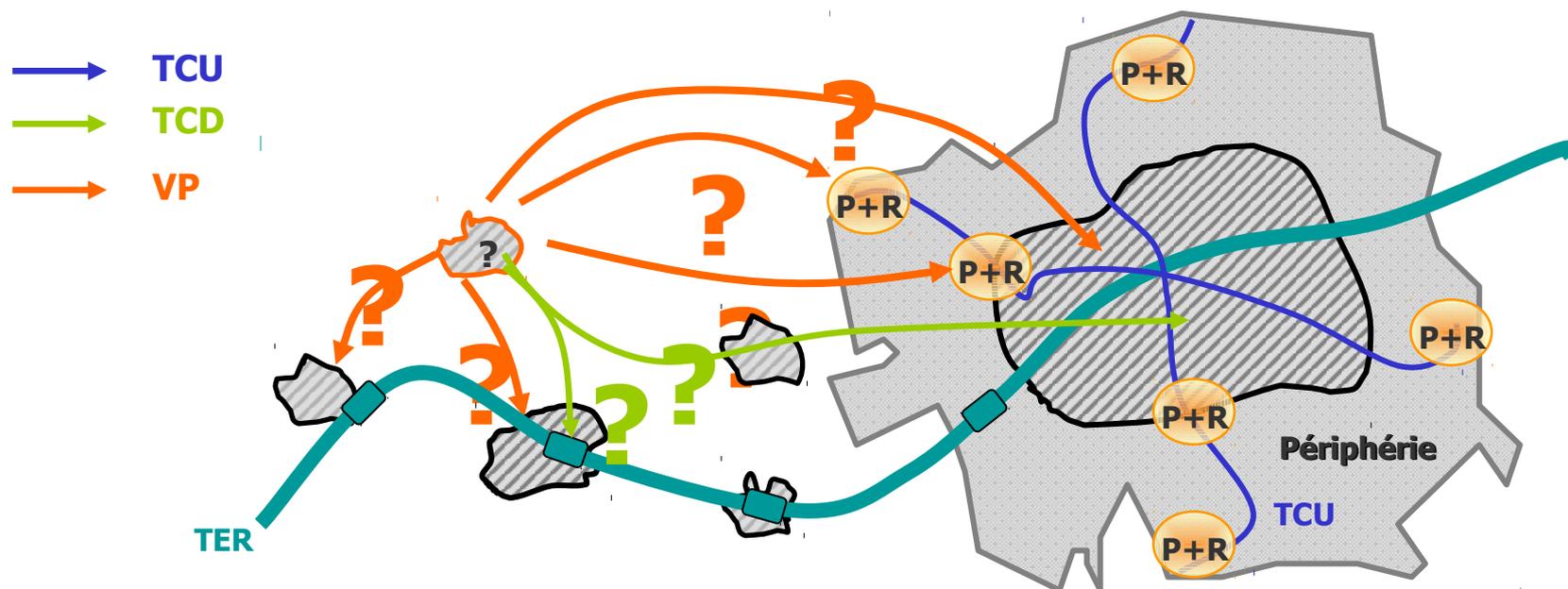
Panneaux d'informations des différents opérateurs dans le pôle d'échanges de Châteaureux à Saint-Etienne (Source : Richer, 2007)



Bornes pour composer les titres de transport à Firminy (Source : Richer, 2007)

Coordination des offres

- ✓ Ramener la réflexion au territoire : quelles offres les plus pertinentes ?
- ✓ Quel rabattement ? Que faire des VP ?
- ✓ Rabattement P+R ? Développement des Cars HNS ? Covoiturage ?
(ne pas sombrer dans le « trop de P+R » et le « trop de correspondances »)



(Source : CERTU)

Coordination des offres : les différentes offres TC

- ✓ Cadencement, performance de la connexion (Coordination et fiabilisation des horaires)
- ✓ Lisibilité des offres intermodales (Compréhension aisée)
- ✓ Performance de chaque offre (Mise à niveau des offres les plus faibles)



Pôles d'échanges multimodaux : une double fonction

La fonction transport : accueillir tous les modes

- Concentration des modes de transport
- Facilitation des cheminements, des correspondances
- Offres à l'utilisateur de services mutualisés : parkings vélos, information multimodale

La fonction urbaine

- Des lieux de concentration des flux et d'opportunités économiques
- Des « **morceaux de ville** »
 - Amoindrir la coupure urbaine
 - Perméabilité des espaces environnants
 - Favoriser les modes doux notamment les piétons
 - Accueillir des **services**
(*ex : relais colis, magasins journaux...*)

Informers les voyageurs des différents systèmes de transport

Généraliser les systèmes d'informations multimodales, d'informations en temps réel

multitud'


www.vialsace.eu

Information intermodale :

- Calcul d'itinéraire multimodal (prenant en compte l'accessibilité PMR, le temps réel, l'autopartage, le calcul de la tarification...)
- Valoriser l'information bus en temps réel
- Information sur les lieux d'échanges (P+R...) , en termes d'horaires, d'accès et de cheminements...

L'exemple de multitud

Prend en compte l'offre de transport de 18 réseaux du Rhône, de la Loire, de l'Ain, du Nord Isère et du Maconnais

The screenshot shows the 'multitud' website interface. At the top, there are links for 'Se souvenir de moi', 'Mot de passe oublié', and 'Inscrire'. Below the 'multitud' logo, there are navigation tabs: 'Trajet', 'Horaires', 'Carte interactive', 'Tarifs', and 'Infos pratiques'. The main content area is divided into three sections: 'Trajet', 'Horaires', and 'Carte interactive'. The 'Trajet' section contains a search form with fields for 'Départ' and 'Arrivée' (both with 'Adresse, lieu, arrêt...' labels), a 'Date' dropdown set to 'Mercredi 4 Novembre', and radio buttons for 'Partir à' and 'Arriver à' (with '09h' and '05' selected). A 'Recherche avancée' link and a 'Trouver un trajet' button with a magnifying glass icon are also present. The 'Carte interactive' section displays a map of the Lyon region with various transport lines highlighted in blue. A 'Légende' button is located at the bottom right of the map. Below the map, there is a 'Perturbations' section with a warning icon and three entries: 'TIL - Loire - LIGNE TIL 214 HORAIRES MODIFIES ET ARRETS NON DESSERVIS', 'STAS - Saint-Etienne - Ligne 47: travaux à Genilac', and 'STAS - Saint-Etienne - Ligne 76 : travaux rue des Mineurs'. A 'Voir toutes les perturbations' link is provided. To the right of the perturbations, there is a photo of a parking sign with a 'P+R' logo and a 'Voir toutes les actualités' link.

4. L'enjeu des territoires périurbains

Contexte de mobilité dans le périurbain

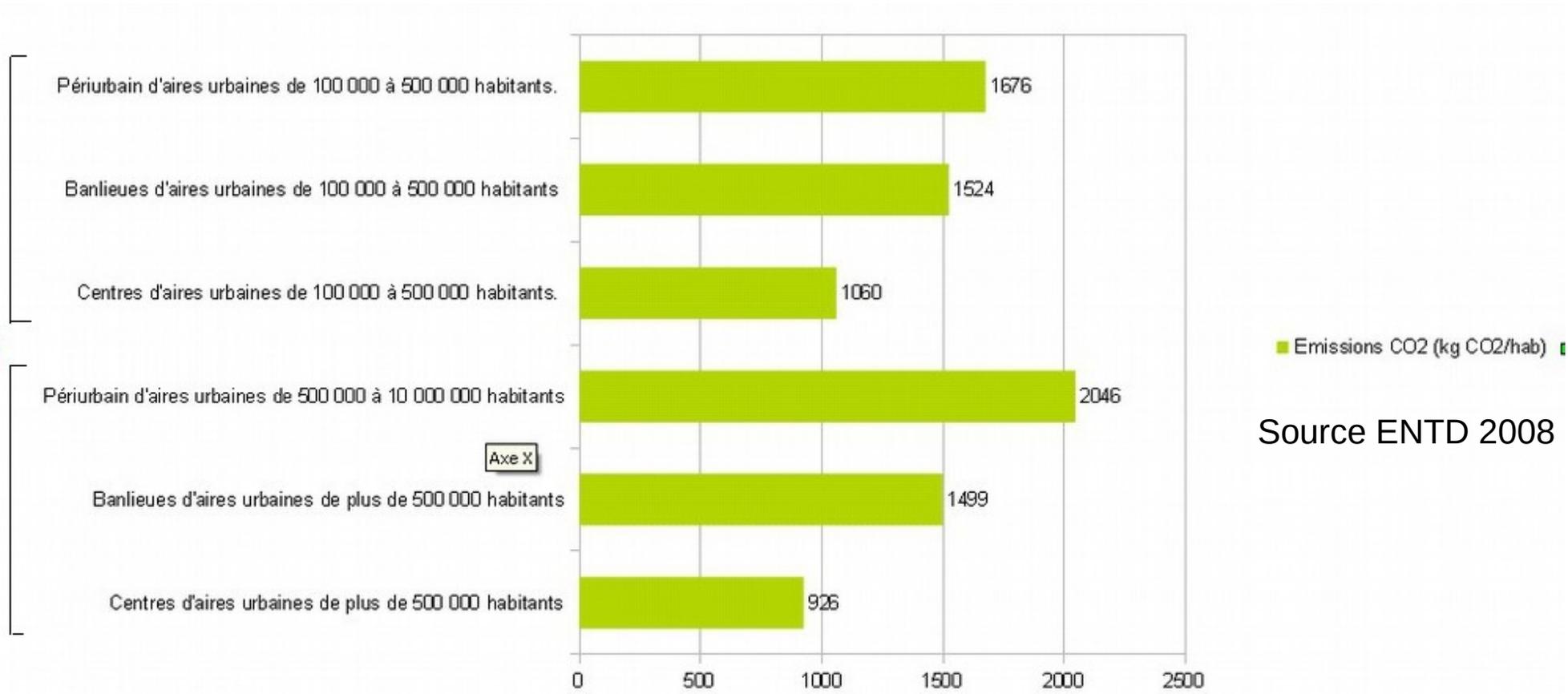
- Croissance démographique
- Distances de déplacements plus élevées
- Taux de motorisation élevé et part modale VP plus élevée dans le périurbain

	péri-urbain	urbain
motorisation	1,5 voit/ménage	1,1 voit/ménage
Taux de croissance de La population	1 % / an	0,3 % / an
Part modale de la voiture (mobilité quotidienne)	Entre 70 et 80 %	Entre 50 et 60 %

D'après ENTD 2008

Enjeux environnementaux et sociaux

- Émissions de CO2 plus élevées dans le périurbain



Une consommation énergétique plus élevée donc une population plus vulnérable énergétiquement

Regard vers les pays voisins : des approches sensiblement différentes

Suisse : forte volonté d'offrir des TC sur tout le territoire

- Offre kilométrique ferroviaire conséquente
- Choix de desservir plus équitablement le territoire
 - Certains cantons définissent par voie réglementaire les objectifs de niveaux de service
 - Zurich : toute zone de plus de 300 habitants/emplois doit être à moins de 400 m d'un arrêt de tram ou bus, ou moins de 750 m d'une gare (avec 12 A/R par jour mini)

Allemagne : culture de forte coopération (tarifs) dans le domaine des transports et financement plus centralisé

- Pas de distinction urbain et interurbain - distinction modale
- Gestion du financement: centralisation au niveau des Länder et répartition selon règles spécifiques entre AOT

Concept de S-Bahn

Né en Allemagne, essaimé dans plusieurs pays (Suisse, Autriche, Espagne, Danemark..) - desserte périurbain

- **Mode ferroviaire**

- Coordination avec les réseaux urbains et le réseau ferroviaire régional
- Cadencement
- Fréquence adaptée selon clientèle potentielle
- Nombre d'arrêts adapté à la densité du tissu urbain traversé
- Large amplitude horaire
- Distances inter-station «courtes» pour desservir finement le territoire
- Lisibilité

- Concept décliné **quelle que soit la taille de l'agglomération** (Lausanne, Fribourg en Suisse)

- Matériel roulant **performant** : matériel dit «tram-train», freinage et accélération rapides (proche du tramway urbain)

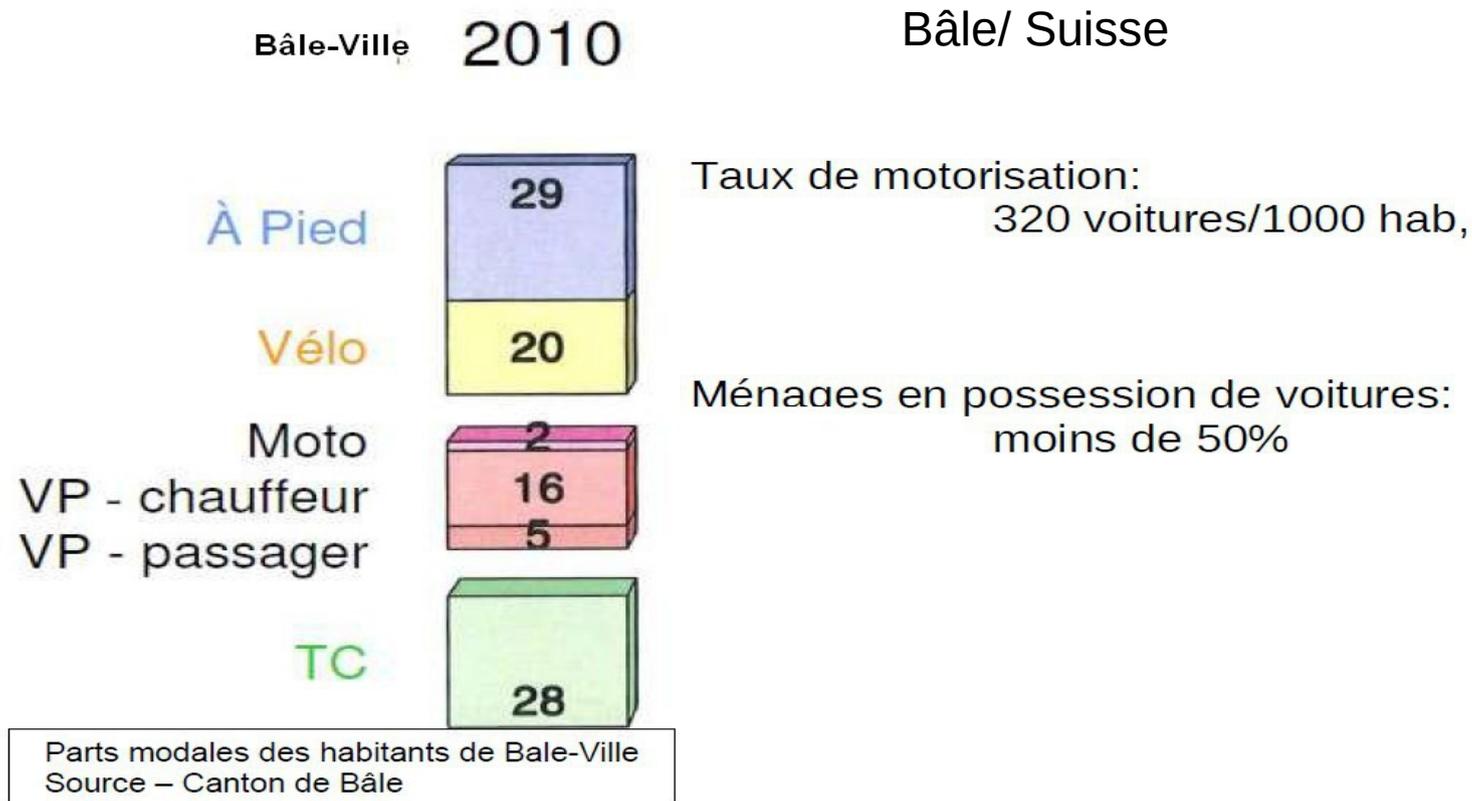


Matériel tram-train /Alstom

Matériel FLIRT /Stadler



Une ambition et un fort impact sur la mobilité dans les villes dotées de systèmes périurbains



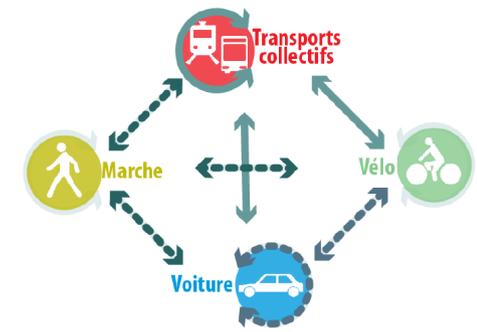
Et une part modale TC sur agglomération étendue plus élevée: 37 %

En conclusion

Penser réseau, mobilité globale et projet de ville plutôt que ligne de transport

Conduire des approches centrées sur les besoins usagers

- Diversité et complémentarité des solutions de mobilité
- Sur la gouvernance et les politiques
 - cohérence des politiques publiques transports avec celles sur l'énergie, l'environnement, les territoires, l'urbanisme
 - les plans de déplacements urbains et les démarches assimilées de planification restent les outils d'anticipation de référence



Pour en savoir plus

- Tramway et BHNS en France : domaines de pertinence en zone urbaine, Fiche « Le point sur » n°12 (Certu, 2009)
- Panorama des transports collectifs urbains dans les agglomérations de plus de 250 000 habitants : situation 2008 et évolutions (Certu, 2010)
- Panorama des transports collectifs régionaux (Cerema 2014)
- Des propositions innovantes pour l'optimisation des réseaux de tramway, Fiche « Le point sur » n°24 (Certu, 2012)
- Transport collectif par voie d'eau en milieu urbain (Certu, 2013)
- Transport par câble aérien en milieu urbain (Certu , 2012)
- Projet de TCSP, recommandations pour la mise en œuvre (Cerema, 2014)
- Un réseau de transport collectif pour les territoires périurbains (Cerema, 2015)



Direction technique Territoires et ville
Direction territoriale Ouest

Merci

Vos Contacts au Cerema

Marianne Delsaut - Direction territoriale Ouest marianne.delsaut@cerema.fr
Mathieu Bossard - Direction territoriale Ouest – mathieu.bossard@cerema.fr

Isabelle TREVE – Direction technique Territoires et ville- isabelle.treve@cerema.fr